

UNIVERSIDADE FEEVALE

GUILHERME NATAL DALSTO

O ADVENTO DA TELEVISÃO DIGITAL INTERATIVA:
O TELESPECTADOR RECEBE E ENVIA INFORMAÇÕES.

Novo Hamburgo
2010

GUILHERME NATAL DALSOTTO

O ADVENTO DA TELEVISÃO DIGITAL INTERATIVA:
O TELESPECTADOR RECEBE E ENVIA INFORMAÇÕES.

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial
à obtenção do grau de Bacharel em
Sistemas de Informação pela
Universidade Feevale

Orientador: Juliano Varella de Carvalho

Novo Hamburgo
2010

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer a todos os que, de alguma maneira, contribuíram para a realização desse trabalho de conclusão, em especial:

Aos amigos e às pessoas que convivem comigo diariamente, especialmente a minha noiva e minha família. Minha gratidão, pelo apoio emocional - nos períodos mais difíceis do trabalho.

Agradeço aos colegas da Universidade Feevale, aos professores, e em especial, ao meu orientador Prof. Juliano Varella de Carvalho, pela sua disponibilidade e dedicação que me permitiram concluir este desafio.

RESUMO

A TV Digital chega ao Brasil trazendo consigo muita inovação. Mais do que qualidade, quantidade ou portabilidade, será a possibilidade de interagir que modificará a maneira como as pessoas assistem à televisão. Sendo assim, este trabalho realizará um estudo sobre a TV Digital Brasileira, abordando seus conceitos fundamentais, sua evolução tecnológica, seus impactos na sociedade, o conjunto de linguagens de programação envolvidas no *middleware* proposto, além de traçar um paralelo com os demais padrões existentes. Em conjunto com as informações citadas anteriormente, será abordada a proposta da Google TV além de efetuar o desenvolvimento de um exemplo de aplicação para TV Digital, visando avaliar a interatividade em um ambiente real.

Palavras-chave: TV Digital. Interatividade. Inclusão digital. Convergência tecnológica. Middleware.

ABSTRACT

Digital TV arrives in Brazil bringing a lot of innovation. More than quality, quantity or portability, it's to be able to interact that will change the way people watch television. Thus, this work conduct a study about the Brazilian Digital TV, discussing its fundamental concepts, technological evolutions and impacts on society, the set of programming languages involved in the proposed middle-ware, and it will also draw a parallel with other existing standards. Together with the information previously mentioned, it will be addressed the Google TV proposal, besides the development of a example application for Digital TV to evaluate the interactivity in a real environment.

Keywords: Digital TV. Interactivity. Digital inclusion. Technological convergence. Middle-ware.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1 Distribuição dos investimentos publicitários.	15
Figura 1-2 Diferença entre sinal analógico e sinal digital.	19
Figura 1-3 Serviço de governo eletrônico utilizado pelas empresas.	27
Figura 1-4 Cronograma de implantação do SBTVD no país.	31
Figura 2-1 Componentes Fundamentais.	34
Figura 2-2 Etapas da difusão do sinal digital	35
Figura 2-3 Etapas da recepção do sinal digital.	37
Figura 2-4 Arquitetura do canal de retorno	38
Figura 2-5 Sequência de quadros de vídeo.	44
Figura 2-6 Perfis do padrão H.264/AVC	45
Figura 2-7 Diagrama do codificador AAC.	48
Figura 2-8 Arquitetura do codificador HE AAC	50
Figura 2-9 Comparação entre os formatos de tela.	52
Figura 3-1 Estrutura do sistema TVD brasileiro com o middleware Ginga.	58
Figura 3-2 Arquitetura de referência do middleware Ginga.	60
Figura 3-3 Arquitetura de alto nível do middleware Ginga	61
Figura 3-4 Estrutura básica de um documento NCL.	63
Figura 3-5 Arquitetura do Ginga-J.	67
Figura 3-6 Arquitetura JavaDTV.	67
Figura 3-7 Ciclo de vida de um Xlet.	69
Figura 3-8 Arquitetura Ginga Common Core	71
Figura 4-1 Exemplo de Aplicação Informativa.	73
Figura 4-2 Exemplo de Aplicação Publicitária.	73
Figura 4-3 Exemplo de Aplicação Utilitária.	74
Figura 4-4 Exemplo de Aplicação de Entretenimento.	75
Figura 4-5 Interface do emulador XletView	76
Figura 4-6 Estrutura do documento XML retornado pelo Google Weather API	77
Figura 4-7 Estrutura de classes da aplicação	79
Figura 4-8 Diagrama de sequência da aplicação	81
Figura 4-9 Tela de resultado da consulta efetuada	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Tecnologia nos lares brasileiros	25
Tabela 2 Espaço ocupado por algumas mídias não comprimidas, em formato digital.	40
Tabela 3 Comparação das características dos padrões H.264/AVC, MPEG - 4 part 2 e MPEG-2	46
Tabela 4 Ambiente de aplicações para receptores fixos e móveis.....	59
Tabela 5 Ambiente de aplicações para receptores portáteis.	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAC	Advanced Audio Coding
ABERT	Associação Brasileira de Rádio e Televisão
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABTA	Associação Brasileira de TV por Assinatura
ADSL	Assymetrical Digital Subscriber Line
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
API	Application Programming Interface
ATSC	Advanced Television Systems Committee
AVC	Advanced Video Coding
AWT	Abstract Window Toolkit
CD	Compact Disc
CPqD	Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações
DAVIC	Digital Audio-Visual Council
DOM	Document Object Model
DPCM	Differential pulse code modulation
DTS	Digital Theater Systems
DVB	Digital Video Broadcasting
DVD	Digital Video Disc
EaD	Educação a distância
EDTV	Enhanced Definition Television
FCC	Federal Communications Commission
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
FRExt	Fidelity Range Extensions
G2B	Government to business
G2C	Government to citizen
G2G	Government to government
GEM	Globally Executable MHP
GIF	Graphics Interchange Format
GPL	GNU General Public License
GSM	Global System for Mobile Communications
HAVi	Home Audio Video

HDMI	High-Definition Multimedia Interface
HDTV	High Definition Television
HE	High efficiency
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBOPE	Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística
IP	Internet Protocol
IPTV	Internet Protocol Television
ISDB	Integrated Services Digital Broadcasting
ISDB-T	Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial
ISDB-Tb	Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial, versão brasileira
ISO/IEC	International Standards Organization
ITI	Instituto Nacional de Tecnologia da Informação
ITU	International Telecommunication Union
ITU-T	International Telecommunication Union
J2ME	Plataforma Java 2 Micro Edition
JMF	Java Media Framework
JPEG	Joint Photographic Experts Group
JVM	Java Virtual Machine
JVT	Joint Video Team
LC	Low complexity
LDTV	Low Definition Television
MIDI	Musical Instrument Digital Interface
MP3	MPEG-1/2 Audio Layer 3
MPEG	Moving Pictures Experts Groups
NCL	Nested Context Language
PLC	Power Line Communication
PNAD	Pesquisa Nacional de Amostra de Domicílios
PNG	Portable Network Graphics
PS	Parametric stereo
PUC-Rio	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
QoE	Quality of Experience (Qualidade da Experiência)
QoS	Quality of Service (Qualidade de Serviço)
RCA	Radio Corporation of America

SBR	Spectral band replication
SBT	Sistema Brasileiro de Televisão
SBTVD	Sistema Brasileiro de TV Digital
SDTV	Standard Definition Television
TV	Televisão
TVD	TV Digital
TVDI	TV Digital Interativa
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
URD	Unidade Receptora e Decodificadora
URL	Uniform Resource Locator
VCEG	Video Coding Experts Group
VHS	Video Home System
XHTML	eXtensible Hypertext Markup Language
XML	Extensible Markup Language
STB	Set-top box
TCP/IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
1 TV DIGITAL: UMA VISÃO ECONÔMICA, POLÍTICA E SOCIAL	15
1.1 HISTÓRICO: A EVOLUÇÃO DA TV	18
1.2 TV DIGITAL ABERTA X TV DIGITAL PAGA	19
1.3 TV DIGITAL X TV VIA INTERNET DE BANDA LARGA (IPTV)	20
1.4 TV DIGITAL X GOOGLE TV	22
1.5 TV DIGITAL NO MUNDO	23
1.5.1 ATSC (Advanced Television System Committee)	23
1.5.2 DVB (Digital Video Broadcast)	24
1.5.3 ISDB (Integrated Services Digital Broadcast)	24
1.6 TV DIGITAL E SEU IMPACTO NA SOCIEDADE	25
1.6.1 Governo Eletrônico (t-governo)	26
1.6.2 Educação a distância via TV Digital (t-learning)	27
1.6.3 Comércio Eletrônico na TV Digital (t-commerce)	28
1.7 DESAFIOS E PERSPECTIVAS DA TV DIGITAL	29
2 TV DIGITAL: UMA VISÃO TECNOLÓGICA	33
2.1 CONCEITOS FUNDAMENTAIS	33
2.1.1 Difusor	34
2.1.2 Meios de Difusão	36
2.1.3 Receptor	36
2.1.4 Canal de retorno	38
2.2 CODIFICAÇÃO E COMPRESSÃO DE ÁUDIO E VÍDEO	39
2.3 PADRÃO MPEG	41
2.3.1 Codec MPEG-4/ H.264 Vídeo	42
2.3.2 Codec AAC Áudio	47
2.4 CARACTERÍSTICAS DO VÍDEO DIGITAL	51
2.4.1 Formatos de vídeo	51
2.4.2 Resoluções de tela	52
2.5 A TV DIGITAL INTERATIVA	54
3 MIDDLEWARE GINGA	57
3.1 GINGA-NCL (LINGUAGEM DECLARATIVA)	61
3.1.1 Estrutura NCL	62
3.1.2 Lua	64
3.2 GINGA-J (LINGUAGEM PROCEDURAL)	66
3.2.1 API JavaTV	67
3.2.2 API DAVIC	69
3.2.3 API Havi	70
3.2.4 API DVB	70
3.3 GINGA-CC (COMMON CORE)	70
4 DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÃO INTERATIVA	72
4.1 TIPOS DE APLICAÇÕES	72
4.1.1 Aplicação Informativa	72
4.1.2 Aplicação Publicitária	73
4.1.3 Aplicação utilitária	74
4.1.4 Aplicação de Entretenimento	74

4.2 EMULADOR DE TV DIGITAL (XLETVIEW)	75
4.3 API GOOGLE	76
4.4 APLICAÇÃO DE PREVISÃO DO TEMPO	79
4.4.1 Diagrama de sequência	80
4.5 TELA DA APLICAÇÃO	81
4.6 DIFICULDADES ENCONTRADAS	82
CONCLUSÃO	83
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85

INTRODUÇÃO

Atingindo a surpreendente marca de 91,4% de presença em domicílios brasileiros (Globo Comunicação e Participações S.A, 2010a), a televisão transformou-se em uma paixão nacional, um objeto de cobiça, tornando-se um dos principais meios de integração e conexão entre os cidadãos e o mundo.

Seguindo uma tendência mundial de convergência dos meios de comunicação para o formato digital, a televisão brasileira vem passando por um processo de substituição de sua plataforma analógica para a plataforma digital. Este processo vem ocorrendo desde 1998, quando a Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) iniciou as avaliações técnicas e econômicas para a tomada de decisão quanto ao padrão de TV Digital a ser adotado pelo Brasil (BECKER, 2009).

Graças ao avanço das tecnologias digitais, eletrônicas e de telecomunicação, a TV Digital pode tornar-se realidade, oferecendo imagens e sons em alta definição (JUNOT), o que de fato, já justificaria a migração da TV analógica para este novo padrão, porém, as previsões vão além. Proporcionar mobilidade, portabilidade, multiprogramação e principalmente, maior interatividade com o telespectador são inovações apresentadas pela TV Digital (ABERT, 2007).

A interatividade oferecida pela TV Digital representa uma mudança de paradigma, onde a relação entre telespectador e a televisão deixa de ser unidirecional e passa a ser bidirecional. Esta característica possibilitará o surgimento de um novo nicho a ser explorado, modificando o perfil de negócio tradicional da TV e apresentando serviços variados, como por exemplo, jogos eletrônicos (*t-game*), comércio eletrônico (*t-commerce*), serviços bancários (*t-banking*) entre outros.

A interatividade está profundamente atrelada à forma como os dados serão tratados e interpretados nos conversores (*set-top box*) e televisores. Este *set-top box* possui um *middleware*, denominado de Ginga. Segundo DTV (2010) Ginga é:

Ginga é o middleware de especificação aberta adotado pelo Sistema Brasileiro de TV Digital Terrestre (SBTVD) e que será instalado em conversores (*set-top boxes*) e em televisores. É uma camada de software intermediária, entre o sistema operacional e as aplicações. Ele tem duas funções principais: uma é tornar as aplicações independentes do sistema operacional da plataforma de hardware utilizados. A outra é oferecer um melhor suporte ao desenvolvimento de aplicações. Ou seja, o Ginga será o responsável por dar suporte à interatividade.

Desta forma, o *middleware* Ginga provê um ambiente de desenvolvimento de aplicações interativas para TV Digital, fazendo uso de dois paradigmas de programação distintos, são eles: *Ginga-J* (para aplicações procedurais Java) e *Ginga-NCL* (para aplicações declarativas NCL).

Há uma grande expectativa em relação ao padrão de TV Digital adotado pelo Brasil, que iniciou oficialmente suas transmissões em 02 de Dezembro de 2007 em São Paulo. Baseado na tecnologia japonesa ISDB-T (*Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial*), o sistema brasileiro introduziu tecnologias nacionais desenvolvidas por diversas instituições de ensino e pesquisa brasileiras, dando origem ao Sistema Brasileiro de TV Digital Terrestre (ISDB-Tb), também denominado SBTVD (DTV, 2010).

Nos últimos dois anos, houve um intenso esforço para implantar a TV Digital nas demais cidades brasileiras. Atualmente (abril de 2010) a transmissão digital é realizada em 28 cidades, sendo 19 delas capitais (DTV, 2010). Outro aspecto importante é a adesão de países sul-americanos ao padrão ISDB-TB. O primeiro a adotar o sistema foi o Peru, em abril de 2009, seguido pela Argentina, Chile, Venezuela e Equador. De acordo com a DTV (2010):

É provável que outros países da América Latina adotem o SBTVD, garantindo a integração e a facilidade de suprimento de peças, equipamentos e soluções para o mercado de TV digital. Para alcançar esse objetivo o Fórum SBTVD e o governo brasileiro têm trabalhado em conjunto, realizando demonstrações do sistema em várias nações do continente.

A TV Digital é mais uma tecnologia que possivelmente modificará o modo de vida da sociedade, sendo um agente a favor da inclusão digital. A exclusão digital é considerada co-responsável pelo aumento da exclusão social (IDBRASIL), afinal, sem o acesso à informação de qualidade, o desenvolvimento intelectual e social do cidadão é prejudicado. O padrão de TV Digital adotado pelo Brasil visa encontrar um caminho possível para o acesso à informação de forma mais igualitária, democrática e inclusiva, sendo considerada a esperança do sucesso da inclusão digital (LEMES, 2009).

Desta forma, este trabalho tem como objetivo desenvolver um estudo e investigação relacionados à TV Digital, buscando tecer um panorama nacional, suas perspectivas, tendências e desafios. Paralelamente a este estudo, será desenvolvido um exemplo de aplicação para TV Digital, visando avaliar a interatividade em um ambiente real.

1 TV DIGITAL: UMA VISÃO ECONÔMICA, POLÍTICA E SOCIAL

Com presença em domicílios brasileiros superior a 90% (IBGE, 2007), a televisão consolida-se como um dos mais importantes e influentes meios de comunicação, integração e entretenimento. Tendo em vista a característica do Brasil, de ser um país não desenvolvido, e com segundo pior índice de distribuição de renda do mundo (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2005), esta porcentagem torna-se surpreendente, chegando inclusive a ultrapassar eletrodomésticos de maior utilidade, como por exemplo, a geladeira (IBGE, 2007).

De acordo com pesquisas do Datafolha (2008), jovens entre 16 e 25 anos tem na TV aberta e na internet sua principal fonte de informações, representando 33% e 26% respectivamente. Dadas essas dimensões pode-se constatar a importância econômica e social da televisão no cenário nacional.

No Brasil a televisão movimenta uma grande quantia de capital, com seu dominante modelo de negócios intitulado de “televisão comercial”, ou seja, a televisão aberta é financiada pela publicidade através da venda de tempo de comercial aos anunciantes. Sendo totalmente baseado nos índices de audiência, isto é, quanto maior a audiência de um programa, maior é o valor cobrado pelas emissoras para a inserção nos respectivos intervalos comerciais, a televisão aberta recebeu 59% dos investimentos publicitários feitos no Brasil em 2002, representando cerca de 3,313 bilhões de dólares (CRUZ, 2008, pag.20).

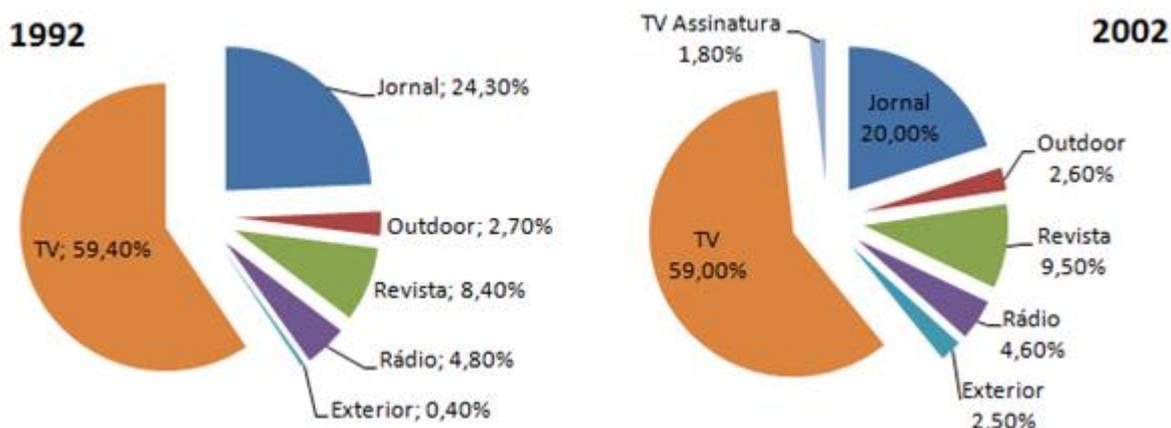


Figura 1-1 Distribuição dos investimentos publicitários.

Fonte: Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPqD/Funtel, 2004).

Considerando a evolução e o processo de substituição da plataforma analógica pela digital, a televisão passará a fornecer diversos serviços ao consumidor final, trazendo recursos similares aos da internet, o que representa uma gama de oportunidades inéditas e conseqüentemente modifica o perfil tradicional de negócio da TV. Porém a diversidade econômica nacional exige um sistema de TV Digital que atenda as classes C, D e E com soluções de baixo custo e alta qualidade, tendo em vista que a transmissão digital ou é perfeita ou inexistente, além de flexibilizar que pessoas com maior renda, classes A e B, possam receber serviços mais sofisticados (T&C Amazônia, 2007, p.42). De modo geral, o conteúdo básico deve chegar à sociedade de forma ampla e igualitária.

Em face da importância do mercado brasileiro na adoção da TV Digital, os primeiros passos trilhados a favor da convergência tecnológica ocorreram em novembro de 2003, através do Governo Federal e Ministério das Comunicações, quando se instituiu o Sistema Brasileiro de TV Digital (SBTVD). A partir deste momento, iniciaram-se oficialmente os estudos relacionados à tecnologia e ao processo de transição para o padrão digital de TV.

O Governo Federal elegeu uma das metas principais do SBTVD o incentivo ao desenvolvimento tecnológico nacional. O Decreto Presidencial nº 4.901, de 26 de novembro de 2003, que definiu entre seus objetivos “estimular a pesquisa e o desenvolvimento e propiciar a expansão de tecnologias brasileiras e da indústria nacional relacionadas à tecnologia da informação e comunicação” (CRUZ, 2008, p.119).

Com o Decreto Presidencial nº 4.901 de novembro de 2003, foram criados comitês, com a finalidade de gerir e executar o programa SBTVD. Estes comitês se organizam da seguinte forma:

- a) Comitê de Desenvolvimento do SBTVD: Cabe ao Comitê de Desenvolvimento fixar critérios e condições para a escolha das pesquisas e dos projetos a serem realizados para o desenvolvimento do programa. Este comitê é presidido pelo Ministério das Comunicações e é composto por diversos membros, representantes da Casa Civil, do Ministério da Ciência e Tecnologia, da Cultura, do Desenvolvimento, da Indústria e Comércio Exterior, da Educação, da Fazenda, do Planejamento, Orçamento e Gestão, das Relações Exteriores, e ainda da Secretaria de Comunicação de Governo.
- b) Comitê Consultivo: Ao Comitê Consultivo compete a função de definir propostas de ações e diretrizes fundamentais ao sistema. O Comitê é integrado por 23

representantes das instituições de classe e também das instituições que defendem os direitos do consumidor.

- c) Grupo Gestor: O Grupo Gestor é responsável pela execução das ações determinadas pelos dois Comitês. Ele é coordenado pelo Ministério das Comunicações e seus membros são representantes da Casa Civil, dos Ministérios da Ciência e Tecnologia, da Cultura, do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, da Educação, Secretaria de Comunicação de Governo, além de representantes do Instituto Nacional de Tecnologia da Informação (ITI) e da ANATEL. O Grupo Gestor dispõe do apoio técnico e administrativo da FINEP e da Fundação CPqD.

O processo de definição em relação ao padrão de TV Digital a ser adotado pelo Brasil foi concluído em junho 2006, quando então o atual presidente Luís Inácio Lula do Silva assinou o decreto nº 5.820 definindo o padrão japonês (ISDB-T) como base do Sistema Brasileiro de Televisão Terrestre (SBTVD-T).

Um dos objetivos definidos pelo governo federal para a TV Digital é proporcionar a inclusão digital e conseqüentemente tornar-se uma ferramenta para inclusão social. Neste sentido o decreto nº 4.901 prevê:

Art. 1º Fica instituído o Sistema Brasileiro de Televisão Digital - SBTVD, que tem por finalidade alcançar, entre outros, os seguintes objetivos:

- I - promover a inclusão social, a diversidade cultural do País e a língua pátria por meio do acesso à tecnologia digital, visando à democratização da informação;
- II - propiciar a criação de rede universal de educação à distância;
- III - estimular a pesquisa e o desenvolvimento e propiciar a expansão de tecnologias brasileiras e da indústria nacional relacionadas à tecnologia de informação e comunicação;

Devido à enorme desigualdade social existente no Brasil, faz-se necessário uma ação prevendo minimizar os impactos relacionados ao usufruto das tecnologias disponíveis no mercado por todas as classes sociais, e como se pode observar, o governo brasileiro prevê no artigo previamente citado, alguns objetivos a serem alcançados.

Resultado da desigualdade econômica, o acesso às tecnologias da informação e comunicação, está restrito a uma pequena parcela da sociedade. Um exemplo desta restrição é a internet, cujo acesso regular é efetuado por apenas 66,3 milhões de brasileiros, levando em consideração o acesso através de diversos ambientes, como por exemplo, residências, trabalho ou locais públicos. A quantidade de pessoas que possuem este serviço em casa, não deixou de ser pequena em relação ao número total de habitantes do país: dos 190 milhões de brasileiros,

apenas 42,3 milhões possuem internet em casa; já no trabalho, o número sobe para 46,8 milhões (PAVARIN, 2010a). De acordo com CASTELLS (2003, p.203):

A centralidade da internet em muitas áreas da atividade social, econômica e política equivalem à marginalidade para aqueles que não têm acesso a ela, ou tem apenas um acesso limitado, bem como para os que são incapazes de usá-la eficazmente. [...] A diferenciação dos que tem aos que não tem internet acrescenta uma divisão essencial às fontes já existentes de desigualdade e exclusão social, numa interação complexa que parece aumentar a disparidade entre a promessa da Era da Informação e a sombria realidade para muitos em todo o mundo.

Com o advento da TV Digital e sua abrangência geográfica, proporcionará ao governo brasileiro o exercício de uma política de inclusão digital eficaz, onde estão previstas interatividade entre o próprio governo e a população, via televisão, em áreas como: educacional, cultural, tributária e serviços públicos.

É importante destacar a importância de se ter sucesso na implantação do projeto de TV Digital no Brasil, tendo em vista que somente através de tecnologias acessíveis, simples e com larga abrangência é que a inclusão social ocorrerá de forma satisfatória.

1.1 HISTÓRICO: A EVOLUÇÃO DA TV

A partir do estudo e empenho de diversos cientistas, de diversos países, pôde-se construir um equipamento que pudesse receber imagens de lugares distantes, equipamento este denominado de televisão. O primeiro registro da realização de transmissão de imagens ocorre em 1920, por John Logie Baird (REBOUÇAS, 2008).

No Brasil, o marco inicial se dá a partir da inauguração da TV Tupi de São Paulo, que ocorreu no dia 18 de setembro de 1950. A emissora nasceu ligada a um grande grupo de comunicação brasileiro, dono de um império de jornais, revistas e rádios, conhecido como os *Diários Associados*, de Francisco de Assis Chateaubriand Bandeira de Melo. Foi necessário um investimento de cinco milhões de dólares em equipamentos importados da empresa norte-americana RCA para criação da TV Tupi.

Outra grande evolução deu-se com a chegada da TV em cores, em 10 de fevereiro de 1972, com transmissão da Festa da Uva em Caxias do Sul – RS. Esta transmissão feita em rede nacional via Embratel, foi gerada pela TV Difusora, com colaboração técnica da TV Rio e apoio das TVs Gaúchas, Piratini e de Caxias (CRUZ, 2008, p.36).

Estreando sua transmissão na cidade de São Paulo no dia 2 de dezembro de 2007, a TV Digital torna-se uma das maiores transformações já enfrentada pelo meio de comunicação

mais difundido do Brasil, tendo em vista todas as possibilidades apresentadas por este novo padrão, como por exemplo, a multiprogramação, portabilidade, qualidade de imagens e sons e a interatividade. Desde sua estreia, já são comercializados receptores para a TV Digital (*Set-Top-Boxes*) que permitem que os televisores recebam os sinais digitais.

A principal diferença existente no processo analógico para o processo digital, é que na transmissão digital os sinais de som e imagem são representados por uma sequência de bits (0 ou 1), e não mais por uma onda eletromagnética. Isto significa que fazendo uso da tecnologia digital, a imagem torna-se muito mais imune a interferências e ruídos, ficando livres dos “chuviscos” e “fantasmas” tão comuns na TV analógica, pois essas ondas eletromagnéticas estão sempre sujeitas às oscilações e interferências causadas por fatores naturais e não naturais, como por exemplo, chuva, vento, raios, funcionamento de motores, eletrodomésticos, entre outros, que acabam deteriorando e distorcendo o sinal. Porém, numa transmissão digital, se houver perda de um *bit* ou uma sequência de informações digitais, toda a sequência estará perdida, devido a isso, na TV Digital não existe um meio termo, ou recebe-se um sinal completo e perfeito ou simplesmente não recebe-se nenhum sinal.

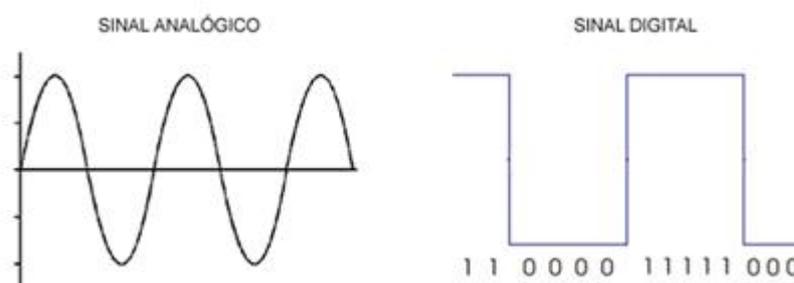


Figura 1-2 Diferença entre sinal analógico e sinal digital.
Fonte: Elaborado pelo Autor.

1.2 TV DIGITAL ABERTA X TV DIGITAL PAGA

Segundo CRUZ (2008, p. 44) um estudo da Anatel conhecido como *Paste* (Perspectivas para Ampliação e Modernização do Setor de Telecomunicações) realizado em 2000, previa para o Brasil uma quantidade superior a 16 milhões de assinantes de TV por assinatura em 2005. Ao contrário do previsto, este número não chegou a casa dos 5 milhões até o ano de 2007, de acordo com a Associação Brasileira de TV por Assinatura (ABTA), um número ínfimo em relação aos 190 milhões que compõem a população absoluta do país.

Destes cinco milhões de consumidores de televisão por assinatura, grande parte deles já dispõe do sinal digital há alguns anos. Por exemplo, a operadora NET, considerada uma das maiores operadoras de TV por assinatura do país, oferece pacotes de TV a cabo digital desde 2004, tendo 50% de seus clientes com decodificadores digitais (TERRERAN, 2007). Portanto, para quem já possui este serviço, pouco muda com a entrada da TV Digital aberta, a não ser no que se refere à interatividade prevista para SBTVD, que estará disponível através do *middleware* GINGA.

Considerado artigo de luxo, devido ao seu custo fixo elevado, a estratificação por classe social mostra que 80% dos consumidores de TV por assinatura encontram-se nas classes A e B (CAHÚ, 2008). O grande diferencial desses serviços é a sua programação orientada ao gosto do cliente, além da alta definição de imagens e som. De acordo com a Revista Mídia (2007), os principais motivos pelos quais os consumidores pagam pelo serviço de televisão são:

- 64% pagam para ter mais canais de televisão;
- 33% para ter mais entretenimento e informações de outros lugares;
- 31% para ter programação de filmes;
- 19% para ter os programas de esportes oferecidos.

Porém com a entrada da TV Digital aberta no Brasil, o consumidor passa a ter mais opção sem custo atrelado.

Mas então a TV Digital aberta não seria um risco ao mercado de TV por Assinatura?

Segundo o diretor-executivo da ABTA, Alexandre Annenberg, a TV paga não terá impacto negativo e sim o contrário. Alexandre alega que o grupo sente-se bastante otimista com o novo padrão e acredita que poderá obter vantagens, aproveitando sua experiência no processo de digitalização (DALMAZO, 2007). Outro motivo apresentado pelo qual o setor não deve ser afetado é sua vasta gama de canais ofertados além da facilidade de implementar a interatividade, fazendo uso de uma linha de alta velocidade para o canal de retorno, enquanto a TV Digital será dependente de uma linha telefônica.

1.3 TV DIGITAL X TV VIA INTERNET DE BANDA LARGA (IPTV)

IPTV - *Internet Protocol Television* – é um serviço que transmite programas de TV Digital ao vivo (transmissão contínua controlada pelo provedor de serviços) e de vídeo sob

demanda através de uma rede IP – *Internet Protocol*. Em geral este serviço de IPTV é acessado pelo consumidor através de uma conexão à internet em banda larga. Igualmente ao sistema de TV a cabo, o cliente liga um decodificador ao aparelho de televisão, porém, além deste procedimento, é necessário conectar este decodificador a linha telefônica.

Nas televisões a cabo, os clientes recebem todos os canais simultaneamente, e a seleção da programação a ser assistida é feita via decodificador ou televisor. Já na televisão via internet, o cliente recebe um canal de cada vez, e ao efetuar a troca do mesmo, o equipamento avisa o provedor de serviço, que envia somente o conteúdo selecionado pelo cliente naquele momento (SILVA, 2009).

Com a IPTV é possível oferecer uma gigantesca gama de conteúdos ao consumidor, acabando com o conceito de grade de programação, disponível em TV via cabo ou satélite, pois a partir do uso desta tecnologia, o cliente poderá escolher o que deseja assistir sem sair de casa, ou seja, conteúdo sob demanda.

A IPTV não deve ser confundida com Web TV. Web TV é transmitida via internet pública, com acesso livre a todos, além de não oferecer nenhuma garantia de qualidade de transmissão de imagens e sons, ao contrário da IPTV, que faz uso de uma rede privada capaz de prover e garantir um serviço de qualidade, a fim de proporcionar uma boa experiência de uso para quem consome o serviço. De acordo com a *International Telecommunications Union* (ITU):

A IPTV é definida como serviços multimídia tais quais televisão/vídeo/áudio/texto/gráficos/dados entregues por redes baseadas em IP gerenciadas para prover os níveis de QoS (*Quality of Service*) / QoE (*Quality of Experience*), segurança, interatividade e confiabilidade requeridos.

No Brasil, assim como no exterior, quem lidera o movimento de IPTV são as operadoras de telefonia. A pioneira em disponibilizar o serviço de IPTV de forma comercial no Brasil foi a Brasil Telecom, em setembro de 2007, com o sistema nomeado de Videon. Inicialmente este serviço está disponível apenas para Brasília, e, devido a restrições legais, estão liberados somente vídeos sob demanda (CRUZ, 2008, p. 53).

Segundo relatório do Informa Telecoms & Media (2009), 26 milhões de residências recebem serviços de IPTV em todo o mundo. Somente nos Estados Unidos, existem cerca de 5,4 milhões assinantes. No mercado europeu de IPTV quem lidera é a França, contando com mais de 50% de todos os telespectadores europeus, ultrapassando a casa dos 4,8 milhões de usuários do serviço.

No Brasil, as atenções e investimentos ao longo dos próximos anos irão concentrar-se na implantação da TV Digital brasileira (SBTVD), conforme determinado pelo governo federal e planejamento estipulado para o programa. Este processo de convergência exigido pela IPTV sofre um entrave devido a legislações não definidas. Existe também uma queda de braço entre empresas de telefonia, ávidas por ampliar sua gama de serviços ofertados a população, e empresas de TV por assinatura, que temem o avanço destas potências em telecomunicação sob seu nicho de mercado. Além destes, outros problemas devem ser enfrentado pela IPTV, como as instabilidades das plataformas e necessidade de ampliação da largura de banda, já que o serviço requer elevada taxa de transferência de dados (SILVA, 2009).

1.4 TV DIGITAL X GOOGLE TV

Anunciada em 20 de maio de 2010 na conferência anual de desenvolvedores (I/O), realizada em São Francisco, nos Estados Unidos, a ambiciosa plataforma Google TV pretende levar a internet e todos os seus serviços disponíveis para os televisores, visando oferecer uma experiência completa de internet aos consumidores a partir de um aparelho de TV.

A Google trabalha em parceria com grandes empresas do mercado de tecnologia, como a Sony, a Logitech, BestBuy, Adobe, Intel e DISH Network, a fim de disponibilizar seu produto em televisores, leitores de discos *Blu-rays* e *set-top boxes*, todavia, de acordo com executivos da Sony, a tendência é que mais aparelhos saiam de fábrica com a Google TV, como por exemplo, o vídeo game PlayStation 3 (PAVARIN, 2010b).

Segundo executivos da Google, os primeiros exemplares da Google TV chegarão ao mercado americano entre setembro e novembro deste ano, embutidos nos televisores da Sony e paralelamente nos *set-top boxes* desenvolvidos pela Logitech, que podem aplicar a tecnologia em qualquer TV que possua a conexão HDMI. Internacionalmente o produto será comercializado somente a partir de 2011, como reportado, na conferência, pelo vice-presidente de engenharia do Google, Vic Gundotra (PAVARIN, 2010b).

Os recursos apresentados pela empresa na conferência citada anteriormente, vão desde buscas e visualização de conteúdos disponíveis na internet, passando pela possibilidade de gravar programas de TV, além de permitir a instalação de aplicativos, como por exemplo,

um gerenciador de *Twitter* ou um *widget*¹ de previsões do tempo, aplicativos estes, baseados no sistema operacional Android, já utilizado em *smartphones* e implementado neste novo produto da Google. Vale ressaltar que todas estas funcionalidades apresentadas são adicionais ao conteúdo da TV normal. (WILSON; BURGOS, 2010).

Perante este cenário as incertezas são muitas, tendo em vista as diversas possibilidades de desenvolvimento numa plataforma que une dois dos mercados mais cobiçados do mundo, como a internet, considerada a grande jóia das novas mídias e a TV, onde se aplica os maiores gastos publicitários (PAVARIN, 2010b).

1.5 TV DIGITAL NO MUNDO

De forma similar ao processo que vem ocorrendo no Brasil, alguns dos demais países do globo vem passando, ou já passaram pelo mesmo processo de substituição de seu sistema de TV analógico pelo digital. No Reino Unido, por exemplo, o processo iniciou em 1998 e 65,9% das residências já possuíam acesso à TV Digital em setembro de 2005. Já nos Estados Unidos, o início se deu em 2002, e em meados de 2009, o país americano efetuou o chamado *switch-off*, que nada mais é, que o encerramento das transmissões analógicas. No Japão, a migração de tecnologia iniciou em 2003, e em dezembro de 2006 todas as 47 capitais do país já possuíam a TV Digital disponível, representando cerca de 84% ou 39,5 milhões de domicílios com acesso a tecnologia (TELECO, 2010a).

Nestes países onde a transição de tecnologia está ocorrendo, ou já ocorreu, alguns padrões para TV Digital foram adotados, são eles:

1.5.1 ATSC (Advanced Television System Committee)

Em funcionamento desde 1998 nos Estados Unidos, o ATSC também já foi adotado por países como o Canadá, Coréia do Sul, Taiwan e México. O objetivo inicial do ATSC era definir o serviço de TV Digital voltado principalmente para a transmissão de alta qualidade de vídeo (*HDTV – High Definition Television*) e de áudio (*Surround 5.1*). Todavia, existem aspectos nos quais este padrão é pobre, como por exemplo, no suporte de serviços interativos e na transmissão para dispositivos móveis. O consórcio existe desde 1982, mas o padrão só entrou em funcionamento comercial nos Estados Unidos em 1998. É considerado o padrão

¹ Widget são pequenos aplicativos que flutuam pela área de trabalho e fornecem funcionalidades específicas ao utilizador (previsão do tempo, cotação de moedas, relógio, entre outras).

ideal para transmissão em alta-definição, mas entre os demais padrões existentes, é o menos desenvolvido no quesito mobilidade (MOREIRA, 2006).

1.5.2 DVB (Digital Video Broadcast)

O DVB é fruto de um consórcio europeu, constituído por mais de 270 entidades de diversas áreas da indústria televisiva, tais como: emissoras, fabricantes de equipamentos, desenvolvedores de software, geradoras de conteúdo e órgãos reguladores. Este padrão está em funcionamento no Reino Unido desde 1998, e posteriormente foi adotado por países como Austrália, Nova Zelândia, Malásia, Hong Kong, Índia, África do Sul entre outros. É formado por um conjunto de documentos, definindo padrões técnicos de transmissão, sendo os mais conhecidos: DVB-T (radiodifusão), DVB-C (difusão por cabo), DVB-S (difusão por satélite) e DVB-MHP (*Multimedia Home Platform*) que é um padrão para TV Digital.

Tem como ponto positivo sua versatilidade, facilitando a transmissão de múltiplos canais virtuais na mesma frequência. Opera na frequência de 8 MHz, fator que o deixa em desvantagem em relação ao japonês e ao americano, que operam em 6 MHz, mesmo espectro usado no Brasil para a TV aberta.

1.5.3 ISDB (Integrated Services Digital Broadcast)

Criado em 1999 por várias empresas e operadoras de televisão, o ISDB-T é o padrão de transmissão terrestre japonês. Este padrão vem sendo desenvolvido desde a década de 70, mas só entrou em operação em 2003, na região de Tóquio, no Japão. Além de Japão e Brasil, Peru, Argentina, Chile, Venezuela, Equador, Costa Rica, Paraguai e Filipinas optaram pela versão do ISDB-T com os avanços incorporados pelo Brasil (Globo Comunicação e Participações S.A, 2010b).

As maiores vantagens do ISDB em relação aos seus concorrentes são: a grande flexibilidade de operação, seu potencial para transmissões móveis e portáteis, além de privilegiar a alta definição de imagem (HDTV). Com este padrão é possível receber a programação da TV Digital em aparelhos móveis, como um celular (modelo adequado à tecnologia), porém com uma qualidade de imagem mais baixa.

O Brasil em sua busca por um padrão de TV Digital Interativa realizou através da ANATEL uma comparação entre os padrões existentes. Com a conclusão da pesquisa, em fevereiro de 2000, a ANATEL recomendou o ISDB, já que o mesmo sofre menos interferência que os demais padrões, além de que seu canal de transmissão pode ser subdividido

em vários sub-canais, permitindo assim a transmissão simultânea de vários serviços (VAZ, 2008, pg.26).

1.6 TV DIGITAL E SEU IMPACTO NA SOCIEDADE

Conforme descrito neste capítulo, o governo federal elegeu a inclusão digital como uma de suas metas a serem alcançadas através da implantação da TV Digital, que deve ser promovida a partir da interatividade e da diversidade da programação ofertada, além de outras possibilidades que podem vir a surgir.

O acesso a informação e aos meios tecnológicos se tornaram um direito fundamental, tendo influência direta na inserção do cidadão na sociedade. De acordo com CRUZ (2008, p.155):

O acesso às tecnologias da informação e comunicação está diretamente relacionado, no mundo atual, aos direitos básicos à informação e a liberdade de opinião e expressão. A exclusão digital é uma das muitas formas de manifestação da exclusão social.

A inclusão digital não diz respeito apenas à disponibilidade dos meios, como computadores, internet, celulares, entre outros, mas também como promover a capacitação das pessoas para utilizarem estes recursos de modo efetivo, a fim de se comunicarem de forma mais barata e eficiente, de posicionar-se melhor no mercado de trabalho, enfim, de obter vantagens com o uso da tecnologia. Somente colocar um computador na mão das pessoas ou vendê-lo a um preço menor, não é, definitivamente, inclusão digital. É preciso ensiná-las a utilizá-lo em benefício próprio e coletivo.

Tabela 1- Tecnologia nos lares brasileiros

	%
Televisão	93,0
Rádio	87,9
Celular	63,6
Telefone Fixo	46,8
Microcomputador	22,1

Internet	16,9
-----------------	------

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2007)

1.6.1 Governo Eletrônico (t-governo)

Governos do mundo todo tem concentrado esforços, no sentido de utilizar tecnologias da informação, visando construir uma arquitetura interoperável, a fim de munir os cidadãos com acesso a informações, serviços e produtos, via meios eletrônicos. Denominada de governo eletrônico, este movimento surgiu a partir do vice-presidente dos Estados Unidos, Al Gore, quando o mesmo, abriu o Fórum Global sobre Reinvenção do Governo, em Washington, 1999, com a presença de 45 países (AGNER, 2005).

A sociedade brasileira, por meio de diversos canais, cobra dos administradores públicos uma maior transparência no que diz respeito a suas ações. Do outro lado, o governo vem introduzindo uma gama de modificações, como o uso intensivo da tecnologia, a fim de melhor atender a sociedade. E são a essas ações governamentais que se atribui o nome de “Governo Eletrônico” (GOES; DAMSCENO, 2004, p.2).

As três principais frentes do governo eletrônico são:

- G2C (*Government to citizen*) - Governo para o cidadão. Diz respeito às ações que o governo realiza no sentido de colocar à disposição, por meio eletrônico, ao cidadão, serviços e informações pertinentes à esfera pública. Exemplo de aplicação: licenciamento eletrônico de veículos; matrícula escolar eletrônica; disque detran - informações sobre veículos, condutores, multas; eleições e etc.
- G2B (*Government to business*) - Categoria de governo eletrônico que inclui interações entre governos e empresas. Exemplos de aplicação: recolhimento de impostos por meio eletrônico; modernização do sistema de registro de empresas; nota fiscal eletrônica, etc;
- G2G (*Government to government*) – Categoria de governo eletrônico que inclui atividades entre organismos governamentais e entre governos. Exemplos de aplicação: gestão documental - protocolo único; gestão de serviços terceirizados; gestão do patrimônio público; monitoramento das decisões do governador, etc.

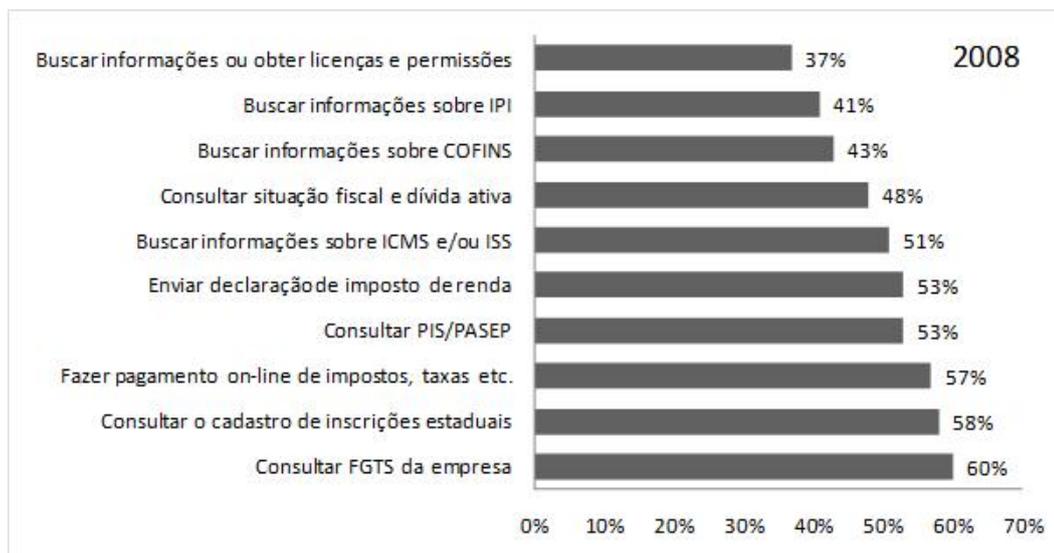


Figura 1-3 Serviço de governo eletrônico utilizado pelas empresas.
Fonte: RAMOS, 2009.

A TV Digital surge como a grande oportunidade para o desenvolvimento do G2C na forma de “governo televisivo” (*t-governo*). O *t-governo* consiste em oferecer serviços governamentais pela TV, tornando o acesso a eles mais fácil e mais amplo, evitando deslocamentos a cartórios, prefeituras ou postos de informação. Ao disponibilizar informações antes acessíveis somente pela internet ou em estabelecimentos oficiais, a TV Digital permite a fiscalização por parte da sociedade sobre as ações tomadas pelos poderes públicos, tornando o conhecimento mais democrático. O *t-governo* é considerado por muitos especialistas como a forma mais eficiente de inclusão (BECKER; MONTEZ, 2005, p. 43).

1.6.2 Educação a distância via TV Digital (*t-learning*)

O conceito de ensino a distância (EaD) é frequentemente utilizado como referência aos programas nos quais estudantes e professores estão separados em termos de espaço físico, e sua comunicação se dá através de impressos, rádio, televisão, computadores, etc. No sentido mais conhecido do termo, esta comunicação ocorre a partir de um computador conectado à internet, sendo esta modalidade denominada de *e-learning* (GOMES; LIMA, 2005, pg. 4).

A aplicação da mídia televisiva ao contexto educacional dá origem ao termo *t-learning*, sendo esta, um subconjunto do *e-learning* (OLIVEIRA, 2009). Com os recursos de interatividade providos pela TV Digital, será possível acessar materiais de aprendizagem ricos em vídeos além dos demais conteúdos digitais disponíveis, sendo esta, mais uma ferramenta com finalidade social.

As características de utilização do *t-learning* e a sua capacidade mais vasta de disseminação, comparada com as do *e-learning*, abrem novos cenários de ensino dirigidos a um número mais elevado de potenciais utilizadores, tanto em contextos formais como não formais de formação. Segundo Oliveira (2009), algumas razões são importantes para considerar o papel que a TV tem dentro de uma estratégia de *e-learning* mais ampla:

- A maioria das pessoas tem acesso à televisão em casa;
- Nem toda família terá um computador conectado à internet;
- Pessoas tendem a acreditar no conteúdo que está na TV;
- A TV tem o potencial de atingir mais pessoas e oferecer mais oportunidades de aprendizagem que as instituições de aprendizagem tradicional.

Porém levar conteúdo e cursos de *e-learning* para a TV Digital implica em restrições que este ambiente impõe. Um dos principais problemas apontados é a distância entre o telespectador e a TV, que normalmente fica entre 2 e 3,5 metros, fato esse, que leva a necessidade de se ter imagens e textos em um tamanho adequado, do contrário, não será possível a leitura e visualização de forma apropriada. Além desse problema, o fato dos ambientes onde normalmente se localizam os televisores serem movimentados, favorece a distração do telespectador, tornando-se assim, sob esta ótica, um meio ineficiente (GOMES; LIMA, 2005, p.4).

Um dos principais objetivos do *t-learning* é disponibilizar serviços de aprendizagem a utilizadores que não podem, por motivos econômicos ou culturais, pagar uma ligação de internet ou um computador, mas que possua uma televisão, permitindo-lhes adquirir conhecimentos em muitos ramos, melhorando a sua competitividade no mercado de trabalho.

Se educação é desenvolvimento, e há uma nova técnica como a Educação à Distância que permite à humanidade uma velocidade maior na apreensão de conhecimento, conseqüentemente, temos uma ferramenta que acelera o desenvolvimento social (GUILHEN, 2010).

1.6.3 Comércio Eletrônico na TV Digital (t-commerce)

O comércio eletrônico (*e-commerce*) surgiu por volta dos anos 1970, através de sistemas interligados por uma rede de computadores que possibilitavam que empresas, como bancos, companhias aéreas, entre outras, efetuassem transações entre elas. Com o surgimento da internet houve a explosão de um novo canal de comercialização de produtos, sendo esta, a forma mais conhecida de *e-commerce*.

Uma nova vertente do *e-commerce* surgiu a partir da TV Digital, denominado *television commerce (t-commerce)*, que irá prover o serviço de compra através da televisão, possibilitando a comercialização de uma enorme gama de produtos, que vão desde utensílios domésticos e de vestuário até compras em supermercado, pacotes turísticos e serviços dos mais diversos, isso tudo pelo próprio controle remoto da televisão (ALMEIDA; CARVALHO, p.2).

No Brasil o comércio a partir da TV é uma realidade que se aproxima, porém, tendo em vista o cenário mundial, o *t-commerce* deixa de ser uma aposta para consolidar-se como um forte canal de comercialização de produtos e serviços.

[...] Uma das razões pelas quais muitas pesquisas prevêem que o *t-commerce* ganhe popularidade no mundo e prove sua lucratividade ao longo dos anos é que as vendas nos canais de TV a cabo já são muito populares e lucrativas. As duas principais empresas norte-americanas nesse segmento, a QVC e a Home Shopping Network (HSN) compilaram vendas no valor de US\$ 3,6 bilhões em 1999, onze anos atrás. Em 2001, a mesma QVC registrou sozinha comercializações no montante total de US\$ 3,9 bilhões, apenas na TV a cabo (ALMEIDA; CARVALHO, p.9).

Do mesmo modo que o *e-commerce* impôs novas características ao mercado, como o fácil acesso a informação, eliminação de distâncias físicas, funcionamento ininterrupto, entre outros, o ainda não experimentado *t-commerce* emerge entre as possibilidades que convergem com os interesses apontados pelo governo na implantação do SBTVD.

1.7 DESAFIOS E PERSPECTIVAS DA TV DIGITAL

No Brasil, o assunto TV Digital tem sido largamente discutido nos últimos anos, devido, claro, a convergência do padrão analógico para o digital que está ocorrendo no país, e que certamente afetará a qualidade e forma de assistir televisão de grande parte da população. Este interesse pelo tema TV Digital, segundo TEIXEIRA (2009), é decorrente da posição estratégica que a TV analógica adquiriu durante o século XX, quando se tornou um dos principais meios de comunicação de massa, tendo papel fundamental como meio de entretenimento, notícias e formação de cultura.

Ainda de acordo com TEIXEIRA (2009), o processo de digitalização da televisão brasileira poderá favorecer um remodelamento da cultura e do cotidiano dos telespectadores, devido a uma postura mais ativa que este terá diante deste meio de comunicação. A TV Digital possui um grande potencial para prover um novo paradigma nos produtos comunicacionais do país, modificando este mercado em diferentes perspectivas, como por exemplo, tecnológica, econômica, social, política e comportamental.

Uma profunda mudança apontada por TEIXEIRA (2009) refere-se ao atual cenário jornalístico, que em função do estabelecimento de um novo modelo de transmissão de conteúdo, tende a ser cada dia mais participativo e segmentado, obrigando o mesmo a intensificar a colaboração, através de práticas interativas inovadoras e criativas.

A grande concorrência comercial e a constante necessidade da abertura de novos mercados a fim de alcançar novos públicos e elevar a receita, faz do avanço tecnológico uma ferramenta para estimular os consumidores a novas necessidades, e a implantação do sistema de televisão digital no Brasil não foge a esta regra. Segundo SIMÕES (2008), esta evolução tecnológica envolvendo a televisão brasileira favorece a uma abertura de alternativas mercadológicas a fim de alcançar novos públicos ou consolidar e manter fatias de espectadores já existentes, devido não somente a questões qualitativas do produto ofertado ao consumidor, mas a ampliação do próprio conceito de televisor.

As mudanças provindas da digitalização transcendem a melhoria da transmissão ou da programação: esta nova opção possibilita inovações em múltiplos campos, dando novas utilidades ao televisor ou mesmo transferindo também a outros eletroeletrônicos a oportunidade de atuarem como reprodutores de sinal digital televisivo (SIMÕES, 2008, p.1).

Desta forma, a mudança no padrão televisivo irá renovar o papel da televisão perante o consumidor, possivelmente transcendendo a revolução ocorrida na passagem da TV de imagem preto e branco para a em cores, pois esta convergência não agrega apenas na ampliação da qualidade de exibição, mas também possibilita que o televisor atue em outras frentes, expandindo a transmissão de programação para múltiplos meios, como por exemplo, computadores, eletroeletrônicos móveis, além, claro, de possibilitar a comunicação em via de mão dupla, indo de encontro à necessidade de contato direto com o consumidor (SIMÕES, 2008).

No entanto, segundo SIMÕES (2008), existem questões que problematizam a implantação do sistema digital no Brasil. Uma delas seria a incompatibilidade do sinal digital com os televisores analógicos, criando assim, a necessidade de troca ou adaptação de todos os aparelhos receptores. Desta forma, mesmo que haja uma rápida atualização dos veículos de mídia em disponibilizar todos os recursos previstos para este novo padrão, o sucesso da migração dependerá também dos consumidores, tanto na velocidade de câmbio dos equipamentos quanto sua disponibilidade em promover essa troca.

Outra questão relacionada à dificuldade de implantação do sistema brasileiro de televisão digital destacada por SIMÕES (2008) é o ritmo desigual de modernização dos

equipamentos de transmissão imprimido pelas empresas de mídia, sendo mais ágeis neste processo os veículos de grande porte, ou aqueles que possuem a sua disposição maior crédito, como o caso da Rede Globo, Record e SBT.

Deste modo, a transição do padrão analógico para digital ocorrerá de forma gradual e desigual, tanto para receptor, como para emissor. A expectativa é que uma mudança completa aconteça em longo prazo, devido às diferenças socioeconômicas dos veículos e, principalmente, do espectador (SIMÕES, 2008, p.3).

A fim de contornar essas limitações tecnológicas, são oferecidos aos consumidores aparelhos alternativos, para que estes possam usufruir do serviço sem onerar o orçamento familiar. Em 2008 já se iniciaram através de linhas populares de venda, a oferta de computadores que recebem de fábrica receptores digitais. Também há opção de conversores para aparelhos analógicos de televisão, o que demonstra uma segunda via na pretensão de mercado, ou seja, focando nas classes mais baixas (SIMÕES, 2008).

Além do diferente ritmo imposto nesta transição tanto por parte das emissoras quanto dos consumidores, existe o fator localidade que também favorece a desigualdade na implantação do SBTVD. A implantação da TV Digital iniciou-se em São Paulo no ano de 2007, chegando apenas em 2008 aos principais núcleos urbanos do país, o que significa que os pólos de produção da programação, localizados principalmente no Rio de Janeiro e em São Paulo, estão tecnologicamente adiantados no seu processo de digitalização e inovação de seus conteúdos, se comparado aos demais estados (SIMÕES, 2008). Segue abaixo imagem com plano de implantação da TV Digital no país.



Figura 1-4 Cronograma de implantação do SBTVD no país.
Fonte: FÓRUM SBTVD (2010).

Levando em consideração o cenário apresentado, a convergência do padrão analógico para o digital traz novas perspectivas a serem levadas em consideração no diz respeito à televisão brasileira, pois esta traz junto a si mudanças que atingem fortemente o espectador, o produtor e o patrocinador, além do ingresso novos atores neste cenário que se principia, como por exemplo, operadoras de telefonia móvel, provedores de sinal de internet e industriais de eletroeletrônicos (SIMÕES, 2008).

2 TV DIGITAL: UMA VISÃO TECNOLÓGICA

A explosão do mundo digital, introduzida pelos computadores, vem transformando as tarefas e atividades do dia a dia da população mundial há décadas, cujas rotinas manuais ou aquelas desempenhadas com ajuda de instrumentos mecânicos, cedem lugar a agilidade e conveniência provida pelos aparelhos eletrônicos e de alta tecnologia. A partir desta evolução e movimento, iniciou-se o processo de troca e compartilhamento de dados digitais pelos diversos dispositivos, como por exemplo, celulares, equipamentos veiculares, dispositivos de controle para a indústria, videogames entre tantos outros. Como consequência deste processo, as informações produzidas e acessadas por tais aparelhos também passaram a ser digitalizadas. Enfim, este fenômeno de digitalização de conteúdo, dispositivos, meios de acesso e transmissão de dados, resultam no conceito de Convergência Digital (T&C Amazônia, 2007, p.15).

Diante deste contexto e aderindo a esta evolução, o principal meio de entretenimento e informação da população brasileira, a televisão, vem passando por uma etapa de transformação, de seu atual modelo analógico para o padrão digital.

Esta modernização da arquitetura provida pela implantação da TV Digital trará diversos benefícios aos consumidores, como por exemplo, alta definição de imagem e som, portabilidade, multiprogramação e interatividade, conceitos estes, que serão abordados de forma mais detalhada no decorrer deste capítulo.

Sendo assim, este capítulo tem por objetivo apresentar os conceitos tecnológicos envolvidos na implantação da televisão digital no Brasil, traçando um paralelo com o atual modelo, o analógico. Aprofundando o estudo, serão abordadas e classificadas as principais técnicas usadas na codificação e na compressão de áudio, vídeo e dados, enfocando na arquitetura de difusão e recepção de conteúdo, além dos aspectos relacionados a *hardware* e *software*. Por fim, haverá um detalhamento a respeito do *middleware* adotado no padrão de TV Digital brasileiro, além das possibilidades de interatividade providas a partir dele.

2.1 CONCEITOS FUNDAMENTAIS

Um sistema de televisão é dividido basicamente em três grandes partes, sendo cada uma delas, responsável por funcionalidades distintas. A primeira parte, denominada de transmissor ou difusor, é encarregada de gerar e enviar conteúdo (áudio, vídeo e dados). A próxima parte que compõe este sistema chama-se receptor, que tem por incumbência receber

e decodificar as informações, além de oferecer a possibilidade de o telespectador reagir ou interagir com o sistema (no caso do sistema digital). E por fim, o meio de comunicação entre o transmissor e o receptor, responsável pelo transporte das informações. Segue imagem abaixo exemplificando o funcionamento supracitado.

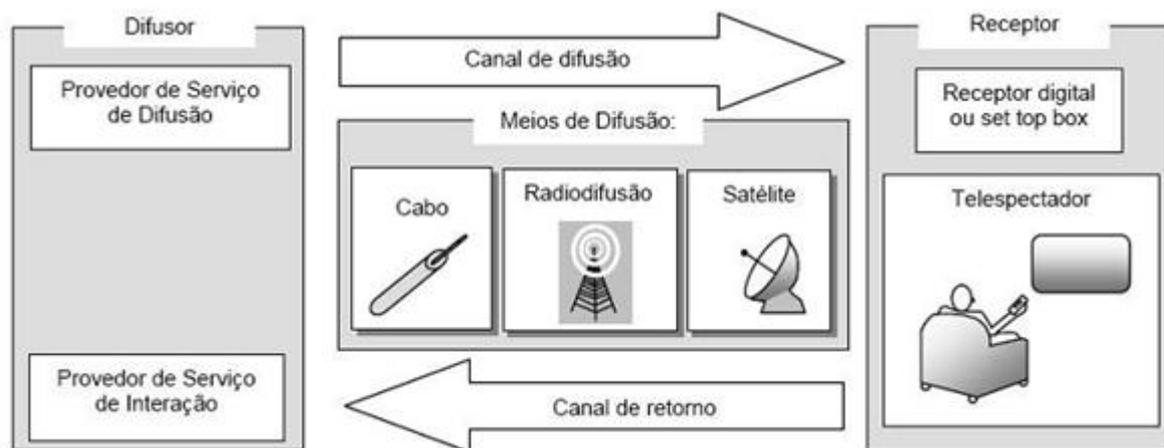


Figura 2-1 Componentes Fundamentais.
Fonte: BECKER; MONTEZ, 2005.

2.1.1 Difusor

A transmissão do sinal de TV digital passa por diversas etapas, nas quais o áudio, o vídeo e os dados são organizados para a difusão, ou seja, difusão é a geração e o envio do conteúdo de um ponto do provedor de serviços para outros pontos, denominados de receptores. O provedor de serviço de difusão tem por incumbência gerir e fornecer os programas de televisão, como exemplo de empresas que exercem esta função encontram-se a Rede Bandeirantes de Televisão, Globo Comunicações e Participações S.A, Sistema Brasileiro de Televisão (SBT), entre outras.

O difusor divide-se em dois serviços ativos distintos, são eles: o de difusão e o de interação. O provedor de serviço de difusão responsabiliza-se pelo envio do sinal digital, enquanto o provedor de serviço de interação coleta e manipula os dados oriundos do canal de retorno, também conhecido por canal de interatividade, que possibilita a comunicação bidirecional entre o telespectador e a emissora (TELECO, 2010b).

O uso da tecnologia digital para difusão traz diversas vantagens em relação à difusão puramente analógica. A primeira delas refere-se à disponibilização de áudio e vídeo em melhor qualidade, isso acontece, devido a um melhor aproveitamento do espectro eletromagnético feito pela tecnologia digital. Este melhor aproveitamento dá-se através de

métodos de compressão sobre os fluxos digitais de áudio e vídeo, proporcionando a transmissão de uma maior quantidade de informações em uma mesma faixa de espectro de frequência, sendo assim, numa difusão utilizando a tecnologia digital pode-se transmitir até quatro canais codificados e comprimidos digitalmente com qualidade similar à do padrão analógico, ou também, pela mesma largura de banda, pode ser enviado ao menos um canal em alta definição, conhecido como HDTV (*high-definition television*) (PICCIONI, 2005, p.6).

Conforme já descrito, a construção do sinal a ser difundido é realizada em várias etapas. Inicialmente os sinais de áudio e vídeo precisam ser codificados por um elemento codificador, também denominado de *encoder*, e encapsulados em pacotes de transporte MPEG-2 TS por um multiplexador. Os dados também precisam ser inseridos no multiplexador, através de um injetor de dados. Após o processo de multiplexação, é necessário transformar o sinal digital em sinal analógico para que ele possa ser difundido pelos meios convencionais (através do modulador). Por vezes o modulador gera um sinal analógico em baixa frequência, que precisa ser convertido em um sinal de frequência maior e assim ser difundido pelos meios de difusão (função do *UpConverter*) (SENAI, 2008). Segue imagem abaixo sintetizando o processo descrito:

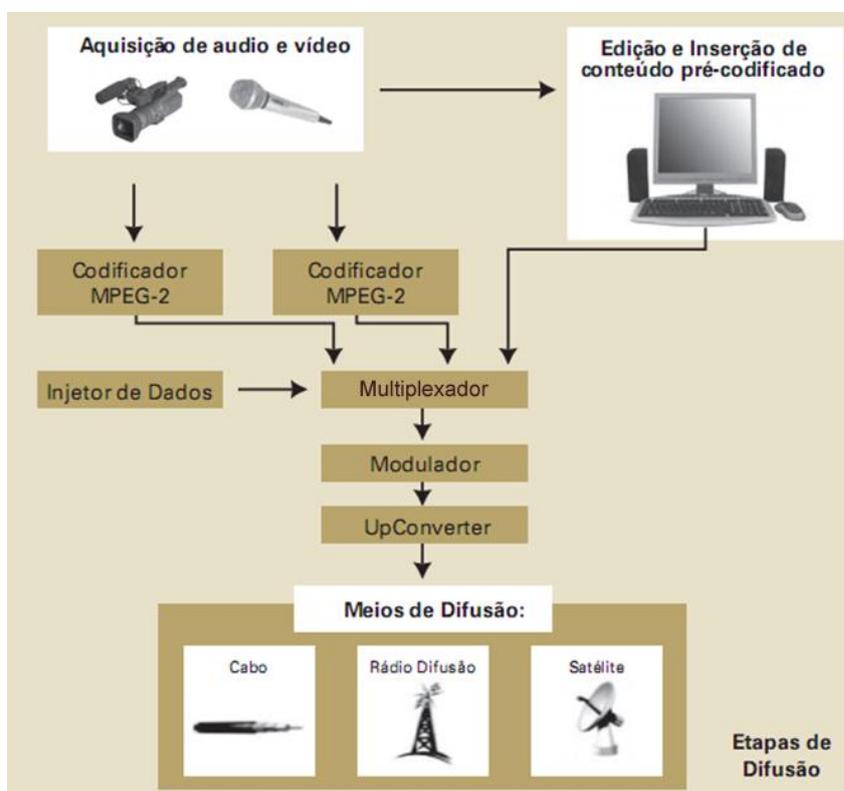


Figura 2-2 Etapas da difusão do sinal digital
Fonte: SENAI, 2008

2.1.2 Meios de Difusão

Mundialmente os meios de difusão mais conhecidos são: via cabo, radiodifusão (também conhecido por difusão terrestre) e satélite. No Brasil, devido ao seu custo mais baixo em relação às demais tecnologias, o meio de difusão por radiodifusão tornou-se o mais utilizado.

O meio de difusão via cabo possui como principal vantagem sua largura de banda avantajada, o que possibilita maior tráfego de informações em ambos os sentidos, difusor – receptor, receptor – difusor. Porém esta tecnologia tem por limitação seu alcance de difusão, sendo apenas possível fazê-lo através de residências interligadas fisicamente (FERNANDES, 2006, p.55).

Já nas plataformas de satélite, o que é um limitador para uns, torna-se vantagens para outros, isto é, a partir desta tecnologia, o sinal consegue chegar até os lugares mais remotos, entretanto, existe a grande dificuldade em oferecer o canal de retorno, indispensável em serviços interativos. Esta tecnologia já está em uso no Brasil desde 1996, através das Televisões por assinatura, como por exemplo, SKY (FERNANDES, 2006, p.55).

Conforme descrito anteriormente, o uso da difusão terrestre é o mais utilizado no Brasil, sendo empregado atualmente nas transmissões convencionais da TV aberta. Desta maneira, esta tecnologia apresenta como grande diferencial, a possibilidade de uma migração mais simples, mais lenta e menos impactante ao telespectador, da TV analógica para a TV digital interativa. Como desvantagem no uso deste meio de difusão, tem-se a limitada largura de banda disponível, além da ausência de canal de retorno. Sua transmissão é feita a partir de ondas de rádio frequência, ou seja, os sinais digitais são transmitidos no ar e necessitam de antenas e receptores apropriados para seu funcionamento (FERNANDES, 2006, p.55).

2.1.3 Receptor

Um fluxo de informações enviado pelo difusor, inicialmente precisa ser captado, nos casos do satélite e difusão terrestre, esta captação ocorre através de uma antena específica para a tecnologia utilizada. Já no meio de difusão via cabo, a informação chega diretamente via cabo, não havendo interceptação de sinal entre o difusor e receptor (SENAI, 2008).

O equipamento de recepção pode ser integrado a uma televisão (aparelhos avançados já possuem tal tecnologia) ou ser um equipamento à parte. Nesse último caso, o mesmo é conhecido industrialmente como *set-top box* ou ainda Unidade Receptora e Decodificadora

(URD) (SENAI, 2008). O *set-top box* possui funções semelhantes a de um microcomputador, e quando acoplado a uma televisão que não possua conversor integrado, tem por finalidade, processar e converter os sinais digitais para o formato analógico. Além disto, será o *set-top box* que irá prover um canal de retorno, possibilitando a interatividade entre o telespectador e os serviços oferecidos pela difusora (SENAI, 2008).

De acordo com SENAI (2008), as etapas que compõem o processo do sinal digital em um *set-top box* são:

1. O primeiro elemento que trata o sinal difundido é o sintonizador digital, que isola o sinal recebido em um determinado canal;
2. Na próxima etapa, o sinal passa pelo demodulador, que extrai o fluxo de transporte MPEG-2;
3. Em seguida o sinal passa para o demultiplexador, responsável por extrair todos os fluxos elementares;
4. E por fim, são encaminhados para o decodificador, que os converterá para o formato apropriado de exibição utilizado pelo equipamento televisivo.

Segue abaixo ilustração representando o processo supracitado:

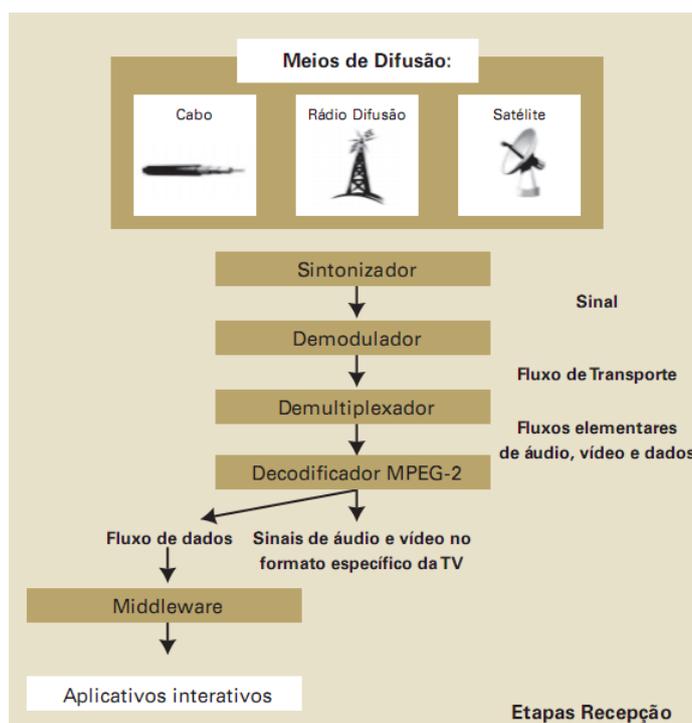


Figura 2-3 Etapas da recepção do sinal digital.

Fonte: SENAI, 2008.

2.1.4 Canal de retorno

A partir do advento da televisão digital, será possível estabelecer mais um meio de comunicação entre o produtor de conteúdo ou difusor e o terminal de acesso ou telespectador. O canal de retorno é a comunicação inversa ao processo de difusão, ou seja, são as informações enviadas do telespectador para a emissora.

Existem diversas formas de estabelecer esta comunicação entre o telespectador e o difusor, e estas variam de acordo com o tipo de interatividade desejada, principalmente devido à velocidade do canal, porém a mais simples é a que utiliza a telefonia fixa. Apesar de sua largura de banda ser relativamente baixa, é considerada suficiente para a maioria das aplicações interativas atualmente previstas. Outra forma que vem sendo testada a fim de prover este canal de retorno é através da ADSL, que por sua vez também faz uso da linha telefônica fixa. A figura a seguir representa o canal de retorno e seus vários subsistemas além de demonstrar a diversidade tecnológica provida pela arquitetura deste serviço.

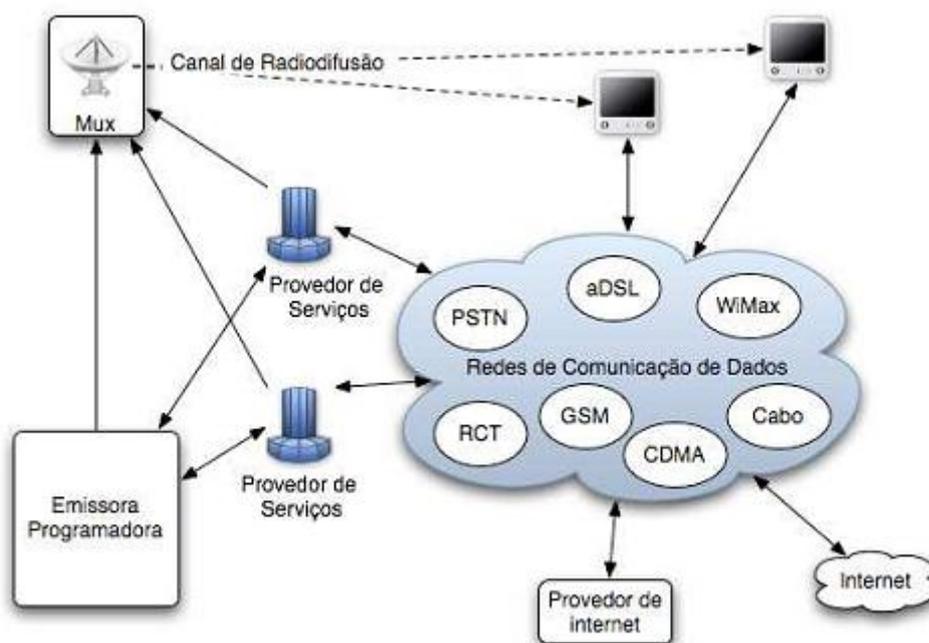


Figura 2-4 Arquitetura do canal de retorno
Fonte: ZIMERMMAN, 2007

Segue abaixo uma apresentação referente às principais tecnologias utilizadas como canal de retorno para TV Digital Interativa (BECKER; MONTEZ, 2005):

- **Telefonia Celular:** a banda do celular, a partir da tecnologia GSM já ultrapassa os 144 Kbps. Essa taxa de transmissão é suficiente para, por exemplo, acessar a

internet em banda larga. Outra grande vantagem dos telefones celulares é sua grande penetração nos últimos anos.

- **Telefonia fixa:** É a tecnologia de canal de retorno mais utilizada na Europa. Sua maior vantagem está na consolidação da tecnologia como meio de acesso à internet. Como desvantagem, é apontada sua baixa transmissão de dados, que não supera os 56 Kbps.
- **ADSL (*Assymetrical Digital Subscriber Line*):** com uma taxa de transmissão de dados altíssima, esta tecnologia é vista como uma alternativa às linhas da telefonia fixa.
- **PLC (*Power Line Communication*):** o PLC permite usar a rede elétrica, presente em quase 100% dos lares brasileiros, para transmitir dados. Na mesma linha do ADSL, ele possui taxas de transmissão suficientes para enviar vídeos de alta definição ao vivo.

Além da utilização de tecnologias complementares a fim de suprir a necessidade de um canal de retorno, existem também esforços com relação à utilização dos próprios meios de difusão como suporte a este canal. Na difusão via cabo, por exemplo, é possível a implementação do canal de retorno através do uso de *cable modems* nos terminais de acesso, fornecendo uma largura de banda de retorno consideravelmente alta. Na radiodifusão é possível o uso da própria largura de banda do meio de difusão, através da própria antena de recepção, para o envio de dados no sentido inverso. Na difusão via satélite, apesar das dificuldades técnicas e dos custos elevados, a implementação de um canal de retorno pode ser concretizada através de uma antena conectando o receptor ao satélite (PICCIONI, 2005, p.10).

2.2 CODIFICAÇÃO E COMPRESSÃO DE ÁUDIO E VÍDEO

A compressão de áudio e vídeo é uma atividade fundamental para o sucesso da difusão do sinal digital, sendo executada a fim de reduzir o tamanho das informações a serem transportadas ou armazenadas, de modo a tornar o envio de conteúdo mais ágil e seu armazenamento viável. Em um processo de adoção de padrões de codificação e decodificação (*codec*), alguns parâmetros são levados em consideração, como por exemplo, relação entre tempo e a taxa de compressão, além de verificar se o padrão é proprietário ou aberto. Segundo DTV (2010b), o conceito de compressão é:

“É um método eletrônico para redução do número de bits exigidos para armazenar ou transmitir dados dentro de um determinado tempo ou espaço definido. A indústria de vídeo utiliza diversos métodos de compressão, porém o método adotado pelo Sistema Brasileiro de TV Digital Terrestre é o MPEG-4. Para a compressão de áudio, o método de compressão adotado é o AAC”.

De modo geral a compressão de dados classifica-se em:

- *Codecs* com perda: os *codecs* com perdas são aqueles que codificam som ou imagem, gerando certa perda de qualidade com a finalidade de alcançar maiores taxas de compressão. Essa perda de qualidade é balanceada com a taxa de compressão para que não sejam criados artefatos perceptíveis. Por exemplo, se um instrumento muito baixo toca ao mesmo tempo em que outro instrumento mais alto, o primeiro é suprimido, já que dificilmente será ouvido. Nesse caso, somente um ouvido bem treinado pode identificar que o instrumento foi suprimido (DTV, 2010b).
- *Codecs* sem perda: os *codecs* sem perdas são aqueles que codificam som ou imagem para comprimir o arquivo sem alterar o som e imagem originais. Se o arquivo for descomprimido, o novo arquivo será idêntico ao original. Esse tipo de *codec* normalmente gera arquivos codificados que são entre duas a três vezes menores que os arquivos originais. São muito utilizados em rádios e emissoras de televisão para manter a qualidade do som ou da imagem (DTV, 2010b).

Conforme já mencionado, outro fator determinante para o funcionamento do sistema de televisão digital diz respeito ao armazenamento do conteúdo produzido, sendo novamente a compressão de dados um processo ativo. Segue abaixo tabela demonstrando a quantidade de espaço necessário para o armazenamento de alguns tipos de mídias audiovisuais.

Tabela 2 Espaço ocupado por algumas mídias não comprimidas, em formato digital.

Mídia	1 hora de áudio em qualidade de CD	1 hora de vídeo em qualidade VHS	1 hora de TV	1 hora de TV de alta definição
Tamanho Ocupado	635 MB	24,3 GB	97 GB	389 GB

Fonte: FERNANDES (2006).

Tendo em vista os dados apresentados na tabela acima, fica evidente a necessidade da compressão das informações digitais, tanto no que diz respeito ao transporte quanto ao armazenamento da mesma. Becker e Montez fizeram os cálculos do que representa, em dados, o conteúdo em imagem e som de uma hora de gravação em fita VHS. Para a transmissão dos 24,3 GB através de uma conexão ADSL de 225 Kbps seriam necessários 10 dias de transmissão (BECKER; MONTEZ, 2005).

A redundância dos dados é muito comum em informações digitais. Uma planilha, por exemplo, pode conter centenas de valores zeros contíguos. Um arquivo de texto, de forma semelhante, pode possuir milhares de espaços em branco contíguos. Da mesma forma dados multimídias, como imagens, áudio e vídeo, também possuem muita redundância em suas informações. Segue abaixo, exemplo de redundância em dados audiovisuais, citados pelos autores Becker e Montez (2005):

“No caso dos vídeos, um apresentador do telejornal, ou o entrevistador na frente de um cenário fixo, apresenta uma série de redundâncias que podem ser exploradas. Como exemplo, se fosse possível congelar momentaneamente uma imagem de vídeo desse tipo, e dividi-la em pequenos retângulos de tamanhos iguais, poder-se-ia verificar que muitos desses retângulos são, na verdade, exatamente iguais a outros existentes na mesma imagem. Essa redundância pode ser eliminada, no caso de retângulos contíguos, se for armazenada a informação de apenas um retângulo, juntamente com a informação do número de retângulos a serem repetidos (BECKER; MONTEZ, 2005, p.57).”

Em relação ao conceito de taxa de compressão, citada no início do capítulo, esta é uma unidade que é obtida através da divisão do número de *bytes* antes da compressão pelo total de *bytes* resultante. Por exemplo, uma taxa de compressão de 25:1 consegue reduzir vinte e cinco vezes o tamanho original do dado.

2.3 PADRÃO MPEG

O MPEG, abreviatura de *Moving Pictures Experts Groups*, é um grupo de trabalho da ISO/IEC (*International Standards Organization*) responsável pelo desenvolvimento de padrões para a codificação de áudio e vídeo digital. Desde 1988 são produzidas diversas especificações como o MPEG-1, direcionado ao suporte de vídeo em qualidade de CD, o MPEG-2, para a televisão digital e DVD, o MPEG-4, a terceira versão do padrão, que habilita a integração da produção, distribuição e acessos a paradigmas dos campos de televisão digital, gráficos interativos e multimídia. O MPEG-7, para a descrição e busca de conteúdo audiovisual, e o MPEG-21, definido como um *framework* multimídia, capaz de integrar

tecnologias críticas, de forma transparente e aumentar o uso de recursos multimídia em ambientes de rede (XAVIER; TORRES, 2005).

2.3.1 Codec MPEG-4/ H.264 Vídeo

A indústria de vídeo utiliza diversos métodos de compressão, sendo o método adotado pelo Sistema Brasileiro de TV Digital Terrestre o MPEG-4, também conhecido por H.264, ou ainda, por AVC (*Advanced Video Coding*). Este padrão de compressão de vídeo H.264/AVC foi desenvolvido por um período de aproximadamente quatro anos, tendo sua primeira versão aprovada em outubro de 2003.

2.3.1.1 Histórico

O padrão de codificação H.264/AVC teve sua criação baseada em projetos anteriores, projetos estes, que já haviam se consolidado no mercado. O primeiro padrão relevante para construção do H.264/AVC foi o H.261 desenvolvido pela ITU-T (*International Telecommunication Union*) que traz consigo as tecnologias DPCM com estimativa de movimento na direção temporal, transformada discreta do cosseno aplicada no resíduo e quantização linear seguida de codificação de entropia (AGOSTINI, 2007), formando uma base tecnológica utilizada na maioria dos padrões de compressão de vídeo. Outros padrões que tiveram influência sobre o projeto de desenvolvimento do padrão H.264/AVC foram o MPEG-1 e o MPEG-2 ambos da ISO/IEC. Entre estes dois últimos padrões de compressão destaca-se o MPEG-2, também conhecido como H.262, que se tornou um dos padrões mais populares, compondo grandes projetos, como o caso da televisão digital japonesa.

Em dezembro de 2001 criou-se a JVT (*Joint Video Team*), que foi a união de esforços da ITU-T e do ISO/IEC a fim de agilizar o processo de desenvolvimento de um novo padrão de codificação/decodificação além de evitar a duplicação de esforços. A JVT era formada então por especialistas da VCEG (*Video Coding Experts Group*) divisão pertencente ao grupo ITU-T, e do MPEG pertencente ao grupo ISO/IEC. Foi a partir desta junção que surgiu o padrão H.264/AVC, sendo sua nomenclatura composta do H.264 adotado pela ITU-T, e o AVC adotado pela ISO/IEC, equilibrando desta forma o modo de referência a este projeto (AGOSTINI, 2007).

Em julho de 2004, o JVT adicionou algumas novas funcionalidades ao padrão H.264/AVC através de uma extensão do padrão chamada de *Fidelity Range Extensions* (FRExt) (AGOSTINI, 2007).

2.3.1.2 Aspectos técnicos

Como principal objetivo do projeto de construção deste padrão, temos a duplicação da eficiência de codificação em relação às marcas atingidas pelos padrões antecessores, e para tanto foi necessário aumentar a complexidade computacional das operações de codificação e de decodificação (SILVA, 2007).

No padrão H.264/AVC a formação de imagem codificada acontece de duas formas, a primeira delas, é a partir de um campo ou quadro, no caso da imagem ser entrelaçada, já a segunda ocorre somente em quadro, no caso do vídeo ser progressivo. Existem diferentes tipos de quadros que podem ser usados por um codificador, como por exemplo, quadros I e quadros P.

Um quadro I, também conhecido por “intra-quadro”, é um quadro de autocontrole que pode ser decodificado independentemente, isto é, sem qualquer referência a outras imagens. A primeira imagem em uma sequência de vídeo é sempre um quadro I. Os quadros I são necessários como pontos de partida para novos visualizadores ou pontos de resincronização, se o fluxo de bits transmitidos for danificado. Os quadros I podem ser usados para implementar avanço rápido, retrocesso e outras funções de acesso aleatório. Um codificador inserirá automaticamente quadros I em intervalos regulares ou mediante solicitação, se novos clientes forem participar da visualização de um fluxo (AXIS COMMUNICATIONS, 2010).

Quadros P, que significa quadro “inter de previsão”, também conhecido por “inter-quadro”, faz referências a partes de quadros I e/ou P anteriores para codificar o quadro. Os quadros P geralmente exigem menos bits do que quadros I, mas uma desvantagem que possui é que são muito sensíveis a erros de transmissão, devido à dependência complexa de quadros de referência P e I anteriores (AXIS COMMUNICATIONS, 2010).

Um quadro B, também denominado de quadro “inter-bipreditivo”, é um quadro que faz referência a um quadro de referência inter-quadro (P) ou intra-quadro (I) anterior ou futuro (AXIS COMMUNICATIONS, 2010).

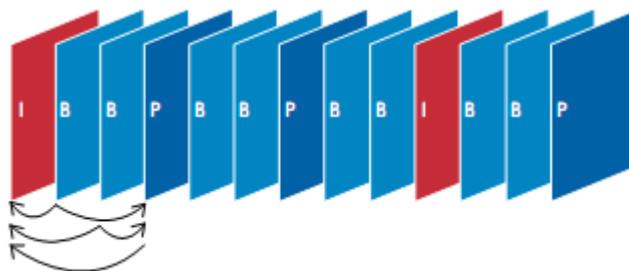


Figura 2-5 Sequência de quadros de vídeo.
Fonte: AXIS COMMUNICATIONS, 2010.

O padrão H.264/AVC contém um amplo conjunto de ferramentas de codificação de vídeo, contudo, não é necessário efetuar a implementação de todas as ferramentas para todos os tipos de aplicações, isto é, um decodificador pode escolher por disponibilizar somente um subconjunto (perfil) de ferramentas. A primeira versão do padrão H.264/AVC definiu um grupo de três perfis distintos, são eles:

- *Baseline*: este perfil é direcionado a aplicações como vídeotelefonia, videoconferência e vídeo sem fio. O perfil *baseline* suporta codificação intra-quadro e inter-quadro (usando somente *slices* I e P) e uma codificação de entropia com códigos de comprimento de palavras variável adaptativos ao contexto (AGOSTINI, 2007).
- *Main*: o perfil *main* é focado na transmissão de televisão e no armazenamento de vídeo, incluindo em sua gama de ferramentas, suporte a vídeos entrelaçados, suporte a codificação inter-quadros utilizando *slice* do tipo B e utilizando predição ponderada e o suporte a codificação de entropia fazendo uso de codificação aritmética adaptativa ao contexto (AGOSTINI, 2007).
- *Extended*: voltado para aplicações em *streaming* de vídeo, este perfil não oferece suporte a vídeos entrelaçados, porém agrega módulos que habilitam uma troca eficiente entre *bitstreams* codificados além de melhorar a resiliência a erros através do particionamento de dados (AGOSTINI, 2007).

Estes três perfis, porém, não oferecem suporte a vídeos com qualidade de imagens mais elevadas, sendo assim, devido a exigências impostas por aplicações profissionais deste padrão, foi adicionada uma extensão de capacidade ao projeto, chamada de extensão para alcance de fidelidade (*fidelity range extension* - FRExt). A partir desta extensão produziu-se um grupo de novos perfis, chamados de perfis *High* (AGOSTINI, 2007).

- Perfil *High* (HP): inclui vídeos com 8 bits por amostra e com relação de cor 4:2:0.
- Perfil *High* 10 (Hi10P): suporta vídeos a 10 bits por amostra e com relação de cor 4:2:0.
- Perfil *High* 4:2:2 (H422P): inclui suporte a relação de cor 4:2:2 e vídeos a 10 bits por amostra.
- Perfil *High* 4:4:4 (H444P): suporta a relação de cores 4:4:4, ou seja, sem nenhuma subamostragem, além de oferecer suporte a vídeos até 12 bits por amostragem.

A figura abaixo representa de forma resumida a relação entre os perfis supracitados:

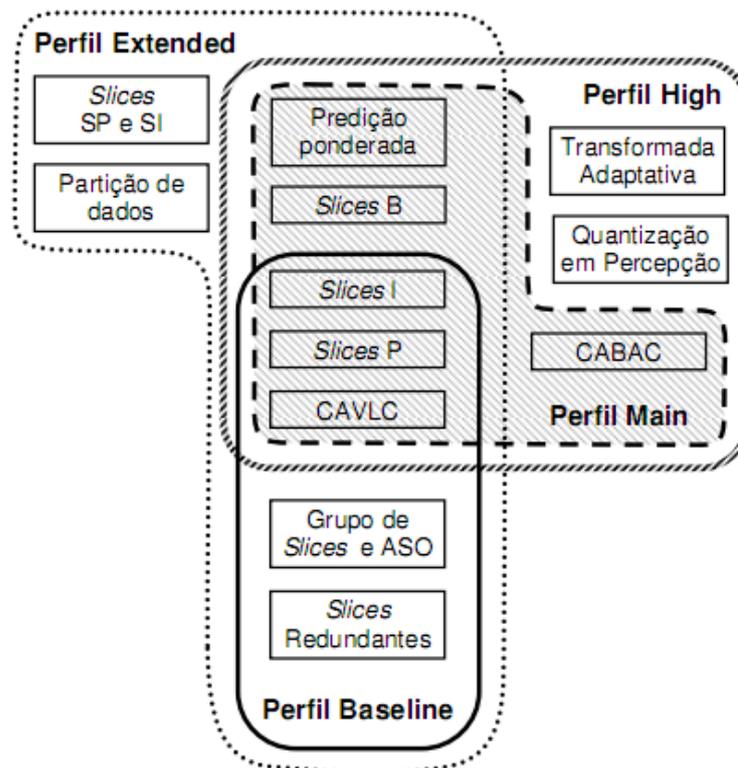


Figura 2-6 Perfis do padrão H.264/AVC
 Fonte: AGOSTINI (2007)

O H.264/AVC elevou a tecnologia de compactação de vídeo para um novo patamar. Comprovando sua superior eficiência em relação aos demais padrões, a tabela abaixo apresenta uma comparação entre os padrões H.264/AVC, MPEG 4 – part 2 e MPEG 2, demonstrando as principais características suportadas por estes padrões.

Tabela 3 Comparação das características dos padrões H.264/AVC, MPEG - 4 part 2 e MPEG-2

	H.264/AVC	MPEG 4 – part 2	MPEG 2
Tamanho do Macrobloco	16x16	16x16	16x16 (modo quadro) 16x8 (modo campo)
Tamanho de bloco	16x16, 8x16, 16x8, 8x8, 4x8, 8x4, 4x4	16x16, 16x8, 8x8	8x8
Predição intra-quadro	Domínio espacial	Domínio das frequências	Não
Transformada	DCT inteira 8x8, 4x4 Hadamard 4x4, 2x2	DCT 8x8 / Wavelet	DCT 8x8
Codificação de entropia	VLC, CAVLC, CABAC	VLC	VLC
Precisão	¼ pixel	¼ pixel	½ pixel
Quadros de referência	Múltiplos quadros	Um quadro	Um quadro
Modo de predição bidirecional	Para frente / para trás Para frente / para frente Para trás / para trás	Para frente / para trás	Para frente / para trás
Predição ponderada	Sim	Não	Não
Filtro de blocagem	Sim	Não	Não
Tipos de Quadro	I, P, B, SI, SP	I, P, B	I, P, B
Perfis	7 perfis	8 perfis	5 perfis

Taxa de transmissão	64 Kbps a 150 Mbps	64 Kbps a 2 Mbps	2 Mbps a 15 Mbps
Complexidade do codificador	Elevada	Média	Média

Fonte: AGOSTINI (2007).

2.3.2 Codec AAC Áudio

A sigla AAC significa “*Advanced Audio Coding*”, também conhecida como *MPEG-2 part 7* ou *MPEG-4 part 3*, sendo esta última nomenclatura adotada como padrão pelo Sistema Brasileiro de TV Digital Terrestre (SBTVD). O AAC é um formato de áudio com alta compressão e foi desenvolvido com a cooperação e contribuição de Fraunhofer IIS, AT&T Bell Laboratories, Dolby, Sony Corporation e Nokia. Este *codec* foi projetado a fim de obter um melhor desempenho em relação ao MP3, sendo seu sucessor para codificação de áudio em taxas de bits médias a altas (DTV, 2010b). Trata-se de um padrão aberto, isto é, qualquer fabricante pode licenciar e desenvolver, além de ser composto de diversas ferramentas de alta eficiência.

O padrão AAC explora duas estratégias para reduzir a taxa de dados que representa o áudio digital de alta qualidade. A primeira delas consiste em rejeitar componentes do sinal que são irrelevantes e a segunda consiste na eliminação de redundâncias do sinal de áudio codificado (MENDOZA, 2008).

A codificação de áudio pode ter vários perfis de codificação, que serão definidos dependendo da complexidade do fragmento de áudio a ser codificado e da qualidade final do sinal que é desejada. Cada perfil define qual o conjunto de ferramentas a ser utilizado para cada tipo de aplicação (MENDOZA, 2008). O AAC permite quatro modos de funcionamento, que são:

- *Main Profile*: todas as ferramentas disponíveis são utilizadas, permitindo haver uma qualidade elevada, mas em contrapartida requer muita memória e alta capacidade de processamento.
- *Low Complexity (LC)*: é o mais simples e mais utilizado. Ele utiliza pouco processamento e RAM, mas em contrapartida tem a taxa de compressão diminuída e a qualidade final comprometida.

- *Scaleable Sample Rate Profile (SSR)*: é o modo de menor complexidade, tem como característica se adaptar a diversas larguras de banda.
- *Long Term Prediction (LTM)*: modo similar ao main profile, porém com baixa complexidade.

O *codec* AAC é modular, ou seja, é dividido em módulos, permitindo que estes sejam ativados ou desativados durante o processo de codificação/decodificação, dependendo da complexidade e do perfil a utilizar (MENDOZA, 2008). A figura abaixo mostra um diagrama de blocos do codificador MPEG-4 AAC:

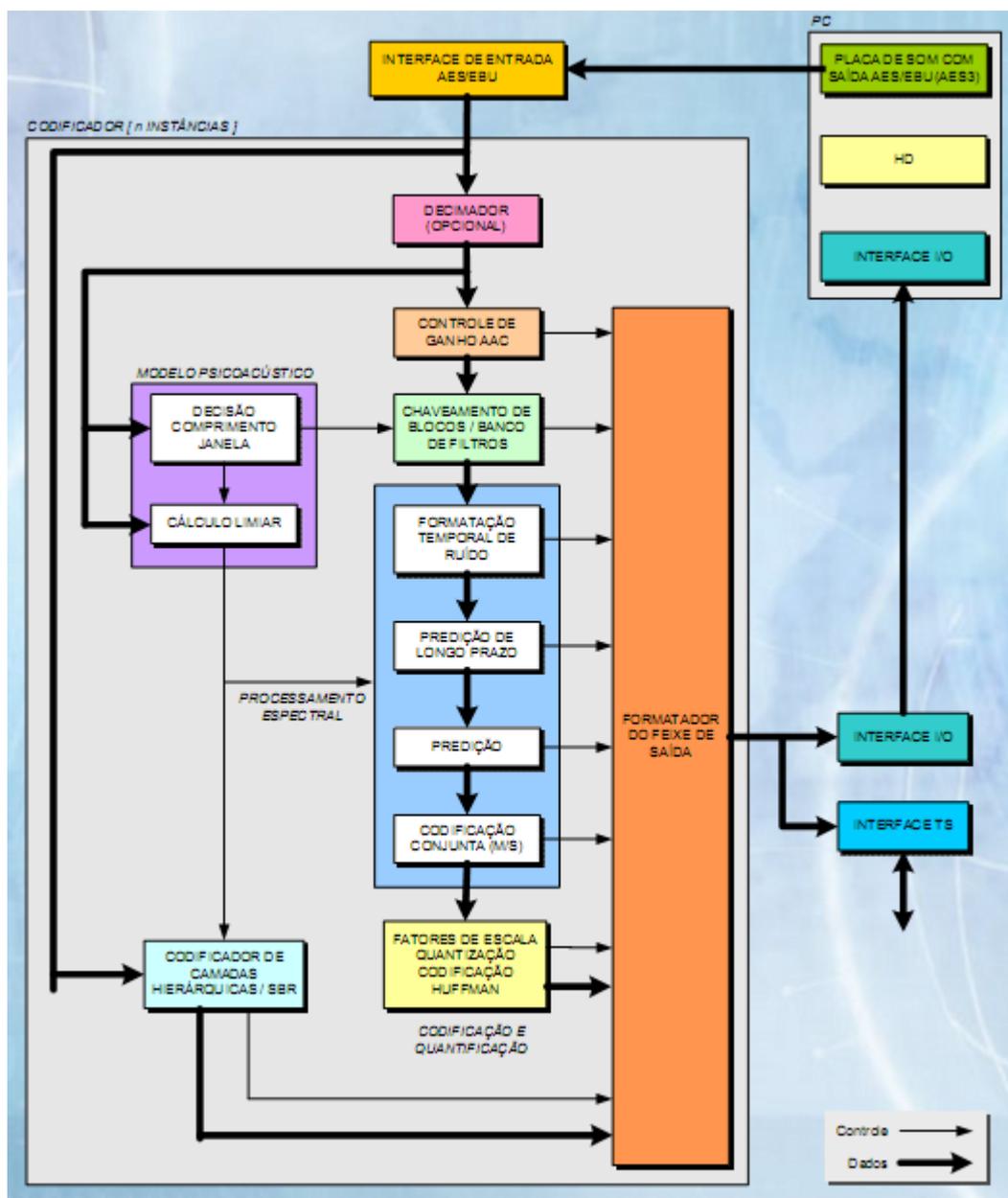


Figura 2-7 Diagrama do codificador AAC
Fonte: II Jornada de Integração – (CPqD, 2005).

Diversas alternativas de codificadores/decodificadores de áudio foram analisadas para o modelo de televisão digital adotado pelo Brasil. Dentre os codecs estudados estavam tecnologias presentes em muitos equipamentos de áudio. Os *codecs* que passaram pelas análises foram: MPEG-1 camada I /II /III, MPEG-2 camada I /II /III, MPEG-2 AAC LC / MAIN / HE, AC-3, DTS, Ogg Vorbis (MENDOZA, 2008).

No informe final dado pelo grupo SBTVD, responsável pelos estudos, recomendou-se o uso do MPEG-2 AAC com perfil LC, porém, na definição final houve mudanças, passando a ser o novo padrão o *codec* MPEG-4 AAC. De acordo com MENDOZA (2008), diversos fatores influenciaram na escolha deste *codec* como padrão de codificação de áudio para o sistema brasileiro de televisão digital. O primeiro ponto a favor diz respeito ao bom desempenho deste *codec*, além de seu suporte a todas as ferramentas do MPEG-2 AAC, que é o codificador do sistema de televisão digital japonês, cujo modelo brasileiro baseou-se. Outro fator importante, citado pelo autor, é o acréscimo de ferramentas disponíveis a fim de oferecer suporte a baixas taxas de transmissão.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) elaborou normas que regulam o sistema brasileiro de televisão digital, sendo ABNT NBR 15602-2:2007 a que compete a codificação e decodificação de áudio. Esta norma estabelece que os perfis e níveis permitidos pelo padrão MPEG-4 AAC obrigatoriamente devem ser:

- a) LC (*low complexity*), perfil básico do padrão AAC; níveis L2 e L4;
- b) HE (*high efficiency*), perfil avançado de alta eficiência, combinando o perfil LC com o uso da ferramenta SBR (*spectral band replication*) para a versão 1 deste perfil, níveis L2 e L4;
- c) HE combinado à ferramenta PS (*parametric stereo*) para a versão 2 deste perfil; nível L2.

O padrão MPEG-4 AAC nas suas variantes oferecem parâmetros adequados à prestação de serviços de alta-definição e serviços portáteis. Segue abaixo detalhamento destas ferramentas que estão inclusas no sistema brasileiro de televisão digital terrestre (ISDB-T).

2.3.2.1 HE (*High efficient*):

As aplicações alvo de HE AAC são a televisão digital e a televisão digital móvel principalmente devido as suas baixas taxas de transmissão. Este codificador tem sido

adaptado a diversos padrões, especialmente àqueles que utilizam o codec de vídeo H.264 (MENDOZA, 2008).

Este codificador (HE AAC) oferece suporte a uma vasta gama de taxas de compressão além de diversas configurações, que podem variar desde a utilização de apenas um canal (mono), até utilização de diversos canais, como por exemplo, o estéreo a uma taxa típica em HE AAC versão dois de 32 Kbits/s ou ainda 5.1 canais a uma taxa de 160 Kbits/s (MENDOZA, 2008).

A versão um deste codificador utiliza SBR (*spectral band replication*) para aumentar a eficiência na compressão de frequências de domínio, já a versão dois, faz uso da ferramenta PS (*parametric stereo*) para aumentar a eficiência de sinais estéreos. Segue abaixo figura demonstrando a arquitetura do codificador HE AAC em suas duas versões (MENDOZA, 2008).

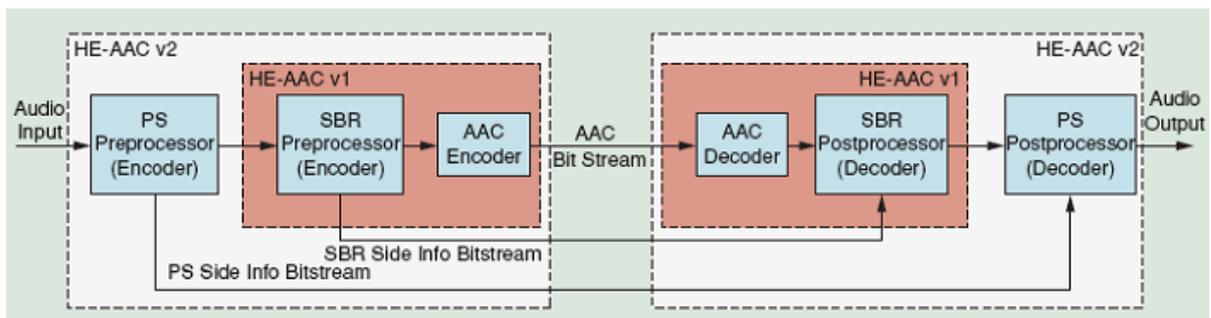


Figura 2-8 Arquitetura do codificador HE AAC

Fonte: MENDOZA (2008).

2.3.2.2 Spectral Band Replication (SBR):

O *Spectral Band Replication* é uma tecnologia baseada na redundância harmônica no domínio da frequência e surge com o intuito de melhorar a qualidade dos codecs de áudio, de forma que o arquivo resultante, segundo a Coding Technologies (empresa detentora da patente) obtenha ganhos de 30% em relação ao MPEG-4 AAC (MENDOZA, 2008).

Seu funcionamento se dá através da seguinte forma: em vez de transmitir todo o espectro, o SBR reconstrói as frequências mais altas no decodificador baseado numa análise das frequências mais baixas transmitidas pelo codec original (MENDOZA, 2008).

2.3.2.3 Parametric Stereo (PS):

Após a primeira versão do HE-AAC foi desenvolvida uma segunda geração deste *codec*, onde foi introduzido o bloco de estéreo paramétrico (*Parametric Stereo*). Este é um

recurso utilizado por AAC para reforçar a eficiência em larguras de banda baixas em mídia estéreo, explorando de uma forma melhorada a redundância entre os canais (MENDOZA, 2008).

Seu funcionamento é baseado na primeira versão AAC, porém adiciona uma técnica eficiente que codifica um sinal estéreo em dois componentes: um componente monofásico e outro com os parâmetros estéreos do sinal. O melhoramento introduzido pelo PS acrescentou uma ferramenta ao *codec* que permite não só reproduzir diferenças de intensidade/nível, mas também diferenças de fase e de decorrelação, possibilitando um aumento significativo de qualidade no sinal estéreo (MENDOZA, 2008).

O sinal monofásico é codificado usando um mono áudio encoder e os parâmetros estéreos são quantizados e codificados. Logo os dois são misturados e enviados por um fluxo de bits.

2.4 CARACTERÍSTICAS DO VÍDEO DIGITAL

Televisão digital não corresponde necessariamente à alta definição de imagem, apesar de ser uma de suas características mais marcantes. Existem quatro formatos de vídeo possíveis em sistema de televisão digital, que são o HDTV, EDTV, SDTV e por fim o LDTV (T&C Amazônia, 2007, p.49).

2.4.1 Formatos de vídeo

- LDTV (*Low Definition Television*) – formato de vídeo de baixa definição utilizado na transmissão de sinais para dispositivos móveis, como por exemplo, celulares. Os sinais de vídeo neste formato possuem 240 linhas, cada uma contendo 320 pontos, resultando em uma relação de aspecto de 4:3.
- SDTV (*Standard Definition Television*) – formato de vídeo com resolução equivalente ao sinal de TV analógica, porém, devido às técnicas de compressão digital, ocupa uma parcela do espectro muito menor. Este formato possui 480 linhas com 640 pontos por linha, o que também resulta em uma relação de aspecto de 4:3.
- EDTV (*Enhanced Definition Television*) – este formato apresenta um ganho de qualidade de imagem quando comparado com o formato SDTV, mas ainda não representa a máxima resolução possível em um sistema convencional de TV

digital terrestre. Esse formato possui 720 linhas, cada uma com 1280 pontos, o que resulta em uma relação de aspecto de 16:9.

- HDTV (*High Definition Television*) – o formato HDTV representa hoje, a melhor qualidade possível de imagem em um sistema de TV digital terrestre. Este formato possui 1080 linhas, cada uma com 1920 pontos, resultando em uma relação de aspecto de 16:9.

Além destes quatro formatos de vídeos apresentados, outra diferença existente nos sistemas de televisões é a forma de apresentação das imagens (relação de aspecto). Os sistemas analógicos apresentam uma relação de largura/altura de 4:3 (quatro unidades de largura por três de altura), já o novo sistema digital, possibilita a apresentação de imagens na relação de 16:9 (dezesesseis unidades de largura por nove de altura), também chamada de *wide-screens*. A imagem abaixo faz um comparativo entre as duas relações de aspecto.

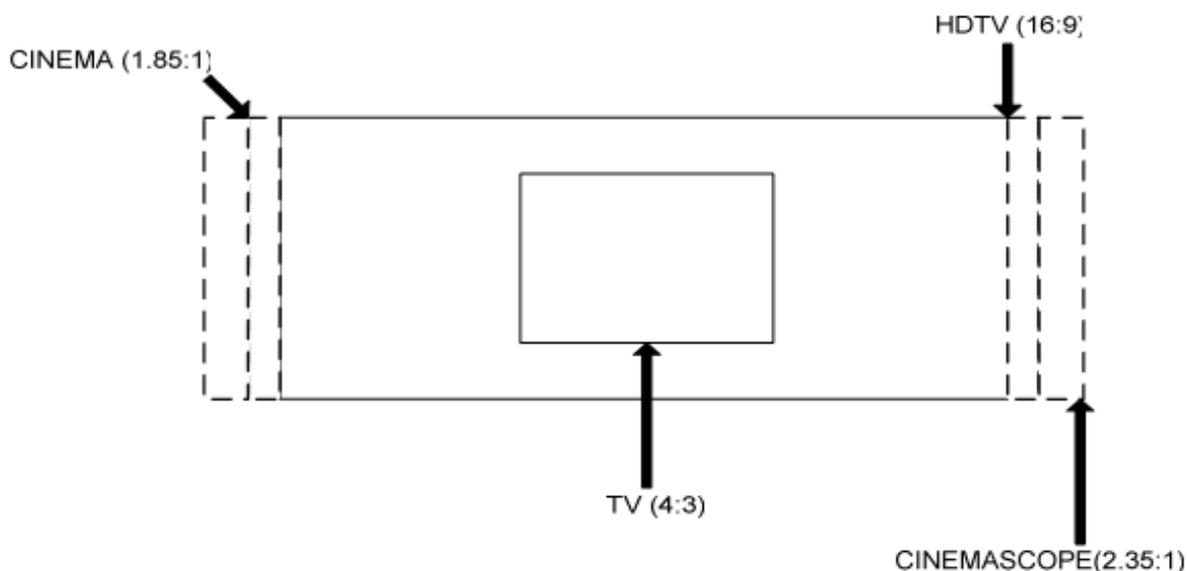


Figura 2-9 Comparação entre os formatos de tela.
Fonte: BITTENCOURT; BENNERT (2007).

2.4.2 Resoluções de tela

O sistema brasileiro de televisão digital (SBTVD) possui uma banda de 6 Mhz, que equivale a uma capacidade de 20 Mbits/s, sendo dividida em 13 segmentos, o que permite realizar, na mesma faixa de frequência, até 03 configurações distintas, ou seja, através destas características, a programação de uma única transmissora de TV pode ser transmitida em até 03 resoluções diferentes, por exemplo HDTV (1080i, 720p), SDTV (480p, 480i) e LDTV (240p, 288p).

- 240p - a imagem possui 320x240 pixels e é enviada a 60 quadros entrelaçados por segundo (30 quadros completos por segundo).
- 288p - a imagem possui 352x288 pixels e é enviada a 60 quadros entrelaçados por segundo (30 quadros completos por segundo).
- 480i - a imagem possui 704 x 480 pixels e é enviada a 60 quadros entrelaçados por segundo (30 quadros completos por segundo).
- 480p - a imagem possui 704 x 480 pixels e é enviada a 60 quadros completos por segundo.
- 720p - a imagem possui 1280 x 720 pixels e é enviada a 60 quadros completos por segundo.
- 1080i - a imagem possui 1920 x 1080 pixels e é enviada a 60 quadros entrelaçados por segundo (30 quadros completos por segundo).
- 1080p - a imagem possui 1920 x 1080 pixels e é enviada a 60 quadros completos por segundo.

Um conceito importante a ser abordado sobre resolução de tela, diz respeito aos modos de varredura das imagens. Estes modos, além de suas funções, acabam designando as terminações das resoluções disponíveis na TV Digital.

No modo progressivo (*progressive*) o feixe eletrônico varre a tela do receptor de forma contínua até o fim do quadro, executando um processo cíclico, isto, ao terminar um quadro, uma nova varredura se inicia. É uma técnica moderna, que utiliza circuitos mais complexos que melhoram a qualidade de imagem, tanto para cenas em movimento, quanto para pequenos objetos. É largamente utilizada em televisores, aparelhos de DVD e equipamentos de captação de imagem. É devido a esta tecnologia que equipamentos com resolução menor podem ter qualidade de imagem igual a equipamentos que usem o modo entrelaçado (BITTENCOURT; BENNERT, 2007).

O modo de varredura entrelaçada (*interlaced*) é uma técnica utilizada nos atuais sistemas de televisão analógica, tendo seu funcionamento da seguinte forma: um quadro é dividido em dois campos. O primeiro campo varre com o feixe eletrônico somente metade das linhas que compõem o quadro, já o segundo campo, é varre as demais linhas restantes, ou seja, um dos campos contém as linhas pares e o outro as linhas ímpares (BITTENCOURT; BENNERT, 2007).

O efeito final dessas alternativas para o telespectador é diferente. Uma imagem de, por exemplo, com 1000 linhas em modo entrelaçado, apresenta uma qualidade de imagem subjetivamente similar a uma imagem com 700 linhas em modo progressivo.

2.5 A TV DIGITAL INTERATIVA

A TV Digital Interativa (TVDI) surge como uma nova oportunidade para os telespectadores que sempre sonharam em exercer um papel mais ativo frente à televisão. Esta comunicação em via bidirecional possibilita oferecer aos usuários conteúdos com o qual ele possa interagir, fazer escolhas, demonstrar opinião, etc. Para que possamos ter um real entendimento do termo interatividade, abaixo será traçado um histórico e origem deste conceito.

O termo interatividade foi adicionado ao dicionário português recentemente (último 30 anos) e está baseado no conceito de interação. O conceito de interação vem de longe e é utilizado em diversas áreas de estudo. Na física, por exemplo, este conceito refere-se ao comportamento de partículas cujo movimento é alterado pelo movimento de outras partículas. Já em sociologia, utiliza-se o jargão de que nenhuma ação humana ou social existe separada da interação, conceito este, utilizado pelos interacionistas a partir do início do século XX. Em geografia também se faz uso do conceito de interação, cuja meteorologia, se ocupa, por exemplo, das interações entre componentes dos oceanos e a atmosfera terrestre para avaliar a variação climática no planeta (BECKER; MONTEZ, 2005).

A origem do conceito de interatividade, de acordo com Becker e Montez (2005), surgiu a partir da arte *pop*, cuja concepção dos artistas da época era que a arte não deveria apenas ser vista, mas sim, penetrada fisicamente pelo público. Porém, o conceito que mais se assemelha ao que chamam de “mídias interativas” foi estabelecido na informática, por volta da década de 60, quando o termo interatividade foi cunhado como uma derivação do neologismo inglês *interactivity*, cuja palavra batizava o que os pesquisadores da área de informática entendiam como uma nova qualidade da computação interativa, presumindo a incorporação de dispositivos como o teclado e o monitor de vídeo como unidades de entrada e saída dos sistemas computacionais (BECKER; MONTEZ, 2005).

O avanço tecnológico na área computacional, dado através da evolução de sistemas operacionais, interfaces gráficas, jogos eletrônicos e dispositivos, como por exemplo, o mouse, permitiu uma melhor interação do usuário com o computador. A exemplo dos jogos eletrônicos, considerados uma das primeiras formas de interatividade digital de massa, a

interação entre o homem e o computador é fundamental, pois se o homem não disparar nenhum comando ao jogo, nada acontece (BECKER; MONTEZ, 2005).

Continuando na linha de pensamento proposta por Becker e Montez (2005), para que um sistema possa ser classificado como interativo, o mesmo deve possuir as características descritas a seguir:

- **IntERRUPTIBILIDADE:** diz respeito à autonomia do usuário de suspender a comunicação. Aqui, a pessoa tem liberdade de cortar ou retornar o processo de acordo com sua vontade, embora a interrupção não deva acontecer de forma arbitrária, sem que tenha um motivo.
- **GRANULARIDADE:** é uma resposta que o sistema deve emitir para o usuário após ter suspenso o fluxo de informações. Isso serve para que o usuário não pense que o sistema falhou ou fechou, como uma conversa entre indivíduos.
- **DEGRADAÇÃO SUAVE:** quando o sistema não tem resposta para uma indagação, a operação não pode acabar, mas sim oferecer outras fontes de navegabilidade para o processo continuar. Ou seja, o usuário deve ter opções de ajuda para encontrar a resposta desejada.
- **PREVISÃO LIMITADA:** O sistema deve ser programado para diferentes tipos de indagações, procurando contextualizá-las. Geralmente, não é possível prever tudo, mas para isso, o sistema deve ter um banco de dados com possibilidades de permutação infinita que permita ao usuário conseguir a informação desejada.
- **NÃO-DEFAULT:** pode ser considerado como o princípio maior de liberdade na interatividade, ou seja, nele não há barreiras que impeçam a movimentação e escolhas do usuário dentro do sistema. Aqui, o participante pode interromper e redirecionar o processo quando quiser, navegando aleatoriamente pelo espaço virtual.

Após este breve estudo sobre interatividade, é possível definir o que vem a ser a TV Digital Interativa, ou seja, um meio de comunicação que deixa de ser unidirecional, possibilitando ao telespectador um canal de interação para se comunicar com a emissora, tirando-o da inércia na qual está submetido desde o surgimento dessa mídia.

Esta mídia passa a agregar tecnologias, serviços e programações impensáveis antes da implantação da televisão digital. Segundo Regis Alvim Junot (2007) com a tecnologia

digital, a TV interativa tornará possível um novo modelo de negócio, onde o telespectador terá uma postura mais ativa diante da televisão:

Como o sinal da TV digital é composto por dados em forma de dígitos binários (bits), será possível transmitir junto com imagens e sons, os aplicativos (*software*) para realizar a interatividade entre o telespectador e o programa de TV. Através do controle remoto, algumas dessas interações como votações e compras, poderão ser enviadas à emissora por um canal de interatividade (JUNOT, 2007. p.01).

Para Valdecir Becker e Áureo Moraes (2008) a TV interativa é uma consequência da TV digital.

O fluxo de vídeo passa a ser transmitido num formato digital chamado MPEG2ix, que permite multiplexar informações de áudio, vídeo e dados num mesmo canal de transmissão. Os dados podem variar desde simples enquetes, como acontece hoje na Europa, até aplicações de e-mail, comércio eletrônico ou sincronização de vários programas, onde o espectador escolhe qual gostaria de assistir. A digitalização da transmissão do sinal também permite um canal de retorno no mesmo veículo de transmissão, dispensando o uso de outros meios para a comunicação com o emissor do sinal, o que caracteriza a interatividade. (BECKER; MORAES, 2008. p.06).

3 MIDDLEWARE GINGA

De acordo com Ginga (2008), a nomenclatura do *middleware* do Sistema Brasileiro de Televisão Digital Terrestre (SBTVD), deriva da qualidade de movimento e atitude que os brasileiros possuem e demonstram em tudo que fazem. Além desta analogia, outras nortearam a escolha deste nome, como por exemplo, o movimento fundamental da capoeira, cujo nome também é ginga, reconhecendo desta forma, à cultura, arte e contínua luta por liberdade e igualdade do povo brasileiro. Conforme os desenvolvedores do *middleware*, o nome também faz menção aos anos de trabalho árduo da PUC-Rio (Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro) e da UFPB (Universidade Federal da Paraíba), quando romperam barreiras e conseguiram torná-lo a única inovação brasileira a compor o Sistema Brasileiro de TV Digital (SBTVD).

Desde sua concepção, o projeto Ginga sempre levou em consideração os aspectos tecnológicos, porém, não se limitou a este foco, despendendo também, atenção à perspectiva social, isto é, atentou-se às necessidades de inclusão social/digital além da obrigação do compartilhamento de conhecimento de forma livre, possibilitando desta forma, a partir do uso da televisão, que o cidadão tenha acesso à informação, educação, cultura entre outros serviços disponíveis.

Desenvolvido sob a licença GPLv2, o *middleware* Ginga, possui especificação aberta, isto é, livre de *royalties*, o que permite a todo cidadão brasileiro, a produção de conteúdo interativo, dando desta forma, novo impulso às TVs comunitárias e à produção de conteúdo pelas grandes emissoras (GINGA, 2008).

Mas o que de fato vem a ser um *middleware*?

Segundo o Ginga (2008), *middleware* é uma camada de *software* posicionada entre o código das aplicações e a infraestrutura de execução (plataforma de *hardware* e sistema operacional), ou seja, é a camada de *software* intermediária, que permite o desenvolvimento de aplicações interativas para a TV Digital de forma independente da plataforma de *hardware* dos fabricantes de terminais de acesso (*set-top box*).

De acordo com o Prof. Luiz Fernando Gomes Soares (2008), o conceito de *middleware* é:

Um *middleware* para aplicações de TV digital consiste de máquinas de execução das linguagens oferecidas, e bibliotecas de funções, que permitem o desenvolvimento rápido e fácil de aplicações.

O universo das aplicações para Televisão Digital resume-se a dois conjuntos, são eles: os das aplicações declarativas e os das aplicações imperativas. Uma aplicação declarativa é aquela em que sua entidade inicial (aquela que dispara a aplicação) é do tipo conteúdo declarativo. Analogamente, uma aplicação imperativa é aquela em que sua entidade inicial é do tipo conteúdo imperativo. É importante salientar, que aplicações declarativas podem conter entidades imperativas e vice-versa, o que as caracteriza é a entidade inicial (SOARES, 2008).

Um conteúdo declarativo, isto é, aquele que se baseia em linguagem declarativa, enfatiza a descrição do problema, ao invés da sua decomposição em uma implementação algorítmica. Desta forma, as tarefas descritas são de fácil entendimento, não exigindo habilidades de um programador para quem as escreve. Já um conteúdo imperativo, pode seguir diversos paradigmas, como linguagens baseadas em módulos, orientada a objetos, procedural, etc. As descrições imperativas permitem um maior poder sobre o código, sendo capaz de estabelecer todo o fluxo de controle e execução do programa, porém sua complexidade é maior, exigindo conhecimento de programação (SOARES, 2008).

Ainda em relação aos ambientes providos pelo *middleware* Ginga, quando utilizado o conteúdo declarativo, o desenvolvimento de aplicações é efetuado na linguagem NCL (*Nested Context Language*), que podem ainda conter entidades imperativas especificadas na linguagem Lua. Já no ambiente imperativo, o *middleware* Ginga provê suporte a aplicações desenvolvidas em Java. Uma ponte desenvolvida entre os dois ambientes provê suporte a aplicações híbridas com entidades especificadas em NCL, Lua e Java (SOARES, 2008).

O *middleware* Ginga se encaixa entre as aplicações e os demais módulos de *hardware* que compõem o Sistema Brasileiro de Televisão Digital. Na imagem abaixo tem-se uma visão estrutural dos blocos que compõem todo o sistema.

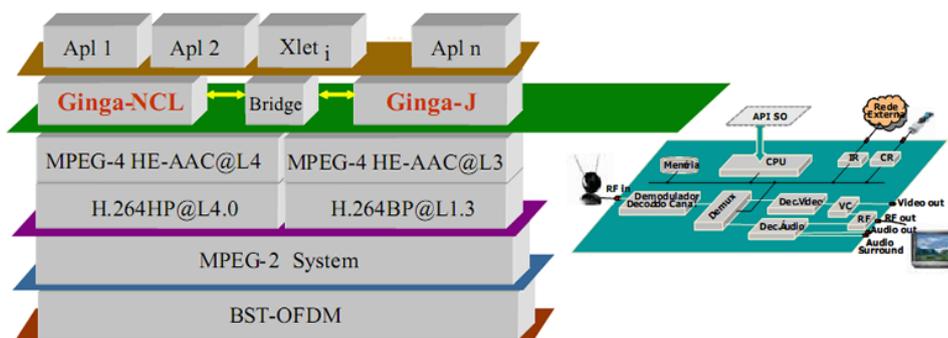


Figura 3-1 Estrutura do sistema TVD brasileiro com o *middleware* Ginga.
Fonte: SOARES (2008).

Da mesma forma que o Ginga, os demais *middlewares* existentes para TV Digital oferecem suporte para o desenvolvimento utilizando os dois paradigmas apresentados anteriormente. Alguns deles oferecem suporte apenas para aplicações declarativas puras ou híbridas, da mesma forma que outros suportam apenas aplicações procedurais. A tabela abaixo apresenta dados referentes aos ambientes dos *middlewares* do sistema americano, europeu, japonês e brasileiro, tanto para receptores móveis quanto para fixos (BARBOSA; SOARES, 2008, p.17).

Tabela 4 Ambiente de aplicações para receptores fixos e móveis.

Middleware	Sistema de TVD	Ambiente Declarativo	Ambiente Procedural
ACAP	Americano ATSC	ACAP-X [ATSC A-101 2005] Declarativa: XHTML like. Não-declarativa: ECMAScript.	ACAP-J [ATSC A-101 2005] Não-declarativa: Java.
MHP	Europeu DVB-T	DVB-HTML [ETSI TS 102 812 V 1.2.2 2006] Declarativa: XHTML like. Não-declarativa: ECMAScript.	MHP [ETSI TS 102 812 V 1.2.2 2006] Não-declarativa: Java.
ARIB-BML	Japonês ISDB-T	ARIB-BML [ARIB B-24 2004] Declarativa: XHTML like. Não-declarativa: ECMAScript.	Opcional (GEM [ETSI TS 102 819 V 1.3.1 2005] like) Não implementado
GINGA	Brasileiro SBTVD	GINGA-NCL [ABNT NBR 15606-2 2007] Declarativa: NCL. Não-declarativa: Lua.	GINGA-J Não-declarativa: Java.

Fonte: BARBOSA; SOARES (2008).

Tabela 5 Ambiente de aplicações para receptores portáteis.

Middleware	Sistema de TVD	Ambiente Declarativo	Ambiente Procedural
ARIB-BML	Japonês ISDB-T	ARIB-BML [ARIB B-24 2004] Declarativa: BML. Não-declarativa: ECMAScript.	X
GINGA	Brasileiro SBTVD	GINGA-NCL [ABNT NBR 15606-5 2007] Declarativa: NCL. Não-declarativa: Lua.	Opcional o GINGA-J

Fonte: BARBOSA; SOARES (2008).

O *middleware* Ginga pode ser subdividido em três sistemas principais, são eles: Ginga-CC, Ginga-J e Ginga-NCL. Destes três módulos citados, o Ginga-J e o Ginga-NCL compõem a camada de Serviços Específicos do *middleware*. De acordo com as funcionalidades requeridas no projeto de cada aplicação, determinado paradigma possuirá uma melhor adequação que o outro (SOARES, 2008). Apresenta-se abaixo a arquitetura completa do *middleware* Ginga.

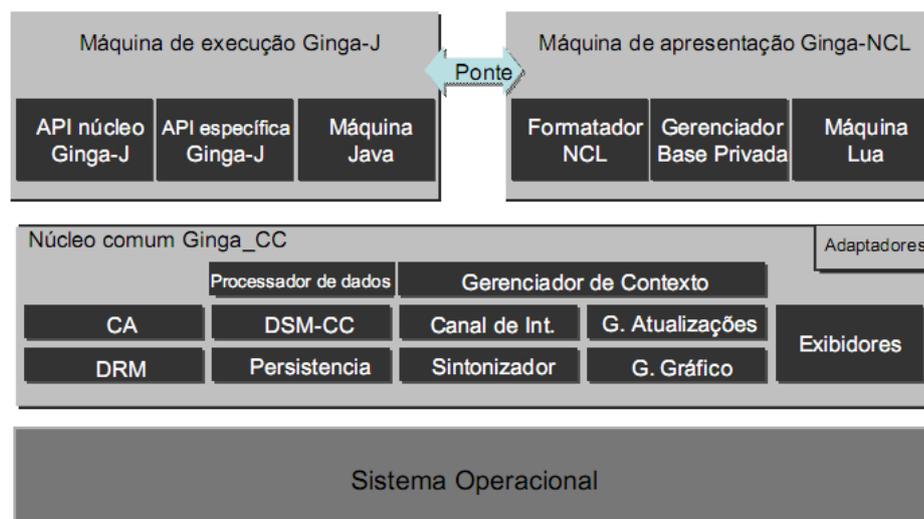


Figura 3-2 Arquitetura de referência do middleware Ginga.

Fonte: SOARES (2008).

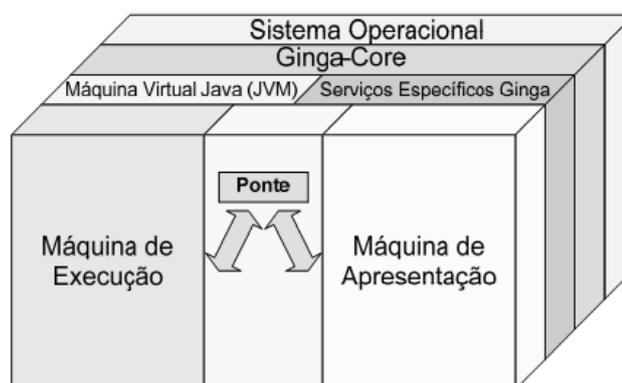


Figura 3-3 Arquitetura de alto nível do middleware GINGA
Fonte: ABNT NBR 15606-4 (2010).

3.1 GINGA-NCL (LINGUAGEM DECLARATIVA)

O GINGA-NCL foi desenvolvido pela PUC-Rio, a fim de prover uma infraestrutura de apresentação de aplicações baseadas em documentos hipermídia escritos em linguagem NCL (*Nested Conext Language*), com facilidades direcionadas para a especificação de aspectos de interatividade, sincronismo espaço temporal de objetos de mídia, adaptabilidade e suporte a múltiplos dispositivos (GINGA, 2008). Além do NCL, a linguagem de *script* Lua compõe a base GINGA-NCL para o desenvolvimento de aplicações declarativas no SBTVD.

Conforme demonstrado anteriormente através da Tabela 4, a grande maioria dos ambientes declarativos baseia-se na dupla de tecnologias formada por XHTML e ECMAScript. A linguagem XHTML inicialmente foi projetada para navegações em informações textuais através da interação do usuário, acrescido a isto, esta tecnologia privilegia a interatividade em detrimento da sincronização e adaptabilidade de conteúdo, desta forma, procedimentos imperativos só podem ser definidos através da linguagem ECMAScript. Este legado carregado pelo XHTML, cujo foco é a navegação textual, corre em sentido contrário as aplicações destinadas à televisão digital, que por sua vez, usualmente estão centradas no vídeo (SOARES, 2008).

Diferente dos ambientes declarativos baseados em XHTML, o NCL é uma linguagem do tipo *structure-based*², definindo uma separação bem demarcada entre o conteúdo e a estrutura de um aplicativo, provendo um controle não invasivo da ligação entre o conteúdo e sua apresentação e *layout* (SOARES, 2008).

² Definição de relacionamentos de sincronismo espacial e temporal separada da definição do conteúdo dos objetos de mídia relacionados, ou seja, consiste em separar o conteúdo adicional transmitido junto ao vídeo principal sem precisar embutir esse conteúdo no mesmo.

Ainda de acordo com Soares (2008), a linguagem declarativa NCL visa amplificar o domínio de aplicações em relação ao XHTML, oferecendo não apenas suporte declarativo à interação do usuário, mas também, o sincronismo espacial e temporal em sua forma mais ampla, tratando a interação do usuário como um caso particular. Além desta vantagem apresentada, a linguagem NCL concentra parte de seus esforços ao suporte declarativo, a adaptações e formas de apresentação de conteúdos, suporte declarativo a múltiplos dispositivos de exibição, e por fim, a edição e produção da aplicação em tempo de exibição, ou seja, ao vivo.

Devido ao fato da NCL possuir uma separação entre o conteúdo e a estrutura de uma aplicação bem desenvolvida, ela não define de fato alguma mídia, mas sim fornece a estrutura e o relacionamento dos objetos de mídia, situando os mesmos, no tempo e no espaço. Este comportamento permite que diversos tipos de objetos de mídia sejam utilizados no NCL, como por exemplo, objetos de imagem (JPEG, GIF etc.), de vídeo (MPEG etc.), de áudio (AAC etc.), de texto (TXT, HTML etc.), de código imperativo (Lua), entre outros.

Além dos formatos citados anteriormente, o Ginga-NCL também oferece suporte a objetos de mídia baseados em XHTML, onde este é tratado como um caso particular. Desta forma, o NCL não substitui o XHTML, mas o complementa naquilo que ele é incapaz de cumprir como uma linguagem declarativa. Os objetos baseados em XHTML que terão suporte do NCL variam conforme a aplicação e o *browser* embutido no Formatador NCL, ou seja, dependendo do *browser* escolhido, tem-se compatibilidade com os padrões europeu, americano ou japonês. Segundo as Normas ABNT NBR 15606-2 e ABNT NBR 15606-5, fica definido como obrigatório apenas um conjunto de funcionalidades básicas para XHTML e suas tecnologias derivadas, as demais funcionalidades são opcionais (SOARES, 2008).

3.1.1 Estrutura NCL

Um documento NCL é um arquivo escrito em XML³. Todo documento NCL possui a seguinte estrutura:

- Um cabeçalho de arquivo (linhas 1 e 2);

³ *Extensible Markup Language* (XML) é linguagem de marcação de dados (*meta-markup language*) que provê um formato para descrever dados estruturados. Isso facilita declarações mais precisas do conteúdo e resultados mais significativos de busca através de múltiplas plataformas.

- Uma seção do cabeçalho do programa (seção *head*, linhas 3 a 13), onde se definem as regiões, os descritores, os conectores e as regras utilizadas pelo programa;
- O corpo do programa (seção *body*, linhas 14 a 17), onde se definem os contextos, nós de mídia, elos e outros elementos que definem o conteúdo e a estrutura do programa;
- Pelo menos uma porta que indica por onde o programa começa a ser exibido (*portpInicio*, linha 15);
- A conclusão do documento (linha 18).

A figura abaixo apresenta a estrutura básica de um programa NCL, conforme descrito anteriormente.

cabeçalho do arquivo NCL	1: <?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
	2: <ncl id="exemplo01" xmlns="http://www.ncl.org.br/NCL3.0/EDTVProfile" >
cabeçalho do programa	3: <head>
base de regiões	4: <regionBase>
	5: <!-- regiões da tela onde as mídias são apresentadas -->
	6: </regionBase>
base de descritores	7: <descriptorBase>
	8: <!-- descritores que definem como as mídias são apresentadas -->
	9: </descriptorBase>
base de conectores	10: <connectorBase>
	11: <!-- conectores que definem como os elos são ativados e que eles disparam -->
	12: </connectorBase>
	13: </head>
corpo do programa	14: <body>
ponto de interface do programa	15: <!-- porta(s) -->
conteúdo do programa	16: <!-- contextos, nós de mídia e suas âncoras, elos e outros elementos -->
	17: </body>
término	18: </ncl>

Figura 3-4 Estrutura básica de um documento NCL.

Fonte: SOARES (2008).

- Nós de mídia: Um nó de mídia caracteriza o objeto de conteúdo propriamente dito (vídeo, áudio, texto, etc.).

- Regiões (*regionBase*): Uma região nada mais é do que um indicador de posição e dimensões da área na tela onde será exibido um determinado nó de mídia. Estas regiões podem ser aninhadas, ou seja, regiões dentro de regiões, tornando a estrutura organizada.
- Descritores (*descriptorBase*): define como será apresentado um nó de mídia, incluindo em que região ele aparecerá. Por exemplo, um descritor de uma mídia de áudio pode definir o seu volume, já um descritor de mídia de imagem, pode definir algum grau de transparência para a mesma.
- Contextos: servem para estruturar o documento NCL, desta forma eles podem ser aninhados, procurando sempre refletir a estrutura do documento e tornar a organização do programa mais intuitiva.
- Portas: garantem acesso externo ao conteúdo de um contexto, sendo assim, para que um elo aponte para um nó interno de um contexto, este nó deve apontar para uma porta que leve ao nó interno desejado.

3.1.2 Lua

A linguagem Lua, surgida em 1993, foi desenvolvida na Tecgraf (Grupo de Tecnologia em Computação Gráfica), e atualmente está sob responsabilidade do LabLua (laboratório dedicado à pesquisa em linguagens de programação), ambas localizadas na PUC-Rio. Seus criadores, de origem brasileira, Roberto Leruslimschy, Luiz Henrique de Figueiredo e Waldemar Celes, juntaram suas ideias e esforços para a criação de uma linguagem ágil, portátil, completa e simples (HERWEG, 2009).

A motivação no Tecgraf para o desenvolvimento desta linguagem deu-se através de uma forte demanda por aplicações que fossem configuráveis externamente, ou seja, através desta característica, torna-se possível modificar diversos aspectos essenciais das aplicações sem a necessidade de recompilar novamente o código, desta forma, o Lua transforma-se em uma extensão de aplicações escritas nas mais diversas linguagens (HERWEG, 2009).

Conhecida mundialmente, a linguagem Lua tem sido muito utilizada para desenvolvimento de *softwares* para robôs, jogos e aplicações em geral. Grandes empresas, como por exemplo, LucasArts, BioWare, Microsoft, Relic Entertainment, Absolute Studios e Monkeystone Games desenvolvem jogos fazendo uso da linguagem Lua. Este seu alcance deve-se muito ao fato da mesma possuir código aberto, sendo este compatível com a GPL

(*GNU General Public License*), o que concede direitos de uso da linguagem para qualquer propósito, inclusive para aplicações comerciais (HERWEG, 2009).

Lua é uma linguagem de programação em *script* que oferece suporte à programação funcional, programação orientada a dados e programação orientada a objetos. Devido a sua natureza extensível, seu código é programado dentro de um código de outra linguagem (geralmente esta linguagem é C), aprimorando e facilitando a programação, além de permitir uma prototipagem rápida e acesso programável pelo usuário à tecnologia implementada pela aplicação (HERWEG, 2009).

Segundo Herweg (2009) algumas características diferenciam de forma positiva a linguagem Lua em relação a linguagens de *script* similares, são elas:

- Extensibilidade: É fácil prover uma interface de comunicação de Lua com linguagens como C/C++, Fortran, Java, Smalltalk, Ada, entre outras linguagens de *script*.
- Simplicidade: Lua é simples e pequena (leve).
- Eficiência: Comparativos mostram que Lua está entre as linguagens interpretadas mais rápidas.
- Portabilidade: Lua roda em todas as plataformas existentes.

No contexto da Televisão Digital, Soares (2008) descreve a linguagem Lua da seguinte forma:

Lua é uma linguagem de programação imperativa eficiente, rápida e leve, projetada para estender aplicações. Lua combina uma sintaxe simples para programação imperativa com construções poderosas para descrição de dados, baseada em tabelas associativas e em semântica extensível. Lua é tipada dinamicamente, é interpretada e tem gerenciamento automático de memória, com coleta de lixo incremental. Essas características fazem de Lua uma linguagem ideal para configuração, automação (scripting) e prototipagem rápida (geração rápida de aplicações).

Lua é uma máquina virtual (*engine*) acoplada ao Formatador NCL, ou seja, além de sintaxe e semântica, Lua fornece uma API que provê a aplicações escritas em NCL a possibilidade de trocar dados com programas Lua. A máquina Lua está implementada como uma pequena biblioteca de funções C, escritas em ANSI C, que compila sem modificações em todas as plataformas conhecidas.

3.2 GINGA-J (LINGUAGEM PROCEDURAL)

O GINGA-J é o ambiente imperativo do middleware GINGA desenvolvido pela UFPB (Universidade Federal da Paraíba) para prover uma infraestrutura de execução de aplicações baseadas na linguagem Java, com facilidades especificamente voltadas para o ambiente de TV Digital (DTV, 2010b). Sendo um dos principais objetivos do GINGA a interação com dispositivos portáteis, o GINGA-J é capaz de receber, transmitir e interpretar os dados dos celulares, PDAs, controles, entre outros dispositivos, para que haja interação completa com o usuário.

Este subsistema lógico do *middleware* GINGA que possui por incumbência processar aplicações procedurais, é dividido em três módulos distintos, conforme apresentado na Figura 2-11: a máquina virtual Java (*JVM - Java Virtual Machine*); o núcleo e suas APIs (*Application Programming Interface*), também denominadas de APIs verde do GINGA-J; e o módulo responsável pelo suporte às APIs específicas do GINGA-J, chamadas de APIs amarela e vermelha do GINGA-J (SOARES, 2008).

Um componente-chave do ambiente de aplicação GINGA-J é a máquina de execução do conteúdo procedural, composta por uma máquina virtual Java. Através desta, é possível que aplicações desenvolvidas na linguagem Java possam ser executadas no terminal de acesso independente do processador ou sistema operacional do receptor, esta característica linguagem Java denomina-se portabilidade.

As APIs verdes, do núcleo, são específicas e responsáveis por manter o máximo possível de compatibilidade com os sistemas europeu e americano. Nela está inclusa o pacote Java DTV (SOARES, 2008).

As APIs amarelas são inovações brasileiras que também podem ser exportadas para outros sistemas. Elas oferecem suporte a múltiplos usuários, a múltiplos dispositivos e a múltiplas redes. Também oferecem suporte para aplicações que poderão ser recebidas, armazenadas e executadas no futuro. Esta API inclui o JMF (*Java Media Framework*) que é utilizado para desenvolver aplicações avançadas como, por exemplo, a captura de áudio e vídeo (SOARES, 2008).

As APIs vermelhas têm por incumbência prover suporte às aplicações voltadas especificamente para o Brasil, especialmente no que diz respeito à interatividade, promovendo desta forma, a inclusão social. Esta API permite também a integração do conteúdo declarativo e procedural na mesma aplicação (SOARES, 2008).

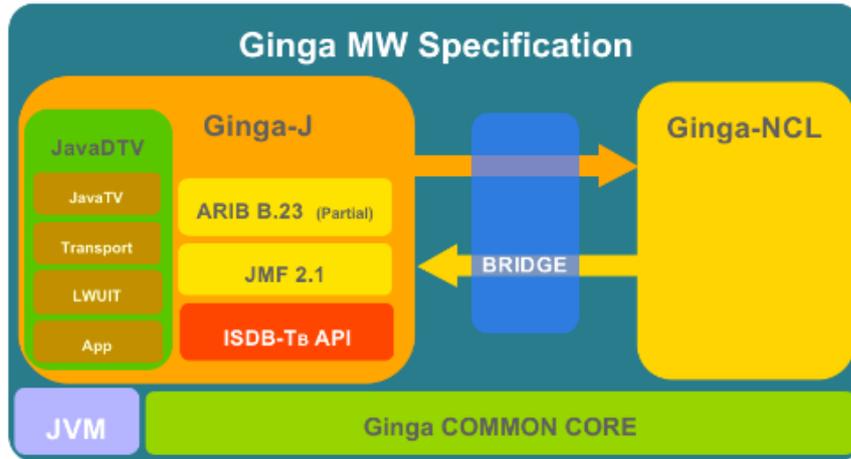


Figura 3-5 Arquitetura do Ginga-J
 Fonte: BOQUIMPANI (2009).

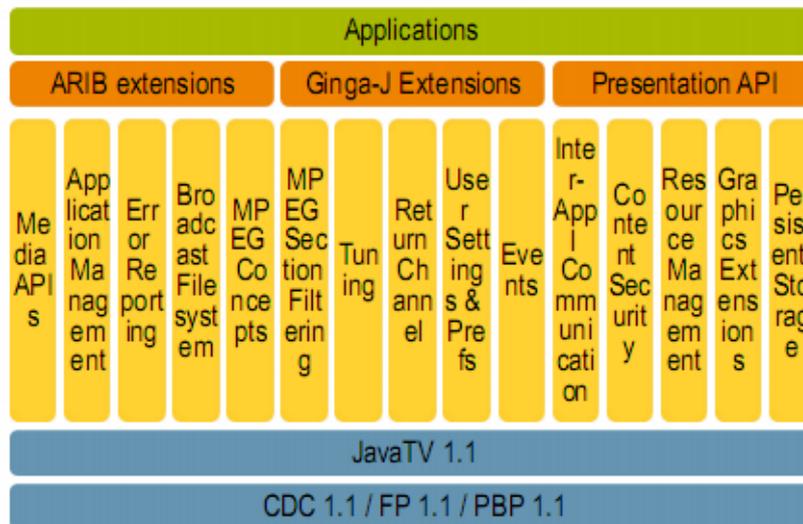


Figura 3-6 Arquitetura JavaDTV.
 Fonte: BOQUIMPANI (2009).

O Ginga-J foi construído para garantir a compatibilidade com o padrão GEM (*Globally Executable MHP*) que se trata de uma série de APIs padronizadas pelo ITU (*International Telecommunication Union*) e utilizadas pelos *middlewares* dos padrões americano, europeu e japonês. Apesar deste suporte ao padrão GEM provido pelo *middleware* Ginga, o mesmo possui um conjunto de APIs específicas para o SBTVD.

3.2.1 API JavaTV

Criada pela Sun Microsystems (SUN, 2008) e desenvolvida no ambiente J2ME (*Plataforma Java 2 Micro Edition*), o JavaTV é uma extensão da plataforma Java, sendo uma

API utilizada especificamente no desenvolvimento de conteúdo para Televisão Digital (DAMASCENO, 2008).

A linguagem JavaTV tem como principal objetivo o desenvolvimento de aplicações com alto nível de interatividade, gráficos de qualidade, seleção de serviços, que poderá ser efetuado dentro do *set-top box* (DAMASCENO, 2008).

A API JavaTV apresenta um alto nível de abstração, ou seja, provê um ambiente de desenvolvimento afim de facilitar a construção de aplicações, fazendo com que o programador não tenha necessidade de preocupar-se com as chamadas camadas inferiores, que se referem aos protocolos de serviços, transmissão e rede. Além desta característica supracitada, a API JavaTV disponibiliza diversas bibliotecas destinadas exclusivamente a TV Digital Interativa, o que permite ao desenvolvedor escrever uma única vez o código, pois a JVM o tornará compatível com os receptores, sem a necessidade de saber qual o hardware e software do equipamento (DAMASCENO, 2008).

3.2.1.1 Arquitetura

Conforme já descrito, a API JavaTV disponibiliza diversas bibliotecas, que são responsáveis por prover a estrutura básica do sistema. Estas bibliotecas estão dispostas da seguinte forma (SEDREZ, 2008):

- `javax.tv.carousel`: provê acesso a arquivos *broadcast* e diretórios de dados através de APIs que trabalham com o pacote `java.io`;
- `javax.tv.graphics`: permite que *Xlets* (programas em Java específicos para TV Digital) possam obter seu repositório principal;
- `javax.tv.locator`: provê uma forma de referenciar dados ou programas acessíveis pela API JavaTV;
- `javax.tv.media`: define uma extensão para JMF com a finalidade de gerenciar mídias em tempo real;
- `javax.tv.media.protocol`: prove acesso a um fluxo de dados *broadcast* genérico;
- `javax.tv.net`: permite acesso a datagramas IP transmitidos num *stream broadcast*;
- `javax.tv.service`: fornece mecanismos para acessar a base de dados;
- `javax.tv.util`: suporta a criação e o gerenciamento de eventos do *timer*;

- `javax.tv.xlet`: oferece interfaces para o desenvolvimento de aplicações e para a comunicação entre as aplicações e o gerenciador.

3.2.1.2 *Xlets – Linguagem em GINGA-J*

As aplicações do JavaTV, aquelas desenvolvidas fazendo uso da linguagem Java, denominam-se de *Xlets*. Fazendo uma analogia entre *Xlets* e outras tecnologias, pode-se dizer que um *Xlets* é similar a um *applet* (web) ou *midlet* (celular). O *Xlet* possui um ciclo de vida que se divide em quatro estados, são eles (SEDREZ, 2008):

- Carregado (*loaded*): instanciado ou criado pelo gerente de aplicação;
- Pausado (*paused*): não utiliza os recursos compartilhados, precisando liberar recursos;
- Ativo (*active*): ativa as funcionalidades e executa normalmente;
- Destruido (*destroyed*): liberação de recursos e finaliza a execução.

Para efetuar o gerenciamento do ciclo de vida de um *Xlet*, o JavaTV utiliza um gerente de aplicação (*application manager*), que pode modificar o seu estado, assim como também o próprio *Xlet*, que notifica o gerente de aplicação quando muda de estado. Segue abaixo imagem representando o ciclo de vida das aplicações desenvolvidas em Java (SEDREZ, 2008).

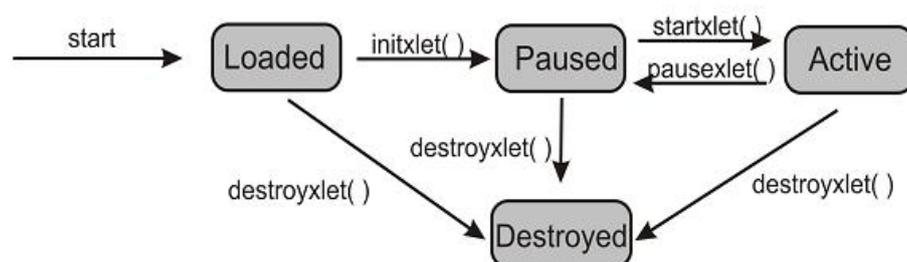


Figura 3-7 Ciclo de vida de um Xlet.
Fonte: SEDREZ, 2008.

3.2.2 API DAVIC

A API DAVIC (*Digital Audio-Visual Council*) foi desenvolvida pela associação DAVIC, e tem por finalidade especificar formatos de conteúdo para objetos como áudio, vídeo, textos e hipertextos, além de controlar o acesso ao aplicativo e a língua adotada (áudio e legenda) (BRACKMANN, 2008).

3.2.3 API Havi

Havi é o acrônimo de *Home Audio Video*. Esta API foi desenvolvida por uma associação de empresas de produtos eletrônicos, e possui como foco, atuar na apresentação e interface gráfica do usuário. É uma API que possui um padrão para interconexão e interoperação de áudio e vídeo digital, a fim de interagirem entre si na rede. Além disso, possibilita a inserção de textos, reprodução de fluxos de áudio e vídeo e de gráficos na tela, gerenciamento da rede, da interface do usuário e da comunicação entre os componentes. Essa API permite que usuários controlem a aplicação através de botões de um controle remoto (BRACKMANN, 2008).

3.2.4 API DVB

API DVB (*Digital Video Broadcasting*) está relacionada ao padrão europeu DVB e destina-se a segurança, acesso de dados e para dispositivos de I/O (entrada/saída) (BRACKMANN, 2008).

3.3 GINGA-CC (COMMON CORE)

O *Ginga Common Core*, ou ainda, núcleo comum *Ginga*, concentra serviços necessários tanto para o ambiente declarativo (*Ginga-NCL*) quanto para o ambiente imperativo (*Ginga-J*). É o subsistema do *middleware* *Ginga* responsável pela interface direta com o sistema operacional, fazendo uma ponte estreita com o hardware. *Ginga-CC* provê assim, um nível de abstração da plataforma de hardware e sistema operacional, acessível por meio de APIs bem definidas (DAMASCENO, 2008).

É através do *Ginga Common Core* que é feito o acesso ao sintonizador de canal, ao sistema de arquivos, terminal gráfico e controle do acesso ao canal de retorno. Dentre suas funções desempenhadas, também se encontram, o tratamento da exibição de vários objetos de mídia, tais como: a utilização de imagens (PNG, JPG e GIF), sons (MP3, WAV e MIDI) e vídeo (MPEG4/H.264) (DAMASCENO, 2008).



Figura 3-8 Arquitetura Ginga Common Core
Fonte: DAMASCENO, 2008

4 DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÃO INTERATIVA

Além de conceituar e abordar a TV Digital nos seus mais diversos aspectos, conforme previsto no anteprojeto, houve também neste trabalho, o desenvolvimento de uma aplicação para TV Digital. Esta aplicação desenvolvida tem por finalidade exemplificar e demonstrar o funcionamento da interatividade em ambiente real.

A proposta desta aplicação é de informar ao telespectador a respeito do clima de uma determinada cidade, apresentando dados do tempo corrente além da previsão para os próximos dias.

Para tanto, foi feito uso do ambiente imperativo do *middleware* Ginga, ou seja, a aplicação foi desenvolvida utilizando a linguagem Java. Como provedor de informações climáticas, utilizou-se uma API do Google, que está disponível na internet (ANTUNES, 2010).

Desta maneira foi possível verificar o funcionamento e as formas de construção de uma aplicação para a TV Digital, além de fazer uso de um dos principais recursos providos por este novo padrão televisivo, que é o canal de retorno. Devido ao fato de o provedor de informações climáticas estar disponível na internet, a aplicação, através do canal de retorno, efetua as consultas necessárias e disponibiliza as informações coletadas ao telespectador.

4.1 TIPOS DE APLICAÇÕES

A arquitetura provida pelo *middleware* Ginga, possibilita a implementação dos mais variados tipos de aplicações, das mais simples às mais complexas, das mais interativas às menos interativas. As subseções a seguir destinam-se a exemplificar e demonstrar alguns dos possíveis tipos de aplicações desenvolvidas para a TV Digital.

4.1.1 Aplicação Informativa

Como exemplo de aplicação informativa, pode-se citar um “Guia de Programação”, ou seja, aplicação que possui como objetivo a disponibilização de informações a respeito da programação do canal transmitido pela emissora de TV. Segue abaixo, imagem demonstrando tal funcionalidade.



Figura 4-1 Exemplo de Aplicação Informativa.
Fonte: BOQUIMPANI (2009).

4.1.2 Aplicação Publicitária

Aplicações publicitárias são aquelas que visam divulgar ou vender algum tipo de produto ou serviço. Na figura 4-2 é possível observar um exemplo deste tipo de aplicação.



Figura 4-2 Exemplo de Aplicação Publicitária.
Fonte: BOQUIMPANI (2009).

4.1.3 Aplicação utilitária

Aplicação utilitária é aquela que busca oferecer ao telespectador algum tipo de serviço. Estes serviços podem ser, por exemplo, *t-banking* (serviços bancários), *t-government* (serviços oferecidos pelo governo), etc. A imagem abaixo demonstra uma aplicação utilitária, disponibilizada pelo governo, que provê informações a respeito do combate a dengue.

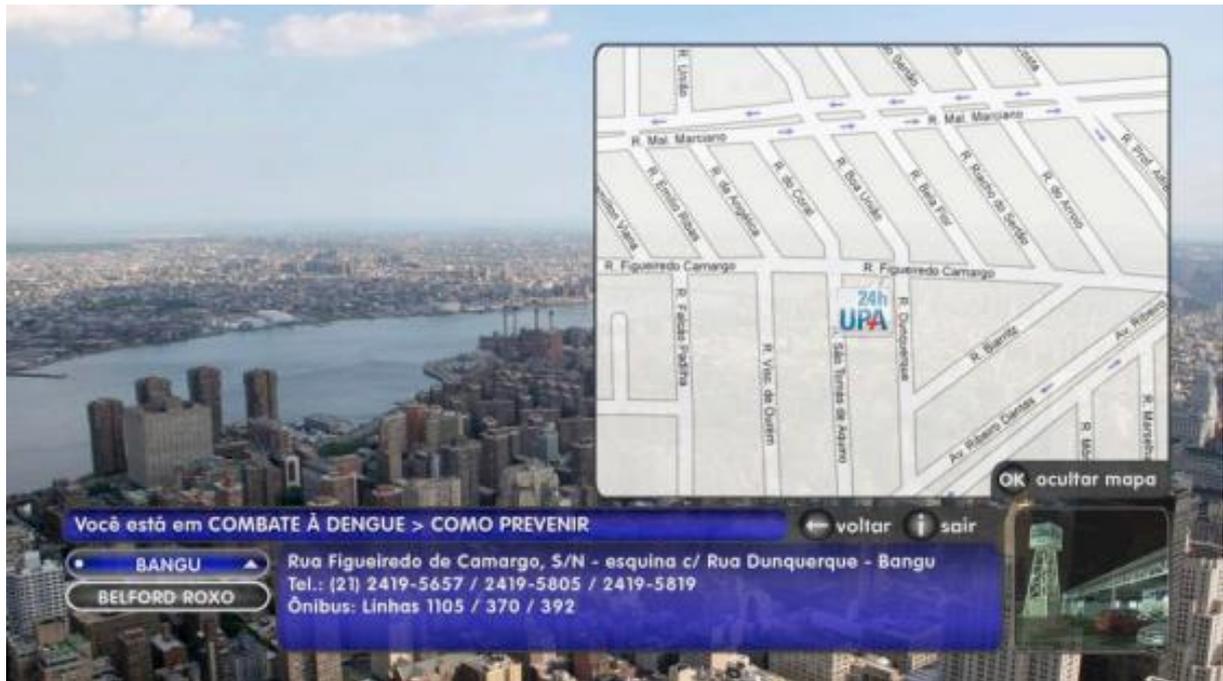


Figura 4-3 Exemplo de Aplicação Utilitária.
Fonte: BOQUIMPANI (2009).

4.1.4 Aplicação de Entretenimento

São aquelas que se destinam ao enriquecimento do conteúdo transmitido, agregando informações em tempo real e funcionalidades específicas atreladas diretamente ao tema do programa exibido.



Figura 4-4 Exemplo de Aplicação de Entretenimento.
Fonte: BOQUIMPANI (2009).

4.2 EMULADOR DE TV DIGITAL (XLETVIEW)

Para execução da aplicação desenvolvida é necessário que um emulador seja instalado no computador. Este software tem por finalidade disponibilizar um ambiente similar a do *middleware* Ginga. A partir deste emulador é possível testar aplicações televisivas interativas diretamente do computador, não havendo a necessidade de se adquirir um *set-top box* especificamente para este fim.

O emulador utilizado durante o processo de desenvolvimento foi o *XletView*, devido a diversos fatores, como por exemplo: código fonte aberto, sob a licença GPL (*General Public License*), além de trazer consigo as APIs JavaTV, HAVI e DAVIC que também compõem o *middleware* Ginga.

Este emulador pode ser encontrado e baixado no seguinte endereço: <http://www.xletview.org/>. Para seu correto funcionamento é necessário possuir uma máquina virtual Java instalada no computador.

Existe no *XletView* um simulador de controle remoto, baseado nos botões padrões MHP, onde os eventos são capturados utilizando a classe AWT (*Abstract Window Toolkit*) ou HAVI. A figura abaixo mostra a interface do *XletView*.

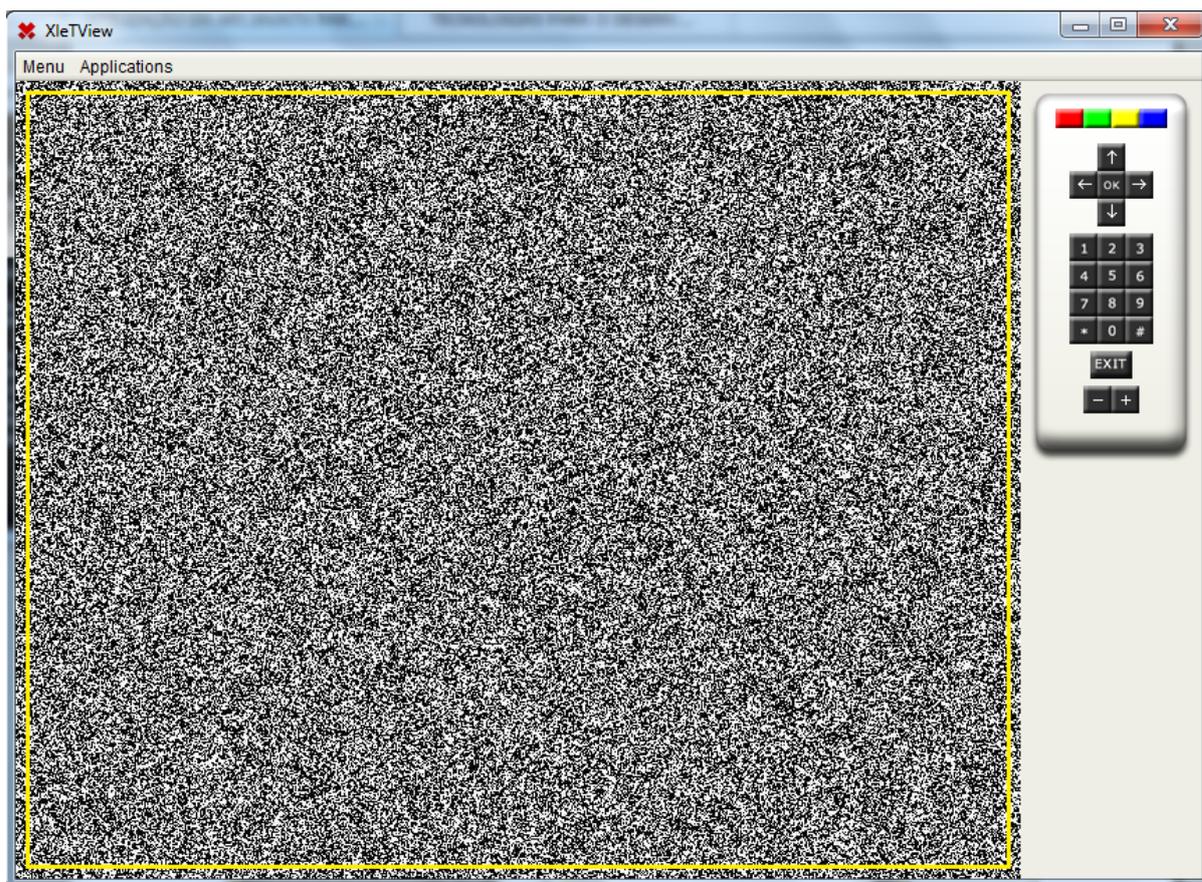


Figura 4-5 Interface do emulador XletView

4.3 API GOOGLE

O Google Weather API é um serviço que provê através da internet um meio de consulta a informações climáticas. Como ponto forte desta API, pode-se citar a simplicidade de uso e sua abrangência geográfica. Entretanto esta API possui um ponto fraco identificado durante os estudos realizados, que é a escassez de documentação disponível a fim de orientar o desenvolvedor.

Basicamente a utilização deste serviço resume-se a uma requisição. Esta por sua vez prevê a passagem de quatro parâmetros, são eles: cidade, estado, país e idioma. Como retorno desta requisição, obtem-se um documento XML.

A requisição ao Google Weather API é feita através de uma URL que possui o seguinte formato: <http://www.google.com/ig/api?weather=cidade.estado.país&hl=idioma>. Abaixo segue imagem exemplificando o documento XML obtido através da requisição ao serviço para as cidades X, estado Y, país Z e idioma W.

```

<xml_api_reply version="1">
  <weather module_id="0" tab_id="0" mobile_row="0" mobile_zipped="1" row="0" section="0">
    <forecast_information>
      <city data="Campo Bom, RS" />
      <postal_code data="Campo Bom,Rio Grande do Sul,Brazil" />
      <latitude_e6 data="" />
      <longitude_e6 data="" />
      <forecast_date data="2010-11-04" />
      <current_date_time data="2010-11-04 16:00:00 +0000" />
      <unit_system data="SI" />
    </forecast_information>
    <current_conditions>
      <condition data="Sol" />
      <temp_f data="90" />
      <temp_c data="32" />
      <humidity data="Umidade: 36%" />
      <icon data="/ig/imagens/weather/sunny.gif" />
      <wind_condition data="Vento: 0 a 8 km/h" />
    </current_conditions>
    <forecast_conditions>
      <day_of_week data="qui" />
      <low data="18" />
      <high data="32" />
      <icon data="/ig/imagens/weather/sunny.gif" />
      <condition data="Sol" />
    </forecast_conditions>
    <forecast_conditions>
      <day_of_week data="sex" />
      <low data="13" />
      <high data="22" />
      <icon data="/ig/imagens/weather/chance_of_rain.gif" />
      <condition data="Possibilidade de chuva" />
    </forecast_conditions>
    <forecast_conditions>
      <day_of_week data="sáb" />
      <low data="13" />
      <high data="24" />
      <icon data="/ig/imagens/weather/chance_of_rain.gif" />
      <condition data="Possibilidade de chuva" />
    </forecast_conditions>
    <forecast_conditions>
      <day_of_week data="dom" />
      <low data="16" />
      <high data="28" />
      <icon data="/ig/imagens/weather/sunny.gif" />
      <condition data="Sol" />
    </forecast_conditions>
  </weather>
</xml_api_reply>

```

Figura 4-6 Estrutura do documento XML retornado pelo Google Weather API

A estrutura do documento XML demonstrado acima divide-se em três elementos⁴ macros. A fim de detalhar todas as informações recebidas a partir do retorno da API, segue abaixo a descrição de cada uma das tags⁵.

⁴ Os elementos são os blocos principais da composição de um documento XML. Cada elemento possui um nome e um conteúdo. O conteúdo de um elemento é delimitado por marcações especiais, conhecidas como *tags* de início e *tags* de fim.

⁵ Dentro de um documento XML o conceito de *tag* representa o texto que se encontra entre <>. Existem *tags* que indicam o início (<nome>) e *tags* que indicam o fim (</nome>).

- ***forecast_information*** – responsável por armazenar as informações da localidade para a qual foi solicitada a previsão do tempo. Este possui alguns elementos filhos, são eles:

- a. *city* – armazena o nome da cidade e do estado;

- b. *postal_code* – armazena uma estrutura de exibição no seguinte formato: cidade, estado, país;

- c. *forecast_date* – armazena a data da solicitação da previsão do tempo;

- d. *current_date_time* – armazena a data e hora corrente.

- ***current_conditions*** – responsável por armazenar as informações da previsão do tempo para a data corrente. Este possui alguns elementos filhos, são eles:

- a. *condition* – armazena a condição do tempo (nublado, possibilidade de chuva, ensolarado, etc.);

- b. *temp_f* – armazena a temperatura em graus Fahrenheit;

- c. *temp_c* – armazena a temperatura em graus Celsius;

- d. *humidity* – armazena informações referentes a umidade do ar;

- e. *icon* – armazena URL contendo imagem que representa a condição do tempo corrente;

- f. *wind_condition* - armazena a velocidade do vento;

- ***forecast_conditions*** - armazena as informações da previsão do tempo para os próximos 4 dias. Cada elemento *forecast_conditions* representa um dia. Este possui alguns elementos filhos, são eles:

- a. *day_of_week* – armazena o dia da semana a que se refere;

- b. *low* – armazena a temperatura mínima do dia a que se refere;

- c. *high* – armazena a temperatura máxima do dia a que se refere;

- d. *icon* – armazena URL contendo imagem que representa a condição de tempo, do dia a que se refere;

- e. *condition* – armazena a condição de tempo (nublado, possibilidade de chuva, ensolarado, etc.) do dia a que se refere.

4.4 APLICAÇÃO DE PREVISÃO DO TEMPO

Neste tópico do trabalho será efetuado um detalhamento dos principais passos trilhados durante o processo de construção da aplicação de previsão do tempo para TV Digital, enfocando nos aspectos relacionados à codificação da mesma, além de seu fluxo de funcionamento.

Conforme descrito anteriormente, esta aplicação foi desenvolvida utilizando a linguagem de programação Java, ou seja, todo seu código é baseado no paradigma de programação Orientada a Objetos⁶. Desta maneira, foram desenvolvidas diversas classes⁷, onde cada uma delas possui uma função bem específica dentro da estrutura da aplicação. Na imagem abaixo temos uma ilustração de todas as classes desenvolvidas no projeto.

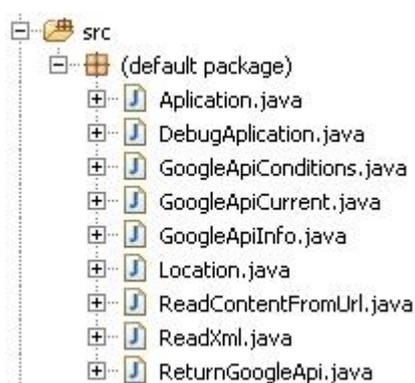


Figura 4-7 Estrutura de classes da aplicação
Fonte: Elaborado pelo Autor

Abaixo serão abordadas as principais características e funcionalidades de cada uma das classes desenvolvidas.

- **Application.java** – Classe responsável por iniciar a aplicação. Contém todos os métodos⁸ básicos necessários a uma aplicação para TV Digital desenvolvidos em Java, denominadas de *Xlet*, ou seja, implementa os métodos *initXlet*, *pauseXlet*, *startXlet* e *destroyXlet*. Também é através desta classe que a aplicação efetua a apresentação dos dados ao telespectador, para tanto, faz uso da API HAVI e AWT.

⁶ Orientação a objetos é um paradigma de desenvolvimento de software que se baseia na utilização de componentes individuais (objetos) que colaboram para construir sistemas mais complexos. A colaboração entre os objetos é feita através do envio de mensagens.

⁷ Uma classe descreve um grupo de objetos com propriedades (atributos) similares, comportamentos (operações) similares, relacionamentos comuns com outros objetos e uma semântica comum.

⁸ Um método é a implementação de uma operação para uma classe.

- **Location.java** – Classe responsável por identificar, através de seus atributos⁹, um objeto¹⁰ Localidade. É a partir dela que se define qual a localidade será pesquisada na API do Google.
- **ReadContentFromUrl.java** – Classe responsável pela comunicação e pesquisa dos dados climáticos na API do Google. Efetua a pesquisa com base no objeto *Location* recebido através da classe *Aplicacion*. É através desta classe que é obtido o documento XML.
- **ReadXml.java** – Classe responsável pela transformação do documento XML em um objeto legível para a aplicação. Para efetuar esta transcrição do documento XML, utilizou-se uma API nativa do Java denominada de DOM.
- **GoogleApiConditions** – Classe responsável por identificar, através de seus atributos, um objeto que possua informações a respeito das condições do tempo para o próximos dias.
- **GoogleApiCurrent** – Classe responsável por identificar, através de seus atributos, um objeto que possua informações a respeito das condições do tempo corrente.
- **GoogleApiInfo** – Classe responsável por identificar, através de seus atributos, um objeto que possua informações a respeito dos dados da localidade além de data da consulta efetuada.
- **ReturnGoogleApi** – Classe responsável por unificar os objetos *GoogleApiCurrent*, *GoogleApiInfo* e *GoogleApiConditions*. Vale destacar que a cada consulta realizada são instanciados quatro objetos *GoogleApiConditions*, que representam os dados meteorológicos dos próximos quatro dias, criando desta forma uma lista de objetos.

4.4.1 Diagrama de sequência

Um diagrama de sequência tem por objetivo representar de forma simples e lógica a sequência de processos ou troca de mensagens entre os objetos ao longo do tempo de

⁹ Um atributo é um valor de dado assumido pelos objetos de uma classe. Nome, idade e peso são exemplos de atributos de objetos Pessoa.

¹⁰ Um objeto é uma entidade do mundo real que possui uma identidade. O fato de cada objeto ter sua identidade significa que dois objetos são distintos mesmo que eles apresentem exatamente as mesmas características.

execução da aplicação (FARIA, 2001). Desta forma, segue abaixo a representação macro do fluxo de funcionamento da aplicação de previsão do tempo.

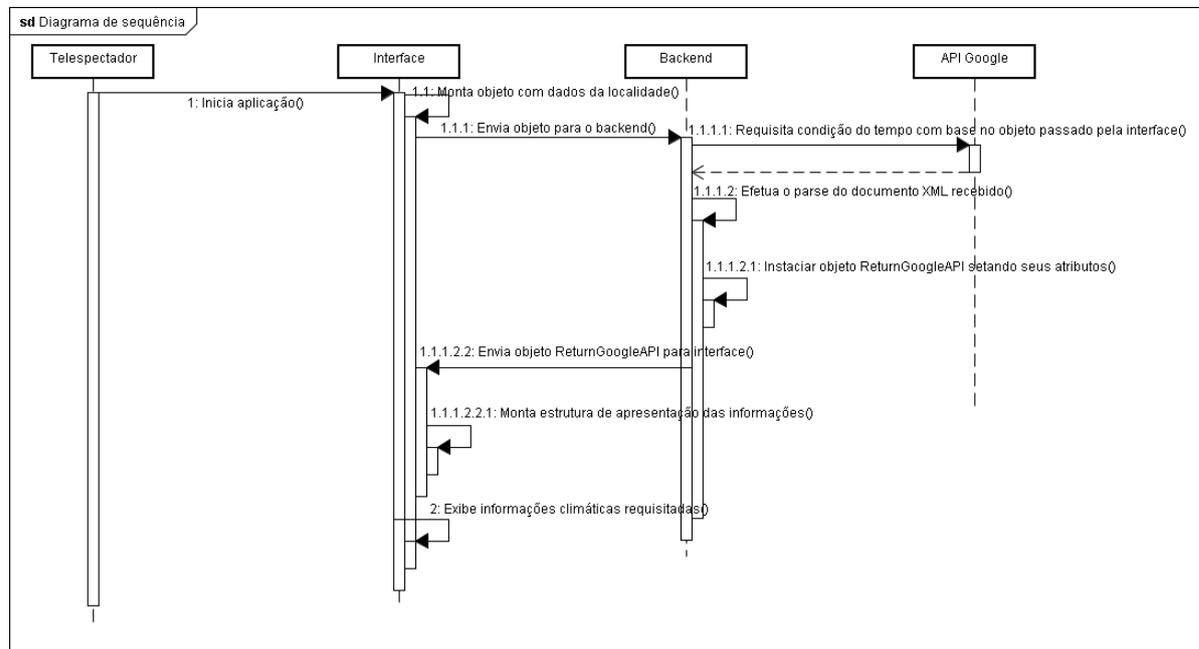


Figura 4-8 Diagrama de seqüência da aplicação
Fonte: Elaborado pelo Autor

4.5 TELA DA APLICAÇÃO

Ao executarmos a aplicação de previsão do tempo no emulador *XletView*, obtêm-se como resultado a tela apresentada abaixo. É importante destacar que esta tela de apresentação do resultado ao telespectador, necessita realizar previamente todos os procedimentos internos, conforme se pôde observar no fluxo de funcionamento da aplicação, descrito na figura 4-4.

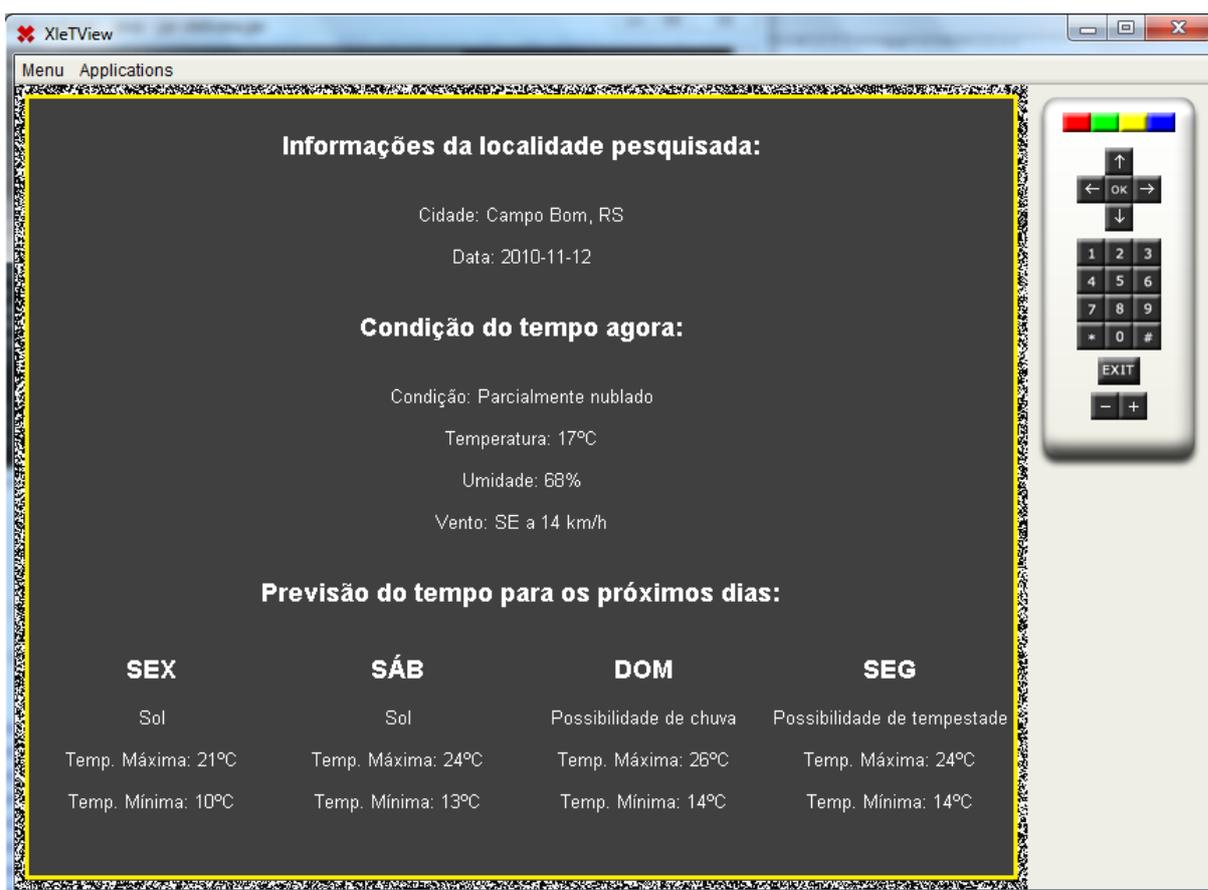


Figura 4-9 Tela de resultado da consulta efetuada
Fonte: Elaborado pelo Autor

4.6 DIFICULDADES ENCONTRADAS

As atividades propostas no cronograma do anteprojeto foram concluídas com sucesso, porém durante o processo de desenvolvimento da aplicação, foram encontradas diversas dificuldades, são elas:

- Obtenção de informações para a construção da aplicação utilizando a linguagem Java voltada para a televisão digital. Grande parte do material encontrado era limitado e superficial.
- Dificuldade em encontrar exemplos com código-fonte implementados na linguagem Java voltada para a televisão digital.
- Documentação pobre a respeito da API HAVi, que é utilizada na apresentação e interface gráfica da aplicação.

CONCLUSÃO

O Sistema Brasileiro de Televisão Digital proverá, de forma plena e gratuita, novos ingredientes relacionados ao entretenimento, informação, integração, comunicação e educação. A partir desta convergência tecnológica, abre-se um leque de possibilidades envolvendo melhoras em qualidade de áudio e vídeo, portabilidade, inserção social e digital em larga escala, interatividade, entre outros benefícios.

A tecnologia, de modo geral, tem sofrido constantes evoluções, a fim de se aprimorar e melhorar a qualidade dos serviços prestados, entretanto, o uso ideal dessa tecnologia passa longe de sua evolução, ficando suscetível a inúmeros fatores externos, como por exemplo, influências culturais, sociais, econômicas e políticas. De acordo com a pesquisa desenvolvida, ficou explícita a importância da televisão como fonte de informação da população brasileira, sendo um fator de forte influência na formação da cidadania. Com o advento da TV Digital Interativa essa fonte de cidadania irá reforçar-se proporcionando maior acesso ao conhecimento e permitindo o intercâmbio em tempo real entre o telespectador e a emissora de televisão.

O Sistema Brasileiro de Televisão Digital contém todas as ferramentas para o oferecimento de uma televisão completa perante os padrões internacionais, sendo baseada em uma tecnologia robusta e flexível, que atende as expectativas tanto das emissoras quanto dos telespectadores, porém, é de suma importância para o crescimento tecnológico nacional e o cumprimento dos objetivos estipulados, que se tenha pleno sucesso na implantação deste novo padrão televisivo.

Através desta monografia buscou-se contribuir abordando os principais conceitos sobre TV Digital, tratando de aspectos históricos, sociais, políticos, econômicos e principalmente tecnológicos. No âmbito tecnológico, enfocou-se na apresentação dos conceitos, características e recursos providos por este novo padrão, visando fornecer ao leitor um melhor entendimento sobre o funcionamento de um sistema de televisão digital.

Com ênfase no recurso de interatividade provida pelo sistema brasileiro de televisão digital, para que a mesma seja possível e ocorra neste ambiente, é necessário o desenvolvimento de aplicações que permitam controlar a interação do telespectador com as mídias contínuas (áudio e vídeo) além dos dados associados a essas mídias. A fim de avaliar a interatividade, o estudo deu-se através do desenvolvimento de uma aplicação de previsão do tempo para a TV Digital.

Para atingir os resultados deste trabalho, aprofundou-se o conhecimento teórico sobre televisão digital, apresentados no primeiro, segundo e terceiro capítulo deste trabalho. Posteriormente, foi necessário um estudo das principais linguagens de programação utilizadas no desenvolvimento de aplicações voltadas para a televisão digital. Após o embasamento teórico e definição de escopo da aplicação a ser desenvolvida, tornou-se necessário agregar conhecimentos sobre o ambiente e linguagem escolhida (Java). Por fim, no quarto e último capítulo, é apresentada a aplicação e seu funcionamento, bem como seus requisitos e processo de construção.

Durante o processo de desenvolvimento houve dificuldades na obtenção de material técnico, principalmente no que diz respeito à utilização da linguagem de programação Java voltado para o ambiente televisivo, cujo esta, continua com restrito conhecimento no Brasil. A pesquisa em comunidades especializadas em programação Java ou em TVDI mostrou-se pouco eficiente, uma vez que poucas pessoas estão engajadas nesta frente.

Este estudo é apenas uma parte de uma área que tem grande potencial de desenvolvimento, porém para isto, deve-se investir em pesquisa. Os investimentos nessa área demonstra perspectivas de retorno a médio prazo, uma vez que o Governo objetiva difundir está tecnologia a toda população.

Como sugestões para trabalhos futuros, podem ser citados: processo de melhoria no trabalho já realizado, em relação à integração entre os ambientes imperativo (Java) e declarativo (NCL/Lua); refinamento da interface a fim de torná-la mais amigável ao telespectador; aplicação de metodologias de usabilidade, além de, poder-se utilizar todo referencial teórico apresentado neste trabalho para desenvolvimento de aplicação em diversos nichos, entre eles, setores epidêmicos como redes sociais e bolsa de valores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABERT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMISSORAS DE RÁDIO E TELEVISÃO. **O que você precisa saber sobre a estreia da TV digital, em dezembro.** 2007. Disponível em: <http://www.abert.org.br/n_clipping_2.cfm?noticia=111559> Acesso em: 05 abr. 2010.

AGNER, Luiz. **Governo eletrônico e transparência do Estado.** 2005. Disponível em: <<http://webinsider.uol.com.br/2005/03/02/governo-eletronico-e-transparencia-do-estado/>> Acesso em: 06 jun. 2010.

AGOSTINI, Luciano Volcan. **Desenvolvimento de Arquiteturas de Alto Desempenho Dedicadas à Compressão de Vídeo Segundo o Padrão H.264/AVC.** 2007. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/12425>> Acesso em: 10 set. 2010.

ALMEIDA, Willem Fernandes; CARVALHO, Juliano Maurício de. **T-commerce e modelo de negócio: o comércio eletrônico televisivo nos canais do sistema brasileiro do agronegócio.** Disponível em: <http://www2.metodista.br/unesco/1_Celacom%202010/arquivos/Resumos/61Tcommerce%20e%20modelo%20de%20neg%C3%B3cio%20o%20com%C3%A9rcio%20eletr%C3%B4nico%20televisivo_Willem_Juliano.pdf> Acesso em: 12 jun. 2010.

ANTUNES, Jonathan Lamim. **Previsão do Tempo com a API do Google Weather.** 2010. Disponível em: <http://www.oficinadanet.com.br/artigo/php/previsao_do_tempo_com_a_api_do_google_weather> Acesso em: 29/10/2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15606-4: Ginga-J - Ambiente para a execução de aplicações procedurais.** Rio de Janeiro, 2010.

AXIS COMMUNICATIONS. **Padrão de compactação de vídeo H.264 - Novas possibilidades em vigilância por vídeo.** 2010. Disponível em: <http://www.axis.com/files/whitepaper/wp_h264_31808_br_0804_lo.pdf> Acesso em: 03 set. 2010.

BARBOSA, Simone Diniz Junqueira; SOARES, Luiz Fernando Gomes. **TV digital interativa no Brasil se faz com Ginga: Fundamentos, Padrões, Autoria Declarativa e Usabilidade**. 2008. Disponível em: <<http://www.ncl.org.br/documentos/JAI2008.pdf>> Acesso em: 22 set. 2010

BECKER, Valdecir. **A TV Digital no Brasil**. 2009. Disponível em: <http://imasters.uol.com.br/artigo/11658/tvdigital/a_tv_digital_no_brasil/> Acesso em: 07 abr. 2010.

BECKER, Valdecir; MONTEZ, Carlos. **TV Digital Interativa: conceitos, desafios e perspectivas para o Brasil**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2005.

BECKER, Valdecir; MORAES, Áureo. **A necessidade da inovação no conteúdo televisivo digital: uma proposta de comercial para TV interativa**. 2008. Disponível em: <http://www.itvproducoesinterativas.com.br/pdfs/A-scpdi_03.pdf> Acesso em: 01 out. 2010.

BITTENCOUR, Fábio Antonio; BENNERT, Wagner Alves. **TV DIGITAL: Uma análise das modulações e das codificações de áudio e vídeo no modelo terrestre**. 2007. Disponível em: <<http://www.daeln.ct.utfpr.edu.br/~tccdaeln/TCCs2007/MONOGRAFIA%20TV%20DIGITAL.pdf>> Acesso em: 05 out. 2010.

BOQUIMPANI, Aguinaldo. **Explorando o Ginga-J: como atingir cenários reais de interatividade na TV**. 2009. Disponível em: <<http://www.sucesusp.org.br/mailling2009/congresso/justjava/apresentacoes/AuditorioPrincipal/TVDigital.pdf>> Acesso em 25 set. 2010.

BRACKMANN, Christian Puhlmann. **Sistema Brasileiro de TV Digital**. 2008. Disponível em: <http://www.tvdi.inf.br/upload/artigos/sbtvd_-_ti.pdf> Acesso em: 02 out. 2010.

BRASIL. Decreto nº. 4.901, de 26 de novembro de 2003. Institui o Sistema Brasileiro de Televisão Digital - SBTVD, e dá outras providências. CASA CIVIL DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA - CC-PR, Brasília, DF, 26 nov. 2007, p. 7.

CAHÚ, Maria Isabela Souza de Melo. **Análise do mercado de TV por assinatura**. 2008. Disponível em: <<http://virtualbib.fgv.br/dspace/handle/10438/2688>> Acesso em: 25 mai. 2010.

CASTELLS, Manuel. **A Galáxia da Internet: reflexões sobre a internet, os negócios e a sociedade**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2003, 244 p.

CPqD - II Jornada de Integração. **Codificador e Decodificador de Áudio AAC**. 2005. Disponível em: <http://sbtvd.cpqd.com.br/cmp_tvdigital/biblioteca/outros/apresentacao/JInt02_ST3-4_RFP10_CODEC-AAC_USP-LSI.pdf> Acesso em: 08 out. 2010.

CRUZ, Renato. **TV Digital no Brasil: tecnologia versus política**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2008. 288 p.

DALMAZO, Luiza. **TV Digital aberta não vai afetar mercado da TV paga, diz ABTA**. 2007. Disponível em: <<http://computerworld.uol.com.br/telecom/2007/06/27/idgnoticia.2007-06-27.2191081190/>> Acesso em: 01 jun. 2010.

DAMASCENO, Jean Ribeiro. **Middleware Ginga**. 2008. Disponível em: <http://www.midiacom.uff.br/~debora/fsmm/trab-2008-2/apres_middlewares.pdf> Acesso em: 25 set. 2010.

DATAFOLHA – INSTITUTO DE PESQUISA. **Jovens brasileiros**. 2008. Disponível em: <http://datafolha.folha.uol.com.br/po/ver_po.php?session=700> Acessado em: 15 mai. 2010.

DTV. **Site Oficial da TV Digital Brasileira**. Disponível em: <<http://www.dtv.org.br>> Acesso em: 31 mar. 2010.

DTV. **Glossário da TV Digital**. Disponível em: <<http://www.dtv.org.br/index.php/entenda-a-tv-digital/glossario-da-tv-digital/>> Acesso em: 20 ago. 2010.

FARIA, João Pascoal. **UML - Diagramas de Sequência**. 2001. Disponível em: <<http://paginas.fe.up.pt/~jpf/teach/POO/sequencia.pdf>> Acesso em: 01 nov. 2010.

FERNANDES, Jocimar. **TV Digital Interativa**. 2006. Disponível em: <<http://www.esab.edu.br/arquivos/monografias/TccEngSistJf.pdf>> Acesso em: 10 out. 2010.

FÓRUM DO SISTEMA BRASILEIRO DE TV DIGITAL TERRESTRE. **Site Oficial da TV Digital Brasileira**. Disponível em: <<http://www.forumsbtvd.org.br/default.asp>> Acesso em: 31 mar. 2010.

GINGA - TV Interativa se faz com Ginga. **Sobre o Ginga**. 2008. Disponível em: <<http://www.ginga.org.br/sobre.html>> Acesso em: 23 set. 2010.

GLOBO COMUNICAÇÃO E PARTICIPAÇÕES S.A. **Filipinas adota padrão ISDB-T de TV digital**. 2010. Disponível em: <http://www.tvglobodigital.com/noticias/ler/geral/filipinas_adota_padrao_i_s_d_b_t_de_t_v_digital/209> Acesso em: 15 abr. 2010.

GLOBO COMUNICAÇÃO E PARTICIPAÇÕES S.A. **TV Digital**. Disponível em: <<http://www.tvglobodigital.com/tecnicos/>> Acesso em: 30 mar. 2010.

GOES, Hélio Santos; DAMASCENO, José Carlos. **Governo eletrônico: uma proposta de cidadania, democracia e inclusão na "era digital"**. 2004. Disponível em: <http://www.nead.unama.br/site/bibdigital/pdf/artigos_revistas/256.pdf> Acesso em: 06 jun. 2010.

GOMES, Fábio de Jesus Lima; LIMA, José Valdeni. **O papel como interface para o t-learning**. 2005. Disponível em: <http://www.cinted.ufrgs.br/renote/nov2005/artigosrenote/a72_t-learning.pdf> Acesso em: 10 jun. 2010.

GUILHEN, Cristian Degasperi. **Educação à distância e desenvolvimento social**. 2010. Disponível em: <http://imasters.com.br/artigo/16775/elearning/educacao_a_distancia_e_de_senvolvimento_social/> Acesso em: 05 out. 2010.

HERWEG FILHO, Gunter Heinrich. **Lua: Introdução**. 2009. Disponível em: <http://imasters.com.br/artigo/11743/tvdigital/luca_introducao/> Acesso em: 20 out. 2010.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios**. 2007. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1230&id_pagina=1> Acesso em: 15 abr. 2010.

IDBRASIL. **Inclusão Digital**. Disponível em: <http://www.idbrasil.gov.br/docs_prog_gesac/artigos_entrevistas/Document.2004-06-30.2807> Acesso em: 05 abr. 2010.

JUNOT, Regis Alvim. TV Digital Interativa: **Uma nova mídia**. Disponível em: <http://www.via.multimidia.nom.br/tvdi/tcc_regis_alvim_junot.pdf> Acesso em: 07 abr. 2010.

LEMES, Sara. **TV digital é a chance de inclusão em massa**. 2009. Disponível em: <http://www.brasilwiki.com.br/noticia.php?id_noticia=15776> Acesso em: 06 abr. 2010.

MENDOZA, Leonardo Alfredo Forero. **Codificação de Áudio no Padrão Brasileiro de Televisão Digital**. 2008. Disponível em: <<http://www.midiacom.uff.br/~debora/fsmm/trab-2008-2/audio.pdf>> Acesso em: 15 out. 2010.

MOREIRA, Daniela. **EUA, Europa e Japão: conheça os três padrões de TV digital**. 2006. Disponível em: <<http://idgnow.uol.com.br/telecom/2006/02/13/idgnoticia.2006-02-13.4003735509/>> Acesso em: 08 mai. 2010.

OLIVEIRA JÚNIOR, João M. B. de et al. **Simulando o ENEM na TV Digital**. 2009. Disponível em: <<http://www.ufpi.br/subsiteFiles/ercemapi/arquivos/files/artigos/graduacao/g7.pdf>> Acesso em: 09 set. 2010.

PAVARIN, Guilherme. **66,3 milhões de brasileiros têm acesso à web**. 2010. Disponível em: <<http://info.abril.com.br/noticias/internet/66-3-milhoes-de-brasileiros-tem-acesso-a-web-15022010-13.shl>> Acesso em: 10 abr. 2010.

PAVARIN, Guilherme. **Google TV chega ainda em 2010**. 2010. Disponível em: <<http://info.abril.com.br/noticias/tecnologia-pessoal/google-tv-sera-lancada-ainda-em-2010-20052010-24.shl?2>> Acesso em: 10 jun. 2010.

PICCIONI, Carlos Alexandre. **Modelo e implementação de um serviço de datacasting para televisão digital**. 2005. Disponível em: <<http://www.das.ufsc.br/~montez/publications/2005%20Carlos.Piccioni.pdf>> Acesso em: 25 set. 2010.

RAMOS, Anatólia Saraiva Martins. **Governo eletrônico**. 2009. Disponível em: <http://www.escoladegoverno.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/searh_escola/arquivos/pdf/governo_eletronico.pdf> Acesso em: 07 ago. 2010.

REBOUÇAS, Fernando. **Invenção da Televisão**. 2008. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/comunicacao/invencao-da-televisao/>> Acesso em: 30 mai. 2010.

REVISTA T&C AMAZÔNIA, Manaus, AM: n. 12, out. 2007. Disponível em: <<https://portal.fucapi.br/tec/index.php?sidrevista=13>> Acesso em: 07 abr. 2010.

SEDREZ, Fernando de Moraes. **Desenvolvimento de um aplicativo para TV Digital Interativa utilizando a tecnologia Java TV**. 2008. Disponível em: <<http://www.tvdi.inf.br/upload/artigos/sedrez.pdf>> Acesso em: 12 out. 2010.

SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. **Impactos ocupacionais e educacionais da TV digital no Brasil**. Brasília, 2008. 126 p.

SILVA, André M. C. da. **Um Estudo Sobre o Padrão H.264/AVC de Compressão de Vídeo**. 2007. Disponível em: <<http://ppginf.ucpel.tche.br/TI-arquivos/2007/PPGINF-UCPel-TI-2007-2-02.pdf>> Acesso em: 02 out. 2010.

SILVA, Juliano Melo. **As aplicações e intenções da IPTV**. 2009. Disponível em: <<http://si.uniminas.br/TFC/monografias/Monografia%20Juliano%20-%20Tema%20IPTV%20Final.pdf>> Acesso em: 27 mai. 2010.

SIMÕES, Denis Gerson. **Paradigmas da implantação da televisão digital: programação, ações nacionais e tendências locais**. 2008. Disponível em: <<http://projeto.unisinos.br/cepos/PPDenisGerson.pdf>> Acesso em: 02 nov. 2010.

SOARES, Luiz Fernando Gomes. **TV interativa se faz com Ginga**. 2008. Disponível em: <<http://www.gingancl.org.br/resources/Encarte-mod.pdf>> Acesso em: 30 set. 2010.

TEIXEIRA, Juliana Fernandes. **Perspectivas, tendências e cenários da TV digital: Desafios para o conteúdo e para a linguagem.** 2009. Disponível em: <<http://www.revistas.univerciencia.org/index.php/comtempo/article/viewFile/6724/6109>> Acesso em: 03 nov. 2010.

TELECO – Inteligência em Telecomunicação. **Implantação TV Digital no Mundo.** 2010. Disponível em: <http://www.teleco.com.br/tvdigital_mundo.asp> Acesso em: 04 jun. 2010.

TELECO – Inteligência em Telecomunicação. **Arquitetura de um sistema de TV Digital Interativa.** 2010. Disponível em: <http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorial_interatividade/pagina_2.asp> Acesso em: 26 set. 2010.

TERRERAN, Caio. **TV paga já tinha sinal digital; novos conversores serão de alta definição.** 2007. Disponível em: <http://tecnologia.uol.com.br/produtos/ultnot/2007/12/06/ult2880_u502.jhtm> Acesso em: 27 mai. 2010.

VAZ, Wagner Maciel. **Geração de Conteúdo para TV Digital do Acervo Digital do Ponto de Cultura.** 2008. Disponível em: <<http://www.tvdi.inf.br/upload/artigos/wagner.pdf>> Acesso em: 01 jun. 2010.

WILSON Mark; BURGOS, Pedro. **O que é a Google TV.** 2010. Disponível em: <<http://www.gizmodo.com.br/conteudo/o-que-e-google-tv>> Acesso em: 10 jun. 2010.

XAVIER, Brígida Costa; TORRES, Gislene de Oliveira. **MPEG (Formato de arquivo de Vídeo).** 2005. Disponível em: <<http://www2.dcc.ufmg.br/disciplinas/ii/ii051/seminario/mpeg.pdf>> Acesso em: 27 set. 2010.

ZIMERMANN, Filipe. **Canal de Retorno em TV Digital: Técnicas e abordagens para a efetivação da interatividade televisiva.** 2007. Disponível em: <http://projetos.inf.ufsc.br/arquivos_projetos/projeto_617/canal_retorno__artigo__filipi_zimmermann.pdf> Acesso em: 04 out. 2010.