

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DO PIAUÍ – CEFET-PI

TECNOLOGIA EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

NAIRON SARAIVA VIANA

**CONCEPCÃO E DESENVOLVIMENTO DE SERVIÇOS E
APLICATIVOS PARA TELEVISÃO DIGITAL INTERATIVA: UMA
PROPOSTA DE *t-commerce***

TERESINA-PI, DEZEMBRO DE 2007

NAIRON SARAIVA VIANA

**CONCEPÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE SERVIÇOS E
APLICATIVOS PARA TELEVISÃO DIGITAL INTERATIVA: UMA
PROPOSTA DE *t-commerce***

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de Tecnólogo em Sistemas de Informação no curso de Tecnologia em Sistemas de Informação do Centro Federal de Educação Tecnológica do Piauí, CEFET-PI.

Orientador: Prof. MSc. Fábio de Jesus Lima Gomes.

TERESINA-PI, DEZEMBRO DE 2007

NAIRON SARAIVA VIANA

**CONCEPÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE SERVIÇOS E APLICATIVOS PARA
TELEVISÃO DIGITAL INTERATIVA: UMA PROPOSTA DE *t-commerce***

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Tecnólogo em Sistemas de Informação, no Curso de Tecnologia em Sistemas de Informação do Centro Federal de Educação Tecnológica do Piauí, CEFET-PI.

Teresina, 20 de dezembro de 2007.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Fábio de Jesus Lima Gomes – Msc – (CEFET-PI) - Orientador

Prof. Erick Baptista Passos – Msc – (CEFET-PI)

Prof. Weyler Nunes Martins Lopes – Msc – (CEFET-PI)

DEDICATÓRIA

À minha família; em especial, à minha mãe.

AGRADECIMENTOS

Ao Centro Federal de Educação Tecnológica do Piauí, por ter me proporcionado adquirir conhecimentos tão importantes e imprescindíveis à minha formação.

Agradeço à minha família que, na figura de minha mãe sempre me proporcionou apoio incondicional e me incentivou, mostrando-me com pequenos atos, o que é possível se alcançar quando se tem clareza e objetivo fixos.

Ao professor Fábio de Jesus Lima Gomes, pelo suporte fundamental dado à realização do trabalho.

Ao Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Eletrônica e da Informação do Mestrado em Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Amazonas, que forneceu a estrutura fundamental para a finalização do trabalho.

“A TV Interativa não é uma simples junção ou convergência da Internet com a TV, nem a evolução de nenhuma das duas; é uma nova mídia que engloba ferramentas de várias outras, entre elas a TV como a conhecemos hoje e a Internet”

MONTEZ E BECKER

RESUMO

O presente trabalho analisa os principais conceitos referentes aos novos serviços que surgem com a implantação de um modelo de TV Digital Interativa sob aspectos das exigências dessa nova plataforma para desenvolvimento de aplicações, sobretudo na questão dos recursos disponíveis; até que ponto esse contexto de construção de aplicativos diverge de um ambiente computacional convencional e em que parâmetros ocorre essa divergência. Questões de viabilidade, usabilidade e interface são levantadas quando da avaliação das necessidades e do impacto que um novo serviço gera no ambiente em que é implantado. Especificamente, é abordado um modelo de *t-commerce*, o comércio eletrônico via TV Digital Interativa, um dos serviços que mais prometem com o surgimento dessa nova mídia tecnológica, explicando suas características e utilizando-o para verificar a viabilidade da TV Digital Interativa como um canal de distribuição no mercado eletrônico considerando-se a posição atual da Internet e como deverá se adaptar a essa nova tecnologia.

Palavras-chave: Convergência Tecnológica, TV Digital, Usabilidade, Comércio Eletrônico.

ABSTRACT

The present work analyzes the main referring concepts to the new services that appear with the implantation of an Interactive model of Digital TV under aspects of the requirements of this new platform for development of applications, over all in the question of the available resources; until point this context of construction of applications diverges of a conventional computational environment and where parameters this divergence occur. Questions of viability, usability and interface are raised when of the evaluation of the necessities and the impact that a new service generates in the environment where it is implanted. Specifically, a model of t-commerce is analyzed, the electronic commerce through Interactive Digital TV, one of the services that more promise with the appearing of this new technological media, explaining its characteristics and using it to verify the viability of the Interactive Digital TV as a way of distribution in the electronic market considering the current position of the Internet and how it will have to be adapted to this new technology.

Key-Words: Technological Convergence, Digital TV, Usability, Electronic Commerce.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fluxo do Conteúdo Televisivo	17
Figura 2 – Sistema de Televisão Digital Interativa.....	18
Figura 3 – Etapas da interpretação do sinal pelo receptor	19
Figura 4 – Etapas do Tratamento do Sinal em um sistema Digital	20
Figura 5 – Estrutura do Terminal de acesso.....	21
Figura 6 – Arquitetura de camadas do Terminal de acesso	22
Figura 7 – O <i>middleware</i> como ambiente de execução de aplicações.....	23
Figura 8 – Serviços são Funcionalidades providas ao usuário.....	24
Figura 9 – Modelos de Referência para TV Digital. São Conjuntos de Tecnologias específicas para cada etapa do sistema de TV Digital	25
Figura 10 – O Modelo de Referência Europeu. Arquitetura.....	26
Figura 11 – O Modelo de Referência Americano. Arquitetura	27
Figura 12 – O Modelo de Referência Japonês. Arquitetura.....	27
Figura 13 – O Modelo GEM como integração entre os padrões existentes.....	28
Figura 14 – Sistema Interativo	40
Figura 15 – Guia de Programação Eletrônica (<i>Electronic Program Guide</i>)	42
Figura 16 – Envio de SMS.....	43
Figura 17 – Aplicação interativa permanente(<i>Interactive Sports</i>)	43
Figura 18 – Serviços, Interatividade e Canal de Retorno	44
Figura 19 – API javaTV na arquitetura do receptor de TV Digital	52
Figura 20 – Estados de um <i>Xlet</i>	60
Figura 21 – Diversidade de Controles Remotos	70
Figura 22 – Segurança em TVDI. Arquitetura utilizada para autenticar aplicações..	71
Figura 23 – Exemplo de aplicação no XeTVView	72
Figura 24 – Interface do ambiente OpenMHP	74
Figura 25 – Aspecto do Emulador da Espial.....	75
Figura 26 – Exemplo de Aplicação no Espial's iTV	75
Figura 27 – Interface do IRT	76
Figura 28 – Ambiente de Autoria do Cardinal Studio.....	77
Figura 29 – Arquitetura do ambiente NIST-DASE	78
Figura 30 – Interface do STB Simulation – Electronic Program Guide.....	78

Figura 31 – Aplicação declarativa no ambiente Maestro Formatter.....	79
Figura 32 – Tela do Composer – Visões da edição de um documento NCL	80
Figura 33 – Faturamento anual do comércio eletrônico (em bilhões de reais)	85
Figura 34 – Interface do Sistema. Tela Inicial	94
Figura 35 – Interface do Sistema. Tela de Cadastro	95
Figura 36 – Interface do Sistema. Tela de Compras	95
Figura 37 – Desenvolvimento e Testes do Sistema	96

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Padrões de Televisão Digital Interativa e seus respectivos padrões de <i>middleware</i>	25
Tabela 2 – Finalidades do SBTVD	30
Tabela 3 – Teste comparativo entre os três padrões	31
Tabela 4 – Modelo básico de um documento NCL	55
Tabela 5 – Bibliotecas e componentes da API javaTV	58
Tabela 6 – Execução de um Xlet em interação com o Gerenciador de Aplicações..	60
Tabela 7 – 20 países com maior número de Internautas.....	82
Tabela 8 – Quantidade de Pessoas Conectadas a Web no Brasil. Série Histórica 1997-2005	84
Tabela 9 – Acesso a Internet no Brasil: Janeiro de 2006	84
Tabela 10 – Evolução temporal das atividades do projeto	93

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações.

API – *Application Programming Interface.*

ARIB – *Association of Radio Industries and Businesses.*

ATSC – *Advanced Television Systems Committee.*

BBC – *British Broadcasting Corporation.*

DASE – *DTV Application Software Environment.*

DAVIC – *Digital Audio Visual Council.*

DiBEG – *Integrated Services Digital Broadcasting.*

DVB – *Digital Video Broadcasting.*

EPG – *Electronic Program Guide.*

ETSI – *European Telecommunications Standards.*

GEM – *Globally executable MHP*

HAVi – *Home Audio Video Interoperability.*

HTML – *Hypertext Markup Language.*

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IRT – *Institut für Rundfunktechnik.*

ISDB – *Integrated Services Digital Broadcasting.*

ISO – *International Standards Organization.*

ITV – *Interactive Television.*

JME – *Java Micro Edition.*

JSDK – *Java Standard Development Kit.*

JVM – *Java Virtual Machine.*

MHP – *Multimedia Home Platform.*

MPEG – *Moving Picture Experts Group.*

NCL – *Nested Context Language.*

NCM – *Nested Context Model.*

SBTVD – Sistema Brasileiro de Televisão Digital.

STB – *Set Top Box.*

XML – *Extensible Markup Language.*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO: Sociedade da Informação, Convergência Tecnológica, Televisão e Exclusão Digital.....	11
2 TV Digital	16
2.1 Definição	16
2.2 Arquitetura do Modelo – Componentes da Televisão Digital Interativa.	18
2.2.1 Geração do Sinal - Difusor.....	18
2.2.2 Interpretação do Sinal – Receptor.....	19
2.2.3 STB – URD (<i>set top box - unidade de recepção e decodificação</i>).....	20
2.2.3.1 Estrutura do Terminal de Acesso.....	21
2.3 Serviços.....	23
2.4 Padrões (Modelos de Referência) de TV Digital.....	24
2.5 O Brasil no contexto das Tecnologias para Televisão Digital Interativa	29
3 Interatividade	33
3.1 Definição: Idéia Geral sobre Interatividade	33
3.2 Interatividade e Tecnologia	36
3.3 A Interatividade na TV Digital	37
3.4 Arquitetura de um sistema Interativo	39
3.5 Cenários de Aplicações Interativas	44
4 Concepção e Desenvolvimento de Aplicativos para TV Digital Interativa.....	47
4.1 Concepção de Serviços e Aplicações Interativos	47
4.2 Ambiente de Desenvolvimento.....	49
4.3 Principais tipos de Aplicações	52
4.3.1 NCL (<i>Nested Context Language</i>).....	53
4.3.1.1 Definições.....	53
4.3.1.2 Estrutura de um documento NCL.....	54
4.3.2 javaTV: A tecnologia Java para Televisão Digital Interativa	56
4.3.2.1 Aplicações em javaTV	59
4.3.2.2 As interfaces <i>Xlet</i> e <i>XletContext</i>	61
4.4 Usabilidade e Interfaces para Televisão Digital Interativa	63
4.4.1 Usabilidade	65
4.4.2 Diretrizes para o design de software interativo em geral	65

4.4.3 Diretrizes para o design de aplicações para Televisão Digital Interativa .	68
4.5 Segurança na Plataforma de Televisão Digital Interativa	70
4.6 Tecnologias – Emuladores e Ferramentas de Desenvolvimento	72
4.6.1 XleTView	72
4.6.2 OpenMHP	73
4.6.3 Espial iTV Reference Platform.....	74
4.6.4 IRT	75
4.6.5 Cardinal Studio	76
4.6.6 NIST DASE Reference Implementation.....	77
4.6.7 Maestro Formatter	78
4.6.8 Composer	79
5 O Comércio eletrônico via TV Digital Interativa (<i>t-commerce</i>)	81
5.1 Definições acerca do Comércio Eletrônico	81
5.2 A iTV(interactive Television) como canal de distribuição para o Comércio Eletrônico	85
5.3 Estratégias do Comércio Eletrônico – canal de distribuição associando TV/Internet.....	87
5.4 Impactos do Comércio Eletrônico e iTV no mercado.....	89
6 DESCRIÇÃO DO TRABALHO E METODOLOGIA DE PESQUISA	92
7 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA FUTUROS ESTUDOS	97
REFERÊNCIAS	99
ANEXO 1. EDITAL DO SBTVD – REDES DE PESQUISA.....	110

1 INTRODUÇÃO: Sociedade da Informação, Convergência Tecnológica, Televisão e Exclusão Digital

Muitos estudiosos acreditam que a sociedade atual vive numa transição de industrial para informacional, tecnocrônica, coordenada principalmente por uma revolução constante nos meios de tecnologias, que cada vez mais buscam novas formas de comunicações integradas, multimídias e interativas, sempre motivadas pela necessidade global de informação. É o que afirmam [ROSNAY, 1998] e [LOJKINE, 1999], caracterizando esse processo como de revolução informacional partindo da integração de uma série de tecnologias, que nasce sob embasamento do termo tecnologia da informação, culminando com um contexto que [CASTELLS, 1999] chama de a Era da Informação e do Conhecimento.

A integração na chamada Terceira Revolução Industrial, entre diversas áreas do conhecimento se deu principalmente por uma grave crise econômica no final da década de 70, afetando as tecnologias da informação e comunicação, que evoluíram e passaram a ter destaque no corrente processo de mundialização e globalização da economia, como afirma [SANTOS, 2001]:

A partir desse ponto se inicia um processo de mudanças econômicas, políticas e sociais que desemboca na chamada sociedade da informação, onde têm papel destacado os meios de comunicação, que para adaptarem-se a esse novo modelo de desenvolvimento e crescimento, têm sofrido alterações importantes como, por exemplo, a transição para a era digital.

É importante observar a relação, dentro desse processo de revolução da sociedade informacional entre mundialização e globalização, no que se refere à idéia a que cada um desses conceitos está ligado. Conforme [VILCHES, 2001], enquanto mundialização é um conceito de integração em caráter cultural, de homogeneização de culturas, que surgiu com a industrialização e obrigou a sociedade a uma rápida transformação, globalização tem um fundo de integração econômica, de alargamento da produção industrial de uma escala regional para uma escala global. Ambos os conceitos estão ligados, na medida em que a integração em nível econômico provocou uma invasão cultural, ou como [LATOUCHE, 1994] afirma, por exemplo, uma massificação da cultura ocidental sobre a oriental.

O termo “Tecnologia da Informação” foi empregado nesse contexto e incorpora o processo de envolvimento de um conjunto de áreas: informática, telecomunicações, comunicações, ciências da computação, engenharia de sistemas e de software, que segundo [CASTELLS, 1999] se usam de conhecimentos científicos para especificar as coisas de maneira reproduzível. A globalização contribuiu, no que diz respeito à informação e comunicação, para a instauração de uma sociedade mais integrada e dinâmica, em torno dos novos meios tecnológicos que surgiram. Hoje, as novas tecnologias da informação, desde os satélites ao cabo, da microeletrônica à digitalização, têm um impacto social de efeitos até agora impossíveis de prever em toda sua magnitude.

A integração da nova sociedade se reflete na própria integração das novas tecnologias. Cada uma surge para complementar os serviços e produtos oferecidos pelas já existentes, num contexto de convergência comum das funcionalidades oferecidas. De acordo com [COMISSÃO EUROPÉIA, 1997], entre os exemplos de produtos e serviços oferecidos pelas novas tecnologias encontram-se: os serviços de dados sobre as plataformas de radiodifusão numérica; os lançamentos em rede das atualidades, dos esportes, dos concertos e outros serviços audiovisuais; operações bancárias on-line, *chats* e grupos de discussão, correio eletrônico, serviços específicos de Internet como acesso aos dados da world wide web (www) por intermédio das pesquisas de celulares, ainda que sua utilização seja empresarial; e os serviços em linha combinados com a televisão dos sistemas de Web-TV ou em outros países a TV interativa com transmissor via cabo ou satélites numéricos.

Dentre essas tecnologias, a que mais está relacionada ao conceito de convergência e integração tecnológica é a Internet. De acordo com [CARRAL, 1998] de um ponto de vista técnico a Internet é um conjunto de normas e protocolos que permite interoperar os computadores que as respeitam, independente do fabricante da máquina, do sistema operativo em uso ou do meio físico usado para conexão. Essa idéia de interoperabilidade da Internet, que promove o acesso aos mais variados tipos de informação nos mais diversificados cantos do globo, de uma rede com um sistema de conexão associativa, baseado em uma relação dinâmica de conteúdo, Hipertexto associado à Hipermídias, modificando a forma de comunicação tradicional, a colocou como o principal meio de interatividade efetiva e como a base para o surgimento de uma convergência acelerada das telecomunicações e da

comunicação permeadas pela informação [VILCHES, 2001]. É o que se chama **Convergência Tecnológica**, ou **Telemática**, ou ainda, segundo [DIZARD, 1998], **A Nova Mídia**.

A Comissão Europeia [COMISSÃO EUROPEIA, 1997], em seu *Green Paper On Technological Convergence*, afirma que a Convergência Tecnológica tem tanto um lado técnico como um lado funcional. Conforme [BÓRES, 2001]:

O lado técnico se refere à capacidade de prover uma infra-estrutura de transporte para algum tipo de dado, enquanto que o lado funcional permite aos consumidores integrar de maneira simples funções de computação, entretenimento e voz em um único dispositivo habilitado a executar uma série de tarefas.

A idéia de Convergência Tecnológica é ilustrada também como [COMISSÃO EUROPEIA, 1997]:

A habilidade de diferentes plataformas de rede de interoperar essencialmente tipos similares de serviços; o funcionamento integrado de dispositivos do consumidor tais como o telefone, a televisão e o computador pessoal.

Essa convergência culmina no desaparecimento das diferenças entre os meios tecnológicos (TV, Computador, Rádio, Telefone), baseada principalmente em inovações nos setores de telecomunicações, da informática e da indústria do entretenimento num processo de integração de conteúdo [VILCHES, 2001]. Isso sugere um contexto moderno de sociedade da informação suportada por meios tecnológicos convergentes, onde a principal característica é a convivência do usuário-consumidor com conteúdos integrados, em uma relação interativa herdada da Internet, através de diversos meios tecnológicos, como Celulares, Computadores e a Televisão Digital.

Por outro lado, analisando o impacto social em um nível mais extenso que todo esse processo de globalização, mundialização e Convergência Tecnológica provocam, observa-se que ao mesmo tempo em que surgem novas tecnologias, superando as já existentes, o aumento da disparidade entre os que têm e os que não tem acesso a tecnologia cresce proporcionalmente. E hoje, não ter acesso à tecnologia significa estar à margem da sociedade, pois ela própria se desenvolveu e

atingiu este atual estado pela própria evolução tecnológica. Essa idéia é enfatizada por [MONTEZ E BECKER, 2004]:

*Esse aspecto é agravado com a importância que a informação adquiriu na nova era do conhecimento. Como os produtos digitais são usados predominantemente para gerar, gerenciar e transmitir informações, quem não possui acesso à tecnologia fica automaticamente fora do mundo do conhecimento, entrando num ciclo vicioso criado pela evolução tecnológica e pela **sociedade da informação**.*

Esse contexto gera uma situação comum na sociedade pós-moderna atual, o de **Exclusão Digital**, que nada mais é que a indisponibilidade do acesso à tecnologia por uma parte da sociedade. Estar inserido na sociedade atual significa ter os meios tecnológicos que permitem o acesso à informação e ao conhecimento, através dos variados tipos de mídias existentes. [MONTEZ E BECKER, 2004] definem **Exclusão Digital** como a indisponibilidade de três recursos básicos: um computador, uma linha telefônica e um provedor de acesso.

Um dos meios mais populares de comunicação no mundo e no Brasil é a Televisão. O conceito de Televisão evoluiu muito nos últimos anos, acompanhando a própria convergência natural de tecnologias e as necessidades de uma sociedade cada vez mais globalizada e com serviços mundializados, característicos da atual era da informação e do conhecimento. A Internet surgiu como uma revolução no conceito de integração global oferecendo muitos serviços até então inovadores e integrando-se as novas mídias tecnológicas que surgiam. O papel da Televisão, nesse cenário, como meio de integração de massas, foi modificado exatamente pela necessidade de uma maior participação do telespectador, com o aparecimento daquilo que chamam 'programas interativos' [MONTEZ E BECKER, 2004], como uma tentativa de 'acompanhar' a revolução que a integração pela Internet trouxe.

Segundo o Relatório do Ministério das Comunicações [MINISTÉRIO DAS COMUNICAÇÕES, 2003], cerca de 90% dos municípios brasileiros possuem receptores de Televisão e mais de 81% deles recebem exclusivamente sinais de Televisão aberta. É exatamente por essa popularidade, por esse alcance social elevado que caracteriza a Televisão, que ela é enxergada por muitos autores, como a solução para o problema da **Exclusão Digital** no Brasil, sendo, por meio de seu novo status de interativa e digital a mídia tecnológica capaz de integrar a maioria da

população e promover o conhecimento necessário à inclusão da grande massa no meio da sociedade informacional.

A solução para o problema da **Exclusão Digital**, seria utilizar a Televisão Digital Interativa como meio computacional de acesso da grande massa às variedades de conteúdos, juntamente com a disponibilização de provedores gratuitos e redução nas tarifas de linhas telefônicas. Essa é a principal aposta do governo, na especificação de um modelo de Televisão Digital Interativa Brasileiro, para reverter o processo de Exclusão Digital da sociedade brasileira [MONTEZ E BECKER, 2004].

A TV Digital, como uma nova mídia [DIZARD, 1998], com características próprias traz consigo a possibilidade de inovação no que diz respeito ao contexto de Convergência Tecnológica em que se vive hoje. O fato de a Televisão poder ser um meio massivo de integração com o usuário-telespectador, traz a tona idéias de implementação de serviços até então disponíveis somente na Internet. O impacto disso é que varia de sociedade para sociedade na medida em que muitas têm necessidades diferentes, culturas diferentes e vêem esses novos serviços de forma diferente. É o que será discutido nos próximos capítulos.

2 TV Digital

2.1 Definição

A evolução da Televisão, acompanhando a convergência natural das tecnologias, obrigou a mudança em toda a estrutura da arquitetura televisiva, bem como na própria infra-estrutura do ambiente de transmissão/recepção de sinal convencionais. As técnicas de produção de conteúdo, edição e a posterior disponibilização aos aparelhos (transmissão e recepção), evoluíram utilizando-se das novas tecnologias digitais que surgiram num processo gradativo de transformações que culminou com a própria transformação do sistema de Televisão que também passou a ter características digitais [MONTEZ E BECKER, 2004].

A Televisão Digital é, portanto a última etapa desse processo de evolução, podendo ser definida como *um sistema que agrega capacidade computacional à TV* [SOARES et. al., 2006]. A capacidade computacional se refere à forma de manipular os elementos principais da TV convencional (áudio e vídeo) na forma de dados digitais. Essa manipulação traz uma série de vantagens em relação à TV Analógica convencional tais como [MONTEZ E BECKER, 2004]: a possibilidade de se aplicar técnicas de compressão de áudio e vídeo, reduzindo drasticamente a largura da banda utilizada e, conseqüentemente permitindo uma maior quantidade de informação transmitida num mesmo canal; a possibilidade de aplicação de técnicas de correção e detecção de erros no sinal digital, assim como ocorre nas plataformas de redes atuais; a melhoria significativa na qualidade da imagem, com o desaparecimento de ‘fantasmas’ ou ‘chuviscos’, permanecendo com qualidade constante enquanto livre de interferências eletromagnéticas.

Embora apresente todas essas vantagens citadas, a grande revolução no conceito de Televisão Digital está no fato de, os dados manipulados, não corresponderem somente a fluxos de áudio e vídeo no canal de transmissão. Dados podem ser transmitidos correspondendo a aplicativos específicos, que podem ser executados dentro de uma arquitetura específica, com recursos de *hardware* e *software*, por exemplo. O conceito de transmissão de dados não associados simplesmente a áudio e vídeo é definido, conforme [MONTEZ E BECKER, 2004] como *datacasting*. Ainda segundo os autores, *datacasting* ‘é o pilar da interatividade,

o que permite as aplicações e os dados correlacionados serem transmitidos'. Essa idéia de transmissão de dados traz consigo a possibilidade de exploração de diversos tipos de aplicações para o ambiente de TV digital, desde aplicações provenientes da Internet, até programas específicos de TV. Conforme [PICCIONE, 2004] complementa:

(...) deve-se destacar uma de grande importância: a possibilidade de se difundir, além de vídeo e áudio, qualquer outro tipo de informação digital. Como todo o conteúdo a ser difundido, na TVD, é codificado digitalmente, qualquer outro tipo de informação digital também pode ser difundida. Dessa forma vários outros serviços podem ser implementados através da TVD. Essa característica da televisão digital, de possibilitar a difusão de dados, é conhecida também como datacasting.

Ainda segundo [PICCIONE, 2004], não se deve tentar entender o conceito de Televisão Digital sem antes conhecer o conceito de difusão de dados, dentro do contexto de transmissão/recepção característico tanto de sistemas analógicos como digitais. O autor afirma:

A difusão é definida como um serviço de entrega de programas ou serviços, televisivos ou de rádio, para consumidores que possuem equipamento apropriado para a recepção dos mesmos. Essa entrega pode ser efetuada através de vários meios, como via radiodifusão, cabo, satélite, ou outros meios, ou a combinação destes.

Difusão é, portanto o processo de distribuição do sinal de TV, inserido dentro de um modelo de transmissão/recepção de dados com seus principais componentes com papéis bem definidos, dentro de um sistema específico de cadeia de valor. A figura a seguir (Figura 1) ilustra um exemplo de cadeia de valor típico de um sistema de televisão.

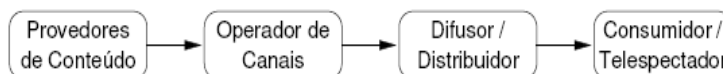


Figura 1. Fluxo do Conteúdo Televisivo. [PICCIONE, 2004]

Podemos analisar os principais componentes da TV Digital, dentro de todo o processo que vai desde a produção de conteúdo, geração do sinal, transmissão por um dado meio até a captura e interpretação pelo receptor (Figura 2):

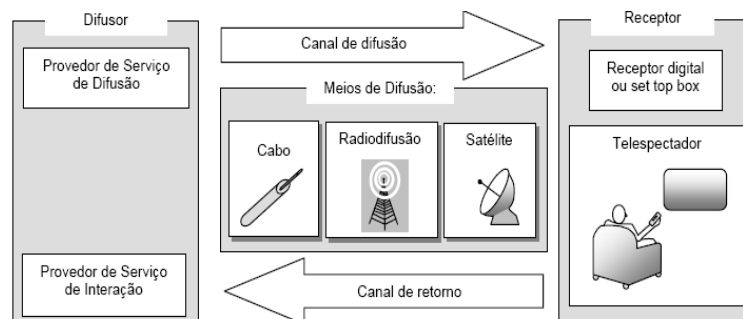


Figura 2. Sistema de Televisão Digital Interativa. [MONTEZ E BECKER, 2004]

2.2 Arquitetura do Modelo – Componentes da Televisão Digital Interativa.

2.2.1 Geração do Sinal - Difusor

Um difusor é simplesmente um provedor de serviços de difusão. Conforme dito anteriormente a difusão pode dar-se via difusão terrestre (ou radiodifusão), cabo ou satélite. O processo de geração do sinal a ser transmitido é dividido em uma série de etapas [PICCIONE, 2004] que preparam o sinal digital para ser transmitido conforme padrões convenientes do meio. A primeira etapa é a **codificação** e **compressão** da informação gerando o que se chama de *fluxo elementar* que pode corresponder a áudio, vídeo ou dados. Cada conjunto áudio-vídeo-dados é **multiplexado** em um único *fluxo de transporte*, sendo posteriormente **modulado**, preparado para ser transmitido pelos meios convencionais. A Figura 3 ilustra esse processo.

É importante, nesse contexto, ressaltar as vantagens e desvantagens dos três principais meios de difusão citados. Segundo [MONTEZ E BECKER, 2004]:

Plataformas de Cabo possuem como vantagem uma boa largura de banda para o canal de difusão e para o canal de retorno (usado para a interação do telespectador com o provedor do serviço). Contudo, a grande desvantagem do uso desse meio é que a transmissão só alcança as residências que estão interligadas fisicamente.

Plataformas de satélite possuem como vantagem o alcance de seu sinal, que pode alcançar os mais recônditos lugares do planeta. Não existem grandes custos intermediários no crescimento do alcance da rede de difusão (no caso do cabo existe a necessidade de passar cabos por novas ruas). No entanto, esse meio de difusão apresenta como desvantagem a dificuldade de

estabelecer um canal de retorno entre o telespectador (canal de interatividade) e o provedor usando o próprio satélite. Essa dificuldade usualmente é superada através do uso de linhas telefônicas.

A grande vantagem do uso de **Difusão Terrestre** é o fato desse meio ser usado atualmente nas televisões convencionais. Por conseguinte, em teoria, é possível estabelecer de uma forma mais simples a migração lenta entre telespectadores de TV convencional para a TV digital interativa. Uma desvantagem desse meio é o fato que usualmente tem menos largura de banda disponível, tendendo a possuir menos canais de TV e serviços interativos do que as plataformas via cabo e satélite. Além disso, possui o problema do canal de retorno, da mesma forma que ocorre no caso do uso de satélite.

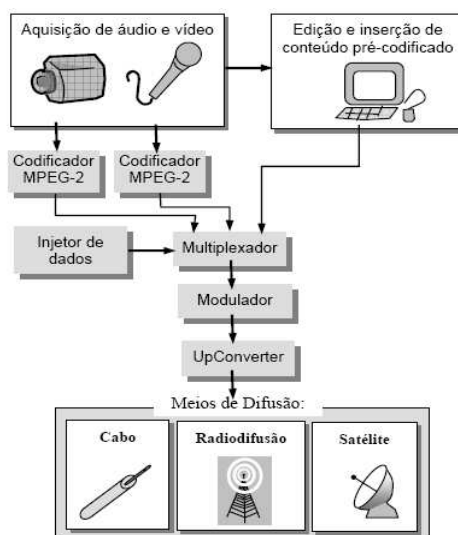


Figura 3. Etapas do Tratamento do Sinal em um sistema Digital. [MONTEZ E BECKER, 2004]

2.2.2 Interpretação do Sinal – Receptor

Do outro lado do sistema está o receptor do sinal. Este é formado pelos componentes de recepção e pelo *terminal de acesso*, ou *set top box*. O sinal difundido é captado por uma antena específica para cada tecnologia de difusão, no caso de radiodifusão ou via satélite, ou chegar via cabo. O sinal passa então pelo **demodulador** que restaura o fluxo de transporte original difundido. Nessa etapa, o **demultiplexador** separa os *fluxos elementares* previamente organizados, extraindo áudio, vídeo e dados, estes passados para a plataforma específica de execução de aplicativos, enquanto que áudio e vídeo são **decodificados** e exibidos

apropriadamente no formato televisivo. A Figura 4 ilustra esse processo [PICCIONE, 2004].

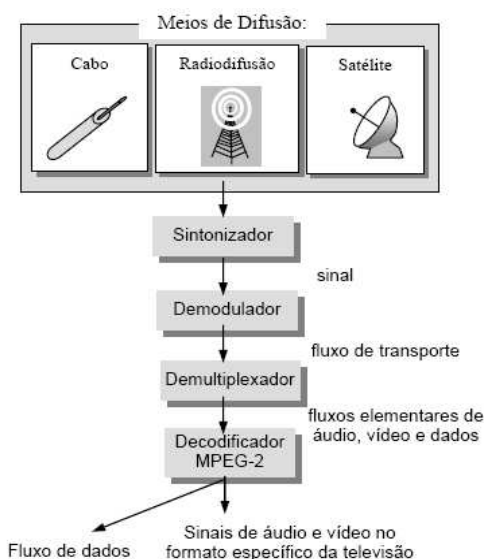


Figura 4. Etapas da interpretação do sinal pelo receptor. [MONTEZ E BECKER, 2004]

2.2.3 STB – URD (*set top box - unidade de recepção e decodificação*)

Um *set top box* é um terminal de acesso que habilita a Televisão a interpretar os conteúdos digitais transmitidos na difusão [PICCIONE, 2004]; é o componente central do modelo de uma televisão como um sistema computacional.

Um *set top box*, a princípio possui uma arquitetura semelhante a de um computador, só que com muito menos recursos, com capacidade reduzida de armazenamento e processamento, integrando todo o *hardware* específico para o ambiente de Televisão Digital, bem como a infra-estrutura para a execução de aplicativos na Televisão, e permitir a implementação do chamado *Canal de Retorno*. Segundo [PICCIONE, 2004] o *Canal de Retorno* ou canal de interatividade é o meio de comunicação que pode ser estabelecido entre produtor de conteúdo e terminal de acesso. Em outras palavras, é o canal que provém da capacidade de ocorrência do processo inverso de difusão: do receptor para o emissor. O processo de difusão passa então a ser definido como bidirecional.

Implementar o Canal de Retorno depende de vários fatores, dentre eles a própria natureza do sistema de difusão. Dentre os três tipos de difusão existentes o que promove uma largura de banda consideravelmente mais elevada é a difusão via

cabo. Na radiodifusão e na difusão via satélite a própria natureza da transmissão dificulta a implementação do canal de retorno num nível considerável [MONTEZ E BECKER, 2005].

Posteriormente, no capítulo sobre Interatividade, o Canal de Retorno será melhor definido e analisado.

2.2.3.1 Estrutura do Terminal de Acesso

Para prover a infra-estrutura necessária à execução de aplicativos no ambiente de Televisão Digital, um *set top box* é organizado em camadas bem específicas e interoperáveis, cada uma oferecendo uma interface adequada às demais, numa hierarquia semelhante à computacional. A Figura 5 mostra a arquitetura básica de um *set top box*.

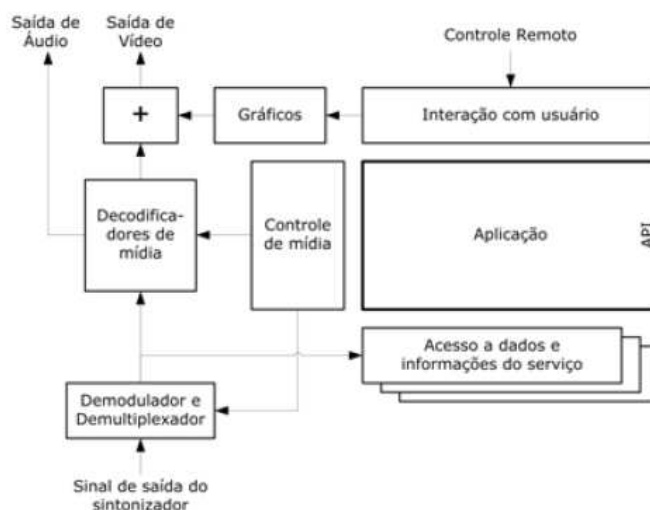


Figura 5. Estrutura do Terminal de acesso. [MONTEZ E BECKER, 2004]

[PICCIONE E MONTEZ, 2004] definem as principais funcionalidades de um *set top box*:

- Sintonização, demodularização, demultiplexação e decodificação do sinal recebido;
- Verificação dos direitos de acesso e níveis de segurança;
- Saída de Vídeo com qualidade de cinema ao televisor;
- Saída de som com qualidade Estéreo, *Surround* ou *Dolby Digital*

- Processar e verificar os serviços de Televisão Interativa.

A organização dos componentes da figura anterior em camadas bem definidas pode ser visualizada na Figura 6. Nela notamos a presença de basicamente 4 camadas: *Hardware*, *Sistema operacional*, *Middleware* e *Aplicação* [LEMOS et. all., 2004].

O *Hardware* deve prover os mecanismos de tratamento do sinal digital em um nível mais baixo, implementando técnicas de decodificação, demultiplexação e demodularização, oferecendo para a camada superior uma forma conveniente de trabalhar com o sinal.

A camada de *Software* inclui, dentre outros um *Real time Operating Sysetm* e *Device Drivers* que representa a plataforma em que as camadas superiores realizarão suas funções. Nesse nível, a camada deve ser interoperável, no sentido de fornecer uma interface entre as APIs e o hardware correspondente. [LEMOS, 2004].

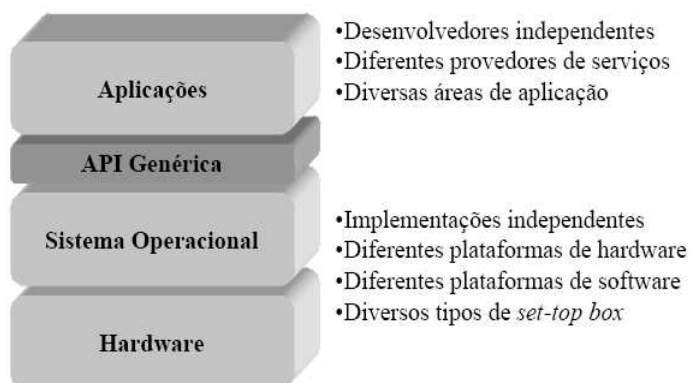


Figura 6. Arquitetura de camadas do Terminal de acesso. [LEMOS et. all., 2004]

A seguir temos a camada da *API Genérica*, onde se destaca o *middleware*., que é um conjunto de ferramentas funcionais que fornece às aplicações uma forma de execução independente de plataforma. As aplicações, nessa arquitetura, são projetadas para o *middleware*, e este se responsabiliza de interoperar plataformas de hardware independentes.

O ponto central dessa arquitetura é o *middleware*. Ao fornecer um serviço padronizado às aplicações escondendo especificidades e heterogeneidades das

camadas de *Hardware* e *Real Time O.S.*, oferecendo, em síntese uma *API* padronizada ele incrementa a portabilidade das aplicações, o que provoca, segundo [LEMOS et. al., 2004]:

Desta forma, as aplicações não acessam diretamente as facilidades providas pelo sistema operacional e o hardware do dispositivo, mas apenas os serviços oferecidos pela camada de middleware. Conseqüentemente, sem qualquer tipo de modificação no código, as aplicações podem ser diretamente executadas em qualquer STB que suporte o middleware adotado no desenvolvimento das mesmas.

Assim, desenvolver um aplicativo para o ambiente de Televisão Digital Interativa se resume a desenvolver segundo o padrão específico de *middleware*. A figura abaixo (Figura 7) resume a função de um *middleware* como plataforma de programação de aplicações.

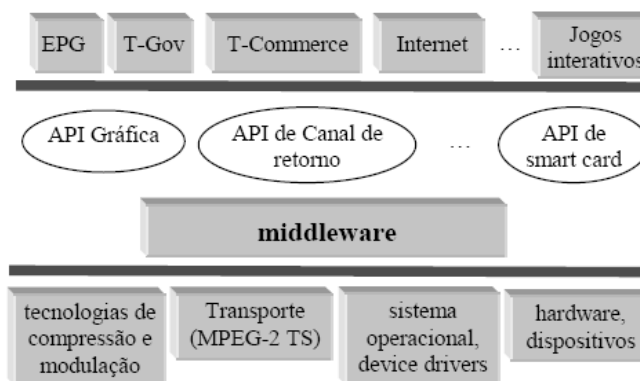


Figura 7. O *middleware* como ambiente de execução de aplicações. [MONTEZ E BECKER, 2004]

2.3 Serviços

Segundo [LEMOS, 2004] um *Serviço* é definido como a principal **unidade de produção e consumo** na TV Digital. Isso porque, como dito anteriormente, a transmissão do conteúdo se dá, de maneira mínima, num *fluxo elementar*, um conjunto de *bits* representativos do áudio, vídeo e dados. Um *Serviço*, nada mais é do que conjuntos desses fluxos, tratado no terminal de acesso de forma a recuperar toda a seqüência temporal do conteúdo ao qual está relacionado e, em último caso, fornecerem alguma funcionalidade ao telespectador-usuário, algum tipo de programa

específico. [LE MOS, 2004] enfatiza esse conceito ao definir *evento*, dentro do modelo de consumo de serviços:

No modelo de consumo de serviços de TV digital o elemento atômico de produção de mídia é chamado de evento. Um evento é um agrupamento de streams elementares (A/V/D) com um tempo definido de início e fim, como, por exemplo, a primeira parte de uma novela ou o primeiro tempo de uma partida de futebol. Um programa é uma concatenação de um ou mais eventos produzidos por um estúdio, como um capítulo de novela ou um show. Um serviço é uma seqüência de programas (programação) controlada por um difusor, que tem por objetivo atingir uma determinada audiência, e que é veiculado em uma determinada faixa de horários.

A figura abaixo (Figura 8) ilustra a relação entre serviços e a infraestrutura de Televisão Digital Interativa, resumida na figura do *middleware*:

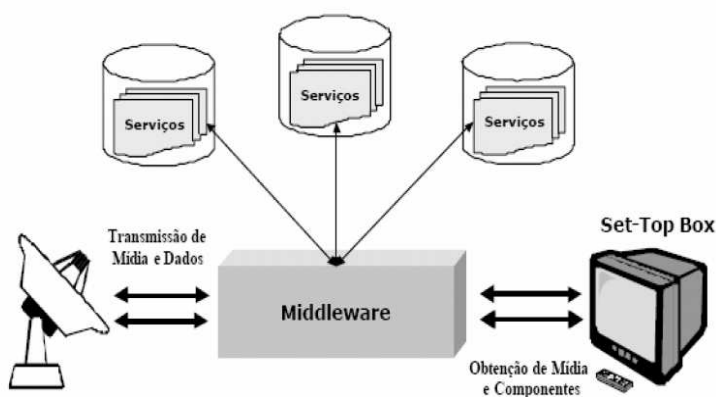


Figura 8. Serviços são Funcionalidades providas ao usuário. [LE MOS, 2004]

2.4 Padrões (Modelos de Referência) de TV Digital

Definido o conceito de *middleware*, e representado dentro de uma arquitetura de Televisão Digital, cabe agora expor os principais padrões de Modelos de Referência para Sistemas de Televisão Digital. Um Modelo de Referência [PICCIONE, 2004] é um padrão de implementação de infra-estrutura que leva em conta técnicas específicas para execução de todos os processos que compõem o sistema de transmissão digital: uma forma própria de **modulação**, **multiplexação**, **codificação**, e um *middleware* específico (Figura 9).

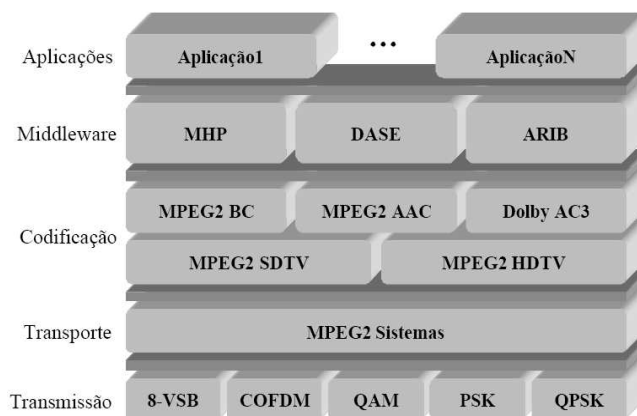


Figura 9. Modelos de Referência para TV Digital. São Conjuntos de Tecnologias específicas para cada etapa do sistema de TV Digital. [LEMOS, 2004]

Atualmente, três importantes padrões de sistemas abertos para a Televisão Digital encontram-se em desenvolvimento. O sistema predominantemente europeu, *Digital Video Broadcasting (DVB)* [DVB, 2005], o sistema norte-americano, *Advanced Television Systems Committee (ATSC)* [ATSC, 2005] e o sistema Japonês, *Integrated Services Digital Broadcasting (ISDB)* [ISDB, 2005]. Cada um dos três sistemas incluiu, em sua especificação, a definição de um padrão para plataformas de *middleware*, como camada específica de interoperabilidade, conforme pode se observar Tabela 1:

Órgão de padronização		Middleware	
DVB	<i>Digital Video Broadcasting</i>	MHP	<i>Multimedia Home Platform</i>
ATSC	<i>Advanced Television Systems Committee</i>	DASE	<i>DTV Application Software Environment</i>
ISDB	<i>Integrated Services Digital Broadcasting</i>	ARIB	<i>Association of Radio Industries and Businesses</i>

Tabela 1. Padrões de Televisão Digital Interativa e seus respectivos padrões de *middleware*. [LEMOS, 2004]

Ao final de 1997, o grupo europeu DVB iniciou a especificação de uma camada de *middleware* de projeto, que apresentasse um conjunto de tecnologias para a implementação de serviços digitais multimídias interativos. Surge então, em junho de 2000, a especificação *Multimedia Home Platform (MHP)* [MHP, 2005]. O objetivo desse padrão é oferecer um ambiente de TV interativa, independente de

hardware e software específicos, aberto e interoperável para receptores e *set top boxes* de Televisão Digital. A interoperabilidade citada está na adoção, em sua arquitetura, de uma máquina virtual Java e um conjunto de interfaces de programação de aplicações [MONTEZ E BECKER, 2005]. Por ser o padrão mais antigo e com documentação mais sólida, é utilizado na maioria dos países que implantaram um modelo de TV Digital (Figura 10).

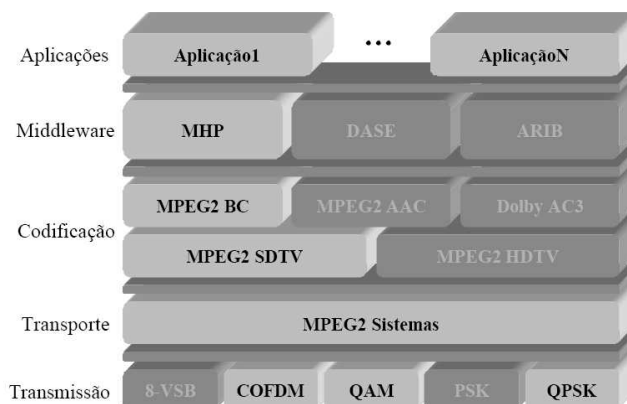


Figura 10. O Modelo de Referência Europeu. Arquitetura. [LEMOS, 2004]

Da mesma forma que o DVB, o ATSC, um consórcio americano fundado em meados de 1998, definiu uma especificação própria no que se refere aos aspectos relacionados à transmissão, transporte, codificação e *middleware*. Foi definido então o sistema *DTV Application Software Environment (DASE)* [DASE, 2005], que define uma camada de software para permitir a interoperabilidade entre diferentes aplicações, dentro da infra-estrutura de modulação, multiplexação, e codificação do padrão ATSC. Abaixo segue a arquitetura do sistema ATSC, com destaque para o *middleware* DASE (Figura 11):

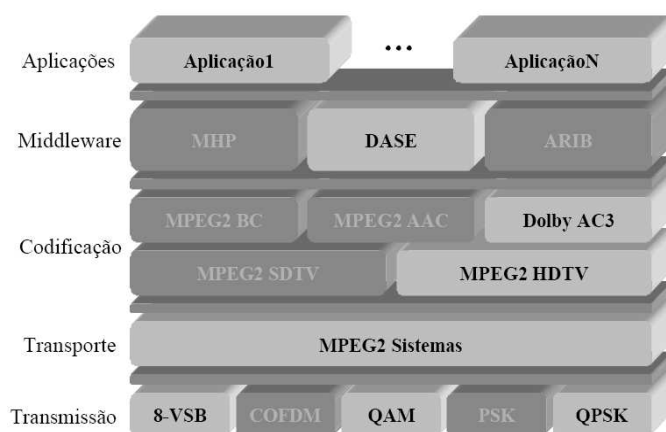


Figura 11. O Modelo de Referência Americano. Arquitetura. [LEMOS, 2004]

O grupo DiBEG – *Digital Broadcasting Experts Group* especificou, em 1999 o padrão ISDB, ou padrão japonês de Televisão Digital. O padrão, adotado inicialmente somente no Japão, apresenta-se como uma melhoria em relação aos anteriores, tendo como base de sua especificação sistema europeu. Seu *middleware*, o *Association of Radio Industries and Businesses (ARIB)* [ARIB, 2005], adota um modelo de uma camada de software que permite a programação de conteúdos e aplicações [LEMOS, 2004]. Abaixo, segue a ilustração do modelo.

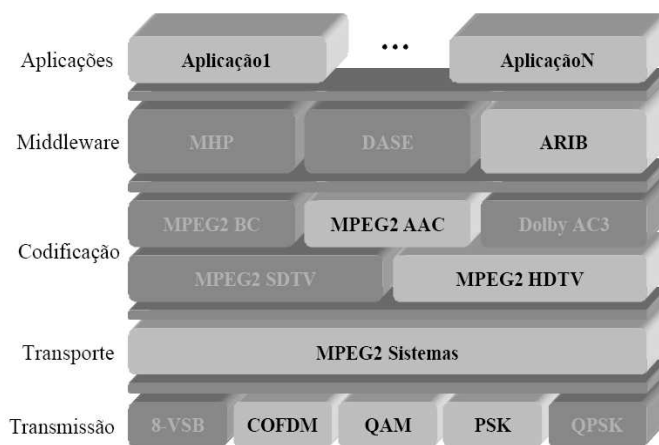


Figura 12. O Modelo de Referência Japonês. Arquitetura. [LEMOS, 2004]

Em uma tentativa de integração entre todos esses sistemas de Televisão Digital, padronização dos processos de modulação, multiplexação e codificação, no

sentido de facilitar a interoperabilidade entre componentes do sistema, reduzindo os custos de uma implantação no mercado [MONTEZ E BECKER, 2005], surge em 2003 uma especificação aberta de um padrão universal: o *Globally Executable MHP* (**GEM**) [GEM, 2003].

O GEM, utiliza como referência para especificação o padrão MHP, com funcionalidades gerais que devem ser implementadas por todo e qualquer *middleware*. A necessidade de padronização é resumida nas seguintes metas, definidas pelo DVB para o GEM:

- Maximizar a interoperabilidade entre as especificações baseadas no *GEM* de diferentes organizações;
- Maximizar a presença de componentes *MHP* no *middleware*, perfazendo uma economia na cadeia de *interactive broadcast*;
- Facilitar o desenvolvimento de aplicações portáteis aos diferentes *middlewares*.

A figura ilustra a idéia por traz do padrão GEM:

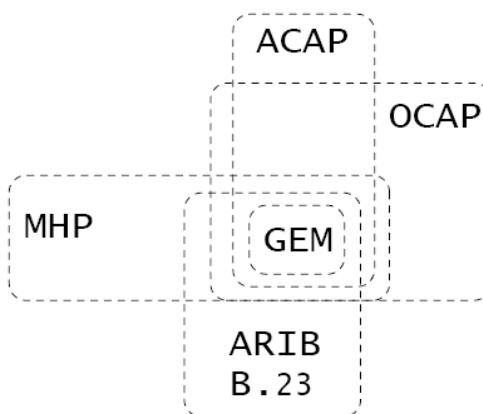


Figura 13. O Modelo GEM como integração entre os padrões existentes. [MONTEZ E BECKER, 2005]

2.5 O Brasil no contexto das Tecnologias para Televisão Digital Interativa

Na tentativa de promover uma arquitetura própria para Televisão Digital, o governo Brasileiro - depois de várias pesquisas da ANATEL [ANATEL, 2007] acerca das tecnologias para TV Digital - por meio de Decreto-Lei n. 4901, de 26 de novembro de 2003, institui o SBTVD, Sistema Brasileiro de Televisão Digital Terrestre. O decreto, além de dispor sobre as funcionalidades técnicas da arquitetura de sistema digital, deixou claro que o modelo a ser criado deveria contemplar características próprias da realidade brasileira, preocupando-se com a inclusão social por intermédio da TV e com o desenvolvimento da Indústria Nacional [BRASIL, 2003].

Três finalidades básicas que congregam todos os objetivos vislumbrados pelo SBTVD e que são consideradas parâmetros importantes no sentido de se apontar a melhor solução de modelo para o caso específico brasileiro, exemplificados na tabela a seguir são, em ordem decrescente de relevância: **inclusão social, flexibilidade de modelos de exploração e desenvolvimento sustentável** [BRASIL, 2003]. O primeiro diz respeito à promoção do acesso a tecnologia às classes sociais menos favorecidas e aos incentivos a cultura e educação; o segundo determina a adequação à realidade brasileira no que diz respeito a relações econômicas e empresariais e a possibilidade de uma mudança gradativa, não brusca; já o terceiro trata da promoção de tecnologia, com o desenvolvimento dos centros de pesquisa, da indústria nacional e dos meios de exploração dos serviços de televisão.

Finalidades Objetivos principais do Projeto	Prioridade da funcionalidade	Atributos Característica essencial de uma finalidade	Prioridade do atributo (ponderada)	Inciso Decreto	Descrição do inciso
INCLUSÃO SOCIAL	1ª	Interatividade	4	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;
				IV	Planejar o processo de transição da televisão analógica para a digital, de modo a garantir a gradual adesão de usuários a custos compatíveis com sua renda;
		Baixo custo	9	II	Propiciar a criação de rede universal de educação à distância;
				VIII	Aperfeiçoar o uso do espectro de radiofrequências;
		Robustez	6	X	Aprimorar a qualidade de áudio, vídeo e serviços, consideradas as atuais condições do parque instalado de receptores no Brasil;
				VI	Estimular a evolução das atuais exploradoras de serviço de televisão analógica, bem como o ingresso de novas empresas, propiciando a expansão do setor e possibilitando o desenvolvimento de inúmeros serviços decorrentes da tecnologia digital, conforme legislação específica;
FLEXIBILIDADE DE MODELOS DE EXPLORAÇÃO	2ª	Interatividade Mobilidade / portabilidade		V	Viabilizar a transição do sistema analógico para o digital, possibilitando às concessionárias do serviço de radiodifusão de sons e imagens, se necessário, o uso de faixa adicional de radiofrequência, observada a legislação específica;
				VII	Estabelecer ações e modelos de negócios para a televisão digital adequados à realidade econômica e empresarial do País;
		Flexibilidade de Serviços		IX	Contribuir para a convergência tecnológica e empresarial dos serviços de comunicações;
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	3ª	Todos		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;
				VI	Estimular a evolução das atuais exploradoras de serviço de televisão analógica, bem como o ingresso de novas empresas, propiciando a expansão do setor e possibilitando o desenvolvimento de inúmeros serviços decorrentes da tecnologia digital, conforme legislação específica;
				XI	Incentivar a indústria regional e local na produção de instrumentos e serviços digitais.

Tabela 2. Finalidades do SBTVD. [BRASIL, 2003]

As primeiras pesquisas da ANATEL, realizadas no início de 1999, com testes comparativos entre os padrões, no que se refere ao tipo de tecnologia adotado por cada um nas principais etapas do tratamento do sinal no sistema de Televisão Digital Interativa, indicaram um melhor desempenho dos padrões japonês e europeu, além do desempenho insuficiente do padrão norte-americano [ANATEL,

2004]. Entre os dois primeiros, o sistema japonês se sobressaiu em relação ao europeu, devido principalmente à sua flexibilidade para recepção de programas ou acesso a serviços em terminais fixos ou móveis. A Tabela 3 abaixo resume, de maneira sucinta, os resultados dos primeiros testes:

Padrões	<i>Middleware</i>	Sist. Vídeo	Sist. Áudio	Mod.	Freq.	Tipo de Sistema	Adotado
ATSC	DASE	MPEG-2	Dolby AC3 ² (proprietário)	8-VSB	6 MHz	ATSC-C	Estados Unidos, Canadá, Coréia do Sul, Taiwan, México, Argentina
						ATSC-T	
DVB	MHP	MPEG-2	MPEG-2 digital sound (aberto)	COFDM	7 MHz e 8 MHz	DVB-C	Europa, Austrália, Nova Zelândia, Rússia
						DVB-S	
						DVB-T	
ISDB	ARIB	MPEG-2	MPEG-2 AAC	COFDM	6MHz	ISDB-C	Japão
						ISDB-S	
						ISDB-T	

Tabela 3. Teste comparativo entre os três padrões. [ANATEL, 2004]

Em 29 de junho de 2006, o governo brasileiro finalmente decidiu qual padrão, segundo ele, apresenta as características mais adequadas a realidade Brasileira, sob os aspectos citados. O Decreto definiu que o Sistema Brasileiro de Televisão Digital Terrestre (SBTVD-T) adotará, como base, o padrão de sinais digitais terrestres do ISDB-T japonês (**artig. 3º**) e possibilitará (**artig. 6º**) a transmissão digital em alta definição (HDTV); em definição padrão (SDTV); a transmissão digital simultânea para recepção fixa, móvel e portátil; e a interatividade. A transição completa do sistema analógico para o digital será de 10 anos (**artig. 10º**) [TELEBRASIL, 2006].

No que se refere ao desenvolvimento de plataformas de *middleware* para Televisão Digital, várias iniciativas de instituições e centros de pesquisa brasileiros ofereceram alternativas de um modelo que atendesse as necessidades nacionais, dentre as quais se podem destacar os trabalhos da Universidade Estadual de Londrina, em parceria com a UNICAMP, RCASOFT e outras entidades que propôs de uma forma geral um *middleware* robusto para o Modelo de Referência do Brasil, com extensões para suporte ao ensino à distância [ARAÚJO, 2005]: o JANGADA, em suas variações JANGADA PROCEDURAL e JANGADA DECLARATIVO; a proposta liderada pela Universidade Federal da Paraíba com a participação de

outras instituições como a PUC-RIO, CESAR-PE e DIMAP-RN desenvolveu o *middleware* FlexTV [FlexTV, 2005]; a PUC-RIO, em consórcio com instituições como UFSC, UNIFACS-BA, CEFET-CE e UFMA, como resultado de suas pesquisas forneceu o *middleware* declarativo MAESTRO [MAESTRO, 2005].

Atualmente, os dois principais consórcios, o FlexTV (UFPB) e MAESTRO (PUC-RIO) uniram-se com o objetivo de construir uma plataforma de software para Televisão Digital completa, considerando a realidade nacional. Dessa parceria nasceu o GINGA [GINGA, 2006], o mais novo *middleware* brasileiro para o desenvolvimento de aplicações para Televisão Digital Interativa.

O GINGA se divide em dois subsistemas principais, que permitem o desenvolvimento de aplicações seguindo dois paradigmas de programação diferentes [GINGA, 2006]:

- GINGA-J – Desenvolvido pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), provê uma infra-estrutura de execução de aplicações que adotam o modelo procedural, baseadas principalmente na linguagem Java;
- GINGA-NCL – Desenvolvido pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RIO), fornece uma infra-estrutura de desenvolvimento e execução de aplicações baseadas no paradigma declarativo, mais especificamente na interpretação de documentos escritos em linguagem NCL (*Nested Context Language*).

As características dos paradigmas de desenvolvimento procedural e declarativo, bem como as tecnologias Java e NCL serão descritas no capítulo 4 (Concepção e Desenvolvimento de Aplicativos Para Televisão Digital Interativa).

3 Interatividade

3.1 Definição: Idéia Geral sobre Interatividade

Nos últimos anos o termo “interativo” vem sendo usado para designar os mais variados tipos de sistemas de qualquer natureza nos quais seus usuários possam ter algum nível de participação ou suposta participação. Ocorreu a chamada vulgarização do termo em paralelo com todo o contexto que caracterizou a evolução e convergência das mídias atuais [PRIMO, 2000]. Programas Interativos, *sítes* interativos, jogos, cinema, teatro, propaganda, televisão e outros meios, importaram o adjetivo ‘interativo’ como se isso de alguma forma os tornasse mais modernos ou atraentes. O que se vê hoje é a chamada *indústria da interatividade* que se utiliza do termo para vender e espalhar propaganda. A conseqüência dessa acentuada difusão e elasticidade no uso da palavra, chegando ao extremo da banalização, é a perda do próprio sentido do que realmente é interatividade.

Na tentativa de buscar o resgate do termo, uma formalização do que é interatividade, vários autores, educadores, sociólogos e teóricos da computação estudaram as características de uma relação que pode ser dita interativa, sobre alguns parâmetros pertinentes como faz [LEMOS, 1997] ao ligar o conceito ao mundo dos *media eletrônicos*, ou [SILVA, 2000] ao expô-la como um nível do relacionamento entre duas entidades.

Para entender interatividade é interessante que se conheça a origem e evolução do termo *interação*. O conceito de interatividade é recente, mas o de interação vem de longe. Na Física, refere-se ao movimento de partículas e às influências que uma pode provocar na outra. Na sociologia e na educação refere-se à capacidade da ação humana sobre o próprio ser humano. O famoso educador Jean Piaget, já dizia, em seus dois postulados [PIAGET, 1977], que a forma de assimilação de conteúdo numa relação de ensino-aprendizagem depende das condições em que a interação está inserida e que qualquer esquema de assimilação de conteúdo deve ao mesmo tempo, ter a capacidade de influenciar e ser influenciado pelo contexto em que ocorre. Para outros autores é exatamente na **computação** que o termo *interação* transmuta-se em *interatividade*. Isso porque, a evolução do computador de uma máquina rígida e restritiva para uma máquina flexível e conversacional, integrada aos mais diversos tipos de dispositivos,

permitindo uma relação de raciocínio não linear principalmente através dos *hipertextos* e *hipermídias* levou aos informatas e técnicos especializados buscar uma forma que representasse o conceito da relação não como simplesmente interação, mas uma evolução, como uma forma de relação bidirecional, caracterizada como interativa [SILVA, 2000].

No contexto de convergência tecnológica que se concretizou, [MONTEZ E BECKER, 2004] afirmam que o conceito desenvolvido e estabelecido na informática é o que mais se assemelha ao que atualmente se chama de *mídias interativas*. [LEMONS, 1997] em seu artigo *Anjos interativos e a retribalização do mundo: sobre interatividade e interfaces digitais* adota uma abordagem puramente técnica para analisar a interatividade nos dias de hoje, categorizando-a como *interação digital*, fruto de uma ação dialógica simplesmente entre homem e técnica.

Já [SILVA, 2000] não concorda completamente com a idéia estabelecendo um papel mais amplo para o conceito, independente das mídias computacionais ou da convergência tecnológica 'exigirem' um conceito evolutivo de *interação* para *interatividade*. Segundo ele, interatividade está na disponibilidade de duas entidades em promover entre si uma relação que transcenda a simples interação, levando-se em conta aspectos como bidirecionalidade, homogeneidade e participação, que mais adiante são categorizados como características da interatividade ou de uma relação interativa. A disposição ou pré-disposição para mais interação, para uma hiper-interação em que as partes confundem-se tanto em papéis (que, segundo ele não são fixos, mas homogêneos) quanto em influência, como uma atividade mútua e simultânea por parte dos dois participantes, é independente de uma das partes da relação ser ou não uma mídia computacional:

Digo isso porque um indivíduo pode se predispor a uma relação hipertextual com outro indivíduo. Esta perspectiva é para mim muito cara, uma vez que venho pesquisando o "professor interativo" na relação interpessoal em sala de aula. O professor pode se posicionar além da interação com seus alunos, pois essa interação já ocorre "naturalmente" na separação emissão-recepção que, aliás, tem sido a característica inabalável da docência nos últimos cinco mil anos.

Independente do parâmetro em que seja avaliada, a interatividade apresenta, em seu conceito mais geral ou naquilo que todas as definições têm

como idéia comum representadas por algumas características. Um sistema, para ser dito interativo deve ser dotado de [LIPPMAN, 1998]:

Interruptabilidade: Como um sistema mútuo e homogêneo, cada um dos participantes deve ter a capacidade de influenciar no processo da relação tendo, por exemplo, a capacidade de interrompê-lo quando bem entender. O andamento do processo, numa relação interativa, é controlado igualmente por todas as partes envolvidas.

Granularidade: É uma característica que identifica o menor elemento após o qual se pode realizar uma interrupção. É importante, pois fornece a ambas as partes a certeza de que, até o um dado momento a outra parte está respondendo e interagindo no processo. É a medida de resposta que um participante pode dar ao outro. Como exemplo, podemos citar um sistema computacional interativo, que leva em consideração as circunstâncias de granularidade para que o usuário não creia que o sistema esteja 'travado', tenha o controle sobre o fluxo natural das informações.

Degradação Suave: Refere-se ao comportamento de ambas as entidades envolvidas, quando da não resposta a uma determinada indagação. Os participantes devem ter a capacidade de aprender quando e como devem obter a resposta que não está disponível naquele momento e não simplesmente deixar de responder a uma indagação.

Previsão Limitada: Numa relação não-linear, de raciocínio flexível, é impossível determinar todas as indagações possíveis, já que elas surgem de maneira desordenada, independente. Mesmo assim, um sistema interativo, por exemplo, deve sempre ter a capacidade de responder como dito no item anterior, o que deixa uma idéia de uma relação infinita, interminável.

Não-default: Numa relação em que há homogeneidade entre seus participantes, nenhum deles pode ter um papel que influencie na direção a ser seguida pelos outros participantes. Não deve haver nenhum padrão pré-determinado que inviabilize a independência entre os componentes de uma relação interativa.

3.2 Interatividade e Tecnologia

Embora o conceito de interatividade, de uma forma geral, como uma relação entre duas entidades, promovendo homogeneidade e liberdade por parte de ambas, seja independente de qualquer outro conceito, é impossível desligá-lo do processo de evolução tecnológica que caracterizou e caracteriza o mundo nos últimos anos. Uma forma de se entender o que é interatividade é exatamente estudando sua associação com a evolução das mídias atuais, e as novas formas de interação que essas mídias proporcionam.

[LEMOS, 1997] delimita o conceito de interatividade como ação entre homem e tecnologia, mas sem desconsiderar a ação entre homem e sociedade. Para ele, as mídias tradicionais (jornal, revista, rádio e televisão) impunham uma passividade no público e uma pré-escolha de que informações serão transmitidas, enquanto que as mídias digitais trazem novas formas de circulação de informações, passando-se de um modelo de transmissão “um-todos” para outro modelo “todos-todos”, que constitui uma forma descentralizada e universal de circulação de informações (paralelamente ao que se passa de *interação* para *interativo*).

Outro autor que tem estudado a questão da interatividade mediada por sistemas computacionais é [STEUER, 1992]. Para ele, interatividade está relacionada à extensão de quanto um usuário pode participar ou influenciar na modificação imediata, na forma e no conteúdo do “ambiente mediado em tempo real”. O autor conceitua o termo como uma variável direcionada no tempo de resposta a um estímulo, uma das características das relações interativas citadas anteriormente, segundo [LIPPMAN, 1998]. Isso complementa a idéia de [LEMOS, 1997], pois se pode concluir que enquanto livros, jornais, revistas e TV aberta, por fornecerem um tempo de resposta relativamente alto e fixo, uma baixa ou inexistente possibilidade de serem influenciados pela ação do usuário num dado espaço de tempo, sendo pouco interativas, mídias como *computador*, *vídeogames* e *teleconferência* promovem interatividade, altamente orientadas ao estímulo do usuário, fornecendo-os independência e controle.

Uma relação Interativa baseada em tecnologia também pode ser analisada em termos do que se chama *bidirecionalidade* e *fusão sujeito-objeto*. [SILVA, 2000] utiliza o conceito específico de tecnologia, a análise de imagens

computacionais pelo homem (infografia) para reforçar o conceito de interatividade nesse sentido. No que chama de *infografia interativa*, as imagens são inseridas num contexto de relação com o ser humano, em que não se apresentam como únicas, absolutas e estáticas, e sim como maleáveis pelos sentidos do homem no processo de interação com elas:

A imagem não se apresenta como uma totalidade absoluta, e sim como uma imagem diálogo que a mão, o olho, o cérebro podem mudar, modelar, armazenar e visualizar, multiplicando ao infinito seus pontos de vista internos e externos, incorporando e narrando o sujeito no interior da imagem. O sujeito se desloca visualmente no seu interior, questionando-a através de seus inputs ou entradas alfanuméricas dos teclados, dedos da mão, corpo, olhos, cabeça, respiração e voz amalgamando-se com ela.

Essa idéia de ação dialógica entre homem e máquina no processo de interação, onde se estabelece uma relação em que tanto o sujeito (homem) e o objeto (máquina) “conversam” de maneira homogênea, numa “comunicação de duas vias” é o que alguns autores chamam de *bidirecionalidade*. Segundo [SILVA, 2000]:

Bidirecionalidade é o sistema de comunicação entre usuário e máquina que a infografia interativa requer. Aqui o operador conversa com a máquina dando e recebendo informações na forma falada, escrita, gráfica e visual no monitor de visualização.

Todas essas características citadas contribuem para se definir um sistema interativo. Uma das mídias em que o conceito de *bidirecionalidade* é mais evidente quando caracterizada como interativa é a Televisão [SILVA, 2000]; quando dita interativa, a ação dialógica citada por [SILVA, 2000] é completa e a mídia como meio de comunicação passa de um único sentido para uma interação bidirecional. No próximo item, serão analisadas as características da TV Digital que a colocam como um interessante exemplo de mídia interativa.

3.3 A Interatividade na TV Digital

Para uma análise mais precisa sobre o termo *interatividade* na Televisão Digital, é interessante que se faça um levantamento da evolução do nível de interação do telespectador com o objeto Televisão paralelamente à evolução

tecnológica da Televisão no que diz respeito à incorporação de características digitais. Nesse sentido, o estudo de [LEMOS, 1997] sobre a interatividade nesse meio é relevante. [LEMOS, 1997] classifica a interatividade em cinco níveis de interação:

Interatividade em Nível 0 – Representada por uma TV em preto e branco, com apenas um ou dois canais. A ação do telespectador se limita ainda à interação muito mais com o equipamento do que com o conteúdo da programação, realizando tarefas simples como ligar ou desligar o aparelho, regular volume, brilho ou contraste e mudar de um canal para outro.

Interatividade em Nível 1 – Nesse nível, aumenta-se o número de emissoras e a TV ganha cores. O controle remoto permite agora ao telespectador “zappear”, mudar de canal, representando uma forma primitiva do que viria a ser a navegação contemporânea na *web*

Interatividade em Nível 2 – Aqui, o papel da Televisão passa a ter uma ligeira extensão, com a possibilidade de integração de alguns equipamentos como o vídeo, câmaras portáteis, ou os consoles de jogos eletrônicos. Nesse sentido, nota-se uma independência maior do usuário, utilizando a televisão para fins alternativos como jogar *videogame*, ao mesmo tempo em que se apropria das emissões, podendo gravar programas e vê-los quando quiser. Nota-se que ainda, nessa fase, não se apresentam sinais de interação com o conteúdo de uma forma realmente dinâmica, apenas com o equipamento em si.

Interatividade em Nível 3 – Formas de Interação da Televisão com outros dispositivos de comunicação aparecem e permitem ao usuário interferir no conteúdo, a partir de telefone, fax ou e-mail, aparecendo os primeiros sinais de integração digital.

Interatividade em Nível 4 – É o que o autor chama de Televisão Interativa, que surge no sentido de possibilitar a participação, via telemática, ao conteúdo informativo das emissões em tempo real. Em outras palavras, por meio da integração com outras mídias o usuário pode ser também um emissor de conteúdo.

O estágio de interativa não é, no entanto, alcançado no nível 4 como descrito acima. Na definição do autor, um item fundamental de um sistema interativo, citado anteriormente por [LIPPMAN, 1998] não é relacionada: trata-se da

característica de *Não-default*: como componente de um sistema interativo, a Televisão Digital deve permitir uma flexibilidade por parte do telespectador na escolha de programas, e não fornecer um cominho único, com opções de programação fixa. Aqui o que há é **retroatividade**, escolha entre as opções que lhe são dadas [SILVA, 2000]. Para completar o conceito de Televisão Interativa, nesse sentido, [MONTEZ E BECKER, 2005] sugerem mais três níveis de interatividade:

Interatividade em Nível 5 – É ressaltada a presença mais efetiva do telespectador no conteúdo da emissora, definindo suas próprias opções. Passa a existir uma relação mais próxima entre telespectador e emissora, com este podendo enviar vídeo de baixa qualidade. Observa-se então, o primeiro nível que considera interatividade como uma “comunicação de duas vias” baseada na idéia de *bidirecionalidade* [SILVA, 2000] sendo aqui representada pelo **canal de interatividade** ou **canal de retorno**.

Interatividade em Nível 6 – As possibilidades do telespectador aumentam com a disponibilização de maior largura de banda para o envio de vídeo de alta qualidade, semelhante ao emitido pela emissora.

Interatividade em Nível 7 – Este é o nível de interatividade plena. Não há distinção entre telespectador e transmissor, os dois sendo geradores ativos de conteúdo, sendo observadas todas as características de um sistema interativo segundo [LIPPMAN, 1998].

3.4 Arquitetura de um sistema Interativo

Tecnicamente, um sistema interativo como no nível 7 da classificação de [MONTEZ E BECKER, 2005] apresenta algumas características relevantes. Um conceito importante que surge como uma das formas de se medir o grau de interação entre usuário e sistema é o de *canal de retorno*, o meio por onde é possível a troca de informações no sentido inverso da difusão [MONTEZ E BECKER, 2005].

Na arquitetura de um sistema interativo, define-se um subsistema *canal de interatividade* simplesmente como uma parte da infra-estrutura do sistema de TV Digital em si responsável por viabilizar a comunicação das aplicações interativas, no

terminal de acesso, com os servidores de aplicação da emissora, provedora de conteúdo, no lado da difusão e acesso [MONTEIRO et alli, 2005]. *Canal de Interatividade* diz respeito à forma como cada usuário pode interagir encaminhando ou recebendo informações das emissoras de conteúdo. Ele é composto por dois canais menores, que representam a comunicação em cada sentido [MONTEIRO et alli, 2005]:

Canal de Descida – Estabelece a comunicação das emissoras para os usuários, podendo se dar através de uma comunicação *broadcast* (indistintamente a todos os usuários), *multicast* (de um ponto a um conjunto de pontos) ou *unicast* (ponto a ponto, individualizada).

Canal de Retorno – É representado por qualquer tecnologia de redes de acesso que permita o estabelecimento de comunicação no sentido dos usuários para as emissoras.

O Canal de Interatividade é então a união entre a comunicação no sentido emissor-telespectador, representado por alguma implementação no canal de difusão de dados, juntamente com a comunicação no sentido telespectador-emissor, através de uma implementação de um tipo de conexão entre redes de televisão e redes de comunicação. A figura seguinte ilustra esse cenário.

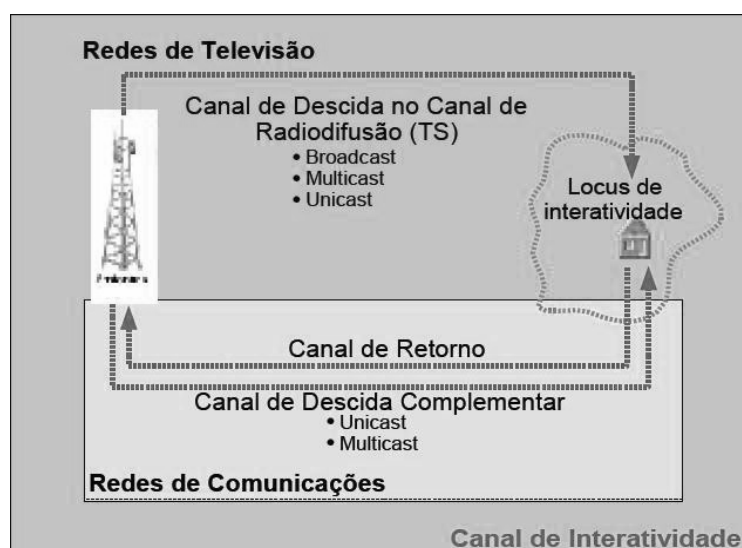


Figura 14. Sistema Interativo. [MONTEIRO et . alli., 2005]

Definido o Canal de Retorno como acima, observa-se que ele representa a ‘porta de entrada’ do telespectador para a interatividade, sua implementação garante o mínimo de interatividade na televisão [MONTEZ E BECKER, 2004]. Várias

tecnologias para implementação do Canal de Retorno estão sendo desenvolvidas e testadas atualmente, numa relação diretamente proporcional à complexidade dos serviços, na medida em que quanto maior largura de banda uma tecnologia disponibilizar para o Canal de Retorno, maior pode ser a complexidade da interatividade e a quantidade de serviços. Dentre algumas tecnologias que podem ser consideradas para implementação do Canal de Retorno, destacam-se [MONTEZ E BECKER, 2004] a telefonia celular, a telefonia fixa, ADSL (*Assimetric Digital Subscriber Line*), rádio e PLC (*Power Line Communication*).

Independente da implementação, a ausência ou não do Canal de Retorno determina o nível de Interatividade do telespectador com o sistema de telecomunicações. Partindo-se desse ponto de vista, o grau de interação com o usuário pode ser classificado em três categorias: local, intermitente e permanente [MONTEIRO et alli, 2005]:

Interatividade Local: Representa a mais básica das categorias. Aqui, inexistente Canal de Retorno. O telespectador interage apenas com o conteúdo disponibilizado pela emissora através do canal de difusão, sendo impossível a solicitação de serviços por parte dele. As informações a serem consumidas já se encontram disponíveis no sinal transmitido. Nesse caso, a interação do usuário se faz por meio de aplicativos residentes no terminal de acesso (*set-top-box*). Como exemplo de aplicações para este nível de interatividade pode-se citar jogos, informações sobre conteúdo, guias de programação (*Electronic Program Guides*) (ver Figura 15), entre outros. Aplicações como serviços bancários (*t-banking*), comércio eletrônico (*t-commerce*), serviços do governo (*t-government*) e acesso a Internet são impossibilitadas de executar nesse nível.



Figura 15. Guia de Programação Eletrônica (*Eletronic Program Guide*). [JUCÁ, 2005]

Interatividade Intermitente: Nesse nível, o terminal de acesso (*set-top-box*) apresenta uma mudança significativa no que diz respeito ao aumento de interatividade: a presença do Canal de Retorno, permitindo que o telespectador além de interagir com as aplicações residentes, envie conteúdo relacionado para a emissora. As informações geradas pelo usuário podem ser temporariamente armazenadas no STB e, posteriormente enviadas ao provedor de serviço pela prestadora de serviços de telecomunicações, conforme o tipo de implementação do Canal de Retorno, que neste caso, é não dedicado. A emissora, no entanto, não pode enviar respostas às solicitações do telespectador. Sendo uma categoria de interatividade unidirecional, é muito usada em aplicações como votações, pesquisas de opinião, mensagens eletrônicas (*SMS Applications*) (ver Figura 16), entre outras.



Figura 16. Envio de SMS. [JUCÁ, 2005]

Interatividade Permanente: Este é o nível que representa a totalidade da interatividade entre o telespectador e a emissora. Nele, o Canal de Retorno é dedicado, sendo possível estabelecer uma comunicação dinâmica entre usuário e aplicativos disponíveis ou entre os próprios usuários. As informações geradas são enviadas instantaneamente e questões como comunicação em tempo real, são importantes exigências de aplicações que executam com base nesse tipo de interatividade (ver figura 17). Assim, são considerados para este nível serviços aplicações como: jogos *multiplayer*, serviços bancários, serviços de acesso à Internet, serviços de personalização de conteúdo, *t-government*, educação à distância entre outras.



Figura 17. Aplicação interativa permanente(*Interactive Sports*). [SCHWALB, 2004]

Levando-se em conta esses aspectos, de uma forma geral pode-se representar os três níveis de interatividade, sobre as perspectivas citadas, como na figura seguinte. Nela se pode observar a variação, no que diz respeito ao nível de interatividade das aplicações para Televisão Digital Interativa, algumas podendo ser implementadas em mais de um nível; observa-se também uma proporcionalidade entre variáveis como: complexidade dos serviços oferecidos, a personalização do conteúdo e do consumo, exigência do Canal de Retorno, que culminam, em último nível, em uma interatividade plena como dita anteriormente. Na Figura 18 pode-se verificar as relações entre os níveis de interatividade.

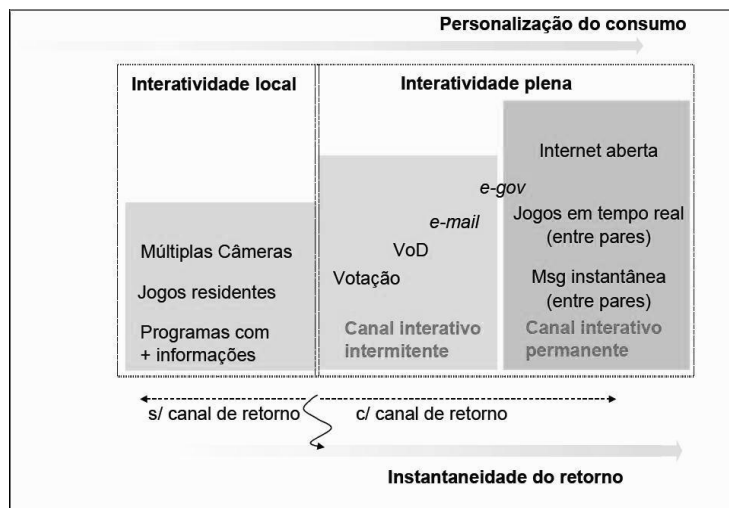


Figura 18. Serviços, Interatividade e Canal de Retorno.[CPqD, 2004]

3.5 Cenários de Aplicações Interativas

Nesse momento do texto, faz-se necessário uma breve avaliação dos principais tipos de aplicações interativas existentes para televisão. Atualmente, observa-se muitos tipos de serviços para Televisão Digital Interativa, implementados nos três níveis de interatividade. [MONTEZ E BECKER, 2004], analisam os principais serviços, divididos em 10 categorias, a saber:

Electronic Program Guide (EPG) – Um Guia de Programação Eletrônica. Pode ser comparado à revista com grade de programação das TVs a cabo, na qual o usuário seleciona uma programação dentre as disponíveis, dispensando a busca por canais.

Portais de Televisão Interativa – também chamados de *walled gardens*, são portais que disponibilizam um guia de aplicações interativas. Esclarece ao usuário o que é possível fazer, o que está disponível, e servem de canais de entrada para essas aplicações. *Walled gardens* são semelhantes à *EPG's*, mas o primeiro refere-se à programação, enquanto que o segundo, às aplicações.

Internet – Permite o acesso à Internet, e todas as suas funções utilizando a TV. É uma das apostas do Governo Brasileiro para promover a

inclusão digital [BRASIL, 2003], levando a tecnologia ao acesso dos que não têm condições de adquirir um computador.

Comércio Eletrônico (*t-commerce*) – É a possibilidade de se realizar transações eletrônicas pela TV. Basicamente tem a mesma idéia do atual serviço implementado na Internet, a não ser pelo ambiente cômodo da TV para realizar compras. O *t-commerce* pode estar disponível tanto nas aplicações de Internet, com sites especializados acessíveis pelo navegador, como no grupo *walled gardens*, como nas aplicações desenvolvidas especialmente para este fim.

Banco eletrônico (*t-banking*) – Permite o uso da TV para acesso a informações bancárias e realização de transações, como ocorre na Internet.

E-mail – O acesso ao correio eletrônico, através da Televisão. Atualmente questiona-se a viabilidade da transformação de serviços já altamente consolidados na Internet, para o ambiente de televisão. Muitos desses serviços, como os três citados anteriormente ainda não deram a resposta comercial esperada por seus idealizadores. Vários motivos podem ser propostos, mas o principal é o fato de a TV ter recursos muito mais limitados que qualquer computador pessoal [MONTEZ E BECKER, 2004].

Aplicações Transversais aos Canais – Aplicações independentes de qualquer tipo de programa televisionado, como aplicações de utilidade pública ou de governo eletrônico (*t-government*), sem nenhuma vinculação com o conteúdo específico exibido.

Programas Interativos – O contrário do cenário anterior, representado por aplicativos diretamente relacionados ao conteúdo audiovisual completando-o e muitas vezes alterando-os. Representam o último nível de interatividade. Como exemplos podem ser citados transmissões esportivas, programas infantis, educacionais, entre outros.

Publicidade Interativa – Representa uma extensão do comércio eletrônico. Aplicações interativas vindas juntas às propagandas que permitem que os produtos anunciados naquele momento sejam adquiridos.

Console de Jogos – permite o uso da TV para jogos, seja usando como adversário a própria TV ou computador, ou em rede, entra outros jogadores.

Percebe-se que a interatividade encontra variadas formas de representação, quando associada à tecnologia e, mais ainda, à televisão. A Televisão Digital Interativa, ao proporcionar estas e outras características, agregando novos serviços e programações, permitindo ao telespectador uma forma inovadora de interação em relação à convencional retroatividade, quebra os paradigmas tradicionais de unidirecionalidade da informação e passividade do telespectador [MONTEZ E BECKER, 2004]. Essa quebra de paradigmas em relação à TV analógica, não deve ser considerada como o fim da Televisão atual, mas sim o surgimento de uma nova mídia, com características próprias de sua natureza tecnológica, podendo ainda (e assim deverá ser) por muito tempo conviver com a atual forma de ver TV; uma nova mídia que, englobando características de várias outras, introduz uma nova forma de se ver Televisão, aliando principalmente a forma tradicional com a tecnologia da Internet.

4 Concepção e Desenvolvimento de Aplicativos para TV Digital Interativa

Neste capítulo, são discutidos fatores relevantes quando do desenvolvimento de aplicações para Televisão Digital Interativa. Serão analisadas questões importantes na definição de um modelo de construção de aplicativos, tais como Usabilidade do ambiente, Interfaces disponíveis e Segurança. De uma forma geral, são apresentados os elementos fundamentais que compõem uma arquitetura da camada de software de sistemas de Televisão Digital e as tecnologias existentes que fornecem uma interface de programação de aplicações (API) para o desenvolvedor, implementadas pelos *middlewares* dos principais padrões existentes atualmente. Uma ênfase é dada à especificação DVB-MHP, mostrando as APIs compatíveis com o modelo (javaTV, HAVi, DAVic) bem como os emuladores e as plataformas de testes de aplicativos.

4.1 Concepção de Serviços e Aplicações Interativos

Como visto anteriormente, inúmeras são as possibilidades de desenvolvimento de aplicações para Televisão Digital Interativa. Porém, na prática a existência dos serviços interativos em emissoras de países da Europa e dos Estados Unidos ainda é pouco acentuada mesmo após mais de oito anos da implantação dos primeiros canais digitais nesses países [MONTEZ E BECKER, 2004]. O que se vê são programas com interatividade restrita apenas à reação, com pouca iniciativa por parte do telespectador, o que fez com que em alguns países o telespectador não percebesse as potencialidades da TV Digital Interativa.

Para propor um modelo de programação de aplicações várias questões devem ser consideradas; dentre as principais destacam-se a viabilidade de um dado serviço no ambiente em que é implantado e o público alvo específico a quem é dirigido o serviço [JUCÁ, 2005]. No primeiro caso, experiências em países da Europa mostraram que as aplicações que mais tiveram sucesso foram as desenvolvidas especialmente para a televisão e não simplesmente copiadas da Internet [MONTEZ E BECKER, 2004]. Esse fator pode ser benéfico quando se considera o caso do Brasil em que grande parte da população possui aparelhos de televisor. No entanto,

um modelo deve principalmente refletir as características da região em que é implantado [JUCÁ, 2005].

O modelo desenvolvido nos países da Europa e nos Estados Unidos baseou-se principalmente em suas experiências com os formatos Teletext (primeiras transmissões com exibição de texto na TV) que permitiu aos telespectadores sair do simples papel de expectadores para interagir com a informação hipertextual com acesso a informação atualizada e diversidade de conteúdo televisivo. Essa forma inicial de interação, que mais tarde culminou com o atual modelo desses países, quando importada para a realidade do Brasil, restringe a possibilidade de acesso à informação por grande parte dos telespectadores brasileiros, exigindo um nível de instrução acima do padrão para uma população formada por mais de 60% de analfabetos funcionais [IBGE, 2000], pessoas que não conseguiriam interagir com esse modelo de informação textual. Isso mostra que a realidade do telespectador nacional está longe de alcançar o nível exigido pelo modelo em outros países.

Para a realidade nacional, [MONTEZ E BECKER, 2005] propõem um modelo em que as aplicações e serviços para TV Digital estejam voltados para público alvo específicos, ou seja, a distribuição de serviços interativos não será homogênea, devendo ser personalizada segundo as necessidades do telespectador e respeitando as limitações de tecnologia escolhida para a comunicação com o usuário final. Assim coexistirão os três tipos de interatividade num mesmo sistema, nos mesmos programas e nas mesmas emissoras, com as opções variando de acordo com o nível de interatividade implementado nos receptores.

De uma forma geral, algumas características devem estar presentes em todos os serviços que implementem o mínimo de interatividade, dentre as quais [MONTEZ E BECKER, 2005] destacam: a *realidade nacional*, onde se deve considerar a grande diversidade de aparelhos e receptores existentes, refletindo a diversidade social da população; *usabilidade avançada*, dada a enorme parcela da população não alfabetizada, o que exigirá aplicações com simplicidade e intuitividade, o mínimo de esforço cognitivo por parte do telespectador utilizando a linguagem da Televisão, que é entendida por todos; *compreensão imediata*, onde aplicações devem ter características que a destaquem e permitam o mais rapidamente ao usuário perceber a possibilidade de interação; *público alvo específico*, pois se deve distinguir entre o telespectador que está e o que não está disposto a interagir com o conteúdo; *compreensão do público alvo* identificado,

entendendo o que se espera de uma aplicação interativa; *agregação do valor à informação*, permitindo ao telespectador uma experiência diferente da simples interação com o áudio e o vídeo; *relevância e pertinência*, na medida em que o aplicativo deve ter uma relação coerente com o conteúdo exibido; *curiosidade do usuário*, explorada ao oferecer a possibilidade de uma experiência nova para este, permitindo sua efetiva participação; *foco no mercado*, investindo na publicidade interativa, sendo a aplicação interessante o suficiente para atrair anúncios e propagandas; por fim, *ineditismo*, tendo em vista a diversificação dos serviços, deve-se prezar pela inovação na disponibilização das aplicações interativas.

Nos próximos tópicos serão analisados, do ponto de vista tecnológico, os principais fatores que permeiam a construção de aplicativos, bem como a arquitetura de sistemas de Televisão Digital e as tecnologias existentes.

4.2 Ambiente de Desenvolvimento

A arquitetura de uma plataforma de desenvolvimento de aplicações para TV Digital está inserida no conjunto de camadas que compõem a arquitetura do receptor (*set-top-box*). Neste, as camadas são organizadas de forma semelhante a um sistema computacional: cada nível do modelo realiza uma função específica, como compressão de dados, decodificação do sinal ou sincronização de áudio e vídeo, fornecendo para as camadas superiores uma interface apropriada, num dado nível de abstração de funcionalidades.

A idéia central da arquitetura em camadas é cada uma oferecer serviços para a camada superior e utilizar os serviços oferecidos pela inferior. A camada central, na arquitetura do receptor (ver Figura 9), é a de *middleware* (ou camada de meio), que oferece uma forma padronizada para as aplicações, no acesso aos recursos e funções do sistema, escondendo as peculiaridades e heterogeneidades das camadas de hardware e sistema operacional que dão suporte às facilidades básicas de funções como compressão e multiplexação [LEMOS, 2004]. Uma das vantagens mais evidentes do uso do *middleware* é a portabilidade das aplicações [MONTEZ E BECKER, 2004], na medida em que uma aplicação poderá executar em qualquer receptor que suporte o *middleware* para o qual foi desenvolvida.

Um *middleware* é composto por um conjunto de tecnologias de *software* que oferecem APIs (*Application Program Interface* – Interface de Programação de Aplicações) padronizadas e que, em conjunto constituem uma plataforma de programação para aplicações interativas. Essas APIs já existiam muito antes dos padrões de *middleware* serem criados, devido principalmente a pesquisas na implementação de aplicações multimídia para a Internet [MONTEZ E BECEKR, 2004]. Dentre as tecnologias de APIs, destacam-se os consórcios HAVi (*Home Áudio Vídeo Interoperability* [HAVi, 2001] e DAVIC (*Digital Audio Visual Council*,) [DAVIC, 1999] além do javaTV da Sun Microsystems [Sun, 2000a], apresentadas, de maneira sucinta, a seguir:

HAVi

O HAVi (*Home Áudio Vídeo Interoperability*) é um padrão especificado por uma organização formada por grandes companhias de produtos de consumos audiovisuais, que especifica uma forma comum para interconexão e interoperação de dispositivos de áudio e vídeo digital. A especificação permite que os dispositivos de áudio e vídeo possam interagir entre si, como também define mecanismos que permitem que as funcionalidades de um dispositivo possam ser remotamente usadas e controladas a partir de outro dispositivo [HAVi, 2001].

No contexto da Televisão Digital Interativa, esse padrão foi adotado pelos principais sistemas de TV Digital, principalmente por prover um conjunto de APIs com suportes específicos para televisão tais como funções para lidar com gráficos e construção de interface com o usuário. O padrão DVB-MHP, em sua arquitetura, possui o HAVi *Level 2UI* (HAVi nível 2, *user interface*), um subconjunto do HAVi que possui funcionalidades extras que tornam possível o desenvolvimento de interfaces com o usuário com componentes específicos para o ambiente de TV Digital.

Além dos recursos de interface gráfica citados, a especificação HAVi define ainda um arquitetura de software distribuída cujos elementos asseguram interoperabilidade e implementam serviços de *gerenciamento de rede e comunicação entre dispositivos* [HAVi, 2001].

DAVIC

O DAVIC (*Digital Áudio Vídeo Council*) foi uma associação de diversos setores da indústria audiovisual, criada em 1994, que teve duração de apenas cinco anos, agregando 222 companhias entre fabricantes de produtos eletrônicos e de telecomunicações, emissoras, agências de governo e organizações de pesquisa em mais de 25 países [DAVIC, 1999]. Assim como o HAVI, a idéia por trás do consórcio era a de fornecer interoperabilidade, com ênfase específica nas informações audiovisuais digitais interativas.

Para obter esta interoperabilidade, as especificações DAVIC [DAVIC, 1999] definem interfaces em diversos pontos de referência onde cada interface é caracterizada como um conjunto de fluxos de informações e protocolos, que tratam de padrões específicos sobre disposição de informações. Assim, as especificações DAVIC dispõem sobre formatos de conteúdo para diversos tipos de objetos (fonte, texto, hipertexto, áudio e vídeo), incluindo também facilidades para o controle de áudio e legenda (*Subtitle Language Audio Control*, DAVIC, 1999).

javaTV

O **javaTV** é uma extensão da plataforma Java que fornece funcionalidades aos desenvolvedores, na produção de conteúdo para Televisão Digital Interativa [Sun, 2000]. O principal objetivo do javaTV é viabilizar o desenvolvimento de aplicações interativas portáteis, que são independentes da tecnologia da rede de difusão. A API javaTV provê uma abstração que permite aos aplicativos escritos em java e interpretados na máquina virtual (JVM – *Java Virtual Machine*) dentro da arquitetura de um receptor de TV Digital, obter informações sobre determinado serviço de uma forma independente do protocolo utilizado. Dessa forma uma aplicação pode ser reusada em uma variedade de ambientes.

O javaTV consiste de uma máquina virtual java e de várias bibliotecas de código reusáveis e específicos para TV Digital Interativa. A JVM é hospedada no próprio STB, logo acima da camada de *hardware*. As APIs javaTV se inserem na camada de *middleware* (ver figura 19), promovendo uma camada abstrata para interpretação de aplicativos java específicos para Televisão Digital: os chamados *xlets*. *Xlets* são miniaPLICATIVOS java, assim como os *applets* da web, que têm seu

funcionamento coordenado como uma máquina de estados, dentro de um contexto específico do ambiente de execução de aplicações, onde se utilizam de recursos disponibilizados por um *gerenciador de aplicações*, em um *contexto de execução* [Sun, 2001].

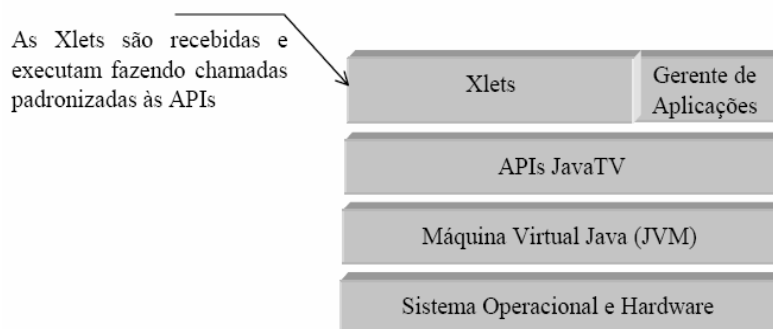


Figura 19. API javaTV na arquitetura do receptor de TV Digital. [SUN, 2000]

Na próxima secção, serão abordadas as duas principais metodologias de desenvolvimento de aplicações oferecidas pelos padrões de *middleware* existentes, bem como uma ênfase será dada ao modelo da API javaTV, com definições acerca dos principais componentes da arquitetura e um estudo sobre o modelo procedural de execução de aplicativos na plataforma de TV Digital, baseado em importantes conceitos introduzidos pela API como *máquina de estados* e *ciclo de vida dos aplicativos*.

4.3 Principais tipos de Aplicações

Ao se definir *middleware* para um terminal de acesso, os principais padrões de Televisão Digital oferecem suporte para o desenvolvimento de aplicações sob dois paradigmas de programação: o paradigma procedural e o declarativo. Ambos apresentam características próprias no que diz respeito à forma como o aplicativo é tratado e interpretado no terminal de acesso: na procedural, um miniaplicativo controlado por uma máquina de estados executa na camada de software comunicando-se com um *gerente de aplicações* [PENG E VUORIMAA, 2001], demandando e liberando recursos; na declarativa um *documento* escrito em um padrão de gramática é interpretado pelo *gerente de aplicações* que cria uma

estrutura de árvore correspondente, a partir do qual realiza o controle sobre o aplicativo [SOARES, 2006b].

No que se refere à sincronização de conteúdo com objetos de mídia, os dois paradigmas de programação têm comportamentos diferentes. Em geral, aplicações onde o sincronismo e adaptabilidade exercem papéis destacados são mais fáceis de serem especificadas usando uma linguagem declarativa orientadas para esse tipo de problema [SOARES, 2006]. Por outro lado, quando a exigência de sincronismo e adaptabilidade é apenas eventual, como em aplicações em que há pouca relação semântica entre programa e conteúdo, como *e-mails*, uma linguagem procedural fornece um melhor suporte.

Os *middlewares* que oferecem infra-estrutura para desenvolvimento de aplicações procedurais e declarativas definem máquinas abstratas, que são ambientes de interpretação das aplicações para cada paradigma de desenvolvimento [SOARES, 2006a]. Assim, temos para aplicações declarativas as *máquinas de apresentação*, com exemplos como o DVB-HTML [ETSI, 2005]; para aplicações procedurais temos exemplos de *máquinas de execução*, como o DVB-J [ETSI, 2005].

Atualmente, as linguagens mais conhecidas representativas dos dois modelos de desenvolvimento são: *java*, para o modelo procedural, sob aspectos da API javaTV [Sun, 2000] ; NCL (*Nested Context Language*), linguagem representativa do Modelo de Contextos Aninhados (NCM, *Nested Context Model*), declarativa [SOARES, 2006]. A seguir serão apresentadas essas duas linguagens, as tecnologias que representam bem como a estrutura de suas apresentações. Uma ênfase maior será dada ao modelo procedural do *javaTV*, por ser o padrão utilizado na elaboração do protótipo deste trabalho.

4.3.1 NCL (*Nested Context Language*)

4.3.1.1 Definições

NCM (*Nested Context Model*, Modelo de Contextos Aninhados) é um padrão para a modelagem de documentos hipermídia que utiliza o conceito de nós (*nodes*) e elos (*links*), com a utilização de grafos para a representação de

hipertextos, da relação não-linear que permeia um objeto multimídia [SOARES, 2006a].

NCL (*Nested Context Language*) é uma linguagem desenvolvida para auxiliar na construção de documentos hipermídia segundo o modelo NCM. Toda a gramática da linguagem é interpretada pelo formatador, que fornece também um ambiente para a execução e apresentação do programa audiovisual correspondente. O NCL tem sua gramática baseada nos conceitos de **nós** e **elos**, padrão do modelo NCM. **Nós** são estruturas associadas a elementos de mídia que eventualmente serão sincronizados com outros elementos (aplicativos ou outros elementos de mídia). Já **elos** são pontos de ligação entre **nós** que têm algum tipo de relação na apresentação do conteúdo. Juntos, **nós** e **elos** constituem os elementos básicos de um modelo de hipertextos NCM e, conseqüentemente, da estrutura NCL.

4.3.1.2 Estrutura de um documento NCL

Na tabela a seguir, tem-se o modelo padrão de um documento NCL. Basicamente, todo o documento desse tipo possui um cabeçalho de arquivo NCL (linhas 1 a 3), onde se definem os parâmetros básicos do documento, uma seção de cabeçalho de programa (linhas 4 a 14, seção **head**), o corpo do programa (linhas 15 a 18, seção **body**) e a conclusão do documento (linha 19). Em cada uma das seções existem elementos próprios da linguagem que representam algum tipo de conceito do modelo NCM (como regiões e conectores) e que, ao interpretados pela máquina de apresentação realizam alguma função dentro do contexto da aplicação.

cabeçalho do arquivo NCL	1:	<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
	2:	
	3:	<ncl id="exemplo01" xmlns="http://www.telemidia.puc-rio.br/specs/xml/NCL23/profiles" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xsi:schemaLocation="http://www.telemidia.puc-rio.br/specs/xml/NCL23/profiles/NCL23.xsd">
cabeçalho do programa	4:	<head>
	5:	<regionBase>
	6:	<!-- regiões da tela onde as mídias são apresentadas -->
	7:	</regionBase>
	8:	<descriptorBase>
	9:	<!-- descritores que definem como as mídias são apresentadas -->
	10:	</descriptorBase>
	11:	<connectorBase>
	12:	<!-- conectores que definem como os elos são ativados e o que eles disparam -->
	13:	</connectorBase>
corpo do programa	14:	</head>
	15:	<body>
	16:	<port id="inicio" component="ncPrincipal" interface="inicio"/>
	17:	<!-- contextos, nós de mídia, elos e outros elementos -->
	18:	</body>
termínio do arquivo NCL	19:	</ncl>

Tabela 4. Modelo básico de um documento NCL [SOARES, 2006a].

Os passos para se construir um documento NCL são [SOARES, 2006a]:

1. Escrever o cabeçalho básico;
2. Definir as regiões da tela onde aparecerão os elementos visuais (**regionBase**);
3. Definir como e onde os nós de mídia serão exibidos, através de descritores (**descriptorBase**);
4. Definir os conectores que especificam o comportamento dos elos do documento (**connectorBase**);
5. Definir o conteúdo (nós de mídia - **media**) e a estrutura (contextos - **context**) do documento (seção **body**), associando-os aos descritores;
6. Definir âncoras para os nós de mídia, visando à construção dos elos de/para nós de mídia (**area** e **attribute**);

7. Definir a porta de entrada do programa, apontando para o primeiro nó a ser exibido, bem como as portas para os contextos, visando à construção dos elos entre contextos e nós de mídia (**port**);

8. Definir elos para o sincronismo e interatividade entre os nós de mídia e contextos (**link**).

A linguagem NCL, assim como outras linguagens declarativas, é preferencial no desenvolvimento de programas para Televisão Digital onde o sincronismo intermídia sem a interação do usuário é mais importante que a própria interatividade. Em outras palavras, o foco principal da NCL é o sincronismo, seja entre aplicativos e conteúdo (áudio e vídeo) ou entre os próprios aplicativos. Isso porque, aplicativos em que existe uma relação semântica bem definida entre seus objetos de mídia e conteúdo, além de uma relação de sincronismo entre os mesmos, como um aplicativo que permite ao usuário interferir nas alternativas de exibição de um conteúdo, por exemplo, têm sua representação alterada de uma forma seqüencial de execução para uma forma onde o fluxo de exibição passa a ser representado por um grafo, uma forma não linear, característica da representação do modelo NCM.

4.3.2 javaTV: A tecnologia Java para Televisão Digital Interativa

A API javaTV [Sun, 2000a] representa uma interface de programação de aplicações procedurais, como um subconjunto da tecnologia Java. Consiste em um conjunto de componentes que permitem uma abstração de alto nível dos conceitos da arquitetura de um sistema de TV Digital como acesso a serviços, controle de dados via *datacasting* (*broadcast data*) e gerenciamento de aplicações. O javaTV compõe especificações de *middleware* dos principais padrões de TV Digital como o DVB-MHP [MHP, 1999].

Embora desenvolvido para ser utilizado em arquiteturas específicas para *set-top-boxes* [Sun, 2000b] a API pode ser utilizada em ambiente computacional

convencional, tanto que a maioria dos emuladores atuais de TV Digital Interativa que utilizam o *middleware* de referência MHP em suas arquiteturas dispõem de recursos do javaTV.

Segundo [Sun, 2000a] as principais potencialidades da API javaTV para o desenvolvimento de aplicações são:

- Acesso a serviços e meta-informações relacionadas – na terminologia java, bem como na especificação DVB-MHP, um conjunto de *streams* elementares relacionados a um mesmo canal de televisão constitui um serviço. A API JavaTV fornece meios de acessar informações dos serviços disponíveis. A especificação define um banco de dados de informações de serviços que é gerenciado por uma entidade chamada SI Manager (*Service Information Manager*). Através do SI Manager uma aplicação pode controlar a navegação pelos serviços disponíveis (*Electronic Program Guide*) ou acessar informações acerca dos próprios serviços (meta-informações).
- Controle sobre os dados de áudio e vídeo – Através da integração com o Java Media Framework a API fornece mecanismos de abstração para funções como controle de fluxo e sincronização de mídia.
- Gerenciamento do ciclo de vida das aplicações – Juntamente com o controle de seleção de serviços, está o controle sobre as aplicações que podem estar relacionadas aos serviços. Dessa forma, a API fornece controle sobre os diversos estados em que uma aplicação pode se encontrar desde quando inicializadas até o momento em que são destruídas e os recursos alocados são liberados.

A implementação de referência javaTV consiste, em essência, de um conjunto de grupos funcionais ou *packages* (pacotes) Java, a maioria sub-pacotes de *javax.tv*. Abaixo, tem-se uma lista dos pacotes que constituem o núcleo do framework javaTV e suas respectivas funcionalidades:

Pacote	Descrição
javax.tv.carousel	Permite acesso a arquivos transmitidos via difusão de dados, utilizando técnicas do padrão de difusão de <u>carrosséis de dados</u>
javax.tv.graphics	Provê suporte para que <i>Xlets</i> com representação gráfica possam encontrar o <i>root</i> (raiz) do container para seus componentes e configurar suas propriedades de exibição na cena.
javax.tv.locator	Provê meios de gerenciamento de recursos para dispor os serviços da API javaTV
javax.tv.media	Define ferramentas complementares ao <i>Java Media Framework</i> para ambiente javaTV
javax.tv.media.protocol	Conjunto de padrões para acesso a um fluxo de dados genérico
javax.tv.net	Provê acesso a datagramas IP no <i>stream broadcast</i> (<i>IP datagram</i>) e mecanismos para implementar comunicação segura no canal de transmissão.
javax.tv.service	Mecanismos para acesso ao SI (<i>Service Information</i>). Obtenção e gerenciamento de serviços
javax.tv.service.guide	Ferramentas de suporte a técnicas de EPG(<i>Electronic Program Guide</i> – <i>guia de</i>

	<i>programação eletrônica)</i>
javax.tv.service.navigation	Navegação através de serviços
javax.tv.service.selection	Seleção de serviços a serem exibidos e utilizados
javax.tv.service.transport	Permite consultar informações sobre mecanismos de transporte acerca dos serviços
javax.tv.util	Classes para controle e geração de marcadores de tempo
javax.tv.xlet	As interfaces <i>Xlet</i> e <i>XletContext</i> fundamentais para a implementação do gerenciamento do ciclo de vida das aplicações.

Tabela 5. Bibliotecas e componentes da API javaTV [Sun, 2000a].

Dos grupos funcionais acima citados, último merece uma atenção especial por introduzir conceitos importantes no modelo de aplicações da API javaTV. A seguir uma breve exposição sobre o *modelo do ciclo de vida das aplicações javaTV* [Sun, 2000a].

4.3.2.1 Aplicações em javaTV

A API javaTV define um modelo de execução de aplicações denominado *xlet lifecycle model* (modelo do ciclo de vida dos *xlets*) no qual figuram três componentes principais: o *xlet*, um miniaplicativo java: uma maquina de estados bem definida; um *Application Manager* (Gerencador de Aplicações), entidade que controla recursos do ambiente de software do receptor, bem como aplicações (*xlets*) que nele executam; e um *XletContext* (que representa o elo de ligação entre as duas entidades anteriores).

O modelo do ciclo de vida das aplicações se resume então na relação que existe entre o aplicativo que executa no receptor em um dado instante e o gerente de aplicações do ambiente. Um ciclo de vida é definido para o *xlet* desde o momento em que ele é criado até quando for destruído. Nesse intervalo o *xlet* executa sucessivas *mudanças de estado* (*xlet state changes*) [Sun, 2000a] coordenadas por ele mesmo ou pelo gerenciador de aplicações. Um estado de um *xlet* representa uma configuração específica do aplicativo no ambiente de execução, podendo estar: carregado (*loaded*), ativo (*active*), suspenso (*paused*) ou destruído (*destroyed*). É por meio de *XletContext* que o *xlet* e o gerenciador de aplicações notificam um ao outro da ocorrência de uma mudança de estado. A Figura 20 ilustra os estados do ciclo de vida de um *xlet*:

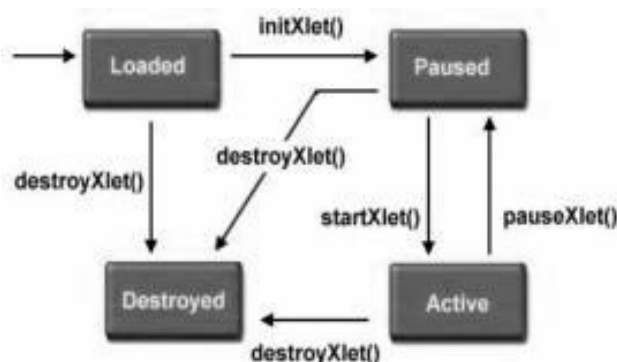


Figura 20. Estados de um *Xlet* [Sun, 2000a]

Um *xlet* como uma máquina de estados obedece a uma seqüência de execução que determina quais estados podem ser assumidos dependendo de estado atual. Uma típica seqüência de execução de um *xlet* em interação com o gerenciador de aplicações é descrita na Tabela 6:

Gerenciador de Aplicações	Xlet
O Gerenciador de Aplicações, ao receber um fluxo de dados e decodificá-lo, identifica um possível aplicativo que irá executar e cria uma nova instância de um <i>xlet</i> .	Um construtor <i>default</i> (padrão, sem argumentos) é chamado para o <i>xlet</i> que entra em estado de <i>loaded</i> .

O gerenciador de aplicações obtém o contexto necessário para a inicialização do <i>xlet</i> através da criação de um objeto <i>XletContext</i> .	O <i>xlet</i> usa o objeto <i>XletContext</i> para inicializar a si próprio, entrando no estado de <i>paused</i> .
O gerenciador de aplicações decide se é o momento oportuno para o <i>xlet</i> realizar seu serviço, podendo notificá-lo a entrar no estado de <i>active</i> .	O <i>xlet</i> adquire os recursos necessários a sua execução e começa a realizar seu serviço.
O gerenciador de aplicações não necessita mais da realização do serviço pelo <i>xlet</i> sinalizando-o a interromper sua execução (isto pode ocorrer pela interferência do próprio usuário, por exemplo).	O <i>xlet</i> interrompe a execução de seu serviço, liberando os recursos utilizados até o momento, entrando em estado de <i>paused</i> e aguardando o próximo comando do gerenciador de aplicações.
O gerenciador de aplicações decide que não é mais necessária a execução do <i>xlet</i> ou talvez precise executar um <i>xlet</i> de maior prioridade. Então ele sinaliza ao <i>xlet</i> que este deve ser destruído.	O <i>xlet</i> prepara-se para ser finalizado salvando as configurações atuais como preferências do usuário. Assim, ele entra no estado de <i>destroyed</i> e deixa de existir no ambiente de execução. Da próxima vez que for necessário realizar o mesmo serviço, o processo se repetirá com outro <i>xlet</i> .

Tabela 6. Execução de um Xlet em interação com o Gerenciador de Aplicações[Sun, 2000a].

4.3.2.2 As interfaces *Xlet* e *XletContext*

Tecnicamente, *Xlet* é uma interface java que provê ao gerenciador de aplicações quatro métodos através dos quais é possível efetuar mudanças de estados e garantir o modelo do ciclo de vida das aplicações descrito anteriormente. Os seguintes métodos caracterizam a interface *Xlet*:

- *public void initXlet(XletContext context)* – permite a inicialização do *Xlet*. Neste método o *xlet* configura suas propriedades, instancia os principais objetos da aplicação e obtém o contexto do ambiente em que irá executar através do parâmetro *XletContext context*. Se por algum motivo o *xlet* não conseguir inicializar uma exceção do tipo *XletStateChangeException* é levantada. Após a execução deste método o *xlet* entra em estado de *paused*.

- *public void startXlet()* – quando executado, muda o estado do *xlet* para *active*. Através do *startXlet* o *xlet* realiza as ações definidas para serem efetuadas em tempo de execução como respostas a ações do usuário ou execução de um determinado serviço. Se algo não permitir a mudança de estado para *active* também uma exceção do tipo *XletStateChangeException* é levantada.

- *public void pauseXlet()* – quando executado, este método determina a suspensão temporária do serviço realizado pelo *xlet*, entrando este no estado de *paused*. Neste momento o *xlet* pode recuperar recursos perdidos durante a execução enquanto aguarda uma autorização do gerenciador de aplicações para retornar à execução através de uma nova chamada à *startXlet()*. Aqui, também uma exceção *XletStateChangeException* é levantada caso algum erro ocorra na passagem de estado.

- *public void destroyXlet(boolean unconditional)* – Neste método devem ser implementados todos os procedimentos necessários para que o *xlet* termine sua execução de maneira correta. Geralmente é utilizado para liberar recursos utilizados do ambiente, como por exemplo, salvar preferências do usuário. Sua condição é satisfeita somente se o parâmetro *unconditional* for verdadeiro.

Um *XletContext* é um objeto passado ao *xlet* quando este é inicializado. O *XletContext* provê ao *Xlet* um mecanismo para acessar propriedades e recursos do ambiente através da comunicação estabelecida com o gerenciador de aplicações. Desde o momento que o *Xlet* é criado até quando for destruído apenas um *XletContext* é associado a ele. A interface *XletContext* define os seguintes métodos:

- *public void notifyDestroyed()* – Este método notifica ao gerenciador de aplicações que o *Xlet* entrou no estado de *destroyed*. O *xlet*, ao terminar de realizar seu serviço, notifica ao *XletContext* associado e este invoca o *notifDestroyed()*, autorizando o gerenciador à finalizar o *xlet*.
- *public void notifyPaused()* – Através deste método o *XletContext* comunica ao gerenciador de aplicações que o *xlet* suspendeu a execução de seu serviço, podendo passá-lo para estado de *paused*.
- *public java.lang.Object getXletProperty(java.lang.String key)* – Permite a obtenção de uma propriedade do *xlet* associado a este *XletContext* identificada pela *String* passada como parâmetro.
- *public void resumeRequest()* – Através da execução deste método o *XletContext* comunica ao gerenciador de aplicações que o *xlet* está pronto para entrar no estado de *active*.

4.4 Usabilidade e Interfaces para Televisão Digital Interativa

Definida a nova mídia computacional através da qual um usuário-telespectador tem contato com serviços interativos remotos e conteúdos diversificados, podendo interferir na programação exibida, surge a necessidade de se avaliar o meio de interface, conceitos de usabilidade, bem como os aspectos

característicos dessa nova relação como um sub-processo da relação *humano-máquina*.

Assim como para desenvolver aplicativos em geral devem ser estudados aspectos de interface de software, aspectos cognitivos do relacionamento humano-computador, em televisão, o desenvolvimento de aplicações deve ser tratado com cuidado já que se trata de uma mídia com características próprias, que sugere uma nova cultura de interface humano-máquina, priorizando a simplicidade, mas que, pela própria natureza do contexto da relação usuário-tv, deve ater-se a muito mais a questões específicas que um sistema computacional qualquer [ALMEIDA et all. 2004].

Uma interface para televisão digital, implementada através de um serviço específico deve prover funcionalidades simples acessadas através de um controle remoto, que possam mapear um sistema complexo, através de uma apresentação eficiente, agradável e operável que forneça *feedback* rápido e satisfatório ao usuário-telespectador [SOARES et all, 2006a], o que nem sempre é uma tarefa facilmente realizável somente com a interface do controle remoto.

Comparado a um sistema computacional, uma interface de TV Digital é bem simples: Apenas uma tela em que o conteúdo é apresentado e, através de um controle remoto o telespectador tem a possibilidade de reagir ao que é exibido, alterando no fluxo normal desse conteúdo. O uso do controle remoto como principal meio de interface entre o usuário e a TV tem sido estudado e, dada sua demasiada simplicidade, várias novas propostas surgiram de utilização de outros mecanismos que provêem uma interface mais adequada, principalmente em aplicativos destinados a questões sociais e educacionais, como no caso do modelo brasileiro. Para isso, várias formas de acesso aos serviços da TV foram propostas, desde o uso de canetas scanners [Berglund et all., 2004], reconhecimento de voz [Fujitta et all., 2003], até o papel comum como uma interface de código de barras [Gomes et all., 2006].

Todas essas necessidades surgem porque a forma como o usuário interage com a tv é drasticamente modificada. O conceito de interação em televisão analógica convencional é estendido para interatividade em TV Digital, na medida em que o usuário, através de um canal de retorno, poderá interagir com o conteúdo que é exibido, enviando dados através do canal realizando operações características de um ambiente de Internet, transcendendo a relação retroativa característica de um

sistema analógico e entrando numa relação, segundo [SILVA, 2000], de bidirecionalidade, hiperatividade, não linearidade, confundindo-se com o próprio emissor.

A seguir, será feito um breve estudo dos conceitos de usabilidade em sistemas computacionais bem como as diretrizes de design para construção de aplicativos para a plataforma de Televisão Digital Interativa, dentro do contexto do ambiente e das interfaces disponíveis.

4.4.1 Usabilidade

A Usabilidade pode ser considerada como um conjunto de fatores de qualidade de produto, ou seja, da qualidade experimentada pelos usuários do sistema ou produto tecnológico. Um produto com alta usabilidade é eficaz e eficiente, seguro e fácil de usar, fácil de aprender, promove satisfação ao usuário e os permite realizar metas específicas em um contexto específico de uso [NIELSEN 1993] [ISO 9241-11, 1998].

Com a invenção e disseminação de novas tecnologias o conjunto de fatores que determinam a qualidade de um sistema tornou-se muito mais abrangente. Recentemente, percebeu-se que o processo de desenvolvimento de um produto deve começar pelo usuário e por suas características em vez de começar pela tecnologia [ALMEIDA et al, 2004]. Assim, novos parâmetros e metodologias de análise de interfaces surgiram considerando-se, sobretudo as necessidades do usuário a partir dos quais o produto de software é constantemente projetado, avaliado e analisado. Para auxiliar o processo de design, com frequência são seguidas diretrizes e padrões de projeto de interface de usuário. Abaixo são apresentadas as principais diretrizes para o projeto de interfaces em geral [NIELSEN, 1993] e para a TV Digital em particular [SOARES et al, 2006a].

4.4.2 Diretrizes para o design de software interativo em geral

Segundo [Nielsen, 1993] os seguintes parâmetros são relevantes quando se considera a construção de produtos interativos em geral, no que diz respeito à relação que assumem com os usuários:

Consistência e padronização – Refere-se à consistência na apresentação das informações ao usuário como terminologias utilizadas em menus, títulos e telas de ajuda; seqüência de ações necessárias para situações semelhantes, posicionamento e tamanho dos componentes na tela; uso consistente de cores, fontes, etc. Além disso elementos com comportamentos diferentes do padrão devem ser apresentados de forma diferenciada.

Uso adequado de terminologias e imagens; informações visíveis e atualizadas – As formas de apresentação ao usuário, sejam elas textuais ou visuais devem ser bem compreendidas. Deve-se evitar termos técnicos ou jargões, a menos que a especificidade do produto determine tais termos. Além disso, os projetistas devem estar atentos a variações culturais de usuários que influenciam na compreensão de termos e imagens. Os termos, imagens e outros elementos da interface devem não apenas ser familiares aos usuários, mas também relacionados à tarefa corrente.

Feedback informativo e no tempo certo – O sistema deve sempre fornecer uma resposta ao usuário, para cada ação deste. Para ações atômicas e freqüentes, a resposta pode ser sutil, ao passo que para ações mais infreqüentes a resposta pode ser mais evidenciada. Essa característica de uma interface interativa se identifica com a característica *Degradação Suave* de um sistema interativo segundo [LIPPMAN, 1998] citado no capítulo 03.

Possibilidade de ação e navegação claras e visíveis – Qualquer produto interativo deve ser capaz de situar o usuário, permitindo-o sempre saber onde ele está, como chegou lá, para onde ele pode ir, o que ele deve fazer e como.

Atalhos e meios de interação eficientes; uso de valores *default* – Na medida em que a freqüência do uso aumenta, usuários tendem a reduzir o número de ações e aumentar o ritmo da interação. Atalhos, teclas especiais e comandos ocultos podem ser úteis aos usuários freqüentes e conhecedores do produto.

Meios de prevenção e tratamento de erros – O produto interativo deve ser projetado para que os usuários cometam o mínimo de erros e nunca os erros que comprometam criticamente o funcionamento do produto. Se usuários cometem um erro, o sistema deve detectar e oferecer instruções simples, construtivas e específicas para ele se recuperar do erro. Ações com erro devem manter o estado do sistema e fornecer meios de recuperação.

Reversibilidade de ações – A reversibilidade de ações é importante principalmente porque motiva a exploração de opções que não são familiares ao usuário e possibilita o aprendizado por tentativa-e-erro, visto que o usuário sabe que os erros cometidos podem ser desfeitos.

Seqüência de ações familiares aos usuários e ‘completas’ – As seqüências de ações devem ser organizadas em grupos com início, meio e fim tão próximos como possível das expectativas do usuário e permitindo-o a possibilidade de aprendizagem do sistema passo-a-passo, com um *feedback* informativo na conclusão de um grupo de ações, o que dá aos usuários a satisfação de terem atingido um objetivo.

Controle e liberdade do usuário – O produto interativo deve fornecer ao usuário a sensação de domínio sobre o sistema, evitando-se ações que surpreendam o usuário, exijam dele um comportamento tedioso ou dificultem a obtenção de informações ou a realização da tarefa desejada.

Redução da memória de curto prazo – O sistema interativo deve ser desenvolvido levando-se em conta a limitação do processamento humano de informações, não exigindo que os usuários se lembrem de muitas informações entre telas ou de vários passos para completar uma tarefa.

Legibilidade – Os textos devem ser apresentados com contraste alto. Os formatos de fontes devem ser adequados às variações de resoluções das telas dos monitores.

Considerações com usuários com deficiências (acessibilidade) –

Acessibilidade refere-se à qualidade de um sistema ser acessível a qualquer tipo de usuário com limitações específicas. Um produto interativo deve ser construído considerando-se os usuários com deficiências. O uso de cores e o tamanho das fontes não devem impedir que pessoas com deficiência visual utilizem o sistema. Analogamente nenhum *feedback* importante deve apenas ter representação sonora, pois exclui usuários com deficiência auditiva.

4.4.3 Diretrizes para o design de aplicações para Televisão Digital Interativa

Quando se considera o ambiente de Televisão Digital Interativa como meio de interface com o usuário, diretrizes específicas devem ser estabelecidas, adicionalmente às interfaces genéricas citadas. São elas [SOARES et al., 2006]:

Tela – As regiões da tela devem ser definidas de forma consistente em todo o programa. Logomarcas, títulos e barras de menu ou navegação devem ser posicionados preferencialmente em regiões fixas da tela para que o usuário identifique rapidamente onde ele está e o que ele pode fazer em seguida. Os elementos pouco utilizados devem ser movidos para teclas secundárias. No padrão de televisão PAL a resolução da TV é 720x576 pixels, mas como televisores podem ter margens variantes, a BBC adota uma região ‘segura’ com uma margem de 90px na horizontal e 50px na vertical como região principal da tela do televisor, fora da qual nenhum conteúdo importante deve ser exibido [BBC, 2002].

Texto – Apresentar texto na TV deve também seguir alguns padrões. A família de fonte utilizada deve ser adequada à TV como a fonte *Tiresias* projetada especificamente para a TV. Outras famílias de fonte vêm sendo desenvolvidas para exibir textos de legendas na tela como Univers 45 e Antique Olive [ScreenFont.CA, 2006]. Outras famílias de fonte podem ser utilizadas mas deve-se prestar atenção especial à distinção entre algumas letras que podem apresentar-se de maneira semelhante na tela do televisor e causar confusão para as pessoas com deficiência visual. Deve-se ainda considerar que pode haver distorções no texto dependendo das proporções em que o programa é exibido na tela (mudanças entre os formatos

4:3 e 16:9). A BBC estabeleceu um padrão para a definição de texto em seus programas para TV Digital [BBC, 2002]. Entre algumas, pode-se citar: o tamanho da fonte, que deve estar entre 18pt e 24pt; o texto claro sobre fundo escuro é melhor de ser visualizado na TV do que o contrário; uma tela inteira de texto não deve conter mais do que 90 palavras pois do contrário diminuiria muito a velocidade de leitura da informação e tornaria o texto tedioso de ser lido.

Imagens – Um pixel de televisão tem formato ligeiramente retangular. Como o pixel de monitores tem formato quadrado, para se elaborar uma imagem no computador que seja exibível na televisão, deve-se defini-la para o tamanho 768x576px e, para prepará-la para a transmissão deve-se reduzi-la horizontalmente para 720x576px [SOARES et al, 2006a] [BBC, 2002].

Navegação e controle – A navegação é um conceito introduzido em Televisão Digital na medida em que representa uma evolução de um simples *zapping* entre os canais para a navegação pelo uso ativo de aplicações no Televisor [Gomes, 2006]. Sendo assim, algumas das recomendações para sistemas computacionais valem também para este caso. O telespectador deve sempre estar bem situado e ter em mente o percurso cognitivo que o levou a chegar em determinado estado no sistema. A navegação em Televisão deve ser o mais intuitiva o possível pois caso contrário, com o controle remoto como único meio de interface, pode ser desgastante, não fornecendo o *feedback* necessário no tempo certo e causando irritação ao usuário.

Uso das teclas do controle remoto – Apesar de não serem padronizados os controles remotos costumam ter conjuntos comuns de teclas: controles tradicionais de televisão (ligar/desligar, mudar de canal, ajustar o volume); teclas numéricas (0 a 9); teclas de setas (cima, baixo, esquerda e direita) e de ativação (OK e Enter); teclas coloridas (geralmente vermelha, verde, azul e amarela). Alguns controles remotos possuem conjuntos específicos de teclas (como teclas de paginação PgUp e PgDn), mas como ainda não há um padrão adotado universalmente o uso destas teclas deve ser evitado (ver Figura 21) .



Figura 21. Diversidade de Controles Remotos [Berglund et al, 2004]

4.5 Segurança na Plataforma de Televisão Digital Interativa

A Televisão Digital promove um novo canal de comunicação e distribuição de serviços por meio de aplicações interativas [SCHWALB, 2004]. Entretanto, ao expor os mais variados tipos de dados em uma rede, como na Internet, também requer que um conjunto de processos e protocolos sejam desenvolvidos em prol de um ambiente seguro. Assim, os principais modelos de referência para arquiteturas de Televisão Digital definem suas ferramentas e protocolos de segurança para garantir ao desenvolvedor um ambiente seguro de execução de aplicações, principalmente para as que prezam pela confiabilidade e privacidade dos dados relacionados, como aplicações de *t-commerce* e *t-banking*.

O modelo de segurança da plataforma DVB-MHP, por exemplo, dispõe sobre um *framework* de segurança, implementado de acordo com a tecnologia usada no canal de retorno (ADSL, GPRS, wi-fi, PLC, etc)[DVB-MHP, 2006]. O protocolo TLS (*Transport Layer Security*) [TLS, 1999] é disponibilizado na Televisão Digital Interativa para prover *comunicação segura*, um conjunto de medidas que asseguram confiabilidade, autenticidade e integridade da informação em sistemas e canais de telecomunicações [ETSI, 2003]. Através do TLS, em conjunto com o SSL (*Secure Sockets Layer*) [Netscape, 1994] e a API JSSE (*Java Security Sockets Extension*) [Sun, 2006a] o MHP implementa segurança no canal de interatividade. A JSSE, na especificação da Sun, inclui classes em *javax.net* e *javax.net.ssl*, que habilitam as aplicações a acessarem uma via de comunicação segura.

O *framework* do MHP, com a integração das tecnologias citadas, provê uma arquitetura de certificações seguras: baseado em uma chave pública todos os receptores MHP devem incluir um certificado raiz pré-instalado e todas as emissoras de aplicações devem possuir seu próprio certificado de identidade emitido por uma autoridade certificadora reconhecida [DVB-MHP, 2006]. A Figura 22 ilustra essa arquitetura.

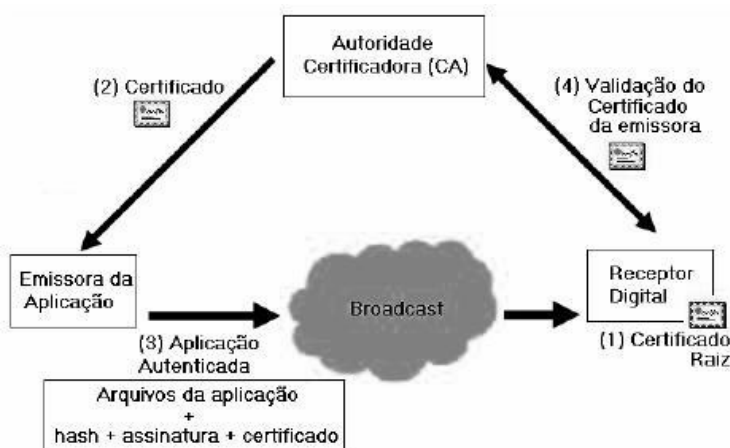


Figura 22. Segurança em TVDI. Arquitetura utilizada para autenticar aplicações.
[ROESLER, 2006]

A especificação MHP também provê a disponibilização dos seguintes algoritmos criptográficos, presentes os terminais MHP [ETSI, 2003]:

- Algoritmo assimétrico RSA;
- Algoritmo *hash* MD5 e SHA-1;
- Algoritmos simétricos DES, 3DES e AES.

Além de todos esses padrões citados, que se combinam para fornecer comunicação segura, é importante ressaltar a segurança da própria plataforma de execução de aplicações MHP, no receptor, através de conceitos de *condicionalidade de acesso* (CA *Subsystem Specification*) [Sun, 2006a] que dispõe sobre a utilização de técnicas de codificação do fluxo de áudio-vídeo-dados; bem como a própria Máquina Virtual Java que utiliza a *JDK1.2 Security Architecture* [Sun, 2006b], implementando mecanismos de verificação de *bytecodes*, validação de código, carregamento e descarregamento de aplicações.

4.6 Tecnologias – Emuladores e Ferramentas de Desenvolvimento

4.6.1 XleTView

O xleTView [XleTView, 2007] é uma ferramenta de emulação de xlets MHP na plataforma computacional. Fornece uma infra-estrutura para a execução de aplicações num ambiente de TV Digital, com a implementação das funcionalidades básicas da especificação MHP. É um projeto de software livre licenciado sobre a “GNU Public licence”.

O emulador roda sobre a plataforma java. É recomendável a instalação da máquina virtual java 1.4 ou superior. A API JMF2.1.1 (*Java Media Framework*) é utilizada para a exibição de vídeos no formato AVI (*Audio Video Interleaved*) compactado com compressão Cinepack.

A interface do xleTView é muito simples. O emulador apresenta uma área de visualização de aplicativos ao centro e um controle remoto no formato para TV Digital, para o tratamento de eventos do usuário. O xleTView interpreta apenas os *bytecodes* dos xlets desenvolvidos em qualquer ambiente, desde que sigam a especificação MHP. A figura abaixo ilustra a execução de uma aplicação no ambiente do xleTView.



Figura 23. Exemplo de aplicação no XeTView (do Autor).

4.6.2 OpenMHP

OpenMHP é um software *open source* (código aberto) que pode ser usado para desenvolver e testar aplicações para televisão interativa em um ambiente de PC [OpenMHP, 2004a].

O emulador é uma implementação simples da especificação MHP, escrito em java, que permite a visualização de aplicações interativas num ambiente específico de TV Digital, permitindo desde o estudo de conceitos básicos de programação para esta plataforma como gerenciamento de cenas, tratamento de eventos do controle remoto, exibição de *frames* de vídeo e controle de áudio via integração com JMF (*Java Media Framework*) até conceitos mais avançados como tratamento de serviços no canal de difusão (*Service Information* e *Service Selection*), controle de legendas (*Subtitle Control*), comunicação fim-a-fim entre aplicativos (*Inter-Xlet Communication*) e tratamento do Canal de Retorno (*Return Channel*) [OpenMHP, 2004b].

A interface do OpenMHP consiste em uma tela principal que representa o conceito de gerenciador de aplicações (*Application Manager*) a qual permite o controle dos *Xlets* que poderão executar. Para iniciar uma aplicação basta selecioná-la com um clique duplo no nome correspondente, na lista de aplicações adicionadas. A aplicação selecionada irá executar em um processo separado: o novo processo criará sua própria interface gráfica (uma tela correspondente à tela da TV e outra correspondente ao controle remoto, respectivamente chamadas *TV Screen* e *Remote Control*) bem como uma janela para acompanhamento da execução do *Xlet*, através de saídas de texto (*debug information*). A Figura 24 mostra a interface descrita.

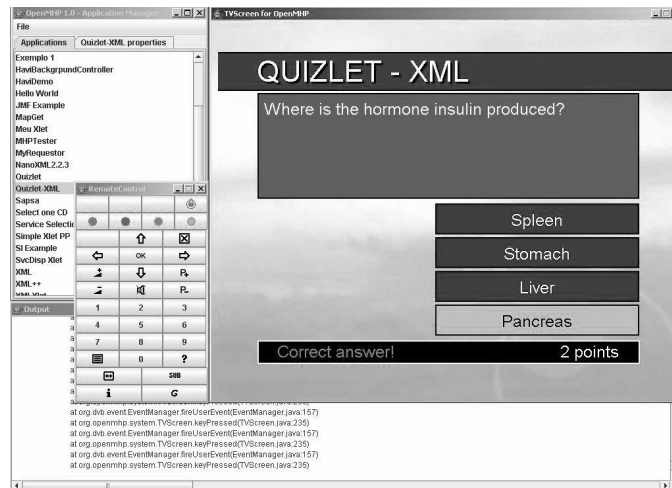


Figura 24. Interface do ambiente OpenMHP (do Autor).

Por suas características e por fornecer suporte adequado às exigências do protótipo, o ambiente OpenMHP foi adotado como plataforma de testes e execução do protótipo deste trabalho.

4.6.3 Espial iTV Reference Platform

A Espial [Espial, 2002] forneceu recentemente uma versão da implementação do padrão DVB-MHP através da *Espial's iTV reference platform, version 1.0.1*. Assim como o XleTView, o emulador contém um subconjunto mínimo do MHP, que também roda sobre a plataforma java, da versão J2SDK (Java Development Kit) 1.4 em diante. A tela da apresentação do emulador consiste de três janelas (ver Figura 25): a tela de títulos da Espial, que aparece a frente das demais e é executada sempre que o emulador é iniciado; a tela de execução de Xlets MHP, ao centro da figura; por fim a tela à direita, que simula o funcionamento do controle remoto.

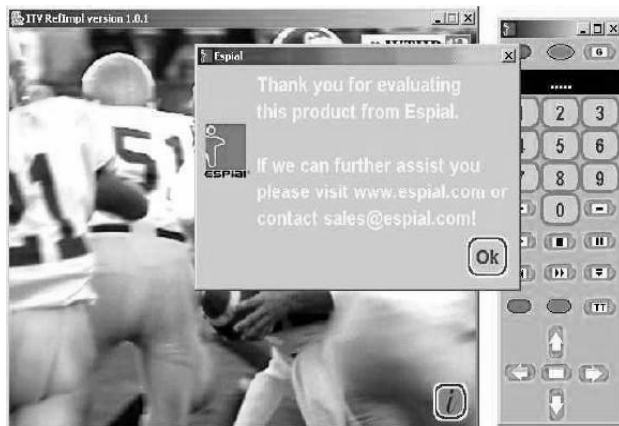


Figura 25. Aspecto do Emulador da Espial. [Espial, 2002]

O Espial's iTV não oferece suporte à sincronização de áudio e vídeo, apenas a apresentação de imagens estáticas. Por outro lado, fornece ao desenvolvedor uma estrutura mais complexa para a simulação de fluxos de aplicativos pelo canal de transmissão, com classes que implementam funções mais complexas da especificação MHP (como o suporte ao acesso à fluxos de dados), quando comparadas à implementação do XleTView. A figura abaixo ilustra um aplicativo em execução no Espial's iTV (Figura 26).



Figura 26. Exemplo de Aplicação no Espial's iTV [LEMOS, 2004]

4.6.4 IRT

O IRT é um middleware baseado na implementação MHP. É resultado de um grande projeto encabeçado por Alemanha e Suíça, contando com o apoio de 130 centros de pesquisa espalhados por todo o mundo, entre eles instituições brasileiras

como CPqD-SP , Unicamp-SP e C.E.S.A.R.-PE [IRT a., 2007]. Por ser usado como middleware em set-top-boxes é o ambiente de emulação MHP mais completo do mercado. A versão disponível para PC é proprietária, mas existe uma versão demo livre, o mimundoTV player que implementa algumas funções básicas do ambiente de Televisão Digital, podendo-se visualizar os mais diversos tipos de aplicações e serviços para TV Digital Interativa [IRT b., 2007]. A Figura 27 ilustra a interface do middleware emulada em um ambiente de PC.



Figura 27. Interface do IRT. [IRT, 2007]

4.6.5 Cardinal Studio

O Cardinal Studio [Cardinal Systems , 2006a] é uma ferramenta de autoria para a criação de aplicativos para TV Digital Interativa também por meio de um *middleware* MHP. A ferramenta visa oferecer uma forma mais intuitiva de se trabalhar com *xlets* MHP, introduzindo alguns conceitos específicos do ambiente.

O modelo de autoria do Cardinal Studio tem como abstração de mais alto nível os “Atos” (Acts) [Cardinal Systems, 2006b]. Essas entidades servem para fazer a estruturação de um aplicativo e podem ser entendidas como cenas específicas em um dado momento da execução da aplicação. No Cardinal Studio toda a interatividade é definida através de eventos disparados pelos componentes como, por exemplo, o evento “actionPerformed” de um componente focável. Neste caso, o evento é disparado quando o componente tem o foco e um botão de controle remoto é pressionado. Cada cena pode ser configurada pela adição ou remoção de componentes, ou pela modificação de suas propriedades. Por suas características,

pode ser considerada como uma ferramenta de rápido desenvolvimento de aplicações [Cardinal Systems , 2006b]. A Figura 28 ilustra o ambiente de desenvolvimento do Cardinal Studio.

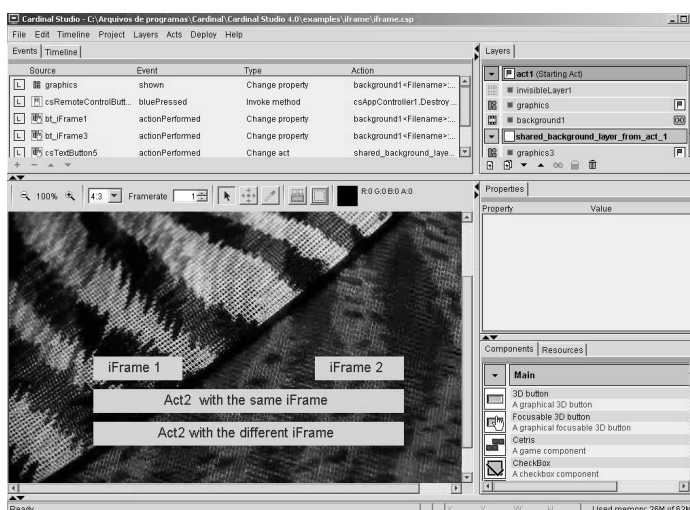


Figura 28. Ambiente de Autoria do Cardinal Studio (do Autor).

4.6.6 NIST DASE Reference Implementation

NIST DASE Development Environment é um projeto coordenado pelo *National Institute of Standards and Technology* (NIST) e pelo *Advanced Television Systems Committee* (ATSC) [NIST, 2001]. O objetivo do consórcio é desenvolver uma plataforma para simulação do ambiente de um *set-top-box* na camada de *middleware*, com suporte a programação procedural baseado na especificação ATSC-DASE [DASE, 2001] e na linguagem java [NIST, 2001].

Através da ferramenta NIST DASE PAE API (*Nist Dase prototype application environment*) é disponibilizado um ambiente de execução de aplicações (*xlets*) escritas segundo o padrão DASE. A arquitetura do sistema provê uma máquina de execução na camada de *middleware* que integra as principais tecnologias de programação (javaTV, HAVi e Davic) permitindo ao desenvolvedor testar aplicativos em todos os níveis de interatividade (ver Figura 29). O projeto ainda encontra-se em fase de desenvolvimento, com versões de testes disponíveis para os ambientes Windows e Linux. Abaixo, a interface do *STB Simulator* [NIST, 2001] (ver Figura 30).

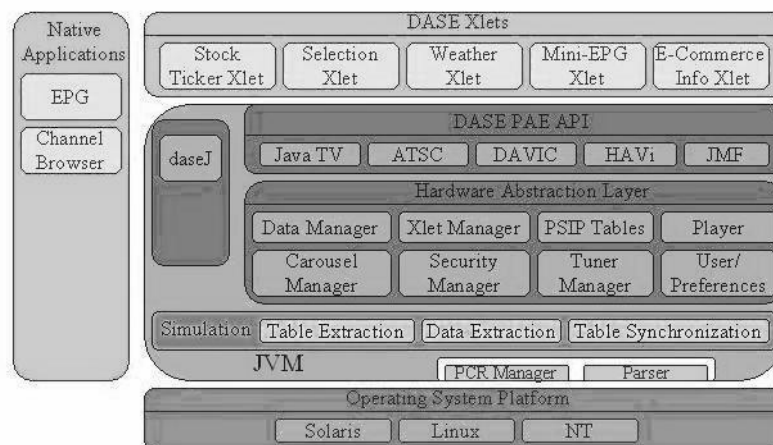


Figura 29. Arquitetura do ambiente NIST-DASE [NIST, 2001]



Figura 30. Interface do STB Simulation – Eletronic Program Guide [NIST, 2001]

4.6.7 Maestro Formatter

O Maestro Formatter [MAESTRO, 2005] é um software que fornece ao desenvolvedor uma plataforma básica para testes e execução de documentos escritos em NCL (*Nested Context Language*). Desenvolvido sobre a máquina virtual Java, o emulador simula uma máquina de apresentação, definindo internamente componentes que representam estruturas do padrão de modelagem NCM (*Nested Context Model*) utilizados para validar e apresentar documentos escritos em NCL. É um projeto recente da PUC-RIO, uma especificação simples da máquina de

apresentação Ginga-NCL, em desenvolvimento pela instituição. A Figura 31 mostra a interface do Maestro Formatter na apresentação de um aplicativo NCL.



Figura 31. Aplicação declarativa no ambiente Maestro Formatter (do Autor).

4.6.8 Composer

O Composer [SOARES, 2006a] é uma ferramenta de autoria que fornece um ambiente de construção de documentos NCL. O software foi desenvolvido baseado no conceito de *visões* que são formas abstratas de representação de um documento NCL que permitem um melhor acompanhamento do processo de desenvolvimento [SOARES, 2006a]. O Composer é dividido em quatro visões: uma visão gráfica estrutural, uma visão gráfica temporal, uma visão gráfica de layout e uma visão textual. As quatro visões funcionam de maneira sincronizada, a fim de oferecer um ambiente integrado de autoria, permitindo ao desenvolvedor criar documentos NCL de forma mais rápida e simples, pois este pode utilizar as vantagens de cada diferente visão em etapas específicas da edição do documento. A Figura 32 mostra a interface do composer com as quatro visões abertas.

5 O Comércio eletrônico via TV Digital Interativa (*t-commerce*)

5.1 Definições acerca do Comércio Eletrônico

Todas as possibilidades de serviços através da iTV (*interactive Television*) citadas anteriormente, têm seu grau de viabilidade para sociedade. Algumas delas, por serem inovadoras, como as que promovem alta interatividade são hoje um sucesso. Outras, como as que já existem na Internet, ainda não adquiriram os resultados esperados [MONTEZ E BECKER, 2004] sendo objeto de muita discussão e análise, como é o caso da compra de produtos via TV, o *t-commerce*, que para alguns não terá sucesso e para outros é promessa num futuro iminente.

[MEIRA JR. et al, 2002] definem comércio eletrônico como ‘uso de meios eletrônicos para a condução de transações comerciais entre empresas, governo e consumidores’. A entrada de meios eletrônicos no processo de comercialização de produtos alterou a estrutura desse processo, diversificando e agilizando relações, ampliando mercados e alterando a cadeia de valor da produção [MEIRA JR. et al, 2002]. É importante observar que o uso destes meios eletrônicos nesse processo não se restringe apenas à mediação de transações mas também a qualquer tipo de relação comercial, podendo-se usar da infra-estrutura digital como meio de promoção, coleta e análise de informações, canal de vendas ou atendimento ao cliente, bem como qualquer estratégia comercial aplicada mediante as tecnologias digitais, num processo muito mais geral de *Tecnologia da Informação* [DINIZ, 1999].

O conceito de Comercio Eletrônico se relaciona, então, não somente às tecnologias dos computadores e da Internet, mas também com qualquer tipo de mídia interativa (combinação de um meio inteligente e do suporte de dados em multimídia, conectados a uma rede aberta) que possua diretrizes tecnológicas voltadas para os negócios, como os modernos celulares e as Televisões Digitais [SANTOS, 2005].

Para melhor compreensão do conceito, [DINIZ, 1999] separa Comercio Eletrônico em dois blocos principais: o primeiro, onde as atividades se caracterizam por um número relativamente baixo de transações de alto valor financeiro. Nesse grupo, estão as relações empresa-empresa, sendo o EDI (*Electronic Data Interchange*) o exemplo mais conhecido [SOKOL, 1989]; o segundo bloco, das

transações entre empresas e consumidores finais, se caracteriza por um alto volume relativo de transações, cada uma com baixo valor financeiro. É nesse grupo onde a concentração das estratégias comerciais apoiadas pela Tecnologia da Informação é elevada.

Os atuais números e indicadores de crescimento do comércio eletrônico refletem claramente que os negócios através das redes e Internet são um diferencial competitivo para as empresas. O Comércio eletrônico através da web esta em continuo fortalecimento em todo o mundo, principalmente pela atual expansão da Internet (ver Tabela 7), bem como pela descoberta gradativa, por parte do internauta, da comodidade, agilidade e economia representada pelas compras on-line.

OS 20 PAÍSES COM MAIOR NÚMERO DE INTERNAUTAS

#	País	Usuários da Internet	População (2006 Est.)	Adoção da Internet	Fonte dos dados e data	% do Mundo
1	Estados Unidos	203.824.428	299.093.237	68,1 %	Nielsen//N R Dec/05	20,0 %
2	China	111.000.000	1.306.724.067	8,5 %	CNNIC Dec/05	10,9 %
3	Japão	86.300.000	128.389.000	67,2 %	eTForecast s Dec/05	8,5 %
4	Índia	50.600.000	1.112.225.812	4,5 %	C.I.Almanac Mar/05	5,0 %
5	Alemanha	48.722.055	82.515.988	59,0 %	C.I.Almanac Mar./05	4,8 %
6	Reino Unido	37.800.000	60.139.274	62,9 %	ITU Oct/05	3,7 %
7	Coréia do Sul	33.900.000	50.633.265	67,0 %	eTForecast Dec/05	3,3 %
8	Itália	28.870.000	59.115.261	48,8 %	ITU Sept./05	2,8 %
9	França	26.214.174	61.004.840	43,0 %	Nielsen//N R Dec/05	2,6 %
10	Brasil	25.900.000	184.284.898	14,1 %	eTForecast s Dec/05	2,5 %
11	Rússia	23.700.000	143.682.757	16,5 %	eTForcasts Dec/05	2,3 %
12	Canadá	21.900.000	32.251.238	67,9 %	eTForcasts Dec/05	2,2 %

13	Indonésia	18.000.000	221.900.701	8,1 %	eTForcasts Dec/05	1,8 %
14	Espanha	17.142.198	44.351.186	38,7 %	Nielsen//N R Dec/05	1,7 %
15	México	16.995.400	105.149.952	16,2 %	AMIPCI Nov/05	1,7 %
16	Austrália	14.189.544	20.750.052	68,4 %	Nielsen//N R Dec/05	1,4 %
17	Taiwan	13.800.000	22.896.488	60,3 %	C.I.Almana c Mar/05	1,4 %
18	Holanda	10.806.328	16.386.216	65,9 %	Nielsen//N R June/04	1,1 %
19	Polônia	10.600.000	38.115.814	27,8 %	C-I-A Mar./05	1,0 %
20	Turquia	10.220.000	74.709.412	13,7 %	ITU Sept./05	1,0 %
20 Maiores Países		810.484.127	4.064.319.458	19,9 %	IWS - Dec.31/05	79,6 %
Resto do Mundo		207.573.262	2.435.377.602	8,5 %	IWS - Dec.31/05	20,4 %
Total Mundial – Usuários		1.018.057.389	6.499.697.060	15,7 %	IWS - Dec.31/05	100,0 %

Tabela 7. 20 países com maior número de Internautas (<http://www.e-commerce.org.br/>)

No Brasil, embora o Comércio Eletrônico tenha começado de fato somente cinco anos depois que nos Estados Unidos [FELIPINE, 2005], o processo de evolução ocorreu da mesma maneira: as vendas passaram a crescer sobre números surpreendentes a cada ano superando as previsões e expectativas, sobretudo pela evolução positiva da população de internautas no país que atingiu o ápice do crescimento entre os anos de 1998 a 2001 (ver indicadores gerais nas tabelas 8 e 9). Por exemplo: o faturamento anual do Comércio Eletrônico de 2001 até 2005 cresceu cerca de 355%, conforme se nota no gráfico abaixo (Gráfico 1.1). Nesse período a previsão para 2006 era de um faturamento de 3,9 bilhões [FELIPINE, 2005], ou seja, as expectativas foram superadas em aproximadamente 13%, já que o faturamento atingido foi de algo próximo de 4,45 bilhões de reais.

QUANTIDADE DE PESSOAS CONECTADAS A WEB NO BRASIL: 1997 A 2005

Data da Pesquisa	População total IBGE	Internautas (milhões)	% da População Brasileira	Nº de Meses (base=jan/96)	Crescimento Acumulado (base=jul/97)	Fontes de pesquisa Internautas
2005 /jan	185,6	25,90	13,9%	106	2.152%	InternetWorldStats
2004 /jan	178,4	20,05	11,5%	95	1.686%	Nielsen NetRatings
2003 /jan	176,0	14,32	8,1%	83	1.143%	Nielsen NetRatings
2002/ago	175,0	13,98	7,9%	78	1.115%	Nielsen NetRatings
2001/set	172,3	12,04	7,0%	67	947%	Nielsen NetRatings
2000/nov	169,7	9,84	5,8%	59	756%	Nielsen NetRatings
1999/dez	166,4	6,79	7,1%	48	490%	Computer Ind. Almanac
1998/dez	163,2	2,35	1,4%	36	104%	IDC
1997/dez	160,1	1,30	0,8%	24	13%	Brazilian ISC
1997/jul	160,1	1,15	0,7%	18	-	Brazilian ISC

Tabela 8. Quantidade de Pessoas Conectadas a Web no Brasil. Série Histórica 1997-2005.

Fonte: <http://www.e-commerce.org.br>

INDICADORES DO ACESSO A INTERNET NO BRASIL

	Brasil
Internautas - Universo Estimado (milhões)	20,0 mi
Usuários Ativos (milhões)	11,3 mi
Número de sessões por mês	23
Número de sites visitados por mês	53
Tempo de navegação no mês (hs)	18:00
Tempo gasto por sessão de navegação (min)	47:01
Tempo gasto por página visualizada (min)	00:43

Tabela 9. Acesso a Internet no Brasil: Janeiro de 2006, Fonte: <http://www.e-commerce.org.br>

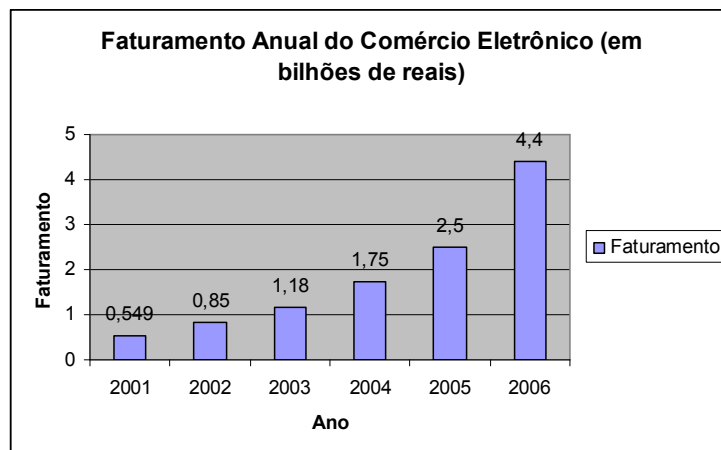


Figura 33. Faturamento Anual do Comércio Eletrônico. Fonte: <http://www.e-commerce.org.br/>

Uma pesquisa feita pelo *WebShoppers*, publicação anual da revista e-bit [E-BIT, 2006] aponta um aumento no número de consumidores on-line para 19,2 milhões de pessoas algo em torno de 10% da população brasileira. A mesma pesquisa indicou um fator importante para os varejistas: o Comércio Eletrônico não deve ser considerado como uma alternativa excludente em relação à loja física, mas sim um complemento. Os dados apontaram que cerca de 40% dos compradores on-line visitam a loja física antes de se decidirem pelas compras e, por outro lado, cerca de um terço dos consumidores pesquisa na Internet antes de realizar a compra na loja física. Em outras palavras: as duas alternativas são complementares e as empresas devem definir suas estratégias de mercado considerando os dois pontos de vista.

Percebe-se que, para acompanhar tal crescimento, as empresas de fato, devem buscar novos caminhos para tornarem-se mais competitivas e obterem diferenciações nos seus mercados. Canais mais flexíveis e de resposta rápida seriam um dos caminhos [SANTOS, 2005]. A dinâmica dos negócios e tecnologias emergentes possibilita essa situação tornando-as viáveis, como por exemplo, o uso da iTV.

5.2 A iTV (interactive Television) como canal de distribuição para o Comércio Eletrônico

O processo de Convergência Tecnológica descrito no capítulo 01, ao contribuir na integração da sociedade em vários níveis fornece, no que se refere aos

negócios e comércio, uma variedade de tecnologias capazes de suportar transações eletrônicas, principalmente pelo suporte dado pela Internet e, mais recentemente, pela TV Digital Interativa. Esta se diferencia por estabelecer novas estratégias de *marketing*, sendo capaz de estreitar o relacionamento de fornecedores e clientes, eliminando barreiras de tempo e lugar, apoiando a interatividade e fornecendo dados em tempo real. Esse tipo de realização de negócios constitui-se em uma novidade, englobando novas tecnologias e novos conceitos com perspectivas de alcance ainda em estudo.

Conforme já citado na seção anterior o comércio eletrônico movimenta milhões de reais anualmente no Brasil e em cada período as expectativas são as melhores possíveis. Embora a comunidade de internautas no país tenha crescido, em termos proporcionais em relação à população geral esse número ainda é pequeno, correspondente a um público alvo ainda restrito, detentor de microcomputadores pessoais e acesso à Internet. Como a televisão, convencional ou não, apresenta uma penetração mais ampla, através de cabos, satélites e radiodifusão, milhões que ainda não possuem microcomputadores e que representam classes de renda mais baixa, poderiam ter acesso a serviços interativos proporcionados pela assinatura de um serviço de iTV.

As necessidades para implantar um novo modelo de iTV, de uma forma geral se refletem também do ponto de vista dos negócios na medida em que serão necessários novos investimentos em tipos específicos em propaganda, aproveitando-se da infra-estrutura da TV, segundo [BROWN, 1999], com as seguintes características:

- Possibilidade da venda no ato do anúncio - o consumidor pode adquirir um produto ou serviço no conforto de seu sofá;
- Suporte e serviços de vendas - fornecidos pela própria provedora do serviço de iTV bem como toda a infra-estrutura para a realização de negócios on-line;

Entretanto, ainda existem controvérsias e divergências de opiniões relacionadas a este novo conceito de comércio eletrônico - o chamado *t-commerce*,

Television Commerce [BROWN, 1999] - pois, apesar das vantagens que se vislumbram, profissionais da área de propaganda acreditam que a interatividade é vantajosa somente para determinados tipos de produtos, enquanto que outros não se beneficiariam com a nova tecnologia (definindo o nível de interatividade necessária). Além do mais, muitos executivos também se mostram resistentes ao uso da iTV, caso não obtenham acesso às informações pertinentes a seus produtos, adquiridas pelos provedores de serviços nas transações de comércio eletrônico [DIGNAM, 1999].

5.3 Estratégias do Comércio Eletrônico – canal de distribuição associando TV/Internet

Segundo [SANTOS, 2005] pode-se analisar a relação da iTV com o comércio eletrônico na forma como ela, como uma nova tecnologia, pode modificar os três principais modelos de estratégias de negócios que determinam as características das aplicações relacionadas. São eles:

- Intermediação Eletrônica – também conhecido como *e-broker*. Constitui o conjunto de empresas que realizam uma intermediação entre o produtor e o consumidor. Como exemplo, pode-se citar a AMAZON.COM. Este modelo provoca a redução de estoques, liberando capital para outros fins, e a especialização da organização, dentro da cadeia de valores, como um provedor de serviços relacionados a vendas e logística.
- Fabricante – no modelo anterior, não existe adição de valor agregado ao produto, mas simplesmente uma intermediação. Neste modelo, a organização efetivamente utiliza processos fabris para criar um determinado produto, ou apenas aperfeiçoá-lo. Desta forma, existe a possibilidade de oferecer, como valor agregado, a capacidade de customização do produto por parte do cliente.

- Oferta Eletrônica – neste modelo, o fornecedor é o cliente, e a função da organização é conectá-lo a possíveis compradores de seus produtos. O consumidor lança uma oferta e o produto ou serviço é vendido somente se houver aceitação. Este modelo é popular em organizações que exigem pouco envolvimento com estoques e procedimento de vendas. Possuem como estratégia o foco centrado no consumidor e se adequam melhor a transações em grandes volumes.

Nota-se que, dentre estes três tipos de modelos, os que requerem um tipo de aplicação mais flexível, com um maior conjunto de funcionalidades são o primeiro e o último e as novas tecnologias que facilitem a implementação desses modelos são importantes diferenciais competitivos.

A iTV, que há algum tempo atrás era encarada como um forte concorrente à TV, aparece, principalmente ao promover interatividade, como um meio de união da Internet com a TV, abrindo maior espaço para modelos que levem em consideração a participação da audiência, possibilitando, segundo [SANTOS, 2005]:

- Feedback – permitindo que o telespectador registre suas impressões sobre cada programa, melhorando assim o relacionamento com produtores e patrocinadores. Dessa forma, pode-se traçar perfis de consumidores e direcionar as forças de vendas neste sentido. Infelizmente, existe uma forte discussão entre provedores e anunciantes, que ainda não chegaram a uma conclusão sobre quem deveria deter o controle das informações geradas;

- *Television Commerce, t-commerce* – telespectadores podem adquirir produtos e serviços on-line, através de um simples controle remoto. É importante notar que este tipo de iniciativa se beneficia do consumo compulsivo e requer muito pouco investimento por parte de fornecedores em um primeiro momento. Entretanto, é importante notar que, dependendo do design, um *WEB Site* pode apresentar-se de maneira ruim em uma tela de TV;

- Novos modelos de negócios – além do comércio eletrônico, pode-se relacionar o *merchandising* e os serviços interativos, como jogos e filmes sob demanda que também são fontes geradoras de receita;
- Detalhamento de produtos e serviços – mediante a requisição de telespectadores, pode-se personalizar o envio de propagandas e anúncios com maiores detalhes para um público interessado, intensificando, assim, as práticas de vendas on-line, introduzindo um conceito totalmente novo de anúncios e propagandas;

O conteúdo do serviço interativo oferecido ao telespectador pode representar qualquer iniciativa que tente alavancar audiência, com as características específicas de interatividade citadas no capítulo 03, aumentando a apreciação do usuário pela TV.

Os modelos de negócios citados, como quaisquer outros modelos, são inúteis sem uma estratégia capaz de suportá-los. O *t-commerce* é apenas um complemento às atividades de venda, divulgação, anúncios e qualquer outra relacionada. A consciência empresarial de que a empresa sempre deve ser flexível às variações do mercado e às necessidades do cliente deve ser independente do modelo ser adotado especificamente para *t-commerce* ou não [SANTOS, 2005].

5.4 Impactos do Comércio Eletrônico e iTV no mercado

Uma das grandes vantagens do comércio eletrônico é a conveniência proporcionada a qualquer usuário do sistema, na medida em que consumidores não precisam se deslocar para encontrarem os produtos desejados, podendo encontrá-los, comprá-los e encomendá-los 24 horas por dia. Comprar on-line seja pela Internet convencional ou pelo televisor é simples, cômodo e sigiloso, visto que esse processo elimina o contato direto entre consumidores e vendedores.

Na iTV a simplicidade de uma operação de *t-commerce* é primordial, pois diferentemente da Internet, uma venda on-line deverá se dar através de uma

interface simples de controle remoto, muito menos amigável que a convencional interface computacional, com complexos dispositivos de acesso.

[SANTOS, 2005] sistematiza três aspectos nos quais as novas tecnologias de Internet e iTV proporcionam um meio diferente dos tradicionais (televisão, rádio, e mídia impressa). São eles:

- Cada anúncio publicado na Internet ou na iTV atinge a um indivíduo e não a um grupo específico, permitindo, dessa forma, a elaboração de perfis de consumo mais bem definidos;
- Cada anúncio permite um *feedback* direto de seu espectador, de forma a fornecer uma medição mais precisa de sua eficiência e penetração, minimizando, assim, as pesquisas e análises estatísticas;
- As características de tempo real comuns às tecnologias de Internet e iTV permitem uma adaptação dos anúncios às percepções do consumidor, ou seja, de acordo com os *feedbacks* coletados, os anunciantes podem alterar suas propagandas para refletir a uma realidade ou situação mais adequada e agradável em horas, enquanto que nas mídias tradicionais esse tempo pode ser de semanas ou meses;

Para [COLLMAN, 1999], a iTV tem a capacidade de promover ações de marketing direto, através de seu conceito de interatividade, possibilitando a adoção de uma postura proativa por parte de anunciantes e agências. Apesar de todas essas características, os novos anúncios se assemelham aos tradicionais por também requererem a atenção do público alvo [COLLMAN, 1999].

Muitos especialistas afirmam que investir na iTV, por meio de anúncios por exemplo, não é uma boa alternativa pois esta ainda se encontra em fase experimental, com pouco conhecimento a respeito de padrões e tecnologias visuais específicas para esta mídia.

Um outro problema que surge, segundo [COLLMAN, 1999] é a questão das informações geradas nas transações envolvendo iTV e propaganda, pois tanto anunciantes como provedores acreditam que estes dados são de sua posse e controle. Enquanto esta questão não for resolvida, muitas empresas não se sentirão encorajadas em anunciar na mídia interativa.

A TV Interativa, como um instrumento alavancador de negócios juntamente com a Internet, é permeada ainda de muita expectativa e otimismo por grande parte dos especialistas pois todos os serviços oferecidos por ela, muitos ainda nem inventados [MONTEZ E BECKER, 2005], não somente os de comércio eletrônico, deverão ter um impacto muito grande no ambiente em que serão implantados, podendo ser avaliados sob os mais diversos aspectos.

6 DESCRIÇÃO DO TRABALHO E METODOLOGIA DE PESQUISA

Este trabalho, *Concepção e Desenvolvimento de Serviços e Aplicativos para Televisão Digital Interativa: Uma proposta de t-commerce*, é resultado das atividades desenvolvidas junto ao grupo de estudos em TVDi do Centro Federal de Educação Tecnológica do Piauí, CEFET-PI.

A proposta do projeto é analisar alguns dos fatores que permeiam a construção de aplicativos para TVDi através da implementação de um serviço que caracterize um dentre os vários cenários de aplicações interativas (ver capítulo 03). Os fatores mais comumente analisados são: *Usabilidade, Design de Interfaces para TVDi, Implementação de Interface de entrada de dados e Segurança*. Para isso, uma organização sistemática dos conceitos e tecnologias sobre TVDi foi feita buscando-se as bases para a escolha de uma implementação específica.

As atividades realizadas durante todo o projeto envolvem desde estudos teórico/prático sobre tecnologias e padrões de implementação em TVDi, até a escolha e o estudo de um modelo de serviços de comércio eletrônico, *t-commerce*. A Tabela 11 mostra a evolução temporal das atividades no projeto:

- a) Leitura de artigos e textos científicos sobre conceitos e tecnologias aplicados na TVDi;
- b) Análise dos principais serviços que constituem cenários de aplicações interativas e escolha de um modelo específico, o de *t-commerce*;
- c) Estudo sobre os padrões de desenvolvimento procedural e declarativo, através das tecnologias existentes (NCL, javaTV, HAVi, DAVIC);
- d) Escolha do ambiente de desenvolvimento e testes de aplicativos;

e) Levantamento dos *parsers* existentes e estudo do *parser* XML adotado;

f) Implementação do protótipo de *t-commerce*

g) Revisões no Protótipo e Monografia

h) Apresentação Final: Monografia e Protótipo.

Atividade/Mês	07/06	08/06	09/06	10/06	11/06	12/06	01/06	02/07	03/07 a 12/07
Elaboração do Pré-Projeto	X								
a)	X	X	X						
b)		X	X						
c)			X	X	X				
d)			X	X					
e)				X	X				
f)			X	X	X	X	X		
Primeira Versão do TCC								X	
g)								X	X
h)									X

Tabela 10. Evolução temporal das atividades do projeto.

Inicialmente, os seguintes modelos de serviços foram propostos:

- Simulação de uma interface de EPG (*Eletronic Program Guide*);
- Simulação de um sistema de caixa eletrônico via iTV (*iTV ATM*);
- Simulação de um sistema de troca de mensagens instantâneas (*iTV Messenger*);

- Simulação de Comércio eletrônico via iTV (*t-commerce*)
- Simulação de um ambiente servidor de mensagens eletrônicas (*iTV Mail*);

O modelo de comércio eletrônico foi escolhido por ser uma interessante promessa de sucesso na exploração comercial da iTV. Conforme citado no capítulo 05, muitas são ainda as dificuldades para se alavancar investimento no setor, principalmente o receio das empresas de publicidade em investir nessa nova área, além de uma falta de experiência no uso de padrões visuais para iTV em geral.

Ao escolher um modelo de *t-commerce*, o objetivo é avaliar a viabilidade do sistema segundo os parâmetros citados anteriormente, através de um protótipo que simule as condições reais da ocorrência de uma transação eletrônica sob influência de todos os aspectos de um ambiente televisivo.

O protótipo consiste de uma interface simples (Figura 34), através da qual o usuário-telespectador poderá interagir enviando dados pessoais à emissora (Figura 35), num nível de interatividade intermitente, visualizar informações sobre produtos em uma base de dados XML [W3C, 2004] e efetuar uma compra de uma lista de produtos (Figura 36), no ambiente de TVDi, dotado apenas da interface do controle remoto.

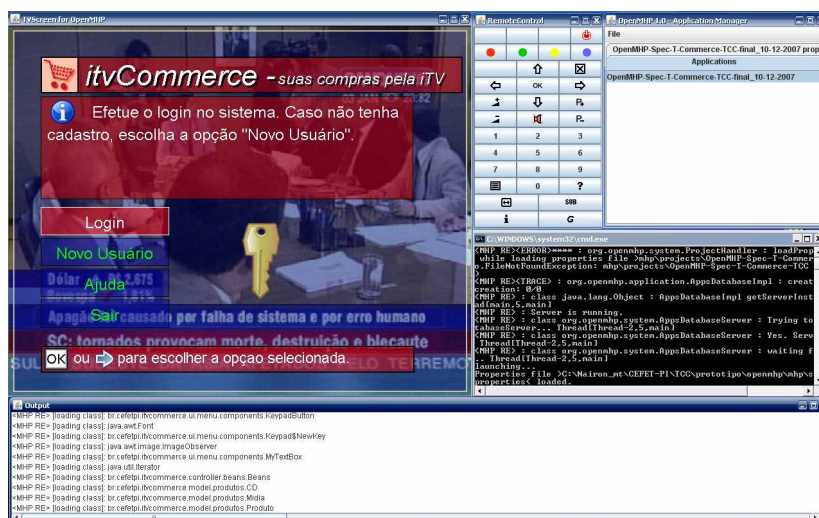


Figura 34. Interface do Sistema. Tela Inicial (do Autor).



Figura 35. Interface do Sistema. Tela de Cadastro (do Autor).



Figura 36. Interface do Sistema. Tela de Compras (do Autor).

A escolha da tecnologia empregada no projeto foi resultado de um estudo inicial sobre as plataformas de desenvolvimento citadas no capítulo 04 e sobre os dois paradigmas de programação de aplicações para TVDi, o modelo declarativo e o procedural. Optou-se por utilizar o emulador OpenMHP, baseado na especificação MHP, principalmente por este ter tido um melhor desempenho em relação à outra proposta, o XleTView, basicamente por oferecer um melhor suporte ao mapeamento XML; também pelo fato de o OpenMHP ser estruturalmente mais simples e provido de uma interface amigável que permite ao desenvolvedor um maior controle sobre a execução do aplicativo, através da tela *Debug Information*.

Conseqüentemente, a tecnologia Java, sob aspectos da API javaTV, foi utilizada como ferramenta de suporte ao desenvolvimento procedural, pois fornece as bases para a criação de aplicações a serem emuladas nas plataformas construídas sobre a especificação MHP, como o OpenMHP.

Para persistência de dados, a linguagem XML foi adotada, através da integração do ambiente de desenvolvimento com bibliotecas do *parser* nanoxml [NANOXML, 2004], que fornece de uma maneira simples, métodos para o tratamento de estruturas XML.

Por fim, na interface do sistema, um subconjunto da especificação HAVi foi implementado, juntamente com recursos nativos do Java, através de bibliotecas do pacote *java.awt*.

Para o desenvolvimento do sistema utilizou-se a SDK Eclipse [Eclipse, 2007]. Os testes foram realizados tanto em plataformas abertas (inicialmente no XleTView e por fim no OpenMHP), como em ambiente fechado, através do *middleware* emulado IRT [IRT, 2006a]. Testes finais foram realizados em um *set-top-box* real (STB ADB3800W, *Advanced Digital Broadcast*) sob o *middleware* de desenvolvimento ADB IPTV 3.8.1 [ADB, 2007], viabilizado pelo Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento em TV Digital do CETELI (Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Eletrônica e da Informação) [CETELI, 2007], através do Mestrado em Engenharia Elétrica da Faculdade de Tecnologia da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) (Figura 37).



Figura 37. Desenvolvimento e Testes do Sistema (do Autor).

7 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA FUTUROS ESTUDOS

No presente estudo, procurou-se sistematizar as principais características e necessidades de um sistema de Televisão Digital Interativa, sob aspectos de conceitos importantes como usabilidade, interfaces, interatividade, segurança e concepção de aplicativos, dos modelos mais conhecidos de serviços para esta nova mídia, sobretudo no modelo de serviços de comércio eletrônico via iTV.

Os resultados levantados nesta pesquisa não encerram as atividades na área; ao invés disso, abrem novas possibilidades para a realização de trabalhos futuros, numa área que ainda tem muitos resultados proveitosos a oferecer.

Cada aspecto tratado neste trabalho pode fornecer a base para o início de pesquisas específicas, dentre as quais podem ser sugeridas:

- No que se refere à Televisão Digital em si, um estudo mais detalhado sobre a infra-estrutura geral poderia ser feito com implementações de técnicas que simulassem o funcionamento das principais camadas de um modelo genérico de referencia;
- No que diz respeito à interatividade, demonstrar através de um estudo as vantagens que se pode obter com a utilização do canal de retorno e o quanto isso influenciaria o usuário;
- Na questão do desenvolvimento de aplicativos, fazer um estudo comparativo teórico-prático entre os modelos de desenvolvimento procedural e declarativo, analisando principalmente as diferenças em questões de sincronismo de mídias e interatividade;
- Um estudo sobre processos de software para TV Digital ou, em um contexto mais amplo, Engenharia de Software para TV Digital;
- Em usabilidade para TVDi, várias propostas são motivadoras:

- Um estudo sobre a navegação do usuário entre múltiplas aplicações, tendo apenas o controle remoto como principal interface;
- Realização de um estudo demonstrando diferenças entre usuários de TV e usuários de aplicações para computador;
- Pesquisar sobre o desenvolvimento de perfis de usuários, incluindo diferenças demográficas e psicológicas entre usuários de TV e de computador
- Analisar as etapas do design de interfaces para TV Digital Interativa, através de um estudo sobre a implementação de um serviço específico, aplicando-se testes comuns de usabilidade como o SUS (*System Usability Scale*) [BROOKE, 2001]

- Comércio eletrônico, modelos de negócios e iTV:
Uma pesquisa qualitativa entre instituições de propaganda e emissoras de conteúdo a respeito de como adequariam seus modelos de negócios à nova mídia.

REFERÊNCIAS

- [ADB, 2007]. *Advanced Digital Broadcast Ltd.* Disponível em <http://www.adbglobal.com>

- [ALMEIDA, 2004]. ALMEIDA, Felipe Afonso de; VALDESILHAS, André; SEGURA, Rafael de Alencar. 2004. Uma abordagem sobre os conceitos de usabilidade para o desenvolvedor de aplicações para Televisão Interativa. Laboratório de Interação, Comunicação e Mídia (LINCOM), Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA).

- [ANATEL, 2004]. ANATEL, Agência Nacional de Telecomunicações. Brasília, 01/2004. Disponível em: <http://www.anatel.gov.br>

- [ARAUJO, 2005]. ARAUJO, R.C; Universidade Estadual de Londrina. Sistema Brasileiro de Televisão Digital. Recomendações Para o Modelo de Referência. Middleware do SBTVD. Ministério das Comunicações, 2005.

- [ATSC, 2004]. ATSC, Advanced Television Systems Committee. Disponível em: <http://www.atsc.org> Último acesso em: 12/11/2006.

- [BBC, 2002]. *British Broadcasting Corporation* 2002. *Interactive Television Style Guide*.

- [BORÉS, 2001]. BORÉS, Cristina. *Technological Convergence: a Strategic Perspective*. Universitat de Gorona, June, 2001

- [BERGLUND, 2004]. Berglund, A; Berglund, E.; Larsson, A.; Bang, M. (2004). *The Paper Remote: An Augmented TV Guide and Remote Control*. International Journal: Universal Access in the Information Society (UAIS), Springer-Verlag Heidelberg.

- [BRASIL, 2003]. BRASIL. Decreto-lei n. 4.901, de 26 de novembro de 2003. "Institui o Sistema Brasileiro de Televisão Digital - SBTVD, e dá outras providências", Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 27 de nov. 2003. Seção 1, Pág. 7.

- [BROOKE, 2001]. BROOKE, John. *SUS. A quick and dirty usability scale*. Redhatch Consulting Ltd. United Kingdom, 2001.

- [BROWN, 1999]. BROWN. Joanne. *Interactive TV – an altogether different experience?*. Interactive Media International, August, 1999.

- [CARDINAL SYSTEMS, 2006a]. Cardinal Systems 2006a. Cardinal Studio. Disponível em: <http://www.cardinal.fi> . Último acesso em: 15/02/2007.

- [CARDINAL SYSTEMS, 2006b]. Cardinal Systems 2006b. Cardinal Studio Professional 4 Developer's Guide. Disponível em: http://www.cardinal.fi/datasheets/cs_pro.pdf . Último acesso em: 15/05/2007.

- [CARRAL, 1998]. CARRAL, Juan Antonio. *Internet, origen, presente ¿y futuro?* In: Ramonet, Ignacio. *Internet, el mundo que llega*. Madrid, Alianza Editorial, 1998.

- [CASTELLS, 1999]. CASTELLS, Manuel. *A sociedade em rede*. São Paulo, Paz e Terra, 1999.

- [COLMAN, 1999]. COLMAN, Price. *Interactive TV ads on the horizon*. Broadcasting & Cable, January 4, 1999.

- [CETELI, 2007]. CETELI. Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Eletrônica e da Informação. Universidade Federal do Amazonas. Mestrado em Engenharia Elétrica. Disponível em: <http://www.ceteli.ufam.edu.br>

- [COMISSÃO EUROPÉIA, 1997]. COMISSÃO EUROPÉIA (1997), Livro Verde sobre La Convergencia de Los Sectores de Telecomunicaciones, Medios de Comunicación y Tecnologías de la Información y Sobre sus Consecuencias para la Reglamentación. COM(97) Versión 3. Bruselas.
- [CPqD, 2004]. CPqD. Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações. *Os desafios da TV Digital no Brasil: Interatividade e Inclusão*, 2004.
- [DASE, 2004]. DASE-1. *DTV application software environment level 1: introduction, architecture, and common facilities*. Disponível em: <http://www.atsc.org> . Último acesso em: 12/11/2006.
- [DAVIC, 1999]. DAVIC. (1999) *DAVIC 1.4.1 Specification Part 9: Information Representation*. Disponível em: <http://www.davic.org> . Último acesso em: 15/10/2006.
- [DIGNAM, 1999]. DIGNAM, Conor. *Advertisers tune in to digital's interactivity*. Marketing, May 20, 1999.
- [DINIZ, 1999]. Diniz, Eduardo Henrique. Comércio Eletrônico: Fazendo Negócios por meio da Internet. RAC, v.3, n1, Jan/Abr. 1999.
- [DIZARD, 1998]. DIZARD, Wilson Jr. *A nova mídia*. Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editor, 1998.
- [DVB, 2005]. DVB, *Digital Video Broadcasting Project*. Disponível em: <http://www.dvb.org> . Último acesso em: 21/12/2006.
- [DVB-MHP, 2006]. DVB-MHP. *Digital Video Broadcasting Multimedia Home Platform*. 2003-2006. Site oficial da plataforma MHP. Disponível em <http://www.mhp.org> . Último acesso em 15/08/2006.

- [ECLIPSE, 2007]. Eclipse SDK 3.2. Disponível em: <http://www.eclipse.org>

- [ESPIAL, 2002]. *Espial's iTV reference platform reference implementation version 1.0.1.* 2002. Disponível em: <http://www.espial.com> . Último acesso em: 21/11/2006.

- [E-BIT, 2006]. E-BIT. 2006. Pesquisa. Disponível em: <http://www.ebitempresa.com.br> . Último acesso em 10/01/2007.

- [ETSI, 2003]. ETSI 2003 - *European Telecommunications Standards Institute. Digital Video Broadcasting (DVB). Multimedia Home Platform (MHP) Specification 1.1.1. v. 1.1.2.* Rev.1. ETSI, França.

- [ETSI, 2005]. ETSI 2005. *European Telecommunications Standards Institute (2005). "Digital Video Broadcasting (DVB)"; Multimedia Home Platform (MHP) Specification 1.1.1.*

- [FELIPINE, 2005]. FELIPINE, DAILTON. 2005. ABC do e-commerce. Disponível em: <http://www.abc-commerce.com.br> . Último acesso em 05/01/2007.

- [FlexTV, 2005]. FlexTV. Arquitetura Conceitual do Middleware de Referência – RFP 04/2004 – Consórcio FLEXTV (arquivo: RFP04_UFPB_ArquiteturaConceitual_v2_1285-467.pdf). João Pessoa-PB. 2005.

- [FUJITA et al., 2003]. Fujita, Keiko et. al; 2003. *A new Digital TV Interface Employing Speech Recognition.* Advanced Technology Research Laboratories.

- [GINGA, 2006]. GINGA, *middleware* brasileiro. Consórcio PUC-RIO e UFPB, 2006. Disponível em: <http://www.telemedia.puc-rio.br>. Último

acesso em: 05/12/2006.

- [GOMES, 2006]. GOMES, Fábio de Jesus Lima; Lima, José Valdeni 2006. Ligando o papel com a TV digital para melhoria da usabilidade e da aprendizagem. PPGIE, UFRS, Brasil.

- [HAVi, 2001]. HAVi (2001). “HAVi v1. 1 - Home Audio Video Interoperability Version 1.1”. Disponível em: <http://www.havi.org> . Último acesso em: 11/12/2006.

- [IBGE, 2000]. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico, 2000. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000>.

- [IRT, 2006a]. IRT 2006a. *Institut für Rundfunktechnik. IRT's middleware for interactive television*. Disponível em: http://www.irt.de/IRT/produkte/IRT_MHP_iTV_Middleware_e.pdf . Último acesso em: 18/02/2007.

- [IRT, 2006b]. IRT 2006b. *iTV middleware PC version*. Disponível em: <http://www.mimundotv.de/index.php?en>. Último acesso em: 20/02/2007.

- [ISDB, 2005]. ISDB - *Integrated Services Digital Broadcasting* - ARIB, Association of Radio Industries and Businesses. Disponível em: <http://www.arib.org.jp> . Último acesso em: 15 nov. 2006.

- [ISO 9241-11, 1998]. ISO 9241-11. (1998) *Ergonomics requirements for office work with visual display terminals (VDTs) - Part 11: Guidance on usability*. International Standard.

- [JUCÁ, 2005]. JUCÁ, PAULYNE; LUCENA, UBIRAJARA DE. *Experiências no desenvolvimento de aplicações para Televisão Digital Interativa*. C.E.S.A.R.: Centro de Estudos e Sistemas Avançados do

Recife. PE, 2005.

- [LATOUCHE, 1994]. LATOUCHE, Serge. *A ocidentalização do mundo*. Rio de Janeiro, Vozes, 1994.
- [LEMONS, 2004]. LEMOS G; FERNENDES, J; SILVEIRA, G; Introdução à Televisão Digital Interativa: Arquitetura, Protocolos, Padrões e Práticas. Jornada de Atualização em Informática do Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, JAI-SBC, Salvador – BA – Agosto de 2004. Anais do JAI—SBC, 2004.
- [LEMONS, 1997]. LEMOS André L. M. Anjos Interativos e Retribalização do mundo. Sobre Interatividade e interfaces digitais. [S.l. s.n.] 1997.
- [LIPPMAN, 1998]. LIPPMAN, Andrew. O arquiteto do Futuro. *Meio e Mensagem*. São Paulo, 1998.
- [LOJKINE, 1999]. LOJKINE, Jean. *A revolução informacional*. São Paulo, Cortez, 1999.
- [MAESTRO, 2005]. MAESTRO. Levantamento do Estado da Arte em Sincronismo de Mídias – RFP 17/2004 – Consórcio MAESTRO15 (arquivo: RFP17_PUC_RIO_EstadoArte_00626.Versao2.pdf). Rio de Janeiro-RJ. 2005.
- [MARTINS, 2006]. MARTINS, R. B. et alli. Modelo de Referência. Sistema Brasileiro de Televisão Digital Terrestre. FUNTTEL, 2006.
- [MEIRA JR. et. all., 2002]. Meira Jr., Wagner et all. Sistemas de Comércio Eletrônico: projeto e desenvolvimento. Rio de Janeiro, Campus, 2002.
- [MHP, 2007]. MHP, Multimedia home platform. Disponível em: <http://www.mhp.org> . Último acesso em: 03/01/2007.

- [MONTEZ E BECKER, 2004a]. MONTEZ, C; BECKER, V. (2004). TV Digital Interativa: Conceitos e Tecnologias. Minicurso. Anais do WebMídia & LA-Web 2004 – Ribeirão Preto, Brasil.
- [MONTEZ E BECKER, 2004b]. MONTEZ, C; BECKER, V. (2004). TV Digital Interativa: Conceitos, Desafios e Perspectivas para o Brasil. UFSC, 2004.
- [MONTEZ E BECKER, 2005]. MONTEZ, C; BECKER, V. (2005). Datacasting e Desenvolvimento de Aplicações e serviços para Televisão Digital Interativa. Minicurso. Anais do WebMídia & LA-Web 2004 – Ribeirão Preto, Brasil.
- [MONTEIRO, 2005]. MONTEIRO, Marcelo Souto Maior; Arquitetura de Referência. Funtel. Sistema Brasileiro de Televisão Digital, 2005.
- [NIST, 2001]. NIST. *Nist-Dase Reference Implementation*. Disponível em: <http://www.nist-dase.org> . Último acesso em: 15/10/2006.
- [NANOXML, 2004]. NANOXML, 2004. Disponível em: <http://nanoxml.sourceforge.net> . Último acesso em: 20/01/2007
- [NETSCAPE, 1994]. Netscape, 1994. *Standards Documentations. The SSL Protocol*. Disponível em: http://www.cs.bris.ac.uk/~bradley/publish/SSLP/Appendix/SSL_old.html . Último acesso em: 11/10/2006.
- [NIELSEN, 1993]. Nielsen, J. (1993) *Usability Engineering*. AP Professional, Cambridge, MA, SA.
- [OpenMHP, 2004a]. OpenMHP 2004a. *Free implementation of MHP classes*. Disponível em: <http://www.openmhp.org> . Último acesso em: 17/09/2006.

- [OpenMHP, 2004b]. OpenMHP 2004b. *A guide to the OpenMHP Environment*. Arvid publications. Digital Television Cluster Programme. Helsinki University, Finland. Disponível em: <http://www.tucs.fi/publications/attachment.php?fname=miscPaHaKoBjNySa04a.pdf>

- [PENG E VUORIMAA, 2001]. PENG, Chengyuan & VUORIMAA, Petri. *Digital Television Application Manager*. The *IEEE International Conference on Multimedia and Expo 2001*, Tokyo, Japan, August 22-25, 2001, pp. 685-688.

- [PIAGET, 1977]. PIAGET, Jean Baptiste. *O desenvolvimento do pensamento: equilíbrio das estruturas cognitivas*. Lisboa: Dom Quixote, 1977.

- [PICCIONE, 2004]. PICCIONE, Carlos Alexandre (2004). Modelo e Implementação de um serviço de *Datacasting* para Televisão Digital. UFSC, 2004.

- [PICCIONE E MONTEZ, 2004]. PICCIONE, Carlos Alexandre ; MONTEZ, CARLOS (2004). Um estudo sobre emuladores de aplicações para Televisão Digital Interativa.LCMI, UFSC, 2004.

- [PRIMO, 2000]. PRIMO, Alex F. T.; CASSOL, Márcio B.F. Explorando o conceito de Interatividade: definições e taxonomias. Inpe, Núcleo de Tecnologia Aplicada à educação, 2000.

- [ROESLER, 2006]. ROESLER, Valter. 2006. Um *framework* para prover comunicação segura em aplicativos para TV Digital. UNISINOS, RS-Brasil.

- [ROSNAY, 1998]. ROSNAY, Joel de. La revolución informacional. In: Ramonet, Ignacio. *Internet, el mundo que llega*. Madrid, Alianza

Editorial, 1998.

- [SANTOS, 2001]. SANTOS, Adriana. Reflexões sobre a convergência tecnológica: A TV Digital interativa no Brasil. USP, 2001.
- [SANTOS, 2005]. Santos. L. F. dos. 2005. *Interactive Television: Perspectives and Expansion of The Eletronic Commerce*. ENTREPRENEURSHIP, INNOVATION AND TECHNOLOGY MANAGEMENT. Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo, Brasil.
- [SCHWALB, 2004]. SCHWALB, E. M. *iTV Handbook Technologies and Standards*. New Jersey: Prentice Hall, 2004. 724p.
- [ScreenFont.CA, 2006]. ScreenFont.CA, 2006. Disponível em : <http://screenfont.ca/fonts/today/basics/> . Último acesso em: 20/11/2006.
- [SILVA, 2000]. Silva, Marco. O que é Interatividade; UFRJ, 2000. Brasil.
- [SOARES, 2006a]. SOARES, Luiz Fernando Gomes (2006). Desenvolvimento de Aplicações Declarativas para TV Digital Interativa. Minicurso. Anais do WebMídia 2006– Natal-RN, Brasil.
- [SOARES, 2006b]. SOARES, Luiz Fernando Gomes (2006). Manual de Construção de Programas Audiovisuais Interativos utilizando a NCL 2.3. Laboratório de Telemídia, PUC-RIO.
- [SOKOL, 1989]. SOKOL, P. EDI : *The competitive edge*. New York : McGraw-Hill, 1989.
- [STEUER, 1992]. STEUER, Jonathan. *Defining virtual reality: dimensions determining telepresence*. Journal of Communication,

42(4) (Autumm, 1992), 72-93.

- [Sun, 2000a]. Sun Microsystems, Java TV Specification, version 1.0. 14/11/2000. Disponível em: <http://java.sun.com/products/javatv> . Último acesso em: 12/08/2006.
- [Sun, 2000b]. Sun Microsystems, Java TV Technologies for interactive television. Technical White Paper. 2001. Disponível em: <http://java.sun.com/products/javatv/whitepapers/TechInterTV052101.pdf>
- [Sun, 2006a]. Sun Microsystems, 2006a. *Java Security Sockets Extension 1.0.3 API Specification* . Disponível em: http://java.sun.com/products/jsse/doc/guide/API_users_guide.html . Último acesso em: 20/01/2007.
- [Sun, 2006b]. Sun Microsystems, 2006b. *Java SE Security 1.4.2 Documentation*. Disponível em: <http://java.sun.com/javase/technologies/security/index.jsp> . Último acesso em: 20/01/2007.
- [TELEBRASIL, 2006]. TELEBRASIL, 2006. Debates sobre o decreto que define o padrão do Sistema Brasileiro de Televisão Digital Terrestre. Disponível em: <http://www.telebrasil.org.br> . Último acesso em: 11/01/2007.
- [VILCHES, 2001]. VILCHES, Lorenzo. *Efectos culturales en la sociedad de la información*. Barcelona, Gedisa, 2001.
- [W3C, 2004]. W3C, 2004. Extensible Markup Language (XML) 1.1. Disponível em http://www.w3.org/TR/2004/REC_xml11_2004 . Último acesso em: 12/06/2006
- [XleTView 2007a]. XleTView 2007a. Disponível em:

<http://xletview.sourceforge.net> . Último acesso em: 12/01/2007.

- [XleTView 2007b]. Sourceforge.net: XleTView . Latest version 0.3.6.
Disponível em <http://sourceforge.net/projects/xletview>. Último acesso em: 02/11/2006.

ANEXO 1. EDITAL DO SBTVD – REDES DE PESQUISA

Abaixo, algumas das principais instituições de pesquisa em TV Digital aprovadas pela FINEP (www.finep.gov.br), no primeiro edital do Sistema Brasileiro de Televisão Digital (SBTVD) para o desenvolvimento de soluções em tecnologias nos mais diversos campos da área. Algumas das 20 Requisições Formais de Proposta [MONTEZ E BECKER, 2004b]:

- RFP 04 – *Middleware*

Proponente: Funcamp – Fundação de Desenvolvimento da Unicamp

Executor: FECC

Projeto: Mrsbtvd – *Middleware* de Referência do Sistema Brasileiro de TV Digital

Proponente: Funape – PB – Fundação de Apoio à Pesquisa e Extensão

Executor: UFPB

Projeto: FlexTV – *Middleware* para o Sistema Brasileiro de Televisão

- RPF 06 – Serviços, Aplicações e Conteúdo (Aplicações Interativas em Saúde)

Proponente: IPDE – Instituto de Pesquisa, Desenvolvimento e Educação

Executor: UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

Projeto: Idstv – Inclusão Digital Através de Serviços de Saúde na TVDi

- RPF 09 – Serviços, Aplicações e Conteúdo (Gerenciamento de Serviços)

Proponente: Genius Instituto de Tecnologia

Executor: Genius

Projeto: GSAC – SBTVD – Gerência de Serviços do Sistema Brasileiro de TV Digital

- RPF 10 – Codificação de Sinais de Fonte (Codec de Áudio AAC)

Proponente: LSI-TEC – Associação do Laboratório de Sistemas Integráveis Tecnológicos

Executor: LSI-Epusp

Projeto: AAC – SBTVD – Codificador e Decodificador de Áudio AAC

- RFP 17 – *Middleware* (Sincronismo de Mídias)

Proponente: FLP – Fundação Padre Leonel Franca

Executor: PUC-RIO

Projeto: Maestro – Autoria, produção e formatação de documentos hipermídia para TV Digital Interativa

- RPF 18 – Recepção, Codificação de Canal e Modulação (Modulação Alternativa)

Proponente: Finatel – Fundação Instituto Nacional de Telecomunicações

Executor: Finatel

Projeto: MI – SBTVD – Modulação Inovadora para o Sistema Brasileiro de TV Digital

- RFP 20 – Camada de Transporte

Proponente: Funpet

Executor: Unisinos: Universidade do Vale do Rio Sinos

Projeto: Midiasul – Camada de Transporte