

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC

CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

DIOGO ALANO DUARTE

**DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE INTERATIVIDADE PARA TV
DIGITAL ATRAVÉS DO MIDDLEWARE GINGA**

CRICIÚMA, NOVEMBRO DE 2009

DIOGO ALANO DUARTE

**DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE INTERATIVIDADE PARA TV
DIGITAL ATRAVÉS DO MIDDLEWARE GINGA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para a obtenção do Grau de Bacharel em Ciência da Computação da Universidade do Extremo Sul Catarinense.

Orientador: Prof. MSc. Paulo João Martins.

CRICIÚMA, NOVEMBRO DE 2009

DIOGO ALANO DUARTE

**Desenvolvimento de um Protótipo de Interatividade para TV Digital
através do *Middleware* Ginga**

Submetido ao corpo docente do Curso de Ciência da Computação da
Universidade do Extremo Sul Catarinense como um dos requisitos para obtenção do grau
de Bacharel em Ciência da Computação.

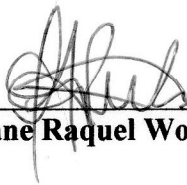


Prof. MSc. Ana Claudia Garcia Barbosa
Coordenadora do Curso de Ciência da Computação

Banca Examinadora:



Prof. MSc. Paulo João Martins (UNESC)
Orientador



Prof. MSc. Cristiane Raquel Woszezenki (UNESC)



Prof. MSc. Gustavo Bisognin (UNESC)

RESUMO

Por anos, uma série de estudo e pesquisas em torno dos diferentes modelos de TV Digital existentes. Os respectivos *middlewares* foram amplamente testados e as vantagens e desvantagens foram observadas. Por fim, adotou-se o modelo japonês como base para o modelo brasileiro de TV Digital. Com o desenvolvimento do Sistema Brasileiro de TV Digital (SBTVD), fez-se necessário o desenvolvimento de um *middleware* que oferecesse suporte as funcionalidades propostas ao sistema, bem como as necessidades brasileiras e acima de tudo que levasse em consideração o perfil socioeconômico da população. Ginga, nome dado em homenagem ao povo brasileiro devido à constante luta pela igualdade e liberdade, ao *middleware* do SBTVD. Totalmente nacional, o Ginga, por meio de seus subsistemas, foi projetado para oferecer ao povo brasileiro o que de melhor existe atualmente no contexto de TV Digital, incluindo interatividade. Com tecnologia nacional, diversos serviços e aplicações estão sendo apresentados, e comprovando as possibilidades da interatividade, neste trabalho é apresentado um protótipo interativo, onde por meio do controle remoto o usuário modifica as propriedades de aplicações oferecidas pelas emissoras. De posse de uma poderosa linguagem de desenvolvimento de documentos hipermídia, o NCL, que recebeu recomendação internacional por meio da União Internacional de Telecomunicações, como o padrão internacional para interatividade em IPTV, o Ginga-NCL, subsistema do *middleware* Ginga, e o ambiente de desenvolvimento Composer, tornam-se ótimas opções de suporte a desenvolvimentos interativos para TV Digital. Por meio do SBTVD, o Brasil abre as portas de todo o mundo para utilização da tecnologia nacional. Muitas pesquisas e desenvolvimentos em torno da digitalização da TV estão sendo desenvolvidos em todo o país, e a Universidade do Extremo Sul Catarinense inicia seu processo colaborativo oferecendo uma análise da arquitetura da TV Digital, uma breve comparação com os demais sistemas e análise do processo de desenvolvimento em NCL. Neste trabalho, foi realizado um protótipo utilizando o *middleware* Ginga, com o objetivo de demonstrar as suas funcionalidades.

Palavras-Chaves: Ginga, Sistema Brasileiro de TV Digital, NCL.

ABSTRACT

For years, there have been a series of studies and researches around different Digital TV models existents. The respective *middlewares* were highly tested and the advantages and disadvantages were observed. At the end, was adopted a Japanese model as a base to the development of a new model, the brazilian model of Digital TV. With the development of the Brazilian System of Digital TV (SBTVD, in portuguese), it became necessary the development of a *middleware* that offered support to the functionalities pointed to the system, as well as the brazilian needs and, no matter what, took in consideration the socioeconomic profile of the population. Ginga was the giving name in honor to the brazilian people due to the constant fight for equality and freedom, to the SBTVD *middleware*. Totally national, the Ginga, because of its subsystems, was projected to offer the brazilian people what there is best nowadays in the Digital TV context, including interactivity. With national technology, the several services and the applications that are been presented, proving the interactivity possibilities, in this work we show an interactive prototype, where by remote control the user changes the properties if applications offered by the companies. With a powerful development language of hypermedia documents, the NCL, that received an international recommendation through the International Union of Telecommunications, as the international standard to interactivity in IPTV, the Ginga-NCL, subsystem of the *middleware* Ginga, and the development environment Composer, became great support options to interactive developments to Digital TV. Through SBTVD, Brazil opens doors all across the world to the utilization of national technology. Several researches and developments around the digitalization of the TV are been developed all over the country, and the Universidade do Extremo Sul Catarinense starts this collaborative process offering an analyses of the Digital TV architecture, a brief comparison with all others systems and analysis surrounding the NCL development process. This work was carried out using a prototype middleware Ginga, in order to demonstrate its features.

Key-words: Ginga, Brazilian Digital TV, NCL.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Principais componentes de um sistema de TV Digital interativa	22
Figura 2. Estrutura de um pacote de <i>Transport Stream</i>	22
Figura 3. Estrutura de um STB	24
Figura 4. Arquitetura de um sistema de TV Digital	25
Figura 5: Guia Eletrônico de Programa.....	28
Figura 6: T-Governo – Júri Virtual: decisão do veredicto.....	28
Figura 7: Email para DTV	29
Figura 8: Conceito de <i>middleware</i>	30
Figura 9. Perfis de configuração do MHP.	32
Figura 10: Subsistemas do Ginga	34
Figura 11: Serviços Ginga <i>Common-Core</i>	35
Figura 12: APIs implementadas no Ginga-J.....	36
Figura 13: Fluxo de dados no formatador NCL	38
Figura 14: Jogos desenvolvidos com a linguagem Lua.....	40
Figura 15: Tela principal do Composer.....	41
Figura 16: Visão estrutural	42
Figura 17: Visão de leiaute.....	42
Figura 18: Visão temporal	43
Figura 19: Visão textual	43
Figura 20: Exemplo de diferentes níveis hierárquico de região	45
Figura 21: Exemplo do funcionamento do elemento porta	48
Figura 22: Diagrama de Caso de Uso.....	52
Figura 23: Fluxo de funcionamento do protótipo.....	53

LISTA DE SIGLAS

ADSL - *Asymmetric Digital Subscriber Line*

API - *Application Programming Interface*

ARIB - *Association of Radio Industries and Business*

ATSC - *Advanced Television Systems Committee*

CAPDA - *Comitê das Atividades de Pesquisa e Desenvolvimento na Amazônia*

CD - *Compact Disk*

CSS - *Cascading Style Sheet*

DASE - *Application Software Environment Level*

DTV - *Digital TV*

DVB - *Digital Vídeo Broadcasting*

DVD - *Digital Vídeo Disc*

EDTV - *Enhanced Definition Television*

GEM - *Globally Executable MHP*

HDTV - *High Definition Television*

IP - *Internet Protocol*

IPTV - *Internet Protocol Television*

ISDB - *Integrated Services Digital Broadcasting*

LDTV - *Low Definition Television*

MHP - *Multimedia Home Platform*

MPEG - *Motion Picture Experts Group*

NCL - *Nested Context Language*

NHK - *Japan Broadcasting Corporation*

NTSC - *National Television Standards Committee*

PAL - Phase Alternation Line

PCL - Power Line Communications

PUC-Rio - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

SBTVD - Sistema Brasileiro de TV Digital

SDTV - Standard Definition Television

SECAM - Systeme Electronique Couleur Avec Memoire

SI - Service Information

STB - Set-Top-Box

TS - Transport Stream

TVA - TV por assinatura

UIT - União Internacional de Telecomunicações

VHS - Video Home System

XHTML - eXtensible HyperText Markup Language

XML - eXtensible Markup Language

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 OBJETIVO GERAL.....	12
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
1.3 JUSTIFICATIVA	13
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	13
2 DO ANALÓGICO AO DIGITAL.....	15
2.1 CODEC.....	20
2.2 DA EMISSORA AO TELESPECTADOR	21
2.3 CAMADAS DO SISTEMA DE TV DIGITAL	25
2.4 INTERATIVIDADE	27
2.5 MIDDLEWARE.....	29
2.5.1 ATSC E O DASE – O MODELO AMERICANO	31
2.5.2 DVB E MHP – O MODELO EUROPEU	32
2.5.3 ISDB E ARIB – O MODELO JAPONÊS	33
3 GINGA, O <i>MIDDLEWARE</i> DO SISTEMA BRASILEIRO DE TV DIGITAL	34
3.1 GINGA <i>COMMON-CORE</i>	35
3.2 GINGA-J	35
3.3 GINGA-NCL	37
3.3.1 COMPOSER.....	41
3.3.2 A ESTRUTURA DA LINGUAGEM.....	44
4. DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE INTERATIVIDADE PARA TV DIGITAL ATRAVÉS DO MIDDLEWARE GINGA.....	50
4.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO	50
4.2 A ESCOLHA DO SUBSISTEMA	51

4.3 DESCRIÇÃO DO PROTÓTIPO.....	52
4.4 RESULTADOS OBTIDOS.....	55
CONCLUSÃO.....	57
REFERÊNCIAS	59

1 INTRODUÇÃO

Comprovado pelo Ministério das comunicações, em carta encaminhada ao Presidente da República em 2003, a TV tem papel fundamental na transmissão de informações:

“ Cerca de 90% dos domicílios brasileiros possuem receptores de televisão. No entanto, mais de 81% recebem exclusivamente sinais de televisão aberta. A programação transmitida aos telespectadores é uma das mais importantes fontes de informação e entretenimento da população brasileira, ao que corresponde uma inegável responsabilidade no que tange à cultura nacional e à própria cidadania. ”

A TV Digital vem a cada dia ganhando mais espaço no cenário mundial. Dentre os modelos mais conhecidos está o americano (ATSC) que busca acima de tudo a alta definição; o modelo japonês (ISDB) que, além da alta definição, busca a mobilidade; e o modelo europeu (DVB) que preza pela multiprogramação e interatividade. Já o SBTVD (Sistema Brasileiro de TV Digital), conhecido também como modelo nipo-brasileiro, por ser baseado no modelo japonês, visa contemplar as reais necessidades e possibilidades do povo brasileiro, levando em consideração o perfil sócio-econômico e as novas possibilidades abertas através da interatividade, além de buscar baixo custo e robustez, busca flexibilidade através da multiprogramação (SBTVD, 2008).

Diversos países da América Latina estão em processo de escolha e implantação do modelo de TV Digital, o que gera uma competição entre os modelos existentes, principalmente com o SBTVD. Representante do governo brasileiro, em notícia publicada no seu portal de notícias sobre TV Digital, diz que: “É uma atitude normal, os europeus estão usando uma ferramenta legítima para tentar influenciar na decisão do governo argentino” e

complementa: “A Europa está preocupada porque sabe da inclinação dos argentinos pelo sistema nipo-brasileiro, reconhecidamente o melhor do mundo” (SBTVD, 2009a).

Todo sistema possui um *middleware*, que é o responsável pela interatividade. O *middleware* do SBTVD é resultado de anos de pesquisas da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) e da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e é conhecido como Ginga. Possui três subsistemas, o Ginga-CC, Ginga-J e o Ginga-NCL (PORTAL DO SOFTWARE PÚBLICO, 2008).

A primeira transmissão de TV com sinal digital no país aconteceu em São Paulo no dia 2 de dezembro de 2007. No dia 7 de abril o sinal chegou a Belo Horizonte, segunda capital a usufruir da tecnologia, e no dia seguinte a Rede TV iniciou a transmissão digital no Rio de Janeiro (SBTVD, 2008).

O governo pretende que o sinal se estenda por todo o território nacional até 2013, e que, até 19 de junho de 2016, a transmissão do sinal analógico possa ser definitivamente encerrada (SBTVD, 2008).

Tendo em vista o cenário descrito, e a necessidade de pesquisas e desenvolvimentos no contexto de TV Digital no Brasil, propõe-se uma análise sobre a arquitetura da TV Digital, bem como suas funcionalidades e as do *middleware* Ginga e formas de desenvolvimento, com o intuito de colocar a informação à disposição de toda a sociedade acadêmica, em especial aos acadêmicos da UNESC, informação esta disposta em meios eletrônicos, inclusive de forma prática, com o desenvolvimento de um protótipo de interatividade para TV digital.

1.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um protótipo de aplicação de interatividade baseado no *Middleware* Ginga.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Estudar a arquitetura e as funcionalidades da TV Digital bem como do *middleware* Ginga;
2. Reunir o conhecimento necessário para desenvolvimento de uma aplicação interativa para TV Digital através do *middleware* Ginga e seus subsistemas;
3. Apresentar um protótipo interativo através do Ginga;
4. Colocar a disposição da sociedade, em especial a sociedade acadêmica da UNESC as informações obtidas durante toda a pesquisa, visando facilitar futuros desenvolvimentos e pesquisas.

1.3 JUSTIFICATIVA

Com a adoção definitiva de um padrão de TV Digital interativa para o Brasil, o interesse pela análise das possíveis alternativas nas mais diversas áreas que compõem um sistema tem crescido consideravelmente. No Brasil existem duas opções de linguagem para aplicações interativas no Sistema Brasileiro de TV Digital, o NCL (linguagem declarativa) e o Java (linguagem procedural). Este trabalho apresenta as duas metodologias de desenvolvimento, bem como a ferramenta Composer, um ambiente de autoria voltado para a criação de programas NCL para TV Digital interativa. A presente pesquisa visa o desenvolvimento de um protótipo de aplicação que irá interagir com o usuário através do *middleware* Ginga, e com isto contribuir para futuros desenvolvimentos e com material para a comunidade, em especial aos acadêmicos do curso de ciência da computação da Universidade do Extremo Sul Catarinense.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

A organização deste trabalho é disposta da seguinte maneira: o Capítulo 2 explana brevemente o processo migratório do sistema analógico de TV para o digital, bem como as

etapas de transmissão desde a emissora ao telespectador, incluindo informações sobre a arquitetura e interatividade de um sistema de TV digital. O middleware Ginga, sua estrutura, incluindo seus subsistemas e as linguagens que estes permitem utilizar serão abordados no Capítulo 3, juntamente a explanação sobre o ambiente de desenvolvimento Composer. Os resultados da pesquisa e justificativas quanto à escolha dos subsistemas, métodos e ferramentas utilizadas serão explanados no Capítulo 4.

2 DO ANALÓGICO AO DIGITAL

Devido à necessidade de comunicação, o homem desenvolveu a capacidade de desenhar. Inicialmente, desenhava nas paredes das cavernas com o intuito de contar suas histórias. Esta preocupação com a preservação dos fatos para que pudessem posteriormente contar e ensinar aos seus descendentes, nos permite até hoje remontar os tempos antigos. Naquela época, os desenhos eram extremamente grotescos, porém, como tudo que existe, os desenhos foram influenciados pela evolução natural das coisas, e as imagens foram se tornando cada vez mais fiéis a realidade, até que a fotografia nos permitiu uma cópia fidedigna da realidade (TUDO SOBRE TV, 2008).

Com o passar do tempo, os espectadores foram se tornando cada vez mais exigentes e as imagens deixaram de ser estáticas, tornando-se dinâmicas, apresentando ilusões antes desconhecidas aos olhos humanos. Esta questão conferiu aos cinemas o título de fábrica de ilusões.

Em pouco tempo a evolução chegou às grandes telas de cinema que de forma muito compactas começaram a invadir as casas de todo o mundo, surgiu a TV, que hoje é o meio mais importante de transmissão de informações (TV GAZETA, 2009).

O substantivo televisão apareceu pela primeira vez em meados de 1900, no *First International Congress of Electricity*. Foi criado pelo francês Constantin Perskyi e provem da união da palavra grega tele, que significa distância com a palavra visão, em latim, dando a idéia de visão a distância (PIONEERS, 2006).

Desde seu surgimento, o aparelho mais comum a humanidade vem passando por diversas evoluções. Em 1936 surgiu o primeiro canal de televisão, a BBC de Londres. Logo em seguida, nos anos 50, os americanos lançam o primeiro modelo a cores, denominado

NTSC (*National Television Standards Committee*). Os Europeus entraram no mercado com dois modelos coloridos, a França com o SECAM (*Systeme Electronique Couleur Avec Memoire*) e a Alemanha com o PAL (*Phase Alternation Line*).

Ainda na década de 50, Francisco de Assis Chateaubriand Bandeira de Melo, primeiro jornalista brasileiro, e seus funcionários, descarregam no porto de Santos os primeiros equipamentos de TV (SUKYS, 1987), assim, colocando o Brasil na lista dos países com o maior meio de informação e entretenimento.

Nesta mesma época, devido ao aumento de canais, o controle remoto tornou-se o primeiro componente digital agregado a televisão, seguindo as exigências dos espectadores, as emissoras tiveram de adaptar suas câmeras e ilhas analógicas por similares digitais (MONTEZ; BECKER, 2004).

Ao longo dos anos 70, os japoneses, por intermédio da NHK (*Japan Broadcasting Corporation*), apresentavam os conceitos de TV de alta definição que contava com o dobro de linhas que o convencional (NINOMIYA, 1995).

Após diversas discussões a respeito do modelo de TV a cores e análise dos padrões existentes, a comissão convocada pelo Conselho Nacional das Telecomunicações (Contel) optou por adaptar o modelo alemão, que no Brasil recebeu a referência de PAL-M (MONTEZ e BECKER, 2004).

A formação da ATSC (*Advanced Television Systems Committee*) em 1982 iniciou nos EUA as pesquisas sobre a digitalização da TV, que apresentou em 1995 um modelo chamado também de ATSC, o qual entrou em funcionamento em 1998, mesmo ano em que o modelo europeu DVB (*Digital Video Broadcasting*) entra em funcionamento. Devido ao pioneirismo em alta definição na TV analógica, só em 1997 o Japão decide partir para um

sistema totalmente digital. O modelo oriental (ISDB – *Integrated Services Digital Broadcasting*) entra em funcionamento em meados do ano 2000 (RÉGIS; FECHINE, 2004).

O mundo encontra-se em pleno processo de digitalização do maior meio de transmissão de informações onde diversos países já possuem um sistema sólido de TV digital, outros estão ainda em transição.

As pesquisas nacionais a respeito da digitalização da TV iniciaram em 1994 quando o Ministério das Comunicações incumbiu grupos de pesquisas de estudar, avaliar e acompanhar o desenvolvimento dos modelos digitais no mundo e suas implantações para que posteriormente pudessem colaborar com o SBTVD (Sistema Brasileiro de TV Digital) (SCHIEFLER, 2008).

Após minuciosos estudos dos modelos existentes, o comitê se encontrava diante de três possibilidades (RÉGIS; FECHINE, 2004):

1. Adoção total de um modelo estrangeiro que resultaria em uma implantação rápida, em contrapartida o Brasil não se desenvolveria este aspecto tecnológico, pois não seria necessário o desenvolvimento da estrutura, e teria de pagar *royalties* aos detentores do sistema;
2. Desenvolvimento de um modelo completamente nacional, não sendo assim necessário o pagamento dos *royalties*, porém levaria muito tempo até a implantação, e possivelmente a tecnologia nacional estaria desatualizada quando concluída;
3. Desenvolvimento nacional de um novo modelo, baseado em um já existente. Solução esta escolhida pelo comitê devido à diminuição considerável no pagamento de *royalties*, desenvolvimento da área tecnológica e possibilidade de exportação do sistema.

Através do decreto nº 4901, de 26 de novembro de 2003 que instituiu o SBTVD, pode-se notar que alguns dos principais focos da TV Digital no Brasil tratam da inclusão digital e social, do acesso a educação e do baixo custo:

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

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

II - propiciar a criação de rede universal de educação à distância;

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

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; [...] (BRASIL, 2003) ”

Superficialmente, a DTV (Digital TV) traz melhorias perceptivas na qualidade de som e imagem. A imagem pode ser apresentada em quatro níveis de qualidade (MONTEZ e BECKER, 2004):

- a) HDTV (*High Definition Television*), a alta definição. Similar a qualidade dos DVDs (*Digital Video Disc*);
- b) EDTV (*Enhanced Definition Television*), qualidade intermediária, melhor que a do sistema analógico, mas não é alta definição;
- c) SDTV (*Standard Definition Television*) equivalente a qualidade do sistema analógico;
- d) LDTV (*Low Definition Television*) resolução de baixa qualidade aplicada aos dispositivos móveis (FERNANDES; LEMOS; SILVEIRA, 2004).

E o som passa a ter cinco canais de áudio mais o *woofer*, comparando a qualidade de CD (*Compact Disk*). Além disso, o sistema passa a ter um canal de dados, por onde

efetivamente haverá a interatividade com o telespectador (FIGUEIREDO; LOURENÇO, 2007).

O canal de dados, dentre outros, permitirá o comércio eletrônico e acesso a serviços do governo pela televisão, conhecidos como t-comércio e t-governo respectivamente (FIGUEIREDO; LOURENÇO, 2007). Além disso, o sistema digital permitirá a transmissão de vários programas dentro do mesmo canal, serviço denominado multiprogramação, recepção em aparelhos portáteis como os celulares, acesso à Internet que permitirá a execução de uma gama de aplicações e serviços, dentre outros (CAPDA, 2004).

A multiprogramação será possível devido aos diversos métodos de compactação de áudio e vídeo, refletindo assim na otimização do espectro de frequência. A transmissão analógica ocupa os 6MHz de banda disponíveis para transmissão de cada canal. Com a compactação presente no sistema digital, pode-se transmitir vários programas ao mesmo tempo, utilizando a mesma banda disponível hoje no sistema analógico. Dentre as técnicas de compactação pode-se citar a remoção de redundância, ou seja, o quadro atual da imagem possui diversas áreas idênticas ao quadro anterior que podem ser removidos sem causar perda expressiva na qualidade do vídeo (MONTEZ; BECKER, 2004). Quanto à compactação do áudio, observa-se que o ouvido humano tem uma recepção melhor a frequências entre 1.000Hz e 3.400Hz, sendo assim as técnicas de transmissão filtram as frequências abaixo de 800Hz e acima de 4.000Hz (LÔBO, 1999). Essas técnicas são conhecidas como técnicas de mascaramento.

Na transmissão analógica, os canais interferem uns nos outros. Este fenômeno é perceptível quando sintonizados a uma emissora, ouve-se o áudio de uma outra emissora. Como forma de minimizar as interferências, os canais analógicos são separados por canais vagos, de mesma largura de banda dos utilizados. Com o sinal digital um canal não interfere

no outro, eliminando as interferências e liberando os canais vagos para utilização por outras emissoras (MONTEZ; BECKER, 2004).

Igualmente ao sistema analógico, o sistema de DTV permite que o programa seja gravado, editado transmitido ao vivo ou em outro momento (MONTEZ; BECKER, 2004), em ambas as situações os áudio e vídeo são gerados de acordo com os padrões MPEG-4 AAC e MPEG-4 H.264 respectivamente, ambos pertencentes à quarta evolução da família MPEG (*Motion Picture Experts Group*), e para gerenciamento do sistema e dos *streams* o padrão MPEG-2 Sistemas (CARVALHO, 2008).

2.1 CODEC

Documentos multimídias são compostos por diversos objetos de mídia, como texto, áudio, vídeo e outros. São utilizados para apresentar mais interatividade, animação e realidade aos usuários (RIBEIRO, 2004).

Com a utilização destes tipos de arquivos, deve-se sempre levar em consideração a largura de banda disponível e questões como o espaço necessário para armazenamento destes arquivos. Assim sendo, torna-se muito importante a capacidade das técnicas de compressão, e que este recurso preserve ao máximo as características originais, como a qualidade, tornando a perda quase que irrelevante (RIBEIRO, 2004).

Dentro do contexto de DTV, os objetos de mídia mais utilizados são áudio e vídeo, que consomem grandemente os recursos citados como largura de banda e armazenamento, assim sendo, poderosos métodos de compressão e descompressão, conhecidos como codec, são aplicados (CARVALHO, 2005).

A família MPEG, que é composta por diversos métodos de compressão e desenvolvida pelo grupo de mesmo nome, consiste em um dos mais conhecidos padrões de codificação multimídia. Compreende padrões para compressão de áudio, vídeo, dados e transmissão dos fluxos gerados de forma organizada e com informações adicionais de sincronização de áudio e vídeo para a decodificação dos mesmos (MPEG, 2009).

O padrão surgiu em 1992 como MPEG-1, com o intuito de exibir imagens em computador com qualidade superior ao VHS (*Video Home System*). No entanto, devido sua baixa resolução (325x240x30Hz), os padrões de TV (640x480x30Hz) não foram atendidos. Em 1995 foi lançado o segundo padrão da família (MPEG-2) com o intuito de atender os requisitos da radiodifusão para DTV. O modelo suporta formatos de alta definição e cinco canais de áudio (*surround*). Este modelo é utilizado pelos demais modelos de DTV. Como proposta para resolução de HDTV (1920x1080x30Hz) foi lançado o MPEG-3, no entanto, foi comprovado que o MPEG-2 atendia perfeitamente requisições para esta resolução. Sendo assim, a resolução foi incrementada no modelo padrão MPEG-2. O mais novo membro da família, conhecido como MPEG-4, surgiu com o intuito de estabelecer uma codificação universal para objetos audiovisuais, ou seja, aqueles com os quais o usuário pode interagir como jogos e jornais eletrônicos (CAVALHO, 2008).

2.2 DA EMISSORA AO TELESPECTADOR

O processo de difusão no contexto de DTV, conforme apresenta a Figura 1, consiste no envio do conteúdo desde o difusor até o receptor através dos meios de difusão (OLIVEIRA, 2005).

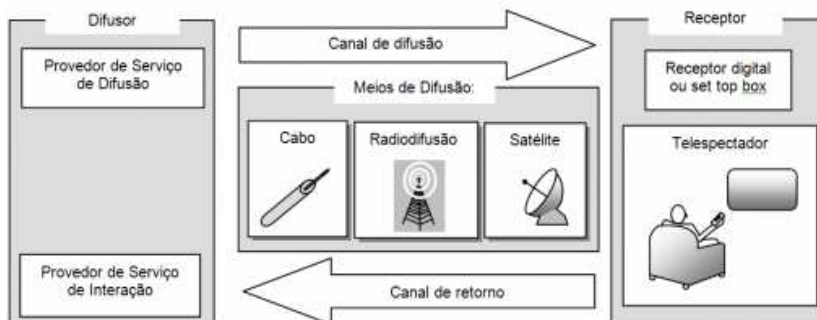


Figura 1. Principais componentes de um sistema de TV Digital interativa
Fonte: BECKER, V. (2009)

O difusor, composto pelo sistema MPEG-2 Sistemas, faz a multiplexação dos *streams* elementares gerando o denominado *Transport Stream* (TS), seqüência de sinais digitais com informações de áudio, vídeo e dados. Apresentado na Figura 2, o TS tem o comprimento de 188bytes, sendo 4bytes reservados ao cabeçalho, e os demais 184 para a extensão do cabeçalho e os dados efetivamente, . Fluxo este que é enviado ao receptor do usuário (*Set-Top-Box* – STB). A norma define uma série de tabelas (*Service Information* – SI) que o STB utiliza para sincronizar o áudio e o vídeo e identificar os programas e serviços, dentre outras informações necessárias para demultiplexação dos fluxos. Tabelas estas definidas por cada sistema DTV (CAMPOS; GOMES; SOARES, 2000).

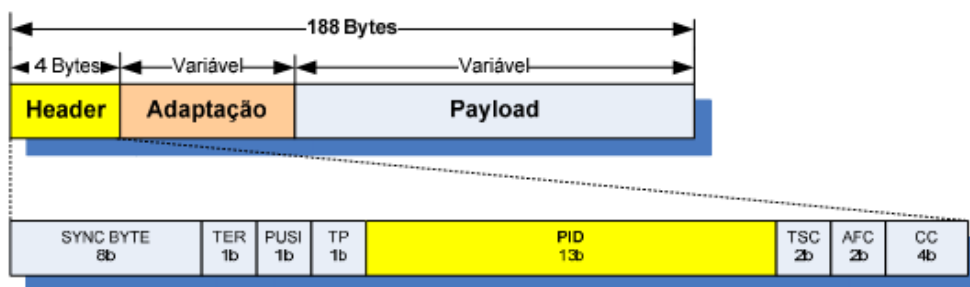


Figura 2. Estrutura de um pacote de *Transport Stream*
Fonte: CARVALHO, E. R. (2009)

O meio de difusão consiste em basicamente três diferentes formas: cabo, satélite e radiodifusão. O primeiro é utilizado nos serviços de TVA (TV por assinatura) ou TV à cabo. Este meio possui uma largura de banda expressamente maior que os demais meios, porém

torna-se inconveniente devido à necessidade de que o cabo seja fisicamente passado do difusor até o receptor. Neste caso, o provedor possui controle sobre o meio de difusão. Nos ambientes de difusão por satélites existe a grande vantagem de alcançar os mais longínquos lugares do globo, porém o provedor não consegue controlar o meio pelo qual os dados são transmitidos e necessita que o canal de retorno seja feito por meio das redes de telefonia. Igualmente à difusão por satélite, a radiodifusão não permite que o provedor controle o meio de difusão e tampouco possui um canal de retorno próprio, ou seja, necessita que o mesmo seja aplicado sobre as redes de telefonia. Este, por ser o meio de difusão mais utilizado torna-se o mais apropriado para a implantação do SBTVD (MONTEZ; BECKER, 2004).

O canal de retorno é o canal, ou meio, pelo qual acontecerá a interatividade entre o telespectador e a emissora. Dependendo da complexidade do sistema e da aplicação, o canal de retorno pode ser uni ou bidirecional, ou seja, apenas envia informações para a emissora, ou troca informações com ela (FERNANDES; LEMOS; SILVEIRA, 2004).

O *Set-Top-Box* (STB) tem a função de converter sinais digitais em analógicos, para que os televisores atuais possam exibí-los e responsável por gerenciar os dados recebidos bem como as interações do usuário, caso exista um canal de retorno (LUCENA; RIBEIRO, 2007).

Assemelhando-se a um computador, o STB possui um *hardware* composto por uma placa-mãe, memória, processador e em alguns casos até HD. Possui ainda um sistema operacional (MONTEZ; BECKER, 2004).

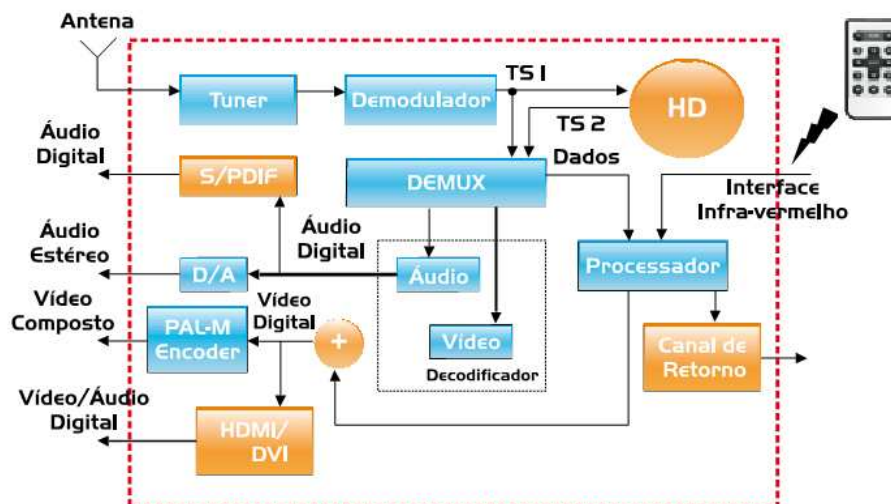


Figura 3. Estrutura de um STB

Fonte: LUCENA JUNIOR, V. F.; RIBEIRO FILHO, H. P. (2007)

Conforme a Figura 3, as funções do STB iniciam com a recepção do sinal através de uma antena, interna ou externa, e sintonizado pelo *Tuner*. Então, o TS é recuperado através do demodulador que encaminha o fluxo (TS1) para ser gravado no HD interno, ou diretamente ao demultiplexador (DEMUX) que separa os diferentes tipos de dados do fluxo. O vídeo e o áudio são decodificados pelo decodificador e encaminhados a saída escolhida pelo usuário. Caso seja uma saída analógica, é necessário que o vídeo e o áudio sejam convertidos pelo conversor PAL-M e pelo conversor digital/analógico (D/A) respectivamente (OLIVEIRA, 2005).

No momento em que é demultiplexado os dados complementares que estavam no fluxo, caso existam, são encaminhados ao processador. Quando estes dados influenciarem na saída de vídeo, o processador modificará os sinais de vídeo incrementando-os (processo representando pelo sinal + da Figura 3) com os dados necessários (LUCENA; RIBEIRO, 2007).

As intervenções do usuário são capturadas do controle remoto pela interface infravermelho do STB. Essas intervenções podem ser interpretadas como troca de canal, aumento de volume ou interações com os programas exibidos. As interações, quando

necessário, são encaminhadas a emissora através do canal de retorno e um meio de transmissão (LUCENA; RIBEIRO, 2007).

Oliveira (2005) completa que uma TV Digital completa possui o STB acoplado internamente.

2.3 CAMADAS DO SISTEMA DE TV DIGITAL

O modelo de arquitetura de um sistema de DTV, de acordo com o Comitê das Atividades de Pesquisa e Desenvolvimento na Amazônia (CAPDA), é disposto em cinco camadas, conforme apresenta a Figura 4.



Figura 4. Arquitetura de um sistema de TV Digital
Fonte: CAPDA, 2004

Responsável por três importantes funções dentro de um sistema de TV Digital, a camada mais baixa, a camada de transmissão, gerencia na parte das emissoras a codificação, modulação e envio do sinal por meio do difusor. Ao lado do cliente, é responsável pelo processo inverso, a captação do sinal, demodulação e decodificação. A camada de transmissão é também conhecida como camada física (MENDES, 2007).

A camada de transporte é responsável pela multiplexação de vários programas em um único fluxo de transporte na parte da emissora, e para o cliente realiza a demultiplexação de acordo com o programa selecionado.

A camada de compressão comprime o conteúdo no lado da emissora e realiza a descompressão para o telespectador. Em artigo à T&C Amazônia, Mendes (2007) complementa que esta camada é responsável pela remoção de redundâncias.

Na camada de *middleware* é onde rodam os *softwares* intermediários como o Ginga, que logo será abordado, fazendo o tratamento dos dados e interações do usuário. Esta camada também é quem esconde as peculiaridades e heterogeneidades das camadas anteriores.

A camada de aplicativos é onde ocorre a interação com o usuário e é responsável pela execução de todos os aplicativos da TV Digital.

Cada camada oferece serviços para uma camada superior e utiliza os serviços que são oferecidos por uma camada inferior (MONTEZ; BECKER, 2004).

2.4 INTERATIVIDADE

Após pesquisas a respeito do que realmente venha a ser interatividade, Montez e Becker (2004) afirmam que a TV, em lugar nenhum do mundo corresponde à altura do verdadeiro conceito de interatividade. Definem interatividade como um programa no qual o usuário pode mudar o curso dos acontecimentos, realmente intervir no meio, como acontecem nos jogos eletrônicos onde se o usuário não intervir, nada acontece. Exemplificam que, mesmo o fato de selecionar uma programação específica, pedir uma pizza pela TV ou dar notas a um *show*, o usuário não altera o curso do programa em tempo real, não o modifica. Definem ainda que a TV que chamamos de interativa é na verdade reativa, que o usuário apenas responde a estímulos da emissora.

Devido à constante evolução tecnológica, inclusive nos meio de comunicação, o usuário espera que a DTV apresente grandes possibilidades de interação e uma gama de serviços, o que torna expressivo o mercado de aplicações interativas para DTV. (OLIVEIRA, 2005).

Dentro deste contexto, a interatividade é definida em três níveis, interatividade local, intermitente e permanente.



Figura 5: Guia Eletrônico de Programa
Fonte: GUIA DO HARDWARE, 2007

A interatividade local é definida como aquela onde o processo é completamente realizado no STB (LUCENA; RIBEIRO, 2007). A emissora envia os dados sem a espera de um retorno do usuário, não existe uma comunicação de retorno, não é utilizado o canal de retorno. Por exemplo, a seleção de legendas ou áudios em um filme ou o já conhecido pelos usuários de TVA, o guia eletrônico de programação, apresentado na Figura 5 (PICCIONI; MONTEZ, 2004).



Figura 6: T-Governo – Júri Virtual: decisão do veredicto
Fonte: BECKER, V. 2008

Com a implantação do canal de retorno, informações são trocadas entre telespectador e emissora, porém quando se trata de interatividade intermitente os dados são enviados do telespectador para a emissora, somente ao final da sessão, e o recebimento

acontece em tempo real, chama-se de comunicação assíncrona. Votações (Figura 6) e quiz são exemplos deste tipo de interatividade (OLIVEIRA, 2005).



Figura 7: Email para DTV
Fonte: CARVALHO, E. R. 2008

Diferente das demais, a interatividade permanente utiliza o canal de retorno para envio e recebimento de informações da emissora ao telespectador e do telespectador a emissora. O qual é bidirecional (LUCENA; RIBEIRO, 2007). O envio de emails, como na Figura 7, representa um aplicativo de interatividade permanente.

Aplicativos mais elaborados, serviços pela web e comunicação bidirecional com as emissoras só se tornaram possíveis com a presença do canal de retorno. Piccioni e Montez (2004) apresentam como alternativas para o canal de retorno, métodos como a linha digital assimétrica ou como é amplamente conhecida ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*), redes por cabos, como as TVAs ou até *modems* específicos. Alencar e Carvalho (2005) citam o *Power Line Communications* (PCL) e Knight (2007) apresenta as redes de comunicação sem fio *Wi-Fi* e *WiMax* como alternativas.

2.5 MIDDLEWARE

Termo que transcende o contexto de TV Digital, *middleware* é uma camada de software intermediária, responsável pela comunicação de *hardware* e aplicativos, independente da heterogeneidade do primeiro (PAES et al, 2005). É um conjunto de *Application Programming Interface* (API), regras e padrões, que especificam as condições mínimas necessárias para que os fabricantes desenvolvam suas aplicações com a garantia de que rodará sobre qualquer *hardware* (RODRIGUES, 2007).

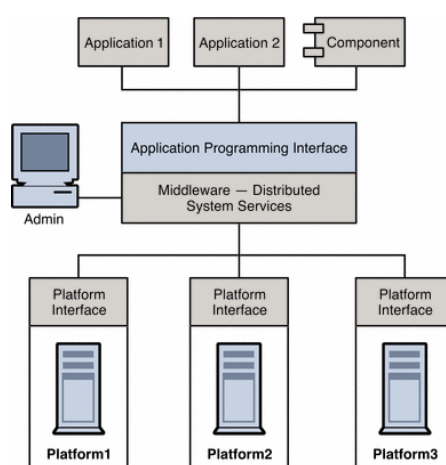


Figura 8: Conceito de *middleware*
Fonte: SUN MICROSYSTEMS, 2007

A Figura 8 ilustra a idéia de independência entre *hardware* e aplicativos por meio do *middleware*. Três diferentes plataformas são apresentadas e em cada uma sobre o sistema operacional (SO), que pode diversificar, tem-se o mesmo *middleware* instalado, o que permite que todas as plataformas rodem as mesmas aplicações, com requisito de que sejam suportadas pelo software. Dentre as diferentes plataformas estão os STB, externos ou internos, de diferentes fabricantes, aparelhos portáteis como os celulares e outros.

Sem a existência do *middleware* os desenvolvedores precisariam desenvolver versões específicas para cada combinação de SO e hardware. Assim sendo, a adoção do *middleware* em larga escala torna-se um meio de redução de custos (OLIVEIRA, 2005).

Os *middlewares* em geral, suportam dois tipos de aplicativos, os desenvolvidos de forma procedural e os de forma declarativa (COELHO, 2007).

Em linguagens procedurais o desenvolvedor descreve através de comandos seqüenciais o que a máquina deve executar. Essas linguagens exigem que o dispositivo possua um interpretador que converterá os comandos em linguagem de máquina. Enquanto as linguagens declarativas são implementadas por meio de um conjunto de tarefas, sem a preocupação de como ocorrerá efetivamente a execução do programa. As aplicações declarativas comumente consomem menos recurso de máquina que as procedurais (CARVALHO, 2008)

2.5.1 ATSC E O DASE – O MODELO AMERICANO

Como pioneiros na busca de um novo sistema de televisão, os americanos iniciaram as pesquisas em busca da alta definição nos anos 80. Em 1997 iniciaram a transição dos modelos, com a proposta de que até 2006, 85% dos receptores domésticos fossem digitais (RÉGIS; FECHINE, 2004).

Application Software Environment Level (DASE) é a camada de software intermediária concebida ao modelo de DTV americana pela ATSC (FERNANDES et al, 2004). Possui como ambiente procedural a linguagem Java (PAES et al, 2005), e seu ambiente declarativo regido pelo XHTML (*eXtensible HyperText Markup Language*) (RODRIGUES, 2007).

Ribeiro (2004) afirma que o padrão americano privilegia sobre tudo a qualidade de imagem, porém seu nível de interatividade é limitado.

2.5.2 DVB E MHP – O MODELO EUROPEU

Inicialmente provido somente com SDTV (RÉGIS; FECHINE, 2004), foi desenvolvido por um consórcio de empresas com o mesmo nome do modelo, *Digital Video Broadcast* (RODRIGUES, 2007), iniciado em 1997 o *middleware* é denominado *Multimedia Home Platform* (MHP) (CARVALHO; ARAUJO, 2007).

O *middleware* apresenta três possíveis configurações:

- *Enhanced Broadcast Profile*: o modelo mais básico. Possui as funcionalidades fundamentais e apresenta interatividade local somente, pois não possui o canal de retorno (RODRIGUES, 2007);
- *Interactive Broadcast Profile*: o perfil intermediário apresenta canal de retorno sobre o protocolo IP (*Internet Protocol*) (COELHO, 2007);
- *Internet Access Profile*: compreende todas as funcionalidades dos anteriores além de APIs Java e outros serviços de Internet. (PAES et al, 2005).

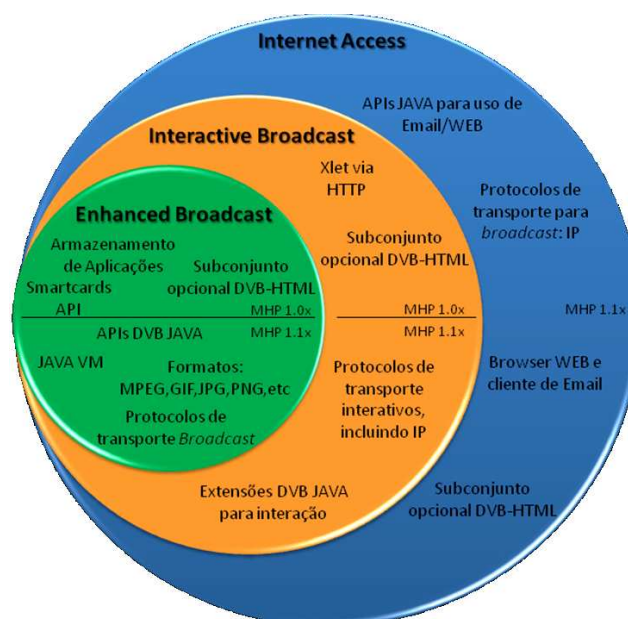


Figura 9. Perfis de configuração do MHP.

Fonte: RODRIGUES, R. (2007)

Diferente dos perfis *Enhanced* e *Interactive*, o perfil *Internet Access* só foi implementado na versão 1.1 (PAES et al, 2005).

2.5.3 ISDB E ARIB – O MODELO JAPONÊS

O modelo japonês, além de oferecer a alta definição zelada pelo modelo americano e a interatividade dos europeus é, dentre os três, o único modelo que suporta recepção em aparelhos portáteis (RIBEIRO, 2004). Tornou-se o mais completo dos três modelos, pois foi o último deles a ser implementado. Os japoneses já utilizavam alta definição no sistema de TV analógica.

O *middleware* ARIB (*Association of Radio Industries and Business*) é parte integrante do modelo japonês (COELHO, 2007).

O ISDB foi o modelo escolhido pelo comitê nacional como base para o desenvolvimento do SBTVD (SCHIEFLER, 2008).

3 GINGA, O *MIDDLEWARE* DO SISTEMA BRASILEIRO DE TV DIGITAL

“A ginga é um movimento fundamental da capoeira, nossa forma de luta por liberdade e igualdade.”. Por este motivo esse é o nome do único componente totalmente nacional, o *middleware*, presente SBTVD (GINGA, 2008).

Desenvolvido pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) e pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB) após anos de pesquisas (SOFTWARE PÚBLICO, 2008).

Divido em três subsistemas, o *middleware* nacional possui um núcleo denominado *Ginga Common-Core* (Ginga-CC) que oferece suporte básico aos paradigmas de desenvolvimento procedural (Ginga-J) e declarativo (Ginga-NCL) (SOFTWARE PÚBLICO, 2008).

Enquanto o ambiente procedural é implementado através da linguagem Java, o declarativo é através da *Nested Context Language* (NCL), a Figura 10 apresenta a ligação entre os dois paradigmas, garantindo assim a possibilidade de implementação híbrida (RODRIGUES, 2007).

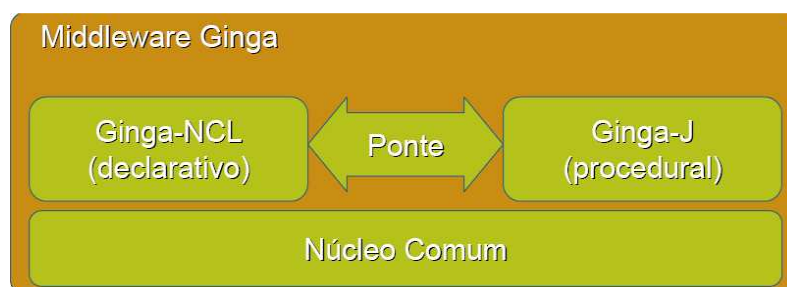


Figura 10: Subsistemas do GINGA
Fonte: LEITE, L. 2008

3.1 GINGA COMMON-CORE

O Ginga-CC, ou de núcleo comum, apresenta diversos serviços necessários para o bom funcionamento do Ginga-J e Ginga-NCL, conforme a Figura 11 (DAMASCENO, 2008).

A Figura 11 representa os serviços básicos do *middleware* Ginga.

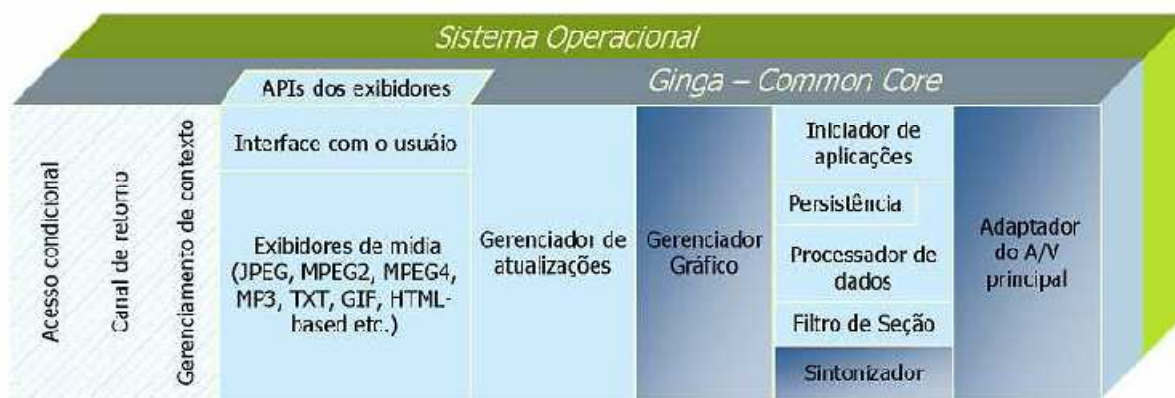


Figura 11: Serviços Ginga *Common-Core*
Fonte: DAMASCENO, J. (2008)

Representada pela Figura 11 representa, a arquitetura do núcleo tem comum tem funções como de sintonizar canais, demultiplexar os fluxos, converter mídias, gerenciar gráficos e aplicações, sincronizar áudio, vídeo e dados, além de fazer comunicação direta com o SO (RODRIGUES, 2007).

3.2 GINGA-J

Módulo responsável pela interpretação e execução das aplicações desenvolvidas de forma procedural, além de interagir com os STB convencionais, Ginga-J tem especificação que o capacita a interagir com dispositivos móveis como celulares e PDAs (SILVA et al,

2007), apesar de ainda hoje não termos no mercado estes dispositivos com Ginga embarcado (LUCA, 2009a).

Diversas API são definidas garantindo o funcionamento do Ginga-J desde a manipulação dos dados aos protocolos de acesso. Projetado para ser compatível com o GEM (*Globally Executable MHP*), que conforme a Figura 12, tem suporte nos principais *middlewares* existentes (DAMASCENO, 2008).

O GEM foi desenvolvido pelo consórcio europeu para garantir que suas aplicações pudessem rodar no modelo americano e japonês. Longe de ser uma especificação de *middleware* por si só, Rodrigues (2007) o define como um padrão de execução global.

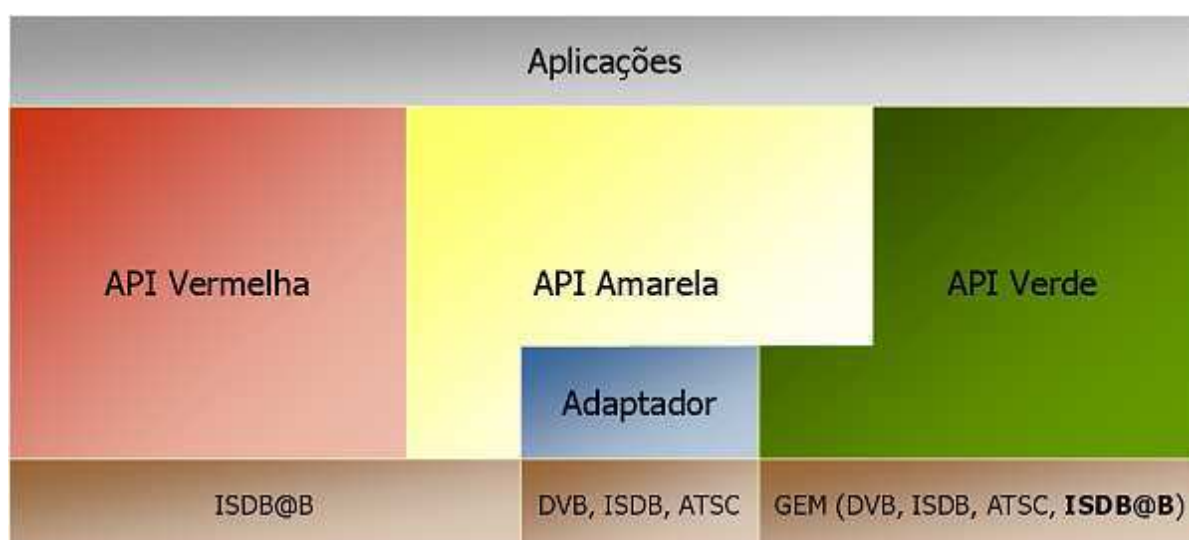


Figura 12: APIs implementadas no Ginga-J
Fonte: DAMASCENO, J. (2008)

Motivada por 79,5 milhões de telefones celulares no Brasil, Ginga-J possui diversas APIs inovadoras que oferecem suporte para conexão com dispositivos móveis através de protocolos comuns como *Bluetooth* e outros (SILVA et al, 2007).

Estas API são divididas em vermelha, amarela e verde. Tanto a API vermelha como a amarela são compostas exclusivamente com inovações nacionais, porém a amarela

pode ser utilizada através de adaptações em outros sistemas, enquanto a API verde segue os padrões GEM, que é interpretada pelos principais *middlewares* (DAMASCENO, 2008).

Em contrapartida, Aquino (2009) afirma que em 06 de abril deste ano, o Fórum SBTVD definiu que a implementação do Ginga-J virá com a nova API Java DTV, desenvolvida pela Sun em parceria com o Fórum SBTVD, e não mais com o GEM. Dentre outros motivos, o que levou a adoção desta nova especificação é o desenvolvimento em conjunto com os técnicos brasileiros, e assim menor taxa de *royalties*.

A normalização do Ginga-J encontra-se em elaboração (ABNT, 2009).

3.3 GINGA-NCL

Desenvolvido pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), o subsistema declarativo do SBTVD oferece suporte a aplicações hipermídia, tendo como linguagem base de desenvolvimento o *Nested Context Language* (NCL), que também foi desenvolvida pela PUC-Rio (DAMASCENO, 2008).

Sua estrutura é definida conforme mostra a Figura 13, onde o módulo fundamental do subsistema em questão é o denominado formatador NCL, que é responsável pela interpretação dos documentos NCL (COELHO, 2007).



Figura 13: Fluxo de dados no formatador NCL
 Fonte: RODRIGUES, R. (2007)

Rodrigues (2007) define o fluxo de dados iniciando no formatador com uma instrução de edição, que encaminha as instruções ao gerenciador de documentos. Por sua vez, o gerenciador de documentos ativa a base de documentos ou o conversor NCL, conforme a necessidade.

Com a base de documentos o gerenciador de documentos pode executar uma gama de operações como exclusão total ou parcial de um documento, ou até inclusão de documentos. Se instruções com especificações XML (*eXtensible Markup Language*) forem encontradas, o conversor NCL é requisitado para que transforme a instrução para o conceito *Nested Context Model* (NCM), modelo hipermídia de suporte ao NCL, para que posteriormente sejam armazenadas na base de documentos para execução (RODRIGUES, 2007).

O conversor, por sua vez, vai compilando as mídias necessárias para apresentação. O processo de conversão de cada mídia é iniciado levando em consideração à distância em elos da mídia que está sendo apresentada atualmente. Quando elos causais¹ são adicionados, o formatador é acionado e o escalonador fica os observando até receber um sinal do elo. Quando o sinal é recebido, o escalonador solicita sua execução ao gerenciador de adaptadores

¹ Elo causal: é responsável por disparar uma ou mais ações quando uma mídia é iniciada.

para exibidores, o qual seleciona o adaptador mais adequado para reproduzir a mídia em questão (RODRIGUES, 2007).

Objeto de execução é a representação de um nó de mídia dentro de um documento NCL. Dentre os diversos tipos de objetos de mídias podem ser citados o MPEG como objeto de vídeo, o MP3 como objeto de áudio, o GIF como objeto de imagem e o XHTML como objeto de texto (TELEMÍDIA, 2007).

Logo que o adaptador é selecionado, o gerenciador de leiaute entra em ação, criando uma superfície de apresentação, quando necessário, através dos descritores contidos no documento NCL. Ainda no formatador, quando adicionados novos objetos de execução o sistema é avaliado juntamente com o nó de mídia correspondente, para escolha do objeto de execução mais apropriado, esta avaliação leva em consideração recursos e preferências do usuário, por exemplo (RODRIGUES, 2007).

Outro módulo importante no Ginga-NCL é o exibidor XHTML que vem composto por um interpretador de estilos CSS (*Cascading Style Sheet*) e outro para o ECMAScript (COELHO, 2007), ambos presentes no modelo japonês, americano e europeu, garantindo assim o funcionamento dos aplicativos declarativos entre esses modelos (DAMASCENO, 2008).

O NCL não tem por objetivo substituir o XHTML, mas sim suprir as necessidades dos programadores quando este não oferecer suporte. Uma das grandes diferenças entre as duas linguagens é que o NCL permite ao programador um controle não invasivo na ligação do conteúdo com o leiaute de apresentação, pois as duas estruturas são definidas separadamente (TELEMÍDIA, 2007).

Outra linguagem declarativa presente no módulo de NCL é um poderoso script que há muito tempo vem conquistando a área do entretenimento, como apresenta a Figura 14.

Utilizada por gigantes como a LucasArts e a Microsoft, a linguagem Lua tem lugar especial no *middleware* do SBTVD (TELEMÍDIA, 2007).



Figura 14: Jogos desenvolvidos com a linguagem Lua
 Fonte: SOARES, L. (2008)

O que a torna tão popular no mercado de entretenimento, dentre outros motivos é a leveza e alta performance que proporciona (DAMASCENO, 2008), além de ser código aberto e livre. A máquina virtual Lua é agregada no formatador NCL (TELEMÍDIA, 2007).

Além da integração com NCL, Lua possui uma API denominada LuaJava que permite manipulação do ambiente Java dentro de Lua. O inverso também é positivo (TELEMÍDIA, 2007).

A União Internacional de Telecomunicações (UIT), órgão ligado as Nações Unidas, responsável pela padronização e regulamentação em telecomunicações aprovou no dia 29 de abril de 2009 por meio da recomendação H.761 "*Nested Context Language (NCL) and Ginga-NCL for IPTV Services*" como padrão para desenvolvimento de aplicações interativas para DTV (NCL, 2009).

Assim sendo, o NCL tornou-se o primeiro padrão aprovado e recomendado para aplicações interativas para *Internet Protocol Television* (IPTV) (SBTDV, 2009b). IPTV não

se trata de assistir aos programas de televisão pela Internet, e sim de prover TV sob o protocolo de Internet (MURER, 2007)

3.3.1 COMPOSER

Ambiente de autoria NCL, desenvolvido pela PUC-Rio, o Composer tem por objetivo facilitar o desenvolvimento de aplicativos declarativos interativos do Ginga (DAMASCENO, 2008).

O ambiente possui quatro visões de trabalho que podem ser utilizadas de formas simultâneas e sincronizadas. São elas: a visão estrutural, de leiaute, temporal e textual (GUIMARÃES et al, 2007).

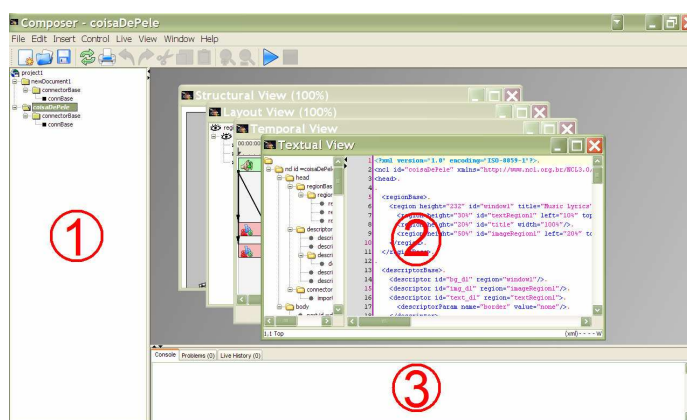


Figura 15: Tela principal do Composer
Fonte: GUIMARÃES, R. (2007)

A Figura 15 apresenta a tela principal do Composer. A seção 1 é destinada à gerencia dos arquivos presentes no projeto atual. A seção 2 trata-se das visões de trabalho e a seção 3 é reservada para que o ambiente notifique o usuário quando necessário.

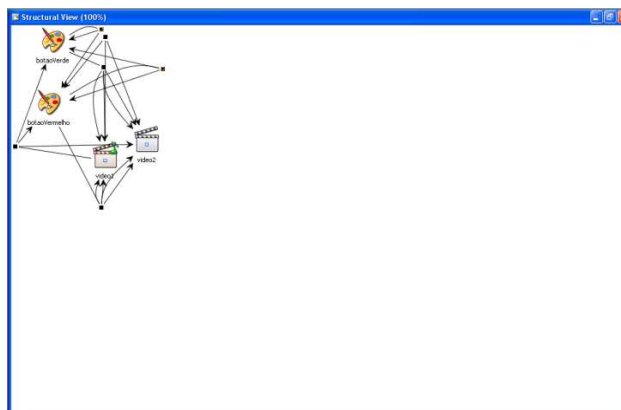


Figura 16: Visão estrutural

A Figura 16 apresenta a visão estrutural do Composer, onde graficamente é possível incluir nós ou elos e, conseqüentemente, atribuir suas propriedades. Para ativar este modo pode-se utilizar o atalho ALT+1.

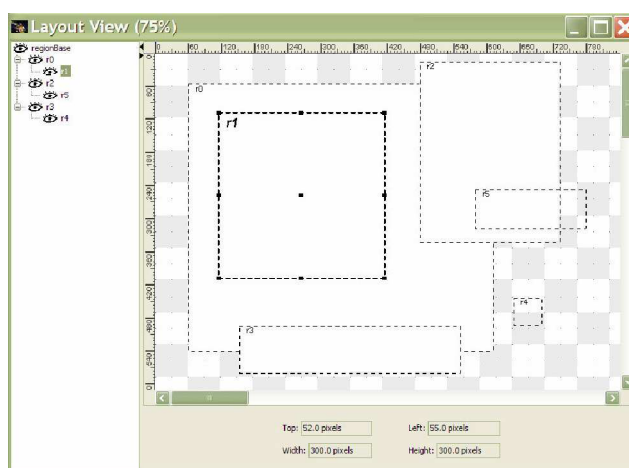


Figura 17: Visão de leiaute
Fonte: GUIMARÃES, R. (2007)

Na Figura 17 pode-se verificar duas seções: ao lado esquerdo, a organização hierárquica onde as regiões que estão graficamente apresentadas; no lado direito podem ser ocultadas. Quando uma região de nível hierárquico superior é ocultada, as que estiverem ligadas a ela serão conseqüentemente ocultadas também. O atalho para ativação é o conjunto de teclas ALT+2.

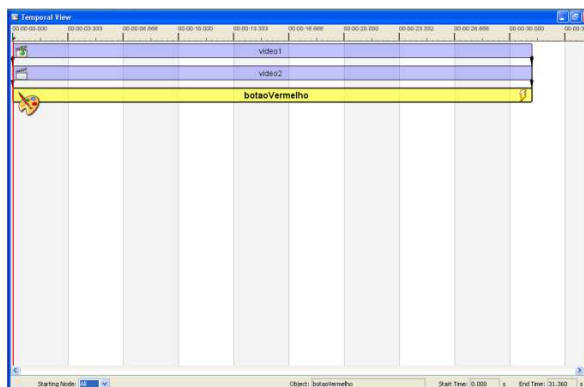


Figura 18: Visão temporal

A visão temporal, representada na Figura 18, apresenta a aplicação em uma linha do tempo com os elementos do aplicativo, duração dos objetos e, caso exista um fator onde uma das mídias inicie um processo em outra mídia, serão destacados na tela. Para ativar o modo utilizar ALT+3.

As três visões apresentadas até o momento, bem como seus componentes podem ser gerenciados através do menu *insert* ou *edit*, ou ainda pela visão textual, apresentada na Figura 19.

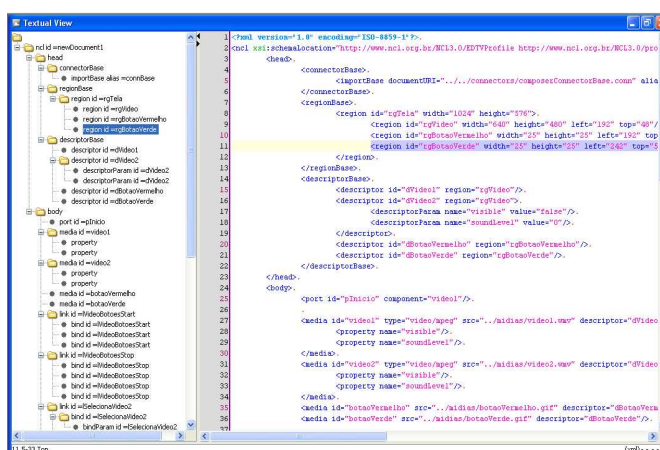


Figura 19: Visão textual

A visão textual apresenta duas seções: a esquerda, em forma de árvore, a qual não permite nenhuma intervenção do programador; e à direita, onde o código fonte pode ser editado. Ativado pelo atalho ALT+4.

3.3.2 A ESTRUTURA DA LINGUAGEM

NCL, como toda linguagem declarativa, apresenta um modelo conceitual de dados, que tem por objetivo representar os conceitos de estrutura dos dados, eventos e relacionamento entre eles (BARBOSA; SOARES, 2008)

O documento NCL é basicamente composto por cinco estruturas, um cabeçalho de arquivo NCL, que define alguns *schemas* e também o nome do arquivo NCL. A seção de cabeçalho do programa (`<head>`), onde são definidos como, onde e as regras de apresentação dos objetos, o corpo (`<body>`), que contém o conteúdo do programa, bem como os objetos e elos, uma porta (`<port>`) que necessariamente precisa ser definida para indicar onde o programa inicia e uma *tag* de fim de arquivo (`</ncl>`) (SOARES NETO et al, 2007).

O cabeçalho do arquivo define que o modelo utilizado é baseado em XML 1.0 e a codificação de escrita ISO-8859-1.

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<ncl xsi:schemaLocation="http://www.ncl.org.br/NCL3.0/EDTVProfile
http://www.ncl.org.br/NCL3.0/profiles/NCL30EDTV.xsd"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns="http://www.ncl.org.br/NCL3.0/EDTVProfile" id="prototipo">
```

A tela é dividida em várias seções ou camadas, que são definidas pela *tag* `<regionBase>`. Região é a área do dispositivo de saída onde as mídias serão apresentadas.

```
<!-- Criação das regiões onde os vídeos serão apresentados -->
<regionBase>
  <region id="rgTela" width="1024" height="576">
    <region id="rgVideo" width="640" height="480" left="192" top="48"/>
    <region id="rgBotaoVermelho" width="25" height="25" left="192" top="528"/>
    <region id="rgBotaoVerde" width="25" height="25" left="242" top="528"/>
  </region>
```

```
</regionBase>
```

Diferentes níveis hierárquicos podem ser utilizados na definição das regiões. A região `rgTela` ocupa toda uma tela de resolução 1024x576 e as demais regiões, `rgVideo`, `rgBotaoVermelho` e `rgBotaoVerde` são regiões menores aninhadas, ou seja, que aparecerão sobre a `rgTela`, em um segundo nível hierárquico. A Figura 20 exemplifica estes níveis, onde cada cor representa uma região distinta.

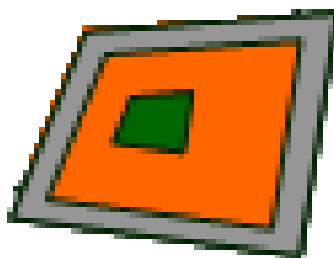


Figura 20: Exemplo de diferentes níveis hierárquico de região

Outra importante *tag* presente no cabeçalho de um documento NCL é o `<descriptorBase>`. Responsável pela definição de como serão apresentadas as mídias presentes na aplicação. É no descritor que o elo entre objeto e região é criado.

```
<!-- Descritores - fazem a conexão da mídia com a região -->
<descriptorBase>
<descriptor id="dVideo1" region="rgVideo"/>
<!-- Video 2 é inicializado oculto e sem áudio -->
  <descriptor id="dVideo2" region="rgVideo">
    <descriptorParam name="visible" value="false"/>
    <descriptorParam name="soundLevel" value="0"/>
  </descriptor>
<descriptor id="dBotaoVermelho" region="rgBotaoVermelho"/>
<descriptor id="dBotaoVerde" region="rgBotaoVerde"/>
</descriptorBase>
```

Os descritores utilizam as regiões definidas nas *tags* `<regionBase>` para apresentar seus objetos. Outra possibilidade dos descritores é definir parâmetros para cada descritor, que são como variáveis onde é possível alterar seus valores durante o programa através de escolhas do usuário.

```
<!-- Importação da base de funções -->
<connectorBase>
  <importBase documentURI="composerConnectorBase.conn" alias="connBase"/>
</connectorBase>
```

Ainda no contexto do cabeçalho *<head>*, é possível que algumas funções sejam definidas para que posteriormente o programador possa utilizá-las durante o programa.

As tags *<connectorBase>* importam um, ou vários, arquivos de funções. Um arquivo de funções denominado *composerConnectorBase.conn* é carregado automaticamente quando o ambiente de desenvolvimento Composer é instalado na estação.

Novos arquivos de funções podem ser criados, ou incrementar funções nos já existentes.

Já o elemento *<body>* define o corpo do documento. O corpo é composto por objetos e eventos que serão mostrados e executados durante a execução do programa.

O mais importante elemento do *<body>* os nós de mídia ou de contexto.

Um nó de mídia consiste na referência a um objeto de mídia, como um vídeo ou um áudio por exemplo, e cria o elo entre a mídia e seu descritor, que definirá como a mídia deverá se comportar.

```

<!-- Define as mídias que serão utilizadas, as ancoras e o descritor -->
<media id="video1" type="video/mpeg" src="video1.wmv" descriptor="dVideo1">
  <property name="visible"/>
  <property name="soundLevel"/>
</media>
<media id="video2" type="video/mpeg" src="video2.wmv" descriptor="dVideo2">
  <property name="visible"/>
  <property name="soundLevel"/>
</media>
<media id="botaoVermelho" src="botaoVermelho.gif" descriptor="dBotaoVermelho"/>
<media id="botaoVerde" src="botaoVerde.gif" descriptor="dBotaoVerde"/>

```

Algumas propriedades podem ser definidas para cada mídia, para que futuramente o programa possa utilizar essas propriedades juntamente aos parâmetros do descritor e com as seleções do usuário alterar o fluxo do programa.

O nó *video1* faz referência a um objeto do tipo vídeo, indica o local onde o arquivo esta armazenado e cria o elo com o descritor *dVideo1*. Além disso, no fonte acima,

duas propriedades são definidas, nota-se que as propriedades do nó e os parâmetros do descritor possuem o mesmo nome, pois um está diretamente ligado ao outro.

Essas propriedades são denominadas âncoras de propriedades. As âncoras definem pontos onde os elos podem alterar a execução da mídia.

Além das âncoras de propriedades o NCL permite que sejam definidas âncoras de conteúdo que tem por objetivo informar eventos pré-definidos que a mídia deverá executar. Como no fonte abaixo onde é possível notar a definição de períodos em que as legendas devem ser apresentadas sobre o vídeo.

```
<media id="video1" type="video/mpeg" src="video1.wmv" descriptor="dVideo1">
<!-- âncoras de conteúdo que sincronizam a legenda -->
  <area id="aVideoLegenda01" begin="5s" end="9s"/>
  <area id="aVideoLegenda02" begin="10s" end="14s"/>
  <area id="aVideoLegenda03" begin="15s" end="19s"/>
</media>
```

Já os nós de contexto ou de composição, resumem-se a um agrupamento de nós de mídia, utilizados para estruturar os documentos NCL. Uma estrutura hierárquica pode ser definida aninhando-se vários nós de contexto.

O elemento *<body>* é um exemplo típico de nó de contexto.

O primeiro elemento definido no contexto do corpo do documento é o indicador de onde o programa deve ser iniciado e é denominado porta (*<port>*). Todo nó de contexto deve necessariamente possuir uma porta, que aponta a um nó de mídia em especial. Através do elemento *<port>* e o nó de mídia referenciado, o conteúdo externo acessa o conteúdo internos de um contexto, conforme a Figura 21. Tendo em vista que o *<body>* é um nó de contexto, todo programa deve obrigatoriamente ter ao menos uma porta.

```
<!-- Indica a mídia inicial do programa-->
  <port id="pInicio" component="video1"/>
```

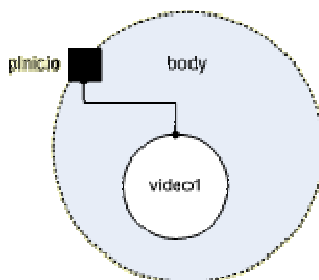


Figura 21: Exemplo do funcionamento do elemento porta

Outro elemento fundamental para um aplicativo base de interatividade em DTV são os conectores (*<link>*), estes elementos são responsáveis por definir como os eventos acontecerão durante a execução dos aplicativos.

O sincronismo dos eventos é realizado de acordo com o papel executado por determinado nó de mídia de origem que resulta em outra ação pelo nó de origem.

Os conectores são definidos nos arquivos de funções e podem exercer influência sobre um ou mais nós.

A tag *<link>* é composta basicamente pelo nome do conector, definido pelo programador, e pelo conector que será utilizado, precedido pelo arquivo de funções onde esta localizado. Caso o conector tenha sido definido no cabeçalho do arquivo atual não indica o nome do arquivo base de funções.

O fonte abaixo apresenta um conector que é executado quando um nó de mídia é selecionado e então interfere em diversos outros nós. No caso em especial quando o telespectador pressionar o botão vermelho do controle remoto, o vídeo que esta sendo apresentado será oculto e terá seu volume desligado, enquanto o vídeo 2 é apresentado e tem seu volume ativado.

```
<!-- Quando clicar no botao vermelho
- Oculta o video 1
- Desliga o volume do video 1
- Exibe o video 2
- Liga o Volume do video 2-->
<link id="lSelecionaVideo2" xconnector="connBase#onKeySelectionSetN">
  <bind component="botaoVermelho" role="onSelection">
    <bindParam name="keyCode" value="RED"/>
```

```
</bind>
<bind component="video1" interface="visible" role="set">
  <bindParam name="var" value="false"/>
</bind>
<bind component="video1" interface="soundLevel" role="set">
  <bindParam name="var" value="0"/>
</bind>
<bind component="video2" interface="visible" role="set">
  <bindParam name="var" value="true"/>
</bind>
<bind component="video2" interface="soundLevel" role="set">
  <bindParam name="var" value="1"/>
</bind>
</link>
```

Os conectores exercem influência somente sobre os parâmetros definidos no descritor e no nó de mídia.

Mais informações a respeito da estrutura disponibilizada pelo NCL podem ser encontradas no manual da linguagem NCL 3.0, disponível no site da NCL, na seção de documentos na parte de tutoriais, com o título *Construindo Programas Audiovisuais Interativos Utilizando a NCL 3.0 e a Ferramenta Composer - 2a. edição (NCL 3.0)*.

4. DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE INTERATIVIDADE PARA TV DIGITAL ATRAVÉS DO MIDDLEWARE GINGA

Esta pesquisa tem o propósito deixar como recurso de pesquisa aos acadêmicos do curso de Ciência da Computação, a presente documentação, para que possa contribuir com futuros desenvolvimentos e pesquisas na área tecnológica de DTV.

Área ainda em grande ascensão por ainda estar em processo de implantação e normatização, em especial com a adoção do Ginga-NCL e a linguagem NCL pelo UIT como padrão para desenvolvimento interativo em IPTV.

4.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Durante todo o processo de pesquisa foi utilizado e realizado o levantamento bibliográfico, tornando possível o conhecimento do advento da televisão, suas evoluções quanto sistema analógico até os dias de hoje, inclusive as escolhas de padrões pelo qual já foi submetido o sistema, bem como melhorias e limitações do sistema digital e seu impacto na sociedade. Foi possível ainda conhecer o processo de seleção do modelo nacional e os avaliados pelo comitê responsável, levantando suas vantagens e desvantagens quanto à implantação nas TVs brasileiras.

O *middleware* Ginga, parte fundamental para a interatividade e destaque tecnológico no setor de DTV, também foi estudado, como também seus subsistemas Ginga-CC, Ginga-J e Ginga-NCL, sendo este último escolhido para implementação do protótipo.

Devido à recente adoção do sistema de DTV e definição por parte do governo federal pelo desenvolvimento de um *middleware* de tecnologia nacional, o Ginga, foi possível

observar a necessidade de pesquisas e conseqüentemente a existência de poucas bibliografias nesta área.

4.2 A ESCOLHA DO SUBSISTEMA

Em 26 de novembro de 2003 o governo lançava oficialmente o Sistema Brasileiro de TV Digital dando ênfase a necessidade de que este fosse desenvolvido de acordo com o perfil socioeconômico do povo brasileiro, com objetivo de inclusão social, acesso a educação e baixo custo, no artigo primeiro do decreto de nº 4901 o Presidente da República apresenta no item três o desejo de estimular pesquisas e desenvolvimento e a expansão da tecnologia e empresas nacionais.

Conforme desejo do Presidente da República, o *middleware* Ginga foi desenvolvido com tecnologia nacional.

O módulo Ginga-J, apesar de possuir uma arquitetura de tecnologia nacional, ainda não definiu qual padrão de desenvolvimento seguir, porém a grande expectativa é que seja escolhido o padrão GEM, desenvolvido pelo grupo europeu. Em contrapartida, tramita na ABNT a aprovação de um novo pacote de API desenvolvido pela SUN colaborativamente aos técnicos brasileiros, o JavaDTV.

O módulo Ginga-NCL, além da arquitetura ter sido desenvolvida com tecnologia nacional, tanto as linguagens que utiliza e o ambiente de desenvolvimento são também tecnologias nacionais.

Então a escolha do subsistema Ginga-NCL com a linguagem NCL e o ambiente de desenvolvimento Composer deu-se pelo padrão Java ainda não ter sido definido e este não ser tecnologia totalmente nacional, levando em consideração a declaração Presidencial com interesse de investir e desenvolver a tecnologia nacional.

4.3 DESCRIÇÃO DO PROTÓTIPO

Protótipo desenvolvido baseado em NCL que apresenta uma breve idéia sobre interatividade de DTV.

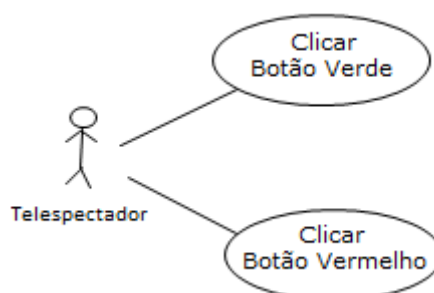


Figura 22: Diagrama de Caso de Uso

A Figura 22 apresenta o diagrama de caso de uso do protótipo desenvolvido, onde o usuário tem a opção de clicar no botão vermelho ou verde, no controle remoto, e então acionar os eventos do programa.

O protótipo consiste na idéia de multiprogramação disponível às emissoras de televisão, onde em um mesmo canal, que utilizava na TV analógica, a emissora consegue transmitir até quatro programas no sistema digital.

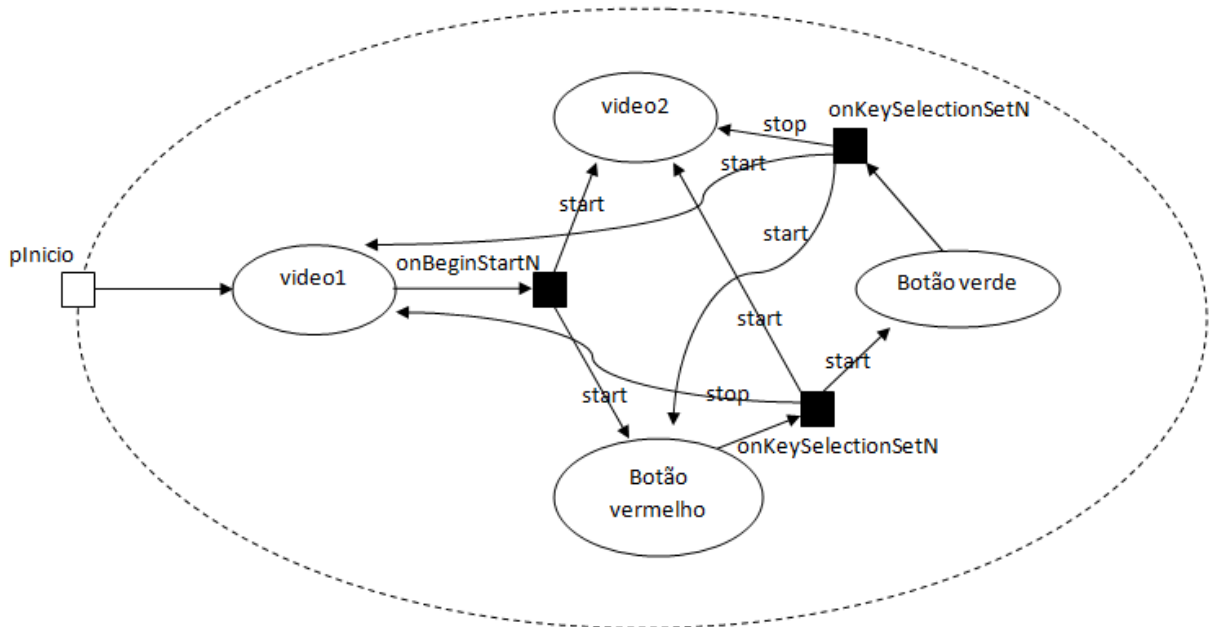


Figura 23: Fluxo de funcionamento do protótipo

Conforme apresentado na Figura 23, ao ser executado, o programa inicia através da porta padrão, o nó chamado `video1`, que possui em sua referência a mídia `video1.wmv` que instantaneamente é executado, com os parâmetros visível e nível de som habilitados.

```

<!-- O programa inicia executando o nó video1 -->
  <port id="pInicio" component="video1"/>

<!-- Nó video1 -->
  <media id="video1" type="video/mpeg" src="video1.wmv" descriptor="dVideo1">
    <property name="visible"/>
    <property name="soundLevel"/>
  </media>

```

No momento em que o vídeo 1 é iniciado, ele aciona o conector `lVideoBotoesStart`, chamando a função `onBeginStartN` da base de funções, que aciona o segundo vídeo com os parâmetros visível e nível de som desabilitados, ou seja, em segundo plano, dando a idéia de que ele não está ali. Além de iniciar o vídeo 2, o botão vermelho é apresentado na tela.

```

<!-- Conector -->
  <link id="lVideoBotoesStart" xconnector="connBase#onBeginStartN">
    <bind component="video1" role="onBegin"/>
    <bind component="video2" role="start"/>
    <bind component="botaoVermelho" role="start"/>
  </link>

```

Com o botão vermelho disponível para o usuário, selecionando-o no controle remoto o conector `lSelecionaVideo2` é ativado e o fluxo definido pelas setas de número 2 na Figura 23 são executados.

O vídeo 1 é oculto e seu som desabilitado, e o vídeo 2 é exibido com som ativado, além de o botão vermelho ser desabilitado e o verde habilitado.

```
<link id="lSelecionaVideo2" xconnector="connBase#onKeySelectionSetN">
  <bind component="botaoVermelho" role="onSelection">
    <bindParam name="keyCode" value="RED"/>
  </bind>
  <bind component="video1" interface="visible" role="set">
    <bindParam name="var" value="false"/>
  </bind>
  <bind component="video1" interface="soundLevel" role="set">
    <bindParam name="var" value="0"/>
  </bind>
  <bind component="video2" interface="visible" role="set">
    <bindParam name="var" value="true"/>
  </bind>
  <bind component="video2" interface="soundLevel" role="set">
    <bindParam name="var" value="1"/>
  </bind>
</link>

<link id="lEscondeBotaoVermelho" xconnector="connBase#onKeySelectionStartNStopN">
  <bind component="botaoVermelho" role="onSelection">
    <bindParam name="keyCode" value="RED"/>
  </bind>
  <bind component="botaoVermelho" role="stop"/>
  <bind component="botaoVerde" role="start"/>
</link>
```

Agora com a opção do botão verde habilitado, o usuário pode novamente exibir o vídeo 1, caso desejar.

```
<link id="lSelecionaVideo1" xconnector="connBase#onKeySelectionSetN">
  <bind component="botaoVerde" role="onSelection">
    <bindParam name="keyCode" value="GREEN"/>
  </bind>
  <bind component="video2" interface="visible" role="set">
    <bindParam name="var" value="false"/>
  </bind>
  <bind component="video2" interface="soundLevel" role="set">
    <bindParam name="var" value="0"/>
  </bind>
  <bind component="video1" interface="visible" role="set">
    <bindParam name="var" value="true"/>
  </bind>
  <bind component="video1" interface="soundLevel" role="set">
    <bindParam name="var" value="1"/>
  </bind>
</link>
```

```

<link id="lEscondeBotaoVerde" xconnector="connBase#onKeySelectionStartNStopN">
  <bind component="botaoVerde" role="onSelection">
    <bindParam name="keyCode" value="GREEN"/>
  </bind>
  <bind component="botaoVerde" role="stop"/>
  <bind component="botaoVermelho" role="start"/>
</link>

```

O telespectador pode alternar entre o vídeo 1 e o vídeo 2 clicando nos botões vermelho e verde da maneira que desejar, até que o vídeo 1 chegue ao final, pois isto ativará o conector `lVideoBotoesStop` que tem as instruções para finalizar o vídeo 2 e ocultar os dois botões.

```

<link id="lVideoBotoesStop" xconnector="connBase#onEndStopN">
  <bind component="video1" role="onEnd"/>
  <bind component="video2" role="stop"/>
  <bind component="botaoVermelho" role="stop"/>
  <bind component="botaoVerde" role="stop"/>
</link>

```

4.4 RESULTADOS OBTIDOS

Conforme os objetivos do governo, de promover inclusão social e digital, criar a rede universal de educação à distância e estimular o desenvolvimento da área tecnológica nacional, presentes no decreto nº 4901, que instituiu o desenvolvimento do SBTVD, está sendo concretizado a cada dia com o desenvolvimento do *middleware* Ginga e as normatizações do SBTVD, cenário este confirmado com a aprovação dos modelos nacionais como referência mundial em sistemas DTV.

Países vizinhos como Argentina, Chile e Venezuela estão migrando seus sistemas de TV analógica para o SBTVD, o que fortalece cada dia mais o título de mais completo sistema existente no globo, focando as frentes de alta definição, mobilidade e interatividade.

A API Java, denominada JavaDTV, em desenvolvimento colaborativo do Fórum SBTVD e a Sun, com o intuito de substituir a API GEM, desenvolvida pelo modelo Europeu, vêm mais uma vez fortalecer o cenário no qual se solidifica o SBTVD como melhor sistema de DTV.

A linguagem NCL colabora com esse cenário quando premiada por meio da recomendação H.761 pelo UIT como padrão para desenvolvimento de aplicações interativas para DTV.

O protótipo desenvolvido apresenta o NCL como uma linguagem de fácil desenvolvimento, porém eficiente. De forma simples o aplicativo pode gerenciar na parte do telespectador os serviços de multiprogramação e até mesmo de votações ou quiz.

CONCLUSÃO

O maior meio de transmissão de informações acompanha a convergência das tecnologias analógicas para digitais, fazendo assim que todos os profissionais já envolvidos e agora os profissionais da tecnologia da informação, tenham cada vez mais responsabilidades pela difusão de cultura e informações para o povo brasileiro.

Assim sendo, a aposta do governo no modelo de TV Digital nacional, gerando a necessidade de desenvolvimento da tecnologia, e não somente sua implantação é um grande incentivo ao setor no país, momento de expor a qualidade do produto nacional, em todo cenário mundial.

Essa tecnologia tem nome, e é denominada Ginga, o *middleware* do Sistema Brasileiro de TV Digital, que abre um novo leque de tecnologias disponíveis a serem pesquisadas, como métodos de desenvolvimento e uma infinidade de novos serviços a serem apresentados aos telespectadores.

Dentre a infinidade de pesquisas e desenvolvimentos ainda a serem explorados, a arquitetura e os padrões de desenvolvimentos dos subsistemas Ginga-J, Ginga-CC, e Ginga-NCL tem muito a que serem explorados, bem como as linguagens NCL, Lua e a nova API JavaDTV.

Serviços de compras, votações ou, troca de mensagens são ferramentas que em pouco tempo terão grande utilidade no processo de implantação do sistema digital, principalmente a troca de mensagens, que pode auxiliar atendentes, desenvolvedores e telespectadores a sincronizar serviços com o gosto dos clientes.

O canal de retorno, elemento fundamental para a interatividade nos sistemas de TV Digital e ainda em pesquisas no sistema nacional, principalmente pelo meio mais eficiente

a ser utilizado, levando em consideração todas as questões socioeconômicas do povo brasileiro. Pesquisas mistas deste recurso com tecnologias em grande ascensão ainda no Brasil como WiMAX e PLC, tornam excelentes campos de pesquisas.

A revolução da TV esta apenas começando, e em muito pode-se colaborar.

REFERÊNCIAS

ABNT Disponível em: < <http://www.abnt.org.br/tvdigital/TVDIGITAL.html>> Acesso em: 30/05/2009.

ALENCAR, M. S.; CARVALHO, F. B. S. **Análise da Transmissão do Canal de Retorno do Sistema Brasileiro de TV Digital via *Power Line Communications***, 2005, Disponível em: <<http://www.inf.pucpcaldas.br/~joao/tvdi2005/VersaoFinalPaperTVDI2005Fabricio.pdf>> Acesso em: 05/05/2008.

AQUINO, M. **Brasil vai adotar o Java-DTV no Ginga da TV digital** Disponível em: < <http://www.telesintese.ig.com.br/index.php?option=content&task=view&id=11546>> Acesso em: 30/05/2009.

BATISTA, C. E. C. F.; LEITE, L. E. C.; SILVA, L. D. N.; SOUZA, G. L. **Suporte para desenvolvimento de aplicações multiusuário e multid dispositivos para TV Digital com Ginga** In: Revista T&C Amazônia, pp 75-84, 2007.

BARBOSA, S. D. J.; SOARES, L. F. G. **TV Interativa se faz com Ginga**, 2008.

BECKER, V.; MONTEZ, C. **TV Digital Interativa: Conceitos e Tecnologias**, 2004.

BECKER, V. **Alguns conceitos de TV Digital**. Disponível em: <http://imasters.uol.com.br/artigo/11583/tvdigital/alguns_conceitos_de_tv_digital/> Acesso em: 25/05/2009.

BECKER, V.; HERWEG, G.; MONTEZ, C.; PICCIONI, C. **Uma aplicação de governo eletrônico usando televisão digital interativa**, 2008, Disponível em: <<http://www.i3g.org.br/1e2conegov/palestras/jurivirtual.ppt>> Acesso em: 10/11/2008.

BRASIL. **Decreto nº 4901, de 26 de novembro de 2003**. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/decreto/2003/D4901.htm>> Acesso em: 20/02/2009.

BROADCASTING PIONEERS: The many innovators behind television history, 1997, Disponível em: <<http://inventors.about.com/library/inventors/bltelevision.htm>> Acesso em 12/09/2009.

CAMPOS, L. J.; GOMES, A. T. A.; SOARES, L. F. G. **Transmissão de Fluxos de Vídeo MPEG-2 Sobre Redes ATM**. Disponível em: <<http://www.rnp.br/newsgen/0007/art9.html>> Acesso em: 30/08/2009.

CARVALHO, E. R. **Uma Plataforma Modular para Testes com Interatividade na TV Digital Brasileira**, 2005, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

CAPDA. **TV Digital Interativa**. Disponível em: <http://www.suframa.gov.br/download/documentos/programa_tv_digital.pdf>. Acesso em: 15/10/2008.

COELHO, R. V. **Padrões de Middleware para TV Digital**. In: CRICTE 2007 - XXII Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia e VII Feira de Protótipos, 2007, Passo Fundo.

DAMASCENO, J. R. **Middleware Ginga**, Escola de Engenharia – Universidade Federal Fluminense, 2008, Disponível em: <<http://www.midiacom.uff.br/~debora/fsmm/trab-2008-2/middleware.pdf>> Acesso em: 28/10/2008.

ETV COOKBOOK. Disponível em: <<http://etvcookbook.org/system/middleware.html>> Acesso em: 05/08/2008.

FECHINE, J. M.; RÉGIS, M. V. O. **Introdução ao Sistema de TV Digital**, 2004
SCHIEFLER, G. H. C. **TV Digital: A nova ferramenta governamental para a inclusão social**, 2008.

FERNANDES, J.; LEMOS, G.; SILVEIRA, G. **Introdução à televisão digital interativa: arquitetura, protocolos, padrões e práticas**. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 2004, Salvador. Disponível em: <<http://www.cic.unb.br/docentes/jhcf/MyBooks/itvdi/texto/itvdi.pdf>>. Acesso em: 22/09/2008.

FORUM SBTVD **Normas Técnicas do Fórum SBTVD** Disponível em: <<http://www.forumsbtvd.org.br/materias.asp?id=112>> Acesso em: 20/02/2009.

GINGA Disponível em: <<http://www.ginga.org.br/sobre.html>> Acesso em: 12/05/2008.

GUIA DO HARDWARE. Disponível em: <<http://www.guiadohardware.net/comunidade/tv-decodificador/809877/>> Acesso em: 30/05/2009.

GUIMARÃES, R. L.; COSTA, R. M. R.; SOARES, L. F. G. **Composer: Ambiente de Autoria de Aplicações Declarativas para TV Digital Interativa**, 2007.

KIGHT, P. T. **TV digital interativa: o canal de retorno que falta** Disponível em: <<http://www.tedbr.com/publicacoes/bancohoje2007/bancohoje09-07.htm>> Acesso em: 03/05/2008.

LEITE, L. E. C. **TV Digital no Brasil e o Middleware Ginga**, 2008.

LÔBO, J. F. **Como pegar ondas de rádio** Disponível em: <<http://www.fsa.com.br>> Acesso em: 04/09/2009.

LUCA, C. **TV Digital: Globo já faz testes de interatividade no celular e estuda usar satélite** Disponível em: <<http://sbtvd.cpqd.com.br/?obj=noticia&mtd=detalhe&q=14588>> Acesso em: 30/05/2009a.

_____. **Brasil considera natural disputa pelo padrão de TV digital na AL** Disponível em: <<http://sbtvd.cpqd.com.br/?obj=noticia&mtd=detalhe&q=14698>> Acesso em: 30/05/2009b.

LUCENA, V. F.; RIBEIRO, H. P. **Set-Top-Box: Características e necessidades**. In: Revista T&C Amazônia, pp 38-39, 2007.

MENDES, L. M. **SBTVD – Uma visão sobre a TV Digital no Brasil**. In: Revista T&C Amazônia, pp 28, 2007.

MPEG. **MPEG Home Page** Disponível em: < <http://www.chiariglione.org/mpeg/>> Acesso em: 26/09/2009.

MURER, R. **O que é IPTV** Disponível em: <<http://www.softv.com.br/artigos/o-que-e-iptv.pdf>> Acesso em: 20/06/2009.

NCL. Disponível em:
<http://www.ncl.org.br/noticia.php?fn_incl=6&fn_mode=fullnews&fn_id=7> Acesso em: 18/06/2009.

NINOMIYA, Y. **HDTV Broadcasting Systems**, IEEE *Spectr.*, vol.32 pp.54-57, 1995.

OLIVEIRA, C. T. **Um estudo sobre os padrões de middleware para televisão digital interativa**, Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará, 2005.

PAES, A.; ANTONIAZZI, R. H.; SAADE, D. C. M. **Padrões de Middleware para TV Digital**. In: IV Seminário Fluminense de Engenharia, 2005, Niterói.

PICCIONI, C. A.; MONTEZ, C. **Um estudo sobre emuladores de aplicações para a televisão digital interativa**, 2004.

PORTAL DO SOFTWARE PÚBLICO. Disponível em:
<<http://www.softwarepublico.gov.br/dotlrn/cluvs/ginga/one-community?page=num0>> Acesso em: 06/06/2008.

SBTVD, **Sistema Brasileiro de TV Digital**. Disponível em: <
<http://sbtvd.cpqd.com.br/?obj=noticia&mtd=detalhe&q=14698>> Acesso em: 30/05/2009a.

SBTVD, **Sistema Brasileiro de TV Digital**. Disponível em: <
<http://sbtvd.cpqd.com.br/?obj=noticia&mtd=detalhe&q=14587>> Acesso em: 30/05/2009b.

RIBEIRO, A. A. **A TV Digital como Instrumento para a Universalização do Conhecimento**. Florianópolis: UFSC, CTC, PPGEF, 2004.

RODRIGUES, R. F. **Ambiente Declarativo para Sistemas que Implementem o GEM**, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2007.

SUKYS, F.; SENATORI, N. O. B. **Introdução à Televisão e ao Sistema PAL-M**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara S. A., 1987.

SOARES NETO, C. S.; SOARES, L. F. G.; RODRIGUES, F. R.; BARBOSA, S. D. J. **Construindo Programas Audiovisuais Interativos Utilizando a NCL 3.0 e a Ferramenta Composer**. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2007.

SUN MICROSYSTEMS **Sun Java SystemMessage Queue 3.7 UR1 Technical Overview**, 2007.

TELEMÍDIA **Ambiente para Desenvolvimento de Aplicações Declarativas para a TV Digital Brasileira**, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2007.

TUDO SOBRE TV. Disponível em: < <http://www.tudosobretv.com.br/>> Acesso em: 06/06/2008.

TV GAZETA. Disponível em: < <http://www.tvgazeta.com.br/historia/comeco.php>> Acesso em: 06/06/2008.

XAVIER, R.; SACCHI, R. **Almanaque da TV: 50 anos de memória e informação**, Objetiva, Rio de Janeiro, 2000.