



DIMAS SAMID LEME

**PADRÃO DE TV DIGITAL BRASILEIRO:
TECNOLOGIAS E INTERATIVIDADE**

LAVRAS – MG

2012

DIMAS SAMID LEME

**PADRÃO DE TV DIGITAL BRASILEIRO:
TECNOLOGIAS E INTERATIVIDADE**

Monografia apresentada ao Departamento de
Ciência da Computação da Universidade
Federal de Lavras como parte das exigências
do curso de Sistemas de Informação para
obtenção do título de Bacharel em Sistemas
de Informação.

Orientador

Prof.Dr. Wilian Soares Lacerda

LAVRAS – MG

2012

DIMAS SAMID LEME

**PADRÃO DE TV DIGITAL BRASILEIRO: TECNOLOGIAS
E INTERATIVIDADE**

Monografia de graduação apresentada ao
Colegiado do Curso de Sistemas de
Informação, para obtenção do título de
Bacharel em Sistemas de Informação.

APROVADA em 17 de outubro de 2012.

RAPHAEL WINCKLER DE BETTIO

LUCIANO MENDES DOS SANTOS


WILIAN SOARES LACERDA

(orientador/a)

LAVRAS-MG

...porque Deus é quem efetua em vós tanto o querer como o realizar, segundo a sua boa vontade. Fp - 2:13

AGRADECIMENTOS

A Deus por mais essa conquista e pelo amparo em todos os momentos de minha vida. A meus pais pela luta incansável por minha formação e pelo amor incondicional. À Jô por estar comigo em todos os momentos sempre disposta e pronta a me ajudar. Ao professor Wilian S. Lacerda pela motivação e orientação. Aos amigos de curso pelos bons momentos compartilhados em sala de aula e fora dela. Aos fiéis amigos que mesmo distantes fisicamente estão presentes nessa trajetória. Aos professores e funcionários do Departamento de Ciência da Computação. E a todos que não foram citados, mas fizeram parte desta etapa, muito obrigado!

RESUMO

O meio de comunicação mais influente do mundo está novamente em processo de mudanças. A TV aberta, que até pouco tempo era transmitida em preto e branco e sem controle remoto, hoje recebe a tecnologia que proporciona digitalização de seus canais de áudio e vídeo em *High Definition* (HD), e a interação em tempo real com os telespectadores. Assim, este trabalho foi desenvolvido para esclarecer e diferenciar tecnologias e recursos utilizados pela TV-Digital em seus diferentes padrões. Em um primeiro momento, é apresentado o referencial teórico com a TV na era digital, os modelos existentes em diferentes países, a arquitetura de transmissão e recepção e as linguagens de programação utilizadas. Como complementação foi desenvolvida uma aplicação em NCL para elucidar as interações proporcionadas por esta tecnologia. Também foi realizada um estudo de caso numa estação transmissora urbana para identificação de processos e equipamentos necessários à transmissão.

Palavras – chave: TV – Digital, Alta definição, Camada GINGA, Linguagem NCL.

ABSTRACT

The most influential media outlet in the world is once again undergoing changes. TV that until recently was broadcast in black and white and without remote control, today receives the scanning technology that provides its channel audio and video in *High Definition* (HD), and real-time interaction with viewers. This study was designed to clarify and differentiate technologies and resources used by Digital-TV in their different patterns. At first, we present the theoretical with the TV in the digital era, existing models in different countries, the transmission and reception of architecture and programming languages used. In addition was developed an application for NCL to elucidate the interactions afforded by this technology. Was also performed a case study in urban transmitting station for identification of processes and equipment necessary for the transmission.

Keywords: Digital – TV, High definition, GINGA Middleware, Nested Context Language.

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AAC	Advanced Audio Code
ABERT	Associação Brasileira de Rádio e Televisão
AC	Auxiliary Channel
AM	Amplitude Modulation
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações - BR
ASI	Asynchronous Serial Interface
ATSC	Advanced Television System Committee
CAG	Controle Automático de Ganho
D/A	Digital Analógico
Dow Converter	Conversão de frequência para baixo
DSB	Dual Side Band
DSS	Data Segment Synchronizer
DVB-T	Digital Video Broadcasting Terrestrial
ETSI	European Telecommunication Institute
FCC	Federal Communication Committee
FI	Intermediary Frequency
GOP	Group of Picture
HDTV	High Definition Television
ISDB	Integrated Service Digital Broadcasting Terrestrial
ISO	International Standard Organization
JPEG	Joint Photograph Expert Group
MPEG	Movie Picture Expert Group
NTSC	National Television System Committee
PAL-M	Phase Alternating Each Line
RDSI	Rede Digital de Serviços Integrados
SBTVD	Sis. Brasileiro de TV Digital
STV	Standard TV
UHF	Ultra High Frequency
Up Converter	Conversão de Frequência para alto
VHF	Very High Frequency
VLC	Variable Length Code

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 OBJETIVOS	11
1.1.1 Objetivo geral.....	11
1.1.2 Objetivos específicos.....	11
1.2 Motivação	12
1.3 Organização	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
2.1 A evolução da tv	14
2.2 TV na era digital.....	19
2.2.1 Distinção entre sinais analógicos e digitais.....	19
2.2.2 Difusão de sinais	23
2.2.3 Padrões para codificação audiovisuais	25
2.2.3.1 Padrão MPEG.....	26
2.2.3.2 MPEG-2.....	30
2.2.3.3 MPEG-4.....	32
2.3 Padrões globais	34
2.3.1 ATSC – Padrão Americano.....	35
2.3.2 DVB – Padrão Europeu	36
2.3.3 ISDB – Padrão Japonês	37
2.3.4 SBTVD – Padrão Brasileiro.....	39
2.4 Transmissor de TV digital	42

2.5 Receptor de TV digital	45
2.6 SET TOP BOX.....	47
2.6.1 Arquitetura de um SET TOP BOX.....	48
2.6.2 Configurações adicionais de hardware	51
2.7 MIDDLEWARE GINGA	52
2.8 A linguagem NCL	54
2.8.1 Estrutura NCL.....	57
2.8.2 Composição de elementos NCL.....	59
2.9 Estação Transmissora Urbana.....	61
2.9.1 TVU.....	61
2.9.2 Equipamentos.....	63
3. METODOLOGIA	68
3.1 Metodologia Aplicada	69
3.2 Levantamento de requisitos	73
3.3 Ambiente de desenvolvimento.....	74
4. RESULTADOS.....	76
4.1 Interface.....	76
4.2 Apresentação.....	76
4.3 Testes e Validação.....	80
5. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS.....	81
5.1 Conclusão	80
5.2 Trabalhos futuros.....	82

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta o tema, que apesar de sua importância como o futuro das transmissões televisivas no Brasil, poucos foram os meios que se dispuseram a fazer estudos completos e elucidativos sobre o assunto. Os que trataram se perderam, na maioria dos casos, em termos técnicos e questões políticas sem uma sincera relação afetiva com o tema.

É apresentado inicialmente alguns conceitos e marcos de evolução das transmissões de TV, passando pelos padrões de compactação de áudio e vídeo, bem como o surgimento do modelo Brasileiro de televisão digital com transmissão terrestre, também conhecido pela sigla SBTV-D.

Aprofundando mais, serão explicados alguns conceitos fundamentais envolvidos no processamento de dados digitais de áudio e vídeo. Enfocando nas etapas de conversão dos sinais analógicos para digitais, e modulação dos sinais, essencial para a transmissão de dados.

Ainda em termos técnicos, serão caracterizadas a necessidade de compressão em mídias digitais e a classificação das principais técnicas usadas na codificação e na compressão de áudio e vídeo, direcionando aos dois padrões mais utilizados, MPEG-2 e MPEG-4.

Como fechamento é explanado o Middleware Ginga e as linguagens de programação NCL e Java envolvidas no padrão Brasileiro de TV Digital. Pesquisas de campo em uma estação transmissora urbana e exemplos práticos foram desenvolvidos para facilitar o entendimento.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste projeto é demonstrar as tecnologias, processos, linguagens e equipamentos envolvidos no sistema de Televisão Digital Terrestre TVD, que permitem assistir à programação de forma digital e em alta resolução.

1.1.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos visam:

- Identificar e avaliar as principais diferenças existentes entre os padrões analógico e digital.
- Identificar os recursos acrescidos a TV como consequência da adoção da tecnologia digital.
- Demonstrar prazos e metas estabelecidos para migração desta tecnologia no Brasil.
- Demonstrar a versatilidade para o desenvolvimento de aplicações interativas voltadas para este novo meio de transmissão.
- Definir equipamentos e configurações utilizadas em estudo de caso, TV UFLA.

1.2 Motivação

A primeira transmissão feita no mundo foi em meados do ano de 1935 em Paris, contudo, sua popularização surgiu após o final da Segunda Guerra Mundial (1945), passando a ser o principal difusor de informações e entretenimento. Antes desta data as transmissões se seguiam em um maior número através do Rádio (PEREIRA, *et al.*,2010).

Este sistema de comunicação sofreu inúmeras transformações desde o seu surgimento, e ainda evolui para se adaptar as novas tecnologias. O sinal era transmitido em um formato rudimentar e analógico (preto-branco), passando posteriormente a transmitir em formato colorido. Hoje, a TV está passando por mais uma mudança, e sua transmissão será feita através de sinais digitais.

Em 77 anos, a televisão vem influenciando o comportamento das pessoas, tornando-se elemento fundamental na vida de todos, e principal veículo de comunicação e entretenimento no mundo. Difícil encontrar um lar que não tenha um aparelho de televisão.

Conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, para até o fim do ano de 2012 a estimativa é de que 45,98 % da população brasileira receba o sinal digital em casa. (ANATEL, 2011). Trata-se de um universo de milhões de pessoas, principalmente as de classes sociais mais baixas, que não podem arcar com os custos da televisão por assinatura. Para esses segmentos da população, os programas televisivos são a principal fonte de entretenimento e informação (FERNANDES, 2006).

No entanto, as inovações tecnológicas estão mudando o perfil do negócio tradicional da TV. Com a transmissão de informações no formato digital em substituição ao atual formato analógico, a televisão vai poder oferecer uma melhor qualidade de som e imagem, múltiplos canais e novos serviços. A

motivação deste trabalho esta em aprimorar o conhecimento a respeito das mudanças que esta nova tecnologia trará para um panorama regional urbano.

1.3 Organização

A estrutura deste trabalho pode ser descrita como:

- Capítulo 2 (Revisão Bibliográfica): Neste capítulo são abordados os principais conceitos teóricos relacionados aos assuntos contemplados nesta pesquisa. Também são abordadas as visitas técnicas realizadas a uma emissora de TV, sua torre de transmissão e equipamentos utilizados para captura e edição dos sinais digitais;
- Capítulo 3 (Metodologia): Demonstra a classificação desta pesquisa e cita os procedimentos metodológicos utilizados;
- Capítulo 4 (Resultados): Demonstra o processo de prototipação de softwares para interação no modelo de tv digital, ambientes de desenvolvimento utilizados e testes realizados;
- Capítulo 5 (Conclusões e Trabalhos futuros): Este capítulo resume o problema tratado, os objetivos deste trabalho, além de citar suas contribuições e sugestões para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A evolução da TV

Com a criação do primeiro canal, a BBC de Londres, fundada em 1936, a televisão foi se transformando. No começo da televisão analógica, ainda em preto e branco, existiam poucos canais. As opções que existiam se limitavam em desligar e ligar a televisão, ajustar o volume do áudio e alguns ajustes de vídeo. O telespectador não tinha nenhuma influência no conteúdo dos programas. Com a chegada da televisão em cores, depois do surgimento do controle remoto aumentou-se o número de canais (BETTI, 1998).

No Brasil, Assis Chateaubriand trouxe equipamentos dos EUA e a televisão foi ao ar pela primeira vez no país em 18 de setembro de 1950 quando foi criada a PRF-3 TV Tupi-Difusora, canal 3, na cidade de São Paulo, uma emissora dos Diários Associados, grupo de empresas de mídia fundado por Chateaubriand. A fundação da TV Tupi, emissora pioneira que ficou no ar até 1980, foi um Marco na história da televisão no país (SIMÕES, 1986).

Porém, na época, cada emissora tinha entre uma e três câmeras, não mais do que isso. Lorêdo (2000) comenta as dificuldades no início da TV tupi:

Quando havia uma externa ou era transmitida uma partida de futebol, as duas câmeras tinham de sair do estúdio, (...) o que significava que a emissora ficava apenas com o telecine. Se houvesse algum problema na externa, era uma correria louca para colocar no ar o slide padrão da emissora ou um filme de espera. Hoje, qualquer produtora independente possui cem vezes mais equipamento do que nós tínhamos no início. (LORÊDO, 2000 p.28).

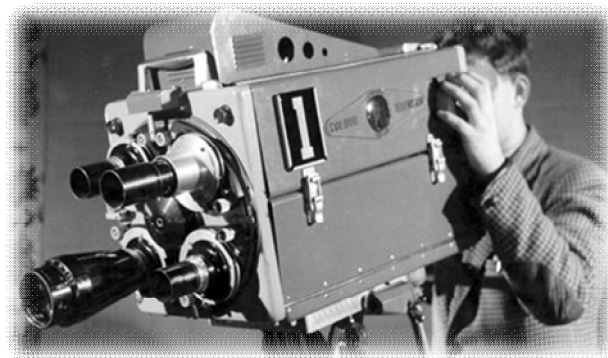


Figura 01 – Câmera filmadora antiga.

Fonte: www.tektonforge.blogspot.com.br/2011/06/candor-camera.html

Com o surgimento do videoteipe (Figura 02), produções mais sofisticadas puderam ser feitas. A obrigatoriedade do estúdio deixou de existir e matérias feitas em qualquer lugar podiam ir ao ar (BECKER, 2006). Além disso, os próprios programas de estúdio se tornaram mais sofisticados, já que podiam ser gravados e editados, o que minimizava os erros. Walter Clark (1991) explica que naquela época:

Houve um fato muito mais decisivo, que contribuiria para mudar quase tudo na linguagem dos programas, no intercâmbio de programas entre emissoras, no projeto de articular as diversas emissoras em redes de TV: a introdução do videoteipe. A televisão é um campo onde as inovações tecnológicas costumam provocar grandes alterações nas rotinas, nos procedimentos de trabalho. Mas nada havia surgido até então que alterasse tão profundamente o rumo da TV como o videoteipe. (...) O videoteipe, portanto, deu início a verdadeira comercialização de programas de TV. (CLARK 1991; p. 108-109).

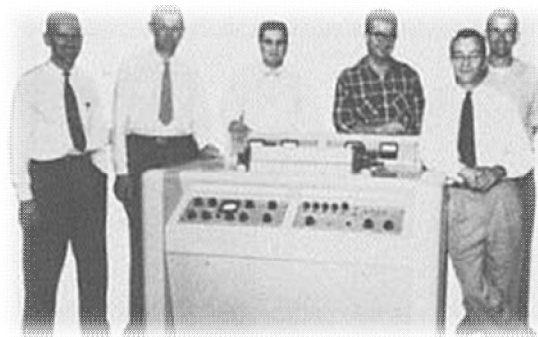


Figura 02 – Um dos primeiros videoteipes brasileiros
Fonte: http://www.tudosobretv.com.br/grava/primeiro_vt.jpg

Outra evolução de destaque na história da televisão foi a introdução da TV em cores, que passou a ser transmitida em 1972, com o desenvolvimento do sistema PAL-M. O padrão consiste em utilizar o sistema PAL de codificação do sinal de cor em uma subportadora, no padrão de formação de imagem "M". Foi a solução encontrada na época da adoção do sistema em cores para que, desta forma, os aparelhos em preto e branco pudessem continuar ativos sem a necessidade de um conversor de colorido para preto-branco.

Deste modo, há quarenta anos, uma equipe de engenheiros foi capaz de criar um padrão próprio de TV analógica com uma capacidade muito inferior à existente atualmente no país. Naquele momento, houve condições de, simultaneamente ao que ocorria no resto do mundo, propor padrões e, mais do que isso, de desenvolver uma indústria de TV analógica única no mundo. Como demonstrativo dessa capacidade, na década de 60 engenheiros brasileiros redesenharam o padrão PAL-M a partir do sistema PAL europeu, padrão este utilizado até os dias atuais (PEREIRA, *et al.*,2010).

Com a chegada da TV digital, onde a imagem será transmitida perfeitamente “sem interferências”, será possível o uso da interatividade com o

usuário, sendo esse um dos grandes marcos da evolução tecnológica deste meio de comunicação. O usuário poderá selecionar um objeto em cena, seja em um filme ou novela, e simplesmente optar por comprá-lo ali mesmo, através do próprio aparelho de televisão. Ou então, o telespectador poderá votar em uma enquete escolhendo a opção que mais lhe agrada, ou até mesmo comprar uma camisa do time que está jogando naquele determinado momento (PEREIRA, *et al.*,2010). Esta interatividade poderá ser utilizada inclusive para uma nova forma de aprendizado, permitindo ao telespectador (usuário) adquirir novos conhecimentos através de aplicações disponibilizadas na TV Digital. Como exemplos podem ser citados a leitura de artigos científicos, clássicos da literatura brasileira, além da participação online de seminários e debates.

2.2 TV na era digital

Este subcapítulo tem como objetivo elicitare as principais características que definem as transmissões televisivas no padrão Digital. É demonstrado as diferenças entre sinais analógicos e digitais, os meios de transmissão empregados para a transmissão, bem como os padrões de codificação de áudio e vídeo MPEG-2 e MPEG-4.

2.2.1 Distinção entre sinais analógicos e digitais

As distintas palavras *analógico* e *digital* são amplamente utilizadas nas áreas de eletrônica, telecomunicações e computação, porém estes termos são, muitas vezes, de difícil entendimento por parte de seus estudiosos.

A palavra analógica deriva-se da palavra: comparação. Uma relação de equivalência, portanto, denomina-se analógico, objetos que fazem comparações com outros objetos reais. Um exemplo é a posição de uma balança de molas em relação à quantidade de peso. Quanto maior o peso colocado sobre a balança, mais baixo, é a posição de seu prato.

Estes sinais que não passam por decodificações complexas, são observados diretamente e são mais palpáveis que os digitais, pois necessitam de meios físicos para reprodução. Eco (1987), define que os modelos analógicos embora não se estruturam em oposições binárias, organizam-se em todo caso em graus (isto é, não em ‘sim’ ou ‘não’, mas em ‘mais’ ou ‘menos’).

Becker & Montez (2004), explicam que um sinal “é a medida de uma grandeza de natureza física – seja acústica, óptica ou elétrica - que veicula algum tipo de informação.” Este sinal, contudo, pode ser digitalizado.

Segundo o Dicionário Aurélio, 2011 a palavra digital significa:

1º Diz-se da representação de informações ou de grandezas físicas por meio de caracteres, p. ex. números, ou por sinais de valores discretos.

2º Diz-se dos sistemas, dispositivos ou processos que empregam tal modo de representação discreta.

A palavra digital vem da palavra dígito, número. Aparelhos digitais tem como função a codificação e/ou decodificação de códigos numéricos. Um dispositivo é considerado digital “*quando procede por escolhas binárias e decompõe a mensagem em elementos discretos*” (ECO, 1991).

Os receptores digitais trabalham com números, realizam operações numéricas precisas, utilizando para isto as menores representações: os bits. Assim, os aparelhos de gravação das emissoras de TV digital, codificam os impulsos elétricos de excitação de entrada em valores representados por zeros (0) e uns (1). Esta linguagem (codificação) é chamada de binária ou digital.

Ao assistir a televisão não é claro como os sinais de áudio e vídeo chegam ao aparelho de TV, para este entendimento é necessário recorrer a física.

Os sinais de áudio e vídeo se propagam no *éter*, que segundo Einstein (1920), “*é espécie de fluido sutil e rarefeito que preenche todo o espaço e envolve toda a terra em forma de ondas transportadoras de energia*”. A figura 03 representa a propagação de um sinal eletromagnético através do éter, onde sua amplitude varia em função do tempo.

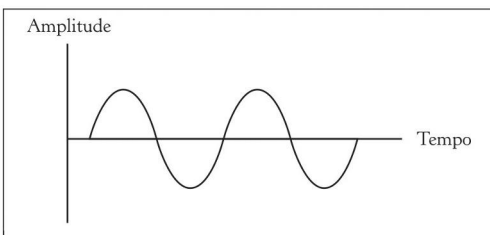


Figura 03- Sinal elétrico analógico (COBBI & KERBAUY, 2010)

Esta forma de propagação pode ser convertida em digital, a partir da codificação do mesmo. A figura 04 representa este modelo na forma digitalizada

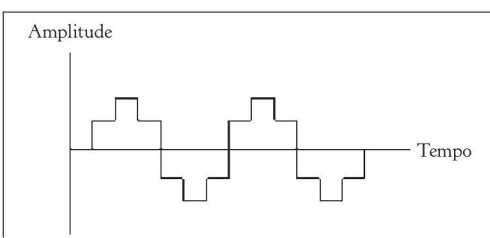


Figura 04 – Digitalização do sinal analógico para digital representado por onda eletromagnética (GOBBI & KERBAUY, 2010).

Segundo Gobbi & Kerbauy (2010), a digitalização de um sinal analógico pode ser obtida através de três processos:

- 1 - Amostragem: descrição de determinado sinal através do tempo
- 2- Quantização: Discretização da amplitude do sinal amostrado.
- 3- Codificação: atribuição de um padrão (código), aos valores do sinal quantizado.

A amostragem representa a forma analógica do sinal a ser digitalizado (Figura 03).

Segundo Montez & Becker (2005), o sinal ao ser digitalizado é capturado em determinados intervalos de tempo. Este processo é chamado de quantização. A quantização é a etapa que define o número de bits usado em cada amostra de tempo para determinado sinal. Deste modo, quanto maior o número de bits por amostra, maior será o número de informações a serem transmitidas, e conseqüentemente, melhor a qualidade do sinal. A figura 05 demonstra este processo.



Figura 05 - Digitalização de um sinal analógico (MONTEZ E BECKER, 2005)

Em processamentos de digitalização de sinais, a codificação representa a alteração de características de um sinal para torná-lo mais apropriado para uma aplicação específica, neste caso sua transmissão para televisores. Neste contexto existem três modelos para a codificação:

1. Codificação de canal: Códigos detectores e corretores de erros;
2. Codificação de fontes: Criptografia e correção de dados;
3. Códigos de linha: especificam a forma do sinal elétrico transmitidos, no caso de binários, representam os sinais elétricos 1 e 0.

Neste tipo de codificação, os 0 e 1 são representados através de uma alteração do estado da tensão ou corrente. Assim, o valor 1 é representado pela passagem de uma tensão ou corrente baixa/nula para uma tensão ou corrente

elevada. O valor 0 é o contrário, ou seja, passa-se de uma tensão ou corrente elevada para outra baixa/nula, como mostrado na figura 06.

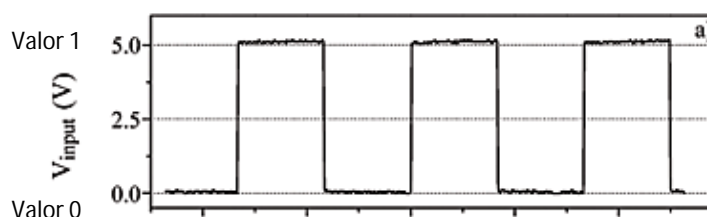


Figura 06 - Alteração de tensão em um circuito digital (MONTEZ E BECKER, 2005)

2.2.2 Difusão de sinais

Segundo Becker & Montez (2004), um sistema de TV digital interativa pode ser decomposto em três partes: (i) um difusor, responsável por prover o conteúdo a ser transmitido, e suportar as interações com os telespectadores; (ii) um receptor que recebe e apresenta o conteúdo e possibilita ao telespectador interagir com o difusor; e (iii) um meio de difusão, composto por canal de difusão e canal de retorno (ou canal de interatividade), que habilita a comunicação entre difusor e receptor, o diagrama abaixo demonstra como é feita esta transmissão.

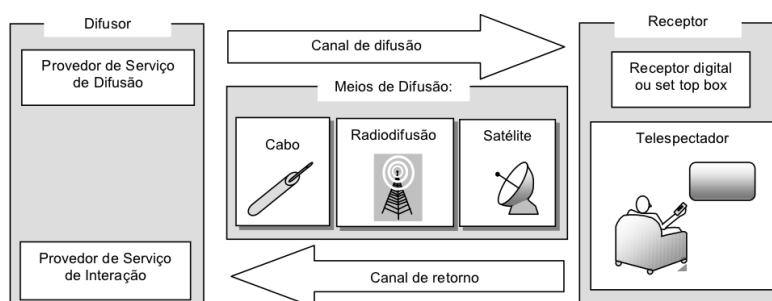


Figura 07 - Modelo de sistema de televisão digital interativa (BECKER & MONTEZ, 2004)

A difusão é o envio das informações codificadas (vídeo, áudio e dados) de um provedor de serviços para os receptores. Estes podem ser tanto de estações retransmissoras (repetidoras), como os receptores dos telespectadores. As modalidades de transmissão mais comuns são via satélite, cabo e radiodifusão, sendo esta última conhecida como difusão terrestre.

Segundo Gawlinski (2003), as plataformas de transmissão a cabo possuem uma boa largura de banda para seu canal de difusão e para o canal de retorno. Contudo, a grande desvantagem do uso deste meio é o alcance das transmissões, restritas a alguns locais e residências. Esta desvantagem não é considerada um problema nos Estados Unidos onde a penetração desta modalidade (TV's à cabo) é alta, o que não acontece no Brasil e em grande parte do mundo.

Inversamente ao modelo anterior, as transmissões via satélite, possuem como vantagem o alcance do sinal, que se propagam pelo espaço sem grandes interferências. Seus custos para um aumento do alcance do sinal são relativamente mais baratos se comparados ao modelo de transmissão por cabo (necessidades de ligações físicas do cabeamento para cada novo cliente). Segundo Montez & Becker (2004), o maior problema para este modelo é a indisponibilidade de um canal de retorno, indispensáveis para serviços interativos.

A vantagem da difusão terrestre é o fato de que este meio já é utilizado pelas transmissoras de TV aberta no país. Desta forma, é possível realizar de maneira mais simples a migração dos telespectadores de TV analógica para a digital. Todavia, há desvantagens neste modelo de transmissão, como a limitada largura de banda disponível, devido a limitações na frequência espectral. Assim, as transmissões terrestres possuem, menor número de canais e ínfimos serviços se comparados as transmissões via cabo ou satélites, que possuem bandas

maiores. Além destes fatores, há também a inexistência de um canal de retorno, (MONTEZ & BECKER, 2005).

Outra característica deve ser levada em conta no estudo das plataformas de transmissão é a facilidade do suporte a uma programação regional. Diferente das plataformas de cabo e de satélite, a transmissão terrestre torna mais fácil esta tarefa devido a uma menor abrangência de sinal se comparada às anteriores (MONTEZ 2004).

A transmissão de TV no modelo digital implica em um conjunto de processos para a geração de um sinal para transmissão. Num conteúdo digital além das informações do áudio e do vídeo, existe outra informação a ser transmitida. Esta é genericamente chamada de dados. Estes dados podem representar desde legendas de filmes, dublagem em vários idiomas, informações de determinada programação em forma de texto, até aplicativos que serão executados nos receptores digitais (MONTEZ & BECKER, 2005).

Ainda segundo Montez e Becker (2005), uma das principais atividades que deve ser considerada para um efetivo processo de transmissão de sinais digitais é o método de compressão de sinais. Um padrão de codificação/decodificação (*codec*), de áudio e vídeo deve ser estudado levando-se em conta fatores como tempo de compressão e taxa de compressão, e se o padrão é aberto ou proprietário.

A tabela 01 exemplifica as grandes distinções existentes entre diferentes mídias. Estes padrões podem ser generalizados para as transmissões de TV no padrão digital, seja via cabo, satélite ou terrestre.

TABELA01 - Mídias não compactadas, formato digital, Fonte: ANATEL(2005)

Midia	1 hora de áudio em qualidade de CD	1 hora de vídeo em qualidade VHS	1 hora de TV	1 hora de TV de alta definição
Espaço ocupado	635 MB	24,3 GB	97 GB	389 GB

As informações de vídeo, quando digitalizadas para obter alta definição de imagem, transformam-se em sinais com elevadas taxas de bits, da ordem de 1 gigabit /segundo, os quais são impossíveis de transmitir na largura de banda de 6 MHz reservada para cada canal de televisão. Por isso, é necessário submeter os sinais digitalizados ao processo de compressão, a fim de reduzir a taxa de transmissão. Hoje existem vários métodos de compressão de sinais, como o MPEG2, MPEG4, WM9 ou H264 aplicáveis para o caso (WITHAKER, 1998).

2.2.3 Padrões para codificação audiovisuais

Diferentemente de outros sistemas, a TV digital propõe reduzir as redundâncias existentes no sinal inicial, para que se consiga reduzir os bits transmitidos. Deste modo são realizadas compressões, contudo sem redução da qualidade dos sinais de áudio e vídeo.

Segundo Batista (2005), Com o intuito de estabelecer padrões internacionais para a representação e codificação de informações audiovisuais em formato digital, a ISO (*International Organization for Standardization*) e a IEC (*International Electrotechnical Commission*) formaram o grupo MPEG (*Motion Picture Coding Experts Group*), que iniciou seus trabalhos em maio de 1988. A família de padrões produzidos por esse grupo ficou popularmente conhecida como padrões MPEG e inclui, entre outros, os conjuntos de padrões, MPEG-2 e MPEG-4. Esses padrões são apresentados a seguir.

2.2.3.1 Padrão MPEG

Nesta seção são demonstrados diferentes aspectos do MPEG. Este é considerado como um Padrão e uma organização de mesmo nome (<http://www.mpeg.org>).

“*Moving Picture Experts Group*” é o nome dado ao corpo de estudos e desenvolvimentos de padrões da organização internacional para padronizações *International Organization for Standardization* (IOS), popularmente conhecida no Brasil como ISO. O grupo MPEG teve sua fundação em 1988, tendo como responsável *Leonardo Chiariglione*, e compreendia inicialmente 15 cientistas (CASTRO & CASTRO, 2001).

Segundo Castro & Castro (2011), o MPEG foi criado com a missão de desenvolver padrões para representação digital de imagens em movimento, áudio e suas combinações. Em sua primeira reunião em maio do mesmo ano, compareceram 25 especialistas, dentre cientistas e empresários. Os números aumentaram e o MPEG tornou-se um comitê consideravelmente grande. Atualmente, cerca de 350 especialistas de cerca de 200 empresas e organizações em 20 países participam das reuniões do MPEG. Como regra o MPEG reúne-se três vezes ao ano (março, julho e novembro). Contudo estas datas sofrem alterações caso necessárias.

O principal trabalho do MPEG é capturar sinais de vídeo analógicos ou digitais e convertê-los em pacotes digitais de informação que são transportados de forma mais eficiente em redes. Para isto o MPEG comprime o vídeo em informações menores para transmissão, consumindo uma menor largura de banda. Esta capacidade de compressão pode reduzir o sinal a cerca de um sexto a um treze avos da capacidade necessária sem a compressão (CASTRO & CASTRO, 2011).

Segundo o site da Apple (2009), o padrão MPEG utiliza uma taxa de 128 bits por amostragem e é o padrão global de multimídia, transmitindo áudio e vídeo de qualidade profissional por vários tipos de largura de banda, de telefones celulares a banda larga. Sabe-se que abaixo de 128 bits perde-se a qualidade de áudio.

Há muitas ramificações incorporadas nas especificações do padrão MPEG, mas a que retira o máximo de proveito é o sistema de compressão de vídeo. O conjunto de técnicas empregadas no MPEG foi desenvolvido embasado no modelo chamado JPEG (*Joint Pictures Experts Group*), que é outro grupo de trabalho também sobre a jurisprudence da ISO.

O JPEG é um padrão desenvolvido para compressão de imagens estáticas. Para seu funcionamento este leva em conta algumas características ópticas do olho humano. As imagens são armazenadas sem algumas informações, tais como transição de cores de alta frequência, não percebidas pelo olho humano.

Segundo Yamada *et al.* (2004), os arquivos em formato JPEG podem trabalhar com até 16.8 milhões de cores, contudo o olho humano não é capaz de distingui-las todas de uma vez. Nosso olho possui sensores (cones) predominantemente para três cores primárias: vermelho (R), verde (G), e azul (B), como mostra a figura 08. Assim, as demais cores são consequências de excitações proporcionais destas três cores primárias. (R+G = amarelo, G+B= cian, R+B= magenta e R+G+B= branco).

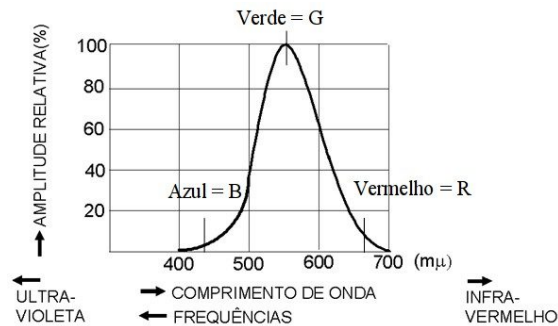


Figura 08- Sensibilidade dos cones do olho.

Fonte: Adaptada de Yamada *et al*, 2004

O olho humano é mais sensível as mudanças de luminância em altas frequências (Brilho), do que as mudanças na crominância (Cor). Assim, quando a informação é convertida novamente em um quadro, espera-se que o olho humano não perceba qualquer mudança na imagem causada pela perda de informações neste sistema de compressão. Estas informações são ignoradas durante a codificação dos dados da imagem usada para a compressão (Figura 08). (YAMADA *et al.*, 2004).

A família dos padrões MPEG possui atualmente cerca de quinze normalizações, contudo é demonstrado a seguir somente duas destas, pois são as utilizadas atualmente nas transmissões de TV Digital, o padrão MPEG-2 e MPEG-4, formalmente conhecidos como ISO/IEC-13818 e ISO/IEC-14496, (BATISTA, 2005).

2.2.3.2 MPEG-2

O padrão MPEG-2, iniciado em 1990 e publicado em 1995, foi projetado para produzir imagens de alta qualidade a taxas mais elevadas de bit/s (bits por segundo) que o padrão MPEG-1. Contudo, este não pode ser considerado superior (ffmpeg.org, 2012).

Segundo Batista (2005), o MPEG-2 não é necessariamente melhor que o MPEG-1, já que um pequeno fluxo de dados em MPEG-2 não é melhor codificado que em MPEG-1. Assim, para taxas específicas entre 3-10 Mbits/seg, MPEG-2 com uma resolução de imagem entre 720x486 pixels fornece vídeos com máxima qualidade de transmissão.

O MPEG-2 é o padrão específico para DVD, por isto é preferência para transmissões em HDTV. Os principais usuários deste padrão são empresas transmissoras dos sinais via cabo, que exigem transmissão de áudio e vídeo digital de qualidade.

Este sistema de compressão também é utilizado em computadores, porque permite uma maior transmissão de informações, segundo o website mpeg.org (2012), o MPEG-2 *System* define um programa como um conjunto de fluxos elementares, correspondendo a sinasis de com os três pilares: vídeo, áudio e dados, que podem ter algum relacionamento temporal entre si. Para os elementos que possuem esta ligação, a base de tempo é comum a todos, representados pela figurara abaixo.

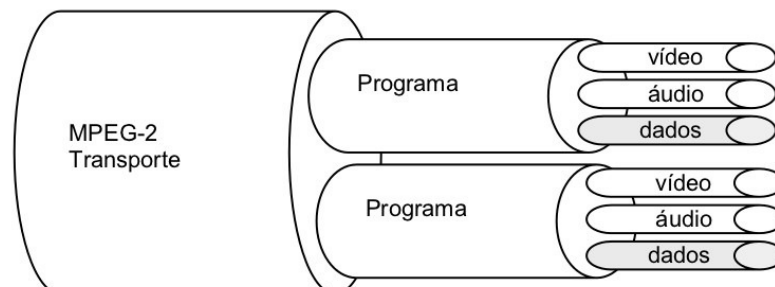


Figura 09- MPEG-2 TS encapsulando dados (SCWALB, 2003)

Para que a transmissão ocorra de forma eficiente, este sistema utiliza dois tipos internos de codificação, uma chamada *Spatial Encoding* (*Codificação espacial*) e outra chamada *Temporal Encoding* (*Codificação Temporal*).

Segundo Montez & Becker (2005), a *codificação espacial* permite ao sistema perceber que as áreas de imagens subsequentes contêm uma mesma informação. Assim, ao invés de transmití-las inteiras o sistema informa que toda aquela determinada área é igual. Neste tipo de codificação a compressão exercida sobre determinada sequência de imagens elimina a redundância existente entre pixels. Essa característica apresenta-se mais acentuada em trechos de vídeos com muitos movimentos e poucas mudanças de cena, nos quais os quadros consecutivos são bastante distintos, contudo, são formados pelos mesmos objetos. A imagem abaixo representa uma pequena amostra deslocada dentro de uma sequência de quadros.

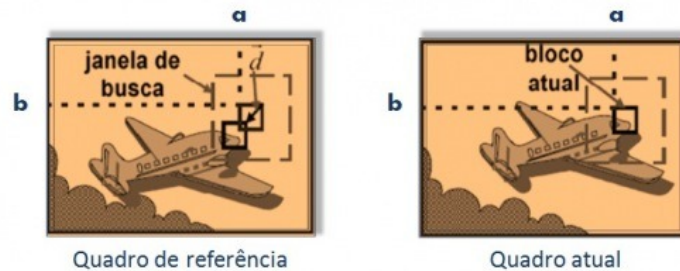


Figura 10 – Codificação espacial em blocos de imagens (Soares, 2011)

Segundo Montez & Becker (2005), a *codificação temporal* tem como objetivo eliminar a redundância existente entre vários frames ou quadros. Refere-se à semelhança existente entre amostras de diferentes quadros, ou seja, à característica de que as imagens em um fluxo de vídeo normalmente não mudam significativamente em um curto intervalo de tempo. Essa característica apresenta-se mais acentuada em trechos de vídeos com muito movimento e poucas mudanças de cena, nos quais os quadros consecutivos são bastante semelhantes. Abaixo temos uma representação em quadros durante a exibição de uma casa (objeto estático em toda cena), e um veículo em movimento (pequeno objeto em movimento). Os quadros P e B sofreram pequenas alterações no objeto estático.

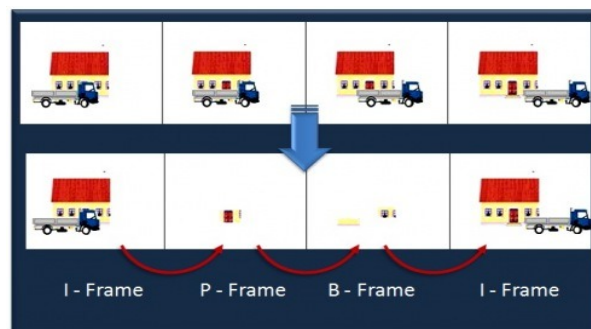


Figura 11 – Codificação temporal em blocos de imagens (Soares, 2011)

2.2.3.3 MPEG-4

Segundo Batista (2005), os primeiros estudos para o desenvolvimento do padrão MPEG-4 foram iniciados em 1993, contudo, sua versão final somente foi apresentada em outubro de 1998 e sua segunda versão em 1999. Assim como nos padrões anteriores MPEG, este abrange um conjunto de outros padrões, cuja composição é ilustrada na tabela 1.

Tabela 02. Padrões MPEG-4 (Batista, 2005)

Padrão	Nomenclatura
ISO/IEC 14496-1 [ISO01a]	Systems
ISO/IEC 14496-2 [ISO04c]	Visual
ISO/IEC 14496-3 [ISO01b]	Áudio
ISO/IEC 14496-4 [ISO00c]	Conformance Testing
ISO/IEC 14496-5 [ISO01c]	Reference Software
ISO/IEC 14496-6 [ISO00d]	DMIF (Delivery Multimedia Integration Framework)
ISO/IEC 14496-7 [ISO04d]	Optimized Visual Reference Software
ISO/IEC 14496-8 [ISO04e]	Carriage of MPEG-4 Contents over IP Networks
ISO/IEC 14496-9 [ISO04f]	Reference Hardware Description
ISO/IEC 14496-10 [ISO04g]	Advanced Video Coding
ISO/IEC 14496-11 [ISO04h]	Scene Description and Application Engine
ISO/IEC 14496-12 [ISO04i]	ISO Base Media File Format
ISO/IEC 14496-13 [ISO04j]	IPMP Extensions
ISO/IEC 14496-14 [ISO04l]	MP4 File Format
ISO/IEC 14496-15 [ISO04m]	AVC File Extensions
ISO/IEC 14496-16 [ISO04n]	Animation Framework eXtension (AFX)
ISO/IEC 14496-17	Streaming Text Format
ISO/IEC 14496-18 [ISO04o]	Font compression and streaming
ISO/IEC 14496-19 [ISO04p]	Synthesised texture streaming

Ainda segundo Batista (2005), a maior parte da especificação baseada em objetos do MPEG-4 é definida na sua Parte 1, ilustrada na tabela 02 com a identificação [ISO01a]. O MPEG-4 *Systems* [ISO01a] destaca-se por sua relação direta com a produção de apresentações hipermídia/multimídia. Suas definições baseiam-se no conceito de que uma cena audiovisual é composta de objetos, cujas propriedades são definidas utilizando-se uma linguagem para descrição de cenas e organizadas de forma hierárquica e utilizando-se da estrutura em árvore, como representado na (Figura 12). As Partes 2 e 3 dedicam-se, principalmente, aos algoritmos para codificação de vídeo e áudio, respectivamente, sendo que a Parte 10 (definida também no ITU-T através da recomendação H.264 [ITU04]) complementa a codificação de vídeo apresentada na Parte 2. O conjunto de testes de conformidade utilizados para validar implementações é definido na Parte 4. As Partes 5, 7 e 9 definem ferramentas de software e de hardware que servem de referência para implementações, como codificadores e multiplexadores. Os modelos e requisitos para transporte dos fluxos MPEG-4 são definidos nas Partes 6 e 8.

Da Parte 11 em diante, podem ser encontrados os atuais projetos em desenvolvimento desse padrão, alguns dos quais ainda não publicados. Entre essas projetos, destacam-se as Partes 11 e 12. No décimo primeiro projeto, são definidas as extensões para a descrição de cenas como: novos elementos textuais e gráficos; novos segmentos para áudio; além de atributos para as linguagens declarativas. No projeto décimo segundo, o formato MP4 é definido em detalhes, destacando-se as facilidades para intercâmbio, gerência e apresentação do conteúdo de mídia encapsulado dentro do formato.

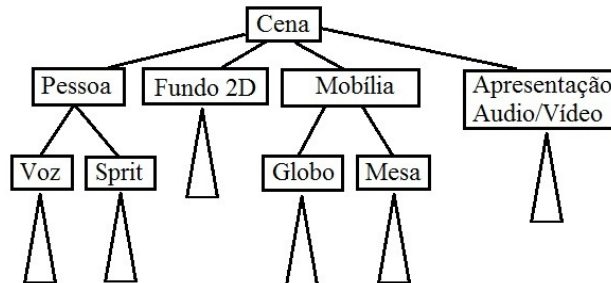


Figura 12 – Organização Hierárquica transmissão MPEG-4
Fonte: Adaptado de Batista, 2005.

Entretanto, no início de seu desenvolvimento, o foco principal do MPEG-4 era a codificação de áudio e vídeo com taxas de transmissão muito baixas. Grande atenção foi dada ao processo de recuperação de erros, tornando este padrão muito útil em ambientes propício a erros, como no caso das transmissões de televisão terrestres, principalmente para dispositivos móveis.

O MPEG-4 é mais que apenas um sistema para compressão, ele evoluiu para um conceito novo de codificação multimídia com poderosas ferramentas para interatividade e vasto campo de aplicações (BATISTA 2005).

2.3 Padrões globais

A criação de cada um dos padrões listados neste capítulo sofreu influência do local e da época em que foram desenvolvidos. Segundo Pereira *et al.* (2003), a primeira TV digital foi lançada nos EUA na década de 90. Porém estudos mostram que o sistema de transmissão americano foi desenvolvido no ano de 1987 com a junção de diversas indústrias de eletroeletrônicos. A Europa apresentou seu sistema logo em seguida. Em 2003, foi o continente japonês que divulgou o seu padrão de transmissão, contudo, haviam pesquisas desde a década de 80.

1.3.1 ATSC – Padrão Americano

O padrão ATSC (*Advantage Television System Committee*), foi criado nos E.U.A. a partir de uma demanda do FCC (*Federation Communications Commission*), onde seu principal atrativo é a alta definição de imagem e um maior número de canais de áudio.

Em funcionamento nos Estados Unidos desde novembro de 1998, o ATSC também já foi adotado pelo Canadá, Coreia do Sul e Taiwan. Este padrão possui uma taxa de transmissão de 19,8 Mbps, ocupando uma largura de banda de 6.7 ou 8 MHz. O ATSC apresenta problemas na recepção por antenas internas e não permite a recepção móvel (ANATEL,2001)

Segundo o Relatório da Associação Brasileira de Emissoras de Rádio e Televisão (ABERT), e a Sociedade Brasileira de Engenharia de Televisão (SET), este padrão possui uma característica de alto valor, uma camada de software com interface aberta, DASE (*DVT Application Software Environment*), que permite a execução de serviços e aplicações em qualquer receptor.

Nos últimos anos, a fim de assegurar que as emissoras e consumidores tenham a possibilidade de usufruir bastante dos benefícios da revolução criada pela TV Digital, o ATSC tem tido o comprometimento com o desenvolvimento de padrões para serviços de difusão de dados incluindo os serviços interativos. Contudo este padrão ainda não contempla recursos relacionados com a mobilidade e portabilidade. (ZUFFO, 2003).

2.3.2 DVB – Padrão Europeu

O DVB é conhecido como o padrão europeu de televisão digital. Contudo, este é na realidade um conjunto de documentos definindo padrões de transmissão distintos, sendo os mais conhecidos: DVB-T (radiodifusão), DVB-C (Difusão por cabo), DVB-S (Difusão por satélite) e DVB-MHP (*Multimedia Home Platform* – padrão de middleware).

Esse conjunto de padrões é definido por um consórcio homônimo, que começou oficialmente em setembro de 1993. O consórcio DVB é atualmente composto por mais de 300 membros, de 35 países. O padrão DVB-T é adotado em países da Europa, além da Austrália, Malásia, Hong Kong, Índia, África do Sul, entre outros. O país mais avançado na consolidação do uso do DVB é a Inglaterra, já possuindo mais de um milhão de usuários. Na maioria dos países, incluindo a Inglaterra, a televisão digital terrestre é um serviço PAGO. Muitas vezes os *set top boxes* são subsidiados pelas operadoras de TV, ou até oferecidos gratuitamente, para incentivar a migração para o sistema digital (MONTEZ & BECKER, 2005).

Uma característica importante deste padrão é a transmissão hierárquica, permitindo que um único canal de televisão possa ser usado simultaneamente

para o serviço de recepção fixa, recepção móvel e recepção portátil (FILHO & MELONI, 2009).

2.3.3 ISDB – Padrão Japonês

O padrão ISDB (*Integrated Services Digital Broadcasting*) foi desenvolvido em 1999 por várias empresas e operadoras de televisão, conforme (ZUFFO, 2003).

Apesar de este padrão ter a mesma estrutura de funcionamento do sistema europeu, que permite a transmissão hierárquica, ele possui superioridade quanto à imunidade a interferências e recepção móvel de HDTV e seu avanço tecnológico. Este padrão apresenta uma inovação no segmento de banda que permite a subdivisão de um único canal em até 13 segmentos diferentes que oferece suporte tecnológico em serviços de comunicação, possibilitando a junção das transmissões televisivas com a internet, telefones móveis 3G (BOLAÑO & VIEIRA, 2009).

Para esta maleabilidade o sistema possui uma taxa de transferência que varia entre 3,65 à 23,23 Mbps, e uma largura de banda de 6,7 ou 8 MHz. As suas maiores vantagens são a grande flexibilidade de operação e o potencial para transmissões móveis e portáteis (ANATEL, 2001).

2.3.4 SBTVD – Padrão Brasileiro

Segundo o website oficial da TV Digital (dtv.org.br), em 1999, a Anatel, com o estabelecimento de termo de cooperação técnica com o CPqD, deu início ao processo de avaliação técnica e econômica para a tomada de decisão quanto ao padrão de transmissão digital a ser aplicado no Brasil ao Serviço de Radiodifusão de Sons e Imagens. A escolha do CPqD para a prestação desses serviços considerou não apenas o histórico de serviços prestados à Agência e às empresas operadoras da antiga Telebrás, mas o elevado domínio técnico das tecnologias de compressão digital de sons e imagens.

O sistema Brasileiro de televisão digital (SBTVD), foi instituído pelo decreto 4901 de 26 de novembro de 2003, cuja proposta foi o desenvolvimento de um sistema que culminasse num modelo genuinamente brasileiro. Este decreto deixou claro que a TV Digital seria uma ferramenta de caráter social e não simplesmente evolução tecnológica (MOTÉZ & BECKER, 2005). Já no artigo 1º, inciso I e II (Brasil, 2003) pode ser percebida esta preocupação:

- Promover a inclusão social, a diversidade cultural do País e a língua pátria por meio do acesso à tecnologia digital, visando à democracia da informação;
- Propiciar a criação de rede universal de educação à distância;

Inicialmente o sistema de transmissão Brasileiro foi baseado no sistema japonês ISDB, pois em comparação com os outros dois sistemas, o ATSC e o DVB, este se enquadrou melhor as necessidades socioeconômicas do país. Além das técnicas de transmissão do sistema do Japão, o brasileiro teve atualizações em relação a compressão de áudio e vídeo (PEREIRA et al, 2009).

Outros aspectos importantes encontrados no padrão brasileiro são a possibilidade de softwares de interatividade e mobilidade, onde se torna possível

ao usuário (telespectador), assistir TV em alta resolução em dispositivos móveis como celulares, mini-televisores e receptores USB para computadores. Quanto a interatividade, foi desenvolvido uma plataforma de Middleware de código aberto denominado Ginga, que será mais bem explicado na sessão 2.7, desenvolvida pela PUC-Rio e pela UFPB, que possibilita a geração de emprego com mão-de-obra qualificada, fortalecendo o mercado de softwares no Brasil (Website Oficial da TV Digital Brasileira, 2010).

As transmissões brasileiras no padrão digital iniciaram em dezembro de 2007 em São Paulo. Em seguida, cidades como Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Fortaleza também adotaram o novo padrão de transmissão. O cronograma ilustrado na figura 13 mostra o prazo previsto para a implantação do sistema digital para as operadoras do Brasil e a data de encerramento estipulada para o Encerramento das transmissões analógicas no país (PEREIRA et al. 2010).

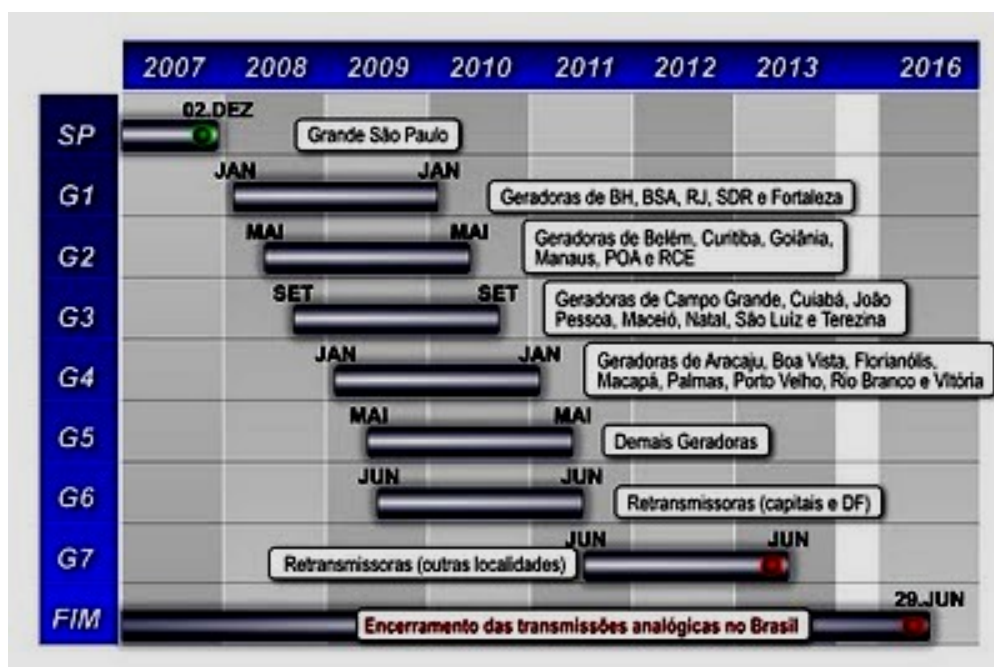


Figura 13 – Cronograma SBTVD implantação.

Fonte: <http://www.dvd.org.br>.

Como consequência dos esforços envolvendo Governo Federal, CPqD, e Cientistas das mais diversas áreas e Universidades, para o estudo de padrões já existentes e desenvolvimento de um padrão único e moderno baseando no padrão Japonês, foi possível que o padrão SBTVD se tornasse referência mundial em tecnologia, estando hoje no topo da lista de padrões de confiabilidade e robustez. Deste modo este foi implantado por diversos países como base para a transição das transmissões como demonstra a figura 14.



Figura 14 – Mapa de implantação do ISDB-TV/SBTVD

Fonte: <http://www.dtv.org.br/index.php/informacoes-tecnicas/paises-que-adotaram-o-isdbtb/>

2.4 Transmissor de TV digital

Os circuitos de transmissão têm como objetivo a conversão das informações que se deseja levar da transmissora até os receptores em sinais que utilizem o *éter* (*espécie de fluido sutil e rarefeito que preenche todo o espaço e envolve toda a terra como meio de transporte*)(EINSTEIN, 1920). Para isso, o sinal é convertido em impulsos que possam ser propagados pelo ar sem grandes dificuldades. No Brasil, decidiu-se por enquadrar a transmissão de sinais de TV Digital nas mesmas condições de largura de banda estipulada para as transmissões de sinal analógico, ou seja, cada canal deve ocupar somente 6MHz do espectro de frequência de TV (YAMADA *et al.*, 2004)

Deste modo, embora não existam diferenças fundamentais entre as frequências de atuação dos transmissores/receptores para TV Analógica e Digital, a maior mudança está nos processos empregados para a modulação e demodulação do sinal. Na figura 15 está representada por meio de blocos a estrutura básica de um transmissor de TV Digital.

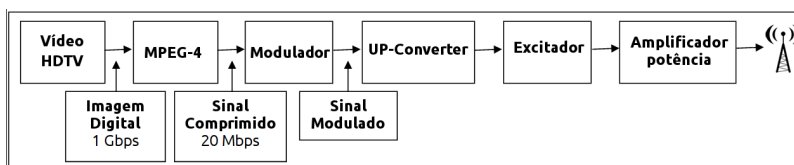


Figura 15- Representação da estrutura de um transmissor digital
Fonte : adaptada de Yamada *et al.* 1994

O sinal de vídeo em alta definição tem uma taxa de bits muito elevada, da ordem de 1Gbit/s, incompatível com o meio de transmissão via terrestre, para qual é reservada a largura de banda de 6MHz. Deste modo, este sinal previamente deve passar por um processo de compressão utilizando de métodos

como MPEG-2 ou como no caso do Brasil, MPEG-4. O som também é digitalizado e comprimido por algoritmos próprios (WITHAKER, 1999).

Os sinais já comprimidos (vídeo, som e dados) são multiplexados (*dispositivo que codifica as informações de duas ou mais fontes de dados num único canal*), pelo circuito multiplexador como diagramado na figura 16. A taxa de bits na saída do multiplexados (MUX), depende das configurações de cada sistema (STB, 2007).

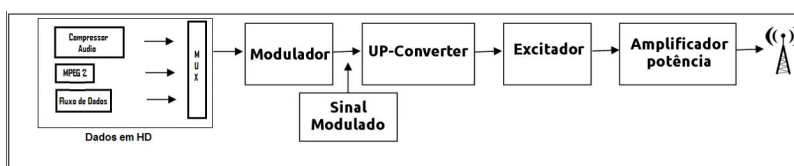


Figura 16- Multiplexação de dados em HD
Fonte : adaptada de Yamada *et al.* 1994

Os sinais digitais são mais sensíveis a interferências e distorções dentro do transmissor, de forma que os filtros e amplificadores devem operar em uma região longe do ponto de saturação (YAMADA *et al.*, 2004)

O amplificador de FI, trabalha na frequência ideal de 44MHz, conectado a saída do modulador é dotado de um filtro passa faixa de 6MHz de largura, cujo objetivo é eliminar as frequências indesejáveis que surgem durante o processo de modulação. Este amplificador possui também um controle automático de ganho para garantir um nível estável na entrada do circuito misturador.

O circuito componente Up-Converter tem a função de modificar a frequência de atuação do amplificador (41 até 44MHz), para a frequência final de saída(transmissão), por meio de oscilação local de conversão de frequência, como representado na figura 17.

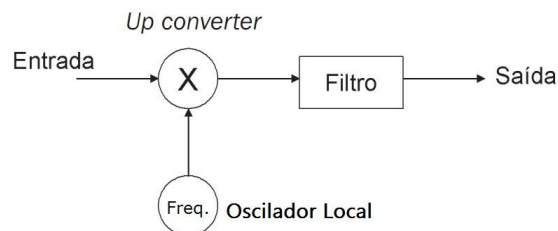


Figura 17 - Representação da estrutura de um circuito Up-converter
 Fonte: adaptada de Yamada *et al.* 1994

Na TV Digital o filtro deve ter a largura de banda de exatos 6MHz e ser o mais linear possível para evitar introduzir distorções no sinal gerado.

O circuito excitador (Figura 15), pré-amplifica o sinal gerado em RF(rádio frequência), a um nível adequado para alimentar ruídos.

O estágio de amplificação de potência (Figura 15), tem a finalidade de elevar o sinal a um nível necessário para o transmissor ser capaz de cobrir uma determinada área terrestre. Podendo variar assim, desde alguns 100 Watts até mesmo dezenas de KWatts.

A linearidade (regulagem exata), destes circuitos é fundamental para garantir a qualidade do sinal. Cuidados especiais são relatados em documentos técnicos em relação ao casamento de impedância entre este estágio e a antena transmissora, pois o retorno do sinal pode causar degradação por distorções e diminuição da amplitude do sinal transmitido.

Todos os sinais que se propagam no espaço livre (*etter*), necessitam de uma antena e estão sujeitos a várias formas de degradação causadas por inúmeras interferências, tais como difração ou reflexões em obstáculos, ruídos gerados por motores elétricos, faíscas eletromagnéticas geradas por tempestades, e até por canais transmitidos em frequências adjacentes. Estes problemas resultam em imagens fantasmas ou faixas horizontais no meio da tela. Nos

modelos digitais estes efeitos são percebidos como artefatos (minúsculos quadrados), que são mesclados na tela, e até total ausência da imagem.

Segundo Silva (2003), como o sinal é digital, ou tem sinal ou não tem, logo estas interferências podem retirar o sinal do ar. A ABERT/SET realizou testes com transmissões próximas a estações ferroviárias, e toda vez que passava um trem havia o corte do sinal.

No desenvolvimento da TV Digital se procurou minimizar estes efeitos negativos da transmissão terrestre com aplicações de recursos de segurança como distribuição aleatória dos bits, corretor de erros em tempo real, embaralhamento do conteúdo dos dados e redundância de frames, etc. Os detalhes destes recursos serão vistos nos próximos capítulos. (YAMADA *et al.*, 2004).

2.5 Receptor de TV digital

Os receptores basicamente exercem função inversa aos transmissores, portanto, seus circuitos executam o processo exatamente oposta do que ocorre a um circuito transmissor. O grande desafio para o desenvolvimento destes componentes é a obtenção de um equipamento as características técnicas para uma melhor recepção e, paralelamente, um produto de baixo custo para o consumidor final. Isto porque, enquanto na transmissão existe somente um só aparelho por estação, do lado da recepção são necessários milhares de unidades e ainda ser acessível a grande maioria da população (FERNANDES, 2006).

Um dos fatores que proporciona um baixo custo aos aparelhos receptores é a grande evolução tecnológica na área de semi-condutores, principalmente no desenvolvimento em larga escala de micro-controladores (chips), o qual possibilita a execução de funções complexas em somente um dispositivo programável (BECKER & MONTEZ, 2004). A figura 18 ilustra os principais componentes de um receptor.

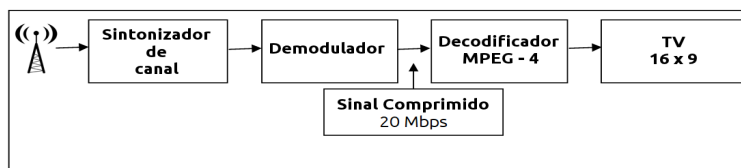


Figura 18 – Principais componentes de um receptor,
Adaptado de BECKER & MONTEZ, 2004

Os sinais de radiofrequência recebidos pela antena são extremamente baixos, cerca de $30\mu\text{V}$ (*micro Volts*), assim, é necessário submetê-los a um estágio de amplificação inicial (*representado pela antena*). Após esta amplificação inicial, da ordem de 30dB, vai para o circuito sintonizador de canais, que seleciona somente o canal de interesse dentre todos os sinais

recebidos. A frequência do canal obtido é encaminhada para uma filtragem de canal e amplificação de demodulação. Este último é também um processo inverso do exercido na transmissão (YAMADA et al., 2004).

A seleção do canal dentro deste circuito depende somente da frequência de oscilação do sintonizador de canal. Esta frequência é obtida através da variação de tensão de entrada deste circuito. O sinal no estágio final deste processo, antes de ir para o monitor de vídeo, passa pelo processo de descompressão de áudio e vídeo, que no sistema brasileiro é o MPEG-4. A partir deste ponto existe uma divergência entre o modelo de receptores. Se o televisor for do tipo Digital, o sinal de TV após descompressão MPEG-4 é encaminhado diretamente para o display do aparelho 16x9 como representado na figura 18.

Se o receptor for analógico, o sinal da descompressão é convertido novamente para a versão do sinal de TV analógica para depois ser enviado para o televisor. Assim, para este último caso o conjunto é denominado Set Top Box e pode ser adquirido para televisores já existentes.

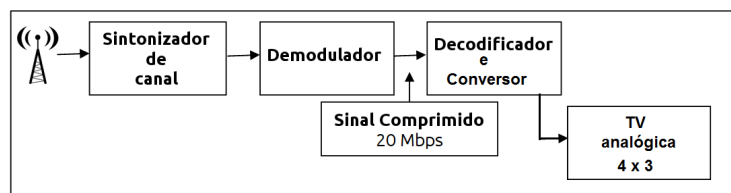


Figura 19 – Receptor Conversor padrão analógico,
Adaptado de BECKER & MONTEZ, 2004

Alguns circuitos receptores de TV Digital são dotados de ferramentas adicionais como, antenas adaptativas, sinais de transmissão para um canal de retorno, medidor de potência e qualidade de sinal facilitando a sintonia da antena para diminuir a degradação do sinal, ruídos e interferências.

2.6 SET TOP BOX



Figura 20 – Representação de uma URD
Fonte: <http://camatel.ca/stb.htm>

O conceito de URD (Unidade Receptora-Decodificadora Figura 20) nasceu como uma plataforma para aplicação multimídia para redes de serviços digitais bidirecionais. Os primeiros projetos utilizavam um microcomputador PC que era conectado a uma rede, executando programas de descompressão de vídeo e áudio digital em tempo real, recebendo dados de outras plataformas normalmente em padrões como MPEG-1 e MPEG-2 (Zuffo, 2003). Nas televisões estes aparelhos tem a função de converter rádio frequência em sinais de vídeo e áudio.

Segundo Silva (2003), as URD evoluíram para aparelhos eletrônicos constituídos por hardware e software dedicados para a recepção de HDTV, permitindo que imagens digitais sejam exibidas em televisores analógicos existentes. As principais funções são um padrão de recepção de alta qualidade, decodificação dos sinais digitais recebidos, verificação do acesso a determinadas funções, além de ser um dos principais elementos na interatividade da TV.

Ainda segundo Silva (2003), dentre as principais características destes aparelhos são citados o suporte a Televisões analógicas, comunicação de dados bidirecionais, suporte a aplicações multimídia distribuídas, para o envio de vídeos sob demanda e jogos, independência das interfaces de comunicação, decodificação de programas criptografados, gravação de programas hospedagem de aplicativos e processamento de instruções em programas interativos.

2.6.1 Arquitetura de um SET TOP BOX

Segundo Silva (2003), o Set-Top Box utiliza uma estrutura física semelhante a um computador comum (Figura 21/22). Abaixo é demonstrado suas funções e descrições:

- *System board* (Circuito Impresso): Por aqui passam todas as informações referentes à televisão digital, esta informação é partilhada pelos demais componentes.
- Sintonizadores: Responsáveis pelo ajuste dos sinais das redes digitais baseadas nas modulações existentes.
- Modulador e Demodulador: Nesta etapa é verificada a existência de possíveis erros e depois passado para o demultiplexador.
- Demultiplexador e *Decrytor*: Circuito integrado responsável por identificar os pacotes com formato de dados particulares como vídeo, áudio ou serviços interativos. Também é responsável por descriptografar informações recebidas criptografadas e depois enviadas ao decodificador

- Decodificador de Sinais: Separa para converter os bits recebidos num formato que pode ser ouvido e visto, ou seja, transforma os pacotes de vídeos em sequência de imagens, formatando estas para diferentes tipos de resoluções. Depois que os dados foram processados estes são enviados para o processador.
- CPU: Trata-se da parte mais importante do Set-Top box, onde se encontra o chip do processador, suas principais funções são: Inicialização dos vários componentes do Set-Top Box, processamento de aplicações da Internet e da TV interativa, monitorização e administração das interrupções de hardware, retirada de dados e interrupções da memória, execução de vários programas. Os principais chips da CPU pertencem às seguintes famílias: ARM, MIPS, PowerPC, SparcRISC e X86.
- Configuração de memória: Utilizada para armazenar e manipular informações, também para trabalhar com videos que exigem uma maior resolução.
- Recursos de armazenamento: Na primeira geração dos Set-Top Boxes existia apenas memórias voláteis flash, porém hoje já há SD (*solid Disk*), com grande poder de armazenamento. Nestes Discos podem ser armazenados documentos, e-mails, além de grande quantidade de vídeos/audio digitais.

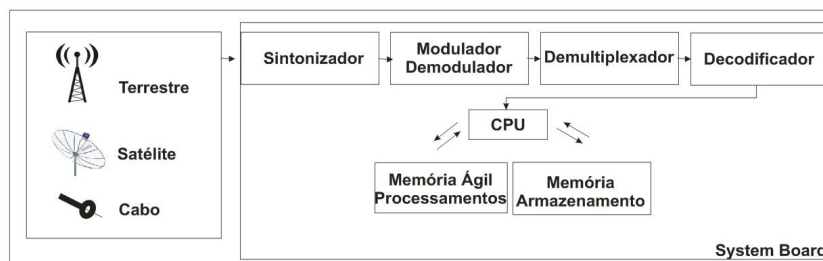


Figura 21 – Diagrama de um Set-Top Box,
Adaptado de Silva, 2003

2.6.2 Configurações adicionais de hardware

Da mesma forma que um computador, no Set-Top box é possível acrescentar outras interfaces, como modems, interfaces multimídia de alta velocidade, dentre outras. Os Modems facilitam a implementação de serviços interativos de duas vias, ou seja, quando um usuário retorna uma informação para a operadora do sinal de TV.

Há também a possibilidade de comunicar o Set-Top box a aparelhos periféricos como: Câmeras de Vídeo, DVD, *Home Theater*, teclados e mouses. A figura abaixo representa a estrutura física de um Set-Top box com várias entradas distintas.



Figura 22: Circuito impresso Set-Top box com múltiplas funções.
Fonte: www.ginga.com.br

Segundo Silva (2003), existem outros recursos, como os *SmartCards*, que podem ser usados como um “cartão de crédito eletrônico” ou como “dinheiro eletrônico” para efetuar compras e pagamentos através da TV interativa. Este periférico pode ser inserido em um leitor de *SmartCard* do *Set-Top Box* e funciona com um processador interno, memória e uma interface de comunicação com o *Set-Top Box*.

Ainda segundo Silva (2003), entre os fornecedores *Set-Top Box* estão a Motorola, a Scientific-Atlanta, a Thomson Multimídia e a Hughes Network Systems entre outros.

2.7 Middleware GINGA

As recentes pesquisas desenvolvidas sobre a televisão digital terrestre no Brasil exigiu que o governo tomasse cuidado não somente para a melhoria da tecnologia, mas também possibilitou o uso destes desenvolvimentos como ferramentas para amenizar o contexto social existente, no que diz respeito à inclusão digital. Essas premissas e necessidades geraram algumas peculiaridades no processo de desenvolvimento, o que influenciou diretamente no rumo das pesquisas para a escolha de um software de interação digital brasileiro. Este capítulo, assim, procura explicar a arquitetura existente no padrão GINGA, destacando seus recursos.

GINGA é a nomenclatura definida pela *International Standart for Digital Television Terrestrial (ISDTV-T)*, para definir o software que suporta a base para a decodificação dos sinais digitais e execução de outros softwares em tempo real. Este é, portanto, o sistema oficial brasileiro para as transmissões terrestres (website ginga.org.br, 2012).

As aplicações que podem ser executadas sobre o padrão GINGA são classificadas em duas categorias dependendo de como foram desenvolvidas. Aplicações procedurais; são aquelas escritas utilizando a linguagem de programação Java e aplicações declarativas; são aquelas que utilizam a linguagem NCL (*Nested Context Language*). São respectivamente definidas como GINGA-J e GINGA-NCL.

O GINGA-J é um subsistema do Middleware GINGA responsável por definir todas as aplicações Java existentes (APIs). Segundo Souza Filho, 2007 o GINGA-J consiste basicamente em três APIs: Verde, Amarela e Azul. A API verde possibilita a comunicação com outros middlewares, a API Amarela disponibiliza pacotes para o processamento de conteúdos multimídias através do

Java Media Framework e acesso ao canal de retorno. E por fim, a API Azul é composta por outras APIs que habilitam a interação da TVDI com qualquer outros dispositivos através do uso de interfaces compatíveis com outras tecnologias como WI-FI, BlueTooth, Ethernet, etc.

O GINGA-NCL é um subsistema lógico do middleware GINGA, responsável pelo processamento e apresentações de documentos escritos na linguagem NCL. Por ser uma linguagem desenvolvida paralelamente ao padrão brasileiro de TV digital, os capítulos que se seguem objetivam um maior esclarecimento sobre a estrutura e a composição de elementos em NCL.

Segundo Maia (2009) este núcleo comum (GINGA-J + GINGA-NCL), é responsável por todos os processamentos como JPEG, MPEG, MP3, HTML e assim por diante, através do *adapter*. Um *adapter* é um componente que propaga um componente da tela da TV baseada nas informações contidas no documento NCL. Em seguida é utilizado um player que tem o papel de exibir uma mídia desejada. Sucintamente, estes subsistemas se interagem para o processamento de dados, desde a camada de hardware até a camada de apresentação.

Para chegar a um modelo que estivesse pronto para o mercado brasileiro, o projeto de um sistema brasileiro de televisão digital (SBTVD) envolveu pesquisadores de várias universidades e centros de pesquisas distribuídos pelo Brasil. O principal objetivo era fornecer suporte para a criação de uma nova norma, reconhecida internacionalmente, para a televisão digital terrestre brasileira.

2.8 A linguagem NCL

Segundo Carvalho *et al.*, (2008) a linguagem NCL (*Nested context Language*) é uma linguagem de aplicações XML, e como esta, é dividida em módulos. Dentre estes módulos existem dois para TV Digital, que são *Enhanced Digital TV (EDTV) profile* e *Basic Digital TV (BDTV) profile* NCL (SOARES E RODRIGUES, 2006). Na tabela abaixo é demonstrado os principais elementos existentes neste modelo.

Tabela 03 - Elementos da linguagem NCL (CARVALHO et al. 2008)

Elemento	Função
region	Define as regiões da aplicação
descriptor	Define o modo como uma mídia será exibida
link	Define as ações para uma mídia
media	Define a mídia
port	Define a mídia de entrada do contexto.

O foco principal da linguagem NCL é a sincronização espaço-tempo, definida genericamente pelo elemento link; adaptabilidade, definidas pelos elementos switch e descritor *switch*; e suporte a múltiplos dispositivos. Deste modo a interação do usuário é tratada de forma particular e temporal.

Como a NCL tem uma separação acurada entre o conteúdo e a estrutura, ela não define nenhum tipo de mídia em si. Ao contrário, ela define a cola que prende as mídias em apresentações multimídias. Neste sentido pode-se ter objetos como imagens (. GIF,.JPEG, etc.), de vídeo (.MPEG,. MOV, etc.), de áudio (.MP3, .WMA, .WAV, etc.), de texto (.TXT, .PDF, .DOC, .DOCX, etc.), de execução (.Xlet, .LUA, etc.), dentre outros, como objetos de interação de

mídia NCL. Obviamente, o suporte a determinadas mídias dependerá de como os dispositivos forem programados.

O núcleo do GINGA-NCL é composto pelo Formatador NCL e pelo Gerenciador de Base Privada. O Formatador NCL, chamado Maestro, é responsável pela interpretação do conteúdo declarativo. Outro módulo importante é a Máquina Virtual Lua, responsável pela execução dos scripts na linguagem lua.

De acordo com Moreno (2006), o formatador é composto pelos exibidores de Mídia, Gerenciador de Exibidores, Escalonador de Mídia, Adaptadores de Exibidores e alguns outros módulos menos relevantes.

O escalonador de apresentação é o elemento responsável por monitorar a apresentação do documento, instanciando e interligando com as ferramentas responsáveis pela exibição dos objetos (mídias). Cabe a ele escalonar as ações, cumprindo o plano de execuções. Além disso, toda vez que um evento inesperado ocorrer, como a interação do usuário, se houver uma cadeia temporal auxiliar iniciada por este evento, esta cadeia deve ser unida imediatamente a cadeia temporal principal, gerando as devidas correções no plano de execução (RODRIGUES, 2003).

O Gerenciador de exibidores de Mídias é responsável por identificar e instanciar as ferramentas de exibição durante a apresentação dos documentos. O executor identifica as ferramentas com auxílio do Gerenciador de Exibidores que obtém do *proxy* de informações contextuais a relação das ferramentas disponíveis. A maneira como é implementada a descoberta e instanciação das ferramentas permite que sejam instaladas novas ferramentas na plataforma sem modificar o Gerente de Exibidores (MORENO, 2006).

O Adaptador de Exibidores de Mídia é a interface entre os exibidores de mídia e o Formatador NCL. Este deve padronizar a maneira como as ferramentas de exibição notificam o formatador de certas ocorrências durante a apresentação dos objetos (MORENO, 2006).

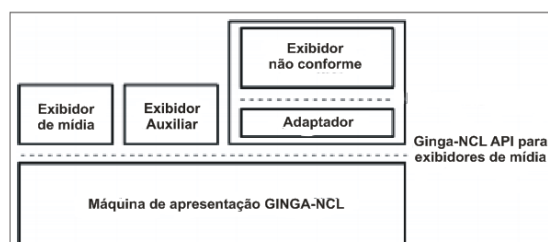


Figura 23 - API de exibidores de mídia (Adaptado de Carvalho et al.2008)

Ainda segundo Carvalho *et al.* (2008) um exibidor de Mídia, também chamada de ferramenta para exibição ou Player, é o elemento responsável por decodificar os conteúdos recebidos e calcular o ponto exato em que cada exibição se encontra para informá-la ao Formatador NCL. Assim, para cada objeto novo de mídia, um exibidor deve ser carregado.

Segundo Moreno (2006), as interações de usuário telespectador são realizadas sobre os exibidores e não com o Núcleo, cabendo a API repassar as informações a respeito dessas interações.

2.8.1 Estrutura NCL

Segundo Pereira *et al.* (2010) a estruturação de um documento em NCL é formada por um elemento `ncl`, que contém um identificador, um cabeçalho (`head`), que possui dados referenciais: caráter da apresentação (layout espacial dos objetos, definição da plataforma), e um corpo (`body`) que é onde estão contidos os objetos de mídia (imagens, textos e vídeos) que formarão o conteúdo da apresentação e os relacionamentos de sincronismo.

Segundo Rodrigues & Soares (2006), no âmbito de documentos hipermídia, sincronismo é definido como o relacionamento, no tempo ou espaço, entre eventos. Evento é uma ocorrência no tempo, de duração finita ou infinitesimal, como, por exemplo, a apresentação de um trecho de um objeto de mídia ou de todo seu conteúdo, a seleção de um trecho de um conteúdo de mídia através de qualquer dispositivo seletor, a atribuição de um valor a uma propriedade de um objeto de mídia, etc.

Na figura 24 as linhas 1 a 3 definem o cabeçalho de arquivo NCL. Da linha 4 a 28 é apresentado o cabeçalho do programa, onde são encontradas as regiões, os descritores e os conectores. As linhas 30 a 52 contêm o corpo do programa, onde são definidos os objetos de mídia que formam o conteúdo da apresentação, e a linha 53 o encerra.

```

1<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
2<ncl xsi:schemaLocation="http://www.ncl.org.br/NCL3.0/EDTVProfile http://www.ncl.org.br/NCL3.0/profiles/NCL30
3 xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xmlns="http://www.ncl.org.br/NCL3.0/EDTVProfile" id="c
4</head>
5
6   <importeddocumentBase>
7     <importNCL documentURI="cdAPartilha.ncl" alias="docCdAPartilha"/>
8   </importeddocumentBase>
9
10  <regionBase>
11    <region id="rgTV">
12      <region id="rgBackground" height="100%" left="0%" top="0%" width="100%" />
13      <region id="rgTitulo" width="79.5%" height="6.6%" left="0%" top="0%" />
14      <region height="30.6%" id="rgGradeA1" left="10%" top="15%" width="15%" />
15    </region>
16  </regionBase>
17
18  <descriptorBase>
19    <descriptor id="dbBackground" region="rgBackground"/>
20    <descriptor id="dtitulo" region="rgTitulo"/>
21  </descriptorBase>
22
23  <connectorBase>
24    <importBase documentURI="composerConnectorBase.conn" alias="connBase"/>
25  </connectorBase>
26
27</head>
28</head>
29
30<body id="capa1">
31
32  <context id="docNcl2" refer="docCdAPartilha#corpo"/>
33  <context id="docNcl3" refer="docCdoAutodaCompdecida#corpo"/>
34
35  <port component="Background" id="pBackground" />
36  <port component="titulo" id="ptitulo" />
37
38  <media descriptor="dbBackground" id="background" src="media/images/background.png" type="image/png" />
39  <media descriptor="dtitulo" id="titulo" src="media/images/titulo.gif" type="image/gif" />
40  <media descriptor="dgradeA1" id="gradeA1" src="media/images/grade/a1.jpg" />
41
42  <media id="settings" type="application/x-ginga-settings">
43    <property name="currentFocus"/>
44  </media>
45
46  <link xconnector="connBase#onEndSet">
47    <bind role="onEnd" component="docNcl2"/>
48    <bind role="set" component="settings" interface="currentFocus">
49      <bindParam name="var" value="1"/>
50    </bind>
51  </link>
52</body>
53</ncl>

```

Figura 24 : Estrutura principal de um documento NCL (Adaptado de PEREIRA et al. 2009)

2.8.2 Composição de elementos NCL

As informações básicas contidas em um programa não linear de TV Digital são denominadas nó ou objeto de mídia, estes pequenos objetos podem ser classificados em subtipos como nó de áudio, nó de vídeo, de imagens etc. Para definir todos estes elementos a NCL faz uso de uns elementos <media>. Todos os elemento <media> possui um identificador, definido pelo atributo id, para poder organizar depois, outros atributos como o **src**, contém uma URL (*Uniform Resource Locator*), para a localização de conteúdos e possui também outro atributo denominado descritor, o qual referencia outros elementos de mesmo nome <descriptor> que conterà informações de como o nó de mídia deve ser exibido (SOARES & BARBOSA, 2009).

Para que um nó em documentos hipermídia seja apresentado, é necessária a definição de uma área para a exibição do mesmo, estas áreas são denominadas como Regiões NCL. Segundo Ratamero (2007), nas regiões são definidos o posicionamento e o tamanho da área onde o nó, seja ele vídeo, áudio, texto, imagem ou outro suportado pelo NCL, será apresentado. As regiões são definidas no cabeçalho do documento NCL na base de regiões, elemento <regionBase> e são definidas pelo elemento <region>.

Para Carvalho, *et al* (2009) é no descritor que se define parâmetros da apresentação de nós: região, volume, transparência, duração, foco, entre outras. Os descritores são definidos no cabeçalho dos documentos NCL.

Os conectores definem relações genéricas que são utilizadas pelos elementos de um documento NCL. Um conector é definido com o elemento <connectorBase>. Este elemento é responsável por relações de causa e efeito, como seu próprio nome indica, através de papéis de condições e ações (SOARES & BARBOSA 2009).

2.9 Estação Transmissora Urbana

Este capítulo explana as visitas técnicas realizadas a Estação Televisiva da Universidade Federal de Lavras (TVU), localizada no campus Histórico da UFLA em Lavras – MG. E à Serra da Bocaina onde se localizam os equipamentos transmissores desta TV.

2.9.1 TVU

A TV Universitária, uma concessão da Universidade Federal de Lavras (UFLA), e da Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FAEPE), foi inaugurada em 03 de setembro de 1999.

Atualmente opera nos canais 13 (VHF) e 15 (UHF), e conta com dois novos transmissores, ambos de 250 Watts.

Os sinais da TVU, além de Lavras chegam a vários outros municípios do Sul de Minas Gerais e Campo das Vertentes dos quais alguns já possuem torres locais de recepção devidamente instaladas e em funcionamento, o que garante a ótima qualidade do sinal da TVU recebido naquelas cidades.

A TV Universitária tem como metas de sua programação a cobertura e divulgação das ações da Universidade Federal de Lavras – UFLA nos seus três segmentos – ensino, pesquisa e extensão, interagindo e contribuindo para com a comunicação entre seus diversos setores e, ao mesmo tempo, aproximando a Instituição – UFLA, da comunidade em geral, através de ações, cujas bases conceituais sejam a informação, a cultura e a educação.

Além dos telespectadores Lavrenses a TV UFLA também abrange 16 cidades circunvizinhas como desmontado na tabela abaixo.

Tabela 06 – Abrangência do sinal emitido pela TV UFLA.

Nº	MUNICÍPIO	POPULAÇÃO
1.	BOM SUCESSO	17.368
2.	CARMO DA CACHOEIRA	12.278
3.	CARRANCAS	3.558
4.	IBITURUNA	2.849
5.	IJACI	5.367
6.	INGAÍ	2.543
7.	ITUMIRIM	6.526
8.	ITUTINGA	4.055
9.	LUMINÁRIAS	5.630
10.	NAZARENO	7.404
11.	MACUCO	1.853
12.	ROSÁRIO	4.183
13.	NEPOMUCENO	25.208
14.	PERDÕES	19.986
15.	RIBEIRÃO VERMELHO	3.625
16.	STº. ANTÔNIO DO AMPARO	17.318
17.	LAVRAS	85.380

TOTAL: 210.949

2.9.2 Equipamentos

Os equipamentos utilizados para a captura, edição e exportação das imagens estão no padrão Digital, contudo a etapa de irradiação para os telespectadores dá-se no modelo analógico, aguardando a liberação da ANATEL para a troca do mesmo. O diagrama da Figura 25 representa como os equipamentos da TVU, são interligados para a transmissão de sua programação.

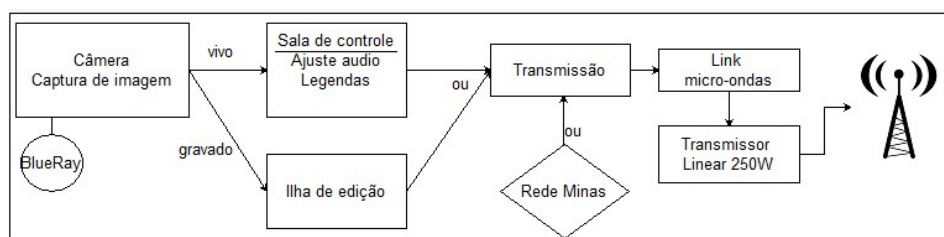


Figura 25 – Interligação de equipamentos da TVU

Abaixo é representada uma das câmeras da TVU, com capacidade de gravação em formato digital e em alta definição.



Figura 26 – Câmera filmadora Digital (HD), do Estúdio TV UFLA.

A imagem abaixo representa um disco de Blue Ray utilizado para as gravações, sua capacidade é de 23GB. Com tecnologia BD-RE, este disco pode ser regravável e ter uma vida útil de aproximadamente 4000 regravações (microservice.com.br).



Figura 27 – Blue Ray, do Estúdio TV UFLA

A TVU retransmite o sinal do canal TV Cultura em horários onde não há programação regional. Os sinais são recebidos de duas maneiras, via cabo e por satélite no formato full-HD. Assim, para transmissões no formato analógico são necessárias algumas alterações como a compactação da largura da imagem e o sincronismo entre áudio e vídeo. Esta compactação é feita por estes aparelhos representados abaixo.



Figura 28 – Links sinal TV Cultura, da Sala de Controle TV UFLA.

Durante todo o processo de gravação em estúdio os diretores controlam entradas e saídas de esquetes, comerciais, reportagens, etc, pela sala de controle. Os dois grandes monitores mostrados na figura 29 são utilizados para a confirmação da imagem que chegará até os telespectadores. Os computadores e mesas de edição abaixo são utilizados para os ajustes durante o processo de monitoria.Ou retransmissão dos sinais da Rede Minas nas cidades citadas na tabela 06.



Figura 29 – Sala de controle, do estúdio TV UFLA.

Na figura 30 são apresentados os equipamentos comprados para criação e tratamento de uma programação em formato FULL HD, com a possibilidade de inserção de menus interativos.

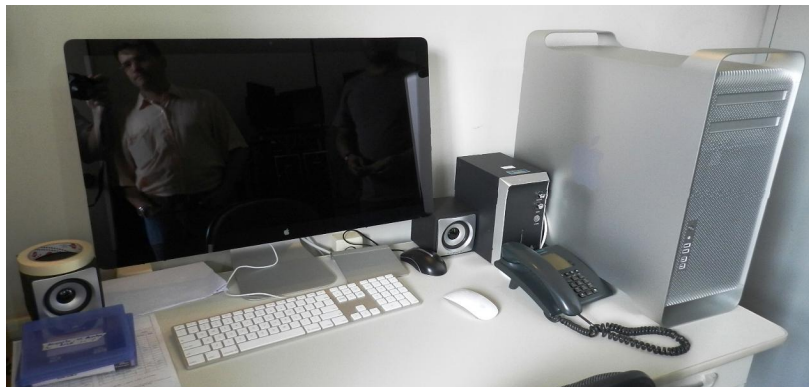


Figura 30 – Computador Aple, da sala de edição digital TV UFLA.

Na figura 31 são apresentados os estúdios utilizados pela TVU na gravação de sua programação, ao fundo temos o cenário do Universitária notícias e Esporte em Foco.



Figura 31 – Estúdio Universitária Notícias, do Estúdio TV UFLA.

O sinal da TV UFLA é irradiado por dois transmissores principais:

- 1 (um) (UHF 250W canal 15)
- 1 (um) (VHF 250W canal 13) ;



Figura 32 – Transmissor TV UFLA, marca Linear, na Serra da Bocaina

Para os links até os transmissores principais são utilizados dois sinais de micro-ondas de 2 (dois) MHz cada:

- Marca Equador
- Faixa de frequência, 1 300mWatts e outro 1 watt .



Figura 33 – Transceptor de link da TV UFLA, na Serra da Bocaina.

Para irradiação são utilizadas duas antenas com alto ganho localizadas em torre estruturada:

- Antena: Canal 13 e canal 15
- Modelo: Slot 360°
- Torre: DETEL



Figura 34 – Antena transmissora principal, na Serra da Bocaina.



Figura 35 – Torre principal, na Serra da Bocaina.

3. METODOLOGIA

Neste trabalho foram realizados três tipos de pesquisa:

I - Pesquisa exploratória, onde foram analisados padrões e funcionalidades acerca da tecnologia de TV-Digital nos padrões Americano, Europeu, Japonês e de forma mais detalhada o padrão Brasileiro.

II - Um estudo de caso do processo de funcionamento de uma Estação Transmissora Urbana TV Universitária, localizada no Campus da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

III - Uma pesquisa experimental, onde foi desenvolvido um protótipo de interface gráfica 2D para demonstração da interatividade via controle-remoto de um SET TOP-BOX.

Assim, quanto ao procedimento, este trabalho pode ser classificado como do tipo estudo de caso, pois envolve o estudo de um ou poucos objetos de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento (GIL, 1991).

3.1 Metodologia Aplicada

O desenvolvimento da aplicação TV-D foi baseado na metodologia de prototipação, onde são definidos processos que permitem ao desenvolvedor criar um modelo de *software* que será implementado executando parte ou todas as funções desejadas, contudo estas deverão ser melhoradas em um novo esforço programático (PRESSMAN, 1995).

Neste modelo a prototipação se fez importante, pois não se sabe a eficiência do algoritmo e da adaptabilidade deste à Máquina Virtual emulada possuidora de um controle-remoto virtual. O diagrama abaixo representa os processos realizados para a prototipação e resultados.

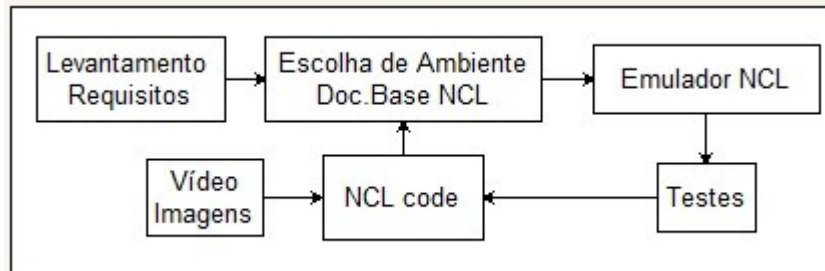


Figura 36 – Diagrama implementação prototipação.

Durante a fase inicial do estudo da linguagem, fez-se necessário o estabelecimento dos requisitos necessários para o início do desenvolvimento. A primeira fase foi a execução do Vídeo base, representando a programação de uma emissora de TV. Após cada teste o código era aperfeiçoado e novas funcionalidades eram inseridas.

3.2 Levantamento de Requisitos

Durante a fase de levantamento de requisitos, foi necessário um estudo pertinente das funcionalidades existentes nas diversas ferramentas disponíveis para emulação em formato TV-Digital, a forma como são desenvolvidas as apresentações, os modelos de interação entre mídias e como estas respondem a comandos através do controle remoto virtual.

As pesquisas realizadas durante esta fase demonstraram que as aplicações para este sistema vão desde apresentações de conteúdos desvinculados a programação do canal (Acesso a rede Twitter enquanto se assiste um filme), até aos programas não-lineares: onde todos os objetos de mídia são sincronizados (como vídeos-aula com questionários ou enquetes durante um telejornal).

As aplicações para estas diferentes possibilidades podem utilizar linguagens declarativas e não declarativas, ou uma união destas para o melhor resultado final. Entretanto, existem algumas limitações enquanto aos exibidores (*Middlewares* virtuais), que dão suporte a estes dois paradigmas. As tabelas 04 e 05 ilustram estes ambientes, bem como os modelos utilizados pelos sistemas Americanos, Europeu, Japonês e Brasileiro para receptores fixos e móveis (PEREIRA ET all 2010).

Tabela 04 – Ambiente de Aplicações para receptores fixos e móveis

Middleware	Sistema de TVD	Ambiente Declarativo	Ambiente Procedural
ACAP	Americano/ATSC	ACAP-X [ATSC A-101 2005] (linguagem declarativa = XHTML like; linguagem não-declarativa = ECMAScript)	ACAP-J [ATSC A-101 2005] (linguagem não-declarativa = Java)
MHP	Europeu/DVB-T	DVB-HTML [ETSI TS 102 812 V1.2.2 2006] (linguagem declarativa = XHTML like; linguagem não-declarativa = ECMAScript)	MHP [ETSI TS 102 812 V1.2.2 2006] (linguagem não-declarativa = Java)
ARIB-BML	Japonês/ISDB-T	ARIB – BML [ARIB B-24 2004] (linguagem declarativa = BML (XHTML like; linguagem não-declarativa = ECMAScript)	Opcional (GEM [ETSI TS 102 819 V1.3.1 2005] like); não implementado)
Ginga	Brasileiro/SBTV D	Ginga-NCL [ABNT NBR 15606-2 2007] (linguagem declarativa = NCL; linguagem não- declarativa = Lua)	Ginga-J (linguagem não-declarativa = Java)

Tabela 05 – Ambiente de aplicações para receptores portáteis

Middleware	Sistema de TVD	Ambiente Declarativo	Ambiente Procedural
ARIB-BML	Japonês/ISDB-T	ARIB – BML [ARIB B-24 2004] (linguagem declarativa = BML (XHTML like; linguagem não-declarativa = ECMAScript)	X
Ginga	Brasileiro/SBTV D	Ginga-NCL [ABNT NBR 15606-5 2007] (linguagem declarativa = NCL; linguagem não-declarativa = Lua)	Opcional o Ginga-J

Para o desenvolvimento da Aplicação TV-D foi utilizado a linguagem não declarativa NCL, porque com uma programação em Alto-Nível e com apenas um arquivo (figura 37), e poucas linhas de código foi possível alcançar os resultados esperados. O conteúdo deste arquivo é apresentado no ANEXO 02.

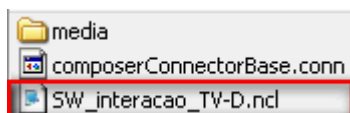


Figura 37 – Arquivos da aplicação TV-D.

Com suas 281 linhas o arquivo SW_interacao_TV-D.ncl é capaz de reproduzir 19 itens, dentre objetos .GIF, .JPG, .MPEG e responder a vários comandos de usuário pelo controle remoto.

Para que a prototipação possa funcionar corretamente é necessário a inserção do arquivo de vídeo como demonstrado na Figura 38. Contudo para um caso prático a estação de TV pode permitir a interatividade conforme sua necessidade.

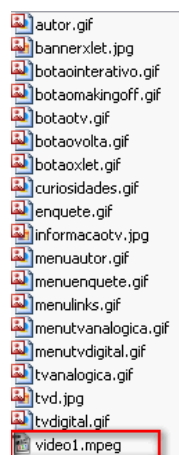


Figura 38 – Vídeo representando um canal de TV.

3.3 O Ambiente de desenvolvimento

O TV-D foi desenvolvido utilizando-se o Sistema Operacional Windows XP, sobre a IDE Eclipse INDIGO versão 1.4.2, juntamente com o Plugin NCL. Também foi utilizando para os testes iniciais o emulador Vmware com a máquina virtual Middleware Ginga Live CD 1.2 apresentado pela Figura 39.



Figura 39- Máquina virtual Ginga-NCL

Para que a aplicação funcione nesta máquina virtual se faz necessária a utilização de um programa de comunicação via SSH, para cópia, inicialização e interrupção do projeto TV-D.

Entretanto, durante a fase de testes finais foram detectados muitos problemas para a execução da aplicação TV-D, tornando o processo de importação, execução e reexecução nesta máquina virtual muito oneroso ao

desenvolvedor. Por estes motivos a Máquina Virtual e a comunicação SSH foram substituídas pelo Emulador Ginga NCL player (versão 1.01) possuidor de uma interface simples e um controle remoto completo, como demonstrado na figura 40. O que possibilita o desenvolvimento e testes de aplicações que utilizem o controle numérico.

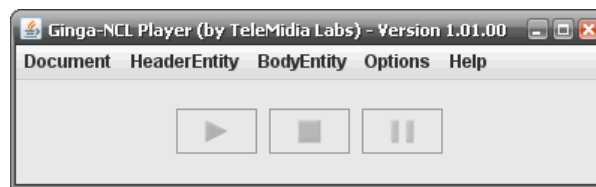


Figura 40- interface Emulador Ginga NCL Player



Figura 41 – Controle remoto da aplicação NCL Player.

4. RESULTADOS

4.1 Interface

Nesta sessão são apresentadas as funcionalidades implementadas no software TV-D. Este sistema permite ao telespectador acesso a um menu interativo onde o telespectador poderá interagir com o conteúdo programático do canal.

4.2 Apresentação

A aplicação TV-D tem uma interface simples e amigável, que permite ao telespectador navegar dentre as opções através do controle remoto (Figura 41). Ao iniciar o Software será apresentado o vídeo e um pequeno ícone no canto inferior esquerdo representando a possibilidade de interação, assim o telespectador poderá ativar ou desativar o menu conforme sua necessidade (Figura 42).



Figura 42 – Apresentação do ícone de interação.

Na janela de menu principal é possível optar por seis diferentes opções disponíveis, dentre :

- **TECLA VERDE:** Botão responsável pela ativação do menu principal. Representada pela tecla F2 no emulador.
- **TECLA VERMELHA:** Botão responsável pela desativação do menu principal. Representada pela tecla F1 no emulador.
- **TECLA AMARELA:** Botão responsável pela ativação do campo contendo informações sobre as Vantagens da TV-Digital. Conforme regras de visualização este botão só funciona após a ativação do menu principal. Representada pela tecla F3 no emulador.

- **AUTOR:** Opção demonstrativa contendo um campo imagem FOTO e campo texto DESCRIÇÃO sobre o autor do software.
- **TV-A:** Opção demonstrativa contendo uma tabela de datas e descrições de eventos ocorridos durante o desenvolvimento da TV- Analógica no Brasil.
- **TV-D:** Opção demonstrativa contendo uma tabela de datas e descrições de eventos sobre a TV-Digital.
- **WEB:** Opção do menu contendo links relacionados onde o telespectador tem a possibilidade de abrir uma janela browser em sua TV para navegação. (Item representativo).
- **ENQUETE:** Opção do menu contendo uma enquete onde o telespectador poderá votar através do controle remoto numérico. (Item representativo).



Figura 43: Menu Principal da Aplicação.

Ao seleccionar uma opção e teclar ENTER a aplicação, que pode também ser chamada de documento, define o foco e iniciar a apresentação da opção desejada. Como por exemplo, durante a ativação da opção ENQUETE.



Figura 44: Menu ENQUETE da Aplicação.

A funcionalidade enquete pode ser implementada utilizando-se um servidor web que receberá as respostas através de entradas no controle remoto do telespectador e enviará por um canal de retorno à emissora de TV, as informações de cada usuário podem ser identificadas através de um e-mail ou cadastro executado pelo controle remoto com o receptor conectado a internet.

4.3 Testes e Validação

Através dos testes no TV-D, buscou-se analisar os requisitos do sistema focando no objetivo principal deste projeto: Interação do telespectador com uma programação digital em tempo real. Deste modo foi possível a avaliação das capacidades do protótipo em atender as exigências com testes em formato *caixa preta* (avaliação das respostas segundo as ações do usuário).

Conforme relatado no Capítulo: Ambiente de Desenvolvimento, durante a fase de testes surgiram grandes empecilhos ao se executar a aplicação com a máquina virtual Ginga-NCL, além de possuir um controle limitado das aplicações. Ao se executar o comando relatado no ANEXO 01:

```
/misc/launcher.sh /misc/ncl30/programandoEmNclBook/exemplo.ncl
```

Pela segunda vez a aplicação não respondia, sendo necessário reiniciar a máquina virtual. Em outras tentativas o comando (shutdown -h now) bloqueava o *VMware Player* impossibilitando a reinicialização correta da aplicação.

A validação do protótipo ocorreu devido a correção dos erros apresentados e à utilização do Ginga-NCL *player* que possibilita a importação do arquivo .NCL da aplicação a ser executada sem auxílio de comandos em protocolo SSH. Bastou acessar a barra de ferramentas > Document > Open NCL file, como demonstrado na Figura 45.

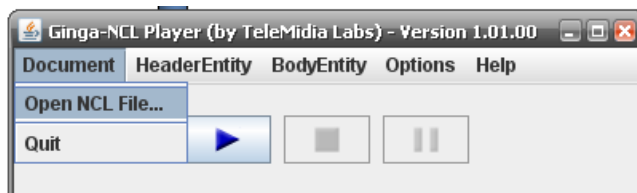


Figura 45 – Carregar Aplicação no Ginga-NCL Player.

5 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

5.1 Conclusão

Ao longo do trabalho, foram abordados sobre o histórico da televisão, desde seu surgimento em Londres com a criação da BBC em 1936, passando pela importação para o Brasil com Assis Chateaubriand em 1950: Naquela época as transmissões eram realizadas somente na modalidade ao-vivo e em preto e branco. Em seguida foram elicitadas as principais características que diferem os padrões analógicos e digitais de transmissão, os meios utilizados para propagação dos sinais, os modelos de áudio e vídeo digital, bem como os padrões globais de TV-D.

A criação de cada um dos padrões listados sofreu influência dos locais e épocas em que foram desenvolvidos, ocorrendo inicialmente nos EUA durante a década de 90, depois na Europa por volta de 2003, em seguida pelo Japão e por último o Brasil. Que promete com este padrão: a inclusão social, a diversidade cultural do País e a criação de uma rede universal de educação à distancia.

Foram citados cronogramas e mapas que dizem respeito aos prazos e metas estipulados pela ANATEL para as instalações das antenas em todo território nacional.

Este trabalho apresentou detalhadamente a implementação de uma aplicação nos padrões para a TV Digital utilizando a linguagem NCL, que disponibiliza ao telespectador a possibilidade de interação via controle-remoto com um menu informativo.

Um estudo de caso também foi realizado para identificação dos processos e equipamentos necessários à transmissão. Este se deu durante várias reuniões com os produtores da TV-UFLA, localizadas no campus UFLA-Lavras.

5.2 Trabalhos futuros

Dentre as possibilidades de trabalhos, sugerem-se três:

I - O estudo das relações existentes dentre os padrões de TV-Digital existentes. Quais as melhores tecnologias desenvolvidas para a evolução destes padrões.

II – O estudo das linguagens NCL e Java como ferramentas de desenvolvimentos de aplicações para TV-Digital Interativa Brasileira.

III – Estudos de caso de transição de estações transmissoras de TV nos padrões Analógicos para o Digital.

Finalmente, como trabalhos futuros sugere-se o estudo dos Padrões de TV-Digital e suas evoluções. Quais as situações estes são melhores empregados, analisando quais estão de acordo com as novas tecnologias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANATEL, Agência Nacional de Telecomunicações. TV Digital. Brasília, 2001.

APPLE. Disponível em : <http://apple.com>. Acesso em: 10 jun 2011.

BATISTA, C. E. **Sistema Brasileiro de Televisão Digital, Alternativas Tecnológicas** MIDDLEWARE– (RFP – N°04/2004) FlexTV. V1 Universidade Federal do Paraná, 2005.

BECKER, V.; MONTEZ, C. **Tv digital Interativa: Conceitos, Desafios e Perspectivas para o Brasil**, 1Ed. I2TV,214p. Florianópolis. 2004.

BECKER, V.; MONTEZ, C. **Tv Digital Interativa: Conceito e Tecnologias**. In: WebMídia e LA-web, Joint Conference. Ribeirão Preto. SP. Out. 2004.

BECKER, V. **Concepção e desenvolvimento de aplicações interativas para TV digital**. 2006. Tese de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2006.

BELLONI, M. L. Ensaio sobre a educação à distância no Brasil, 2002. Educação e Sociedade, ano XXIII, n.78, abr.2002. Disponível em <<http://www.scielo.br>>. Acesso em: 06/10/2011.

BETTI, M. **A janela de vidro: esporte, televisão e educação física**. Campinas, SP: Papyrus, 1998.

BOLAÑO, C.; VIEIRA, V. R. TV Digital no Brasil e no Mundo: estado da arte. 2004. 33 fls. **Revista de Economía Política de las Tecnologías de La Información y Comunicación**. Disponível em: <<http://www.eptic.com.br>> Acesso em: 18 de setembro de 2009.

BRASIL. Decreto-lei n. 4901, de 26 de novembro de 2003. Institui o Sistema de Televisão Digital – SBTVD, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 27 de nov. 2003. Seção 1, pag 7.

CARVALHO, J. M. de. Cidadania online: das iniciativas de inclusão aos desafios da gestão. In: SARAIVA, E.; MARTINS, P. E. M.; PIERANTE, O. P. (Orgs). **Democracia e regulação dos meios de comunicação de massa**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2008

CASTRO, F. C.C. de; CASTRO, M. C. F. de. **Capítulo V- Introdução ao Sistema MPEG de codificação de vídeo**. 2001. Disponível em: <<http://www.feng.pucrs.br/~decastro/pdf/cs5.pdf>>. Acesso em 12 de jan 2012

CLARK, W. **O campeão de audiência, uma autobiografia**. Rio de Janeiro: Best Seller. 1991.

CARVALHO, R., SANTOS, J. A. F., SILVA, J. V., SAADE, D. C.M. **Introdução às Linguagens Lua e NCL: Desenvolvendo aplicações interativas para TV Digital**. In: Semana de Engenharia, Universidade Federal Fluminense, Out. 2009.

ECO, U. **A estrutura ausente**. São Paulo: Perspectiva. 1987.

ECO, U. **Tratado Geral de Simiótica**. São Paulo. Perspectiva. 2 ed. 282p. 1991.

EINSTEIN, A. Ether and the Theory of Relativity.190. University of Leyden – disponível em : <http://www.tu-harburg.de/rzt/rzt/it/Ether.html>) Acesso em 21 fev. 2012

FERNANDES, J. **Tv digital interativa**. 2006. 76p. Trabalho de Conclusão de Curso Pós-Graduação Lato Sensu (Engenharia de Sistemas) - Escola Superior Aberta do Brasil, Vitória. 2006.

FERREIRA, Aurélio B. de Hollanda. **Novo Dicionário da Língua Portuguesa**. 2. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986. 1838p.

FILHO, A. B.; MELONI, L. G. P. A TV Digital Interativa na Era Convergente das Comunicações Sem Fio. 2009. 14 fls. Artigo. Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, Intercom - Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação, Curitiba-PR, 2009.

GAWLINSKI, M. **Interactive Television Production**. Oxford, England: Focal Press, 2003

GINGA 2012. TV digital middleware. Disponível em <<http://www.ginga.org.br>> Acesso em : 23 mar. 2011

GOBBI, M. C.; KERBAUY, M. T.M. **Televisão digital Informação e Conhecimento**. 1 Ed. Cultura. São Paulo. 2010.

LORÊDO, J. **Era uma vez... A televisão**. São Paulo: Alegro. 2000

MAIA, B. O. **Uma infraestrutura de comunicação entre dispositivos domésticos e o modelo brasileiro de TV digital**. 2009. 121p. Dissertação (Pós Graduação Engenharia Elétrica). Universidade Federal do Amazonas. Manaus. 2009.

MONTEZ, C; BECKER, V. **Tv Digital Interativa: Conceito Desafios e perspectivas para o Brasil**. UFSC: Florianópolis. 2ed, 160p. 2005.

MONTEZ, C; BECKER, V. **TV Digital Interativa: Conceitos e Tecnologias**. In: WebMidia e LA-Web 2004 – Joint Conference. Ribeirão Preto, SP, Outubro de 2004.

MORENO, P. F. **Requisitos Funcionais para Registros Bibliográficos (FRBR): um estudo no catálogo da Rede Bibliodata**. Brasília: UnB, 2006.

PEREIRA, B. do N. S. ; ASSUNÇÃO, C. A. da S.; RIBEIRO, E. F. **Cultura digital: um difusor da cultura nacional através da tv digital**. 2010. 66p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Sistemas de Informação) - Faculdade Hélio Rocha, Salvador .2010.

PRESSMAN, Roger S. **Engenharia de Software**. Tradução: José Carlos Barbosa dos Santos; Revisão técnica: José Carlos Maldonado, Paulo Cesar Masiero, Rosely Sanches. – São Paulo: Makron Books, 1995.

RATAMERO, E. M. Tutorial sobre a linguagem de programação NCL (Nested Context Language). Escola de Engenharia. Niterói: UFF, 2007. 11 p.

RODRIGUES, R. F. **Formatação e controle de apresentações hipermídia com mecanismos de adaptação temporal**. 2003.147p. Tese Doutorado (Doutorado em Informática). Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2003.

RODRIGUES, R. F.; SOARES, L. F. G. **Produção de Conteúdo declarativo para Tv digital**. 2006 Departamento de Informática. PUC-Rio. Disponível em: http://www.telemidia.puc-rio.br/sites/telemidia.puc-rio.br/files/2006_07_rodrigues.pdf . Acesso em 22 fev. 2011

SOARES, L. F. G.; RODRIGUES, R. F. “**Nested contexto model 3.0 – Part 1: NCM Core**”. 2005. Monografia (Ciência da Computação) Departamento de Informática. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2005.

SCHWALB, E. M. **Tv Handbook, Technologies and Standards**. Prentice Hall. PTR. 2003

SILVA, J. Q. da. **TV digital Interativa**. 2003.56p. Monografia de conclusão de Curso (Especialista em Redes de Computadores) – Universidade Vale dos Sinos, São Leopoldo, 2003.

SIMÕES, I. **Um país no ar, história da TV brasileira em três canais**. São Paulo: Brasiliense/Funarte, 1986.

SOARES, L. F. G.; RODRIGUES, R. F., **Nested ContextLanguage 3.0 - Part 8 – NCL Digital TV Profiles**. Monografias em Ciência da Computação, nº 35/06, Departamento de Informática, PUC-Rio, Brasil, Out 2006.

SOARES, L. F. G.; BARBOSA, S. D. J. **Programando em NCL**. Série Campus – SBC. 2009.

SOARES, F. FAPTech Tecnologis a seu alcance, 2009. Disponível em < <http://faptech.wordpress.com/>>. Acesso em: 19/10/2011.

STB – Superior Technologies in Broadcasting. Introdução a TV digital: Funcionamento do Sistema e suas aplicações. Santa Rita do Sapucaí. MG. 2007. 65 fls. Disponível em : < <http://www.stb.ind.br/tvdigital>. Acesso em 14 set. 2001

TEIXEIRA, L. H. P. Usabilidade e entretenimento na TV Digital Interativa. **Ecos Revista**. v.10, p 183-204. 2006.

TV Digital alcança 46% da população brasileira. Disponível em < <http://www.anatel.gov.br/Portal/>>. Acesso em 20/09/2011.

Website ffmpeg Disponível em : <<http://www.ffmpeg.org>> Acesso em 05 jan. 2012.

Website mpeg.org Disponível em <<http://mpeg.org>> Acesso em 15 abr. 2011

Web site Oficial da TV digital Disponível em : < <http://dtv.org.br>> Acesso em 15 mar. 2011.

WITHAKER, J. **Video compression** . New York: McGraw-Hill, 1998.

WITHAKER, J. **DVT ; the revolution in digital video**. New York: McGraw-Hill, 1999.

YAMADA, F.; SUKYS, F.; BEDICKS JR. G.; AKAMINE, C.; RAUNHEITTE, L. T. M.; DANTAS, C. E. Sistema de tv digital. **Revista Mackenzie de Engenharia e Computação**, São Paulo, n.5, ano 5, p. 99-268, 2004.

ZUFFO, M. K. **TV Digital Aberta do Brasil: Políticas Estruturais para o Modelo Nacional**. 2003. 16 fls. Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos. Escola Politécnica – Universidade de São Paulo. 2003

ANEXO 01

Instalação dos pacotes básicos para o desenvolvimento de uma aplicação

Levando em conta a utilização do sistema operacional Windows Xp ou Seven, ambos 32 bits, deve-se instalar as ferramentas corretas para facilitar o desenvolvimento das aplicações para TV Digital. Assim, neste tópico mostra a forma mais prática e simples para adquirir, instalar e configurar os aplicativos para o projeto.

Inicialmente para o desenvolvimento de aplicações para o middleware Ginga é necessário realizar a instalação das seguintes ferramentas:

- IDE ECLIPSE
- Java SDK
- Plugin NCL para Eclipse
- Software para virtualização (VMware)
- Máquina Virtual Linux com o Ginga
- SSH Secure Shell Cliente

O IDE Eclipse é um Ambiente Integrado de Desenvolvimento, que engloba característica e ferramentas para o desenvolvimento de aplicações, se o foco do desenvolvedor for apenas o desenvolvimento para a TV Digital, o ideal é se utilizar da IDE Eclipse *Classic*, e posteriormente adicionar os *Plugins* necessários para o desenvolvimento. A IDE pode ser obtida no endereço:

<http://www.eclipse.org/downloads/packages/eclipse-classic-372/indigosr2>

Após adquirir o IDE Eclipse, o próximo passo é obter o JAVA SDK ou (*Standard Development Kit*), que é um conjunto de desenvolvimento em Java com ferramentas específicas para a criação de aplicações em Java. O Java SDK pode ser obtido no endereço:

<http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/index-jsp-140710.html>

Após efetuar o Download destes dois pacotes, o processo de instalação pode ser iniciado.

Primeiramente é feita a instalação do SDK com na figura01, em seguida a execução padrão do Eclipse como na figura02.



Figura 01 – Processo de instalação do Java SDK

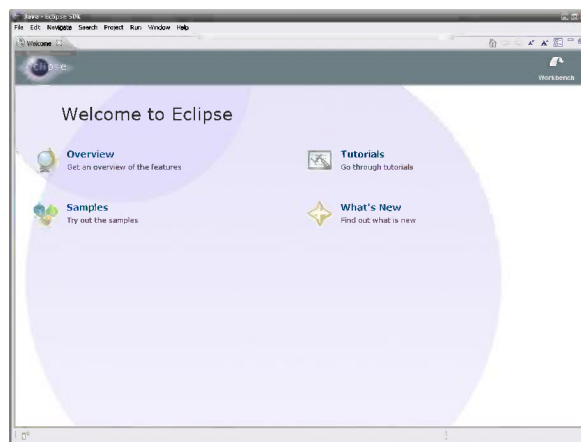


Figura02 – Interface Java Eclipse

Após a execução da IDE Eclipse é necessário a instalação do Plugin NCL, para se ter a estrutura de implementação correta com bibliotecas e pacotes coerentes ao desenvolvimento. Para isso o desenvolvedor deve selecionar a aba Help > Install New Software, no menu principal da IDE, como mostra a figura 03.

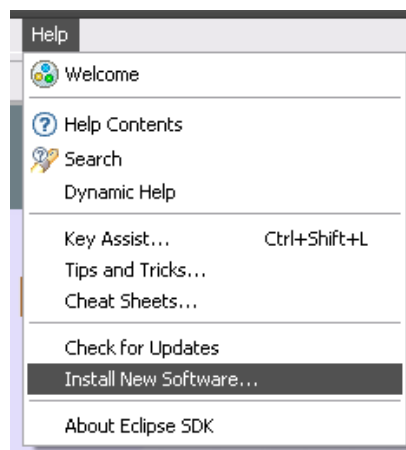


Figura03- Instalação Plugin NCL

Apresentada a tela para instalação de novo software, selecione a opção “add” onde deve ser adicionado um nome ao plugin e o endereço: <http://www.laws.deinf.ufma.br/ncleclipse/uptade>. Após a adição do endereço

será apresentado na parte inferior um *check Box* com a versão do NCL, o usuário deve selecionar a versão desejada e clicar em *next* até finalizar a instalação do *plugin*, como demonstrado na figura abaixo.

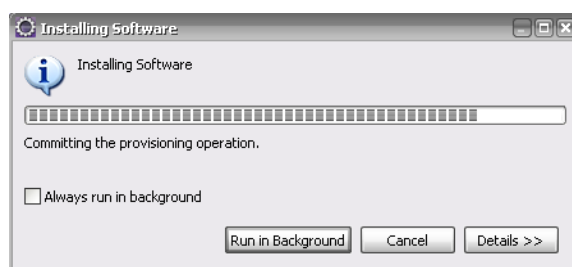


Figura04 – Download do Plugin NCL

Após estas etapas o Eclipse IDE esta preparada para criar novos documentos NCL. Deste modo, para uma nova aplicação é necessário selecionar no menu principal: File > new > Other. E escolha a opção NCL Document ou Connector Base Document, para assim dar início ao desenvolvimento da aplicação.

A aplicação em fase de finalização, é preciso testar se tudo ocorre como desejado, ou se há necessidade de ajustes. Clicando em *run* na IDE a aplicação irá iniciar, ou serão apresentadas as falhas ocorridas. Contudo, para os testes finais é necessário a utilização de uma máquina virtual com o *middleware* Ginga instalado, de preferência a versão mais atualizada, que poderá ser obtida na comunidade Ginga-Brasil no *website*: <http://www.ginga.org.br/>

Para a execução desta máquina virtual é necessário a utilização da aplicação VMware, onde também é possível a emulação de outros sistemas operacionais. Com o VMware instalado o desenvolvedor deve clicar em *File > Open* e selecionar a sua máquina virtual, após isso deve-se clicar em *play* para iniciar o sistema. A figura05 representa a interface inicial do *Middlware* Ginga.

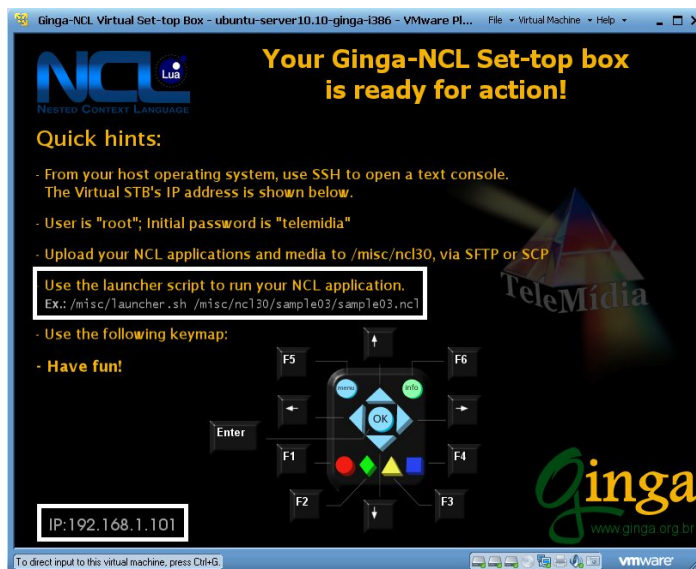


Figura05 – Interface Ginga

As partes marcadas em branco são utilizadas para a comunicação com a aplicação criada no Eclipse. Acima é exemplificado o comando para execução do programa e abaixo é identificado o endereço IP para a comunicação via SSH *Secure Shell Client*.

Após conectado a máquina virtual é possível executar os comandos no terminal para realizar as operações no mesmo. Abaixo alguns exemplos:

- Inicialização da aplicação

```
/misc/launcher.sh /misc/ncl30/programandoEmNclBook/exemplo.ncl
```

- Interromper uma execução

Não tendo na aplicação um procedimento para finalizá-la, é necessário o procedimento de envio de sinal para parada de modo forçoso.

```
killall - KILL ginga; fg 1
```

- Reiniciar ou desligar a máquina virtual

`shutdown -h now`

- Reiniciar a aplicação digita-se

Reboot; exit

Com o surgimento de novos projetos e apoio de novos desenvolvedores é possível hoje adquirir a Máquina Virtual ALL-IN-ONE, com a interface Ginga NCL e a IDE Eclipse pré configuradas para a execução mais rápida tanto do desenvolvimento quanto dos testes subseqüentes. A máquina virtual AIO pode ser adquirida no seguinte endereço:

<http://www.telemidia.puc-rio.br/~edcaraujo/gingaio/downloads.html>

ANEXO 02

Neste anexo esta representada a codificação da aplicação TV-D sem indentação original e separada em regiões para facilitar o entendimento dentro deste documento .

CABEÇALHO DE IDENTIFICAÇÃO DE LINGUAGEM, PADRÃO E AUTOR

```
<?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="newDocument1">
<head>
<!--+++++
! Desenvolvido por: Dimas Samid Leme UFLA 2012
! (dimasufila@gmail.com)
!
!+++++-->
<connectorBase>
<importBase documentURI="composerConnectorBase.conn" alias="connBase"/>
</connectorBase>
```

DEFINIÇÃO DAS REGIÕES DE BASE PARA MAPEAMENTO DAS JANELAS

```
<regionBase>
# REG. BASE DA TV
<region left="0" top="0" width="100%" height="100%" id="rgTV">
# REG. BASE VÍDEO
<region left="0" top="0" width="100%" height="100%" id="rgVideo" zIndex="1">
# REG. BASE INF
<region left="14%" top="45%" width="62.5%" height="40%" id="rgInformacao" zIndex="2"/>
<region left="14%" top="73%" width="55%" height="12%" id="rgInfo" zIndex="2"/>
<region left="15%" top="0" width="65%" height="10%" id="rgXletUcg"/>
# REG. BASE BOTÃO INTERATIVO
<region left="14%" top="92%" width="3%" height="5%" id="rgBotaoInterativo" zIndex="2"/>
# REG. BASE BOTÕES DE OPÇÃO
<region left="18%" top="92%" width="3%" height="5%" id="rgBotaoOff"/>
<region left="22%" top="92%" width="3%" height="5%" id="rgBotaoTV"/>
<region left="26%" top="92%" width="3%" height="5%" id="rgBotaoXlet"/>
<region left="14%" top="85%" width="12.5%" height="7.5%" id="rgOpcao1" zIndex="2"/>
<region left="26.5%" top="85%" width="12.5%" height="7.5%" id="rgOpcao2" zIndex="2"/>
<region left="39%" top="85%" width="12.5%" height="7.5%" id="rgOpcao3" zIndex="2"/>
<region left="51.5%" top="85%" width="12.5%" height="7.5%" id="rgOpcao4" zIndex="2"/>
<region left="64%" top="85%" width="12.5%" height="7.5%" id="rgOpcao5" zIndex="2"/>
<region left="0" top="15%" width="14%" height="85%" id="rgInformacao"/>
<region right="0" top="0" width="23.5%" height="100%" id="rgXlets"/>
</region>
</regionBase>
```

CONTROLA A FORMA DE EXIBIÇÃO DOS ELEMENTOS

```
<descriptorBase>
# JUNÇÃO ENTRE MAPEAMENTO E REG. BASE DO VÍDEO, EXECUÇÃO AUTOMÁTICA
```

```

<descriptor region="rgVideo" id="dVideo"/>
# ORIENTAÇÃO DAS TRNSIÇÕES ENTRE MENUS
<descriptor region="rgOpcao1" id="dOpcao1" focusIndex="1" moveRight="2" focusBorderWidth="-2"
focusBorderColor="green"/>
<descriptor region="rgOpcao2" id="dOpcao2" focusIndex="2" moveRight="3" moveLeft="1"
focusBorderWidth="-2" focusBorderColor="green"/>
<descriptor region="rgOpcao3" id="dOpcao3" focusIndex="3" moveRight="4" moveLeft="2"
focusBorderWidth="-2" focusBorderColor="green"/>
<descriptor region="rgOpcao4" id="dOpcao4" focusIndex="4" moveRight="5" moveLeft="3"
focusBorderWidth="-2" focusBorderColor="green"/>
<descriptor region="rgOpcao5" id="dOpcao5" focusIndex="5" moveLeft="4" focusBorderWidth="-2"
focusBorderColor="green"/>
# JUNÇÃO ENTRE MAPEAMENTO E REG. BASE DOS BOTÕES
<descriptor region="rgInformacao" id="dInformacao"/>
<descriptor region="rgInfo" id="dInfo"/>
<descriptor region="rgBotaoInterativo" id="dBotaoInterativo"/>
<descriptor region="rgBotaoXlet" id="dBotaoXlet"/>
<descriptor region="rgXlets" id="dXlets"/>
<descriptor region="rgBotaoOff" id="dBotaoOff"/>
<descriptor region="rgBotaoTv" id="dBotaoTv"/>
<descriptor region="rgTV" id="dTv"/>
<descriptor region="rgXletUcg" id="dXletUcg"/>
<descriptor region="rginformacao" id="dinformacaotv"/>
</descriptorBase>

```

REGIÃO DE MAPEAMENTO DOS NÓS

```

</head>
<body>
# DESCRIÇÃO, LOCALIZAÇÃO DO ARQUIVO, TIPO E IDENTIFICADOR
<media descriptor="dVideo" src="/media/video1.mpeg" type="video/mpeg" id="video"/>
<media descriptor="dBotaoInterativo" src="/media/botaointerativo.gif" type="image/gif" id="botaointerativo"/>
<media descriptor="dOpcao1" src="/media/autor.gif" type="image/gif" id="autor"/>
<media descriptor="dOpcao2" src="/media/tvanalogica.gif" type="image/gif" id="tvanalogica"/>
<media descriptor="dOpcao3" src="/media/tvdigital.gif" type="image/gif" id="tvdigital"/>
<media descriptor="dOpcao4" src="/media/curiosidades.gif" type="image/gif" id="curiosidades"/>
<media descriptor="dOpcao5" src="/media/enquete.gif" type="image/gif" id="enquete"/>
<media descriptor="dInformacao" src="/media/menuautor.gif" type="image/gif" id="menuautor"/>
<media descriptor="dInformacao" src="/media/menutvanalogica.gif" type="image/gif" id="menutvanalogica"/>
<media descriptor="dInformacao" src="/media/menutvdigital.gif" type="image/gif" id="menutvdigital"/>
<media descriptor="dInformacao" src="/media/menulinks.gif" type="image/gif" id="menulinks"/>
<media descriptor="dInformacao" src="/media/menuenquete.gif" type="image/gif" id="menuenquete"/>
<media descriptor="dBotaoInterativo" src="/media/botaoavolta.gif" type="image/gif"
id="botaointerativovolta"/>
<media descriptor="dBotaoXlet" src="/media/botaoxlet.gif" type="image/gif" id="botaoxlet"/>
<media descriptor="dXlets" src="/media/bannerxlet.jpg" type="image/gif" id="bannerxlet"/>
<media descriptor="dBotaoOff" src="/media/botaoinformacao.gif" type="image/gif" id="botaoinformacao"/>
<media descriptor="dBotaoTv" src="/media/botaoTV.gif" type="image/gif" id="botaoTVinterativa"/>
<media descriptor="dinformacaotv" src="/media/informacaotv.jpg" type="image/gif" id="informacaotv"/>
<media descriptor="dInfo" src="/media/info.jpg" type="image/gif" id="info"/>

```

FUNÇÕES DE COMPORTAMENTO DOS COMPONENTES E SEUS CONECTORES

```

<port component="video" id="port_newDocument1_video"/>
# IDENTIFICAÇÃO QUE O VIDEO SERA INICIADO AUTOMATICAMENTE :: OnBegin
<link xconnector="connBase#onBeginStart" id="comecavideo">
<bind role="onBegin" component="video"/>
<bind role="start" component="botaointerativo"/>
</link>

# IDENTIFICAÇÃO QUE O MENU INICIARÁ AO COMANDO DA TECLA VERDE
<link xconnector="connBase#onKeySelectionStartNStopN" id="iniciomenuwhiteredimensionavideo">

```



```

<bind role="onSelection" component="botaointerativo">
<bindParam name="keyCode" value="GREEN"/>
</bind>
<bind role="stop" component="botaointerativo"/>
<bind role="start" component="autor"/>
</link>

```

IDENTIFICAÇÃO QUE A MENSAGEM DE INFORMAÇÃO EXIBE AO COMANDO DA TECLA INFO

```

<link xconnector="connBase#onKeySelectionStartNStopN" id="inicioinfo">
<bind role="onSelection" component="botaoxlet">
<bindParam name="keyCode" value="INFO"/>
</bind>
<bind role="stop" component="botaoxlet"/>
<bind role="start" component="info"/>
</link>

```

IDENTIFICAÇÃO QUE A INFORMAÇÃO É MOSTRADA AO PRESSIONAR TECLA AMARELA

```

<link xconnector="connBase#onKeySelectionStartNStopN" id="inicioinformacao">
<bind role="onSelection" component="botaotvinterativa">
<bindParam name="keyCode" value="YELLOW"/>
</bind>
<bind role="start" component="informacaotv"/>
<bind role="stop" component="botaotvinterativa"/>
</link>

```

IDENTIFICAÇÃO QUE A INFORMAÇÃO É FECHADA AO PRESSIONAR VERMELHO

```

<link xconnector="connBase#onKeySelectionStartNStopN" id="fiminformacao">
<bind role="onSelection" component="botaoinformacao">
<bindParam name="keyCode" value="0"/>
</bind>
<bind role="start" component="botaotvinterativa"/>
<bind role="stop" component="informacaotv"/>
</link>

```

IDENTIFICAÇÃO QUE A OPÇÃO INFORMAÇÃO SÓ É VALIDA A PARTIR DA TECLA VERDE ANTERIORMENTE

```

<link xconnector="connBase#onKeySelectionStartNStopN" id="iniciobotaoinformacao">
<bind role="onSelection" component="botaointerativo">
<bindParam name="keyCode" value="GREEN"/>
</bind>
<bind role="stop" component="botaointerativo"/>
<bind role="start" component="botaoinformacao"/>
</link>

```

IDENTIFICAÇÃO QUE OPÇÕES DE MENU SO SÃO VALIDADAS A PARTIR DA TECLA VERDE ANTERIORMENTE

```

<link xconnector="connBase#onKeySelectionStartNStopN" id="iniciobotao tv">
<bind role="onSelection" component="botaointerativo">
<bindParam name="keyCode" value="GREEN"/>
</bind>
<bind role="stop" component="botaointerativo"/>
<bind role="start" component="botaotvinterativa"/>
</link>

```

```

<link xconnector="connBase#onKeySelectionStartNStopN" id="iniciobannerxlet">
<bind role="onSelection" component="botaointerativo">
<bindParam name="keyCode" value="GREEN"/>
</bind>
<bind role="stop" component="botaointerativo"/>
<bind role="start" component="bannerxlet"/>
</link>

```

TODAS AS OPÇÕES DE MENU ABERTAS SERÃO FECHADAS AO PRESSIONAR TECLA VERMELHA

```
<link xconnector="connBase#onKeySelectionStartNStopN" id="voltamenu">
<bind role="onSelection" component="botaointerativovolta">
<bindParam name="keyCode" value="RED"/>
</bind>
<bind role="stop" component="botaointerativovolta"/>
<bind role="start" component="botaointerativo"/>
<bind role="stop" component="botaoxel"/>
<bind role="stop" component="bannerxlet"/>
<bind role="stop" component="botaoinformacao"/>
<bind role="stop" component="botaotvinterativa"/>
<bind role="stop" component="autor"/>
<bind role="stop" component="tvanalogica"/>
<bind role="stop" component="tvdigital"/>
<bind role="stop" component="enquete"/>
<bind role="stop" component="curiosidades"/>
<bind role="stop" component="menuautor"/>
<bind role="stop" component="menutvanalogica"/>
<bind role="stop" component="menutvdigital"/>
<bind role="stop" component="menulinks"/>
<bind role="stop" component="menuenquete"/>
<bind role="stop" component="informacaotv"/>
<bind role="stop" component="info"/>
</link>
```

COMPONENTE QUE SERÃO EXECUTADOS AO PRESSIONAR TECLA VERDE

```
<link xconnector="connBase#onKeySelectionStartNStopN" id="iniciobotaovolta">
<bind role="onSelection" component="botaointerativo">
<bindParam name="keyCode" value="GREEN"/>
</bind>
<bind role="stop" component="botaointerativo"/>
<bind role="start" component="botaointerativovolta"/>
</link>
```

```
<link xconnector="connBase#onKeySelectionStartNStopN" id="iniciomentvanalogica">
<bind role="onSelection" component="botaointerativo">
<bindParam name="keyCode" value="GREEN"/>
</bind>
<bind role="stop" component="botaointerativo"/>
<bind role="start" component="tvanalogica"/>
</link>
```

```
<link xconnector="connBase#onKeySelectionStartNStopN" id="iniciomenutvdigital">
<bind role="onSelection" component="botaointerativo">
<bindParam name="keyCode" value="GREEN"/>
</bind>
<bind role="stop" component="botaointerativo"/>
<bind role="start" component="tvdigital"/>
</link>
```

```
<link xconnector="connBase#onKeySelectionStartNStopN" id="iniciomenulinks">
<bind role="onSelection" component="botaointerativo">
<bindParam name="keyCode" value="GREEN"/>
</bind>
<bind role="stop" component="botaointerativo"/>
<bind role="start" component="curiosidades"/>
</link>
```

```
<link xconnector="connBase#onKeySelectionStartNStopN" id="iniciomenuenquete">
<bind role="onSelection" component="botaointerativo">
```

```

<bindParam name="keyCode" value="GREEN"/>
</bind>
<bind role="stop" component="botaointerativo"/>
<bind role="start" component="enquete"/>
</link>
<link xconnector="connBase#onKeySelectionStartNStopN" id="iniciobotaoxlet">
<bind role="onSelection" component="botaointerativo">
<bindParam name="keyCode" value="GREEN"/>
</bind>
<bind role="stop" component="botaointerativo"/>
<bind role="start" component="botaoxlet"/>
</link>
#AO ESCOLHER ENTRE AS OPÇÕES DO MENU AS OUTRAS SÃO FECHADAS E SOMENTE A
ESCOLHIDA É ABERTA
PARA CADA UMA DAS 5 OPÇÕES É REPETIDO O PROCESSO
<link xconnector="connBase#onKeySelectionStartNStopN" id="iniciomenuautor">
<bind role="onSelection" component="autor">
<bindParam name="keyCode" value="VK_ENTER"/>
</bind>
<bind role="stop" component="menutvanalogica"/>
<bind role="stop" component="menutvdigital"/>
<bind role="stop" component="menulinks"/>
<bind role="stop" component="menuenquete"/>
<bind role="start" component="menuautor"/>
</link>

<link xconnector="connBase#onKeySelectionStartNStopN" id="iniciomenuvdigital2">
<bind role="onSelection" component="tvdigital">
<bindParam name="keyCode" value="VK_ENTER"/>
</bind>
<bind role="stop" component="menutvanalogica"/>
<bind role="stop" component="menuautor"/>
<bind role="stop" component="menulinks"/>
<bind role="stop" component="menuenquete"/>
<bind role="start" component="menutvdigital"/>
</link>

<link xconnector="connBase#onKeySelectionStartNStopN" id="iniciomenuvanalogica">
<bind role="onSelection" component="tvanalogica">
<bindParam name="keyCode" value="VK_ENTER"/>
</bind>
<bind role="stop" component="menuautor"/>
<bind role="stop" component="menutvdigital"/>
<bind role="stop" component="menulinks"/>
<bind role="stop" component="menuenquete"/>
<bind role="start" component="menutvanalogica"/>
</link>

<link xconnector="connBase#onKeySelectionStartNStopN" id="iniciomenulinkslado">
<bind role="onSelection" component="curiosidades">
<bindParam name="keyCode" value="VK_ENTER"/>
</bind>
<bind role="stop" component="menutvanalogica"/>
<bind role="stop" component="menutvdigital"/>
<bind role="stop" component="menuautor"/>
<bind role="stop" component="menuenquete"/>
<bind role="start" component="menulinks"/>
</link>

<link xconnector="connBase#onKeySelectionStartNStopN" id="iniciomenuenquetelado">

```

```
<bind role="onSelection" component="enquete">
<bindParam name="keyCode" value="VK_ENTER"/>
</bind>
<bind role="stop" component="menutvanalogica"/>
<bind role="stop" component="menutvdigital"/>
<bind role="stop" component="menuautor"/>
<bind role="stop" component="menulinks"/>
<bind role="start" component="menuenquete"/>
</link>

</body>
</ncl>
```
