

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS APLICADAS A EDUCAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

**UM ESTUDO SOBRE APLICAÇÕES DE TV DIGITAL E
SEGUNDA TELA**

DIEGO LOPES DE MESQUITA
Orientador: Prof. Dr. Raoni Kulesza

RIO TINTO - PB
2013

DIEGO LOPES DE MESQUITA

**UM ESTUDO SOBRE APLICAÇÕES DE TV DIGITAL E
SEGUNDA TELA**

Monografia apresentada para obtenção do título de Bacharel à banca examinadora no Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação do Centro de Ciências Aplicadas e Educação (CCAIE), Campus IV da Universidade Federal da Paraíba.
Orientador: Prof. Dr. Raoni Kulesza.

RIO TINTO – PB
2013

M582u Mesquita, Diego Lopes de.

1.1.1.1 Um estudo sobre aplicações de TV digital e segunda tela / Diego Lopes de Mesquita. – Rio Tinto: [s.n.], 2013.

67f.: il. –

Orientador: Raoni Kulesza.

Monografia (Graduação) – UFPB/CCAÉ.

1.Interatividade – Televisão. 2.TV digital. 3.Ginga. I. Título.

UFPB/BS-CCAÉ
007:621.397.13 (043.2)

CDU:

DIEGO LOPES DE MESQUITA

UM ESTUDO SOBRE APLICAÇÕES DE TV DIGITAL E SEGUNDA TELA

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Universidade Federal da Paraíba, Campus IV, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de BACHAREL EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO.

Assinatura do autor: _____

APROVADO POR:

Orientador: Prof. Dr. Raoni Kulesza
Universidade Federal da Paraíba – Campus IV

Prof. Me. Yuri de Almeida Malheiros
Universidade Federal da Paraíba – Campus IV

Prof. Me. Rodrigo de Almeida Vilar de Miranda
Universidade Federal da Paraíba – Campus IV

RIO TINTO – PB
2013

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade e privilégio que me foi dado.

A meus pais, Cecília Maria Lopes e Elio Carlos Mesquita, por toda ajuda, amor, compreensão e colaboração na dura caminhada até aqui, sempre me mostrando o caminho certo a seguir.

A toda minha família, em especial a meu tio Edimar Mesquita, meu tutor na escolha deste curso que estou finalizando e o meu maior incentivador.

Aos meus queridos amigos, sempre prestativos, companheiros de todas as horas que levarei por toda vida.

A todos os meus professores, pela dedicação e entusiasmo demonstrados ao longo do curso, contribuindo com meu desenvolvimento como aluno e profissional. Em especial ao meu orientador prof^o Raoni Kulesza e ao meu amigo Thales Ferreira, aluno de mestrado de Informática da UFPB. Ambos me ajudaram e muito no desenvolvimento deste trabalho.

A minha noiva e futura esposa Suyanne Fontenele, por todo amor, dedicação e pela paciência em tolerar a ausência e a distância.

Em especial, dedico este trabalho a meu filho, João Arthur Mesquita, que mesmo desconhecendo o que se passa, foi quem mais colaborou, sendo minha maior fonte de inspiração e força de vontade.

RESUMO

Não é de agora que a televisão se tornou um dos maiores meios de comunicação do mundo, sendo considerada uma grande fonte de entretenimento, cultura e informação. Com a chegada da TV Digital além dos benefícios trazidos com a imagem e o som de alta definição, os usuários deixaram de ser meros espectadores e passaram a interagir com a programação, podendo também usufruir de uma variedade de serviços computacionais por meio da TV. O presente trabalho destina-se a mostrar e esclarecer as diversas faces da TV Digital, apresentando uma visão geral sobre a mesma, enfatizando o caráter da interatividade e o conceito de Segunda Tela. Tal estudo envolve aspectos gerais da TV Digital, sua arquitetura e componentes básicos, além das linguagens de programação utilizadas no desenvolvimento de aplicações para TV Digital. Após o embasamento teórico, é apresentada a implementação de aplicações de Segunda Tela, em diversos cenários de uso, utilizando as tecnologias e metodologias abordadas neste trabalho.

Palavras chave: TV Digital, Interatividade, Segunda Tela, Ginga, Google TV, NCL, Android

ABSTRACT

It is not now that television has become one of the largest media outlets in the world and is considered a great source of entertainment, culture and information. With the arrival of digital TV beyond the benefits brought with the picture and sound of high definition, users are no longer mere spectators and began to interact with programming and can also enjoy a variety of computational services via the TV. This paper is intended to clarify and show the various faces of Digital TV, presenting an overview of the same, emphasizing the character of the concept of interactivity and Second Screen. This course of study involves general aspects of interactive digital TV, its architecture and technical components, in addition to the programming languages used to develop applications for Digital TV. After the theoretical background, is shown the implementation of Second Screen applications in various usage scenarios, using the technologies and methodologies discussed in this work.

Keywords: Digital TV, Interactivity, Second Screen, Ginga, Google TV, Android, NCL.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cenário da TV Digital aberta no Brasil	4
Figura 2 - Cronograma de início de transmissão da TV Digital	6
Figura 3 - Componentes fundamentais da TV Digital Interativa	10
Figura 4 - Arquitetura de um ambiente IPTV	12
Figura 5 - Exemplo Broadband TV (Interface da Samsung Smart TV)	12
Figura 6 - Camadas genéricas dos sistemas de TV Digital	13
Figura 7 - Processo de transmissão e recepção de TV Digital	14
Figura 8 - Arquitetura de TV digital com tecnologias usadas em cada camada	14
Figura 9 - Mapa dos países e seus respectivos padrões de TVD	17
Figura 10 - Arquitetura em camadas ATSC	18
Figura 11 - Arquitetura em camadas DVB	19
Figura 12 - Arquitetura em camadas ISDB	20
Figura 13 - Padrões atuantes na América do Sul	21
Figura 14 - Camadas do Sistema Brasileiro de TV Digital	22
Figura 15 - Visão geral do middleware Ginga	25
Figura 16 - Arquitetura do Middleware Ginga	25
Figura 17 - Visão geral do Ginga-CC	26
Figura 18 - Visão geral do Ginga-J	27
Figura 19 - Visão geral do Ginga-NCL.....	27
Figura 20 - Estrutura de um documento NCL	29
Figura 21 - Exemplo código Lua	30
Figura 22 - Arquitetura <i>Android</i>	32
Figura 23 - Home da GoogleTV	33
Figura 24 - Formas de se utilizar os serviços da GoogleTV	35
Figura 25 - Sequência de mensagens do Pairing Protocol	38
Figura 26 - Exemplo de uma Mensagem Remota - Anymote Protocol	39
Figura 27 - Exemplo de uma Mensagem de Solicitação (RequestMessage).....	39
Figura 28 - Exemplo de uma Mensagem de Resposta (ResponseMessage)	40
Figura 29 - Proposta de integração entre aplicações <i>android</i> (Anymote) e Ginga NCL.....	41
Figura 30 - Demonstração dispositivo Ginga – Cenário 1	43
Figura 31 - Tela <i>AppMote</i> – Cenário 1.....	43
Figura 32 - Demonstração exibição da página Web – Cenário 2.....	44
Figura 33 - Tela <i>AppMote</i> – Cenário 2.....	44
Figura 34 - Tela <i>AppMote</i> – Cenário 3.....	45
Figura 35 – Arquitetura da aplicação desenvolvida	46

Figura 36 – Documento <i>main.ncl</i>	47
Figura 37 – Módulo <i>tvScript.lua</i>	47
Figura 38 – Diagrama de classes do <i>Anymote</i>	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela comparativa entre sinal analógico e sinal digital	8
Tabela 2 - 1ª e 2ª geração de GoogleTVs	34

LISTA DE SIGLAS

8-VSB	<i>8-Level Vestigial Sideband</i>
AAC	<i>Advanced Audio Coding</i>
ABERT	Associação Brasileira de Emissoras de Rádio e Televisão
AC3	<i>Audio Coding</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
ARIB	<i>Association of Radio Industries and Businesses</i>
ATSC	<i>Advanced Television System Committee</i>
AVC	<i>Advanced Video Coding</i>
CC	<i>Common Core</i>
COFDM	<i>Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex</i>
DASE	<i>Digital Television Application Software Environment</i>
DSM-CC	<i>Digital Storage Media, Command and Control</i>
DTV	<i>Digital Television</i>
DVB	<i>Digital Video Broadcasting</i>
EPG	<i>Electronic Program Guide</i>
HDTV	<i>High-Definition Television</i>
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
ISDB	<i>Integrated Services Digital Broadcasting</i>
MHP	<i>Multimedia Home Platform</i>
MPEG	<i>Moving Picture Expert Group</i>
NCL	<i>Nested Context Language</i>
SBR	<i>Spectral Band Replication</i>
SBTVD	Sistema Brasileiro de TV Digital
SDTV	<i>Standard Definition Television</i>
STB	<i>Set-Top Box</i>
TV	Televisão
TVDI	Televisão Digital Interativa
URD	Unidade de Recepção Digital
XML	<i>Extensible Markup Language</i>

SUMÁRIO

RESUMO	VI
ABSTRACT	VII
LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE TABELAS.....	X
LISTA DE SIGLAS.....	XI
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVOS	1
1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	2
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	3
2.1 TV DIGITAL.....	3
2.1.1 <i>História / Surgimento</i>	4
2.1.1.1 <i>No Brasil</i>	5
2.1.2 <i>TV Digital x TV Analógica</i>	7
2.1.3 <i>Conceito de Interatividade</i>	8
2.1.4 <i>Componentes da TV Digital Interativa</i>	10
2.1.5 <i>TV Conectada (BroadbandTV)</i>	11
2.2 SISTEMA DE TV DIGITAL	13
2.2.1 <i>Camada de aplicação</i>	14
2.2.2 <i>Camada de Middleware</i>	15
2.2.3 <i>Camada de compressão</i>	16
2.2.4 <i>Camada de transporte</i>	16
2.2.5 <i>Camada de modulação</i>	16
2.3 PADRÕES MUNDIAIS DE TV DIGITAL	17
2.3.1 <i>ATSC - Padrão Americano</i>	17
2.3.2 <i>DVB - Padrão Europeu</i>	18
2.3.3 <i>ISDB - Padrão Japonês</i>	19
2.4 SISTEMA BRASILEIRO DE TV DIGITAL (SBTVD).....	20
2.4.1 <i>ISDB-TB - Padrão Brasileiro</i>	21
2.4.2 <i>Características Técnicas</i>	22
2.5 MIDDLEWARE PARA TV DIGITAL.....	23
2.5.1 <i>Ginga</i>	24
2.5.1.1 <i>Ginga-CC</i>	25
2.5.1.2 <i>Ginga-J</i>	26
2.5.1.3 <i>Ginga-NCL</i>	27

2.6	DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÕES PARA TV DIGITAL	28
2.6.1	<i>NCLua</i>	28
2.6.2	<i>Android</i>	31
2.6.2.1	<i>Arquitetura</i>	31
2.6.3	<i>GoogleTV</i>	32
2.7	NOVOS CENÁRIOS DE APLICAÇÕES DE TV DIGITAL	35
2.7.1	<i>Segunda Tela</i>	36
2.7.2	<i>Anymote</i>	37
3	PROPOSTA	41
3.1	VISÃO GERAL	41
3.2	CENÁRIOS DE USO.....	42
3.2.1	<i>Cenário 1 - Enquete</i>	42
3.2.1	<i>Cenário 2 - Enviar URL</i>	44
3.2.1	<i>Cenário 3 - Enviar Foto</i>	45
3.3	DESENVOLVIMENTO DOS CENÁRIOS.....	45
3.3.1	<i>Ambiente de desenvolvimento (Tecnologias e Ferramentas)</i>	46
3.2.1	<i>Arquitetura de alto-nível</i>	46
3.2.1	<i>Projeto e Implementação</i>	48
4	CONCLUSÃO	51
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

1 INTRODUÇÃO

A televisão é um meio de comunicação social de suma importância para a sociedade, tendo como finalidade informar e também proporcionar entretenimento à grande massa. No Brasil este meio experimenta um momento transitório, baseado na substituição do sistema analógico de transmissão de TV aberta pelo sistema digital.

No início, as pesquisas na área de TV buscavam melhorar a qualidade da imagem por meio do formato HDTV (*High Definition Television*). Nesse contexto, o avanço estava relacionado a melhorar a capacidade de transmissão de sinais televisivos convencionais, onde se manteria o mesmo formato analógico até então utilizado (Dizard Jr. 2000. p. 68). Posteriormente, é que utilizaram técnicas de digitalização para melhorar ainda mais o transporte de sinais de HDTV e outras funcionalidades comuns para esse tipo de sistema. Assim, podemos concluir que a TV Digital é uma evolução tecnológica da TV Analógica, que traz mais qualidade de vídeo e áudio, aumento da oferta de programação e possibilidades de novos serviços e aplicações.

Além das vantagens relacionadas ao áudio e vídeo das transmissões, outro ponto interessante é o conceito de interatividade, que está relacionado a TV Digital, trazendo uma nova área a ser explorada, e que está em constante evolução. Seguindo essa linha de interatividade, o conceito de Segunda Tela (detalhado na sessão 2.7.1) aparece em destaque, ganhando cada vez mais espaço e casos de sucesso.

1.1 OBJETIVOS

O primeiro objetivo deste estudo é apontar e conhecer a nova forma de recepção e transmissão de televisão no Brasil e no mundo, a TV Digital, bem como suas características. Adicionalmente, pesquisar a capacidade de interatividade e como ela deve mudar o modo de assistir à TV, criando uma forma de interação entre a programação e o telespectador. Além de explorar o conceito de Segunda Tela, suas características, casos de sucesso e inovações da área.

Este trabalho tem como objetivo principal investigar as soluções tecnológicas atuais que permitem desenvolver aplicações de Segunda Tela para TV. Tal estudo levará em consideração as plataformas de TV Digital e TV Conectada, particularmente, duas soluções baseadas em especificações abertas: Ginga e GoogleTV.

Outro objetivo é fazer com que este trabalho sirva de referência para a área de desenvolvimento de aplicações para Segunda Tela, auxiliando no embasamento teórico e na implementação, desenvolvedores, alunos e interessados no assunto.

Para conseguir obter o objetivo geral proposto, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Levantamento bibliográfico sobre as plataformas de TV Digital e TV Conectada considerando cenários de uso de aplicações de Segunda Tela;
- Comparação entre duas soluções para desenvolver aplicações de Segunda Tela: Ginga e GoogleTV;
- Especificar e implementar cenários de integração entre as duas soluções para avaliar as possibilidades de convergência.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em quatro capítulos, sendo o primeiro a Introdução, contendo um texto introdutório sobre o assunto abordado no estudo. O segundo capítulo contém a Fundamentação Teórica, onde são apresentados os estudos realizados para embasamento técnico. No terceiro capítulo, denominado Proposta, são mostrados os resultados do estudo e todos os processos de implementação até o alcance do objetivo do trabalho. O quarto capítulo é a Conclusão, onde são feitas as considerações finais do trabalho, descrevendo as lições aprendidas, os objetivos alcançados e os trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta conceitos que fundamentam a elaboração da solução proposta pelo trabalho. Inicialmente serão apresentadas informações sobre TV Digital de modo geral, detalhando sua história, diferenças para o sistema de TV analógica, descrição do conceito de interatividade e TV Conectada. Em seguida, será apresentado o Sistema de TV Digital, detalhando suas camadas e a importância de cada uma. Posteriormente serão apresentados os padrões mundiais de TV Digital, descrevendo suas características e diferenças entre eles.

Uma vez fundamentado o Sistema de TV Digital, será apresentado o Sistema Brasileiro de Televisão Digital (SBTVD), detalhando suas características técnicas e o padrão brasileiro ISDB-TB. Em seguida será descrito o conceito de middleware, com ênfase ao middleware brasileiro Ginga, descrevendo suas características e componentes. Finalizando, será apresentado o conceito de Segunda Tela, além disso, serão descritas linguagens, tecnologias e protocolos utilizados para o desenvolvimento de aplicações para TV Digital e Segunda Tela, tais como NCLua, Android, GoogleTV e Anymote.

2.1 TV DIGITAL

TV Digital é um sistema televisivo com transmissão, recepção e processamento totalmente digital, sendo possível, do lado do usuário final, os programas serem exibidos por meio de equipamentos totalmente digitais ou através de aparelhos analógicos acoplados as unidades conversoras conhecidas como URD (Unidade Receptora Decodificadora), que também é conhecida pelos termos IRD (*Integrated Receiver Decoder*) e STB (*Set Top Box*) [PAES, A. & ANTONIAZZI, R. 2005]. Na Figura 1 podemos observar o cenário da TV Digital aberta no Brasil, demonstrando que as três etapas – produção e serviços, transmissão e recepção – são desenvolvidas e executadas de forma digital.

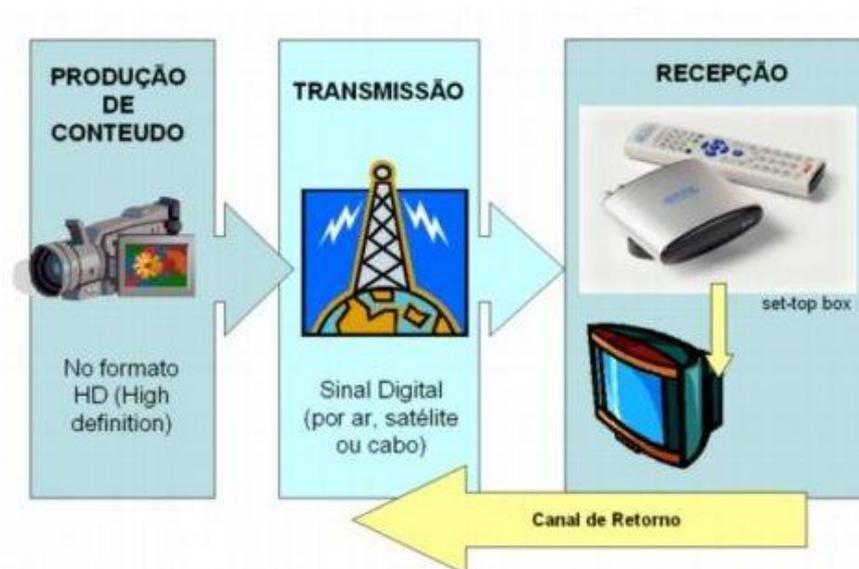


Figura 1 - Cenário da TV Digital aberta no Brasil

Esse conceito de TV Digital está cada vez mais em alta, em virtude das melhorias nas transmissões nesse formato, e principalmente devido a grande diferença de qualidade de imagem e som no formato de transmissão digital em comparação a imagem e som transmitido via sinal analógico.

2.1.1 HISTÓRIA / SURGIMENTO

A TV no seu surgimento, não se parecia em praticamente nada com o que chamamos de televisão hoje em dia. Desde a implantação do primeiro canal de TV, a BBC (British Broadcasting Corporation) de Londres, que foi fundada em 1936, a televisão passou por várias modificações, em um longo e constante processo de evolução e adequação às novas necessidades sociais. Na década de 50, a televisão em cores foi um fato marcante na história, possibilitando aos telespectadores assistirem transmissões de imagens coloridas. No final da década de 70 iniciaram os testes com diferentes tipos de modulações do sinal audiovisual digital para transmissão terrestre e por satélite [BBC, 2008]. Atualmente a televisão, como os outros meios de comunicação em massa, segue uma tendência mundial do movimento de convergência digital, o que é conhecido como TV Digital.

A história da TV Digital inicia-se no início da década, com os estudos da TV pública japonesa do NHK (*Nippon Hoso Kyoka*) e mais 100 estações comerciais, para desenvolver

uma TV de alta definição, chamada de HDTV, que buscava a qualidade de imagem e som na TV equivalente a cinema.

Quando os japoneses começaram a desenvolver uma TV de alta definição, nem imaginavam que naquele momento nascia o mais moderno sistema midiático do século XXI. Os estudos sobre a plataforma digital, à medida que avançavam, despertavam as atenções de potências mundiais, como Estados Unidos e países da Europa, desencadeando uma onda de estudos relacionados à melhoria da qualidade de transmissão e imagem.

No final de 1993, os europeus decidiram desenvolver um padrão totalmente digital e adotaram o padrão MPEG, criando então o consórcio DVB – *Digital Video Broadcasting*. A versão DVB para a radiodifusão terrestre (DVB-T) entrou em operação em 1998, na Inglaterra. Os americanos criaram um padrão que ficou conhecido como ATSC, o mesmo começou a ser desenvolvido em 1987, mas só entrou em operação em 1998. Só em 1997 os japoneses decidiram desenvolver um padrão totalmente digital. O sistema japonês denominado ISDB (*Integrated Services Digital Broadcasting*) assemelha-se ao europeu e entrou em operação com transmissão via satélite em 2000.

2.1.1.1 NO BRASIL

A TV com formato digital teve início no Brasil em 1996 através de TVs por assinatura via satélite como Directv e SKY. Apesar da imagem ser transmitida em sinal digital, esses sistemas não permitiam a alta definição e a interatividade era bastante limitada.

Mas, o estudo para a implantação no Brasil de um sistema digital de TV aberta em alta definição teve início em 1994, por um grupo composto pela Sociedade Brasileira de Engenharia de Televisão (SET), e pela Associação brasileira de Rádio e Televisão (ABERT). Primeiramente, analisando os sistemas já estruturados como o ATSC norte americano, o europeu DVB-T, e o japonês ISDB-T. Em 1998 o grupo recebe o suporte da Universidade Presbiteriana Mackenzie, e iniciam uma série de testes nos três sistemas (DVB, ATSC e ISDB). Tal estudo foi considerado muito rigoroso e robusto por toda a comunidade técnica em DTV, e teve como conclusão que o padrão ISDB-T seria o melhor sistema de TV Digital para o Brasil.

Em 2003, foi criado o Sistema Brasileiro de TV Digital (SBTVD), que iniciou oficialmente os estudos para o processo de transição para um modelo digital de TV no Brasil. Foi nessa fase que foram definidos os requisitos do sistema, as tecnologias e padrões a serem

usados e as políticas de implantação. Nesse meio tempo, a fim de aperfeiçoar o serviço da TV Digital aqui no Brasil, surgiu o middleware nacional Ginga, que é resultado de vários anos de pesquisa e desenvolvimento realizados pela PUC-Rio e pela Universidade Federal da Paraíba.

O Ginga foi incorporado ao padrão ISDB-Tb e se tornou a primeira contribuição brasileira na área de tecnologia da informação a se tornar um padrão mundial, reconhecido pela União Internacional de Telecomunicações (ITU-T).

Assim, com o resultado dos estudos e testes, em 26 de Junho de 2006, fica decidido pelo Ato Presidencial número 5.820 que o ISDB-T seria a base para o sistema oficial de transmissão de TV digital no Brasil, o SBTVD (Sistema Brasileiro de TV Digital), sistema que desde outubro de 2007, já atua em várias cidades brasileiras, como mostrado na Figura 2.



Figura 2 - Cronograma de início de transmissão da TV Digital (FSBTVD, 2006)

2.1.2 TV DIGITAL x TV ANALÓGICA

Uma das principais diferenças da transição da TV analógica para a digital é o aumento da resolução da tela, melhora da qualidade de imagem e som, dando fim aos chuviscos, chiados e “fantasmas”. Estes efeitos sobre a imagem ocorrem quando há interferência e ruídos no sinal original, limitando muito a capacidade do sistema [BRACKMANN, Christian. 2008].

Vantagens como imagem de alta definição, som límpido, sinal estável, vários canais e a possibilidade de interação, só são possíveis devido ao fato da transmissão digital poder ser

compactada. Na transmissão analógica, os sinais não podem ser compactados, tal como ocorre na transmissão digital. Para cada quadro do sinal analógico padrão são emitidos sinais com 525 linhas por 720 pixels, totalizando 378.000 pixels por quadro, o que ocupa todo canal de 6MHZ disponível no sistema brasileiro. Essas e outras diferenças podem ser analisadas na tabela 1.

Devido à capacidade de compactação da transmissão digital, torna-se desnecessário o envio de todos os pixels de cada quadro, reduzindo a banda usada na transmissão e aumentando a capacidade de transmissão. Ou seja, a compactação leva a uma menor taxa de transmissão, possibilitando que mais conteúdo seja veiculado nos mesmos canais. Por exemplo, na faixa de frequência de 6MHZ que um canal de TV analógica brasileiro necessita, podem ser transmitidos simultaneamente diversos sinais de TV digital.

Tabela 1 - Comparação entre sinal analógico e sinal digital

	Analógica	Digital
Resolução	525 linhas (4:3)	1080 linhas (16:9) 720 a 480 linhas (16:9) ou 1920x1080 pixels (HDTV) E 640x480 (SDTV)
Qualidade de imagem	Degrada	Não degrada
Recursos extras	Nenhum	Interatividade
Otimização de espectro	Uso de espectro limitado por interferências	Possível uso de canais adjacentes
Interatividade	Através de outros recursos externos (Internet - telefone - celular)	Imediato, através do próprio aparelho
Interferência	Sim	Raramente
Programação	Única	Múltipla - até 6 programações por canal
Formato de imagem	4:3 (vertical)	16:9 (mais horizontal)
Som	Mono ou estéreo (até 2 canais)	Dolby Digital (até 6 canais)
Impressão em tela	Canhão de elétrons	Em bits

2.1.3 CONCEITO DE INTERATIVIDADE

Um das maiores vantagens da TV Digital, se não a maior, é a possibilidade de interação entre o usuário e a programação de sua televisão, herdando o conceito de comunicação bidirecional, algo muito recente e que ainda está sendo disseminado no Brasil e no mundo. Em outras palavras, o sinal digital estabelece um canal de comunicação entre telespectador e emissora, permitindo que informações complementares sobre determinado programa fiquem disponíveis para o usuário.

Uma das diferenças significativas entre a televisão digital interativa e a televisão analógica é a existência de uma memória nos receptores, a fim de proporcionar armazenamento local das informações.

No cenário de televisão digital interativa, os usuários possuem uma diversidade de serviços e aplicações quando estão de frente ao aparelho de televisão. Entende-se como serviço tudo aquilo que o provedor necessita para prover um valor para o usuário, e como aplicação, aquilo que o usuário percebe como lhe trazendo valor. Desse modo, foram identificados os principais serviços e aplicações disponíveis no mercado de televisão digital interativa ou que venham ser disponibilizados.

Os serviços apresentados a seguir foram classificados em quatro categorias: comunicação, transação, entretenimento e informação. Dentro de cada categoria foram listadas diferentes aplicações possíveis de serem implementadas e, que em sua maioria, levam em consideração as limitações da plataforma, dos set - top boxes e da capacidade de utilização dos usuários.

Os serviços de comunicação são caracterizados pela necessidade de trocas de informações bidirecionais, ou seja, o usuário tanto recebe quanto envia informações (vídeo, áudio e dados). Esses serviços geralmente ocorrem entre pessoas e entre pessoas e máquinas. Tem-se como exemplo de aplicações desta categoria de serviço o correio eletrônico (email), chat, SMS, MMS e vídeo conferência.

Os serviços de transação também são caracterizados pela necessidade de trocas de informações bidirecionais, porém demandam um canal de transmissão seguro, isto é, que atenda aos requisitos das aplicações quanto à privacidade, integridade e autenticidade do usuário. Usualmente este serviço ocorre entre pessoas e máquinas. Como principais aplicações desta categoria de serviço têm-se compras e reservas on-line, votações e plebiscitos on-line e consulta a dados sigilosos.

Os serviços interativos de entretenimento são caracterizados pelo aspecto divertido da programação. Estes serviços podem ser tanto bidirecionais quanto unidirecionais. Exemplos de aplicações desta categoria de serviço são os jogos on-line, apostas on-line e vídeo sob demanda.

Os serviços interativos de informação são caracterizados pela busca e consulta a bancos de informações. Estes serviços podem ser tanto unidirecionais quanto bidirecionais. Como principais aplicações desta categoria de serviço têm-se: notícias on-line; clima on-line e guia eletrônico de programação.

No Brasil, o Sistema Brasileiro de Televisão Digital, fundamenta-se em compromissos com as inclusões social e digital, e vem apostando que a televisão digital interativa auxiliará a diminuição da exclusão digital, e conseqüentemente a social. Devido a essas características peculiares, o sistema demanda uma gama de serviços e aplicações interativas diferentes das ofertadas em outros países.

2.1.4 COMPONENTES DA TV DIGITAL INTERATIVA

Para analisarmos um sistema de televisão digital temos que partir de um modelo genérico. Esse modelo pode ser observado na Figura 3 e é composto de três partes: (1) um transmissor ou difusor que é responsável por prover serviços de entretenimento e interação para os usuários; (2) um canal de difusão que é responsável pela entrega correta dos dados e (3) um receptor que recebe o conteúdo televisivo e possibilita ainda a interação com o transmissor [SOUZA, 2004].

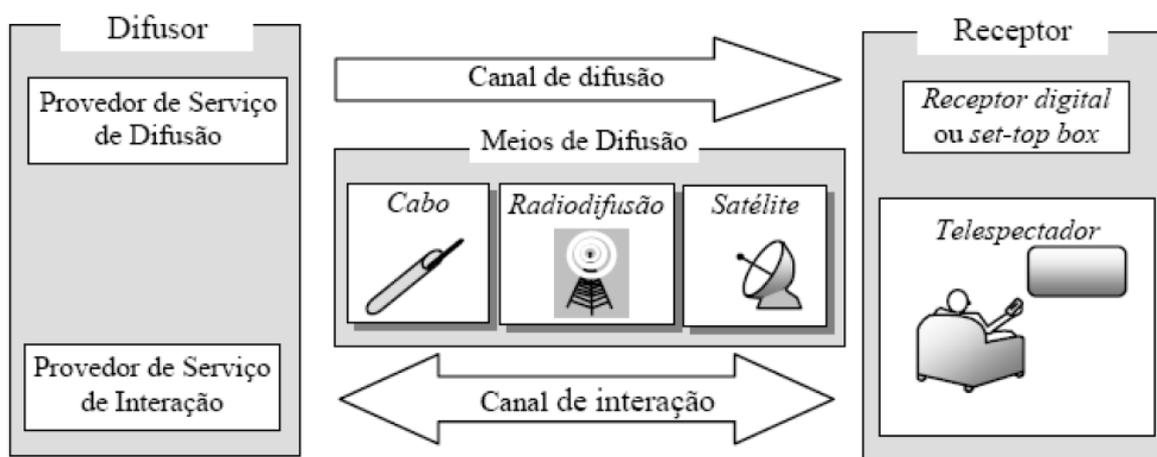


Figura 3 - Componentes fundamentais da TV Digital Interativa (MONTEZ, 2005)

O conteúdo televisivo que pode ser fluxos de áudio, vídeo ou dados são transmitidos por milhares de estações e recebidos por aparelhos digitais de televisão ou pelos STB (*Set Top Box*). Esse aparelho é responsável por fazer a conversão do sinal digitalizado para TV analógica além de possuir um canal de retorno para fornecer a interatividade entre o emissor e telespectador. Ele é constituído por componentes de *software* (sistema operacional e ambiente que executa os programas interativos) e *hardware* específico [FERNANDEZ, 2004].

O canal de retorno (canal de interação) é quem possibilita a comunicação entre o receptor e o difusor. De acordo com a existência ou não do canal de retorno, foram classificados níveis de interatividade que podem ser divididos em:

- **Interatividade local:** não utiliza o canal de retorno. Podem ser realizadas interações como: configuração de legendas, jogos residentes e acesso ao guia de programação eletrônica.
- **Interatividade remota:** utiliza o canal de retorno. Podem ser realizadas interações como: comércio eletrônico, acesso a contas bancárias, serviços de saúde e aplicações para educação à distância.
 - **Unidirecional:** permite ao receptor apenas o envio de dados (*upload*).
 - **Bidirecional:** além de enviar dados, permite ao receptor fazer o carregamento de dados (*download*) utilizados pelos aplicativos.

2.1.5 TV CONECTADA (*BROADBAND TV*)

A *Broadband TV*, também conhecida como TV Conectada, é mais um produto fruto dessa convergência digital que está há ocorrer no mundo. Basicamente, são televisões ligadas à Internet, com isso, dispõem de toda a infinidade de aplicações e entretenimento disponível na grande rede, tais como centenas de aplicativos, inúmeros jogos entre outras coisas.

Uma vez implementada a tecnologia da TV digital, os fabricantes de TV encontraram um novo nicho de mercado a ser explorado, no qual os aparelhos de TV digital, por meio de uma interface de rede acoplada, podem ser utilizados para explorar alguns dos serviços oferecidos pela Internet como, por exemplo, vídeos sobre demanda, jogos on-line, aplicativos ou até mesmo comércio eletrônico [SILVA SOARES, 2012].

Esse modelo de TV, também conhecida como TV Inteligente, está cada vez mais comum no mercado. Segundo fabricantes, de 30% a 40% das TVs à venda no Brasil já vem

com essa tecnologia, mostrando a força dessa nova tendência no cenário nacional. Atualmente existem dois tipos de TV conectada: as TVs equipadas com navegador (*browser*), que permitem a navegação entre sites, semelhante ao computador e as TVs sem navegador, tendo um acesso mais limitado à Internet.

Segundo Guedes (2012), para se construir o conceito de *BroadBand TV* é necessário primeiramente apresentar os sistemas de IPTV. Ilustrado na Figura 4, o ITU (*International Telecommunication Union*) define IPTV como serviços multimídia para televisão com vídeo, áudio, texto gráficos e dados fornecidos sobre redes baseados em protocolo *IP* capazes de fornecer o nível de qualidade exigido em serviços de TV tradicional. Esses serviços englobam TV tradicional e serviços que envolvem uma combinação de comunicação e conteúdo sob demanda, como VoIP – voz sobre *IP* e VoD - vídeo sob demanda.

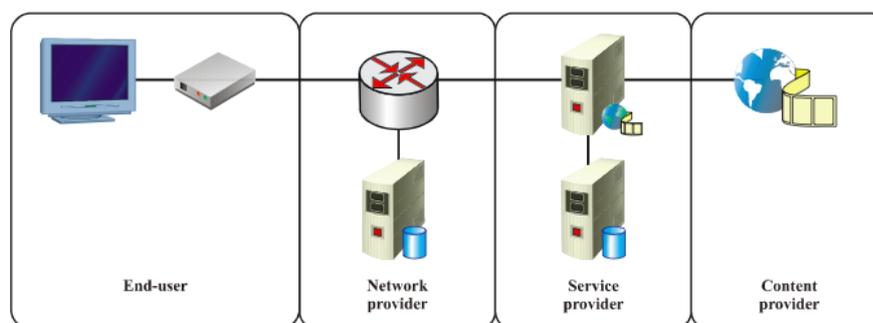


Figura 4 – Arquitetura de um ambiente IPTV.

Um grande diferencial da *Broadband TV* é o uso de lojas de aplicações, ou *Application Store*. Esse conceito é bem difundido no universo dos dispositivos móveis, onde existem diversas lojas como a *AppStore* da *Apple*, a *OVI* da *Nokia* e o *Google Play* da *Google*. Tais lojas criam um canal de varejo para distribuição de aplicações aos consumidores finais.

Exemplos de *Application Store* de *Broadband TV* são a *YahooTV* da *Yahoo*, o *Sticker Center* da *TOTVS* (TOTVS, 2010), *SmartTV* da *Samsung* (Figura 5), *NetTV* da *Philips*, *Internet TV* da *Sony* e *VieraCast* da *Panasonic*.



Figura 5 - Exemplo Broadband TV (Interface da Samsung Smart TV)

2.2 SISTEMA DE TV DIGITAL

Basicamente, o Sistema de TV Digital é o conjunto de toda a infraestrutura e seus respectivos atores (concessionárias, redes, produtoras, empresas de serviços, ONGs, indústrias de conteúdo e de eletroeletrônicos) [ZUFFO, 2003].

Segundo Becker (2006) a TV digital interativa pode ser modelada de forma genérica com a composição quatro entidades: o difusor, responsável por transmitir o conteúdo áudio visual e dados para os receptores de TV; o canal de difusão, que é o canal de comunicação por difusão para os receptores, usado para distribuição do conteúdo; o receptor, que é o dispositivo que consome o conteúdo de TV; e o canal de interação, que é um canal de comunicação que permite troca de informações entre o receptor e o difusor.

Esses componentes estão contidos em camadas, as quais constituem a infraestrutura da TVDI, essas camadas estão representadas na Figura 6.



Figura 6 - Camadas genéricas dos sistemas de TV Digital (BECKER, 2008)

A TVDI é organizada em camadas para que uma camada inferior proveja serviços a uma superior, e a superior não fique responsável pelo modo que a inferior trata os dados ali processados, isso fica ilustrada na Figura 7. Esse tipo de estrutura é bem conhecido e usado atualmente nas redes de computadores, semelhante ao modelo OSI (*Open Systems Interconnection*) [SEDREZ, Fernando. 2008].

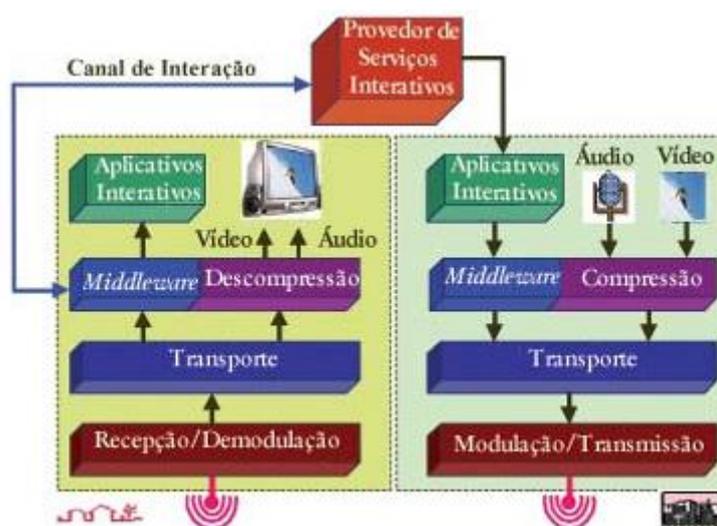


Figura 7 - Processo de transmissão e recepção de TV Digital

Cada camada tem sua função e pode ser construída de várias maneiras, por componentes diferentes, sendo esses componentes escolhidos de acordo com o sistema de TV Digital adotado, na Figura 8 podemos observar alguns desses componentes em suas respectivas camadas.

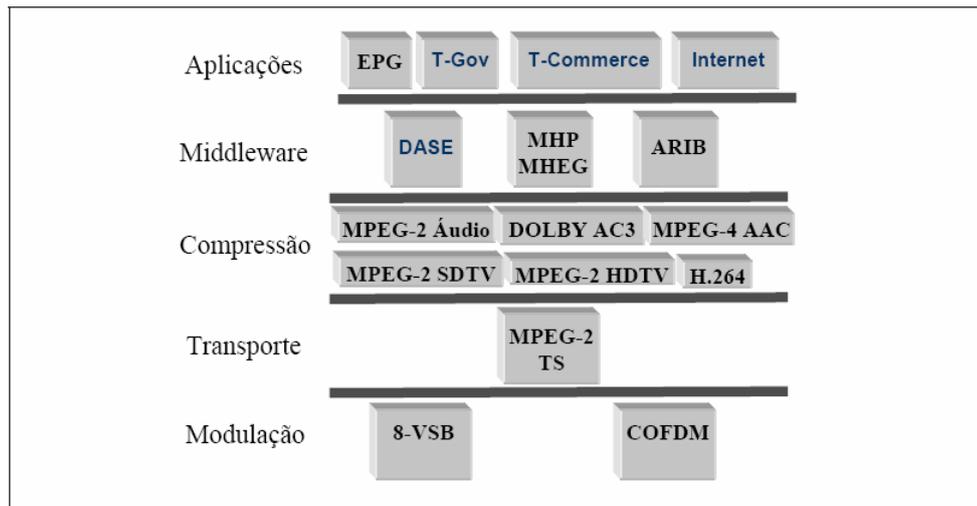


Figura 8 - Arquitetura de TV digital com tecnologias usadas em cada camada

2.2.1 CAMADA DE APLICAÇÃO

A camada de aplicação é responsável pela captura e formatação dos sinais de áudio e vídeo, bem como a execução dos aplicativos multimídias desenvolvidos. Desta forma segue uma lista de possíveis aplicações com uma breve descrição.

- **EPG (*Electronic Program Guide*):** programa de guia para conteúdos digitais. Com ele, o telespectador pode navegar pelo conjunto de programações e serviços oferecidos e escolher o que mais lhe agrada. Ele pode selecionar um canal convencional ou resolver comprar um vídeo pré-armazenado para assistir.
- **T-GOV:** são serviços governamentais via TV. Oferece serviços importantes, evitando o deslocamento a cartórios ou postos de informação, e consultas sobre a disponibilidade de programas do governo.
- **T-COMMERCE** ou comércio televisivo: o consumidor passa a ter a oportunidade de adquirir produtos anunciados diretamente pela TV, sem a necessidade de acessar o site da empresa ou se deslocar até as lojas.
- **WEB:** caracterizada como um sistema de informações que permite ao usuário acessar uma infinidade de conteúdos através da internet, mostrando-se muito importante no processo de inclusão digital.

2.2.2 CAMADA DE MIDDLEWARE

A camada de middleware é muito importante em um Sistema de Televisão Digital, pois é ela que tem por função oferecer um serviço padronizado para as aplicações, escondendo as peculiaridades e a heterogeneidade das camadas inferiores.

Atualmente, existem quatro middleware em funcionamento, o DASE (*Digital Television Application Software Environment*), que é utilizado pelo padrão norte-americano ATSC, o MHP (*Multimedia Home Platform*), que é utilizado pelo padrão europeu DVB-T, o ARIB (*Association of Radio Industries and Businesses*), que é utilizado pelo padrão japonês ISDB-T, e por último o Ginga, que é utilizado pelo padrão brasileiro SBTVD.

2.2.3 CAMADA DE COMPRESSÃO

A camada de compressão define os padrões a serem empregados na compressão de áudio, vídeo e dados no ambiente da emissora (emissor) e a descompressão do mesmo no ambiente do usuário (receptor).

O sistema americano (ATSC) usa o padrão de codificação AC3/ATSC (*Dolby Digital*) para áudio e MPEG-2 para vídeo. O sistema europeu (DVB-T) utiliza o padrão de codificação MP2 (*MPEG-1 Layer 2*) para áudio e MPEG-2 para vídeo. O sistema Japonês utiliza o padrão de codificação MPEG-2 *Advanced Audio Coding* (AAC) para áudio e MPEG-2 para vídeo. O sistema brasileiro utiliza as mais modernas técnicas de codificação para áudio e vídeo existentes: MPEG-4 AAC para áudio e H.264 para codificação de vídeo.

2.2.4 CAMADA DE TRANSPORTE

A camada de transporte define as características de multiplexação/demultiplexação de áudio, vídeo e dados, a sintaxe e a semântica dos pacotes, e os modelos de sincronização e de controle de temporização, necessários para que o receptor processe adequadamente as informações recebidas.

Os sistemas americano (ATSC), europeu (DVB-T), japonês (ISDB-T) e brasileiro (SBTVD) utilizam o mesmo padrão de multiplexação, MPEG-2 TS (*Moving Picture Experts Group*) (*Transport Stream*).

2.2.5 CAMADA DE MODULAÇÃO

A camada de modulação é responsável por adequar o sinal para melhor aproveitar a frequência de espectro, por onde ele será transmitido. Existem três formas de fazer a modulação do sinal: por amplitude, frequência ou fase.

Dentro da TVDI existem dois padrões de modulação: o 8-VSB (*8-Level Vestigial Sideband*), que faz modulação por amplitude, e o COFDM (*Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex*), que combina modulação por amplitude e fase.

2.3 PADRÕES MUNDIAIS DE TV DIGITAL

Nesta seção apresentados os três padrões de TV Digital, o americano ATSC (*Advanced Television System Comitee*), o europeu DVB-T (*Digital Video Broadcasting – Terrestrial*), o japonês ISDB-T (*Integrated System Digital Broadcasting – Terrestrial*). Esses padrões e os países que os utilizam atualmente estão ilustrados na Figura 9.

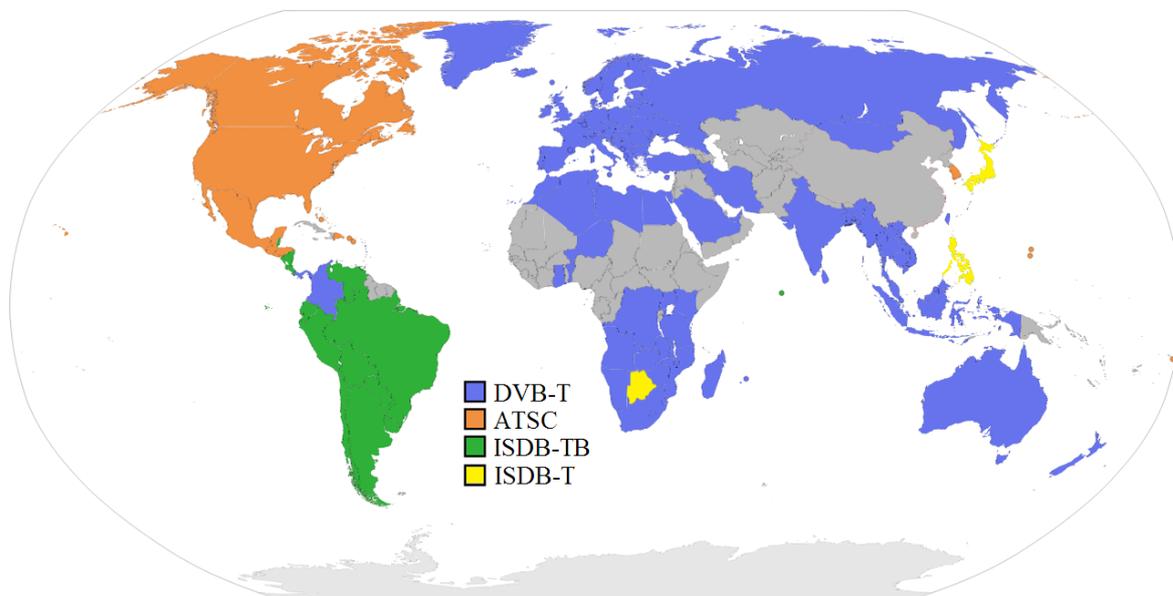


Figura 9 - Mapa dos países e seus respectivos padrões de TVD

2.3.1 ATSC – PADRÃO AMERICANO

O sistema ATSC de TV Digital foi implantado nos Estados Unidos em 1998 e visa, predominantemente, a transmissão de HDTV. Nesse sistema são utilizados diversos componentes, que são ilustrados na Figura 10, um deles é o padrão MPEG-2 (o mesmo usado pelo DVD) que é utilizado para codificar as imagens, usando modulação 8-VSB. O esquema de modulação é o que diferencia o sistema ATSC dos demais sistemas de TV digitais existentes (DVB-T e ISDB-T). A desvantagem na utilização do 8-VSB é que esse esquema de modulação é mais sensível a interferências. Atualmente, esse padrão é usado nos Estados Unidos, Canadá, México, Guatemala, Honduras, El Salvador, Bahamas, Coreia do Sul e Porto Rico.

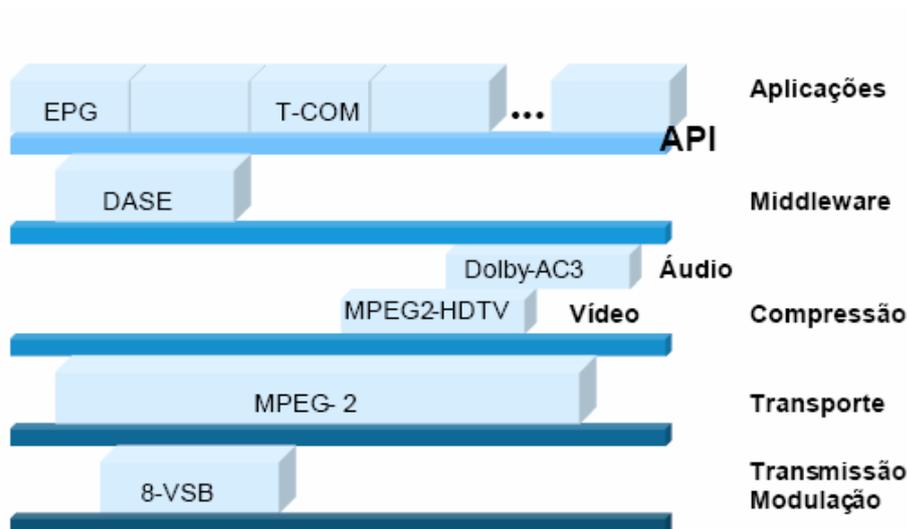


Figura 10 - Arquitetura em camadas ATSC

2.3.2 DVB – PADRÃO EUROPEU

O projeto DVB começou em setembro de 1993 quando organizações televisivas públicas e privadas da Europa assinaram um acordo de pesquisa conjunta para desenvolver um sistema de TVD para este continente. Hoje o projeto inclui mais de 220 participantes de 30 países de todo o mundo, sendo o sistema de televisão digital mais popular do mundo.

O sistema DVB é dividido em camadas, como é ilustrado na Figura 11, sendo as imagens digitalizadas em MPEG-2 e moduladas usando o padrão COFDM, que também é

usado pelo sistema japonês ISDB-T. Atualmente, está implantado em todo Reino Unido, em outros países da União Europeia e Austrália. Está previsto a implantação na Índia, Nova Zelândia e cerca de outros 20 países.

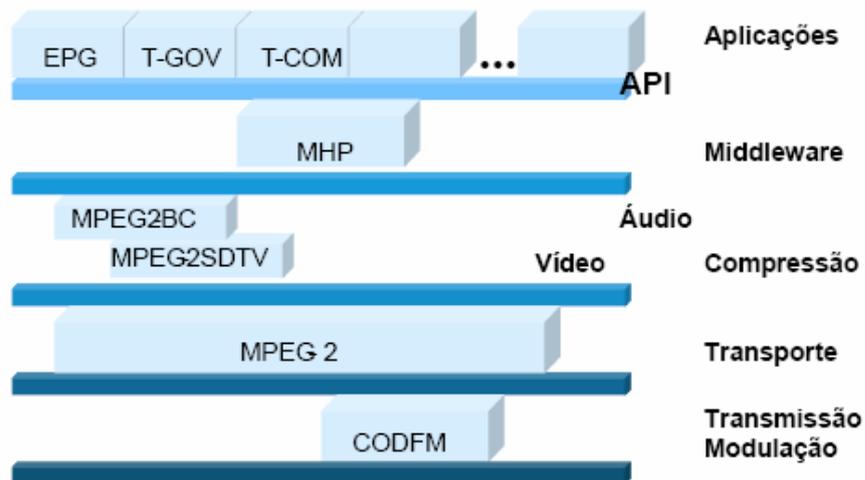


Figura 11 - Arquitetura em camadas DVB

2.3.3 ISDB – PADRÃO JAPONÊS

O ISDB é o padrão do sistema de televisão digital usado no Japão, sendo este o único país que adota este padrão. Ele é uma evolução do sistema DVB-T, usado pela maioria dos países do mundo, sendo diferentes em relação ao meio de transmissão, usando tecnologias diferentes. A rigor, os japoneses foram os primeiros, no mundo, a investir na TV em alta definição, embora analógica.

Para digitalizar as imagens o sistema ISDB-T usa a codificação MPEG-2 e modulação COFDM, assim como o sistema DVB-T, sua arquitetura pode ser observada na Figura 12. É importante lembrar que esses dois sistemas são menos sensíveis a interferência se comparados ao sistema ATSC (Norte-americano).

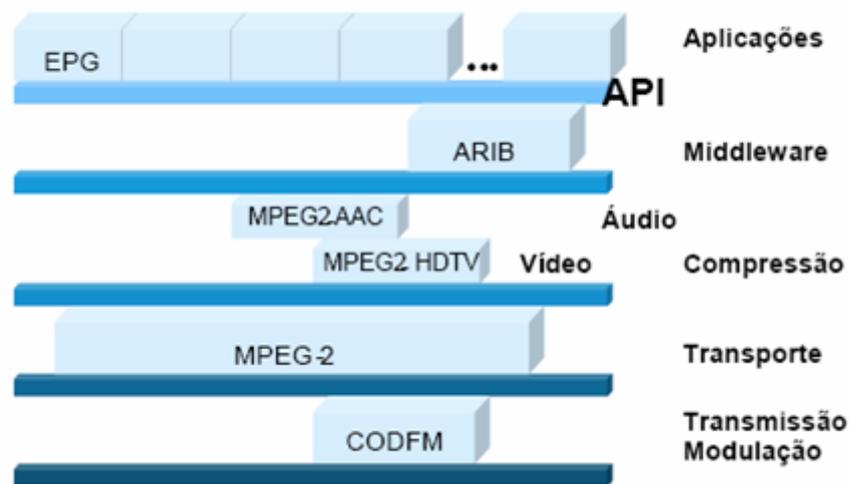


Figura 12 - Arquitetura em camadas ISDB

2.4 SISTEMA BRASILEIRO DE TV DIGITAL (SBTVD)

O SBTVD, sigla para Sistema Brasileiro de Televisão Digital, também conhecido como ISDB-TB é um padrão técnico para teledifusão digital, criado e utilizado no Brasil e adotado recentemente por Peru, Argentina, Chile, Venezuela, Equador, Costa Rica, Paraguai, Filipinas, Bolívia e Uruguai. A Figura 13 ilustra a utilização do padrão ISDB-TB na América do Sul.

É baseado no padrão japonês ISDB-T por melhor atender as necessidades de energia nos receptores, mobilidade e portabilidade sem custo para o consumidor (tarifação) e entrou em operação comercial em 2 de dezembro de 2007, na cidade de São Paulo. Atualmente, o SBTVD está sendo testado em países da África, tais como África do Sul, Moçambique, Tanzânia, Quênia, Angola, Camarões, Gana, Nigéria, entre outros.

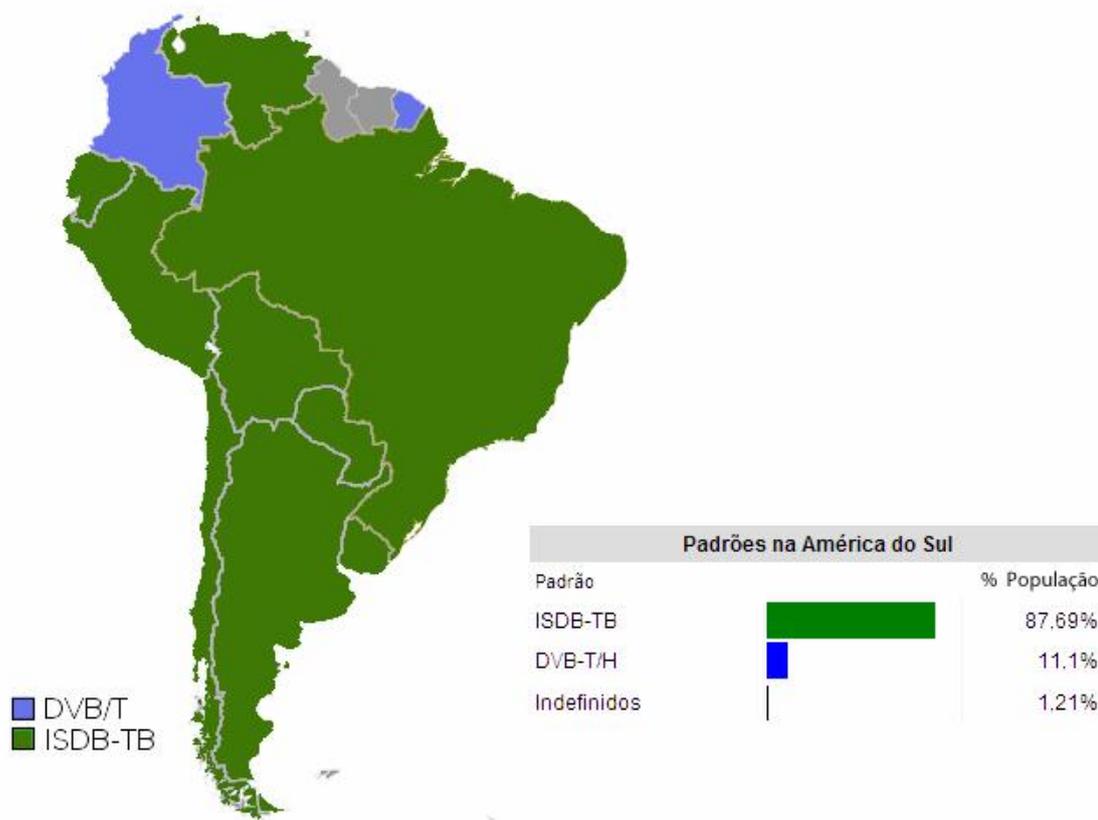


Figura 13 - Padrões atuantes na América do Sul

2.4.1 ISDB-TB – PADRÃO BRASILEIRO

É o padrão de transmissão de TV Digital desenvolvido no Brasil, que tem como base o sistema japonês ISDB-T já existente, sendo acrescentadas tecnologias desenvolvidas derivadas de pesquisa de Universidade Brasileiras como a PUC-Rio e a UFPB.

O ISDB-TB é dividido em camadas, como é ilustrado na Figura 14 e permite transmissões em alta definição (até 1080i), e propõe um sistema de interatividade através do middleware Ginga. Adota atualmente o padrão nipo-brasileiro países como Peru, Argentina, Chile, Venezuela, Costa Rica, Paraguai e Bolívia. Como visto, na América do Sul, vários países mostraram interesse no sistema de TV digital brasileiro, com exceção da Colômbia e Guiana Francesa, que adotaram o padrão europeu DVB-T.

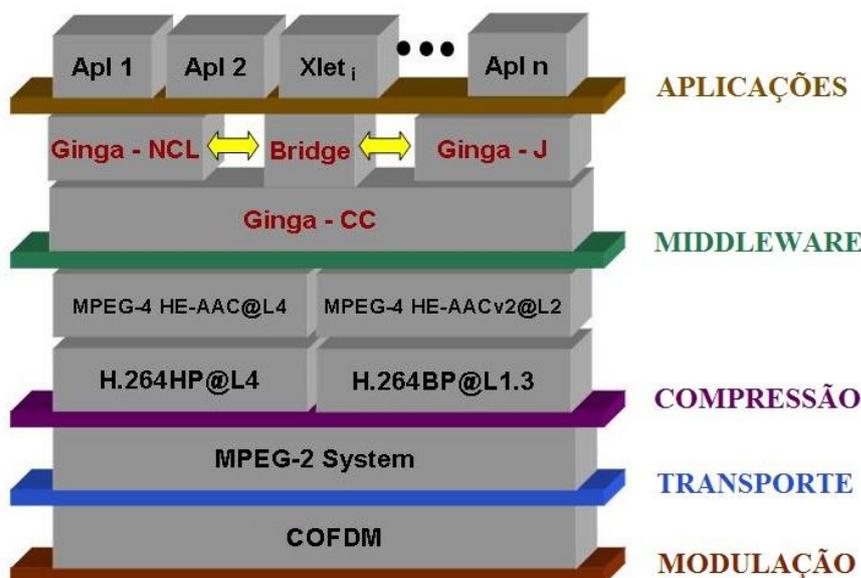


Figura 14 - Camadas do Sistema Brasileiro de TV Digital (SOUZA, 2008)

2.4.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Desenvolvido em universidades brasileiras, o *middleware* do SBTVD é o Ginga que foi definido para duas classes de aplicações, as declarativas e as procedurais, chamado respectivamente de Ginga-NCL [SOARES, 2007] e o Ginga-J [LEMOS, 2007].

Para compressão de vídeo, o sistema brasileiro inovou ao definir o padrão H.264, também conhecido como MPEG-4 Part 10 ou AVC (*Advanced Video Coding*), no lugar do padrão MPEG-2 utilizado nos outros sistemas de TV Digital, pois o H.264 permite obter a mesma qualidade do MPEG-2 com a metade da taxa de *bits*. Assim, o seu uso permite transmitir uma quantidade duas vezes maior de vídeos por um mesmo canal usado pelo MPEG-2.

Este padrão permite formatos de transmissão com diferentes resoluções e taxas de compressão. Dentre eles estão o HDTV/1080i e o HDTV/720p para imagens de alta definição; o SDTV/480p para definição padrão; e o LDTV/OneSeg para dispositivos móveis.

Para compressão de áudio foi adotado o MPEG-4 AAC (*Advanced Audio Coding*), também conhecido como MPEG-2 Part 7 ou MPEG-4 Part 3. Este formato é uma evolução da Camada-3 do MPEG-1 Áudio (também denominada MP3).

Na camada de transporte foi adotado o padrão MPEG-2 System. Este padrão adiciona aos fluxos elementares de áudio principal e vídeo principal informações para suas exibições sincronizadas. A sincronização é realizada seguindo o paradigma de eixo do tempo (*timeline*)

pela adição de carimbos de tempo (*timestamp*) a conjuntos de amostras codificadas de vídeo e áudio baseado em um relógio compartilhado. A geração de fluxos de dados também são determinadas pelo padrão [BARBOSA & SOARES, 2008].

O padrão utilizado pelo sistema brasileiro na camada de transmissão é o COFDM modulando em QAM (*Quadrature Amplitude Modulation*) ou PSK (*Phase Shift Keying*). O COFDM é uma técnica de modulação baseada no OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplex*) o qual utiliza subportadoras ortogonais para modular os sinais, diferindo no acréscimo da codificação, de onde se acrescenta o “C” ao OFDM. O acréscimo da codificação de canal tem como objetivo corrigir os erros produzidos na transmissão. Embora sua complexidade seja elevada, COFDM possui melhor desempenho sob canais em condições realmente desafiadoras [RODRIGUES & GOMES, 2004].

2.5 MIDDLEWARE PARA TV DIGITAL

A finalidade da camada de *middleware* é prover um serviço padronizado à camada de aplicação, ou seja, o *middleware* “abstrai”, “esconde”, todo processamento ocorrido nas camadas inferiores (codificação, transporte, transmissão), oferecendo uma série de facilidades para o desenvolvimento de conteúdo e aplicativos para TV Digital independente da plataforma de hardware do fabricante e tipo de receptor, facilitando a portabilidade das aplicações.

Middleware é um termo geral, normalmente utilizado para um tipo de código de software que atua como um aglutinador, ou mediador, entre dois programas existentes e independentes. Sua função é trazer independência das aplicações com o sistema de transmissão. Permite que vários códigos de aplicações funcionem com diferentes equipamentos de recepção (IRDs). Através da criação de uma máquina virtual no receptor, os códigos das aplicações são compilados no formato adequado para cada sistema operacional. Resumidamente, podemos dizer que o *middleware* possibilita o funcionamento de um código para diferentes tipos de plataformas de recepção (IRDs).

O *Middleware* se faz necessário para resolver o novo paradigma que foi introduzido com a TV Digital: a combinação da TV tradicional (*broadcast*) com a interatividade, textos e gráficos.

O padrão europeu DVB, utiliza o *middleware* MHP (*Multimedia Home Platform*), já o padrão americano ATSC, utiliza o DASE (*DTV Application Software Environment*), por sua

vez, o padrão japonês ISDB utiliza o *middleware* ARIB (*Association of Radio Industries and Business*), e por fim, o padrão brasileiro ISDB-TB, utiliza o também brasileiro *middleware* Ginga, que será detalhado na próxima seção.

2.5.1 GINGA

Ginga é o nome do *middleware* aberto do Sistema Brasileiro de TV Digital (SBTVD). O nome foi escolhido em reconhecimento à cultura, arte e contínua luta por liberdade e igualdade do povo brasileiro.

É a camada de software intermediário (*middleware*), entre o hardware/Sistema Operacional e as aplicações, que oferece uma série de facilidades para o desenvolvimento de conteúdo e aplicativos para TV Digital, entre elas a possibilidade desses conteúdos serem exibidos nos mais diferentes sistemas de recepção, independente da plataforma de hardware do fabricante e tipo de receptor (TV, celular, PDAs etc.) [DAMASCENO, Jean].

Resultado de anos de pesquisas lideradas pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) e pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Ginga reúne um conjunto de tecnologias e inovações brasileiras que o torna a especificação de *middleware* mais avançada e, ao mesmo tempo, mais adequada à realidade do país.

O Ginga é um dos *middlewares* para TV digital mais avançados do mundo. Emprega uma tecnologia que proporciona ao telespectador todos os meios para obter acesso à informação, educação à distância e serviços sociais, utilizando apenas a sua TV digital. Além disso, Ginga é uma especificação aberta, de fácil aprendizagem e livre de royalties, de modo que qualquer programador possa produzir conteúdo interativo, impulsionando a programação de TVs comerciais, educativas ou comunitárias. Com o Ginga, o Brasil tornou-se o primeiro país a oferecer um conjunto de soluções em software livre para TV digital.

O *Middleware* Ginga pode ser dividido em três subsistemas principais: Ginga-CC, Ginga-J e Ginga-NCL. As Figuras 15 e 16 demonstram a visão geral do *middleware* Ginga e sua arquitetura respectivamente.



Figura 15 - Visão geral do middleware Ginga

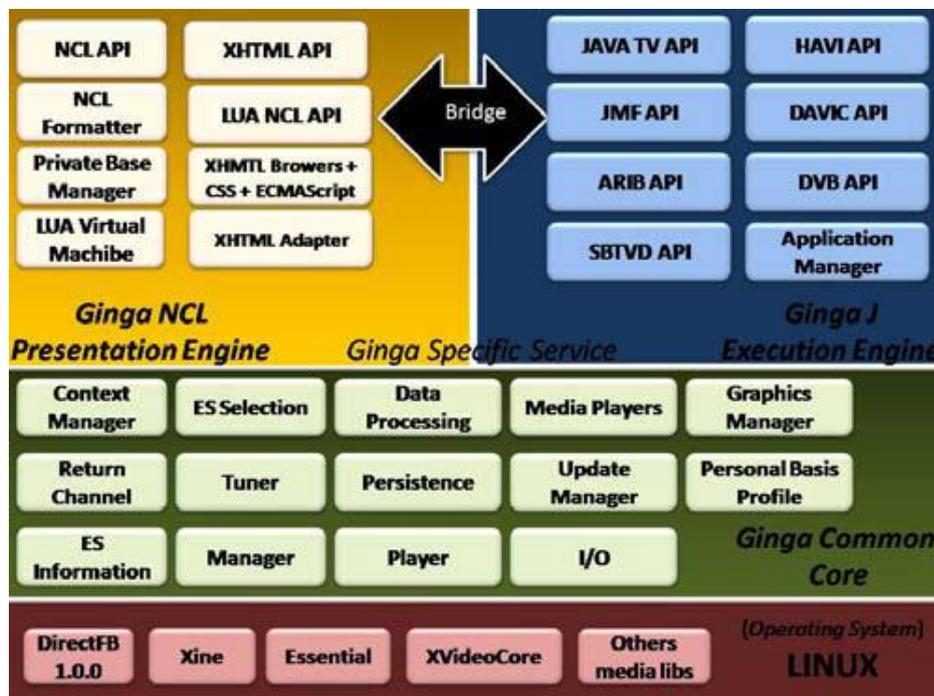


Figura 16 - Arquitetura do *Middleware* Ginga (OPENGINA, 2008)

2.5.1.1 GINGA-CC

Ginga-CC (*Ginga Common-Core*) oferece o suporte básico para os ambientes declarativos (Ginga-NCL) e procedurais (Ginga-J). Dependendo das funcionalidades requeridas no projeto de cada aplicação, um paradigma de programação (declarativo ou procedural) possuirá uma melhor adequação que o outro. Em outras palavras, o Ginga-CC (*Common Core*) é a parte do *middleware* que realiza a conexão dos módulos do Ginga-NCL e

Ginga-J com o sistema operacional da TV, e tal ligação oferece suporte básico às funcionalidades dos subsistemas, a Figura 17 ilustra a visão geral do Ginga-CC.

Basicamente, o Ginga-CC é uma camada que suporta os ambientes existentes no Ginga, sendo implementados os exibidores de mídia dos ambientes Ginga-NCL e Ginga-J. Esta camada também tem contato direto com o sistema operacional e a camada de hardware, sendo que é a mesma tem o controle do plano gráfico, tratamento de dados obtidos do carrossel de objetos DSM-CC (Digital Storage Media Command and Control), canal de retorno, acesso ao sistema de arquivo e ao terminal gráfico.

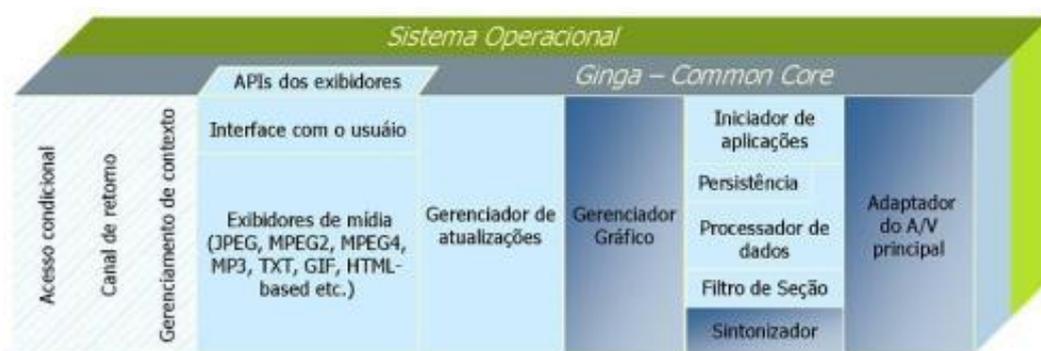


Figura 17 - Visão geral do Ginga-CC

2.5.1.2 GINGA-J

Ginga-J foi desenvolvido pela UFPB para prover uma infra-estrutura de execução de aplicações baseadas em linguagem Java, com facilidades especificamente voltadas para o ambiente de TV digital.

Como todo ambiente Java, o Ginga-J é composto por um conjunto de APIs, conforme mostra a Figura 18. Tais APIs são definidas para atender funcionalidades necessárias para o desenvolvimento de aplicativos para TVD, desde a manipulação de dados multimídia até protocolos de acesso. Sua especificação é formada por uma adaptação da API de acesso a informação de serviço do padrão japonês [ARIB STD-B.23 2006], pela especificação Java DTV [JavaDTV API 2009], que inclui a API JavaTV, além de um conjunto de APIs adicionais de extensão ou inovação.

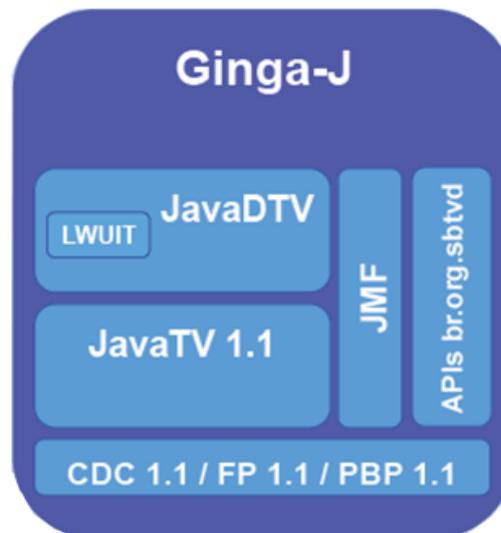


Figura 18 - Visão geral do Ginga-J

2.5.1.3 GINGA-NCL

Ginga-NCL foi desenvolvido pela PUC-Rio para prover uma infraestrutura de apresentação de aplicações baseadas em documentos hipermídia escritos em linguagem NCL, com facilidades para a especificação de aspectos de interatividade, sincronismo espaço-temporal de objetos de mídia, adaptabilidade e suporte a múltiplos dispositivos. NCL possui Lua como sua linguagem de script. A Figura 19 ilustra a visão geral do Ginga-NCL.

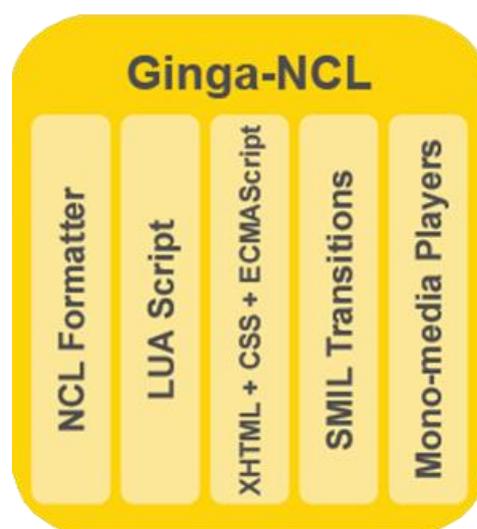


Figura 19 - Visão geral do Ginga-NCL

2.6 DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÕES PARA TV DIGITAL

Nesta seção serão apresentadas as ferramentas utilizadas atualmente no desenvolvimento de aplicações para TV Digital.

2.6.1 NCLUA

Para uma melhor explicação do que é NCLua, é preciso de início, separar as suas duas linguagens formadoras, a linguagem declarativa NCL e a linguagem procedural Lua.

Mas antes, é importante também diferenciar linguagens declarativas de linguagens procedurais. As linguagens declarativas são mais intuitivas (alto nível), e por isso, mais fáceis de usar, não exigindo um alto grau de conhecimento em programação. O programador fornece apenas o conjunto de tarefas a serem realizadas, sem se preocupar como tais serão realizadas pelo executor da linguagem (interpretador, compilador ou a própria máquina real ou virtual de execução). Em outras palavras, a linguagem enfatiza a declaração descritiva de um problema ao invés de sua decomposição em implementações algorítmicas.

Já as linguagens procedurais (imperativas) usualmente requerem um alto grau de conhecimento em programação, pois o programador deve informar cada passo a ser realizado pelo executor da linguagem. Pode-se afirmar que em linguagens procedurais, o programador possui um maior controle de código, sendo capaz de estabelecer todo o fluxo de controle e execução do programa.

Uma aplicação de TV digital pode ser declarativa, procedural ou híbrida. Uma aplicação híbrida é aquela cujo conjunto de entidades possui tanto conteúdo do tipo declarativo quanto procedural. Em particular, as aplicações declarativas frequentemente fazem uso de scripts, cujo conteúdo é de natureza procedural. Exemplo disso é o ambiente Ginga-NCL, que permite o uso de Lua, uma linguagem de script, dentro de aplicações NCL.

O poder de uma linguagem declarativa é elevado quando integrada com uma linguagem procedural, passando a ter acesso a recursos computacionais genéricos. Essa integração deve seguir critérios que não afetem os princípios da linguagem declarativa, mantendo uma separação bem definida entre os dois ambientes. O autor da aplicação usa a forma declarativa sempre que possível e lança mão da forma procedural somente quando necessário.

A criação da nova classe de objetos de mídia Lua, os quais são chamados de NCLua, é a principal via de integração de NCL a um ambiente procedural, conforme definido em seu perfil para TV Digital. Por meio de elementos de mídia, scripts NCLua podem ser inseridos em documentos NCL, trazendo poder computacional adicional às aplicações declarativas.

Criada no departamento de informática da PUC-Rio, a NCL é uma linguagem declarativa baseada em XML (Linguagem de Marcação Extensível), é através dela que são definidos os comportamentos, posição dos vários tipos de mídia, ou seja, toda a apresentação em si. A NCL é baseada no modelo NCM (*Nested Context Model*, ou Modelo de Contextos Aninhados). Este modelo usa os conceitos de nós (nodes) e elos (links) para descrever documentos hipermídia (documentos que contêm diversos tipos de mídia, além de interação com o usuário).

De maneira resumida, um documento NCL é sempre formado por um elemento raiz, denominado `ncl`, que contém dois outros elementos, o *head* e o *body*. O *head* representa o cabeçalho do documento, contendo informações relativas à exibição dos componentes, como por exemplo, o layout espacial da apresentação. O elemento *body* representa o corpo do documento, contendo a definição dos componentes e seus relacionamentos. A Figura 20 ilustra a estrutura básica de um documento especificado em NCL.

```

1 <?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
2 <ncl id="gameNcl" xmlns="http://www.ncl.org.br/NCL3.0/EDTVProfile">
3   <head>
4     <!-- Regioes -->
5     <regionBase>
6       <region id="rgTv">
7         <region id="rgLua" height="100%" width="100%" zIndex="1"/>
8       </region>
9     </regionBase>
10    <!-- Descritores -->
11    <descriptorBase>
12      <descriptor id="dLua" region="rgLua" focusIndex="luaMenu" />
13    </descriptorBase>
14    <!-- Conectores -->
15  </head>
16  <body>
17    <!-- Porta -->
18    <port component="menu" id="pLua"/>
19
20    <media descriptor="dLua" id="menu" src="main.lua"/>
21  </body>
22 </ncl>
23

```

Figura 20 - Estrutura de um documento NCL

Lua foi projetada e implementada por uma equipe no Tecgraf, o Grupo de Computação Gráfica da Puc-Rio. É uma linguagem de programação poderosa e leve, projetada para dar suporte à programação procedural, oferecendo facilidades para descrição de dados. Isso quer dizer que ela foi projetada para ser acoplada a programas maiores que precisem ler e executar programas escritos pelos usuários.

Lua também é multiplataforma, executada em Unix, Linux, Windows, e em várias plataformas embarcadas, como celulares e setop boxes, robôs entre outros. Pode ser incluída em qualquer aplicação feita em outra linguagem. Mesmo Lua tendo muitas vantagens, não se é indicado fazer uma aplicação inteira em lua, pois sua biblioteca básica é bem limitada, se comparada com as linguagens Java, PHP, Ruby, Python, etc. A Figura 21 ilustra um exemplo de código Lua.

```
1 require "nluasoap"
2 function getResponse(result)
3   print("Previsao do Tempo: ", result)
4 end
5
6 local msg = {
7   address = "http://www.deeptraining.com/webservices/weather.asmx",
8   namespace = "http://litwinconsulting.com/webservices/",
9   operationName = "GetWeather",
10  params = { City = "New York" }
11 }
12
13 nluasoap.call(msg, getResponse)
```



Figura 21 - Exemplo código Lua

A importância da integração entre as linguagens NCL e Lua se deve principalmente ao fato de NCL se tratar de uma linguagem declarativa, pecando, portanto, pela falta de um maior controle das informações processadas, o que já não acontece com uma linguagem procedural como Lua. Por exemplo, não é de fácil implementação permitir a entrada de dados por parte do telespectador utilizando apenas NCL.

2.6.2 ANDROID

O *Android* é uma plataforma para smartphones, baseada no sistema operacional Linux, possui diversos componentes, com uma variada disponibilidade de bibliotecas e interface gráfica, além de disponibilizar ferramentas para a criação de aplicativos (Lecheta, 2009). A plataforma inclui desde Sistema Operacional (*Android* SO), Middleware, Aplicativos chaves, além de fornecer uma interface de desenvolvimento e ferramentas para criação de aplicativos.

Criação da Open Handset Alliance, um consórcio de mais com 40 empresas do setor de tecnologia e comunicação e liderada pelo Google Inc., o *Android* tem como objetivos principais (Project, 2008; Lecheta, 2009):

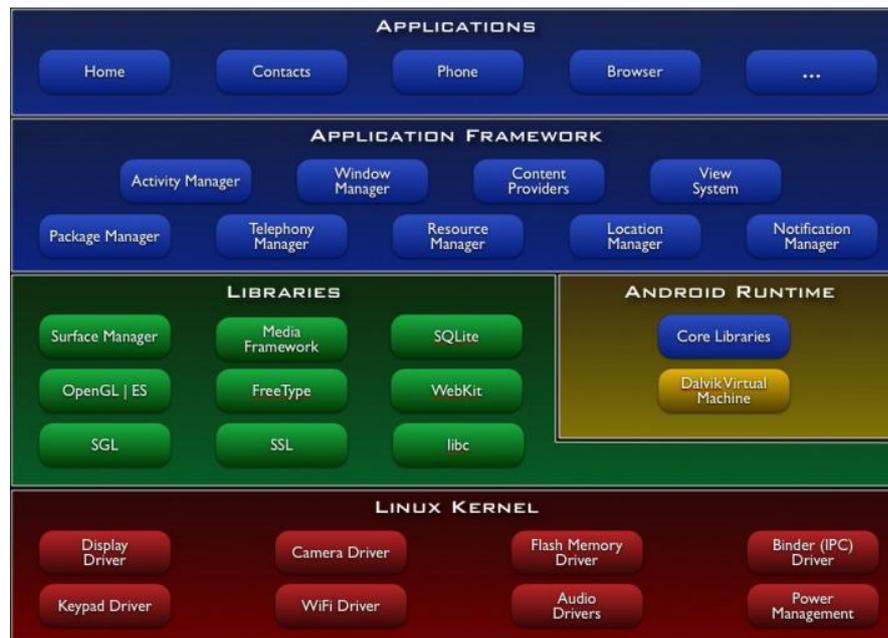
1. A oportunidade de personalização das aplicações e componentes presentes em seu sistema, por ser de código aberto e gratuito, e;
2. A possibilidade de desenvolvimento rápido e moderno de aplicações corporativas, uma vez que sua plataforma é moderna e flexível.

Quando há a possibilidade de integração menos complicada, modificação e desenvolvimento, do sistema para dispositivos móveis, caso do *Android*, abre-se um leque de opções para desenvolvedores, e empresas que produzem software para celulares, permitindo que essas ferramentas, que o *Android* possui, sejam usadas para criar aplicativos que estejam mais presente no cotidiano, e dependendo da configuração de hardware, realizar operações tão comuns quanto as que um computador realiza.

2.6.2.1 ARQUITETURA

É importante conhecer a arquitetura da plataforma, seus principais componentes, bibliotecas e subsistema, para poder identificar as limitações e dependências na criação de um aplicativo para dispositivo móvel.

O *Android* é uma plataforma que inclui: Sistema operacional, middleware, e aplicativos. Sua arquitetura é dividida em kernel, bibliotecas, runtime, framework e aplicativos, como mostrado na Figura 22.

Figura 22 – Arquitetura *Android*

2.6.3 GOOGLE TV

A Google TV é uma plataforma interativa de *SmartTV*, desenvolvida pela Google em parceria com a Intel, Sony e Logitech. O serviço possui integração com o sistema *Android*, também da Google, e uma versão Linux do navegador Chrome, a fim de criar uma televisão interativa.

Seu sistema funciona como uma espécie de elo entre o que conhecemos como televisão e a Internet. Como dito anteriormente, funciona com o sistema operacional *Android*, por isso, é perfeitamente compreensível que a compatibilidade entre a televisão e celulares aconteça sem grandes problemas, transformando smartphones *Android* em uma espécie de “controles remotos” da Google TV, pois a partir deles, você tem acesso a todas as funcionalidades da mesma. A Figura 23 trás uma imagem ilustrativa da home da Google TV.

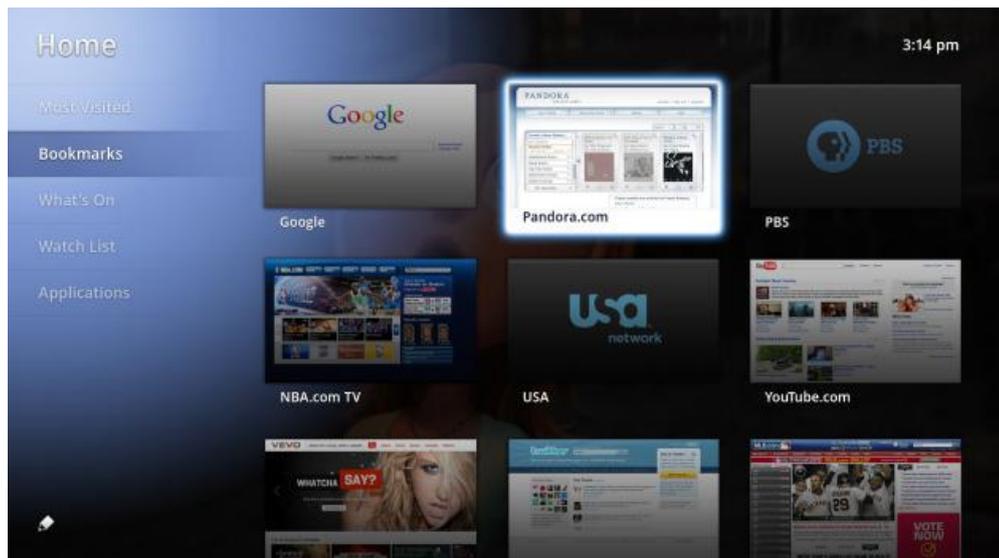


Figura 23 - Home da GoogleTV

É perceptível que a Google TV aproveita muitos dos produtos já existentes da Google, o sistema operacional Google *Android* fornece a base subjacente, permitindo aos desenvolvedores criar aplicativos que estendem a funcionalidade do sistema. Google Chrome oferece um gateway para a Internet, permitindo aos consumidores navegar em sites e assistir a televisão em conjunto. Smartphones *Android* e IOS (Apple) podem ser usados como controle remoto da Google TV. Uma atualização em novembro de 2011 permitiu o acesso a Google Play, loja de aplicativos da Google, e permitiu a busca de conteúdos para TV ao vivo, Netflix, YouTube, HBO GO, Amazon, e entre outros.

Os primeiros dispositivos Google TV foram criados e comercializados em 2010 pela Sony e Logitech, como pode ser observado na tabela 2. A primeira geração de dispositivos foi baseada no processador de arquitetura x86 da Intel. Para a segunda geração de dispositivos, novos parceiros aderiram a ideia, incluindo LG, Samsung e Vizio, alguns dos quais incluem capacidades 3D.

Primeira Geração

Marca / Nome	Modelo	Estado	Data do anúncio	EUA data de lançamento
Sony Internet TV - 24", 32", 40" e 46"	NSX-24GT1, NSX-32GT1, NSX-40GT1 e NSX-46GT1	Descontinuada Fev 2012	12 de outubro de 2010	Outubro 2010
Sony Internet TV Blu-ray Disc	NSZ-GT1	Disponível	12 de outubro de 2010	Outubro 2010
Logitech Revue	M / N: D-R0001, R0014-Y - PN 970-000001	Descontinuada Novembro 2011	18 junho de 2010	Outubro 2010

Segunda Geração

Marca / Nome	Modelo	Estado	Data do anúncio	EUA data de lançamento
Sony Internet Player com Google TV	NSZ-GS7	Disponível	9 de janeiro de 2012	22 de julho de 2012
LG SmartTV com GoogleTV (47" e 55")	47G2 e 55G2	Disponível	Mai 2012	30 de maio de 2012
Vizio Co-Star	VAP430	Disponível	26 junho de 2012	22 de agosto de 2012
Hisense	Pulso	Disponível	Setembro 2012	20 de dezembro de 2012

Tabela 2 – 1ª e 2ª geração de Google TVs

Uma das vantagens da Google TV, é que a mesma é compatível com a tecnologia Flash, possibilitando a execução na TV de qualquer site ou vídeo que exijam essa tecnologia. Outra vantagem é o fato de permitir que os usuários escolham sua própria programação, e também gravar todos os programas que desejar.

Apesar do fato de funcionar com o sistema *android* ser considerada uma grande qualidade, uma das principais desvantagens são as atualizações frequentes, necessárias para manter o sistema funcionando. Outra desvantagem é a possibilidade de sofrer com algumas ameaças externas, ou seja, que não cabe a ele controlar, entre elas, o bloqueio por parte dos servidores de conteúdo. Os proprietários de servidores de vídeos, por exemplo, podem não liberar o acesso a usuários da Google TV, trazendo com isso um ponto negativo para a mesma.

Existem duas maneiras de se utilizar os serviços e vantagens da Google TV, uma é adquirindo o aparelho propriamente dito Google TV, a outra é acoplado uma *smallbox* Google TV a um aparelho de TV convencional. Essas duas maneiras são ilustradas na Figura 24.

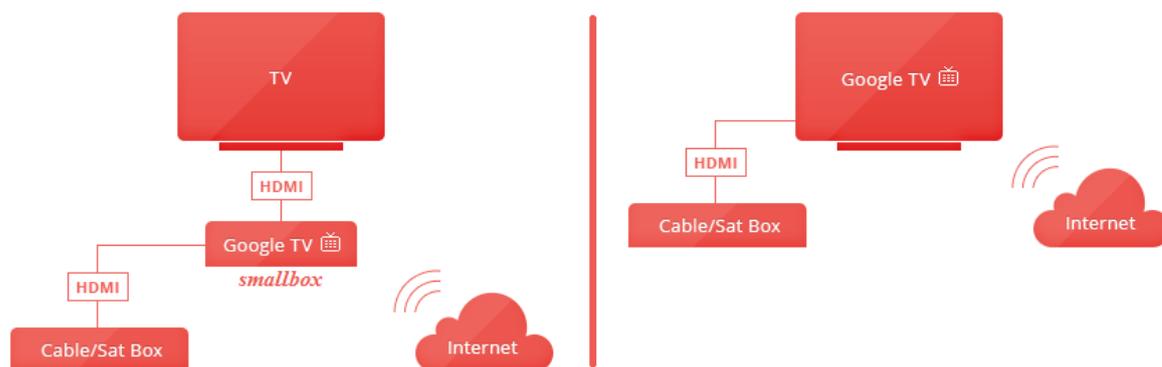


Figura 24 – Formas de se utilizar os serviços da Google TV

A Google TV está conduzindo a inovação com uma estratégia de plataforma aberta que integra perfeitamente com o cabo existente, satélite, terrestre, ou assinaturas de IPTV para melhorar a experiência de visualização de televisão.

2.7 NOVOS CENÁRIOS DE APLICAÇÕES DE TV DIGITAL

Grande parte do interesse pela TV Digital é decorrente da posição estratégica que a TV analógica adquiriu no século XX, quando se tornou um dos principais meios de comunicação de massa. Afinal, a televisão é ao mesmo tempo um meio de entretenimento, notícias e formação de cultura (FERRAZ, p.15). Discutir as perspectivas e desafios desse meio de comunicação no cenário digital é um dos principais objetivos deste estudo.

A implantação da televisão digital acaba por mexer nos hábitos cotidianos de milhares de telespectadores, já que acresce novos recursos e possibilidades ao televisor, atualmente personagem presente no espaço social. Um processo que não só corresponde ao ingresso de inovações tecnológicas, mas também equivale a mudanças no modo do espectador e emissor se relacionarem com as mídias eletrônicas.

O surgimento de novas formas de interação nos canais de mídias sociais tem promovido significativas mudanças no comportamento de consumidores. A TV, de forma mais lenta, também começou a tomar parte nessa mudança. Junto dos tablets e smartphones, ela vem alterando o modo de como nós nos relacionamos com a programação, trazendo com isso o fortalecimento do conceito de interatividade, nesse caso, mas precisamente, o conceito de Segunda Tela (*Second Screen*).

2.7.1 SEGUNDA TELA

O conceito de *Second Screen*, ou Segunda Tela, se constitui basicamente na interação do usuário com o que está passando em sua TV, a partir de outro dispositivo, seja ele um *tablet*, smartphone ou computador, daí o nome Segunda Tela. Isso significa que, ao invés de apenas assistir aos programas, é possível também participar dos mesmos, de maneiras nunca antes vista.

O Brasil é o 6º maior mercado de TV Digital do mundo, e segundo pesquisa da ABERT¹, em 2011, o país já contava com aproximadamente 100 milhões de aparelhos de TV, isso representa 96,9% das residências brasileiras com pelo menos um aparelho. Segundo o IBOPE, são aproximadamente 83,4 milhões de internautas no Brasil (setembro de 2012), sendo 50,7 milhões de usuários que acessam regularmente a Internet e 38% das pessoas acessam a Web diariamente, transformando o Brasil no 5º país mais conectado. Isso mostra o poder de penetração da televisão e dos conceitos de interatividade da Internet, transformando a Segunda Tela em realidade.

Segundo pesquisa realizada pelo instituto Nielsen², aparelhos como *tablets*, smartphones e computadores, acompanham a maioria das pessoas enquanto assistem TV. Nos Estados Unidos, por exemplo, 86% dos telespectadores usam também seu *tablet* enquanto assistem. Na Europa, são 70%. Já os usuários de smartphones, 68% utilizam esse dispositivo enquanto assistem TV. Tais pesquisas comprovam que a Segunda Tela influencia o telespectador a assistir mais TV ao vivo.

A nível nacional, uma pesquisa realizada em março deste ano pela Comscore³, mostra que 80 milhões de brasileiros já possui o hábito de consumir mídias. Além disso, 61% dos entrevistados tem o hábito de ver TV e acessar a Internet simultaneamente. Segundo o Ibope, 70% dos consumidores simultâneos navegam motivados pela TV e 80% destes consumidores também assistem TV motivados pela Internet.

Aqui no Brasil, o SBT está com um projeto chamado “KlugTV”, juntamente com a empresa nacional Bes. Esse aplicativo proporciona ao usuário mais informações sobre o que está sendo transmitido na TV, é bem simples, mas inovador. Lá fora, temos diversos exemplos em diferentes áreas, como o da cervejaria Heineken, patrocinadora oficial da UEFA *Champions League*, que em parceria com a empresa AKQA, desenvolveu um jogo para

¹ ABERT (Associação Brasileira de Emissoras de Rádio e Televisão). Disponível em: <http://www.abert.org.br/site/>

² Nielsen (Instituto Nielsen). Disponível em: <http://br.nielsen.com/site/index.shtml>

³ Comscore. Disponível em: <http://www.comscore.com/por/>

Segunda Tela em que toda a ação da aplicação é ditada pelos acontecimentos da partida em andamento. Por exemplo, se um pênalti é marcado, o usuário pode tentar adivinhar o canto em que o jogador vai cobrar, e caso acerte, acumula pontos, podendo competir com outros usuários.

Um demonstrativo da força dessa nova tendência, é que no exemplo do aplicativo da Heineken, segundo levantamento da empresa AKQA, a média de engajamento dos usuários é de 70 minutos por partida, o que é muito, tendo em vista a duração da transmissão de um jogo, que beira os 120 minutos.

Outro exemplo interessante aconteceu na Holanda, na última eleição. Durante os debates políticos transmitidos pela TV, foi disponibilizado um aplicativo chamado “*Realtime Democracy*”. Produzido pela holandesa *ExMachina*, o aplicativo permitia medir o “sentimento” em tempo real dos eleitores que acompanhavam os debates ao vivo, com enquetes sobre quem deveria ter a última palavra, quem venceu o debate, permitia compartilhamento em redes sociais e ainda fazia análises dos dados coletados para divulgação de gráficos e relatórios.

Outro motivo pelo qual a Segunda Tela tende a se tornar um sucesso é o fato de que os telespectadores estão cada vez menos dispostos a assistir comerciais. Assim, a Segunda Tela seria uma forma criativa de engajar os consumidores e atrair patrocinadores, fazendo com que o marketing televisivo sofresse uma reformulação, atraindo ainda mais o público e mudasse a forma de se fazer propaganda.

Essas pesquisas e cases mostram claramente a força da Segunda Tela, e que realmente essa tecnologia veio para ficar devido ao hábito crescente de consumo simultâneo de conteúdo entre dispositivos como televisores, tablets e smartphones, mostrando que a Teoria da Segunda Tela é um comportamento cada vez mais real. Assim, podemos perceber que o fenômeno da Segunda Tela, o qual é característico o consumo simultâneo de televisão e de Internet mostra que não há abandono de um meio em prejuízo do outro, e que há a oportunidade de explorar a grande afinidade que os brasileiros têm pelos dois meios.

2.7.2 ANYMOTE

O Anymote é um protocolo de mensagens implementado em Java e C ++, que permite aplicativos, em um dispositivo remoto, se comunicar com a Google TV, proporcionando envio e recebimento de eventos entre ambos. Este protocolo proporciona aos desenvolvedores

a possibilidade de desenvolver aplicações que permitam celulares, tablets e outros aparelhos interagirem com a Google TV, permitindo que dispositivos móveis funcionem como verdadeiros controladores remotos.

O protocolo é baseado em um modelo cliente-servidor, com comunicações baseadas em *Buffers Protocol*, que proporciona a codificação de dados estruturados de forma eficiente. Além disso, o Anymote trabalha em conjunto com o *Pairing Protocol*, que é o protocolo de emparelhamento da Google TV. Esse protocolo é usado para realizar sessões de emparelhamento entre clientes e servidores em uma rede local, por exemplo, entre um telefone celular e a Google TV.

Uma sessão de *Pairing Protocol* ocorre em uma conexão de curta duração. Basicamente, um cliente envia uma sequência de mensagens para o servidor e cada mensagem deve ser reconhecida especificamente pelo mesmo, como é demonstrado na Figura 25.

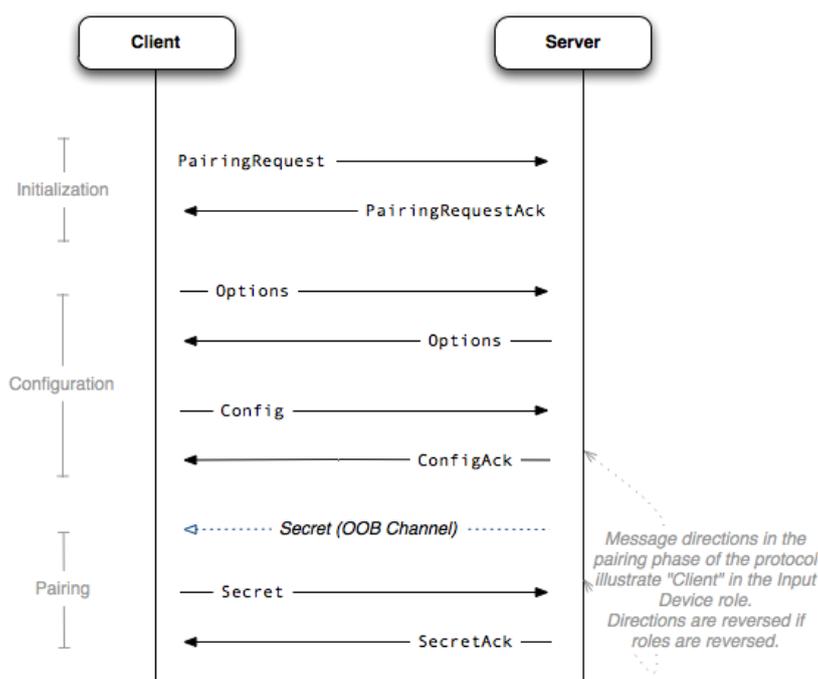


Figura 25 – Sequência de mensagens do *Pairing Protocol*

Depois de um emparelhamento bem sucedido, tanto o cliente quanto o servidor podem mandar mensagens entre si, sem a necessidade de repetir o processo de autenticação descrito anteriormente.

Essas mensagens entre uma aplicação remota cliente e a GoogleTV são enviadas como *RemoteMessage*, tipo de mensagem pertencente ao *Protocol Buffers*. A *RemoteMessage* (Mensagem Remota) especifica uma *RequestMessage* (Mensagem de solicitação – enviada pelo cliente) ou uma *ResponseMessage* (Mensagem de resposta a solicitação – enviada pela Google TV), que é exemplificada na Figura 26.

```
message RemoteMessage{
    //Número de sequencia opcional. Caso exista na resquest_message, o servidor deve responder com o
    //mesmo número de sequencia, contido em uma response_message.
    optional uint32 sequence_number = 1;
    //Mensagem para uma solicitação do cliente
    optional RequestMessage request_message = 2;
    //Mensagem para uma resposta do servidor
    optional ResponseMessage response_message = 3;
}
```

Figura 26 – Exemplo de uma Mensagem Remota - *Anymote Protocol*

Afim de manter o controle das respostas a uma solicitação, o aplicativo cliente pode fornecer um valor para o campo *sequence_number*. A resposta do servidor deve conter o mesmo número de sequência da solicitação.

No máximo um evento pode estar presente em um pedido. Se o pedido estiver vazio, o mesmo é considerado como uma mensagem “ping”, solicitando ao servidor uma resposta vazia, a fim de confirmar se o mesmo está online e disponível para receber solicitações. Cada *RequestMessage* contem um evento, sendo ele podendo ser do tipo: *Connect*, *KeyEvent*, *MouseEvent*, *MouseWheel*, *Data* e *Fling*, como é demonstrado na Figura 27.

```
message RequestMessage {
    // Mensagem para um evento-chave
    optional KeyEvent key_event_message = 1;
    // Mensagem para um movimento do mouse
    optional MouseEvent mouse_event_message = 2;
    // Mensagem para um evento do scroll do mouse
    optional MouseWheel mouse_wheel_message = 3;
    // Mensagem contendo dados
    optional Data data_message = 4;
    // Mensagem enviar na conexão
    optional Connect connect_message = 5;
    // Mensagem Fling
    optional Fling fling_message = 6;
}
```

Figura 27 – Exemplo de uma Mensagem de Solicitação (*RequestMessage*) - *Anymote Protocol*

Eventos do tipo *Connect*, servem para fazer a conexão entre o cliente e o servidor. Já os do tipo *KeyEvent*, servem para informar o código de acesso para a chave, e o tipo de ação que ocorreu. *MouseEvent* são para eventos de movimento do mouse e as mensagens *MouseWheel* são para eventos de movimento do scroll do mouse. O tipo *Data* é para eventos de envio de dados, geralmente uma sequência de teclas. O tipo *Fling* representa uma intensão de ação do cliente para a Google TV, ou seja, é uma notificação que o cliente deseja executar alguma ação, por exemplo, o cliente pode mandar uma mensagem do tipo *fling* com a intensão de reproduzir um vídeo no aplicativo do YouTube da Google TV.

```
message ResponseMessage {  
  // Mensagem de dados  
  optional Data data_message = 1;  
  // Mensagem de lista de dados -- ignored  
  optional DataList data_list_message = 2;  
  // Fling resultado  
  optional FlingResult fling_result_message = 3;  
}
```

Figura 28 – Exemplo de uma Mensagem de Resposta (*ResponseMessage*) - *Anymote Protocol*

Existem aplicativos que permitem dispositivos portáteis agirem como controle remoto da Google TV ou fazer alguma conexão extra com a mesma. Exemplo disso é a possibilidade de criação de um aplicativo que roda em um celular e que tem a capacidade de mudar para a TV a fim de exibir uma página Web por exemplo.

3 PROPOSTA

Neste capítulo é apresentada a visão geral das soluções propostas por este trabalho, discutindo a possível convergência entre as soluções apresentadas anteriormente: Ginga-NCL e Google TV. Essa integração se dá devido ao uso de um terminal de TV munido com o *middleware* Ginga e um dispositivo móvel *android*, compatível com o protocolo *Anymote*. Além disso, serão demonstrados alguns cenários de uso que ilustram a aplicabilidade dessas soluções, a fim de comprovar a possível convergência entre as soluções apresentadas.

3.1 VISÃO GERAL

Uma nova tendência que está cada vez mais ganhando força é a interatividade, e a TV Digital possibilita desenvolver inúmeras e variadas aplicações interativas. Como visto no capítulo anterior, o conceito de Segunda Tela define que além da televisão, o usuário se utiliza de outros dispositivos, geralmente remotos, a fim de interagir com a mesma. Seguindo essa linha, a Figura 29 descreve o conceito básico empregado neste trabalho, o qual basicamente possui um terminal de TV e um dispositivo remoto, havendo comunicação entre ambos.

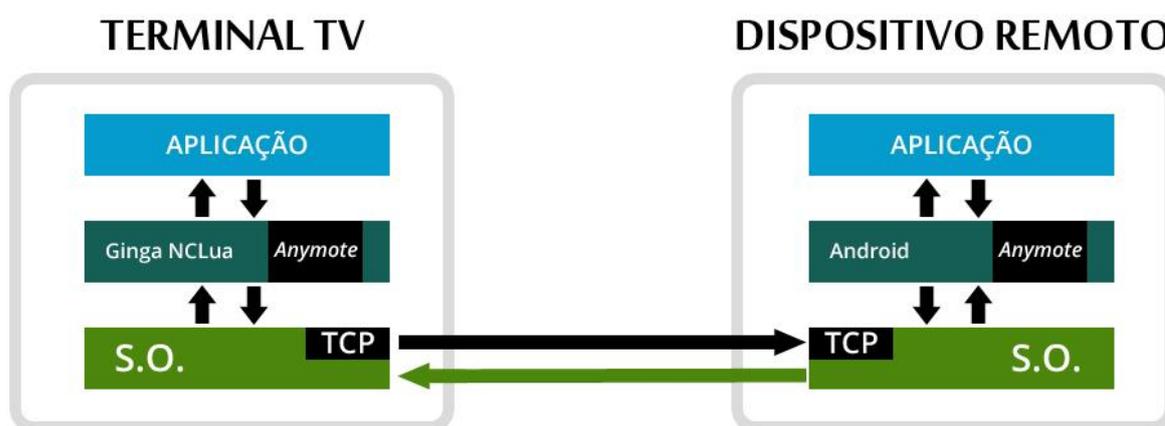


Figura 29 – Proposta de integração entre aplicações *android*(*Anymote*) e Ginga NCL

Ainda observando a Figura anterior, é perceptível que há aplicações diferentes para ambos os lados, tanto para a TV quanto para o dispositivo remoto, havendo uma infinidade de

tipos de aplicações para ambas. Também são diferentes as plataformas usadas para desenvolver tais aplicações, no caso da TV, é utilizado o Ginga NCLua, tecnologia já descrita no capítulo anterior, já no dispositivo remoto é utilizado o *android*, tecnologia presente na grande maioria dos dispositivos remotos modernos. O *Anymote* é utilizado como protocolo de mensagens entre as aplicações, tendo importância fundamental, pois possibilita de fato a troca de mensagens entre a TV e o dispositivo remoto. As transmissões dessas mensagens são controladas via TCP (*Transmission Control Protocol*).

As tecnologias citadas nessa seção – *Anymote*, *Android*, Ginga-NCL - estão descritas no capítulo anterior, assim como as aplicações desenvolvidas para este trabalho serão descritas na seção Desenvolvimento dos Cenários.

3.2 CENÁRIOS DE USO

Com o objetivo de aumentar a compreensão deste trabalho e ilustrar seus objetivos, abaixo serão descritos três cenários de uso, os quais ilustrarão a aplicabilidade da conectividade entre TV Digital e dispositivos móveis no cotidiano dos usuários.

3.2.1 CENÁRIO 1 - ENQUETE

O primeiro cenário descreve a interatividade proporcionada aos espectadores de um jogo de futebol, em que durante a transmissão, surgem enquetes relacionadas ao jogo exibido na TV, cabendo aos usuários responderem tais enquetes de acordo com sua visão sobre o jogo em geral ou determinado lance do mesmo.

Seguindo o conceito de Segunda Tela, existem dois pontos nesse cenário, a televisão e um dispositivo móvel. A televisão nesse caso é um dispositivo Ginga, que dispõe de aplicações interativas, propiciando a exibição de enquetes durante a transmissão, exemplo disso é mostrado na Figura 30. Essas aplicações interativas estão disponíveis em minha página no GitHub⁴.

⁴ Enquete_v1.0 disponível em: https://github.com/DiegoMesquita/Enquete_v1.0



Figura 30 – Demonstração dispositivo Ginga – Cenário 1

O dispositivo móvel desse cenário é um smartphone com o sistema operacional Android, munido com o aplicativo *AppMote*, disponível no GitHub⁵, que possibilita a interação do dispositivo móvel com a televisão. A Figura 31 mostra a tela do smartphone relacionada ao cenário 1, onde é perceptível os botões que são usados para responder as enquetes exibidas durante a transmissão.



Figura 31 – Tela *AppMote* – Cenário 1

⁵ AppMote disponível em: https://github.com/DiegoMesquita/AppMote_v1.0

3.2.2 CENÁRIO 2 – ENVIAR URL

Seguindo a linha o cenário anterior, o cenário 2 ilustra uma interação entre a televisão e o dispositivo móvel, possibilitando que o usuário digite um endereço URL em seu smartphone, e tal página seja exibida automaticamente em seu televisor.



Figura 32 – Demonstração exibição da página Web – Cenário 2

A Figura 32 demonstra um exemplo de exibição de uma página Web no terminal de TV, sendo o endereço URL de tal página enviado a partir do dispositivo móvel, no qual é representado na Figura 34.



Figura 34 - Tela AppMote – Cenário 2

3.2.3 CENÁRIO 3 – ENVIAR FOTO

O cenário 3, seguindo a linha dos demais cenários, ilustra a interação da televisão e do dispositivo móvel, fazendo com que seja exibida no televisor a fotografia que acabará de ser tirada via dispositivo remoto.

A Figura 34 ilustra a tela do cenário 3 no aplicativo *AppMote*, no qual ao clicar no botão “Tirar Foto”, é ativada a câmera do smartphone, e após a foto ser tirada, após clicar em “Enviar”, a foto será exibida no televisor.



Figura 34 - Tela *AppMote* – Cenário 3

3.3 DESENVOLVIMENTO DOS CENÁRIOS

Nesta seção será descrita a etapa de desenvolvimento da aplicação sugerida como solução do problema proposto por este trabalho, que é a convergência entre Ginga e Google TV, através da implementação dos cenários de uso demonstrados anteriormente.

3.3.1 AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO (Tecnologias e Ferramentas)

Para a implementação foram abordadas tecnologias como Java, *android*, NCL, Lua, além de ferramentas de programação como a IDE Eclipse e a IDE Sublime Text 2, para a codificação nas tecnologias citadas anteriormente, a partir de seus respectivos *plugins* para desenvolvimento nas mesmas, além de ferramentas que auxiliaram o desenvolvimento como o VMWare, para a emulação do Ubuntu Server 10.10, possibilitando o uso do Ginga-NCL Virtual Set-Top Box e o software Putty para testar as conexões.

3.3.2 ARQUITETURA DE ALTO-NÍVEL

Para destacar as partes integrantes da aplicação desenvolvida e as ligações entre elas, foi criado um diagrama, ilustrado na Figura 35, a fim de facilitar o entendimento do funcionamento geral da aplicação e de seus componentes.

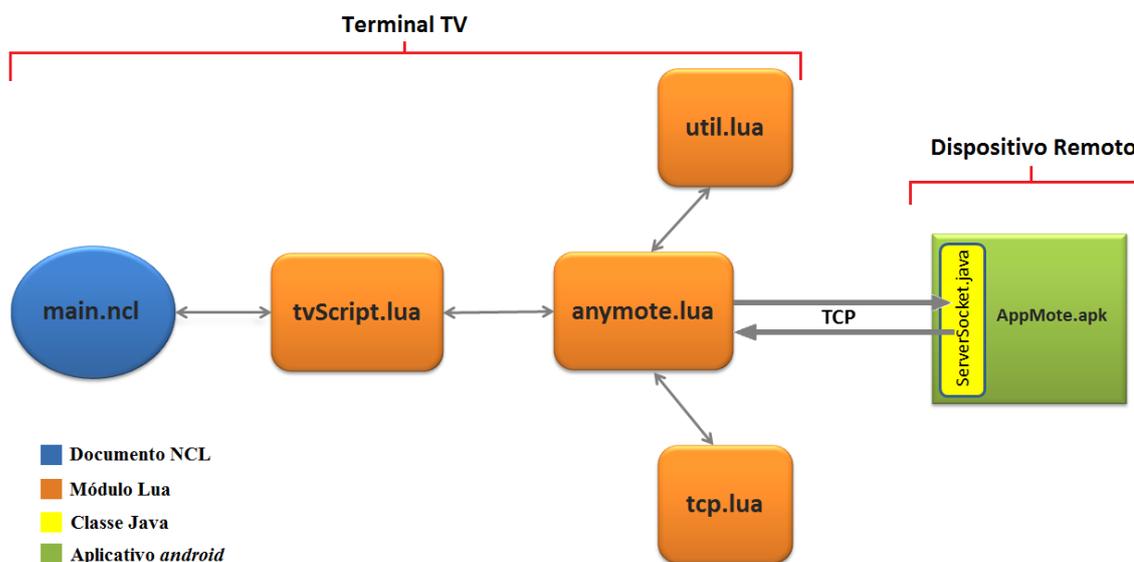


Figura 35 – Arquitetura da aplicação desenvolvida

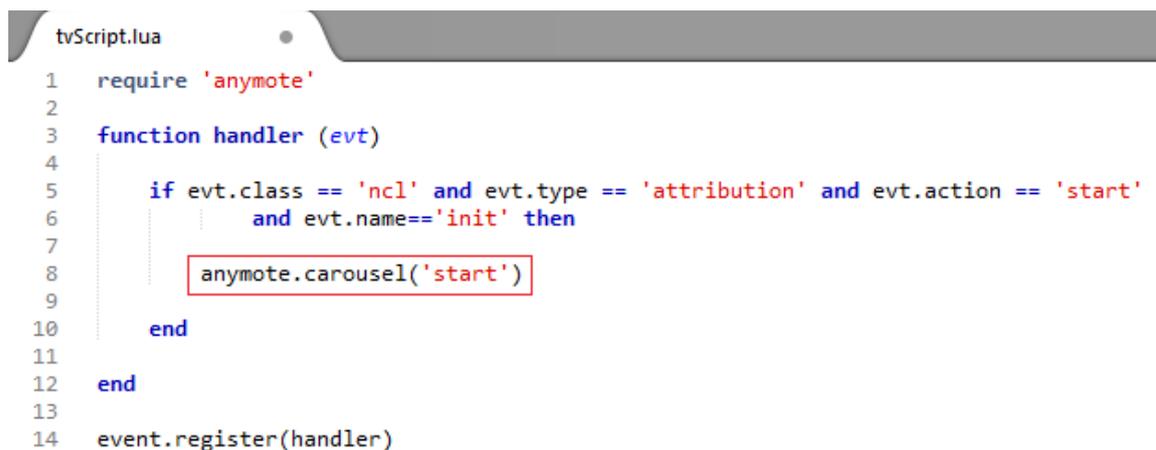
Podemos identificar de início a divisão do lado do dispositivo remoto e do terminal de TV, este último contém um documento NCL denominado *main*, que tem como função principal criar e executar o nó de mídia referente ao módulo lua *tvScript*, isso representa na prática que é o *main.ncl* que dá início a execução da aplicação. Na Figura 36, é ilustrado tal documento NCL, demonstrando a criação da mídia tv, que executa o módulo *tvScript.lua*.



```
1 <?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
2 <!-- Generated by NCL Eclipse -->
3 <ncl id="main" xmlns="http://www.ncl.org.br/NCL3.0/EDTVPProfile">
4
5   <head>
6     <regionBase>
7       <region id="r"/>
8     </regionBase>
9     <descriptorBase>
10      <descriptor id="d" region="r"/>
11    </descriptorBase>
12  </head>
13
14  <body>
15    <port id="p" component="tv"/>
16    <media id="tv" src="tvScript.lua" descriptor="d"/>
17  </body>
18 </ncl>
```

Figura 36 – Documento *main.ncl*

Por sua vez, o módulo Lua *tvScript* é responsável pela comunicação com o documento NCL *main*, e por dar início a execução do módulo Lua *anymote*, através da chamada da função *carousel*, que por sua vez, inicia a chamada das demais funções do módulo *anymote*. O *tvScript.lua* está ilustrado na Figura 37.



```
tvScript.lua
1 require 'anymote'
2
3 function handler (evt)
4
5     if evt.class == 'ncl' and evt.type == 'attribution' and evt.action == 'start'
6       and evt.name=='init' then
7
8         anymote.carousel('start')
9
10    end
11
12 end
13
14 event.register(handler)
```

Figura 37 – Módulo *tvScript.lua*

Concluindo o lado do terminal de TV, temos o módulo Lua *anymote*, este contém as funções (funções, ou *function*, em Lua tem a mesma funcionalidade dos métodos em Java) relativas aos tipos diferentes de eventos suportados pelo protocolo *Anymote*. Esse módulo utiliza serviços de outros dois módulos, o *util.lua* e o *tcp.lua*. O *anymote.lua* será amplamente detalhado na seção posterior.

Passando para o lado do dispositivo móvel, temos o aplicativo *AppMote*, responsável por enviar e receber mensagens do terminal de TV, tornando possível a execução dos cenários citados anteriormente. Esse aplicativo, além de toda a lógica implementada para a troca de mensagem, é munido de um *Server Socket* implementado em Java, a fim de prover serviços para o terminal de TV. Tanto o *AppMote* quanto o *Server Socket* serão detalhados na próxima seção.

3.3.3 PROJETO E IMPLEMENTAÇÃO

O projeto e implementação foram iniciados a partir das extremidades da solução, ou seja, a aplicação NCL e os módulos Lua, que são executados no Terminal de TV e o aplicativo *android AppMote*, que é executado no dispositivo remoto *android*. O objetivo de iniciar a implementação a partir do desenvolvimento dessas aplicações, é definir a estrutura, deixando por último a questão da comunicação entre elas, que por sua vez, é o foco principal deste trabalho. A seguir são detalhados o projeto e implementação dos módulos da solução.

Como visto na seção anterior, o documento NCL *main* é responsável pela inicialização da aplicação, sendo chamados em cadeia os módulos *tvScript.lua* e *anymote.lua*. Este último, por sua vez, é o modulo no qual foram implementados os métodos do *Anymote*, que por padrão, é implementado em Java, pelo fato de ser um protocolo da Google. A Figura 38 ilustra o diagrama de classes de baixo nível completo do protocolo *Anymote*.

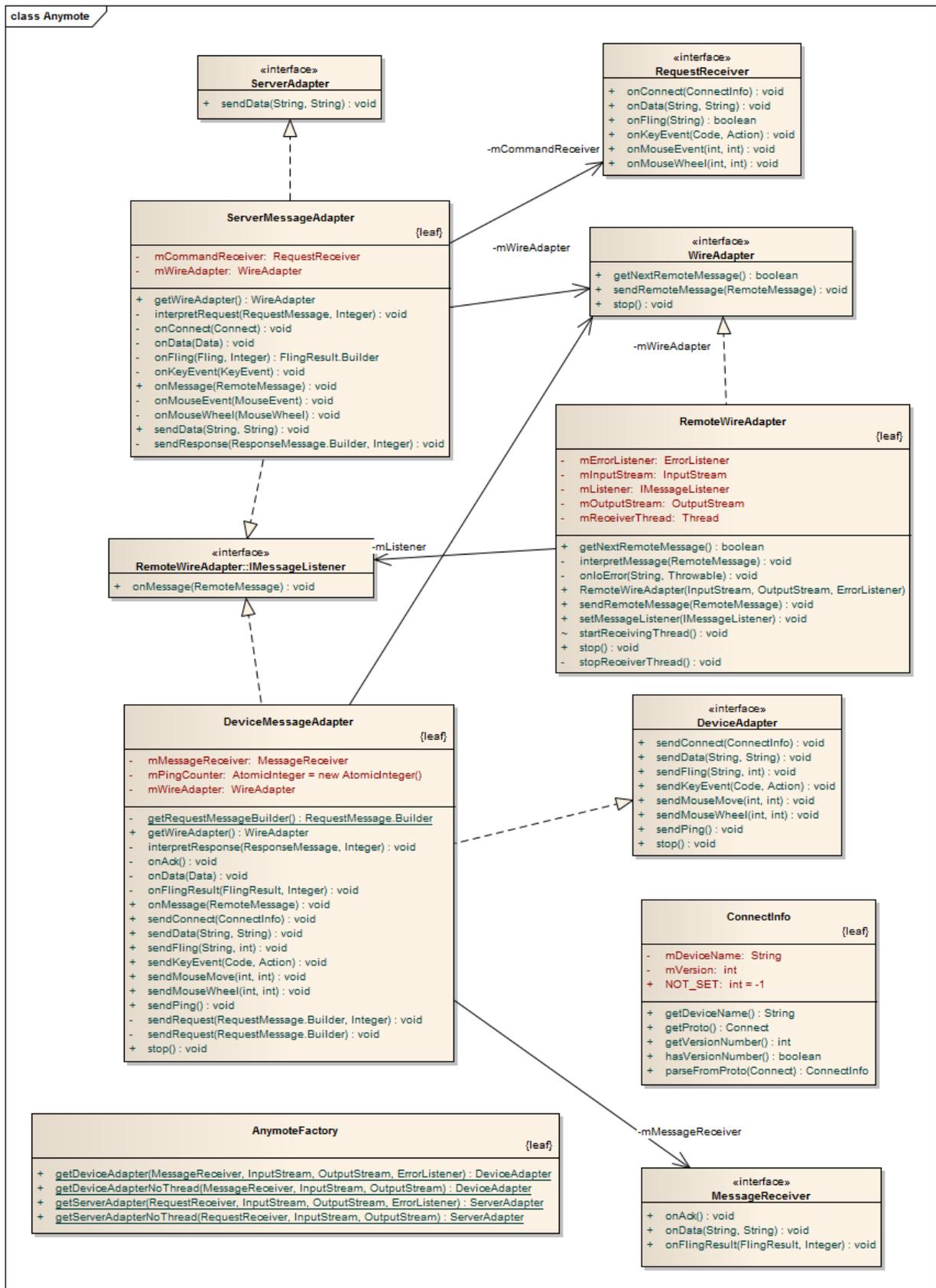


Figura 38 – Diagrama de classes do Anymote

Devido à comunicação entre as extremidades, as mesmas desempenham papéis de cliente e servidor, recebendo e provendo serviços entre si. No lado do dispositivo remoto, o mesmo desempenha a função de servidor através de um *Server Socket*, implementado em Java. Esse *Server Socket* é responsável por prover a comunicação, através de sockets, entre o dispositivo remoto e a TV.

Continuando no lado do dispositivo remoto, o mesmo também desempenha a função de cliente, pois além de receber solicitações da TV, o dispositivo remoto também realiza requisições para a mesma. O mesmo acontece com a outra extremidade, no caso o Terminal de TV, ela tanto pode receber e tratar as requisições vindas do dispositivo remoto, como realizar requisições ao mesmo. Por sua vez, esse recebimento, tratamento e envio de pacotes *anymote* é realizado no módulo *anymote.lua*, que possuem métodos do protocolo *Anymote* implementados na linguagem Lua.

Essas requisições de pacotes *anymote* realizadas por ambos os lados, seguindo o protocolo, podem ser de sete tipos de eventos diferentes, são eles: *Connect*, *Key Event*, *MouseEvent*, *MouseWhell*, *Data* e *Fling*. Contudo, para o desenvolvimento dos cenários de uso especificados anteriormente, foram implementados apenas três desses tipos, o tipo *Connect*, *Key Event* e *Data*. Além disso, foi implementado também requisições do tipo *Ping*, que são caracterizadas por mensagens vazias.

Por conta de dificuldades técnicas para utilizar a linguagem de programação Lua, desconhecida anteriormente pelo autor deste estudo, e também pelo curto tempo disponível para o trabalho de conclusão de curso, não foi possível implementar os cenários descritos anteriormente. Porém, como uma prova de conceito a solução do problema proposto, foi implementada uma comunicação simples, usando TCP, entre o *Server Socket*, que representa a extremidade do dispositivo móvel e a aplicação NCLua, que representa a extremidade do terminal de TV. As mensagens trocadas nessa comunicação são baseadas nos métodos do protocolo *Anymote*, implementadas em Lua e manipulando apenas *strings*, caracterizando em parte a convergência entre Ginga e GoogleTV. O código dessa solução, mais um vídeo explicativo está disponível no GitHub⁶.

⁶ AplicacaoTCC disponivel em: <https://github.com/DiegoMesquita/AplicacaoTCC>

4 CONCLUSÃO

A demanda por estudos relacionados à TV Digital aumenta gradativamente a cada ano no país, tendo em vista a inevitável substituição do sistema de transmissão analógico pelo sistema de transmissão digital, que deverá compreender todo o território nacional. Essa substituição se torna clara e necessária, devido aos benefícios trazidos pela TV Digital, incluindo a melhoria de qualidade de som e imagem, como também a inclusão de novas funcionalidades (interatividade).

Este trabalho procurou reunir informações relevantes para o entendimento do funcionamento da TV Digital, seu conceito de interatividade, e as novas tendências de desenvolvimento de aplicações interativas para Segunda Tela, com destaque a aplicações voltadas para a Google TV e o *middleware* brasileiro Ginga.

Assim, além de investigar as soluções tecnológicas atuais que permitem desenvolver aplicações de Segunda Tela para TV, o principal objetivo deste trabalho foi apresentar uma nova proposta de integração entre essas tecnologias (Ginga-NCL e Google TV), afim de, através de estudos, trazer uma nova solução para o desenvolvimento de aplicações para Segunda Tela.

A ideia é que este trabalho auxilie como referência inicial outros alunos e profissionais interessados em temas relacionados ao desenvolvimento de aplicativos de Segunda Tela para TV Digital.

Apesar de não alcançar uma implementação total dos cenários propostos, os resultados atuais ajudam a perceber como podem funcionar cenários de integração entre dispositivos móveis e TV, seguindo o conceito de Segunda Tela e utilizando a tecnologia Google TV e Ginga.

Assim, são propostos os seguintes trabalhos futuros: (1) implementação completa dos cenários propostos; (2) proposta de novos cenários de uso; (3) análise comparativa detalhada com outras soluções para desenvolvimento de aplicações para Segunda Tela.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, S.D.J.; SOARES, L.F.G. **TV Digital Interativa no Brasil se faz com Ginga: Fundamentos, Padrões, Autoria Declarativa e Usabilidade**. Em T. Kowaltowski & k. Breitman. Atualizações em Informática. Rio de Janeiro, RJ: Editora PUC-Rio, 2008.
- BRACKMANN, Christian. P. **Sistema brasileiro de TV Digital**. Pelotas, 2008. 57p. Dissertação (Pós-Graduação em Informática) – Universidade Católica de Pelotas.
- COELHO, Rafael. V. **Padrões de Middleware para TV Digital**. Fundação Universidade Federal do Rio Grande – Rio Grande – RS. 2008.
- DAMASCENO, Jean. R. **Middleware Ginga**. Escola de Engenharia - Universidade Federal Fluminense – Niterói – RJ. 2010.
- FERNANDES, J. & LEMOS, G. & SILVEIRA, G. **Introdução à Televisão Digital Interativa: Arquitetura, Protocolos, Padrões e Práticas**. Departamento de Ciência da Computação – Universidade de Brasília. 2008.
- FILHO, Francisco. M. **TV Digital: uma nova mídia e um novo modo de recepção em uma sociedade em rede**. Marília, 2006. 94p. Dissertação (Mestrado em Comunicação) – Universidade de Marília.
- FREITAS, Paulo V. **Design de Interação e Televisão Digital: a construção do Aplicativo Interativo Beach Soccer**. Vitória, 2010. 227p. Monografia (Graduação em Desenho Industrial) – Universidade Federal do Espírito Santo.
- GELINSKI, G. **TV Digital – Os caminhos da TV no Brasil**. Disponível em: <http://m.set.com.br/revista/ed124_tvdigital.html>
- GUEDES, Alan L. V. **Uma solução para execução de aplicações Ginga-NCL usando Segunda Tela em sistemas BroadBandTV**. João Pessoa, 2012. 65p. Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Informática) – Universidade Federal da Paraíba.
- GUIMARÃES, Ana Paula Nunes. **Experiência de Uso de Dispositivos Convergentes na TV Digital Brasileira: Um Estudo De Caso Baseado No Ginga**, 2012. UFPB

JUNIOR, P. R. **Ginga – Software livre para TV Digital Brasileira**. 2009.

MARQUES, Vinicius. C. **Desenvolvimento de uma aplicação para TV Digital utilizando o Middleware nacional Ginga-NCL voltado ao aprendizado de crianças**. Pelotas, 2008. 42p. Monografia (Graduação em Ciência da Computação) – Universidade Católica de Pelotas.

MATA, Saulo H. **TV Digital e serviços de interatividade**. Uberlândia, 2008. 72p. Dissertação (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Uberlândia.

MONTEZ, Carlos; BECKER, Valdecir. **TV Digital Interativa: conceitos, desafios e perspectivas para o Brasil**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2005. 2ª edição.

OLIVEIRA, A. C. A. & LACERDA, J. P. L. **A TV Digital no Brasil e o desenvolvimento de aplicações interativas para o Middleware Ginga**. Aracaju, 2008. 72p. Dissertação (Graduação em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Sergipe.

OLIVEIRA, E. C. R. & ALBUQUERQUE, C. V. N. **TV Digital Interativa: Padrões para uma nova era**. Universidade Federal Fluminense – Niterói – RJ. 2006.

PAES, A. & ANTONIAZZI, R. **Padrões de Middleware para TV Digital**. Universidade Federal Fluminense – Niterói – RJ. 2005.

SEDREZ, Fernando. de M. **Desenvolvimento de um aplicativo para TV Digital Interativa utilizando a tecnologia Java TV**. Pelotas, 2008. 62p. Monografia (Graduação em Ciência da Computação) – Universidade Católica de Pelotas.

SILVA, Giorgio. G. **Diretrizes de acessibilidade para deficientes visuais a programação da TV Digital Interativa: Contribuições**. Florianópolis, 2011. 222p. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento) – Universidade Federal de Santa Catarina.

TONIETO, M. T. **Sistema Brasileiro de TV Digital – SBTVD – Uma análise política e tecnológica na inclusão social**. Fortaleza, 2006. 296p. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) – Universidade Estadual do Ceará.

ZUFFO, Marcelo. K. **TV Digital aberta no Brasil – Políticas estruturais para um modelo nacional**. Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos – Universidade de São Paulo. 2003.

Curso introdutório a **Televisão Digital e a Interatividade**. Disponível em:
<<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialinteratividade>>

Curso introdutório a **TV Digital: Visão Geral do Sistema Brasileiro**. Disponível em:
<<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialvsbtvd>>

GOOGLE. 2012. Guia De Desenvolvimento para GoogleTV. Disponível em:
<<https://developers.google.com/tv>>

GOOGLE. 2012. Protocolo Anymote. Disponível em:
<<http://code.google.com/p/anymote-protocol>>

História da televisão digital. Fonte: Wikipédia. Disponível em:
<http://pt.wikipedia.org/wiki/Historia_da_televisao_digital>

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE. Laboratório MídiaCom. **Introdução às linguagens NCL e Lua: Desenvolvendo aplicações interativas para TV Digital**. 2009.

YAHOO. 2011. A New Model for Device Communication From Yahoo! Connected TV. API From Yahoo! v1.5. Disponível em:
<http://developer.yahoo.com/connectedtv/devicecommunication/YWEDeviceCommunicationWhitePaper.pdf>>