



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

MODELO EXPERIMENTAL PARA UTILIZAÇÃO DA
TECNOLOGIA DE SEGUNDA TELA NO PADRÃO ISDB-T_B

CLÁUDIO HENRIQUE ALBUQUERQUE RODRIGUES

MANAUS-AM
2015



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

CLÁUDIO HENRIQUE ALBUQUERQUE RODRIGUES

MODELO EXPERIMENTAL PARA UTILIZAÇÃO DA
TECNOLOGIA DE SEGUNDA TELA NO PADRÃO ISDB-T_B

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica, área de concentração: Automação e Controle.

Orientador:

Prof. Dr. – Ing. Vicente Ferreira de Lucena Junior

MANAUS-AM
2015

CLÁUDIO HENRIQUE ALBUQUERQUE RODRIGUES

MODELO EXPERIMENTAL PARA UTILIZAÇÃO DA
TECNOLOGIA DE SEGUNDA TELA NO PADRÃO ISDB-T_B

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica, área de concentração: Automação e Controle.

Aprovado em 11/09/2015.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. – Ing. Vicente Ferreira de Lucena Junior

Universidade Federal do Amazonas - UFAM

Prof. Dr. Celso Barbosa Carvalho

Universidade Federal do Amazonas - UFAM

Prof. Dr. Walter Prado de Souza Guimarães

Universidade Federal do Amazonas - UFAM

R696m Rodrigues, Cláudio Henrique Albuquerque
Modelo experimental para utilização da tecnologia de segunda
tela no padrão ISDB-TB / Cláudio Henrique Albuquerque
Rodrigues. 2015
95 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Vicente Ferreira de Lucena Junior
Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade
Federal do Amazonas.

1. Segunda Tela. 2. Televisão digital. 3. Dispositivos móveis. 4.
Telespectador. I. Lucena Junior, Vicente Ferreira de II.
Universidade Federal do Amazonas III. Título

Dedico este trabalho à minha família, principalmente à minha mãe **Nilza Albuquerque Rodrigues Pereira**, sempre me dando total apoio, investindo na minha qualificação educacional e pessoal. Estendendo também aos amigos **Véi de Guerra** que entenderam e apoiaram, mesmo quando estive distante para cumprir a missão.

Agradecimentos

Agradecer a Deus é uma forma de dizer a Ele que sem suas mãos não conquistamos nada.

Agradeço ao meu orientador, professor Vicente Ferreira de Lucena Junior, por todo apoio, incentivo, paciência e confiança. A Faculdade FUCAPI, por possibilitar a oportunidade da realização deste. Destacando Rodrigo Silva e Frederico Pinagè, aos amigos e professores, Mikhail Ramalho, Karlo Homero, Walter Lucas, Walfredo Lucena e outros. Agradeço também a Eliel Reis e Francisco Januário que foram de grande ajuda na parte de desenvolvimento dos *softwares* envolvidos no trabalho.

Aos amigos do INATEL (Instituto Nacional de Telecomunicações), com destaque para o professor Anderson Fagiani que nunca mediu esforços para me auxiliar neste trabalho, agradeço também a Marcelo Carneiro de Paiva, Carlos Nazareth Mota Martins e aos outros professores que direta ou indiretamente contribuíram para realização deste.

Agradeço também aos meus colegas e amigos do CETELI (Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Eletrônica e da Informação), Walter Simões, Victor Lauria, Orlewilson Bentes, Ricardo Rosa, Vandermi Silva, Kenny Vinente, Hiram Amaral e outros que direta ou indiretamente ajudaram em diversas etapas da pesquisa.

Aos colegas de mestrado, com destaque para Vitor Tavares, Pedro Donadio, Diego Sales, que participaram de intermináveis seções de estudo e desenvolvimento de tarefas, do mesmo modo aos professores que sempre estiveram à disposição para esclarecer as dúvidas e ajudar no processo de aprendizagem.

Este trabalho é de grande importância para a carreira que escolhi seguir, pois representa o fim de mais um ciclo de aprendizado, foi responsável por mudanças de comportamento e de perspectivas em minha vida. Portanto quero compartilhar esta conquista com todos que compartilharam de alguma forma comigo momentos de trabalho e de descontração.

Por fim, agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) e à Samsung por acreditar e incentivar a pesquisa e os projetos acadêmicos, e pela bolsa de estudo para auxiliar durante a realização do Mestrado.

Lembre-se de que as pessoas podem tirar tudo de você,
menos o seu conhecimento.

Albert Einstein.

Resumo

A segunda tela, ou em inglês, *second screen* é uma tecnologia criada para oferecer ao telespectador a possibilidade de interagir com o conteúdo por meio de dispositivos móveis, utilizando aplicativos criados para este fim. Trata-se de uma plataforma que já está sendo utilizada na TV a cabo e na TV via satélite, em alguns canais disponibilizados nesta modalidade de negócio, TV por assinatura. É utilizada também em conteúdos disponibilizados através de mídia *BluRay* e nas salas de cinema. Entre as novas aplicações e serviços das empresas do ramo de jogos eletrônicos, já existem aplicações que permitem aos jogadores transformarem *smartphones* e *tablets* em uma segunda tela para melhorar a experiência geral de um jogador em relação aos controles e desafios de um jogo. A proposta deste trabalho é criar um protótipo de aplicação interativa para o Sistema Brasileiro de Televisão Digital - SBTVD no padrão ISDB-T_B (*Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial Brazil*), que permita disponibilizar a tecnologia de segunda tela em dispositivos móveis aos telespectadores. Para isto, serão realizadas alterações no sinal gerado pelos provedores de conteúdo para inclusão da opção de segunda tela e a criação das condições necessárias para detecção, sincronização e utilização desta tecnologia pelo usuário final em sua residência. Para verificar o funcionamento da proposta, foi criado um ambiente de testes com os componentes necessários para simular o sistema completo.

Palavras-chave: Segunda Tela, Televisão Digital, Dispositivo Móvel, Telespectadores.

Abstract

The Second Screen is a technology created to offer the viewer the ability to interact with the content through mobile devices using applications created for this purpose. It is a platform that is already being used in cable television and satellite television, on some channels available in this type of business, pay TV. It is also used in available content through Bluray media and movie theaters. Among the new applications and services of the companies in the field of electronic games, there are applications that allow players to transform smartphones and tablets on a second screen to enhance the overall experience of a player compared to controls and challenges of a game. The purpose of this work is to create an interactive application prototype for Brazilian System of Digital Television - SBTVD in the ISDB-T_B standard (Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial Brazil), that provides the second screen technology in mobile viewers. For this, it will be carried out changes in the signal generated by content providers to inclusion of the second screen option and creating the necessary conditions for detection, synchronization and use of this technology by the end user at his residence. To check the operation of the proposal, it was set up a test environment with the necessary components to simulate the complete system.

Keywords: *Second Screen, Digital TV, Mobile Device, Viewers.*

Índice de Figuras

Figura 1 - Resultados de pesquisa realizada pela Nielsen.....	21
Figura 2 - Utilização simultânea de <i>smartphone</i> e <i>tablet</i> enquanto assistindo TV.	22
Figura 3 - Assinatura de pacotes versus recursos da TV.	23
Figura 4 - Atividade executada na segunda tela ao ver TV.	24
Figura 5 - Formação do cabeçalho do TS.	34
Figura 6 - Diagrama simplificado com os principais sinais dentro da cadeia de TV digital. ..	36
Figura 7 - Sintaxe de formação indicada pelas recomendações ITU-T J.205 e ITU-T J.206. ..	37
Figura 8 - Estágios do processo de geração do sinal a ser transmitido.....	38
Figura 9 - Normas ABNT das etapas do sistema brasileiro de TV digital.....	38
Figura 10 - Arquitetura em alto nível do <i>middleware</i> geral do Ginga.....	39
Figura 11 - Arquitetura Ginga-J e ambiente de execução.....	41
Figura 12 - Exemplo de configuração no modelo cliente – servidor.....	42
Figura 13 - Fluxo para identificação de marca d’água.	47
Figura 14 - Cenário completo do sistema proposto.....	58
Figura 15 - Cenário básico - transmissão.....	60
Figura 16 - Estrutura de formação genérica das tabelas.	60
Figura 17 - Estrutura de formação básica dos descritores.....	62
Figura 18 - Sintaxe da tabela AIT.....	63
Figura 19 - Sintaxe do descritor do protocolo de transporte.	64
Figura 20 - Sintaxe do seletor de <i>bytes</i> para o transporte interativo.....	64
Figura 21 - Gerador de tabela AIT para mídia TS / BTS.....	65
Figura 22 - Cenário básico – recepção.....	66
Figura 23 - Fluxograma de captura da URL de segunda tela.....	67
Figura 24 - Arquivo <i>second_screen.url</i> com URL’s de segunda tela.....	68
Figura 25 - Ícone do aplicativo.....	70
Figura 26 - Diagrama de componentes do sistema.....	71
Figura 27 - Fluxograma de execução do aplicativo de segunda tela no dispositivo móvel.	72
Figura 28 – Aplicação procurando na rede Wi-Fi os receptores de TV digital disponíveis. ...	73
Figura 29 - Interface do Ginga-GUI.	81

Figura 30 - NCL de testes para aplicação de segunda tela.....	82
Figura 31 - TS executado no Ginga-GUI sem informação de segunda tela.....	83
Figura 32 - TS executado no Ginga-GUI com informação de segunda tela.	84
Figura 33 - Aplicação de segunda tela para dispositivo móvel.	85
Figura 34 - Conteúdo da URL de segunda tela, partida de futebol.	86
Figura 35 - Conteúdo da URL de segunda tela, produtos.	86

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Tecnologias x Parâmetros.....	50
Tabela 2 - Comparação entre os trabalhos relacionados.....	55
Tabela 3 - Descrição dos campos das tabelas do TS.	61
Tabela 4 - Constantes do protocolo de comunicação.....	76

Lista de Siglas

3G	<i>Terceira Geração</i>
ABEP	<i>Associação Brasileira de Estudos Populacionais</i>
ABNT	<i>Associação Brasileira de Normas Técnicas</i>
AIT	<i>Application Information Table</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
ARPANET	<i>Advanced Research Projects Agency Network</i>
ASCII	<i>American Standard Code for Information Interchange</i>
BTS	<i>Broadcast Transport Stream</i>
CEA	<i>Consumer Electronics Association</i>
CRC	<i>Cyclical Redundancy Check</i>
DVB	<i>Digital Video Broadcasting</i>
DVR	<i>Digital Video Recorder</i>
DTV	<i>Digital TeleVision</i>
EIT	<i>Event Information Table</i>
EPG	<i>Eletronic Program Guide</i>
GB	<i>Giga Bytes</i>
GHZ	<i>Giga Hertz</i>
HbbTV	<i>Hybrid Broadcast Broadband TV</i>
HDTV	<i>High Definition TeleVision</i>
HTML	<i>Hyper Text Markup Language</i>
HTTP	<i>Hyper Text Transfer Protocol</i>
IBGE	<i>Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística</i>
iDTV	<i>interatictive Digital TeleVision</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
IPTV	<i>Internet Protocol TeleVision</i>
ISDB-T	<i>Integrated System Digital Broadcasting – Terrestrial</i>
ISDB-T _B	<i>Integrated Services Digital Broadcasting – Terrestrial Brazil</i>
ITU-T	<i>International Telecommunication Union – Telecommunication</i>
JPEG	<i>Joint Photographics Experts Group</i>

JSON	<i>Java Script Object Notation</i>
JVM	<i>Java Virtual Machine</i>
LDTV	<i>Low Definition TeleVision</i>
MAC	<i>Machine Address</i>
MB	<i>Mega Bytes</i>
Mbps	<i>Mega bits per second</i>
MHz	<i>Mega Hertz</i>
MPEG	<i>Moving Picture Expert Group</i>
NCL	<i>Nested Context Language</i>
NCM	<i>Nested Context Model</i>
NIT	<i>Network Information Table</i>
PAT	<i>Program Association Table</i>
PDA	<i>Personal Digital Assistant</i>
PID	<i>Packet IDentifier</i>
PMT	<i>Program Map Table</i>
PNG	<i>Portable Network Graphics</i>
PnP	<i>Plug and Play</i>
PUC	<i>Pontifícia Universidade Católica</i>
PVR	<i>Personal Video Recorder</i>
SBTVD	<i>Sistema Brasileiro de TV Digital</i>
SDTV	<i>Standard Definition TeleVision</i>
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i>
TCP / IP	<i>Transmission Control Protocol / Internet Protocol</i>
TMCC	<i>Transmission and Multiplexing Configuration Control</i>
TOT	<i>Time Offset Table</i>
TS	<i>Transport Stream</i>
TV	<i>TeleVision</i>
UDN	<i>Unique Device Name</i>
UDP	<i>User Datagram Protocol</i>
UFAM	<i>Universidade Federal do Amazonas</i>
UFPB	<i>Universidade Federal da Paraíba</i>
UI	<i>User Interface</i>
UPnP	<i>Universal Plug and Play</i>

URL	<i>Uniform Resource Locator</i>
USB	<i>Universal Serial Bus</i>
UUID	<i>Universally Unique IDentifier</i>
UX	<i>User eXperience</i>
VoD	<i>Video on Demand</i>
WEB	<i>World Wide Web</i>
Wi-Fi	<i>Wireless Fidelity</i>
WiMAX	<i>Worldwide Interoperability for Microwave Access</i>
XML	<i>eXtensible Markup Language</i>

Sumário

Capítulo 1- Introdução	18
1.1 Problema	19
1.2 Motivação	20
1.2.1 Utilização de Dispositivos Simultâneos à TV	20
1.2.2 Uso de Dispositivos Móveis Simultâneos à TV no Brasil	22
1.2.3 Acesso à TV, Celular e Internet.....	25
1.3 Justificativa	25
1.4 Objetivo Geral.....	26
1.4.1 Objetivos Específicos	26
1.5 Contribuições	27
1.6 Organização da Dissertação	27
Capítulo 2- Referencial Teórico	29
2.1 TV Digital	29
2.1.1 Interatividade	30
2.2 Sistema Brasileiro de TV Digital	34
2.2.1 Camada Física do Padrão ISDB-T _B	34
2.3 Middleware Ginga	39
2.3.1 Ginga – NCL.....	40
2.3.2 Ginga –J.....	40
2.4 Redes de Comunicação.....	41
2.4.1 Arquitetura Cliente – Servidor.....	42
2.4.2 Protocolos de Comunicação	43
2.4.3 Universal Plug and Play – UPnP	43
2.5 Conclusão.....	44
Capítulo 3- Trabalhos Relacionados	46
3.1 Mecanismos de Sincronia de Mídia	46
3.1.1 Audio Watermarking.....	47
3.1.2 Audio Fingerprinting.....	48
3.1.3 Video Recognition	49
3.1.4 Local TV Synchronization.....	49

3.1.5 Internet Sync	49
3.1.6 Comparativo	50
3.2 Trabalhos com Soluções para Tecnologia de Segunda Tela.....	51
3.3 Conclusão.....	56
Capítulo 4- Segunda Tela Padrão ISDB-T _B	57
4.1 Cenário Completo.....	57
4.2 Cenário da Transmissão.....	60
4.2.1 Criação do Sinal com Informação de Segunda Tela	62
4.3 Cenário da Recepção	65
4.3.1 Aplicação Lua para Segunda Tela	66
4.3.2 Aplicação Android para Segunda Tela.....	69
4.3.3 Arquitetura da Aplicação Android.....	71
4.3.4 Receptor de TV Digital	73
4.3.5 Dispositivo Móvel.....	74
4.3.6 Servidor do Provedor de Conteúdo	75
4.3.7 Protocolo de Descobrimto e Comunicação.....	75
4.4 Conclusão.....	76
Capítulo 5- Avaliação Experimental.....	78
5.1 O Ambiente de Testes para o Aplicativo Android	78
5.1.1 Configuração e Aplicação dos Testes Android.....	79
5.2 O Ambiente de Testes para o Aplicativo Ginga.....	80
5.2.1 Configuração e Aplicação dos Testes Ginga	81
5.3 O Ambiente de Testes Completo.....	84
5.4 Resultados, Dificuldades Encontradas e Conclusão.....	87
Capítulo 6- Considerações Finais	89
6.1 Sugestões para Trabalhos Futuros	90
Referências	92
Apêndice A- Publicações	96

Capítulo 1- Introdução

Segunda tela é uma tecnologia criada para oferecer ao telespectador a possibilidade de interagir com o conteúdo apresentado na tela da TV, utilizando aplicativos criados para este fim [1]. Uma das principais vantagens do uso da segunda tela é a possibilidade do telespectador interagir com o conteúdo sem interferir na privacidade dos demais usuários. Essa característica permite a interação de um ou mais telespectadores simultaneamente ao mesmo conteúdo exibido, através de diferentes dispositivos móveis, como *smartphones* e *tablets*, oferecendo novas possibilidades de interação e melhorando a experiência do usuário [2].

Nesta dissertação é mostrada a arquitetura e a configuração para uso da tecnologia de segunda tela que permita o acesso, visualização e interação dos usuários que utilizam o padrão ISDB-T_B a outros conteúdos pertinentes ao programa em exibição na TV. Estas informações podem ser acessadas sem interferências visuais na primeira tela, onde está sendo exibido o conteúdo principal. O telespectador pode escolher com qual televisão deve parear o dispositivo móvel, no caso de mais de um aparelho conectado na rede Wi-Fi da residência, e dentre os canais, que estejam disponibilizando informações de segunda tela no conteúdo transmitido, escolher de qual deseja receber informações.

Para possibilitar o uso, as emissoras devem incluir, no sinal da programação que é transmitida, as informações necessárias para que o receptor de TV digital identifique a existência de conteúdo para segunda tela e disponibilize estes dados em uma rede sem fio padrão 802.11 - Wi-Fi (*Wireless Fidelity*). O aplicativo desenvolvido para os dispositivos móveis busca essa informação na rede e estabelece uma conexão com o servidor do provedor de conteúdo da emissora. A partir dessa conexão, o telespectador passa a visualizar em seu dispositivo móvel os conteúdos relacionados ao programa em exibição. Esses conteúdos e serviços oferecidos ficam a critério de cada emissora. O processo de sincronismo e os métodos de acesso são executados de forma automática e totalmente transparentes para os telespectadores.

1.1 Problema

Para grande parte das pessoas, assistir à TV ainda é uma atividade de grupo. Ao passo que este tipo de padrão de consumo já está muito bem compreendido, falta-nos conhecimento comparável em consumo de mídia em mais de um equipamento, onde as pessoas poderão fazer o uso de dispositivos móveis, aparelhos de televisão ou ambos simultaneamente [1]. Os provedores de conteúdo estão criando opções para oferecer aos seus telespectadores a possibilidade do uso de uma segunda tela, não existindo ainda uma padronização.

Os canais de TV digital que oferecem ao telespectador acesso a outros conteúdos referentes ao programa exibido na TV, realizam isso com a participação do telespectador, que deve ter um dispositivo móvel com acesso à *internet* para realizar o *download* do aplicativo. O inconveniente deste modelo é o telespectador ter de realizar diversos *downloads* de diferentes aplicativos, cada qual apropriado a uma das emissoras de TV, o que naturalmente é uma experiência desagradável para o usuário. Além disso, no dispositivo móvel, problemas podem ocorrer no sistema operacional, como aumento do consumo de memória, além da poluição visual da tela causada por diversos ícones de aplicativos.

Outra dificuldade enfrentada na disponibilização da segunda tela é o sincronismo entre o conteúdo exibido na TV e o aplicativo executado no dispositivo móvel. Existem diversas técnicas, porém sem apresentar uma sincronização completamente transparente entre a TV e a segunda tela para o uso em radiodifusão. Para o caso específico do uso em radiodifusão, esse problema pode ser atribuído a diversos fatores, como o ambiente de utilização, a taxa de transferência de dados nos meios de comunicação sem fios disponíveis no mercado, diferentes modelos de contrato dos telespectadores com os provedores de acesso à *internet* e diferentes configurações de rede sem fio nas residências dos telespectadores. A falta de uma norma ou padrão para definir o que é a tecnologia de segunda tela e o que deve oferecer, leva os interessados a desenvolverem soluções próprias ao seu modelo de negócio.

A sincronização proposta neste trabalho refere-se ao fato do conteúdo de segunda tela apresentado nos dispositivos móveis está sincronizado com a programação da TV digital. Isso permite uma maior liberdade de manuseio do conteúdo de segunda tela pelo telespectador, haja vista que não está vinculado em tempo real com a programação exibida. No entanto, é importante observar que o conteúdo de segunda tela deve estar compatível com o tipo de informação exibido na programação de TV. Por exemplo, não existe praticidade em visualizar

informações de segunda tela sobre uma partida de futebol, estando em exibição, pela emissora, um programa de telejornalismo.

1.2 Motivação

Os atuais usuários de TV digital podem ser classificados em dois perfis, os usuários que possuem uma grande experiência no uso de dispositivos modernos de interação e aqueles usuários tradicionais da TV analógica, que estão mais habituados ao uso do controle remoto. A grande diferença de experiência entre estes dois perfis de usuários tem forçado os fabricantes a lançarem novas propostas de interação, mais naturais que as encontradas nos controles remotos, para serem utilizadas como auxiliares ou substitutas destes controles [3].

O uso da tecnologia de segunda tela possibilita um cenário de interação não contemplado para os telespectadores de TV digital distribuída em radiodifusão, também conhecida com TV aberta. Permite mudar o modo dos telespectadores assistirem TV e conseqüentemente gerar novos serviços com interação oferecidos pelas emissoras, como campanhas de *marketing*, vendas, educação, diversificação do modo de consumo de conteúdo, onde poderá existir consulta ou troca de conteúdo entre as partes envolvidas, gerando um nicho enorme de oportunidades de negócio para ambas as partes. E, do lado social, pode auxiliar na inclusão digital dos telespectadores que ainda não têm costume de utilizar a *internet* em seu dia a dia.

Este trabalho tem como motivação investigar e propor uma solução de uso da tecnologia de segunda tela para este público, observando os fatores de usabilidade e custo de aquisição do *hardware* e *software* necessários. A usabilidade é um fator essencial na diminuição da rejeição à nova tecnologia por parte dos usuários, sejam eles com pouca ou muita experiência no uso de tecnologias de interação através de dispositivos móveis. A solução proposta é de baixo custo, que é um fator que atrai o interesse de um público ávido pelo uso de tecnologia.

1.2.1 Utilização de Dispositivos Simultâneos à TV

O uso da TV ainda domina o acesso e o consumo de vídeo, porém segundo a CEA (*Consumer Electronics Association*), em pesquisa realizada em 2012 nos EUA, foi observado que sua utilização não se restringe somente a este fim. Outra situação observada na pesquisa é

que simultâneo ao ato de assistir TV, duas em três pessoas estão com um segundo dispositivo, *tablet* ou *smartphone*, ligados simultaneamente [4].

Em outra pesquisa, realizada pela Nielsen em 2011 sobre o uso de dispositivos conectados, 70% dos usuários de *tablets* e 68% dos proprietários de *smartphones* nos EUA usam seus aparelhos enquanto assistem TV para acessar outras mídias. O gráfico da Figura 1 mostra os resultados desta pesquisa [5].

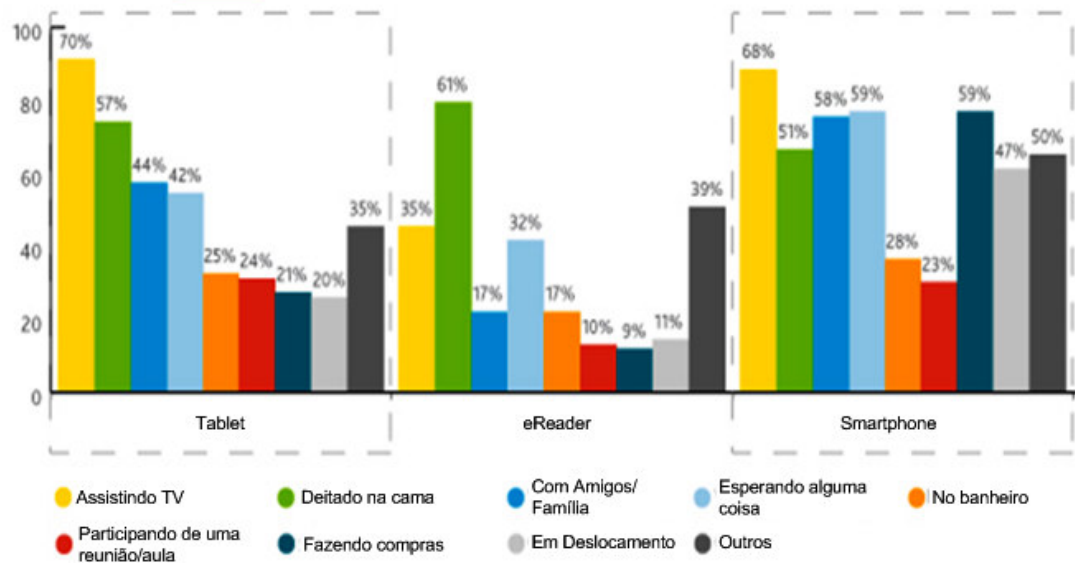


Figura 1 - Resultados de pesquisa realizada pela Nielsen.
Fonte: [5].

Analisando os dados, disponibilizados na Figura 1, pode ser visto que os usuários de *tablets* utilizam seus aparelhos ao mesmo tempo em que assistem à TV em 70% dos casos, os de *smarthphone* chegam próximos disto, atingindo 68% e mesmo os usuários de *eReader* fazem o uso simultâneo em 35% das vezes que estão usando seus aparelhos.

Na Figura 2, pode ser visto o percentual da utilização simultânea de *smartphone* e *tablet* enquanto assistindo TV [6]. No eixo vertical, estão dispostos os tempos levados em conta na pesquisa, em ordem crescente. No eixo horizontal, estão dispostas as porcentagens do uso simultâneo com a TV. As cores das barras destacam os quatro países pesquisados, sendo azul para Estados Unidos, verde para Inglaterra, laranja para Alemanha e por último a Itália destacada em vermelho no gráfico de barras.

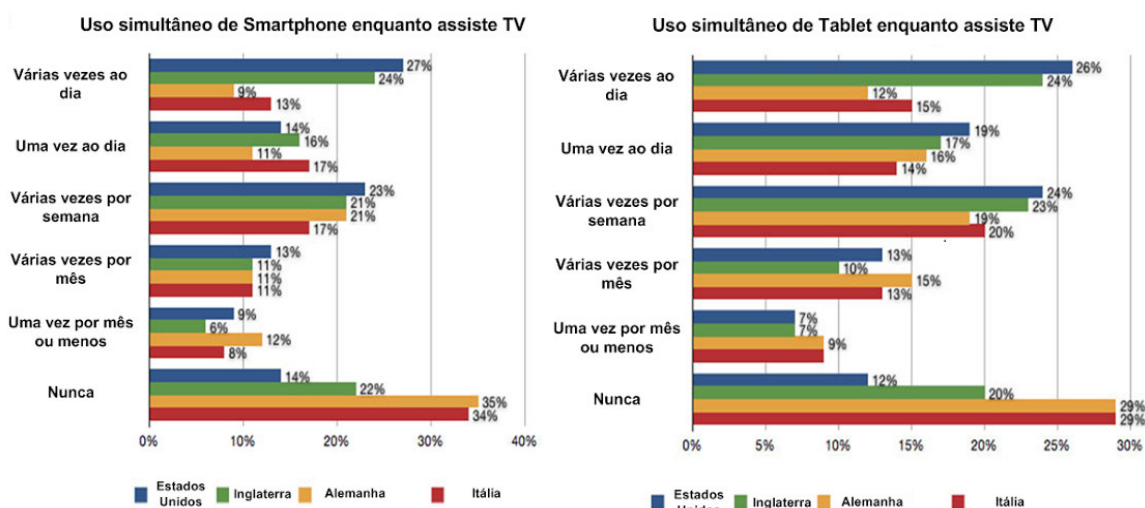


Figura 2 - Utilização simultânea de *smartphone* e *tablet* enquanto assistindo TV.
Fonte: [6].

A atividade mais frequente, tanto nos *tablets* como nos *smartphones*, em todos os países pesquisados, foi a verificação de *e-mail*, durante um intervalo ou mesmo durante o conteúdo exibido. Contudo, os proprietários de dispositivos também costumam interagir com o conteúdo relacionado com a TV, para procurar informações relacionadas com esse conteúdo ou na busca de ofertas e informações gerais sobre os produtos anunciados na TV.

1.2.2 Uso de Dispositivos Móveis Simultâneos à TV no Brasil

Uma pesquisa encomendada pelo Google Brasil, em agosto de 2013, aponta que 30 milhões de brasileiros utilizam três telas ao mesmo tempo, diariamente. O estudo foi realizado pela Ipsos, que define o comportamento dos internautas como o novo contexto de múltiplas telas. A pesquisa mostra que 63 milhões de pessoas utilizam, no mínimo, duas telas por vez, a televisão e o computador. Foi constatado que 52% da população *online* assistem à TV ao mesmo tempo em que acessam a *internet*, enquanto que 68% dos consumidores de múltiplas telas assistem à TV e interagem com o *smartphone*, simultaneamente [7].

O estudo também pesquisou quanto aos hábitos de consumo dos internautas e constatou que 27% dos usuários de múltiplas telas fazem compra *online* no Brasil, sendo que mais de 30% desse grupo utiliza mais de um dispositivo para concluir a compra. Segundo o Google Brasil, o número de usuários revela o novo comportamento do consumidor brasileiro.

Em uma pesquisa de mercado realizada em uma parceria das empresas eCGlobalSolutions e eCMetricse registrada na Associação Brasileira de Estudos

Populacionais - ABEP, foi apontado que quase metade dos internautas que possuem TV com conexão à *internet* é assinante de planos avançados de canais pagos. Na Figura 3, pode ser visto que para os internautas que possuem aparelhos de TV com conexão à *internet*, o número de assinantes de plano avançado de canais é de 47%, enquanto o número de pessoas apenas com acesso a canais de TV aberta é de 19%. Ao considerar o grupo de pessoas com televisores sem recursos de conexão à *internet*, conexão USB (*Universal Serial Bus*) e aplicativos, a porcentagem de assinantes de plano avançado cai para 19%, enquanto o acesso apenas a canais de TV aberta sobe para 50% [8].

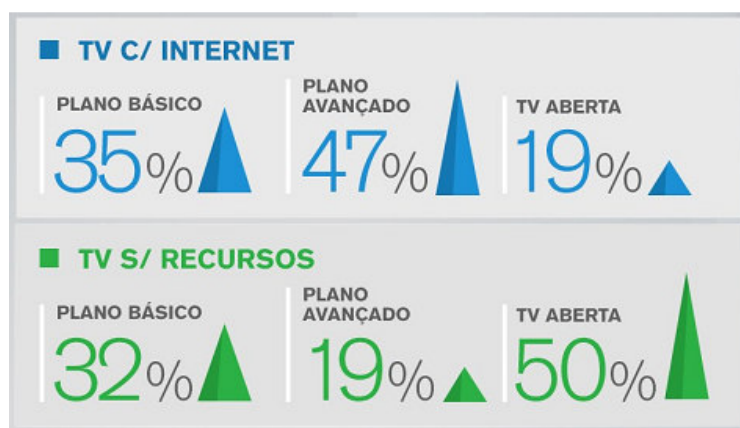


Figura 3 - Assinatura de pacotes versus recursos da TV.
Fonte: [8].

De acordo com a pesquisa, 35% dos entrevistados afirmaram possuir um plano mais básico, enquanto 33% afirmou ser assinante de um plano de canais mais avançado. Já 32% possuem disponível apenas o pacote de canais da TV aberta brasileira [8]. Foi observado também que o computador é a segunda tela mais popular durante a exibição de conteúdos na TV e é utilizado para comentar sobre os conteúdos exibidos na TV em redes sociais. Com quase 60%, o *notebook* foi a opção mais escolhida pelos internautas brasileiros como equipamento utilizado simultaneamente a exibição de programas de TV. A segunda opção favorita foi o *smartphone*, com 34%, e os *tablets* ficaram como terceira opção, com 18%. Na Figura 4 pode ser visto um comparativo da atividade executada na segunda tela ao ver TV e como distração ao ver TV.

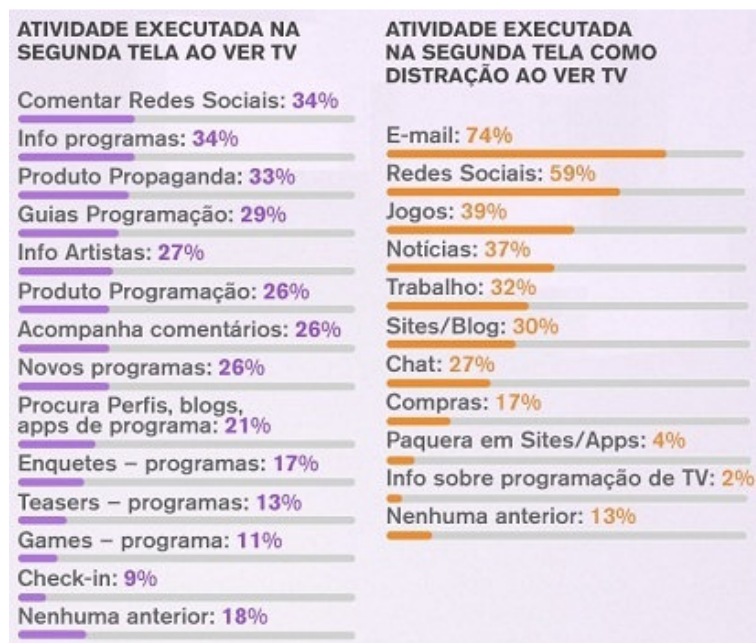


Figura 4 - Atividade executada na segunda tela ao ver TV.
Fonte: [8].

Comentar em redes sociais sobre TV, buscar informações sobre determinado programa e buscar informações de produtos exibidos em anúncios são as principais atividades realizadas em dispositivos usados como segunda tela durante consumo de programas televisivos. Os dispositivos também são utilizados para consultar a grade de programação, buscar informações de artistas, pesquisar por produtos exibidos durante programas, acompanhar comentários sobre TV nas redes sociais e procurar por novas atrações. A pesquisa comprovou que mais de 70% dos internautas brasileiros querem acessar mais facilmente informações sobre produtos anunciados em programas enquanto assistem à TV. E que 54% buscam por meio desses aplicativos informações sobre a programação televisiva [8].

Visando a este nicho de mercado, cada emissora está desenvolvendo seus próprios aplicativos de segunda tela. Isto faz com que o usuário, para utilizar a tecnologia, tenha de realizar o *download* de um aplicativo por emissora e, em alguns casos, aplicativos específicos de um determinado conteúdo, por exemplo, um para o futebol, outro para um programa de auditório, outro para programas jornalísticos e assim por diante. Além da necessidade de ter diversos aplicativos instalados no dispositivo móvel, a cada nova sintonia de emissora, o telespectador terá de executar o aplicativo correspondente a esse novo canal sintonizado.

Neste trabalho foi elaborada uma opção para que um único aplicativo ofereça acesso às informações de segunda tela de todas as emissoras e programas.

1.2.3 Acesso à TV, Celular e Internet

De acordo com dados estatísticos levantados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, levando em conta o cenário de 2011 até o ano de 2013, é possível afirmar que pelo menos 96,63% das residências da categoria domicílios particulares permanentes possuem acesso à televisão, sendo que do mesmo grupo cerca de 72,2% possuem acesso a um telefone móvel celular para uso pessoal e acesso à *internet* [9].

O quadro geral observado é extremamente favorável para o desenvolvimento de novas tecnologias que possam agregar benefícios aos componentes que o cidadão comum já contempla em sua moradia, como *smartphones*, *tablets*, *smart TV* ou TV com receptor de sinal digital e acesso à *internet* por redes sem fio. Levando em conta a cultura brasileira de consumo, interação e divulgação de informações por meio de conteúdo televisivo, a tecnologia de segunda tela pode ser proposta como uma maneira de oferecer interatividade para televisão digital de forma acessível, simples e abrangente.

1.3 Justificativa

As pesquisas de mercado descritas na Seção 1.2 já seriam suficientes para justificar o interesse deste trabalho. Além disso, as opções da tecnologia de segunda tela disponibilizadas no mercado não têm ainda como público alvo os telespectadores de TV digital distribuída por radiodifusão e as emissoras que começam a adentrar neste mercado não seguem um padrão. Conforme mostrado pelas pesquisas realizadas na área, o telespectador do futuro estará conectado a múltiplas telas, vivendo uma experiência personalizada e coletiva, ao acessar a programação da TV e, ao mesmo tempo, interagir com conteúdos adicionais por meio de *smartphones*, *tablets* e outros dispositivos móveis. O telespectador também poderá ser um colaborador interativo das narrativas audiovisuais. Essa tendência fez surgir diversas alternativas para possibilitar estas experiências de uso de outras telas simultaneamente ao uso da TV.

Este trabalho justifica-se por dois pontos de vista, um prático e um teórico. Do ponto de vista prático, a relevância sobre a opção de um único aplicativo atender todas as emissoras e sua grade de programação por um público interessado no uso de novas tecnologias, mas não em aplicar grandes quantias para adquiri-la. Do ponto de vista teórico, a pesquisa apresenta

uma proposta de solução diferente das utilizadas, com ampla possibilidade de utilização e com baixo custo de implementação.

1.4 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é propor uma solução de implantação da tecnologia de segunda tela por meio da criação de um modelo experimental que, demonstre a viabilidade de utilização para qualquer conteúdo exibido na TV digital aberta do Brasil (ISDB-T_B).

1.4.1 Objetivos Específicos

- Identificar as arquiteturas que disponibilizam o uso de múltiplas telas, para acesso a informações diversificadas, em sincronia com o conteúdo exibido por meio televisivo;
- Propor uma arquitetura para uso da tecnologia de segunda tela compatível com o padrão brasileiro de TV digital aberta, ISDB-T_B;
- Desenvolver o *software* necessário para identificação e disponibilização da URL na rede Wi-Fi através do *middleware* Ginga;
- Desenvolver um aplicativo Android para exibição das opções de segunda tela nos dispositivos móveis;
- Criar um cenário para avaliar a viabilidade do uso da tecnologia de segunda tela no padrão brasileiro de TV digital, que simule o sinal enviado pela emissora de TV, a recepção, o provedor de conteúdo e o aplicativo no dispositivo móvel, a fim de prover acesso a outras mídias relacionadas a programação;
- Criar um cenário, com condições necessárias para avaliar a possibilidade de oferecer ao telespectador de TV aberta, acesso à tecnologia de segunda tela. O uso sincronizado com o conteúdo disponibilizado pelas emissoras de TV em radiodifusão no padrão ISDB-T_B de outros serviços. A recepção e interação com informações adicionais sobre o conteúdo televisivo que estiver sendo exibido, no modelo ligar e usar - PnP (*Plug and Play*), através de um único aplicativo no dispositivo móvel;
- Avaliar os resultados obtidos com as simulações.

1.5 Contribuições

Uma vez que o objetivo da pesquisa científica é fornecer um modelo para a ciência e resultados práticos que possam ser utilizados para resolver problemas reais. Este trabalho traz como principal contribuição uma opção de acesso à tecnologia de segunda tela pelo público que utiliza TV digital no padrão ISDB-T_B, onde todas as emissoras poderão oferecer o acesso de uma forma padronizada sem alterações no sistema de distribuição utilizado. No lado do telespectador, possibilitar o uso da tecnologia de segunda tela de forma transparente (PnP), visto que o público alvo em sua maioria não costuma, ou nunca fez uma configuração de aparelhos para poder utilizar. É um público que provavelmente irá rejeitar a novidade, se ela apresentar problemas comuns para quem convive com informática. Além disso, com a facilidade da instalação de um único aplicativo nos dispositivos móveis, a aceitação da tecnologia pelo público que não tem o costume de utilizar o *smartphone*, seria muito melhor.

1.6 Organização da Dissertação

No segundo capítulo, é mostrada a fundamentação teórica para o entendimento do alvo principal deste trabalho, o capítulo mostra as teorias envolvidas no desenvolvimento da proposta, discorrendo de forma sucinta as áreas utilizadas na pesquisa.

No Capítulo 3, é feita uma breve explanação dos trabalhos mais relevantes encontrados durante a pesquisa bibliográfica, são trabalhos relacionados ao tema escolhido que serviram de apoio na decisão de como fazer e o que oferecer para o caso específico do sistema brasileiro de TV digital aberta. Foram levadas em consideração as soluções testadas em outros padrões para dar sustentação à proposta aqui sugerida.

O Capítulo 4 trata do desenvolvimento da proposta deste trabalho, o capítulo inicia com uma descrição das partes envolvidas nas etapas de desenvolvimento e uma visão do cenário completo da tecnologia de segunda tela proposta. Em seguida, é descrito como foi desenvolvida a solução, separando a parte de transmissão (emissoras de TV) da parte de recepção (residência dos telespectadores).

No Capítulo 5, são apresentados os ambientes criados para realização dos testes funcionais das etapas de desenvolvimento, começando com os testes da geração e transmissão do sinal de TV digital e de sua recepção, seguindo com os testes da aplicação Android

utilizada nos dispositivos móveis. Em sequência, os testes do ambiente completo e termina com os resultados obtidos e as dificuldades encontradas durante a realização do trabalho.

O Capítulo 6 descreve as considerações finais relacionando o que foi alcançado em relação aos objetivos traçados. São sugeridas opções de trabalhos futuros que podem utilizar o estudo já realizado. A dissertação é finalizada com as referências bibliográficas utilizadas e as publicações diretamente relacionadas ao trabalho.

Capítulo 2- Referencial Teórico

A fim de compreender os conceitos e soluções discutidas neste trabalho, é necessário distinguir como funcionam algumas etapas envolvidas no processo de adição da informação necessária para disponibilização de segunda tela ao sinal transmitido no padrão ISDB-T_B. Como estas se ajustam e se relacionam para serem utilizadas na simulação de um protótipo funcional que permite a interação dos telespectadores com a programação exibida na TV por meio de dispositivos móveis. Neste capítulo, discorrem-se os assuntos referentes à fundamentação teórica que contribuíram para a base científica envolvida no desenvolvimento desta opção de uso da tecnologia de segunda tela. O objetivo é oferecer as perspectivas teóricas que irão alicerçar o entendimento do que foi realizado.

Primeiro, é feita uma breve descrição sobre TV digital, os níveis de interatividade e o que é TV interativa. Após esta etapa, foram descritas as teorias diretamente envolvidas na proposta, começando pela camada física do padrão ISDB-T_B, o processo de transmissão e as normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) que regulam o padrão, esta é a parte do sinal de TV gerado e transmitido pelas emissoras. As Seções 2.3 e 2.4 abrangem conceitos do *middleware* Ginga, presente em todos os receptores de TV digital deste padrão, que é um dos principais elementos desta proposta. Conceitos da área de rede de comunicação e protocolos de comunicação em redes sem fio, que junto com o dispositivo móvel compõem o lado da recepção.

2.1 TV Digital

No dia 2 de dezembro de 2014, o padrão ISDB-T_B de TV digital completou 7 anos de operação no Brasil, sendo utilizado por um conjunto de canais abertos de acesso público e gratuito. Na TV digital, a transmissão do áudio e do vídeo passa a ser feita através de sinais digitais que, codificados, permitem o uso mais eficiente do espectro eletromagnético, devido ao aumento da taxa de transmissão de dados na banda de frequências disponível. É possível desta forma transmitir som e imagem de melhor qualidade, viabilizando a televisão de alta definição - HDTV (*High Definition TeleVision*). Essa diferença pode ser percebida na

resolução de vídeo. Enquanto a TV analógica trabalha em média com 480 linhas horizontais, a TV digital trabalha com 1080 linhas. Isso significa que cada imagem transmitida terá muito mais pontos (*pixels*) em sua composição. No áudio, a diferença também é grande, enquanto a TV analógica utiliza um canal (mono) ou dois canais (estéreos) de áudio, a TV digital suporta até seis canais. Outra diferença reside no formato da imagem, que é a razão entre a sua largura e altura. Esse formato, no sistema digital, obedece a proporção 16:9, diferente do padrão analógico, que funciona na proporção 4:3.

Com a introdução da tecnologia digital na radiodifusão de TV, o usuário pode optar por uma das seguintes situações:

- Continuar a receber a TV aberta utilizando uma TV analógica, porém somente até ocorrer o desligamento da TV analógica, programado para ser finalizado em novembro de 2018, segundo o Ministério das Comunicações;
- Adquirir um conversor (*set top box*) que permitirá receber o sinal digital e convertê-lo para um formato de vídeo e áudio disponível na TV;
 - Adquirir uma TV que já incorpore o conversor.
 - Assistir a TV digital em computadores, *tablets*, celulares e outros dispositivos devidamente equipados para tal, podendo ser vista em movimento sem perder a qualidade.

Outra grande vantagem é a possibilidade de interatividade, permitindo às emissoras obter dados mais precisos de audiência, realização de venda de produtos, enquetes, entre outros. Qualquer pessoa poderá usufruir da interatividade inteiramente, se conectar sua televisão ou conversor à rede mundial de computadores. As emissoras poderão disponibilizar aos telespectadores informações adicionais sobre a programação, como sinopse e ficha técnica do filme sendo apresentado, resumo dos capítulos anteriores de uma novela, informações sobre o time que está jogando, entre outras.

2.1.1 Interatividade

Ao pensar no termo interatividade, imagina-se uma situação em que as pessoas possam de alguma forma, participar ou ter a sensação de estar participando de algo. Essa característica talvez seja o grande desafio a ser potencializado pela TV digital, que diz respeito não somente à intervenção nos conteúdos, mas, igualmente, na colaboração dos usuários na produção de conteúdos, rompendo, dessa forma, com a verticalidade

predominante nos sistemas tradicionais de televisão analógica e digital. A interatividade está relacionada com o quanto pode ser alterado ou influenciado imediatamente pelo usuário na forma e conteúdo [10]. Neste cenário, jornais, livros e a televisão aberta são considerados como meios pouco interativos, enquanto teleconferência, *e-mail* e videogame, por exemplo, são de alta interatividade [11].

O conceito de interatividade está em alta e vem sendo utilizado como forma de divulgação em diferentes tipos de negócios, por exemplo, comerciais, programas, jogos, cinema, teatro, *websites*, televisão analógica, como um meio de atrair o público para os eventos e também para divulgação de produtos. Ao realizar uma pesquisa em uma ferramenta de busca, como o Google, por exemplo, são encontradas diversas páginas relacionadas ao termo interatividade. Muitos produtos e serviços são anunciados utilizando este atributo. É usada para qualificar diversos objetos ou coisas que permitem ao usuário algum tipo de participação, ou seja, a ideia virou uma propaganda de si mesma. Quando os atores de uma peça de teatro se envolvem com a plateia é chamado de interatividade, um programa de televisão que possibilita respostas dos telespectadores por telefone, por exemplo, é divulgado como TV interativa. Outros casos podem ser vistos em lojas de departamentos, de brinquedos, de videogames, de telefones celulares e de telas táteis. Estes casos mostram o uso da expressão interatividade para seduzir o consumidor, por meio de uma possibilidade ou sensação de participação ou interferência.

A interação pode ocorrer diretamente entre dois ou mais atores, ao contrário da interatividade que é intermediada por um meio eletrônico, tal como a TV digital.

Com enfoque na televisão digital, a interatividade pode ser classificada em sete níveis baseados na evolução dessa mídia [12].

No nível 1, o telespectador pode ligar e desligar o aparelho, ajustar o volume, o brilho ou o contraste e trocar de canal.

No nível 2, alguns equipamentos periféricos são acoplados à televisão, como videogames, videocassete e câmeras portáteis. O telespectador pode agora ver vídeos, jogar e gravar programas para ver quando quiser.

No nível 3, há indícios de interatividade por meio de sinais digitais. O telespectador pode interferir no conteúdo por meio do telefone ou correio eletrônico.

No nível 4, tem-se a chamada televisão interativa, que possibilita a participação no conteúdo em tempo real, por exemplo, a escolha de ângulos de câmera. O telespectador ainda não tem controle total sobre a programação, a qual ainda depende das possibilidades oferecidas pelo provedor do conteúdo.

Evoluindo um pouco mais, o nível 5 oferece a possibilidade de ultrapassar a restrição de apenas escolher opções oferecidas pelo provedor, passando a ter a opção de participar da programação, podendo enviar vídeos de baixa qualidade, por exemplo, o que torna necessária a existência de um canal de retorno, responsável pela transmissão das interações feitas pelo telespectador de volta para a emissora.

O que muda no nível 6 é o aumento da largura de banda do canal de retorno, oferecendo desta forma a possibilidade de envio de vídeos de alta qualidade, semelhantes aos da emissora.

No nível 7, o telespectador passa a se confundir como transmissor, podendo gerar conteúdo, similar ao que acontece na *internet*, onde qualquer pessoa pode publicar um conteúdo. O telespectador pode produzir programas e enviá-los à emissora, quebrando assim com o monopólio da produção e veiculação das tradicionais redes de televisão [12].

Baseado no estudo dos níveis de interatividade pode-se chegar próximo de uma definição do que vem a ser TV interativa. Apesar do conceito ainda não estar claro em nenhum lugar do mundo, gerando inúmeras controvérsias, uma característica é praticamente unânime, a TV deixa de ser unidirecional. No momento da transição do nível 4 para o nível 5, da TV reativa para a TV propriamente interativa, o telespectador passa a ter um canal de interação para se comunicar com o provedor de conteúdo [13]. Segundo a Emarketer, empresa americana de pesquisa em novas tecnologias, o termo TV interativa abrange uma série de aplicações, serviços e tecnologias, muitas ainda nem inventadas [14]. Podendo ser classificada em sete grandes grupos:

1 - TV avançada (*enhanced TV*), que se refere ao tipo de conteúdo televisivo que engloba texto, vídeo e elementos gráficos, como fotos e animações. Apresenta esses elementos de forma integrada, normalmente por meio de um mosaico ou uma grade de programação. Outra mudança em relação à TV analógica é o aumento da qualidade do vídeo e do som, além da mudança na relação de aspecto do monitor, que deixa de ser na proporção 4:3 para ser 16:9.

2 - A *internet* na TV (*internet on TV*), que possibilita o acesso à rede e todas as suas funções, usando o televisor.

3 - TV individualizada (*individualized TV*), que permite a adaptação total da TV ao gosto do telespectador, possibilita a escolha de ângulos de câmera em transmissões esportivas ou espetáculos teatrais e personalização da interface, com escolha de cores, fontes, e organização ou posicionamento das telas de menu. Permite também a repetição de cenas perdidas, pausar uma cena ou gravar para assistir em outro horário.

4 - O vídeo sob demanda –VoD (*Video on Demand*), que permite que os espectadores escolham o programa e a hora que desejam assistir, independente do horário da programação do provedor. Como comparação, seria como ter acesso a uma locadora de filmes em qualquer horário, usando apenas botões do *mouse* ou de controle remoto. A emissora pode disponibilizar toda grade de programação, com exceção dos programas ao vivo, para serem assistidos em qualquer horário. Esta opção é diferente do modelo *pay per view* onde os programas têm horários para serem transmitidos.

5 - O gravador de vídeo pessoal - PVR (*Personal Video Recorder*) também conhecido como televisão pessoal (*personal TV*), ou gravador digital de vídeo - DVR (*Digital Video Recorder*), que possibilita a gravação digital de programas apenas especificando o título, o horário, o assunto, o ator, ou algum outro dado pré-cadastrado sobre o filme, ou qualquer outra atração televisiva. Esta função pode inclusive suspender a reprodução do programa, mesmo que ele esteja acontecendo ao vivo, e retomar sua reprodução do ponto em que foi parado, pulando os comerciais. Esta gravação é armazenada em um disco rígido incorporado na TV ou no aparelho receptor.

6 - Outra opção é o *walled garden* que é um portal contendo um guia das aplicações interativas. Funciona como um tutorial que esclarece ao usuário o que é possível fazer, o que está disponível, e pode servir de canal de entrada para essas aplicações.

7 – O console de jogo (*Game Console*) que permite o uso da TV para jogos, tendo como adversário a própria TV ou, estando em rede, outros jogadores.

Além destes sete grupos classificados pelo Emarketer, podem-se acrescentar mais dois, fundamentais para retratar as características da TV digital interativa [3] [14].

1 - O guia de programação eletrônico, também conhecido como mosaico. Permite ao usuário ver os horários e uma sinopse da programação dos outros canais disponíveis sem a necessidade da navegação pelos canais para saber o que está sendo transmitido.

2 - Serviços de teletexto, que é uma tecnologia comum na TV analógica alemã. Estes serviços foram adaptados para o uso na TV digital. São informações fornecidas pelos transmissores em forma de texto, podendo se sobrepor às imagens, com informações adicionais à programação, ou então ocupar a tela inteira do vídeo, referindo-se aos mais variados assuntos. Informações econômicas, meteorológicas e últimas notícias são as seções mais comuns.

2.2 Sistema Brasileiro de TV Digital

A TV é o meio de comunicação mais popular do Brasil, com presença em aproximadamente 95,1% das residências [15]. No ano de 2006, foi decretado que o SBTVD adotaria o padrão ISDB-T incorporando inovações tecnológicas aprovadas pelo comitê de desenvolvimento. Dentre as inovações propostas duas tiveram destaque e foram incorporadas ao sistema. O *middleware* [16] e a codificação de sinais de fonte [17]. O *middleware* brasileiro, denominado de Ginga, é constituído por duas linguagens, uma declarativa, chamada Ginga NCL (*Nested Context Language*) e outra procedural chamada Ginga-J [18] [19] [20]. Na Seção 2.3, é feita uma descrição com mais detalhes do *middleware* Ginga.

O grupo responsável pela codificação de sinais de fonte propôs o uso do padrão de codificação H.264 [21]. Com estas incorporações, este novo sistema utilizado no Brasil passou a ser chamado de ISDB-T_B (*Integrated Services Digital Broadcasting – Terrestrial Brazil*). As primeiras transmissões experimentais do ISDB-T_B foram realizadas em junho de 2007, na cidade de São Paulo. No dia 2 de dezembro de 2007, foram iniciadas as transmissões comerciais. A data do desligamento do sistema analógico tem previsão de começar a partir de abril de 2016 [22].

2.2.1 Camada Física do Padrão ISDB-T_B

O padrão ISDB-T_B é composto basicamente pelos seguintes blocos: codificação, multiplexação, modulação e amplificação. Na codificação, os sinais de áudio/vídeo e dados são comprimidos conforme especificado nas normas ABNT NBR 15602 e encapsulados no formato de pacotes para transporte de trem de *bits* - TS (*Transport Stream*) [23]. Na Figura 5, é possível visualizar um pacote do TS, bem como a formação do seu cabeçalho. Das informações contidas no cabeçalho, pode-se destacar o *byte* de sincronismo, que indica o início de cada pacote, e o PID (*Packet Identifier*) que é a identificação do pacote.

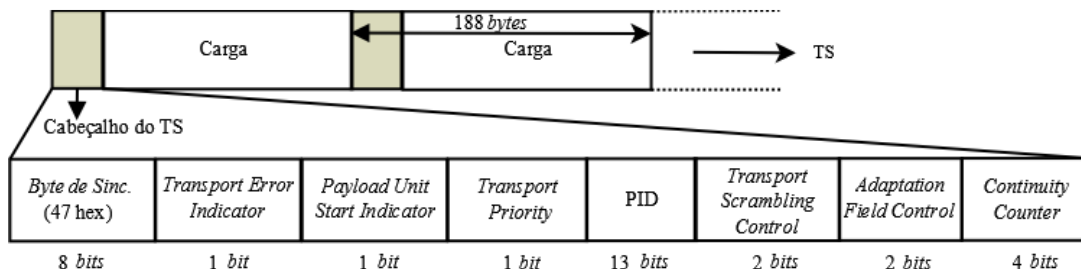


Figura 5 - Formação do cabeçalho do TS.

Fonte: Adaptado de [24].

Seguindo a mesma ordem apresentada na Figura 5, o campo *Byte de Sinc.* é utilizado como referência do início de um pacote do TS e possui seu valor fixo e igual a 0x47h, 'conforme norma ISO/IEC 13818-1 [24]. Esse valor pode estar contido em outras partes do pacote, porém haverá sempre 188 *bytes* entre 2 *bytes* de sincronismo consecutivos. O campo *Transport Error Indicator* é um campo formado por um *bit* que indica se o pacote possui erros, ocasionados durante a transmissão, que não puderam ser corrigidos pelos mecanismos de controle de erros existentes no sistema de transmissão. Esse campo carrega o valor '1' quando detectado pelo menos um *bit* errado no pacote e carrega o valor '0' caso contrário. Caso o *bit transport error indicator* indique a presença de um erro, o pacote é descartado pelo decodificador MPEG (*Moving Picture Expert Group*) [25]. O *bit Payload Unit Start Indicator* para pacotes nulos assume o valor '0' e para pacotes que transportam tabelas do sistema assume '1', quando os dados de formação da tabela se iniciam naquele pacote, ou '0' caso contrário [24].

O fluxo adequado à situação de radiodifusão ocupa uma largura de banda coerente com o canal de TV de 6MHz (*Mega Hertz*) é denominado BTS (*Broadcast Transport Stream*) e corresponde ao resultado da multiplexação de vários fluxos TS gerados pelo sistema de codificação (*Encoder*).

Na formação do BTS, algumas tabelas adicionais devem ser criadas ou atualizadas pelo multiplexador [26]. Por exemplo, a EIT (*Event Information Table*) é a tabela que transporta os dados referentes à grade de programação da emissora e é usada pelo receptor para montar e exibir o guia de programação. A TOT (*Time Offset Table*) informa o horário e o dia atual para a correta indicação do programa que está sendo exibido. A NIT (*Network Information Table*) é uma tabela com informações referentes aos dos programas e as configurações do sistema.

O BTS é um fluxo de dados que possui uma taxa de transmissão fixa de 32,508Mbps (*Mega bits per second*). É formado por pacotes de 204 *bytes* resultantes da adição de um campo de 16 *bytes* a cada pacote do TS. Este campo é usado no controle e configuração da multiplexagem e transmissão – TMCC (*Transmission and Multiplexing Configuration Control*). Dos 16 *bytes*, 8 são de informações do sistema e os demais são *bytes* de paridade opcionais para correção de erros, conforme normas ABNT NBR15601 e ARIB STD-B31[27] [28]. A Figura 6 retrata um diagrama simplificado com os principais sinais dentro da cadeia de TV digital. No contexto do ISDB-T_B, o valor da taxa de dados do sinal a ser transmitido depende de vários fatores ligados à própria configuração do sistema de TV digital, como a

modulação digital utilizada, configurações da etapa de codificação de canal, códigos corretores de erros e parâmetros de transmissão [28].

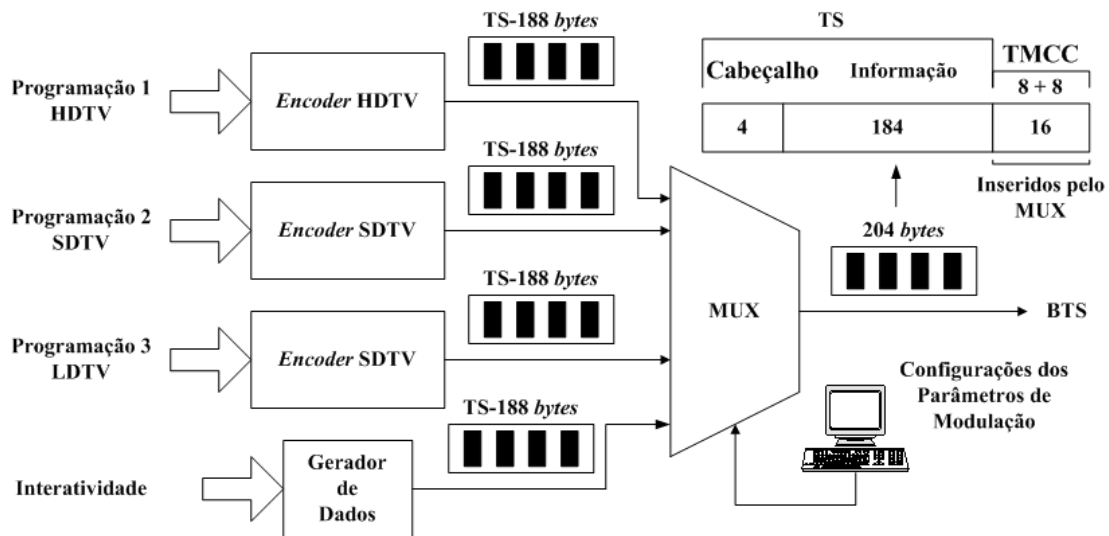


Figura 6 - Diagrama simplificado com os principais sinais dentro da cadeia de TV digital.
Fonte: Adaptado de [29].

Na Figura 6, podem ser vistos o TS, o TMCC e o BTS. Os *encoders* atuam no encapsulamento dos dados de áudio e vídeo em pacotes de TS que serão posteriormente aplicados ao multiplexador ISDB-T_B. O cabeçalho destes pacotes de TS contém informações fundamentais para a decodificação, identificação e sincronismo de transmissão, padronizados pelas normas ISO/IEC 13818-1 e recomendação ITU-T H.222.0 [24]. Há também informações que são de utilização exclusiva em cada País ou até mesmo para cada geradora de conteúdo. Estas informações são transmitidas em seções de dados privados, nas estruturas chamadas de tabelas. Estas informações são transportadas como *payload* do pacote TS, obedecendo também às normas ISO/IEC 13818-1 e recomendação ITU-T H.222.0 [24].

Para um sistema de transmissão de segunda tela, é necessária a inclusão de informações sobre o provedor de conteúdo da emissora na tabela de informação de aplicação - AIT (*Application Information Table*), transmitida no pacote BTS. A inclusão da URL (*Uniform Resource Locator*) é feita em um campo próprio já existente nas tabelas. A sua identificação no TS, o PID, é informada indiretamente pela tabela PMT (*Program Map Table*) que é definida pela emissora. A sua identificação no campo *table_id* da tabela, deve obrigatoriamente utilizar o valor hexadecimal 0x74h. Os demais campos devem ser configurados com valores fixados pela norma ABNT NBR 15603, com exceção do campo de dados privados também denominado de descritor [26].

O valor do identificador de tabelas (*tag_value*), deve obrigatoriamente ser registrado e divulgado como parte do sinal da empresa. Estes valores são estabelecidos pela norma e irão transportar as informações da página HTML (*Hyper Text Markup Language*) que contem os dados de segunda tela. Este descritor chamado de *IBB application* tem que obedecer a uma sintaxe de formação indicada pelas recomendações ITU-T J. 205 e ITU-T J. 206, conforme pode ser visto na Figura 7 [30] [31].



Figura 7 - Sintaxe de formação indicada pelas recomendações ITU-T J.205 e ITU-T J.206.
Fonte: Adaptado de [26] [27].

O campo *Code* é o código binário para executar o descritor. *Resources* é o campo de informações relativo à aplicação, ou seja, neste campo é onde deve ser codificado o endereço da página HTML a ser utilizado pelo aplicativo de segunda tela do dispositivo móvel, em conformidade com a norma ISO/IEC 8859-15 [32]. O campo *Meta-data*, corresponde às informações associadas à aplicação. *Control* é um campo utilizado para prover os controles da aplicação disponibilizada. No campo *User settings*, estão alguns parâmetros de configuração que podem ser disponibilizados pela emissora. A tabela AIT deve ser configurada conforme as recomendações ITU-T J.205 e J.206, para que o receptor possa ser capaz de decodificar estas informações e disponibilizar na rede a informação do endereço do provedor de conteúdo com as opções de segunda tela do programa que está sendo exibido. O aplicativo do dispositivo móvel realiza a conexão ao provedor de conteúdo por meio da informação de segunda tela transmitida na tabela.

A Figura 8 mostra a disposição dos equipamentos dos estágios necessários para o processo de geração e transmissão do sinal de TV digital. Esta disposição não é obrigatória. Para fins deste trabalho, não são necessárias alterações na estrutura física mostrada. As alterações são apenas no *stream* de *bits*, nos campos já destinados para tal, no sinal a ser transmitido.

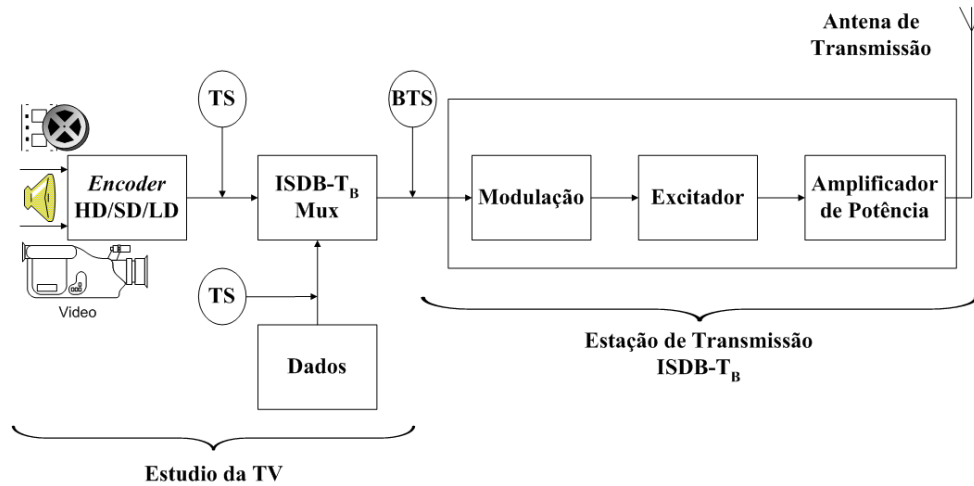


Figura 8 - Estágios do processo de geração do sinal a ser transmitido.
Fonte: (Própria).

Na Figura 9, pode ser vista a norma ABNT relacionada a cada uma das etapas utilizadas no processo de transmissão da TV digital.

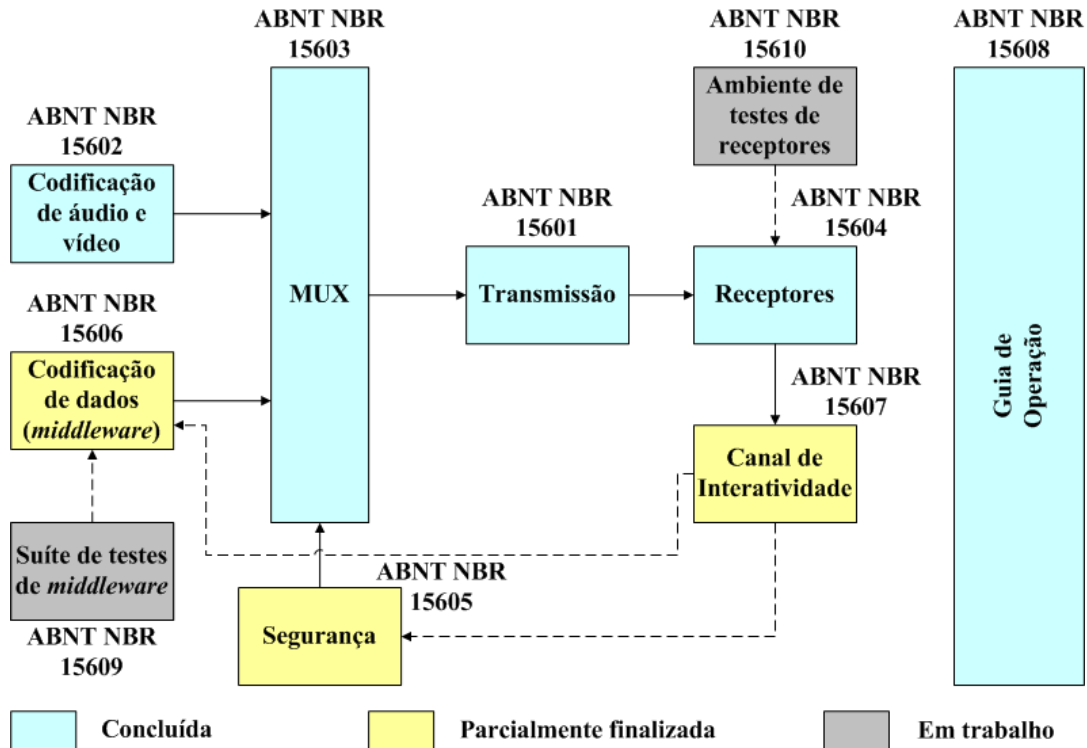


Figura 9 - Normas ABNT das etapas do sistema brasileiro de TV digital.
Fonte: [33].

2.3 Middleware Ginga

Ginga é o nome do *middleware* aberto adotado pelo ISDB-T_B e recomendação ITU-T para serviços de televisão sobre protocolo de *internet* – IPTV (*Internet Protocol TeleVision*). É instalado em todos os conversores digitais, bem como nos receptores digitais embutidos nos televisores e em dispositivos portáteis para uso no padrão ISDB-T_B. Foi proposto e desenvolvido pelos Laboratórios Telemídia da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, PUC-Rio e Laboratório de Aplicações de Vídeo Digital – LAViD, da Universidade Federal da Paraíba – UFPB. É uma camada de *software* posicionada entre o código das aplicações e a infraestrutura de execução (sistema operacional e plataforma de *hardware*). Um *middleware* para aplicações de TV digital consiste de máquinas de execução das linguagens oferecidas e bibliotecas de funções, que permitem o desenvolvimento rápido e fácil de aplicações [18].

O Ginga é responsável por dar suporte à interatividade diretamente na televisão. O sistema é formado por três componentes principais: Ginga-Core, Ginga-NCL e Ginga-J. Essa composição permite que qualquer aplicação para Ginga dê suporte a aplicações declarativas por meio do ambiente Ginga-NCL ou aplicações procedurais por meio do ambiente Ginga-J [34]. A arquitetura em alto nível do *middleware* Ginga pode ser observada na Figura 10.

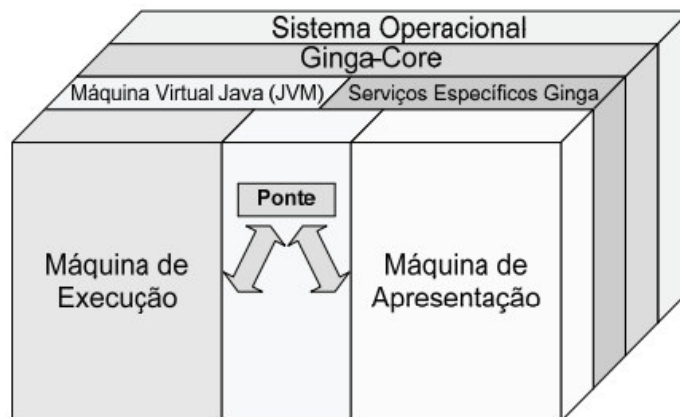


Figura 10 - Arquitetura em alto nível do *middleware* geral do Ginga.
Fonte: [20].

Ginga-Core é um núcleo funcional que serve como uma base de funcionalidades que podem ser utilizadas tanto pelo ambiente declarativo, Ginga-NCL, quanto pelo ambiente procedural, Ginga-J. Em seu mecanismo interno, Ginga-Core é composto pelos decodificadores de conteúdo comuns e por procedimentos para obter conteúdos transportados em TS MPEG-2 [35]. As funções do Ginga-Core também abrangem decodificação e

apresentação de tipos de multimídia comuns à plataforma, por exemplo, PNG (*Portable Network Graphics*), JPEG (*Joint Photographics Experts Group*), MPEG, sintonização de canal apresentado, filtro de seção dos fluxos de dados do canal, processamento de dados do fluxo, persistência de dados, gerência de ciclo de vida de aplicações, controle do adaptador de áudio e vídeo principal, gerenciamento de gráficos e gerenciamento de atualizações [35].

2.3.1 *Ginga – NCL*

Ginga-NCL (ou Máquina de Apresentação) é um subsistema lógico do sistema Ginga que processa documentos NCL, a camada de apresentação do Ginga. Permite executar vídeos, áudios e aplicações interativas. Baseada no padrão XML (*eXtensible Markup Language*), a linguagem NCL é fácil de codificar, permitindo sincronização espaço-temporal generalizada por meio de *links*, adaptabilidade de conteúdo multimídia e suporte a múltiplos dispositivos de exibição [34]. Para estender as funcionalidades do NCL, foi definida a linguagem de programação Lua. A integração entre o NCL e objetos, *scripts* Lua, é realizada por meio da biblioteca NCLua, que permite, por exemplo, controlar o conteúdo visualizado na TV por meio do controle remoto. Foi criada para oferecer uma infraestrutura de apresentação para aplicações multimídia / hipermídia sob o paradigma declarativo, escritas em linguagem NCL, e é uma linguagem que tem foco no sincronismo das mídias, na adaptabilidade e no suporte a múltiplos dispositivos de exibição.

Uma característica das linguagens declarativas é fornecer suporte a objetos com código procedural, trazendo capacidades computacionais adicionais aos documentos declarativos. Isto, porque em linguagens procedurais, o programador tem maior controle sobre o comportamento da aplicação. Diferente do HTML, a linguagem NCL não mistura a definição do conteúdo de um documento com sua estruturação, oferecendo um controle não intrusivo, tanto do *layout* do documento, quanto da sua apresentação temporal.

2.3.2 *Ginga – J*

Ginga-J (ou Máquina de Execução) é um subsistema lógico do sistema Ginga que processa aplicações procedurais. É composto por um conjunto de interfaces de programação de aplicações – API (*Application Programming Interface*) definidas para atender as funcionalidades necessárias para a implementação de aplicativos de TV digital, permitindo

executar as aplicações através de uma máquina virtual Java - JVM (*Java Virtual Machine*) [36].

O uso da linguagem Java no Ginga acrescenta funcionalidades de desenvolvimento, como o gerenciamento automatizado de referências de memória, modularização de múltiplas funcionalidades que acessam várias formas de comunicação de rede e programação de fluxos múltiplos por meio de API. A arquitetura Ginga-J e o ambiente de execução podem ser vistos na Figura 11 [36].

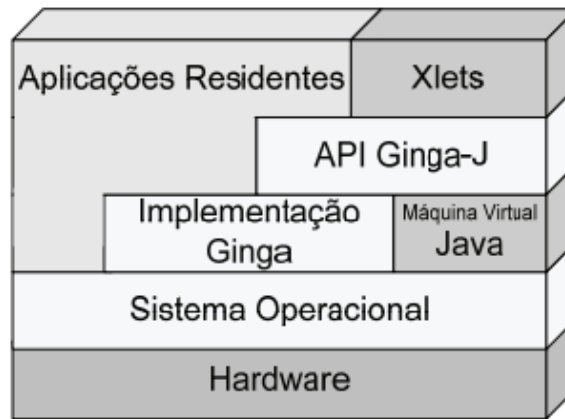


Figura 11 - Arquitetura Ginga-J e ambiente de execução.
Fonte: [36].

2.4 Redes de Comunicação

Uma rede de computadores é composta de uma estrutura física, utilizando cabos ou não, e de uma estrutura lógica, que permitem a comunicação de sistemas computacionais, funcionando como um conjunto de computadores autônomos interconectados por uma única tecnologia [41]. O uso de rede de computadores se tornou extremamente essencial ao processo de desenvolvimento de aplicações inteligentes, visto que, por meio da comunicação de diferentes máquinas, um conjunto de subsistemas específicos, rodando em plataformas diferentes, pode formar um sistema maior e mais complexo, agregando diversas funcionalidades.

Redes de computadores podem adotar uma infraestrutura com uma topologia de rede fixa. Quando um conjunto de dispositivos, com capacidade de comunicação sem fio, se comunica entre si sem uma infraestrutura fixa, categoriza-se então uma rede *ad hoc*. Um canal de interatividade *ad hoc* é formado pelos dispositivos dos usuários. Trata-se de uma rede em malha, onde é possível estabelecer conexão, por exemplo, entre a emissora de TV e o usuário utilizando vários aparelhos conectados. Os participantes, ou dispositivos, de uma rede de

computadores podem se comunicar entre si desde que utilizem a mesma linguagem, ou seja, respeitem um protocolo de comunicação pré-determinado.

2.4.1 Arquitetura Cliente – Servidor

A arquitetura cliente – servidor propõe uma estrutura de aplicação distribuída que separa responsabilidades entre dois processos principais, uma aplicação cliente, que sirva como interface para o usuário final e carregue uma lógica de apresentação de dados, e uma aplicação servidora, que funcione como armazenamento e provisão de dados e lógica de modelo [37]. A Figura 12 exemplifica uma configuração no modelo de cliente – servidor.

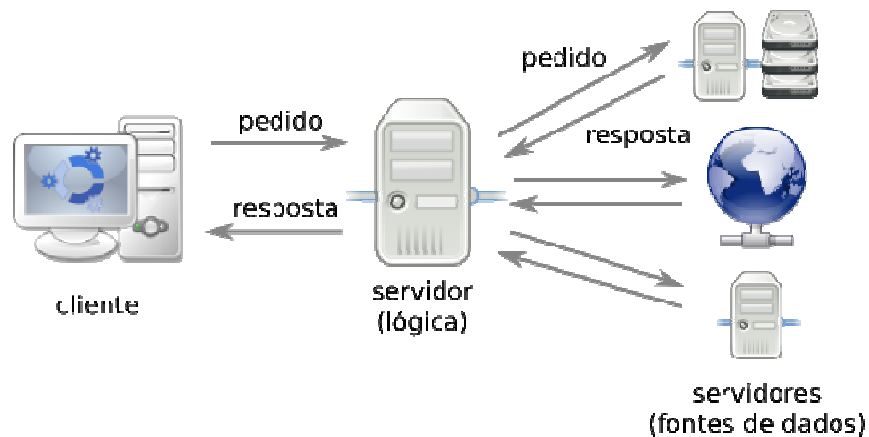


Figura 12 - Exemplo de configuração no modelo cliente – servidor.
Fonte: (Própria).

Em um cenário comum, múltiplas aplicações clientes funcionam como agentes ativos e conectam-se, por meio de uma rede de computadores, a um servidor. O servidor é o agente passivo que recebe requisições por meio da rede e serve os dados solicitados pelos clientes.

No caso específico deste trabalho os clientes são os aplicativos de segunda tela executados nos dispositivos móveis e os servidores são os provedores de conteúdos das emissoras de TV, responsáveis por fornecer as informações pertinentes ao programa que está sendo transmitido e exibido na TV para a aplicação de segunda tela.

2.4.2 Protocolos de Comunicação

Uma rede de computadores precisa de formas padronizadas de troca de informações, para que múltiplos participantes da mesma rede consigam se comunicar entre si. Para isso, são adotados métodos padronizados de comunicação, ou protocolos de comunicação de rede. O protocolo de *internet* - IP (*Internet Protocol*) foi desenvolvido para solucionar o problema de interconexão de redes que usavam protocolos diferentes na rede ARPANET (*Advanced Research Projects Agency Network*), rede que veio a dar origem à *internet*. Em 1983, o protocolo IP foi definido como protocolo padrão desta rede e todos os computadores que estavam conectados a esta rede passaram a usá-lo. O protocolo IP pode ser complementado por outros padrões de rede [37].

O conjunto de protocolos de *internet* – TCP / IP (*Transmission Control Protocol / Internet Protocol*) é o mais difundido dos modelos de protocolo de comunicação de rede, recebe este nome em homenagem a dois dos seus protocolos mais importantes, o protocolo de controle de transmissão -TCP e o protocolo de *internet* - IP. É um protocolo orientado à conexão, que permite a comunicação das aplicações entre si. Sua função é prover uma conexão confiável por meio da entrega sem erros de um fluxo de dados. Já o protocolo de datagrama de usuário – UDP (*User Datagram Protocol*) é um serviço não orientado para conexão. Esse protocolo não oferece garantias de que a mensagem chegará ao processo receptor e na ordem correta [38].

O protocolo da camada de aplicação da *web*, HTTP (*Hyper Text Transfer Protocol*), é definido no RFC 1945 e RFC 2616. É executado em dois programas, um cliente e outro servidor, que conversam entre si por meio da troca de mensagens HTTP. Este protocolo define como os clientes requisitam páginas aos servidores e como eles as transferem aos clientes, usando o TCP como seu protocolo de transporte subjacente. Como a *web* usa a arquitetura de aplicação cliente-servidor, um servidor *web* está sempre em funcionamento, tem um endereço IP fixo e atende requisições de navegadores diferentes [38].

2.4.3 Universal Plug and Play – UPnP

O termo é derivado de ligar e usar. É um conjunto de protocolos de redes de computadores determinados no fórum UPnP [39], desenvolvidos para redes com computação pervasiva ou ubíqua. Um novo paradigma computacional que disponibiliza ao usuário acesso

computacional de modo invisível e onipresente. O conceito de invisibilidade permite que o usuário não precise conhecer a tecnologia para desfrutar de seus benefícios. Possui característica ponto-a-ponto que conecta aparelhos inteligentes, dispositivos com conexão *wireless* e computadores de múltiplos formatos. Foi projetado para trazer conectividade flexível, de simples utilização, baseada em padrões definidos para redes *ad-hoc* ou redes não gerenciadas para ambientes de natureza doméstica, pequenos negócios, espaços públicos ou espaços conectados à *internet*. UPnP provê uma arquitetura de rede aberta e distribuída, que utiliza TCP / IP e a *web* para permitir redes de conexão invisível por meio de proximidade, em adição de controle e transferência de dados entre dispositivos conectados sobre a mesma rede.

Permite interconectividade entre dispositivos de formatos diferentes, sem necessidade de *hardware* específico, apenas por meio da comunicação utilizando uma rede de computadores [39]. O padrão simples e conciso permite o fácil aprendizado e implementação da comunicação através de UPnP por múltiplos dispositivos. É ideal para utilização em ambientes onde a plataforma do sistema é genérica, por exemplo, múltiplos receptores de sinal digital de diversos fabricantes que tem portabilidade para diferentes *hardwares*.

Não apenas o UPnP permite a utilização do modelo TCP / IP de comunicação como também garante uma série de atributos e restrições que possibilitam a organização da comunicação de forma a evitar conflitos na rede e não fazer com que o tráfego do canal de comunicação se torne desnecessariamente congestionado.

2.5 Conclusão

Este capítulo descreve os conceitos teóricos necessários para o desenvolvimento deste trabalho. Na Seção 2.1 são apresentados os conceitos básicos sobre a TV digital e uma descrição dos tipos de interatividade. Na Seção 2.2, é apresentada a arquitetura do sistema brasileiro de TV digital, destacando o padrão ISDB-T_B. Esses estudos foram necessários para definir a arquitetura de segunda tela, proposta neste trabalho.

Na Seção 2.3, é apresentado o *middleware* Ginga, responsável pela execução dos aplicativos de interatividade, que permitem o acesso do telespectador conforme disponibilização da programação de TV. São estudadas as linguagens Ginga-NCL e Lua, que permitiram o desenvolvimento da aplicação interativa responsável por disponibilizar a informação de segunda tela para os dispositivos móveis.

Finalmente, na Seção 2.4, são descritos os conceitos básicos sobre rede de comunicações, dando ênfase à arquitetura cliente – servidor. Esse tipo de arquitetura é utilizada pelo sistema brasileiro de TV digital, tendo sido de fundamental importância seu conhecimento para a definição da arquitetura proposta por este trabalho. Dentro deste estudo é destacado o protocolo de comunicação UPnP, que permite o reconhecimento e a comunicação entre vários dispositivos, sendo essencial no projeto desenvolvido.

Capítulo 3- Trabalhos Relacionados

A seleção dos trabalhos relacionados tem como principal característica a opção do telespectador de televisão utilizar outros dispositivos simultaneamente ao ato de assistir TV para acessar conteúdos associados ao programa exibido. Porém vale ressaltar que na grande maioria dos trabalhos encontrados, a utilização se dá em TV por assinatura e IPTV.

Primeiramente, são apresentados os trabalhos sobre os mecanismos de sincronia, e um comparativo entre eles. Após, foram escolhidas outras publicações, com o objetivo de adequar o projeto ao padrão ISDB-T_B. A preferência recaiu em trabalhos com soluções funcionais, para obter uma base das soluções apresentadas em diferentes padrões de TV digital, métodos de distribuição e, principalmente, com diferentes formas de composição da arquitetura ou configuração do ambiente.

A falta de um padrão ou norma para a tecnologia de segunda tela abre um leque muito grande de opções para sua utilização. Foram então escolhidos trabalhos que se aproximavam do modelo proposto. É feito um resumo das opções apresentadas nos trabalhos e, para finalizar, é mostrada uma tabela comparando estas opções com as oferecidas pela solução adotada neste trabalho, relacionando-as para facilitar a identificação de cada abordagem utilizada de forma mais compacta.

3.1 Mecanismos de Sincronia de Mídia

Nesta seção, são mostradas as possibilidades para sincronia entre as telas, ou seja, do conteúdo principal exibido na TV, primeira tela, com o dispositivo móvel, segunda tela. O estudo destes trabalhos e as alternativas mostradas forneceram embasamento para decidir o método que melhor se adequava aos objetivos da solução proposta. De uma forma sucinta, pode ser entendido como sincronização multimídia, o fornecimento coerente de mídias orquestradas, informações de áudio e vídeo [40]. Com as aplicações sincronizadas, em que os eventos em aplicações devem acontecer ao mesmo tempo em que ocorre um evento no conteúdo principal, o usuário pode ter a percepção do conteúdo extra, ou seja, uma aplicação

interativa que está associada ao conteúdo principal de áudio e vídeo, trazendo novas possibilidades para a experiência do telespectador.

Quando o foco é no desenvolvimento de aplicações interativas para serem executadas em um *middleware* de um sistema de TV digital, como o Ginga, o problema de conteúdo principal e sincronização de conteúdo extra podem ser resolvidos por meio de funcionalidades disponíveis no próprio *middleware*. Por outro lado, não há *middleware* para apoiar a sincronização na maioria das abordagens de segunda tela. Assim, diferentes técnicas para apoiar a sincronização podem ser aplicadas. Estas técnicas utilizam principalmente três fontes para executar a sincronização: áudio, vídeo e um canal paralelo, como uma conexão com a *internet* [41].

3.1.1 Audio Watermarking

Com *Audio Watermarking*, o programa é pré-processado para codificar identificadores dentro da faixa de áudio em locais conhecidos. Em alguns casos, os identificadores de áudio podem ser de alta frequência, de modo a estar fora da gama de audição humana normal. Esta informação pode ser usada para a sincronização de tempo ou com base em eventos no aplicativo de segunda tela. Algumas vantagens deste mecanismo, com relação ao de *Audio Fingerprinting*, é ser menos susceptível à interferência do ruído ambiente, bem como a capacidade de correlacionar o identificador com o tempo [42].

Essa tecnologia é usada para provar a propriedade das obras, para a proteção dos direitos autorais e pode resistir às tentativas de ataques maliciosos. Existem diversas técnicas [43] para a marca de água de áudio e a informação que pode ser adicionada ao áudio não está limitada a informação jurídica, podem ser adicionadas outras, como marcas de tempo, utilizadas para sincronizar as aplicações de segunda tela ou conteúdos extras que podem ser usados para atualizar aplicações. No cenário de segunda tela, a emissora envia o conteúdo principal, com assinatura embutida, a TV recebe o sinal e exibe como mídia normal. A diferença é que a aplicação segunda tela ouve o áudio da televisão, recuperando a marca d'água de áudio, e, em seguida, utilizando-a para se sincronizar com o conteúdo principal. Na Figura 13, pode ser vista a sequência dos eventos.

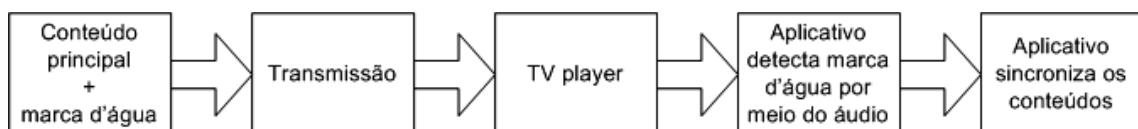


Figura 13 - Fluxo para identificação de marca d'água.

Fonte: [41].

O uso de marcas d'água de áudio permite que tanto o telespectador quanto o provedor de conteúdo possam controlar o conteúdo extra e a interatividade, uma vez que a sincronização é controlada pelo conteúdo principal. Por outro lado, existe a dependência de distância em relação ao leitor de áudio e a limitação da largura de banda de áudio [44].

3.1.2 Audio Fingerprinting

Impressão digital de áudio (*Audio Fingerprinting*) é uma assinatura digital de um sinal de áudio baseada em conteúdo. Nesta técnica, o áudio dos meios de comunicação é indexado separadamente em um banco de dados, para consulta posterior. Primeiro é inserida uma informação no sinal de áudio (*Fingerprinting*) para depois ser extraída e comparada com aquelas armazenadas no banco de dados. As informações devem ser definidas previamente [45].

Os aplicativos de segunda tela selecionam as amostras de áudio, enviam a um serviço, por exemplo, um servidor *back-end*, e o serviço retorna com a identificação dos meios de comunicação. Essa solução é usada geralmente para identificar o conteúdo sem fornecer qualquer informação de temporização, o que inviabiliza sua utilização quando houver necessidade de sincronismo em tempo real. Outra desvantagem é a susceptibilidade à interferências externas, como volume de áudio, ruído ambiente e distância de alto-falantes para o microfone. Isto o torna um mecanismo de sincronização limitado para algumas aplicações. Para contornar este problema, em aplicações de segunda tela, a emissora gera impressões digitais de áudio a serem transmitidas e as armazena em um banco de dados. O dispositivo cliente leva o mesmo tipo de impressão digital de áudio e, em um curto espaço de tempo, envia para o servidor que, em seguida, faz a busca no banco de dados e retorna o ID de conteúdo, quando encontrado. Este ID pode ser usado para a sincronização do aplicativo com o conteúdo principal [41].

3.1.3 Video Recognition

O reconhecimento de vídeo (*Video Recognition*) utiliza o vídeo em vez de áudio para sincronizar aplicações de segunda tela. Assim como a marca d'água de áudio, esta técnica usa impressões digitais no vídeo para sincronizar as aplicações. A plataforma TvTak é um exemplo de solução comercial que usa a técnica de impressão digital para sincronizar aplicativos com o conteúdo principal [41].

3.1.4 Local TV Synchronization

Para sincronizar aplicativos com o conteúdo principal é possível utilizar o receptor de TV como controlador. Para isto, é necessário que o dispositivo de segunda tela possa se comunicar com a TV. Desta forma, a TV pode enviar eventos e informações necessárias para a segunda tela e sincronizar com o conteúdo principal. Essa conexão pode ser uma rede local, por exemplo, conexão *Bluetooth*. No trabalho é apresentada uma solução dependente do *middleware* Ginga, a qual suporta aplicações nas quais os espectadores podem cooperar, além de ser capaz de ter o seu próprio espaço de navegação [46].

3.1.5 Internet Sync

Usando a *internet* para sincronizar aplicativos é eliminada a dependência de conexão com o receptor ou conexão direta com o conteúdo principal do lado do cliente. Existem soluções comerciais baseadas na sincronização de *internet*, por exemplo, Nerver.no plataforma SCAF [40]. Esta plataforma foi usado na Tour de France Companion App, com interação em tempo real entre emissora e telespectador, com enquetes, conteúdo extra e estatísticas. A SCAF trabalha ouvindo as mudanças quadro a quadro em automação, gráficos, anúncios, ou sistemas de tempo dentro da programação televisiva ou ambiente de produção. Essas mudanças podem ser usadas para acionar a entrega de conteúdo relevante e interativo para a segunda tela. Aplicações interativas também podem enviar dados do telespectador de volta para a emissora, que podem ou não ser mostrados no conteúdo exibido.

3.1.6 Comparativo

A Tabela 1 apresenta os principais pontos referentes às tecnologias citadas nas Seções 3.1.1 à 3.1.5. As características observadas foram:

- 1 - Suporte à sincronização com programas ao vivo;
- 2 - Suporte à sincronização com programas gravados;
- 3 - Suporte à sincronização com programas sob demanda;
- 4 - Possibilidade de aplicações de terceiros serem sincronizadas com o conteúdo, independentemente da emissora;
- 5 - Dependência de bibliotecas em formato de API ou tecnologia específica no servidor ou no cliente para permitir a sincronização;
- 6 - A sincronização depende de comunicação direta ou indireta com o conteúdo principal;
- 7 - Necessidade de inclusão de novas tecnologias na estrutura da transmissão da emissora;
- 8 - Dependência da TV ou *set top box* para sincronizar os aplicativos com conteúdo;
- 9 - Dependência de uma conexão de rede com um servidor para permitir a sincronização.

Tabela 1 - Tecnologias x Parâmetros.

Fonte: Adaptado de [41].

	Marca d'água no áudio	Impressão digital no áudio	Reconhecimento de vídeo	Sincronização local Ginga	Sincronismo pela <i>internet</i>
1	X	-	X	X	X
2	X	X	X	X	X
3	X	X	X	-	-
4	-	-	-	-	X
5	X	X	X	X	-
6	X	X	X	X	-
7	X	X	X	X	-
8	X	X	X	X	-
9	-	X	X	-	X

3.2 *Trabalhos com Soluções para Tecnologia de Segunda Tela*

Dentre os estudos nas publicações feitas pela academia, o trabalho de Nixon e seus colaboradores [47] reforçou a motivação já citada nas pesquisas descritas na Seção 1.2. Os autores abordam o uso da *internet* de um modo paralelo ao uso da TV, para explorar informações adicionais enquanto se assiste à TV. Citam que os proprietários de conteúdo televisivo enfrentam custos excessivos e desafios tecnológicos para fornecer acesso facilitado às informações de seu próprio conteúdo. O trabalho usa como referência uma pesquisa feita em 2012 por Nielsen e colaboradores, afirmam que entre 75% e 85% dos telespectadores utilizam outros dispositivos enquanto assistem TV e muitas vezes em tarefas não relacionadas ao programa exibido. Destes telespectadores que utilizam um segundo dispositivo, os que estão procurando alguma coisa relacionada ao programa exibido estão na faixa de 37% a 52% do total, enquanto de 27% a 44% estão olhando produtos exibidos ou anunciados no conteúdo exibido [47]. Os autores descrevem a implementação de um protótipo para realizar a comunicação do dispositivo móvel, utilizado como segunda tela, com um dispositivo HbbTV (*Hybrid Broadcast Broadband TV*), utilizado como tela principal, que possibilita ao telespectador acessar e navegar em informações relacionadas com o que é exibido no programa de TV. A proposta é bem semelhante à descrita neste trabalho, o que difere é o método de acesso às informações de segunda tela, que é realizado através de um QR code, exibido em um *smart TV* que irá direcionar para uma página de *internet* [47].

No trabalho de Yoon e seus colaboradores [48] é citado que com o surgimento do IPTV e da *smart TV* o conteúdo antes transmitido apenas por ondas eletromagnéticas passou a ser transmitido também por meio da *internet*. Com este novo método de distribuição de conteúdo, surgiram as opções de outros serviços que são tratados como N-Screen, um serviço de assinantes de TV por assinatura que possibilita a utilização de outros terminais, fixos ou móveis, associados ao serviço de radiodifusão, um serviço com duas direções, podendo ser feito de vários terminais. Foram classificados em 3 categorias: a primeira, OSMU (*One Source Multi Use*), fornecendo o mesmo conteúdo para diferentes dispositivos com diferentes capacidades, tais como tamanho da tela, velocidade de processamento, memória, velocidade de acesso à rede, etc.; o segundo caso é um *handover* vertical, possibilidade de visualização contínua dos conteúdos exibidos utilizando diferentes dispositivos, por exemplo, a TV e um *smartphone*; e no terceiro caso é considerado um serviço de colaboração entre múltiplos dispositivos. Por exemplo, um cliente está assistindo à novela usando a TV, enquanto assiste a

uma informação de uma cena relacionada específica ou comercial usando seu dispositivo móvel, que pode ser um *tablet*, um PDA (*Personal Digital Assistant*) ou um *smartphone*. O artigo cita a convergência fixa-móvel, o Y.sof (*Service Scenario over FMC*), padronizado na recomendação ITU-T SG13. São referenciados serviços de convergência móvel por meio de redes como Wi-Fi, 3G (Terceira Geração), WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*). Neste padrão, são analisadas as relações entre as principais características de cinco elementos: pessoa, terminal ou dispositivo, rede, conteúdo e serviço. E, então, sugere modelos de cenários para oferecer diferentes opções de serviço para esta nova demanda. Os autores destacam a utilização dos vários dispositivos simultaneamente (N-Screen) como o cenário mais relevante para modelos de negócios, devido a sua variedade de opções de serviços e características. Essas opções de cenários e casos de uso são padronizadas nas recomendações ITU-T Q24/SG13 [48].

No trabalho de Soskic e seus colaboradores [49] são citadas as mudanças no comportamento das famílias em relação ao consumo de mídias. É dada ênfase em como a proliferação de dispositivos pessoais (*laptops, tablets, smartphones*), modificaram os comportamentos tradicionais de estar em uma sala assistindo à TV. O aumento do acesso a estes dispositivos e de suas melhorias funcionais fizeram com que os mesmos passassem a ser utilizados como uma segunda tela. Os autores apresentam uma proposta de arquitetura para uso de segunda tela direcionado para o padrão de radiodifusão de vídeo digital – DVB (*Digital Video Broadcasting*), proporcionando TV ao vivo em mais de um dispositivo, assim como outros serviços de televisão digital, tais como, EPG (*Electronic Program Guide*), teletexto, legendas, PVR, e controle remoto para a TV ou para o *set top box*, por meio de dispositivo utilizado como segunda tela [49].

Em outro trabalho de mesma autoria [50] é citada a evolução dos dispositivos portáteis em relação a *hardware* e resolução das telas como incentivo para utilizá-los como uma segunda tela, enquanto assiste à TV. Os autores referem-se à segunda tela como um dispositivo portátil com um sistema operacional capaz de executar aplicativos instalados com o propósito de executar funções adicionais ao usuário no sistema DTV (*Digital Television*), ainda sugere a utilização de uma arquitetura cliente-servidor que incluiria no dispositivo móvel as opções de controle remoto da TV, conteúdos adicionais, EPG, etc.. Por meio de um servidor de mídia e seus clientes, o servidor seria um *set top box* com sistema operacional Android que seria o responsável por receber, processar e distribuir o conteúdo recebido dos radiodifusores de conteúdo DTV e distribuir este conteúdo a clientes (os dispositivos de

segunda tela), por meio de protocolos suportados pelos mesmos em uma aplicação cliente [50].

No trabalho de Simon e seus colaboradores [51] é apresentado um novo paradigma da segunda tela na televisão digital interativa – iDTV (*interactive Digital TeleVision*). Esse artigo teve o objetivo de revisar a literatura sobre o uso de dispositivos móveis como dispositivos interativos para o iDTV, como uma segunda tela ou controle remoto. O trabalho de Simon também propõe uma arquitetura para o uso de dispositivos móveis e iDTV, permitindo que os dados provenientes da transmissão possam ser reutilizados em dispositivos móveis sem a necessidade de acesso à *internet*. Dois protótipos foram implementados, um aplicativo interativo para utilização com o controle remoto e uma versão modificada para a segunda tela por meio de dispositivos móveis [51]. Os autores afirmam também que a segunda tela tem como principal função enriquecer a interatividade, servindo como controle remoto e compartilhando dados sobre a programação assistida. O uso de dispositivos móveis para interagir com iDTV foi bem recebido e várias soluções, como padrões de comunicação e estruturas de desenvolvimento de conteúdo multiplataforma são propostos na literatura. Os autores apresentam, discutem e ilustram a utilização de NCL, que é uma linguagem declarativa para autoria de documentos hipermídia baseados no modelo conceitual NCM (*Nested Context Model*) para suporte a múltiplos dispositivos de exibição. Com base nesse modelo, vários dispositivos são orquestrados para executar um aplicativo DTV em cooperação [51].

Em seguida, tem-se o trabalho de Howson e seus colaboradores [52] que trata do uso combinado de redes de transmissão e de banda larga para oferecer a perspectiva de entrega eficiente de uma ampla gama de serviços de TV personalizados. Tais serviços são particularmente atraentes quando o conteúdo relacionado é simultaneamente processado em um terminal pessoal e em um aparelho de TV. Como os componentes dos meios são transportados separadamente por meio de redes diferentes e entregues para diferentes dispositivos, há uma necessidade de uma técnica para assegurar o seu alinhamento temporal ou sincronização. Neste artigo, foi descrita uma solução para o quadro de sincronização, componentes de mídia híbridos utilizados para compor serviços personalizados de TV e segunda tela. A abordagem permite que os componentes de conteúdo de fontes distribuídas sejam utilizados de forma síncrona em vários terminais, mesmo sendo o transporte por meio

de redes de transmissão e de banda larga, utilizando diferentes protocolos e modelos de temporização. Um sistema de avaliação foi construído mostrando um *lip-sync*¹ preciso e gravações de uma trilha sonora personalizada consumida sob demanda em um terminal portátil conectado por IP em conjunto com a transmissão de vídeo em um aparelho de TV.

A fim de explorar redes de banda larga de transmissão híbrida para a implantação de serviços de TV por meio da segunda tela, há uma necessidade de uma solução de sincronização de conteúdo precisa entre os dispositivos para diferentes protocolos de transporte e modelos de tempo, que seja facilmente incorporada na infraestrutura de transmissão de TV existente. Para a implantação deste tipo de serviço foi proposta uma solução que se baseia na adição de um componente auxiliar, uma linha de tempo, associada a cada grupo de componentes de mídia entregue por meio da rede de transmissão e, em alguns casos, também por meio da rede de banda larga [52].

Na Tabela 2, pode ser vista de uma forma simplificada uma comparação entre as opções oferecidas nos trabalhos relacionados para a tecnologia de segunda tela e as opções que este trabalho propõe para sua utilização no padrão ISDB-T_B. Os itens escolhidos para comparação foram para destacar as mudanças necessárias no sistema de distribuição por meio radiodifusão para utilização da tecnologia de segunda tela no padrão ISDB-T_B. O objetivo foi aproveitar o que já foi testado e adaptar estas experiências aos objetivos traçados neste trabalho. Visando oferecer um serviço com o mínimo de mudanças por parte das emissoras e, principalmente, do lado do telespectador de TV. Evitando a rejeição da tecnologia por necessidade da realização de configurações de equipamentos, mudanças no ambiente já existentes em sua residência e necessidade de instalação de diversos aplicativos nos dispositivos móveis. A proposta visa oferecer acesso à tecnologia no modelo PnP.

¹Abreviatura de *lipsynchronization* que é um termo que se refere à sincronia por meio do tempo relativo entre as partes de áudio e vídeo durante a geração, pós-produção, transmissão, recepção e processamento de *play back* do conteúdo.

Tabela 2 - Comparação entre os trabalhos relacionados.

Fonte: (Própria).

Autor	a)	b)	c)	d)	e)	f)	g)
Nixon e seus colaboradores [47]	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não
Yoon e seus colaboradores [48]	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
Soskic e seus colaboradores [49]	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não
Soskic e seus colaboradores [50]	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não
Simon e seus colaboradores [51]	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Howson e seus colaboradores [52]	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
Na proposta deste trabalho (Própria)	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim

Legenda dos critérios adotados para comparação na Tabela 2:

- a) Distribuição de conteúdo em radiodifusão: identifica se o trabalho utiliza o sinal fornecido por um sistema de TV digital aberta ou através de um sistema pago;
- b) Apresentação simultânea do conteúdo nas duas telas: identifica se o vídeo da programação de TV é exibido tanto na tela principal como na segunda tela;
- c) Necessidade de modificação no sistema de transmissão: identifica se o trabalho proposto sugere mudanças na arquitetura física do sistema de transmissão utilizado;
- d) Criação de um provedor de conteúdo extra para serviços de segunda tela: identifica se a proposta do trabalho exige a necessidade de um provedor de conteúdo, ou seja, de um servidor *web*, para disponibilizar o conteúdo de segunda tela;
- e) Necessidade de acesso à *internet*: identifica se a solução proposta pelo trabalho necessita que o telespectador se conecte à rede mundial para ter acesso ao conteúdo de segunda tela;
- f) Instalação de um aplicativo no receptor do sinal digital (*set top box*): identifica se o trabalho proposto exige a instalação de um aplicativo no *middleware* para que o conteúdo de segunda tela possa ser utilizado pelo telespectador;
- g) Sincronismo automático: identifica se existe a necessidade de realizar uma sincronização manual entre os conteúdos de primeira e segunda tela.

3.3 Conclusão

Neste capítulo, são apresentados trabalhos relacionados para nortear a proposta apresentada. Sobre estes trabalhos, foi realizada uma análise das diferentes opções de cada uma das abordagens dadas pelos autores, apresentando-as em uma tabela comparativa. Como observado nesta tabela, os trabalhos não tratam simultaneamente dos problemas envolvidos, sincronização, forma de acesso, tipo de distribuição do conteúdo. E, em sua maioria, a abordagem é sobre experimentos em TV por assinatura. As propostas definem soluções prontas para os problemas envolvendo a segunda tela, tanto comerciais como de entretenimento e com a exibição simultânea do conteúdo nas duas telas, a da TV e do dispositivo móvel. No Brasil, as soluções disponibilizadas pelas emissoras estão mais direcionadas para o uso da interatividade, acesso à grade de programas, rever conteúdos já exibidos e poucas opções de sugestão de conteúdos e uso simultâneo da segunda tela com o conteúdo em exibição. Analisando o uso do dispositivo móvel, a aplicação de segunda tela não difere muito entre os modelos estudados. O que ainda não tem um modelo bem definido são quais os tipos de serviços oferecidos e como será a disponibilização da tecnologia de segunda tela e como a aplicação vai acessar as informações. Por exemplo, se terá exibição simultânea em ambos os dispositivos, se será feito por meio de *internet* ou por meio de aplicativos instalados no *set top box*.

A proposta deste trabalho, como descrita a partir do Capítulo 4, segue metodologias semelhantes no desenvolvimento da aplicação de segunda tela descritos nos trabalhos relacionados, mas focando a arquitetura do padrão ISDB-T_B, que foi definido para permitir o uso de conteúdos interativos, através da utilização dos recursos disponibilizados pelo *middleware* Ginga. É também importante salientar que o aplicativo de segunda tela desenvolvido nesta proposta, para os dispositivos móveis, oferece a opção de padronização de conteúdo, independente da emissora e do conteúdo oferecido, neste caso seria uma contribuição relevante.

Capítulo 4- Segunda Tela Padrão ISDB-T_B

Neste capítulo, está descrita a proposta deste trabalho, que é proporcionar o uso da tecnologia de segunda tela para telespectadores que utilizam o padrão de televisão aberta ISDB-T_B. Para isto, foi realizado um estudo que permita a viabilidade de mudança do atual método de reprodução de TV aberta, incluindo no sistema outras aplicações e deixando de ser unilateral. Na seção 4.1, é mostrado o cenário completo do modelo, possibilitando ao leitor uma visão geral de todo o sistema. Na Seção 4.2, é descrito como a emissora de TV deve incluir no sinal transmitido o endereço eletrônico do seu provedor de conteúdo de *internet*. Na Seção 4.3, é descrito o processo de recepção da informação de segunda tela, onde a primeira etapa é realizada pelo *middleware* Ginga, através da instalação da aplicação desenvolvida para retirar, no processo de decodificação, a informação da URL inserida pela emissora e então disponibilizar esta informação na rede Wi-Fi da residência. A segunda é realizada pelo dispositivo móvel através da aplicação Android, oferecendo acesso à tecnologia de segunda tela para o telespectador.

4.1 Cenário Completo

Esta proposta foi concebida para propiciar ao usuário acesso a conteúdos relacionados ao programa exibido, que deverão ser disponibilizados em um servidor da emissora para permitir que, por meio do aplicativo instalado no dispositivo móvel, o telespectador faça uso da segunda tela, sem que haja poluição visual no conteúdo principal exibido na tela da TV. O objetivo principal não é a exibição simultânea da programação na TV e no dispositivo móvel, e sim oferecer acesso a informações associadas ao programa exibido na tela da TV, aumentando a gama de opções que são oferecidas normalmente por meio do controle remoto e eliminando a inconveniência da poluição visual causada neste tipo de interação. Possibilita também que mais de um telespectador possa interagir simultaneamente com o mesmo programa, uma vez que o conteúdo de segunda tela disponibilizado pode ser visto individualmente nos dispositivos móveis.

O aplicativo de segunda tela torna a interação mais prazerosa para o usuário, que conta com os meios de entrada de dados disponibilizados em seu dispositivo móvel. Como exemplo, pode-se comparar a diferença entre o teclado dos dispositivos móveis em relação ao do controle remoto, opções de comando de voz, etc., que podem variar conforme o modelo do dispositivo móvel utilizado. As informações disponibilizadas para o telespectador ficarão a critério de cada emissora, como acesso à grade de programação, opção de compra dos produtos exibidos no programa principal, estatísticas, participação por meio de enquetes, discussão em redes sociais e até mesmo envio de conteúdo para emissora. O cenário completo do sistema proposto é mostrado na Figura 14.

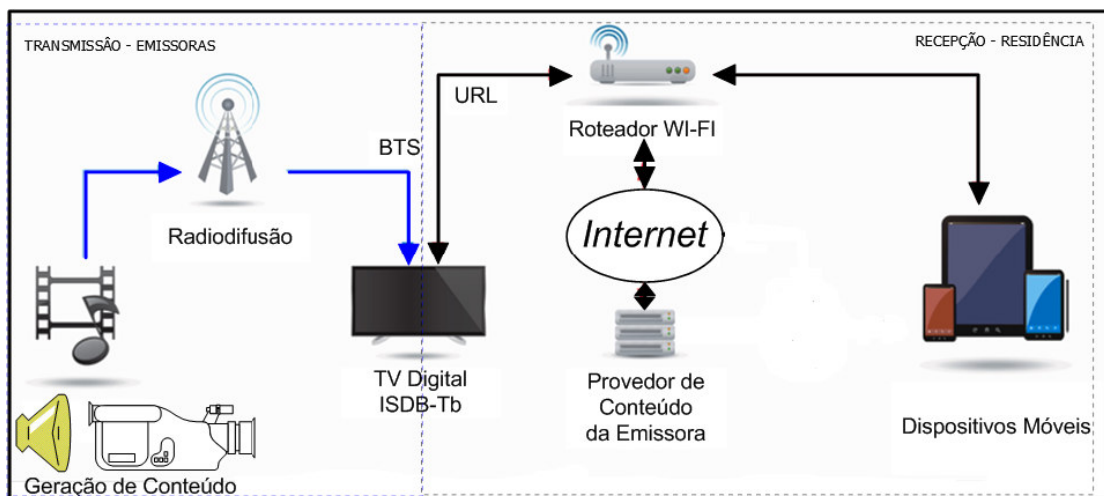


Figura 14 - Cenário completo do sistema proposto.
Fonte: (Própria).

Na configuração mostrada na Figura 14, é demonstrado o processo de transmissão de conteúdo da emissora via radiodifusão até a residência do usuário, que irá receber este sinal por meio do receptor de TV digital padrão ISDB-T_B, podendo ainda ser utilizado um *set top box* caso o modelo da TV utilizada ainda não possua o receptor embarcado. O sinal BTS recebido pelo receptor será decodificado, separando os sinais de vídeo, áudio e dados, permitindo que o telespectador possa visualizar o conteúdo recebido normalmente na TV. Durante o processo de decodificação, estará rodando um *script* Lua instalado no decodificador de TV digital. Este *script* irá detectar no *stream* de *bits* a tabela AIT e obter a informação correspondente ao endereço do *link* do provedor de conteúdo da emissora, a URL de um endereço eletrônico HTML enviado pela emissora.

Na recepção, o *script* irá disponibilizar o acesso a esta informação na rede Wi-Fi local. Com este endereço disponível na rede, qualquer dispositivo móvel, que possua o aplicativo de segunda tela instalado, irá ter acesso. O aplicativo Android irá direcionar o dispositivo móvel

a uma página HTML relacionada ao programa em exibição, um provedor de conteúdo *web* da emissora, ou seja, a informação do *link* será disponibilizada pelo *middleware* Ginga para que o aplicativo Android instalado no dispositivo de segunda tela busque esta informação por meio da rede Wi-Fi da residência. O aplicativo, desenvolvido na plataforma Android, irá detectar a disponibilidade da informação, conectando-se ao provedor ou serviço disponibilizado pelo endereço eletrônico. Os conteúdos fornecidos são sincronizados de forma que o telespectador tenha a experiência de interagir a múltiplos conteúdos simultaneamente com a programação da TV. O conteúdo disponibilizado na segunda tela, a partir do *link*, permitirá ao telespectador interagir de forma automática e simultânea com a programação da emissora. Esse cenário permite definir uma forma transparente de canal de retorno, capaz de permitir um relacionamento direto entre a emissora, o telespectador e outros serviços associados à programação da TV digital.

Após o telespectador se conectar com o provedor da emissora, através do aplicativo de segunda tela instalado no dispositivo móvel, são possíveis as seguintes opções:

- Utilizar as informações de segunda tela sincronizadas com o programa exibido na TV;
- Sintonizar uma nova emissora de TV e sincronizar as informações de segunda tela com o novo canal escolhido;
- Sintonizar uma nova emissora de TV e continuar a receber as informações de segunda tela relacionadas a emissora anterior;
- Desligar o receptor de TV digital e continuar a receber as informações de segunda tela relacionada à última programação recebida.

Para efetuar a troca de provedor de conteúdo (sintonizar outra emissora), será necessário que o processo se repita, ou seja, a TV deve estar ligada e sintonizada no canal desejado. A aplicação Lua instalada no receptor irá novamente disponibilizar a URL correspondente na rede para que o aplicativo acesse e realize a nova conexão. No caso da aplicação não encontrar nas tabelas do sinal recebido o endereço do provedor, será informado no dispositivo móvel da inexistência da segunda tela.

4.2 Cenário da Transmissão

Para realizar este trabalho, o cenário completo foi dividido em duas partes, a parte da transmissão que pode ser vista na Figura 15 e a parte da recepção que está detalhada na Seção 4.3.

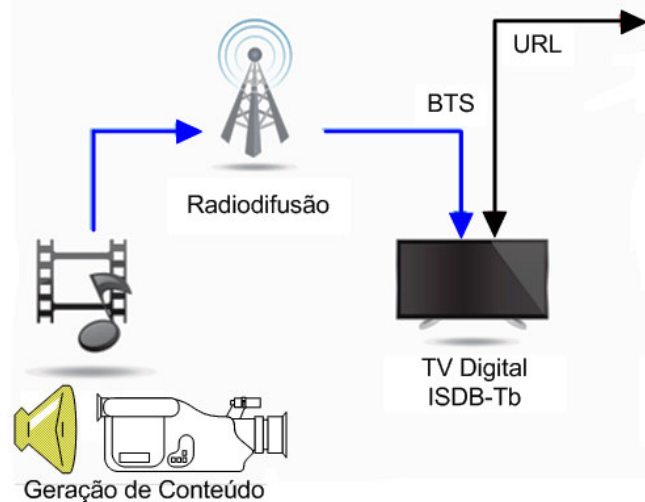


Figura 15 - Cenário básico - transmissão.

Fonte: (Própria).

Após o conteúdo ser gerado, codificado e multiplexado, é transmitido então o sinal BTS com todas as informações a serem recebidas na TV do telespectador. O sinal BTS possui um conjunto de tabelas que possibilitam ao receptor interpretar e decodificar as informações. Essas tabelas possuem um padrão de sintaxe com informações essenciais para o processamento do receptor, estas definições são encontradas na camada de sistema MPEG-2 ou PSI / SI (*Program System Information / System Information*), e seguem uma regra básica de formação conforme a Figura 16.

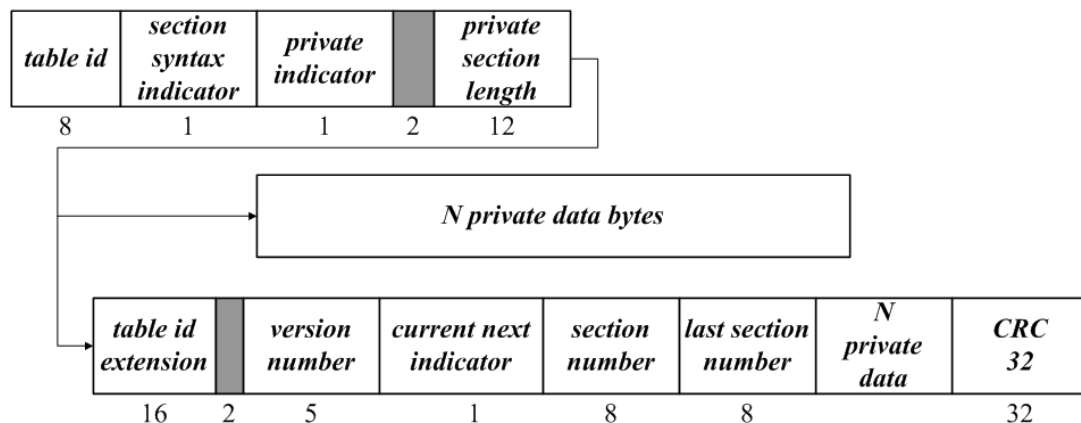


Figura 16 - Estrutura de formação genérica das tabelas.

Fonte: [24].

Na Tabela 3, pode ser vista a descrição dos campos das tabelas, seguindo a sintaxe da estrutura de formação genérica mostrada na Figura 16. Todos os campos descritos são comuns a qualquer formação de uma seção, exceto o campo *table id extension* grifado em negrito. O limite dos campos *N private data* é o tamanho do pacote de dados.

Tabela 3 - Descrição dos campos das tabelas do TS.

Fonte: (Própria).

CAMPO	DESCRIÇÃO DA UTILIZAÇÃO DO CAMPO
<i>table_id</i>	Campo de 8 <i>bits</i> utilizado para identificar a tabela que está sendo transportada na seção;
<i>section_syntax_indicator</i>	Campo de apenas 1 <i>bit</i> utilizado obrigatoriamente para informar se a tabela em questão está sendo utilizada no formato normal ou estendida. O valor lógico 0 indica que a tabela está no formato normal, e o valor lógico 1 indica que a tabela está no formato estendido;
<i>private_indicator</i>	Este campo de 1 <i>bit</i> e o seguinte de 2 <i>bits</i> são reservados sem utilização
<i>private_section_length</i>	Campo de 12 <i>bits</i> , utilizado para informar o comprimento em <i>bytes</i> que a seção está ocupando. A contagem inicia no campo <i>section_length</i> , o próprio, até os 32 <i>bytes</i> do campo CRC (<i>Cyclical Redundancy Check</i>);
<i>N private data bytes</i>	Campo com descritores conforme mostrado na figura 17. A identificação (<i>descriptor_tag</i>) tem o valor 0x40h, seguido pelo (<i>descriptor_length</i>) e o campo (<i>component_tag</i>) que são caracteres que identificam o nome da emissora conforme a norma ISO 8859-15
<i>table id extension</i>	Campo de 16 <i>bits</i>, cujo valor é definido pela emissora para identificar o TS;
<i>version_number</i>	Campo de 5 <i>bits</i> , que a cada nova atualização na tabela, seu valor deve ser incrementado de uma unidade. Porém a tabela somente passa a ser válida pelo sistema de decodificação se houver uma sinalização no campo <i>current_next_indicator</i> ;
<i>current_next_indicator</i>	Campo de 1 <i>bit</i> , utilizado para sinalizar se a tabela atual transportada é válida ou não. O valor lógico 0 sinaliza que a tabela não está validada. E o valor 1 sinaliza que aversão da tabela atual é válida e pode ser utilizada para a decodificação;
<i>section_number</i>	Pode ocorrer a necessidade em determinados momentos ou situações que se deve utilizar de mais de uma seção para transportar uma tabela. O campo <i>section_number</i> indica qual é o número da seção atual, sendo que a primeira seção sempre deve assumir valor 0x00h. Este campo possui 8 <i>bits</i> de comprimento;
<i>last_section_number</i>	Campo também de 8 <i>bits</i> , utilizado para indicar qual é o valor <i>section_number</i> da última seção que contém a tabela;
<i>N private data</i>	São descritores para informações técnicas do BTS e informações da programação, conforme norma ABNT 15603-1 e exemplificado após o campo CRC.
<i>CRC</i>	Campo de 32 <i>bits</i> utilizados pelo decodificador para identificar possíveis erros no pacote de <i>transport stream</i> .
Exemplos de utilização de outros campos	
<i>program_number</i>	Campo de 16 <i>bits</i> , utilizado para identificar unicamente cada serviço dentro de um BTS. Para cada programa, por exemplo, uma emissora que está transmitindo um serviço HDTV e outro SDTV, a tabela PAT irá apresentar um <i>program_number</i> para cada um dos seus respectivos serviços. O valor assumido para cada um dos seus serviços deve coincidir obrigatoriamente com o valor do <i>service_id</i> , informado pela tabela NIT;
<i>PMT_PID</i>	Campo com 13 <i>bits</i> , também chamado de <i>network_PID</i> , deve assumir o mesmo valor do PID do programa indicado na respectiva PMT;

Tais tabelas devem ser acompanhadas de informações que serão pertinentes ao sistema de TV digital, e estas informações são encontradas no campo de dados privados, que também

seguem uma estrutura básica de formação conforme ilustrado na Figura 17. Esta estrutura é conhecida pelo termo de descritores. O campo *descriptor_tag* identifica cada descritor, *descriptor_length* indica a quantidade de *bytes* que seguem e o *component_tag* identifica cada um das componentes que compõem o *stream* de um serviço, a fim de serem diferenciados.

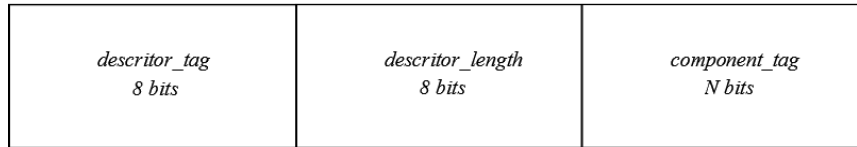


Figura 17 - Estrutura de formação básica dos descritores.

Fonte: (Própria).

São nestes descritores que são transportados os dados relativos aos tipos de serviços transmitidos pelo sistema ISDB-T_B, tais como resoluções e programas (tabela PAT – *Program Association Table* e PMT), descrição de serviços (tabelas SDT- *Service Description Table*), EPG, NIT, EIT e TOT. Este trabalho tem seu foco na identificação da tabela responsável por transportar os dados relativos à segunda tela. A tabela responsável por esta informação é a AIT e os seus descritores devem seguir as recomendações ITU-R J.205 e ITU-R J.206 [26] [27].

O receptor, após o processo de demodulação do sinal, irá identificar e decodificar os pacotes do TS. Ao identificar a tabela AIT, pelo seu campo *table_id* de valor 0x74h, irá buscar, em seu campo de dados privados, os descritores contendo as informações da segunda tela. Neste há o *descriptor_tag* com valor 0x00h. O *descriptor_length* indicará o tamanho do campo *componente_tag* e o campo *componente_tag* irá conter uma URL responsável por identificar a segunda tela do conteúdo exibido. A cada URL identificada, inicia-se o tempo de vida da segunda tela que terá um prazo de execução até o recebimento de uma nova URL. O tempo de transmissão das tabelas AIT é de 1 a 3 segundos, conforme a recomendação ITU-R J.200.

4.2.1 Criação do Sinal com Informação de Segunda Tela

Pela dificuldade de conseguir um sinal BTS com uma URL contendo as informações de segunda tela, foi realizado um estudo detalhado das normas que determinam a composição do TS e de todos os seus campos, para que neste trabalho fosse criado um sinal com a informação de segunda tela para a realização dos testes. Durante os estudos sobre o sinal, foi utilizado um *software* capaz de abrir e analisar um TS, o StreamXpert MPEG-2 Transport –

Stream Analyser DTC-320. Este *software* possibilita a visualização dos dados que formam o TS e as tabelas com os correspondentes valores em hexadecimal de cada campo. Utilizando um TS disponível na *internet* e o *software* de análise, foram feitas as alterações necessárias nos *bits* do TS para inclusão da informação de segunda tela.

Para a construção da tabela AIT, foi utilizada a especificação técnica ETSI TS 102 809 [55], que descreve os serviços e os sinais das aplicações interativas para o padrão DVB. A sintaxe da tabela AIT foi definida conforme a tabela da Figura 18, onde a URL é definida dentro do *loop*, indicado na figura, utilizado para descrever o *descriptor()* para cada aplicação. Para cada campo, é definido o número de *bits* que compõem o total de *bits* da tabela AIT.

	No. de bits
<code>application_information_section() {</code>	
<code>table_id</code>	8
<code>section_syntax_indicator</code>	1
<code>reserved_future_use</code>	1
<code>reserved</code>	2
<code>section_length</code>	12
<code>test_application_flag</code>	1
<code>application_type</code>	15
<code>reserved</code>	2
<code>version_number</code>	5
<code>current_next_indicator</code>	1
<code>section_number</code>	8
<code>last_section_number</code>	8
<code>reserved_future_use</code>	4
<code>common_descriptors_length</code>	12
<code>for(i=0;i<N;i++){</code>	
<code>descriptor()</code>	
<code>}</code>	
<code>reserved_future_use</code>	4
<code>application_loop_length</code>	12
<code>for(i=0;i<N;i++){</code>	
<code>application_identifier()</code>	
<code>application_control_code</code>	8
<code>reserved_future_use</code>	4
<code>application_descriptors_loop_length</code>	12
<code>for(j=0;j<N;j++){</code>	
<code>descriptor()</code>	
<code>}</code>	
<code>}</code>	
<code>CRC_32</code>	32
<code>}</code>	

Figura 18 - Sintaxe da tabela AIT.

Fonte: [55].

O campo *table_id* é do tipo inteiro e possui o valor fixo 0x74h. Para cada *descriptor()* deve ser definido o protocolo de transporte, podendo-se definir um ou mais endereços URL, conforme protocolo HTTP 1.0 [56]. A Figura 19 mostra a sintaxe do descritor do protocolo de

transporte. No *loop for* são definidos os *bytes* selecionados da informação através do *selector_byte*.

	No. de bits	Valor
<code>transport_protocol_descriptor() {</code>		
<code>descriptor_tag</code>	8	0x02
<code>descriptor_length</code>	8	
<code>protocol_id</code>	16	
<code>transport_protocol_label</code>	8	
<code>for(i=0; i<N; i++) {</code>		
<code>selector_byte</code>	8	
<code>}</code>		
<code>}</code>		

Figura 19 - Sintaxe do descritor do protocolo de transporte.

Fonte: [55].

A partir do seletor de *bytes*, para cada campo *selector_byte*, devem ser preenchidos os campos *URL_base_byte*, *URL_extension_count*, *URL_extension_length* e *URL_extension_byte*, conforme a Figura 20, onde é descrita a sintaxe do seletor de *bytes*.

Sintaxe	Bits
<code>for(i=0; i<N; i++){</code>	
<code>URL_base_length</code>	8
<code>for(j=0; j<N; j++){</code>	
<code>URL_base_byte</code>	8
<code>}</code>	
<code>URL_extension_count</code>	8
<code>for(j=0; j<URL_extension_count; j++){</code>	
<code>URL_extension_length</code>	8
<code>for(k=0; k<URL length; k++){</code>	
<code>URL_extension_byte</code>	8
<code>}</code>	
<code>}</code>	
<code>}</code>	

Figura 20 - Sintaxe do seletor de *bytes* para o transporte interativo.

Fonte: [55].

O campo *URL_extension_length* define o tamanho da URL, que está descrita no campo *URL_extension_byte*, conforme o protocolo de transporte HTTP 1.0. Após a construção da tabela AIT, é necessário associá-la à tabela PMT através do identificador PID de cada programa. Assim, a informação da URL da tabela AIT estará disponível durante a exibição da programação na TV.

A construção da tabela AIT e sua respectiva associação com a tabela PMT é uma atividade complexa e exige o uso de várias especificações e normas dos padrões DVB e ISDB-T_B. Para este trabalho, foi desenvolvido um aplicativo escrito na linguagem Java, que permite criar a tabela AIT e adicionar a uma mídia, TS ou BTS. A interface do aplicativo de geração da tabela AIT é mostrada na Figura 21.

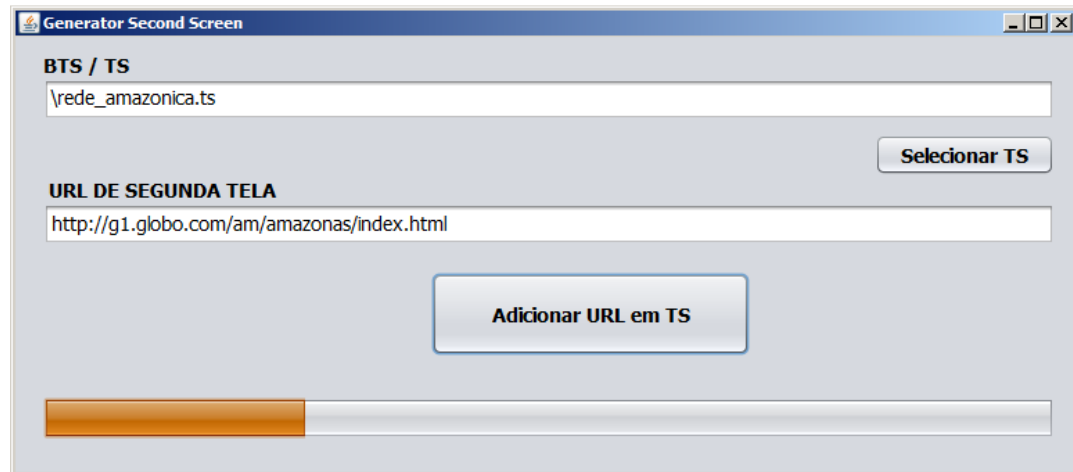


Figura 21 - Gerador de tabela AIT para mídia TS / BTS.

Fonte: (Própria).

4.3 Cenário da Recepção

A proposta foi desenvolvida visando alcançar quatro requisitos não funcionais principais:

- O ambiente em que o sistema é executado deve ser composto de itens comuns ao público alvo, o telespectador de TV digital distribuída por radiodifusão;
- A plataforma física em que o sistema é executado deve poder ser portátil entre múltiplos *hardwares* de fabricantes diferentes;
- O sistema não deve necessitar de configurações complexas, ou seja, deve funcionar de forma invisível ao usuário, com natureza PnP;
- Os dispositivos compatíveis conectados na mesma rede devem poder compartilhar conteúdos entre si.

Na Figura 22, podem ser vistos os dispositivos envolvidos para atender a esta parte da proposta deste trabalho, o cenário da residência do telespectador.

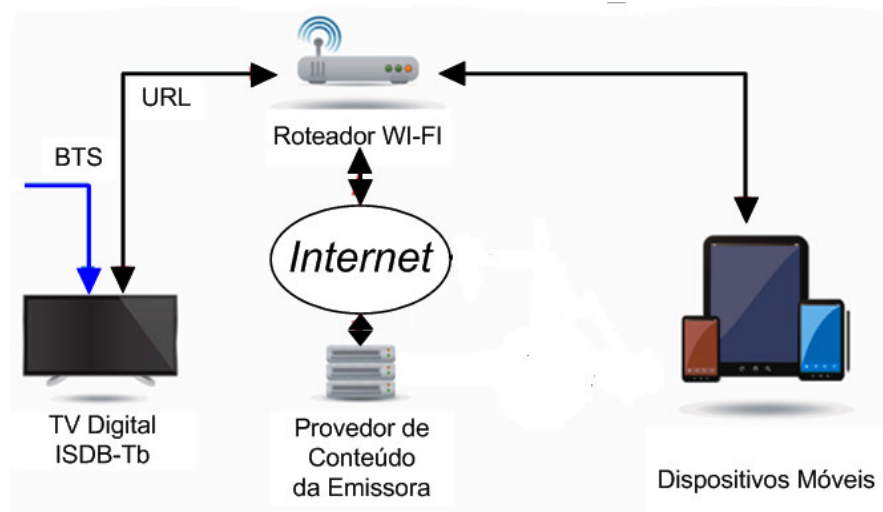


Figura 22 - Cenário básico – recepção.

Fonte: (Própria).

4.3.1 Aplicação Lua para Segunda Tela

Para atender os requisitos descritos, o primeiro passo a ser realizado é a identificação da disponibilidade de conteúdos de segunda tela relacionados à programação que está sendo recebida. Esta informação está inserida no sinal recebido pelo decodificador de TV digital do telespectador. Porém, o decodificador não está preparado para identificar esta informação. Através do *middleware* Ginga, é possível identificar a presença desta informação e tratá-la para atender aos requisitos necessários, sendo imprescindível a instalação de uma aplicação Lua, que irá identificar, capturar e disponibilizar esta informação na rede Wi-Fi, tornando possível que o aplicativo Android instalado nos dispositivos móveis, capture esta informação e utilize para oferecer ao telespectador o acesso aos conteúdos de segunda tela. O fluxograma da aplicação Lua desenvolvida para capturar a URL de segunda tela e disponibilizá-la para o aplicativo desenvolvido para os dispositivos móveis é apresentado na Figura 23.

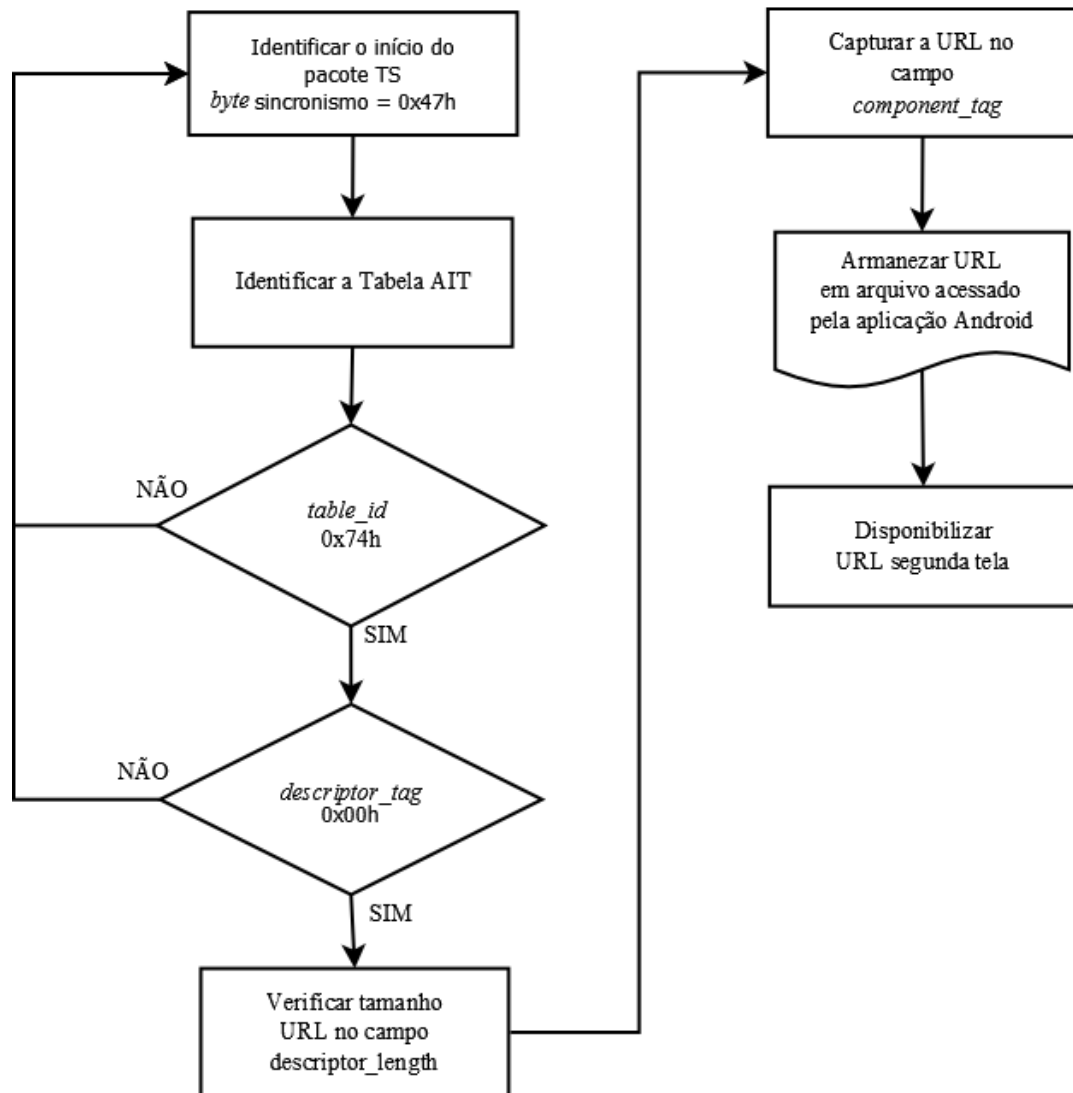


Figura 23 - Fluxograma de captura da URL de segunda tela.
Fonte: (Própria).

A aplicação Lua desenvolvida foi instalada no receptor de TV digital (*set top box*), de forma local, para realização dos testes descritos no Capítulo 5. No caso da aceitação da proposta deste trabalho, a instalação da aplicação Lua no *middleware* Ginga, pode ser realizada pelo fabricante do receptor, enviada pela emissora por meio de radiodifusão ou instalada via USB pelo telespectador.

As etapas do fluxograma da Figura 23 são executadas sempre dentro da estrutura de *loop* infinito, da função *handler*. Assim, sempre a aplicação Lua estará verificando qual a URL da programação em execução na TV digital. A primeira parte da aplicação consiste em identificar o *byte* de sincronismo, que possui valor fixo e igual a 0x47h, utilizado como referência para identificar o início de um pacote TS [24]. Identificado o início do pacote TS, o

passo seguinte é identificar a tabela AIT, buscando dentro do TS o identificador 0x74h no campo *table_id*. Caso não seja identificada a tabela AIT, é esperado 1 minuto usando o comando *wait* da linguagem Lua, para depois repetir o processo de identificação da tabela no TS. Isso é necessário, pois pode ocorrer que a tabela AIT esteja disponível no próximo pacote do TS. O próximo passo é verificar se existe o descritor com a informação da URL. O código Lua, então, verifica se o campo *descriptor_tag* possui o valor 0x00h, o que caracteriza a existência da informação de segunda tela, podendo em seguida capturar o tamanho da informação da URL, em *bytes*, no campo *descriptor_length*. Caso o valor não seja igual a 0x00h, o programa em exibição não oferece opção de segunda tela, sendo necessário verificar se o próximo pacote TS recebido possui a informação. Nas etapas finais do fluxograma da aplicação Lua, Figura 23, a informação sobre a URL da segunda tela é capturada no campo *component_tag* e armazenada em um arquivo que segue o código padrão americano para o intercâmbio de informação - ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*), denominado *second_screen.url*. Esse arquivo conterá todas as URL's identificadas dentro da tabela AIT durante a execução da programação na TV digital. Na Figura 24, é ilustrado um exemplo do arquivo *second_screen.url*.

second_screen.url

```
http://globo.com/second-screen/conteudo;2015-05-02;14:12;  
http://band.com/second-screen/conteudo;2015-05-02;15:13;  
.....  
http://amazonsat.com/second-screen/conteudo;2015-05-03;22:13;  
http://www.nasa.gov:2015-05-05:18:10;
```

Figura 24 - Arquivo *second_screen.url* com URL's de segunda tela.

Fonte: (Própria).

Este arquivo será acessado através da rede Wi-Fi, utilizando o protocolo UPnP, através do aplicativo Android. Com a informação da URL, o dispositivo poderá exibir o conteúdo do provedor da emissora, correspondente ao programa em exibição, permitindo ao telespectador um conjunto mais rico de informações além do fornecido pelas aplicações interativas da TV digital. Além disso, esse modo de acesso torna o dispositivo um canal de retorno capaz de fornecer uma interação mais amigável entre a emissora e os telespectadores. Ao executar uma mudança de canal, sintonia de outra emissora, o telespectador terá de executar um *refresh* na aplicação Android, para que a mesma atualize a URL corresponde ao novo programa que será reproduzido.

4.3.2 Aplicação Android para Segunda Tela

Após a recepção do sinal, decodificação, separação da URL e disponibilização desta informação na rede Wi-Fi, o processo é finalizado pela aplicação Android instalada no dispositivo móvel. Foi desenvolvido, durante a pesquisa científica, um protótipo funcional do aplicativo Android, que deve ser instalado nos dispositivos móveis. O protótipo foi dividido em duas partes. A primeira parte se caracterizando como uma simulação de um aparelho televisor com receptor digital embarcado na forma de uma aplicação para computador, que recebe, decodifica e exibe conteúdo que é gerado pelas emissoras, contendo a informação da disponibilidade de conteúdo para a segunda tela e o endereço eletrônico do provedor de conteúdo da emissora. A segunda parte se caracterizando como uma aplicação para dispositivos móveis, capaz de identificar em uma determinada rede sem fio a disponibilidade de segunda tela, identificando os receptores conectados sobre a mesma rede local e dispondo o conteúdo interativo em sincronia com o conteúdo exibido na primeira tela. Para atender os objetivos propostos, o sistema deve utilizar itens comuns ao usuário final. Os componentes mínimos são:

- Um roteador que irá disponibilizar a rede Wi-Fi;
- Um ou mais receptores de sinal digital, conectados na rede, por exemplo, *set top box* ISDB-T_B ou *smart TV* com receptor digital. São os dispositivos que irão desempenhar o papel da primeira tela;
- Um ou mais dispositivos móveis que possuam sistema operacional Android do tipo *smartphone*, *tablet* ou outros, conectados na rede local e na *internet*. São os dispositivos que irão desempenhar o papel da segunda tela.

O cenário padrão não dita a forma na qual o sistema deva ter suas aplicações instaladas em ambos receptores digitais e dispositivos móveis. Existem múltiplas alternativas na forma de distribuição de *software*, porém a proposta básica apresentada é que as aplicações possam ser pré-instaladas nos receptores de sinal digital ou instaladas através de mercados de aplicações como o Sticker Center, que oferece acesso a uma infinidade de aplicativos enviados para a sua casa junto ao sinal digital das emissoras de TV e que, do lado do cliente, as aplicações possam ser instaladas através da loja virtual de aplicativos da Google (Google Play).

Um dos requisitos principais da tecnologia de segunda tela deste trabalho é que a reprodução do conteúdo interativo deva ser feito sem necessitar de excessivas configurações

pelo usuário final. Múltiplas decisões de implementação foram tomadas para garantir que o usuário final tenha o mínimo de esforço possível para configurar o ambiente necessário para o funcionamento completo do sistema. Os únicos passos requeridos para configuração, considerando a ótica do usuário (o telespectador de TV digital em sua residência) são:

- Conectar o receptor de sinal digital (*set top box*) ou aparelho televisor no roteador que provê a rede local via Wi-Fi;
- Conectar o dispositivo móvel, *smartphone*, *tablet* ou outros no roteador que provê a rede local via Wi-Fi;
- Instalar e abrir a aplicação protótipo no dispositivo móvel através de um click no ícone de nome *Second Screen*, demonstrado na Figura 25.

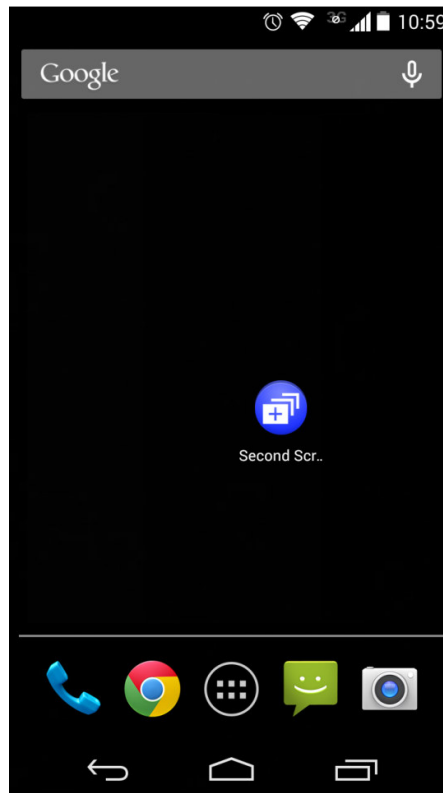


Figura 25 - Ícone do aplicativo.
Fonte: (Própria).

A rede local na qual os dispositivos estarão conectados não necessita ser uma rede dedicada para disponibilizar o serviço de segunda tela. Uma rede de propósito geral já estabelecida pode ser usada para compartilhar informações entre os dispositivos. Uma vez que o usuário já possua ambos dispositivos conectados na mesma rede local, não é mais necessário a execução do primeiro e do segundo passo. A reprodução do conteúdo interativo se torna então apenas uma ação de abrir a aplicação de segunda tela instalada no dispositivo

desejado pelo usuário e interagir com o conteúdo televisivo digital sendo disponibilizado pelo provedor de conteúdo da emissora. Caso a emissora escolha manter o provedor de conteúdo fornecendo informações, o usuário poderá, mesmo após desligar a TV, continuar recebendo os dados no dispositivo móvel.

4.3.3 Arquitetura da Aplicação Android

A arquitetura adotada para o sistema segue o modelo de arquitetura cliente – servidor, com uma característica extra de permitir que múltiplos clientes observem múltiplos servidores que estejam oferecendo seus serviços sobre uma mesma rede local. Foi escolhido um conjunto de protocolos para permitir a conexão e a comunicação de múltiplos dispositivos de padrões e formatos diferentes em uma rede não-gerenciada, conhecido como UPnP. O diagrama do sistema está ilustrado na Figura 26.

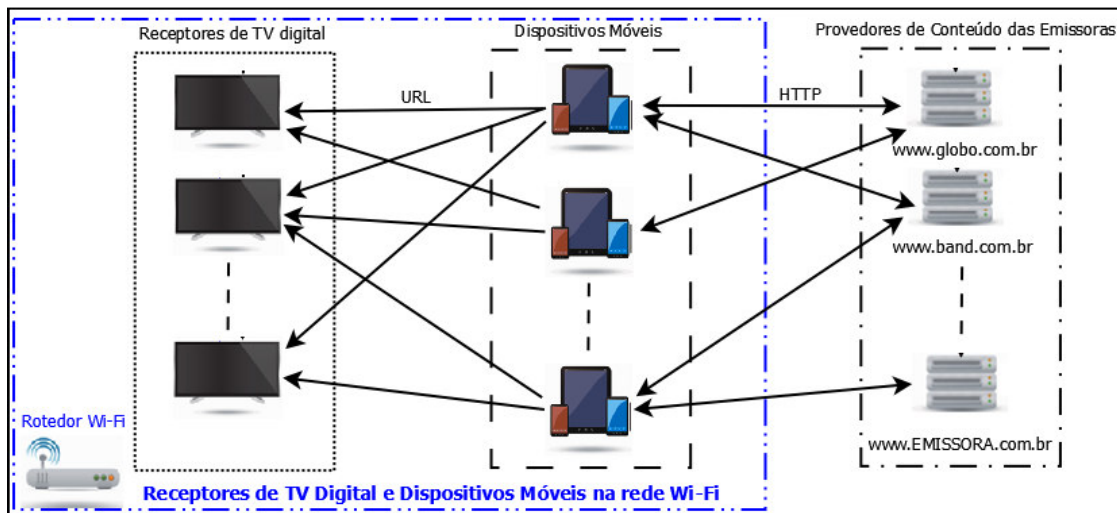


Figura 26 - Diagrama de componentes do sistema.

Fonte: (Própria)

Conforme pode ser observado no diagrama de componentes do sistema, em uma configuração normal é comum que existam múltiplos dispositivos registrados na rede (receptores de TV digital) oferecendo possibilidade de conteúdo de segunda tela, simultaneamente para múltiplos dispositivos móveis que possuem o aplicativo Android de segunda tela.

Para garantir que não existam conflitos através de múltiplos dispositivos ocupando o mesmo endereço na rede e para seguir a definição do protocolo UPnP, cada receptor de TV digital é registrado na rede com um nome único de dispositivo - UDN (*Unique Device Name*).

O identificador único universal - UUID (*Universally Unique Identifier*) do dispositivo físico, seja o receptor de TV ou o dispositivo móvel é utilizado para compor seu nome único na rede. A proposta básica é que seja utilizado um código único baseado em uma variação do endereço de máquina - MAC (*Machine Address Code*) dos dispositivos.

Uma visão do fluxo de execução do aplicativo de segunda tela, instalado no dispositivo móvel, em um ambiente como o mostrado na Figura 26, contendo múltiplos dispositivos móveis e múltiplos receptores de TV digital, pode ser observado no fluxograma mostrado na Figura 27.

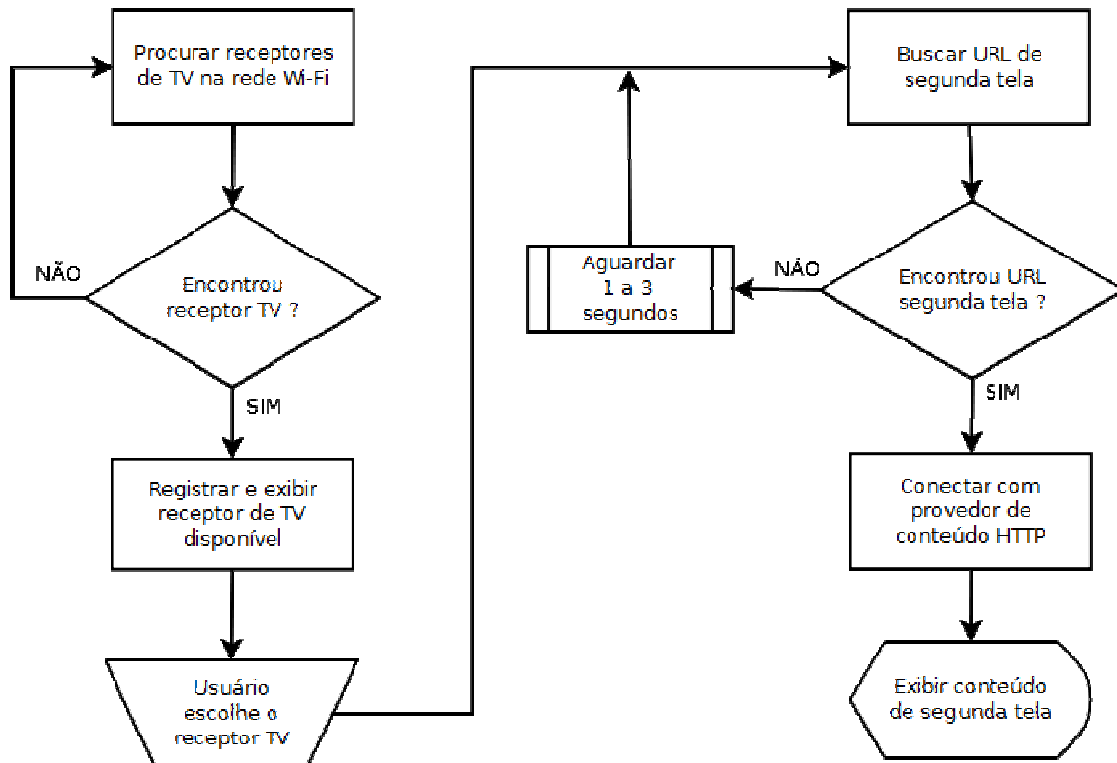


Figura 27 - Fluxograma de execução do aplicativo de segunda tela no dispositivo móvel.
Fonte: (Própria).

No fluxograma, o dispositivo móvel, que pode ser um *smartphone*, procura na rede Wi-Fi os receptores de TV digital disponíveis. Cada receptor de TV detectado é registrado em uma lista no dispositivo e exibido através do aplicativo de segunda tela. Na Figura 28, pode ser vista a aplicação realizando a sequência de procura e registro. Onde na imagem 1 é mostrado a tela de abertura da aplicação, na 2 a tela exibida durante a procura dos receptores, na 3 e 4 a tela exibida para o telespectador selecionar o receptor de seu interesse, sendo que na imagem 3 apenas um receptor foi encontrado e, na 4, foram encontrados dois receptores.

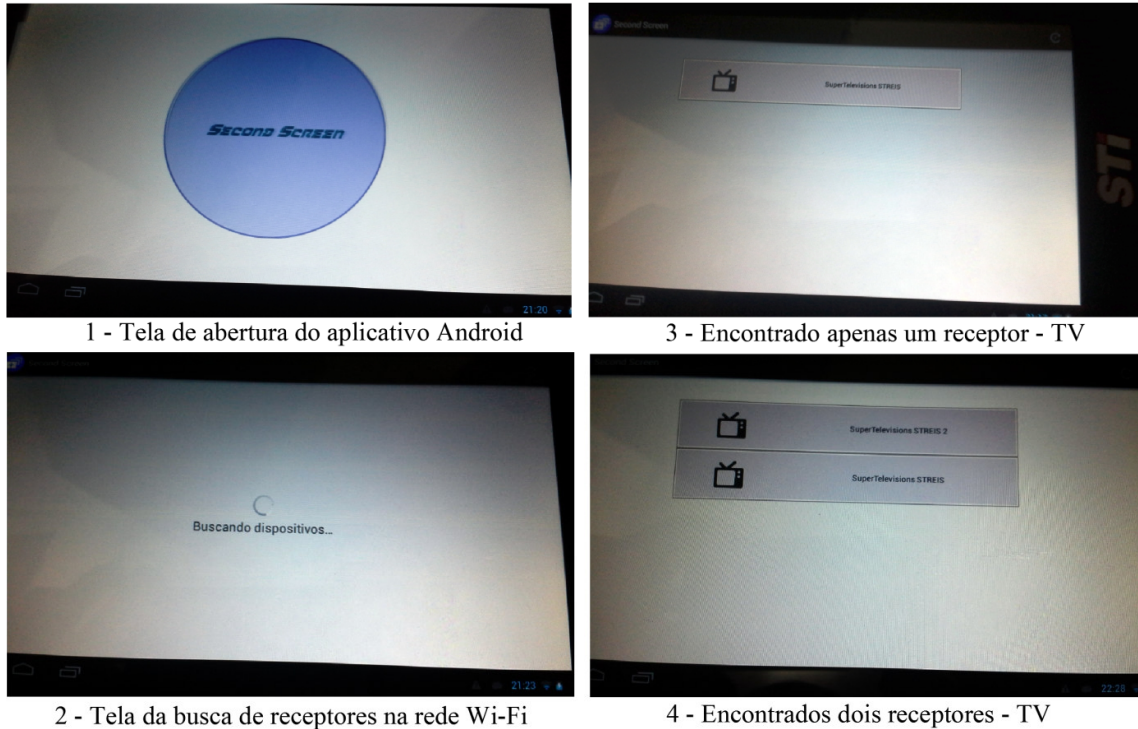


Figura 28 – Aplicação procurando na rede Wi-Fi os receptores de TV digital disponíveis.
Fonte: (Própria).

Após detectados todos os receptores de primeira tela, o usuário poderá escolher de qual receptor de TV irá receber o conteúdo de segunda tela. Ao selecionar o receptor, o aplicativo Android irá buscar a URL de segunda tela que foi disponibilizada pelo aplicativo Lua instalado no *middleware* Ginga. A partir da URL, a aplicação se conecta com o provedor da emissora via HTTP, exibindo o conteúdo correspondente à programação de TV em exibição para o telespectador. É importante salientar que caso não seja encontrada uma URL de segunda tela, o aplicativo Android irá esperar em torno de 3 segundos para verificar novamente se existe informação de segunda tela disponível no receptor de TV digital selecionado pelo telespectador.

4.3.4 Receptor de TV Digital

O aplicativo Lua instalado no *middleware* Ginga do receptor de TV digital possui os seguintes requisitos funcionais:

- Estar conectado na rede Wi-Fi ou, ao se conectar, anunciar sua presença nesse evento de conexão inicial;

- Permanecer conectado na rede, em prontidão, para atualizar a disponibilidade e o endereço eletrônico do provedor de conteúdo da emissora, a URL inserida na tabela AIT;
- Quando solicitado, informar sobre mudanças no conteúdo recebido, por exemplo, uma mudança de programação ou mudança de canal ou quando o endereço do provedor de conteúdo (URL) deixar de estar disponível;
- Sinalizar à rede quando for se desconectar da mesma.

Os receptores de TV digital possuem características de servidor local conforme a especificação da norma do UPnP. Isso significa que eles possuem um endereço, uma identificação única, com uma natureza de funcionamento passiva [53]. Em uma rede local, utilizando UPnP, múltiplos receptores de TV digital podem ser inseridos, mesmo que sejam de tipos e propósitos diferentes. A informação que é retornada para o dispositivo móvel é uma URL, que serve como o endereço digital para realizar a conexão com o servidor do provedor de conteúdo digital que está sincronizado com o conteúdo exibido na primeira tela.

4.3.5 Dispositivo Móvel

O aplicativo Android de segunda tela, que roda nos dispositivos móveis deverá se conectar na rede local para possibilitar ao telespectador acesso aos conteúdos de segunda tela. Seus requisitos funcionais são:

- Verificar na rede a existência de receptores de TV digital;
- Permitir que o usuário escolha qual receptor de TV digital deseja se conectar;
- Conectar-se ao receptor de TV desejado;
- Buscar a URL através do acesso aos recursos do receptor de TV digital;
- Utilizar a URL disponibilizada na rede para se conectar com o servidor do provedor de conteúdo;
- Baixar as informações do servidor de conteúdo relativas ao programa que está sendo exibido na primeira tela;
- Exibir para o usuário as informações de interatividade e possibilitar a interatividade plena do usuário com o conteúdo disponibilizado no servidor.

A exibição do conteúdo de segunda tela acontece através de múltiplos módulos que são especializados em categorias diferentes de conteúdo de programação, por exemplo, a tela exibida nos dispositivos móveis para um programa esportivo não será a mesma exibida para um telejornal.

A responsabilidade de desenvolvimento de módulos específicos para cada tipo de programação fica a cargo dos provedores de conteúdo televisivo. A aplicação pode ser entendida como um hospedeiro apto a executar múltiplos módulos diferentes desenvolvidos externamente, sendo que cada módulo funciona em formato de uma aplicação invisível instalada sob demanda para a programação desejada do usuário.

4.3.6 Servidor do Provedor de Conteúdo

Para esta proposta, não foi desenvolvido um servidor, foi utilizado um provedor de conteúdo já existente na *internet* apenas para os testes de funcionamento da aplicação Android. A criação e o que será oferecido nos provedores fica a critério das emissoras de TV, que podem utilizar a princípio seus provedores já existentes com a inclusão das informações, serviços e outras opções que serão oferecidos ao usuário da tecnologia de segunda tela. Na simulação completa, o acesso ao provedor foi comprovado com o aplicativo Android realizando a busca e a conexão com o endereço eletrônico inserido na tabela AIT.

Os equipamentos utilizados para recepção de sinal digital são formados por *hardware* embarcado, que possui limitações de memória e processamento para manter os custos de fabricação baixos e atender somente o necessário para decodificação de vídeo e áudio dos canais. A disponibilização de todo o conteúdo interativo somente através de aplicativos tornaria a experiência de usuário - UX (*User eXperience*), ineficiente e desagradável. A reprodução de conteúdo interativo acompanhado da programação só pode ser pleno através de canais externos de disponibilização de informações, que é o papel do *software* denominado como Servidor do Provedor de Conteúdo que foi utilizado nas simulações.

4.3.7 Protocolo de Descobrimto e Comunicação

O protocolo de descobrimto e comunicação, utilizado pelo aplicativo Android de segunda tela, nada mais é que um conjunto de contratos através de prefixos obrigatórios que discriminam os receptores de TV digital e os dispositivos móveis que são específicos para o sistema de segunda tela. Os prefixos foram adotados com o intuito de garantir que não existam conflitos de comunicação entre identificadores similares e são feitos para serem utilizados por envolvidos no sistema que possuem funções públicas, que podem ser vistas pela rede. Um receptor de TV ou dispositivo móvel não é obrigado a adotar o prefixo em todas

suas funções públicas e sim apenas nas funções que forem relativas ao sistema de segunda tela, considerando que um receptor de TV digital pode possuir outras funções. Por se tratar de um contrato, uma classe de constantes é adotada no aplicativo Android de segunda tela instalado no dispositivo móvel. O nome dessa classe é *ProtocolConstants*, que contém apenas os prefixos obrigatórios a serem utilizados. Os membros da classe com suas respectivas definições podem ser vistos na Tabela 4.

Tabela 4 - Constantes do protocolo de comunicação.

Fonte: (Própria).

<i>ProtocolConstants</i>	
NOME	OBJETIVO
<i>PROTOCOL_CURRENT_VERSION</i>	Versão da interface de comunicação
<i>DEVICE_OBLIGATORY_PREFIX</i>	Prefixo Obrigatório para Dispositivo
<i>SERVICE_OBLIGATORY_PREFIX</i>	Prefixo Obrigatório para Serviço
<i>MAIN_SERVICE_ID</i>	ID do Serviço Principal de Programação
<i>MAIN_SERVICE_ACTION</i>	Ação do Serviço Principal de Programação
<i>MAIN_SERVICE_RESPONSE</i>	Resposta do Serviço Principal de Programação

O servidor do provedor de conteúdo possui uma forma de identificação padrão, apesar de não ser definida através de constantes. A forma padrão da URL que identifica o servidor do provedor de conteúdo é o esquema de conexão, concatenado com nome, com categoria e com uma lista de parâmetros. A documentação da estrutura interna de uma URL é dada na definição da classe URL para o sistema operacional Android.

4.4 Conclusão

O objetivo deste capítulo é descrever todas as partes envolvidas na solução proposta, começando pelo cenário completo, posteriormente dividido em duas partes. Essa divisão teve dois objetivos: deixar claro o que deverá ser alterado pelas emissoras de TV digital no padrão ISDB-T_B, destacando que para implantação da solução não será necessária nenhuma mudança na estrutura de transmissão utilizada; e, no lado do telespectador, destacando também que não será necessário nenhum conhecimento técnico avançado para configurar o cenário exigido para utilização da tecnologia de segunda tela e que, na maioria das residências, a configuração utilizada na proposta já existe.

A Seção 4.2.1 não fazia parte do planejamento inicial do projeto. Ocorreu um problema inesperado das emissoras, não disponibilizarem um BTS com URL. Esta dificuldade está melhor detalhada na Seção 5.4. A consequência foi uma mudança no cronograma e a necessidade de um estudo teórico adicional. Mas, o resultado acrescentou mais uma contribuição na proposta do trabalho, o *software* desenvolvido para inclusão da URL pode ser utilizado pelas emissoras em qualquer conteúdo.

O capítulo mostra uma arquitetura padrão para acesso à segunda tela por meio da disponibilização de um aplicativo, que irá atender a demanda das emissoras e dos diversos tipos de conteúdos exibidos na TV. Para o usuário, será transparente a utilização da segunda tela, necessitando apenas realizar o *download* e a instalação de um aplicativo no dispositivo móvel de sua preferência. Ressalta-se que este aplicativo atenderá todas as emissoras, que é um grande diferencial, visto que o telespectador não precisará realizar a instalação de tantos aplicativos quanto for o número de emissoras, além de não precisar, em caso de mudança de canal; executar outro aplicativo correspondente ao novo canal sintonizado. Outra vantagem da arquitetura proposta é que as emissoras de TV também não precisarão realizar alterações na estrutura física de seu parque de transmissão já instalado.

A escolha das tecnologias utilizadas foi feita pensando em minimizar a necessidade e a complexidade de mudanças nos equipamentos de transmissão e recepção da TV digital no padrão ISDB-T_B, instalações de *internet* existentes na maioria das residências, não haver necessidade do telespectador ter conhecimentos específicos para utilização da segunda tela, basta instalar o aplicativo no dispositivo móvel de sua preferência. Uma vez instalado o aplicativo, basta executá-lo e utilizá-lo, seguindo um dos objetivos da proposta, o sistema ser do tipo *plug and play*.

Com o intuito de verificar o funcionamento da proposta e avaliar os resultados da tecnologia de segunda tela entre dispositivos móveis e receptores de sinal digital padrão ISDB-T_B, foi desenvolvido durante a pesquisa científica, um primeiro protótipo funcional de parte do cenário completo proposto, o lado da recepção. Foi desenvolvido o aplicativo Android do dispositivo móvel e criado um ambiente de simulação para verificar e testar o funcionamento. Após a conclusão desta etapa parcial, foi desenvolvido o protótipo funcional do lado da recepção, a parte que é feita pelo *middleware* Ginga e o ambiente de teste que verifica seu funcionamento. Com as duas partes funcionando (transmissão e recepção), foi criado então o ambiente completo como mostrado na Figura 15. No Capítulo 5, são descritos com mais detalhes os testes realizados para comprovar o funcionamento da proposta deste trabalho.

Capítulo 5- Avaliação Experimental

A avaliação experimental consistiu em validar a viabilidade do uso da tecnologia de segunda tela proposta neste trabalho. O projeto foi realizado em duas etapas, a primeira a partir do desenvolvimento do aplicativo Android, que deverá ser instalado no dispositivo móvel e será a interface da tecnologia de segunda tela para o telespectador de TV digital em sua residência, a outra etapa, a aplicação para o *middleware* Ginga que é responsável por identificar e disponibilizar a URL inserida pela emissora no sinal transmitido por radiodifusão no padrão ISDB-T_B. Através desta URL, que o aplicativo Android irá buscar na rede Wi-Fi, o mesmo poderá se conectar ao provedor de conteúdo da emissora e acessar as informações correspondentes ao programa que será exibido na TV digital. Durante o desenvolvimento, foram realizadas simulações de forma separada. Após a verificação do correto funcionamento das aplicações Android e Ginga, foi realizada a simulação do sistema completo para comprovar o funcionamento da proposta. Estes testes e as configurações utilizadas são descritos nesta seção.

5.1 O Ambiente de Testes para o Aplicativo Android

O experimento foi desenvolvido com três componentes principais: um *tablet*, um *smartphone*, utilizados como dispositivos móveis de segunda tela, e um computador servindo como dispositivo de primeira tela, que emulou um receptor de TV digital com *middleware* Ginga. A rede sem fio utilizada no experimento também tem seu equipamento descrito como um roteador de Wi-Fi.

O *tablet* é um dispositivo de entrada da marca Semp Toshiba de classe TA0760W, contendo 256MB de memória principal e 6GB (*Giga Bytes*) de memória auxiliar, em conjunto com um processador *dual-core* tipo *RockChips* RK3066 Cortex A9 de 1.0GHz (*Giga Hertz*). A versão do Android testada é a versão 4.2.2 – Ice Cream Sandwich de *build* BR.TA0760W.V0.07. A aplicação também possibilita sua execução em outras versões do Sistema Operacional Android. O *smartphone* é um dispositivo da marca Motorola, modelo Moto X, versão do Android 5.1, versão do sistema 222.21.15.ghost_row.Brasil.en.BR. O

roteador é um dispositivo de entrada, padrão econômico, *wireless* N 150Mbps, da marca TP-LINK, modelo TL-WR740N. Nenhuma configuração adicional é necessária no roteador considerando seu estado padrão de fábrica, dado que ele já vem configurado para aceitar comunicação UPnP. Nenhum dispositivo foi conectado via cabo de rede no roteador, apenas a interface *wireless* foi utilizada. As configurações de *hardware* mínimas necessárias para reproduzir o teste são:

- Na categoria receptor de TV digital, um processador de 1.0GHz de processamento de arquitetura ARM armeabi-v7a, MIPS ou Intel Atom X86, com 128MB de memória principal e 2GB de memória secundária, com capacidade de conexão Wi-Fi;
- Na categoria dispositivo móvel, um processador Intel Pentium 4, Intel Centrino, Intel Xeon, Intel Core Duo ou equivalente com 1.8 GHz de *clock*, 512MB de memória principal e 16GB de memória secundária, com capacidade de conexão Wi-Fi.

5.1.1 Configuração e Aplicação dos Testes Android

No computador utilizado para testes, foi instalado o emulador *Ginga* que permite simular um receptor de TV digital com o *middleware* *Ginga*. O protótipo do aplicativo de segunda tela apresentado é denominado *Second Screen*, sendo uma aplicação para dispositivos móveis, desenvolvida na plataforma Android, reproduzindo mídias de conteúdo esportivo e demonstrando informações extras do conteúdo. A proposta não determina uma forma específica, na qual as aplicações que servem como Servidor do Provedor de Conteúdo, devem ser desenvolvidas, apenas uma forma padrão, na qual uma comunicação genérica a múltiplas plataformas deve ser adotada. Os requisitos funcionais de aplicações que servem como Servidor de Provedor de Conteúdo são:

- Obter e manter um endereço válido na *internet* que possa ser comunicado via HTTP em formato de requisições GET e POST;
- Processar através do endereço consultado os dados relativos ao conteúdo de segunda tela requisitado;
- Retornar as repostas para as requisições de dados em formato de mídia JSON (*Java Script Object Notation*);
- Retornar as requisições de multimídia em formatos aceitos pela plataforma Android.

5.2 O Ambiente de Testes para o Aplicativo Ginga

Para testar a recepção também foram feitos experimentos divididos em duas etapas. Na primeira etapa, é inserida a tabela AIT em um TS ou BTS, com ou sem a informação de URL associada à programação exibida na TV digital. Na etapa seguinte, através de um *script* Lua, executado durante uma aplicação interativa escrita em NCL, é retirada da tabela AIT a URL com a informação de segunda tela, correspondente ao conteúdo que está sendo transmitido pela emissora de TV digital e recebido pelo telespectador em sua residência. Esta URL é armazenada no arquivo *second_screen.url*. O aplicativo Android instalado nos dispositivos móveis irá buscar esta informação, através do protocolo UPnP pela rede Wi-Fi, para realizar uma conexão HTTP com o provedor de conteúdo de segunda tela da emissora de TV. Os equipamentos utilizados são os mesmos já descritos para os testes do aplicativo Android.

Para a execução das aplicações interativas, desenvolvidas utilizando a linguagem declarativa NCL, e do código Lua que captura a URL da tabela AIT, foi utilizado o *software* Ginga-GUI [54], que permite a execução das aplicações interativas no padrão ISDB-T_B. Esse *software* é uma interface gráfica para usuário de Windows conforme os padrões ITU-T. Aplicações interativas testadas no Ginga-GUI também foram testadas em um receptor *set top box* que possui o *middleware* Ginga. Na Figura 29, pode ser visto a interface gráfica do Ginga-GUI mostrando uma aplicação.



Figura 29 - Interface do Ginga-GUI.

Fonte: (Própria).

5.2.1 Configuração e Aplicação dos Testes Ginga

Para a realização dos testes, foi desenvolvida uma aplicação interativa para o padrão ISDB-T_B, utilizando a linguagem declarativa NCL. Esse código simula a exibição de uma programação recebida de uma emissora de TV, que contém o pacote TS com a informação de segunda tela (URL) disponibilizada na tabela AIT. O vídeo é exibido de forma centralizada ocupando 50% da tela da TV digital para permitir mostrar na parte inferior da TV uma mensagem com a URL identificada pelo objeto Lua *second_screen.lua*. Tanto o código NCL quanto o objeto Lua são executados no *middleware* Ginga. O código NCL de testes pode ser visto na Figura 30.

```

1 <?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
2 <!-- Generated by NCL Eclipse -->
3 <ncl id="secondscreen" xmlns="http://www.ncl.org.br/NCL3.0/EDTVProfile">
4   <head>
5     <regionBase>
6       <region id="screenReg" top="25%" left="25%"
7         width="50%" height="50%" zIndex="1"/>
8       <region id="screenLua" bottom="5%" left="5%"
9         width="95%" height="20%" zIndex="2"/>
10    </regionBase>
11    <descriptorBase>
12      <descriptor id="screenDesc" region="screenReg"/>
13      <descriptor id="screenURL" region="screenLua"/>
14    </descriptorBase>
15  </head>
16  <body>
17    <port id="entry" component="video"/>
18    <port id="entry_ncl" component="nclua"/>
19
20    <media id="video" src="media/second_screen.ts"
21      descriptor="screenDesc"/>
22    <media id="nclua" src="second_screen.lua"
23      descriptor="screenURL"/>
24  </body>
25 </ncl>

```

Figura 30 - NCL de testes para aplicação de segunda tela.

Fonte: (Própria).

Nas linhas 5 a 10, é definida a região de exibição de vídeo, que ocupará 50% de forma centralizada na primeira tela, conforme pode ser visualizado na Figura 29. Na linha 20, do código mostrado na Figura 30, é definida a mídia TS ou BTS que será executado no receptor de TV digital, e na linha 22 é definida a mídia NCLua, que é objeto Lua responsável por localizar a URL e seu código está registrado no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). O objeto Lua realiza as seguintes etapas para disponibilizar a URL de segunda tela:

- Identifica o início do pacote TS através do *byte* de sincronismo 0x47h;
- Localiza a tabela AIT a partir do identificador 0x74h;
- Conta o número de *bits*, correspondente ao cabeçalho da tabela AIT, até o descritor com a URL definida;
- Lê a URL de segunda tela da tabela AIT;
- Informa na tela da TV, através da função *canvas*, a mensagem da URL de segunda tela da mídia TS/BTS, conforme mostrado na Figura 29;
- Armazena no arquivo *second_screen.url* a URL para acesso pelos dispositivos Android, através do protocolo UPnP, via rede Wi-Fi.

Foram realizados testes com dois tipos de mídias BTS, uma com a informação de segunda tela presente no pacote TS e outra sem a existência da informação de segunda tela, correspondente a cada programa de TV digital. Na figura 31, é mostrada a execução de uma aplicação interativa com um vídeo da NASA, que não possui informações de segunda tela.

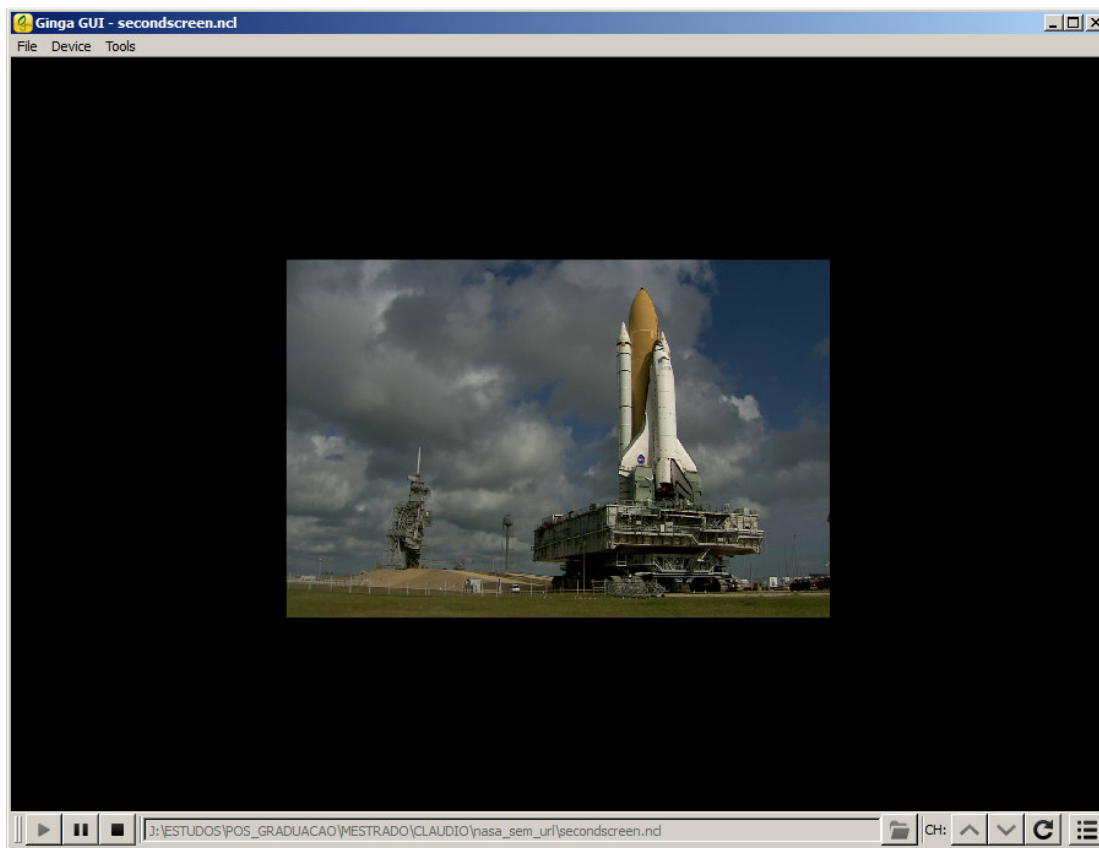


Figura 31 - TS executado no Ginga-GUI sem informação de segunda tela.
Fonte: (Própria).

Na Figura 32, é mostrado o mesmo vídeo da figura 31, executado no Ginga-GUI, apresentando a mensagem abaixo do vídeo da informação de segunda tela, correspondente à URL <http://www.nasa.gov>, inserida na tabela AIT através do Gerador de AIT.



Figura 32 - TS executado no Ginga-GUI com informação de segunda tela.

Fonte: (Própria).

5.3 O Ambiente de Testes Completo

Com a informação de segunda tela, capturada a partir de uma aplicação interativa NCLua, é possível disponibilizar a URL para os dispositivos móveis a partir do receptor de TV digital conectado na rede Wi-Fi. Esta URL será utilizada pelo aplicativo Android para realizar uma conexão via *internet* com o provedor de conteúdo da emissora que for sintonizada. O provedor de conteúdo da emissora irá retornar para o dispositivo móvel as informações correspondentes ao programa exibido na TV. Para a realização dos testes, considerando o ambiente completo, foi definida uma URL já existente para simular um provedor de conteúdo da emissora de TV. Dessa forma, um emulador Ginga, como o Ginga-GUI, foi utilizado para simular a primeira tela, permitindo realizar os testes de conteúdo de segunda tela com os dispositivos móveis.

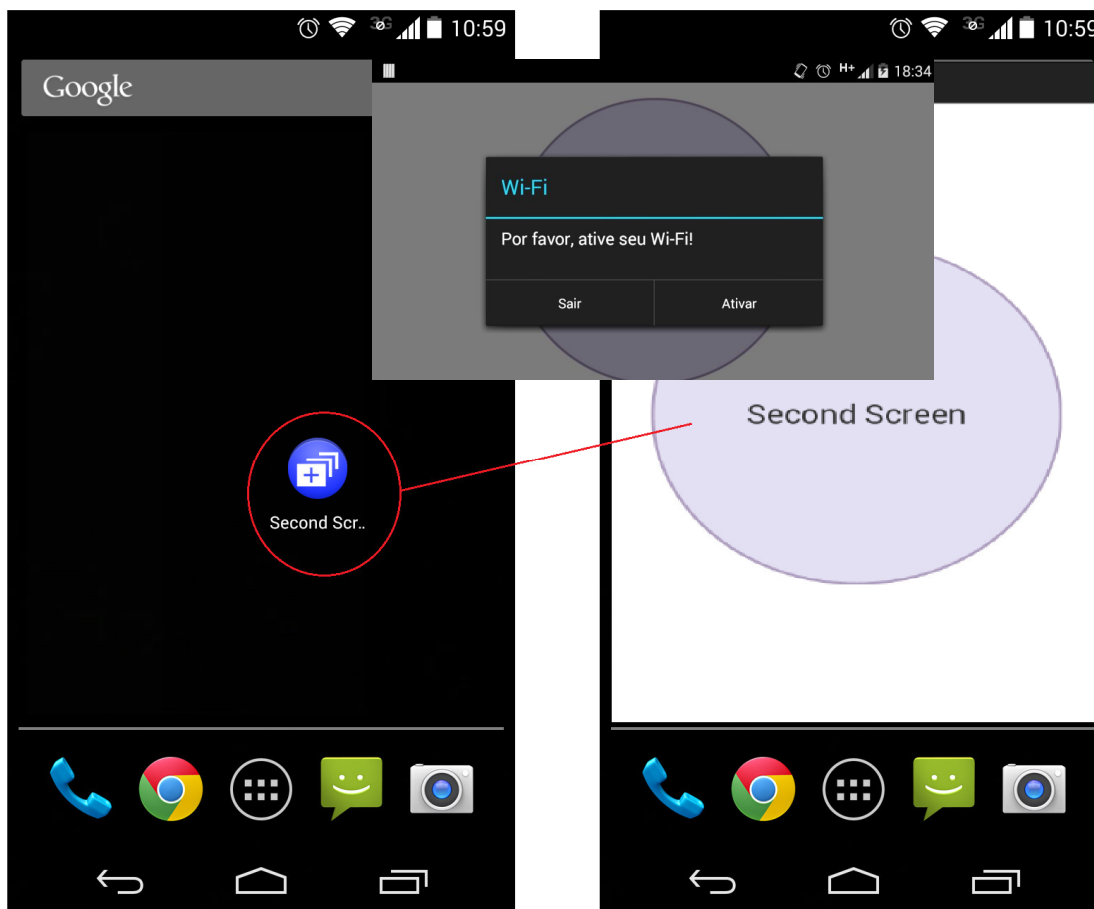


Figura 33 - Aplicação de segunda tela para dispositivo móvel.
Fonte: (Própria).

É necessário que o dispositivo móvel tenha a aplicação de segunda tela instalada, como mostrada na Figura 33. Ao ser executado o aplicativo, caso não esteja conectado na rede Wi-Fi, irá solicitar a ativação da mesma, caso contrário entra direto na aplicação de segunda tela. Na Figura 34, pode ser visto um exemplo de informações sobre a partida de futebol que está sendo exibida no simulador Ginga-GUI. E, na Figura 35, um exemplo de acesso a produtos que podem ser oferecidos para venda ou que podem estar sendo usados pelos atores ou atletas do programa exibido na TV. De forma geral, diversas informações e serviços podem ser disponibilizados pelo provedor de conteúdo de segunda tela da emissora que será acessado pelo aplicativo Android no dispositivo móvel dos telespectadores.

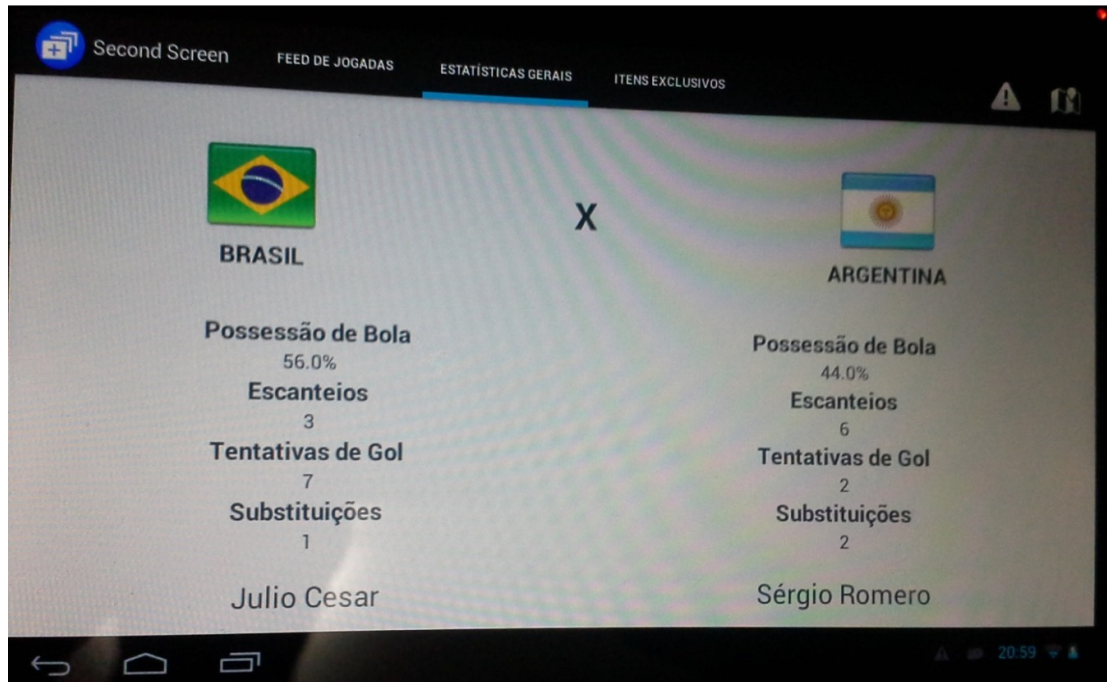


Figura 34 - Conteúdo da URL de segunda tela, partida de futebol.

Fonte: (Própria).

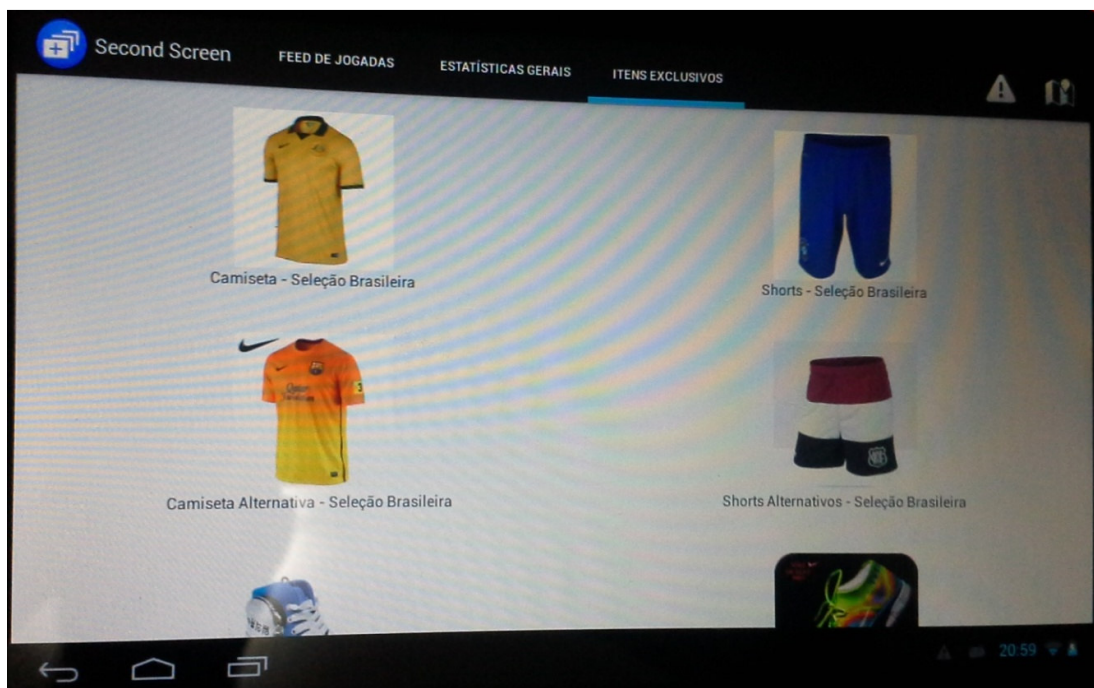


Figura 35 - Conteúdo da URL de segunda tela, produtos.

Fonte: (Própria).

5.4 Resultados, Dificuldades Encontradas e Conclusão

Uma das principais dificuldades encontradas para construir um protótipo funcional que permita validar a proposta deste trabalho, é a inexistência de um BTS contendo a informação de segunda tela na tabela AIT, ou seja, um sinal com o endereço eletrônico do provedor de conteúdo da emissora (a URL) que possibilita o aplicativo do dispositivo móvel se conectar ao provedor de conteúdo e receber deste as informações pertinentes ao programa em exibição. Os contatos realizados com várias emissoras de TV, com solicitações formais para envio de um sinal com informações de segunda tela, não tiveram sucesso. As emissoras que deram retorno, enviaram alguns trechos de programas (BTS), mas em nenhum deles a URL estava inserida na tabela AIT. O que gerou a necessidade de colocar esta informação por meios próprios. Para realizar esta tarefa foi necessário realizar um estudo detalhado das normas, visto que não existe uma norma específica para esta tarefa. Nas normas, são descritas as tabelas e seus campos, mas em sua maioria não detalham as informações em níveis binários e, normalmente, uma norma remete a outras.

Foi necessário através de um analisador de TS abrir os 204 *bytes* que formam o BTS e entender as funções de cada campo, para poder alterar o valor dos *bits* sem causar interferência em outras funções. Isso foi feito convertendo os valores de cada campo de hexadecimal para binário e vice versa. Ressalta-se que não basta simplesmente localizar o campo da tabela AIT, onde a URL deve ser inserida, e realizar a alteração, a inclusão da informação envolve outros campos. Deve ser alterado o campo da tabela PMT que sinaliza ao receptor que existe esta informação na tabela AIT e, principalmente, têm de ser alterados os descritores que informam o tamanho dos campos que compõem o pacote, para não ocorrer um erro de sincronismo na decodificação.

Outra dificuldade encontrada foi realizar uma transmissão real deste sinal para recepção por meio de um *set top box*. Após a inclusão da URL no TS, seria necessário realizar a sequência do fluxo de transmissão mostrado na Figura 9 da Seção 2.2.1. A alternativa foi realizar por meio de simulação, através de emuladores Ginga, como o Ginga-GUI, baseado no padrão ISDB-T_B.

Os testes realizados mostraram a viabilidade da proposta de aplicação de segunda tela para o padrão ISDB-T_B. No caso da aplicação executada no *set top box* real, que utilizou um roteador *wireless* para se vincular ao dispositivo móvel que busca a informação da URL, não foi notado nenhum atraso significativo em relação à exibição normal do conteúdo na TV.

O desenvolvimento da aplicação NCLua permitiu definir, durante os testes, um modo de apresentação do vídeo BTS, e, a partir deste, a leitura e captura da URL correspondente à segunda tela. O protocolo UPnP permite um padrão de acesso pela aplicação Android, que não interfere em outros protocolos utilizados em uma rede Wi-Fi residencial e sendo capaz de identificar e acessar informações de outros dispositivos como o *set top box*. Além disto, em outros padrões similares ao ISDB-T_B, esta solução foi testada com sucesso. Diferenciou-se apenas a sinalização da disponibilidade da tecnologia de segunda tela, e opções de uso, por exemplo, exibição simultânea do programa exibido também no dispositivo móvel.

Neste capítulo, são mostrados os testes realizados, as configurações utilizadas para realização destes testes e as dificuldades encontradas para realização destes testes em uma situação real de transmissão. Os testes e resultados obtidos não deixaram dúvidas da viabilidade da implantação da proposta, atendendo as características de operabilidade e satisfação dos usuários e respondendo as questões apresentadas nos objetivos específicos.

Capítulo 6- Considerações Finais

A proposta da tecnologia de segunda tela entre dispositivos móveis e receptores de sinal digital no padrão ISDB-T_B foi realizada com êxito, respeitando os objetivos e limites definidos no Capítulo 1. Dentre os objetivos traçados pode-se destacar a possibilidade de acesso à tecnologia de segunda tela aos usuários de TV aberta, um público que em sua maioria não tem acesso às novas tecnologias disponíveis. A forma transparente de utilização, através do modelo PnP, torna-se um fator muito relevante para aceitação da tecnologia pelo telespectador, que está migrando do modelo analógico para o digital.

O desenvolvimento do experimento gerou dois artefatos de *software*, em formato de protótipo, capazes de prover interatividade de segunda tela para múltiplos dispositivos móveis de formatos diferentes, de forma invisível ao usuário final (o telespectador de TV digital padrão ISDB-T_B). Como forma de limitar o escopo do trabalho, o ambiente simulado que foi adotado para o desenvolvimento do protótipo abstraiu alguns parâmetros, que poderiam ser considerados, e algumas questões não fundamentais para uma versão de produção como, por exemplo, o processo de distribuição e instalação das aplicações desenvolvidas para o mercado de televisão digital, o processo da manutenção e atualização e as limitações de natureza de conteúdo interativo. Visto que tais questões podem ser organizadas com flexibilidade entre os envolvidos no uso da tecnologia de segunda tela, uma vez que o mesmo esteja sendo desenvolvido para produção e adoção em larga escala no padrão ISDB-T_B.

Além do uso em TV aberta, distribuída gratuitamente no padrão ISDB-T_B, a proposta tem um grande diferencial, que poderá ser um atrativo para implantação e adoção pelo mercado. Para ter acesso à tecnologia de segunda tela o telespectador não terá de instalar em seus dispositivos móveis diversos aplicativos com a tecnologia de segunda tela, um para cada emissora de TV. A forma proposta utilizando o *software* Ginga, como intermediário para identificar a emissora e seu provedor de conteúdo, faz com que apenas um aplicativo atenda a todas as emissoras que utilizem o padrão. Isto elimina a necessidade do desenvolvimento de aplicativos por parte das emissoras, que poderiam se concentrar em fornecer melhores conteúdos em seus provedores para atrair e fidelizar seu público. Além disso, a aceitação da tecnologia pelo público que não tem o costume de utilizar o *smartphone*, seria muito melhor com a facilidade da instalação de um único aplicativo. Haja vista que o público alvo não é um

público familiarizado com tecnologia, a possibilidade de rejeição ao uso da segunda tela aumentaria muito com a necessidade da instalação de um aplicativo por emissora, e ter de mudar de aplicativo em toda mudança de canal.

O padrão ISDB-T_B se mostra favorável para implantação dessa nova forma de interatividade, pois, em seu desenvolvimento, foi criado um campo específico para transmissão de informação de serviços.

O trabalho abre uma gama grande de outras possibilidades ainda não exploradas através da abordagem modular dos seus componentes. A pesquisa dá um passo inicial na proposição de uma opção de segunda tela para ser adotado pelos provedores de conteúdo no padrão ISDB-T_B, com intuito de futuramente poder, no caso de aprovação, ser incluída nas normas e passar a ser parte do padrão.

6.1 Sugestões para Trabalhos Futuros

As sugestões mostram possibilidades de extensões e melhorias em um conjunto de pontos. Começando pela transmissão, o mecanismo de identificação de segunda tela propõe a transmissão do identificador de conteúdo de segunda tela, em forma de uma URL. Utilizando texto puro nas tabelas do BTS alterado. Uma possível melhoria seria a proposição de uma forma de compactação ou criptografia do identificador de conteúdo, garantindo um melhor desempenho da transmissão em termos de segurança. Poderia também ser estudada a opção do envio da informação de segunda tela, junto ao sinal, fazendo uma adaptação nas técnicas já utilizadas para sincronismo de mídia, descritas na Seção 3.1.

No formato descrito, o trabalho apenas propõe a coexistência com o *middleware* Ginga, sobre uma mesma plataforma física de um receptor de sinal digital. Uma extensão do trabalho poderia pesquisar e apresentar formas de não apenas coexistir, como também comunicar com o *middleware*, fazendo uso das funcionalidades já existentes para alavancar ainda mais a extensão do que pode ser realizado com a tecnologia de segunda tela. Outra mudança, muito relevante, pois estenderia o acesso à tecnologia de segunda tela a telespectadores que não possuem uma rede Wi-Fi em sua residência, a sinalização de segunda tela poderia ser feita por meio de *Bluetooth*, com adaptações no aplicativo e no *middleware* Ginga. Isso possibilitaria a utilização, mesmo sem estar conectado em uma rede Wi-Fi. O acesso seria por meio da rede de telefonia celular.

Em relação aos componentes do sistema – receptor de TV digital, dispositivo móvel e servidor do provedor de conteúdo, a flexibilidade dos requisitos funcionais permite o levantamento de outras especificações para o cenário geral do sistema, sem impor novas restrições ao funcionamento proposto. O protocolo de descobrimento e comunicação, mecanismo proposto de distinção de elementos de segunda tela na rede, também deixa espaço para estudos de definições alternativas, considerando que existem vários meta-dados dos cabeçalhos de comunicação da tecnologia UPnP que podem ser utilizados para formulação de outras formas de descobrimento e comunicação. Oferecer a mesma solução para outros sistemas operacionais utilizados em dispositivos móveis, por exemplo, o iOS e o Windows, bem como ampliar o aplicativo para a utilização pelos usuários de TV por assinatura. Por fim, o trabalho permite uma gama infinita de extensões através do desenvolvimento de módulos para a aplicação do dispositivo móvel, que podem criar novas formas de interação e de negócios.

O trabalho proposto descrito neste documento não visa a nenhum mecanismo de restrição de interação de usuário, visto que os níveis de liberdade de publicação de conteúdo podem ser controlados especificamente pelos módulos desenvolvidos pelas provedoras de conteúdo digital. Considerando a modularização de aplicações, é possível desenvolver interfaces padrões de conteúdo, conhecidas como *templates*, que permitam a diversas emissoras usufruírem de suas características para o desenvolvimento de seus próprios conteúdos. Por exemplo, programações esportivas seguem padrões comuns, como um placar eletrônico, um determinado tempo fixo de jogo, um determinado conjunto de jogadores. A padronização das informações, através de interfaces comuns dos servidores dos provedores de conteúdo, pode gerar o desenvolvimento de módulos padrões para consumo dessas mídias, mesmo que para serem utilizadas em programações disponíveis por outros provedores. A vantagem do compartilhamento de módulos padrões (*templates*) reduziria mais os custos de desenvolvimento e permitiria a entrada de provedores de conteúdo menores para tecnologia de segunda tela.

Referências

- [1] CESAR P.; KNOCH H.; BULTERMAN D.C.A. *From One to Many Boxes: Mobile Devices as Primary and Secondary Screens*. In: A. Marcus et al. (eds.), *Mobile TV: Customizing Content and Experience*, Human-Computer Interaction Series. Springer-Verlag London Limited 2010. v. 1, no. 1, pp. 327-348, 2010. DOI 10.1007/978-1-84882-701-1_22.
- [2] DE PAULA COSTA, L.C.; SETSUO KURASHIMA, C., GRIGOLETTO DE BIASE, M., HERRERO ALONSO, R., KNORICH ZUFFO, M. *A technical analysis of digital television broadcasting in Brazil, Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB)*, 2013 IEEE International Symposium on. IEEE 2013. v. 1, no. 1, pp. 1-5, 2013.
- [3] GAWLINSKI, M. *Interactive Television Production*. Focal Press, Oxford. Oxford, Reino Unido, 2003.
- [4] REELSEO. *The Online Video Marketing Guide*. Disponível em <<http://www.reelseo.com/television-dominant-platform-video-consumption/>>. Acesso em: 17 de fevereiro de 2015.
- [5] NIELSEN. *The Nielsen Company*. Disponível em <<http://www.nielsen.com/us/en/newswire/2011/in-the-u-s-tablets-are-tv-buddies-while-readers-make-great-bedfellows.html>>. Acesso em: 17 de fevereiro de 2015.
- [6] NIELSEN. *The Nielsen Company*. Disponível em <<http://www.nielsen.com/us/en/newswire/2012/double-vision-global-trends-in-tablet-and-smartphone-use-while-watching-tv.html>>. Acesso em: 17 de fevereiro de 2015.
- [7] IPSOS. Disponível em <<http://www.ipsos.com.br/>>. Acesso em: 15 de julho de 2015.
- [8] ECGLOBALSOLUTIONS. Disponível em <<http://www.ecglobalsolutions.com/>>. Acesso em: 15 de julho de 2015.
- [9] IBGE. *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, Acesso à Internet e Posse de Telefone Móvel Celular para Uso Pessoal*. Rio de Janeiro, 2013.
- [10] JENSEN, J. F. *Interactivity: Tracking a new Concept*. Nordicom Review, Nordic research on media and communication, v. 1, no. 2, rev. 19, pp. 185-202, 1998.
- [11] STEUER, J. *Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence*. Journal of Communication, v. 42, no. 4, pp. 33-56, 1995.
- [12] SANTOS, P. M. DE MELO BRAGA, M., DA SILVA FERREIRA, M. V. A., ROVER, A. J.. *Televisão Digital e a Teoria Geral dos Sistemas. Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação e Biblioteconomia*, v. 15, no. 3, pp. 1-2, 2014.

- [13] MONTEZ, C.; BECKER, V. *TV Digital Interativa: conceitos, desafios e perspectivas para o Brasil*. Florianópolis: UFSC, 2005. 2ª edição.
- [14] MACLIN, B. *What Every Marketer Needs to Know about iTV*. Marketer Analyst Brief. New York, 2001. v. 1, no. 1, pp. 2-22, 2001.
- [15] IBGE PNAD. *Pesquisa Nacional por Amostragem de Domicílios 2008*. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 15 de julho de 2015.
- [16] EBU TECH 3300. *The Middleware Report System integration in broadcast environments* EBO Tech 3300, v. 1, no. 1, pp. 21-26. Geneva, 2005.
- [17] ABNT NBR 15602-1:2007. *Televisão digital terrestre - Codificação de vídeo, áudio e multiplexação Parte 1: Codificação de vídeo*. ABNT, primeira edição, 2007.
- [18] GINGA. *Official Site of Ginga Middleware*. Disponível em <<http://www.ginga.org.br/>>. Acesso em: 19 de abril de 2015.
- [19] NCL. *Official Language Site*. Disponível em: <<http://www.ncl.org.br/>>. Acesso em: 19 de abril de 2015.
- [20] ABNT NBR 15606:2009. *Televisão digital terrestre - Codificação de dados e especificações de transmissão para radiodifusão digital*. Partes 1 a 5. ABNT, 2008.
- [21] ISO/IEC 14496-10:2005. *Information technology - Coding of audio-visual objects Part 10: Advanced Video Coding*. ISO/IEC 14496-10, 2005.
- [22] DE PAIVA, M. C.; MENDES, L. L. *Uma implementação em software do subsistema de transmissão do padrão ISDB-TB*. 2010. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Telecomunicações.
- [23] ABNT NBR 15608-2, *Guia de Operação, Parte 2: Codificação de vídeo, áudio e multiplexação - Guia para implementação da ABNT NBR 15602: 2007*. ABNT, primeira edição, 2008.
- [24] ITU - T. H. 222.0| ISO/IEC 13818-1. *Information Technology - Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio Information: Systems*. ITU-T/ISO/IEC, 2007.
- [25] W. FISCHER. *Digital Television - A Practical Guide for Engineers*. Springer, 2004.
- [26] ABNT NBR 15608-3. *Guia de Operação, Parte 3: Multiplexação e serviço de informação (SI) - Guia para implementação da ABNT NBR 15603: 2007*. ABNT, primeira edição, 2008.
- [27] ABNT NBR 15601. *Televisão digital terrestre - Sistema de transmissão*, 2008.
- [28] ARIB STANDARD STD-B31. *Transmission system for digital terrestrial television broadcasting*. ver.1.6, 2007.

- [29] YUSTE, L.B.; MELVIN, H., *Client - side multisource media streams multiplexing for HbbTV*. Consumer Electronics - Berlin (ICCE-Berlin), 2012 IEEE International Conference on. v. 1, no. 1, pp. 1-5, 2012.
- [30] ITU - T. J. 205: *Requirements for an application control framework using integrated broadcast and broadband digital television*. Geneva: Printed In Switzerland, 2012.
Disponível em: <www.itu.int/en/Pages/default.aspx>. Acesso em: 30 julho 2014.
- [31] ITU - T. J. 206: *Architecture for an application control framework using integrated broadcast and broadband digital television*. Geneva: Printed In Switzerland, 2013.
- [32] ISO IEC 8859. *Information Processing-8-bit Single-Byte Graphic Coded Character Sets*. ISO/IEC 8859-5: 1999, 1999.
- [33] DTV. Site oficial da Televisão Digital Brasileira.
Disponível em <<http://www.dtv.org.br>>. Acesso em: 25 maio 2015.
- [34] SOARES, L. F. G. RODRIGUES, R. F., MORENO, M. F.. *Ginga - NCL: The Declarative Environment of the Brazilian Digital TV System*. Journal of the Brazilian Computer Society, v. 12, no. 4, pp. 37-46, 2007.
- [35] DAMASCENO, J. R. *Middleware Ginga*. Escola de Engenharia – Universidade Federal Fluminense (UFF). Rio de Janeiro, 2008.
- [36] SOUZA, F., LEITE, L. E. C., BATISTA, C. E. C. F.. *Ginga - J: The procedural middleware for the Brazilian digital TV system*. Journal of the Brazilian Computer Society, v. 12, no. 4, pp. 47-56, 2007.
- [37] TANENBAUM, A. S., WETHERAL, D. *Redes de Computadores*. ed. 5. Pearson Prentice Hall, 2011.
- [38] KUROSE, J. F. *Computer networking: a top - down approach*. ISBN978-85-8143-677-7. 6 ed. – São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.
- [39] UPNP FORUM. *UPnP Device Architecture 1.0*. 2008.
- [40] LIU, M. *Study of Digital Video Watermarking*. *Computer Science and Electronics Engineering (ICCSEE)*, 2012 International Conference on, v. 2, no. 1, pp.77-80, 2012.
- [41] MENDES C. S., R.; SAIBEL S., C.A. *Second Screen Event Flow Synchronization Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB)*, 2013 IEEE International Symposium on. v. 1, no. 1, pp. 1-7, 2013.
- [42] WALKER, M. L. *Alternate view video playback on a second screen*. U.S. Patent Application 14/370,456, 2012.
- [43] DISCH, S.; HERRE, J.; KAMMERL, J. *Audio Watermarking using Subband Modulation Spectra, Acoustics, Speech and Signal Processing*, 2007. ICASSP 2007. IEEE International Conference on, v. 1, no. 1, pp. 1-248, 2007.
DOI: 10.1109/ICASSP.2007.366662.

- [44] ZHANG Q.; DENG J.; YUAN Z. *Implementation of Real Time Audio Watermarking Based on DSP*. In: 2009 Third International Symposium on Intelligent Information Technology Application Workshops. IEEE, 2009. v. 1, no. 1, pp.145-148, 2009.
- [45] JIJUN D.; WANGGEN W.; SWAMINATHAN, R.; XIAOQING Y.; XUEQIAN P.. *An audio fingerprinting system based on spectral energy structure*, Smart and Sustainable City (ICSSC 2011), IET International Conference on, v. 1, no. 1, pp.1-4, 2011.
- [46] SOARES L.F.G., COSTA R.M.R, MORENO M.F. *Multiple exhibition devices in DTV systems*. In Proceedings of the 17th ACM international conference on Multimedia. ACM, New York, NY, USA, v. 1, no. 1, pp. 281-290, 2009.
- [47] NIXON, L. J.B.; THOMSEN, J. *Using HbbTV and a second screen to link TV programs to related content on the Web*. In: Consumer Electronics Berlin (ICCE-Berlin), 2014 IEEE Fourth International Conference on. IEEE, 2014. v. 1, no.1, pp. 218-219, 2014.
- [48] YOON, C.; LEE, H.; RYU, W. *Classification of N-Screen services, scenarios and its standardization*. In: Advanced Communication Technology (ICACT), 2014 16th International Conference on. IEEE, 2014. v. 1, no.1, pp. 214-222, 2014.
- [49] SOSKIC, N.; TAPAVICKI, D. P.; RAPIC, D.; MEDIC, S.; KUZMANOVIC, N.. *Remote control android application for second screen DTV environment*. In: Embedded Computing (MECO), 2014 3rd Mediterranean Conference on. IEEE, 2014. v. 1, no.1, pp. 272-274, 2014.
- [50] SOSKIC, N.; KUZMANOVIC, N.; VIDAKOVIC, M.; MILJKOVIC, G.. *Second screen user experience: A new digital television frontier*. In: Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics(MIPRO), 2014 37th International Convention on. IEEE, 2014. v. 1, no.1, pp. 1057-1060, 2014.
- [51] SIMON H, COMUNNELLO E, WANGENHEIN A. *Enrichment of Interactive Digital TV using Second Screen*. International Journal of Computer Applications. v. 64, no. 22, pp. 58-64, 2013.
- [52] HOWSON C.; GAUTIER, E.; GILBERTON, P.; LAURENT, A.; LEGALLAIS, Y. *Second Screen TV Synchronization*. 2011 IEEE International Conference on. IEEE, 2011. v. 1, no.1, pp. 361-365, 2011.
- [53] PRESSER, A.; FARRELL, L.; KEMP, D.; LUPTON, W.. *UPnP device architecture 1.1*. In: UPnP Forum v. 22, version 1.1, pp. 5-30, 2008.
- [54] GINGA4WINDOWS. *ITU-T Reference Implementation of Ginga Player, with graphical user interface for Windows*. Disponível em: <<http://www.gingancl.org.br/en/ferramentas>>. Acesso em: 20 maio 2015.
- [55] ETSI, T. S. 102 809; *Signaling and carriage of interactive applications and services in hybrid broadcast/broadband environments*, v. 1, no. 1, p. 1, 2010.
- [56] BERNERS-LEE, T.; FIELDING, R.; FRYSTYK, H. *Hypertext transfer protocol-HTTP/1.0*. No. RFC 1945, v. 1, no. 1, pp. 4-60, 1996.

Apêndice A- Publicações

ALBUQUERQUE RODRIGUES, C. H.; DE LIMA REIS, E.; FERREIRA DE LUCENA JUNIOR, V. *Second Screen Prototype for Broadcasted Digital TV Users in ISDB-T_B Standard*. In: Consumer Electronics (GCCE), 2014 IEEE 3rd Global Conference on. IEEE, 2014. v.1, no.1, pp. 266-267, 2014.

RODRIGUES, C. H. A., REIS, E. de L. R., LUCENA JUNIOR, V. F. de. *Protótipo de Segunda Tela para usuários de TV Digital Aberta no Padrão ISDB-T_B*. Revista da Sociedade Brasileira de Engenharia de Televisão. Edição de Abril de 2015. v. 23. no. 150. pp. 88-92. SET (ISSN 1980-2331).