



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Diovanni Moraes de Araújo

**Utilizando Técnicas de Visualização de Informação em Aplicações
T-Commerce para Plataforma Brasileira**

Belém – Pará
2013



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

DIOVANNI MORAES DE ARAÚJO

Utilizando Técnicas de Visualização de Informação em Aplicações T-Commerce para Plataforma Brasileira

Dissertação submetida à Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação do Instituto de Ciências Exatas e Naturais pertencente à Universidade Federal do Pará (UFPA) para obtenção do Grau de Mestre em Ciência da Computação

Orientador: Prof. Dr. Bianchi Serique Meiguins

Belém – Pará
2013

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFPA

Araújo, Diovanni Moraes de, 1985 -
Utilizando técnicas de visualização de
informação em aplicações t-commerce para
plataforma brasileira / Diovanni Moraes de
Araújo. - 2013.

Orientador: Bianchi Serique Meiguins.

Dissertação (Mestrado) - Universidade
Federal do Pará, Instituto de Ciências Exatas e
Naturais, Programa de Pós-Graduação em Ciência
da Computação, Belém, 2013.

1. Televisão digital. 2. Comercio
eletrônico. 3. Visualização de informações. I.
Título.

CDD 22. ed. 621.38807

Diovanni Moraes de Araújo

Utilizando Técnicas de Visualização de Informação em Aplicações T-Commerce para Plataforma Brasileira

Dissertação submetida à Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação do Instituto de Ciências Exatas e Naturais pertencente à Universidade Federal do Pará (UFPA) para obtenção do Grau de Mestre em Ciência da Computação

APROVADO EM 22/02/2013

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Bianchi Serique Meiguins (PPGCC – UFPA)
Orientador

Prof. Dr. Eloi Luiz Favero (PPGCC – UFPA)
Membro Interno

Prof. Dr. Mario Massakuni Kubo (Faculdade Alvorada – DF)
Membro Externo

Visto: _____
Prof. Dr. Nelson Cruz Sampaio Neto (UFPA)
Coordenador do PPGCC – UFPA

Dedico este trabalho a Deus, a minha namorada Lena Patrícia, aos meus pais, ao meu mestre, e todos que contribuíram para que eu chegasse até aqui.

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço a Deus, por todas as oportunidades.

Agradeço e dedico a minha família, em especial a minha mãe, Kátia, e ao meu pai, Gilvandro, e a minha irmã Vannina, por tudo, infinita são as minhas palavras para agradecê-los por tudo.

Agradecimentos a minha namorada, meu grande amor, Lena Patrícia, pelo enorme carinho e apoio em todos os momentos.

Agradeço a toda a minha família, por sempre estarem ao meu lado.

À UFPA, agradeço por mais essa oportunidade.

A todos os meus amigos, ao grupo de pesquisa VIRALAB, especialmente Nikolas, Roberto, Mauro e Anderson.

Agradeço, em especial, ao meu orientador, Prof. Dr. Bianchi Serique Meiguins, pela imensa dedicação ao longo do trabalho.

Agradeço a todos que contribuíram de alguma forma para a conclusão deste trabalho.

“O mundo é uma comédia para aqueles que pensam,
uma tragédia para aqueles que sentem.”

Horace Walpole

RESUMO

Esta dissertação tem como objetivo a utilização de conceitos e técnicas de Visualização da Informação (InfoVis) como interfaces para aplicações interativas de TV Digital (TVDi). A InfoVis pode auxiliar na visualização, exploração, memorização, compreensão e análise de grandes estruturas abstratas de dados, tendo como consequência a diminuição da carga cognitiva do usuário em relação aos dados e a aplicação. As aplicações de TVDi que necessitam apresentar vários dados simultaneamente, como por exemplo, *t-Commerce* (comércio eletrônico para TVDi, que necessita disponibilizar vários produtos para venda e compra), podem se beneficiar da interatividade natural que as técnicas de InfoVis proporcionam. Desta forma, foi desenvolvida uma aplicação para *middleware* brasileiro Ginga, utilizando as linguagens NCL-Lua, aplicada na área de *t-Commerce*. A utilização de uma interface baseada em técnicas de InfoVis pode facilitar a busca e análise de produtos para comprá-lo. A técnica de InfoVis utilizada é a de coordenadas paralelas em função da sua característica de representação multidimensional. Testes iniciais de usabilidade foram aplicados à ferramenta desenvolvida.

Palavras-chave: TV Digital, *T-Commerce*, Visualização da Informação, Ginga-NCL.

ABSTRACT

This goal of this work is to use Information Visualization (IV) concepts and techniques as interactive applications for iDTV. IV may support visualization, exploration, memorization, comprehension and analysis of large abstract data structures reducing the users cognitive overload. IDTV applications that need to simultaneously present multiple data items - like t-Commerce (e-Commerce applications for iDTV that offer multiple items for sale) – may benefit from the natural interactivity provided by IV techniques. We have developed a t-Commerce application for the Brazilian middleware Ginga using the NCL-Lua programming language. The use of an IV-based user interface may facilitate the search, analysis and selection of products. The selected IV technique was parallel coordinates because of its multidimensional characteristic. Initial usability tests were applied.

Keywords: *Digital TV, T-Commerce, Information Visualization, Ginga-NCL.*

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
API	<i>Application Programming Interface</i>
ATSC	<i>Advanced Television Systems Committee</i>
AAC	<i>Advanced Audio Coding</i>
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i>
COFDM	<i>Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex</i>
DTV	<i>Digital Television</i>
DVB	<i>Digital Vídeo Broadcasting</i>
DMB	<i>Digital Multimedia Broadcast</i>
EPG	<i>Electronic Program Guide</i>
EUA	<i>United States of America</i> (Estados Unidos da América)
FCC	<i>Federal Communications Commission</i>
GEM	<i>Globally Executable MHP</i>
HD	<i>High Definition</i>
HDTV	<i>High Definition Digital Television</i>
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
InfoVis	Visualização da Informação
IP	<i>Internet Protocol</i>
IPTV	<i>Internet Protocol Television</i>
ISDB	<i>Integrated Services Digital Broadcasting</i>
ISDB-T	<i>Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial</i>
ISDB-Tb	<i>Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial Brasileiro</i>
ITU	<i>International Telecommunication Union</i>
MPEG	<i>Moving Picture Experts Group</i>
MHP	<i>Multimedia Home Platform</i>
NCL	<i>Nested Context Language</i>
OFDM	<i>Orthogonal Frequency Division Multiplex</i>
PSK	<i>Phase Shift Keying</i>
PUC-RJ	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
QAM	<i>Quadrature Amplitude Modulation</i>
RGB	<i>Red, Green, Blue</i>
SBTVD	Sistema Brasileiro de Televisão Digital
SDTV	<i>Standard Definition Television</i>
STB	<i>Set-Top-Box</i>

TV	Televisão
TVA	TV Aberta
TVAn	TV Analógica
TVDi	TV Digital
TVI	TV Interativa
TVDi	TV Digital Interativa
XHTML	<i>Extensible Hypertext Markup Language</i>

SUMÁRIO

ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE TABELAS	xvi
PUBLICAÇÕES.....	xvii
1 INTRODUÇÃO	19
1.1 Contextualização	19
1.2 Contribuições Esperadas.....	22
1.3 Objetivos da Dissertação	22
1.3.1 Objetivo Geral.....	22
1.3.2 Objetivos Específicos	22
1.4 Organização da Dissertação	23
2 ÁREAS DE INTERESSE DO TRABALHO	25
2.1 Introdução	25
2.2 TV Digital Interativa (TVDi).....	25
2.2.1 Padrões de TV Digital	28
2.3 O Sistema Brasileiro de TV Digital (SBTVD)	30
2.4 Arquitetura do SBTVD.....	31
2.4.1 Middleware	32
2.4.2 Camada de Codificação e Decodificação	32
2.4.3 Camada de Transporte	32
2.4.4 Camada de Transmissão e Recepção.....	33
2.5 O <i>Middleware</i> Ginga	33
2.5.1 Arquitetura do Ginga	34
2.5.2 O Ambiente Ginga-NCL.....	35
2.5.3 O Ambiente Ginga-J.....	38
2.6 Visualização da Informação.....	40
2.6.1 Principais Características de uma boa Ferramenta de Visualização	42
2.6.2 O Processo de Visualização da Informação	43
2.6.3 Tipos de Dados para Visualização da Informação	44
2.7 <i>E-Commerce / T-Commerce</i>	49
2.8 Trabalhos Relacionados	51
2.8.1 Comércio Virtual Interativo: A aplicação desenvolvida pelo CPqD.....	51
2.8.2 Conceptual Models for T-Commerce in Brazil.....	54
2.8.3 The Product Explorer: Decision Making with Ease	55
2.8.4 Uma interface t-Commerce com o auxílio de uma técnica de visualização da informação para o middleware brasileiro de TV digital interativa.....	58

3	DESCRIÇÃO DO PROTÓTIPO <i>T-COMMERCE</i> COM VISUALIZAÇÃO.....	61
3.1	Visão Geral	61
3.2	Descrição das Funcionalidades	62
3.3	Descrição da Arquitetura	63
3.4	Implementação da Técnica de Coordenadas Paralelas Adaptada	73
4	AVALIAÇÃO E RESULTADOS OBTIDOS	81
4.1	Avaliação da Interface TVDi com Usuário	81
4.2	Plano de Testes.....	85
4.2.1	Instrumento de Coleta de Dados	89
4.3	Resultado dos Testes	91
4.3.1	Resultados do NASA-TLX	96
5	CONCLUSÕES	100
5.1	Desafios Encontrados	101
5.2	Trabalhos Futuros.....	101
	REFERÊNCIAS.....	103

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: MODELO DE UM SISTEMA DE TVDI ADAPTADO. (BECKER, FORNARI, HERWEG, & MONTEZ, 2006)	25
FIGURA 2: ESQUEMA ARQUITETURAL DO UM PADRÃO DE TV DIGITAL (FERNANDES, LEMOS, & SILVEIRA, 2004).....	29
FIGURA 3: ARQUITETURA EM CAMADAS DO SBTVD (OLIVEIRA & LACERDA, 2008).....	31
FIGURA 4: ARQUITETURA DO MIDDLEWARE GINGA. (ABNT-15606-1, 2008) (ABNT_15606-2, 2008).....	34
FIGURA 5: REPRESENTAÇÃO DAS API'S DO GINGA-J. (OLIVEIRA & LACERDA, 2008)	39
FIGURA 6: FERRAMENTA PARA ESTUDO DE GENES, PARA MAPEAMENTO DE RELACIONAMENTOS E COMPORTAMENTOS DOS MESMOS. (HTTP://WWW.GENEDATA.COM/PRODUCTS/SELECTOR/MODULES.HTML)	40
FIGURA 7: REPRESENTAÇÕES DE VASOS SANGUÍNEOS (HTTP://WWW.BODYWOLDS.COM).	41
FIGURA 8: USUÁRIO NÃO PARTICIPA DA CONCEPÇÃO DA VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO	43
FIGURA 9: USUÁRIO PARTICIPA DA CONCEPÇÃO DA VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO.....	44
FIGURA 10: FERRAMENTA SEESOFT PARA VISUALIZA CÓDIGO FONTE DE PROGRAMAS (EICK, STEFFEN, & JR, 1992).	45
FIGURA 11: EXEMPLO DE HEATMAP (HTTP://WWW.JOHNOLD.ORG).	46
FIGURA 12: IMAGEM 3D SOBRE AS ESTATÍSTICAS DOS EUA.	46
FIGURA 13: COORDENADAS PARALELAS 3D (RÜBEL, ET AL., 2006)	47
FIGURA 14: EXEMPLO DE VISUALIZAÇÃO PARA DADOS TEMPORAIS (HAYES, YI, & VILLAVECES, 2009).	47
FIGURA 15: EXEMPLO ESTRUTURA HIERÁRQUICA.	48
FIGURA 16: EXEMPLO DE VISUALIZAÇÃO EM DADOS DO TIPO REDE. (HTTP://LIVEPLAS.COM) ...	49
FIGURA 17: FATURAMENTO ANUAL E-COMMERCE NO BRASIL.....	50
FIGURA 18: APLICAÇÃO DE IDTV DESENVOLVIDA PELO CPQD (HTTP://WWW.CPQD.COM.BR)..	52
FIGURA 19: – INTERFACE DOS DADOS DO CARTÃO DE CRÉDITO (HTTP://WWW.CPQD.COM.BR). .	53
FIGURA 20: INTERFACE MINHAS COMPRAS.....	54
FIGURA 21: EXEMPLO DE COORDENADAS PARALELAS (INSELBERG, 2009).	56
FIGURA 22: FIGURA 10 – COORDENADAS PARALELAS COM APLICAÇÕES DE TÉCNICAS AUXILIARES.	57
FIGURA 23: VISUAL QUERY NA FERRAMENTA PRODUCT EXPLORER	58
FIGURA 24: INTERFACE DE COMPRAS COM A TÉCNICA TREEMAP	59
FIGURA 25: DIAGRAMA GERAL DE CASO DE USO DO PROTÓTIPO <i>T-COMMERCE</i>	63
FIGURA 26: ARQUITETURA DO PROTÓTIPO NO AMBIENTE <i>T-COMMERCE</i>	65
FIGURA 27: COMPORTAMENTO INTERATIVO: ESCOLHER CATEGORIA	66
FIGURA 28: TELA 1: MOSAICO COM CATEGORIAS DE PRODUTOS DISPONÍVEIS	67
FIGURA 29: TELA 2: INTERFACE APRESENTADO PELO ARQUIVO CATEGORIA.NCL	67
FIGURA 30: COMPORTAMENTO INTERATIVO: ESCOLHER MENU (FILTRO).....	68
FIGURA 31: TELA 3: INTERFACE COM GRÁFICO COORDENADAS PARALELAS	69
FIGURA 32: COMPORTAMENTO INTERATIVO: ESCOLHER PRODUTO	69
FIGURA 33: TELA 4: DETALHE SOB-DEMANDA DE UM PRODUTO.....	70
FIGURA 34: COMPORTAMENTO INTERATIVO: TECLAR BOTÃO VERMELHO	71
FIGURA 35: MENU DE ITENS COM PRODUTOS ADICIONADOS AO CARRINHO.	72
FIGURA 36:COMPORTAMENTO INTERATIVO: TECLAR BOTÃO AZUL	72
FIGURA 37: COMPORTAMENTO INTERATIVO: TECLAR BOTÃO AMARELO	73
FIGURA 38: DIAGRAMA DE CLASSE DA APLICAÇÃO <i>T-COMMERCE</i> COM TÉCNICA DE INFOVIS COORDENADAS PARALELAS.	74
FIGURA 39: MODIFICAÇÕES FEITAS SOBRE AS COORDENADAS PARALELAS PARA DIMINUIR O ESFORÇO DE ANÁLISE.....	78

FIGURA 40: QUESTIONÁRIO NASA-TLX, SEGUINDO AS DEFINIÇÕES DE (HART & STAVELAND, 1988)	90
FIGURA 41: TEMPO (EM SEGUNDOS) DE CADA TAREFA COM SUAS RESPECTIVAS MÉDIAS	95
FIGURA 42: QUANTIDADE DE ACERTOS POR TAREFA.....	96
FIGURA 43: MÉDIA DAS TAXAS POR DIMENSÃO	96
FIGURA 44: MÉDIA DOS PESOS POR DIMENSÃO.....	97
FIGURA 45: CARGA DE TRABALHO POR USUÁRIO.	97
FIGURA 46: CARGA DE TRABALHO POR DIMENSÃO.	98

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1: OBJETOS DE MÍDIA ACEITOS NO MIDDLEWARE GINGA	36
TABELA 2: CHECKLIST DO PROTÓTIPO DE <i>T-COMMERCE</i>	84
TABELA 3: TAREFA 1 PARA AVALIAÇÃO DE USABILIDADE.....	87
TABELA 4: TAREFA 2 PARA AVALIAÇÃO DE USABILIDADE.....	87
TABELA 5: TAREFA 3 PARA AVALIAÇÃO DE USABILIDADE	87
TABELA 6: TAREFA 4 PARA AVALIAÇÃO DE USABILIDADE.....	87
TABELA 7: TAREFA 5 PARA AVALIAÇÃO DE USABILIDADE.....	88
TABELA 8: TAREFA 6 PARA AVALIAÇÃO DE USABILIDADE	88
TABELA 9: TAREFA 7 PARA AVALIAÇÃO DE USABILIDADE	88
TABELA 10: TAREFA 8 PARA AVALIAÇÃO DE USABILIDADE.....	88
TABELA 11: TAREFA 9 PARA AVALIAÇÃO DE USABILIDADE.	88
TABELA 12: DISTRIBUIÇÃO DOS PARTICIPANTES DE ACORDO COM SUA FAIXA ETÁRIA. ...	91
TABELA 13: COMPARATIVO CARGA DE TRABALHO.	98

PUBLICAÇÕES

Araújo, D.; Carneiro, N.; Marques, A.; Meiguins, A. S.; Meiguins, B. S. *A Visual T-Commerce Interface Using Parallel Coordinates. International Conference IADIS e-Society 2013 (ES 2013)*, 13 – 16 Março, Lisboa, Portugal.

O capítulo 1 apresenta uma visão geral da dissertação e os objetivos da pesquisa

1 INTRODUÇÃO

Serão apresentadas a contextualização, objetivos, contribuições esperadas e organização desta dissertação nas próximas seções.

1.1 Contextualização

Estudos referentes à TV Digital interativa (TVDi) são de extrema importância pelo quantidade de pessoas que podem se beneficiar com os produtos, tecnologias e pesquisas nesta área. O padrão brasileiro não foi adotado mundialmente, e as pesquisas ainda se encontram em estágios iniciais de desenvolvimento, com grande necessidade de uma evolução mais acentuada. O interesse variam de frameworks para desenvolvimento de aplicações e conteúdos, novos mecanismos de interação, definição de novos padrões de áudio e vídeo, etc. (GHISI, LOPES, & SIQUEIRA, 2010).

A TVDi sugere imagens em alta definição, sensivelmente melhores do que da TVAnalogica (TVAn). O sinal digital pode ser recebido em aparelhos fixos, móveis e portáteis, com ou sem interatividade. Esta tecnologia é amplamente utilizada no mundo, como nos Estados Unidos (EUA), na Europa e no Japão.

O grande diferencial proposto pela TVDi é a capacidade de fornecer aos usuários serviços que antes não eram possíveis na TVAn. Dentre estes serviços, destacam-se: as recepções móveis, que dizem respeito à recepção em meios de transporte ou em receptores pessoais portáteis, como celulares, *smartphones*, *palm*s, dentre outros; a gravação de programas, que possibilitam o armazenamento em um disco rígido dentro do aparelho para exibição posterior, mesmo quando o telespectador estiver assistindo outro canal; acesso à Internet, etc. Esses e outros benefícios poderão ser possíveis, principalmente, devido à interatividade com o telespectador, por meio de um canal de retorno.

O conceito de interatividade, advindo do universo da internet, propõe uma participação do telespectador com o conteúdo. “Convenciona-se entender como mídia interativa toda aquela que se desprende do modelo “um para muitos” permitindo certa participação por parte do “receptor”, mesmo que a ação interativa seja apenas uma percepção do ponto de vista do espectador. ” (Teixeira, 2008). É essa participação que, num primeiro momento, as emissoras buscam.

Inicialmente as emissoras prometem apenas que novelas, filmes e jogos tenham transmissão digital. E a captação do sistema digital será perfeita onde houver sinal, como ocorre com os celulares, que, porém, não alcançam algumas localidades. De início será preciso que as pessoas interessadas adquiram um conversor, o *Set-top Box* (STB), que recebe o sinal digital e passa para o televisor. Ele é semelhante aos decodificadores das TVs por assinatura. Mas para que a televisão constitua um meio de diversão atraente aos olhos dos telespectadores, envoltos num universo tecnológico, é necessária a presença de uma estrutura técnica. E um dos profissionais que se destacam no meio televisivo é o produtor. É a partir dele que nasce um roteiro elaborado (pauta), o foco, e o direcionamento de toda a construção televisiva. Com suas pesquisas e direcionamentos que são definidas as fontes a serem ouvidas, as imagens as quais serão capturadas, o direcionamento à abordagem proposta, além de interferir na edição de texto e imagem, participando ativamente de todas as etapas de construção do produto midiático (NEGROPONTES, 1995).

O ambiente da TVDi traz um alto potencial de popularização, pois, segundo o (IBGE, 2009) há TVs presentes em mais de 95% dos lares brasileiros. Neste ambiente, há também um estímulo ao comércio eletrônico (*e-Commerce*), chamado de *t-Commerce* (Kim, Lee, & Leemand, 2004), instigando o surgimento e difundindo sistemas para essa nova plataforma. Desta forma, cresce a demanda por aplicações interativas no suporte a atividades de *t-Commerce*, como por exemplo, escolher e comprar produtos.

O *e-Commerce* utiliza um conjunto de tecnologias de informação para realizar a compra e venda de produtos pela internet, oferecendo serviços de comércio de forma global e sem fronteiras. (BLOCH, PICNEUER, & SEVEG, 1996) (CAMEROM, 1997) (Kalakota & Whinston, 1997). Este serviço digital favorece novas formas de obtenção de ganhos de competitividade nos negócios, interferindo na cadeia de valor em relação a produtos e serviços dirigido ao consumidor, gerando um relacionamento empresa-consumidor diferenciado em relação a lojas físicas. Segundo (DINIZ, 1999), neste relacionamento, dois pontos são fundamentais para a evolução da tecnologia utilizada no comércio eletrônico: a disponibilidade da tecnologia e a sua facilidade de uso. Enquanto a disponibilidade está relacionada com acesso e custo da tecnologia, a sua facilidade de uso está relacionada com a evolução das interfaces de comunicação com os usuários. Desta forma, esforços estão sendo empregados por empresas para expandir

a disponibilidade da tecnologia. Um exemplo deste esforço é a adequação de conteúdo e modelos de negócio de comércio eletrônico para a TV, seja acesso via *Web (SmartTV)* ou via TVDi. Com relação a facilidade de uso no contexto de TVDi, a utilização da Visualização da Informação (InfoVis) pode enriquecer a interface de comunicação com informações visuais de modo a evoluir e ampliar a compreensão dos dados pelo telespectador.

A InfoVis procura aperfeiçoar o uso das habilidades visuais, facilitando o processo de derivação e entendimento de informação a partir de dados representados visualmente (SPENCE, 2007) (CARD, 1999).

A proposta deste trabalho é apresentar um protótipo que utilize conceitos e técnicas de InfoVis em TVDi no contexto de aplicações de comércio eletrônico para a TV (*t-Commerce*), considerando os aspectos relacionados à usabilidade e as limitações da tecnologia de desenvolvimento de aplicações para esta plataforma, a fim de contribuir com o processo e utilização do comércio eletrônico no contexto brasileiro, tendo em vista as dificuldades de acesso a internet.

A técnica de InfoVis aplicada é uma versão adaptada das coordenadas paralelas para a TVDi no cenário brasileiro. A comparação de produtos torna-se visual, facilitando a cognição humana e amenizando o esforço mental em decorar e ler características de vários produtos ao mesmo tempo.

Considerando o alcance que as aplicações de TVDi terão no território brasileiro, este trabalho aplicou testes e avaliação de usabilidade do protótipo desenvolvido, para analisar a interface de comunicação com o usuário. Este protótipo utiliza como plataforma de execução a máquina de apresentação Ginga-NCL, presente na camada denominada *middleware* Ginga da arquitetura do Sistema Brasileiro de Televisão Digital (SBTVD).

O resultado deste trabalho oferece ao telespectador não somente a interação com um produto para compra, mas também com vários produtos em que possa comparar e escolher o melhor produto de acordo com o custo/benefício.

1.2 Contribuições Esperadas

Dentre as contribuições esperadas destacam-se:

- Facilitar o processo de análise comparativa de vários produtos de diferentes características em um ambiente de *t-Commerce*;
- Aplicar Técnicas de Visualização da Informação como interface em aplicações de *t-Commerce* para navegação, análise e comparação entre os produtos oferecidos;
- Contribuir com a geração de mais um módulo de visualização para o framework de componentes em Lua com aspectos de orientação a objetos desenvolvido no trabalho de (Marques, Carneiro, Veras, Meiguins, & Meiguins, 2011);
- Avaliação da aplicação de *t-Commerce* proposta com interface baseada em técnicas de visualização.

1.3 Objetivos da Dissertação

1.3.1 *Objetivo Geral*

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver uma aplicação de *T-Commerce* com interface inspirada em técnicas de InfoVis no ambiente brasileiro de TVDi para suporte ao processo de análise comparativa de produtos.

1.3.2 *Objetivos Específicos*

Objetivos específicos são:

- Estudar e definir em qual modelo conceitual de apresentações a interface de *t-Commerce* com a abordagem de InfoVis se adequar (GHISI, LOPES, & SIQUEIRA, 2010);
- Implementar a técnica de InfoVis coordenadas paralelas adaptada ao cenário brasileiro de TVDi;
- Avaliar os aspectos de navegação, uso e apelo visual da técnica implementada na aplicação e efetuar testes de usabilidades baseado em tarefas de usuários, contemplando a área de interface humano-computador;

1.4 Organização da Dissertação

A dissertação está organizada da seguinte forma: O Capítulo 1 apresenta a Introdução, uma visão geral da dissertação e os objetivos da pesquisa. O Capítulo 2 apresenta os assuntos inerentes a este trabalho, bem como o referencial teórico. O Capítulo 3 apresenta a descrição do protótipo e sua arquitetura. O Capítulo 4 apresenta os resultados obtidos a partir da utilização da interface *T-Commerce*. O Capítulo 5 apresenta as conclusões e trabalhos futuros. O Capítulo 6 apresenta as referências da dissertação.

O capítulo 2 apresenta os assuntos inerentes a este trabalho, bem como o referencial teórico

2 ÁREAS DE INTERESSE DO TRABALHO

2.1 Introdução

Este trabalho abrange três áreas de pesquisa: TVDi, InfoVis e *e-Commerce*. A fusão das tecnologias TVDi e *e-Commerce* faz surgir um novo serviço suportado pela tecnologia, chamado *T-Commerce*. *T-Commerce* é uma extensão da tecnologia *e-Commerce*, que agora está disponível por meio dos televisores com acesso a internet.

2.2 TV Digital Interativa (TVDi)

Um sistema de TVDi pode ser decomposto em quatro partes: O difusor, que é uma abstração para os mecanismos de comunicação dos sistemas de TVDi, representa o Provedor de Serviço de Difusão, responsável por prover o conteúdo interativo a ser transmitido; Servidor, que é uma abstração para os mecanismos de comunicação com a internet, representa o Provedor de Serviço de Interação, responsável por tratar o canal de retorno e suportar as interações com os usuários; O receptor, que recebe e apresenta o conteúdo e possibilita a interação do usuário com o servidor; e um meio de difusão, composto por canal de difusão e canal de retorno (ou canal de interatividade), que habilita a comunicação entre difusor, servidor e receptor. O esquema deste sistema, adaptado de (BECKER, FORNARI, HERWEG, & MONTEZ, 2006), pode ser observado na Figura 1.

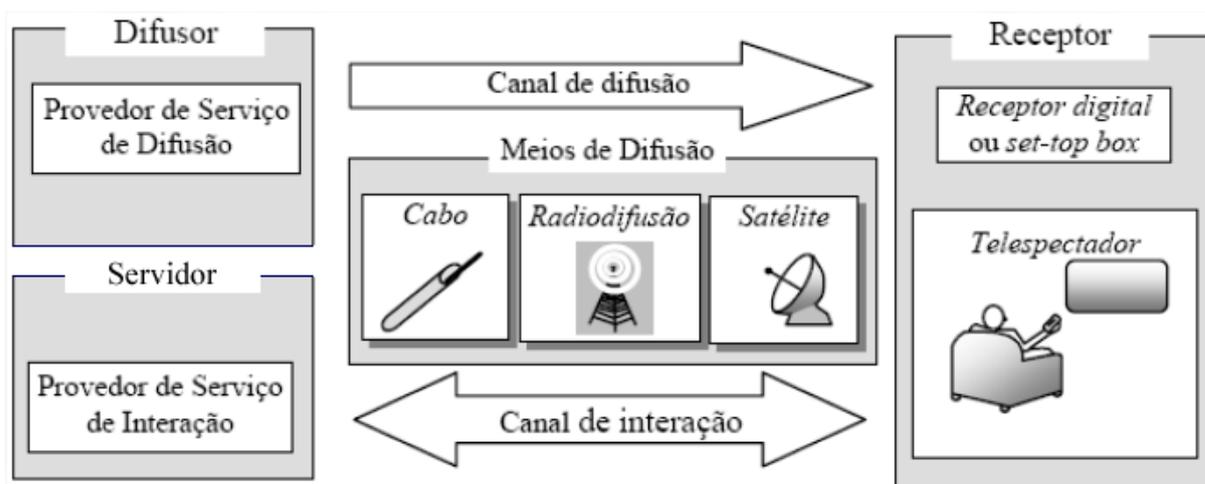


Figura 1: Modelo de um sistema de TVDi adaptado. (BECKER, FORNARI, HERWEG, & MONTEZ, 2006)

A transmissão do sinal de TV pode ser pelo ar (transmissão terrestre), por cabo, ou por satélite. Nos últimos anos a tecnologia *Internet Protocol Television* (IPTV) também tem sido utilizada por algumas provedoras de TV por assinatura e vídeo sob demanda para o desenvolvimento de aplicativos, sendo que, não faz diferença à forma como o vídeo é transmitido. O que importa são as ferramentas de desenvolvimento e multiplexação, no lado do difusor, e a infraestrutura de recepção, no lado do receptor (BECKER, FORNARI, HERWEG, & MONTEZ, 2006).

A transmissão do sinal de TVDi passa por várias etapas, nas quais o áudio, o vídeo e os dados são organizados para a difusão. Destaque para os dados, que representam a grande diferença em relação à TV Analógica e são responsáveis por vários recursos novos, como o oferecimento de informações de filme, guia de programação de canais ou *Electronic Program Guide* (EPG), acesso a lojas on-line, sinopse de programas, dentre outros. Os aplicativos, programas desenvolvidos nas linguagens Nested Context Language (NCL)/ Lua – junção das linguagens NCL com Lua – ou Java serão executados no receptor do sistema de TVDi, o STB ou conversor embutido, que passa a possuir uma maior capacidade de processamento. São esses aplicativos que caracterizam a interatividade (BECKER, FORNARI, HERWEG, & MONTEZ, 2006).

No campo tecnológico, a TV não é diferente dos outros meios de comunicação em massa e segue a tendência mundial do movimento de digitalização. Sendo que, esta tecnologia, nos últimos anos, passa por um rápido processo de substituição de suas plataformas analógicas por plataformas e tecnologias digitais. Esta mudança pode ser observada diariamente, em qualquer segmento social, provocando impactos em todo o mundo.

No Brasil, o primeiro grande impacto relacionado à TVDi observado é a necessidade de substituição dos equipamentos de captura, edição e transmissão interna de vídeo e áudio analógicos, por sinais equivalentes digitais, com o intuito de melhorar a imagem e o som dos sinais, mudança que já pode ser notada em várias redes de TVs brasileiras. Outro impacto importante é a necessidade de adoção de um padrão uniforme para codificação, transmissão, modulação, difusão e recepção digital de programas. Tendo como desafio a escolha técnica, econômica, social e política do formato de modulação de sinais (Régis & Fachine, 2005).

Outro efeito desta mudança tecnológica é a necessidade de desenvolvimento de novos modelos de negócios que estimulem a população a investir em equipamentos de

TV de nova geração, e permitam às redes obter retorno sobre os investimentos efetuados. Portanto, a transição da TV Analógica para a TVDi poderá ocorrer de forma suave, segundo os especialistas, para que barreiras tecnológicas não inibam a implantação. Para que esta transição seja mais suave os aparelhos não terão que mudar de imediato. Para tanto, foi desenvolvido um STB, um aparelho que converte os sinais, para que a tecnologia da TVDi possa ser utilizada nos aparelhos atuais, sem implicar, portanto, na aquisição de um novo aparelho de TV (Régis & Fechine, 2005).

As transmissões digitais pretendem oferecer à programação de TV, imagens de alta qualidade e definição, com qualidade de vídeo comparável ao cinema, o qual poderá ser transmitido em formato 16:9 ou *widescreen*, comumente conhecido como tela de cinema. Outro benefício é a possibilidade da multiprogramação, onde é tecnicamente possível para a emissora transmitir mais de um programa simultaneamente no mesmo canal, ou então, diferentes tomadas da mesma cena de forma que o telespectador escolha a que mais lhe agrada. Quanto a interatividade, as emissoras poderão também disponibilizar ao telespectador informações adicionais sobre a programação, tais como dados sobre os atores do filme sendo apresentado, resumo do que aconteceram na novela até o capítulo anterior, notas sobre o time que está jogando etc. Para ver essas informações adicionais, o telespectador interagirá com seu conversor digital ou com seu televisor já integrado. Ligando seu conversor digital ou seu televisor integrado a uma rede de telecomunicações, como por exemplo, uma banda larga, um modem de telefonia fixa ou móvel, poderá desfrutar do que chamamos de interatividade completa, interagindo diretamente com o programa exibido e enviando esta interação para o Provedor de Interação, ao exemplo de votar em enquetes ou participar de games (CESAR, BULTERMAN, & SOARES, 2008)

No Brasil, existem cerca de 56 milhões de aparelhos de televisão ativos, cobrindo mais de 90% dos domicílios brasileiros. Essa característica singular da televisão nacional faz com que a mesma se torne um dos principais fatores de integração social. Espera-se também que a rede difusora de TV se associe a outras redes de transporte de informações dando aos telespectadores capacidade para interagir com os programas que irá assistir. Em uma etapa mais avançada, espera-se que a integração das TVDi com a internet seja cada vez mais expressiva e que serviços passem a ser comumente utilizados sobre esta plataforma. Em suma, quando a TV se tornar interativa (TVDi), espera-se que a mesma venha a associar imenso apelo e penetração entre o

público, possibilitando a interação de milhões de telespectadores com uma vasta cadeia de produtores de conteúdo (FERNANDES, LEMOS, & SILVEIRA, 2004).

Com a tecnologia favorável, o processo de expansão de conteúdo se torna mais propício e agradável ao expectador que vai conferir a programação não só com as características típicas do ambiente digital como velocidade e acessibilidade, mas também com qualidade de imagem e som.

Nesse universo tecnológico, o aperfeiçoamento dos computadores contribuiu de forma grandiosa para a expansão tecnológica de outras tecnologias, tal qual a TV, ajudando sua evolução tecnológica (LEVY, 1999). Fator que propiciou, dentre outros, o surgimento da TVDi.

2.2.1 Padrões de TV Digital

As definições referentes aos padrões de TVDi foram definidas por órgãos de padronização de países ou blocos econômicos, o que conferiu um aspecto bastante diferenciado entre as especificações de cada região. Tais definições levaram em conta fatores socioeconômicas da região em que estes padrões foram desenvolvidos. “Um sistema de televisão digital interativa deve adotar e integrar um conjunto de diferentes tecnologias de hardware e software para implementar suas funcionalidades. Conjuntamente, estas tecnologias permitem que um sinal eletromagnético, que transporta fluxos elementares de áudio, vídeo, dados e aplicações, possa ser transmitido para o STB e, então, que estes fluxos sejam recebidos, processados e apresentados aos usuários.” (FERNANDES, LEMOS, & SILVEIRA, 2004).

A partir do desenvolvimento da tecnologia digital por países e blocos interessados, observam-se quatro padrões de TVDi: *Digital Video Broadcasting (DVB)*, *Advanced Television Systems Committee (ATSC)*, *Integrated Services Digital Broadcasting (ISDB)* e o mais recente *Digital Multimedia Broadcast (DMB)*. Estes padrões, conforme preconizado por (FERNANDES, LEMOS, & SILVEIRA, 2004), adotam diferentes padrões para modulação do sinal de difusão; transporte de fluxos elementares de áudio, vídeo, dados e aplicações; codificação e qualidade de áudio e vídeo; e serviços de *middleware*. Observe a figura 2, que apresenta o esquema arquitetural do um padrão de TV digital, com base nos *middlewares* das tecnologias DVB, ATSC e ISDB. Como resultado destes esforços, pode-se destacar três padrões

mundiais de sistema de TVDi reconhecidos, sendo estes: ATSC (Padrão Americano), DVB (Padrão Europeu) e ISDB (Padrão Japonês).

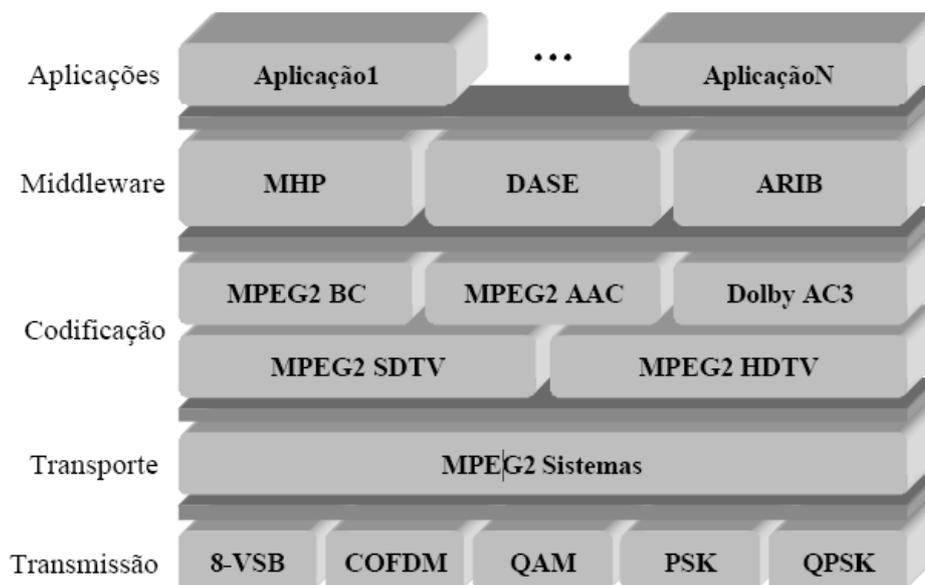


Figura 2: Esquema arquitetural de um padrão de TV digital (FERNANDES, LEMOS, & SILVEIRA, 2004)

O padrão (*Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial ISDB-T*) é um subtipo do padrão ISDB e foi adotado no Brasil em 2006 após um longo processo de escolha entre os três padrões existentes no mundo: o americano, o europeu e o japonês. Ao ser adotado no Brasil, este padrão recebeu atualizações tecnológicas (upgrades) nas partes de áudio, vídeo e interatividade. Então o “b” acrescentado ao final da sigla é para contemplar essas atualizações e diferenciar o sistema brasileiro do sistema japonês. O *Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial Brasileiro (ISDB-Tb)* é reconhecido pela *Federal Communications Commission (FCC)*, órgão internacional que regula as telecomunicações (Fórum SBTVD, 2007). Neste contexto, alguns padrões foram alterados do ISDB-T para o ISDB-Tb, com a justificativa de novos aperfeiçoamentos tecnológicos. Estas mudanças estão presentes na codificação de vídeo, cujo padrão adotado é o H.264, também conhecido como MPEG-4, e na codificação de áudio, cujo padrão adotado é o HE-AAC v2, também conhecido como AAC+, enquanto o ISDB-T do Japão utiliza o MPEG-2 para a codificação de vídeo e o MPEG-2 *Layer 3* para a codificação de áudio. A modulação do sinal segue o mesmo padrão do ISDB-T e a tecnologia de transporte é o MPEG-2, o qual é padrão a todos os sistemas. Pode-se encontrar mais detalhes sobre estes padrões de tecnologia na norma

técnica 15602 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2011) partes 1, 2 e 3 (Fórum SBTVD, 2007).

As autoridades japonesas responsáveis pela definição e manutenção do padrão ISDB-T reconheceram que as modificações feitas no ISDB-Tb são efetivamente melhorias ao padrão, permitindo assim que, por inferência, possa-se afirmar que o Brasil detém a melhor padronização, uma vez que a japonesa era tida como a melhor (Fórum SBTVD, 2007).

Tal fato pode ser constatado, a partir de observações na tela 16:9 (*widescreen* ou tela de cinema), vídeo em Full HD (1.920 pixels na direção horizontal e 1.080 linhas na direção vertical, totalizando 2.073.600 pixels por imagem), som 5.1 (5 caixas acústicas e um *sub-woofer – surround*, ou home theater) e interatividade *home made*. Além do Brasil, outros países como Argentina, Peru, Chile e Venezuela já adotaram o ISDB-Tb, e no Equador, Filipinas e Cuba estão em processo de aceitação deste padrão (Fórum SBTVD, 2007).

2.3 O Sistema Brasileiro de TV Digital (SBTVD)

Em 2003, o governo brasileiro em parceria com fundações e institutos de ensino superior, iniciou pesquisas na área de TVDi (BECKER, PICCIONI, MONTEZ, & FILHO, 2005). Diante desta união, foi elaborado um modelo de referência para o sistema de TVDi, que visava adequar este sistema as condições do Brasil. Tais condições envolveriam desde fatores territoriais a fatores econômico-sociais (MINASSIAN, 2007).

O cenário brasileiro não é igual ao cenário japonês, portanto mudanças tecnológicas foram realizadas para adequar o padrão japonês ao brasileiro. Foi apresentado como proposta a implantação de um padrão híbrido, ou seja, o desenvolvimento de uma solução com as vantagens do padrão japonês e as tecnologias elaboradas nacionalmente. As mudanças estão na camada denominada de *middleware*, o qual possui o objetivo de realizar a interface ou comunicação das aplicações interativas com o sistema nativo da máquina (Soares & Barbosa, 2009). O desenvolvimento de um *middleware* nacional diminuiria muito os custos de implantação da TV digital no Brasil, pois não implicaria em pagamento de royalties por uso de tecnologias proprietárias. Este é o atual cenário do Sistema Brasileiro de TV Digital (SBTVD), a adoção de um padrão internacional unido a um *middleware* nacional atenderia boa parte dos requisitos para

implantação da TV Digital no Brasil. Primeiramente, o número de royalties seria baixo, pois estaria relacionado tanto com o padrão de compressão quanto com o padrão de transmissão. O custo do desenvolvimento do padrão também seria reduzido, sendo que corresponderia apenas ao custo do *middleware*. Esse cenário permitiria vantagens à área de desenvolvimento tecnológico nacional. A indústria de software cresceria no caso do desenvolvimento de um *middleware* nacional de código fonte aberto. Além disto, esse padrão nacional possibilitaria a exportação do *middleware* (Régis & Fachine, 2005).

O Brasil adotou como modelo este padrão híbrido, pois era o cenário considerado o de melhor custo-benefício, sendo o mais adequado a um país que apresenta limitações tecnológicas. A definição da direção a ser tomada pelo governo brasileiro gerou expectativas no setor de desenvolvimento de software nacional, o Brasil teria de desenvolver um *middleware* para interagir com um padrão de TV digital internacional.

2.4 Arquitetura do SBTVD

A arquitetura de um sistema de TVDi é dividida em cinco camadas: aplicação; *middleware*; codificação; transporte; transmissão. No cenário das adequações necessárias para elaboração do SBTVD, dentre outras, foi observado mudanças significativas nas camadas de *middleware* e codificação. A Figura 3 apresenta a arquitetura do SBTVD dividido em cinco camadas.

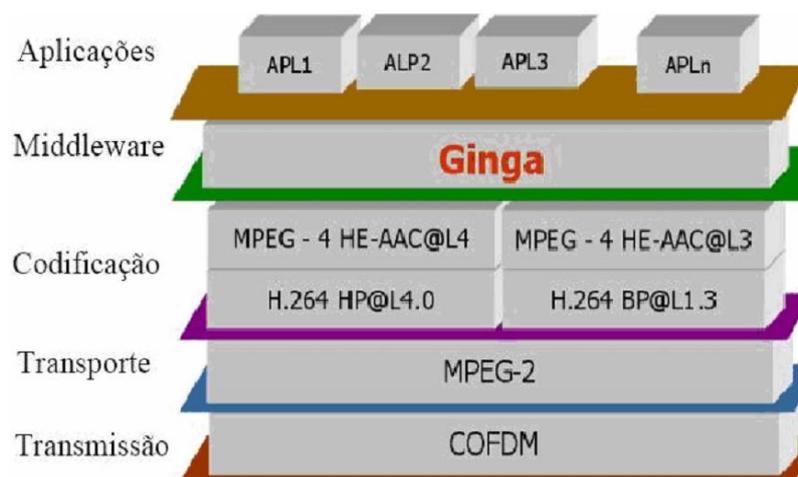


Figura 3: Arquitetura em camadas do SBTVD (Oliveira & Lacerda, 2008).

No Brasil é utilizada a técnica de compressão de vídeo mais recente e considerada mais eficiente chamada de H.264 (Richardson, 2003), popularmente

conhecido como MPEG-4 ou MP4, diferentemente dos outros padrões mundiais que utilizam a técnica MPEG-2. Na camada de *middleware* o Brasil desenvolveu e adotou o Ginga (Oliveira & Lacerda, 2008). A seguir será descrito os padrões adotados em cada camada da arquitetura do sistema brasileiro.

2.4.1 *Middleware*

Desenvolvido em universidades brasileiras, o *middleware* do SBTVD é o Ginga. Este programa foi definido para duas classes de aplicações, as declarativas e as procedurais, chamado respectivamente de Ginga-NCL (Soares & Barbosa, 2009) e de Ginga-J (FERNANDES, LEMOS, & SILVEIRA, 2004). O tópico 2.5 é dedicado a um estudo mais detalhado sobre este *middleware*.

2.4.2 *Camada de Codificação e Decodificação*

Para compressão de vídeo, o SBTVD inovou ao definir o padrão H.264, também conhecido como MPEG-4, no lugar do padrão MPEG-2, utilizado nos outros sistemas de TV Digital. O H.264 permite obter a mesma qualidade do MPEG-2 com a metade da taxa de bits. Assim, o seu uso permite transmitir uma quantidade duas vezes maior de vídeos por um mesmo canal usado pelo MPEG-2 (Oliveira & Lacerda, 2008).

Este padrão permite formatos de transmissão com diferentes resoluções e taxas de compressão. Dentre eles estão o *High Definition Digital Television* (HDTV)/1080i e o HDTV/720p para imagens de alta definição; o SDTV/480p para definição padrão; e o LDTV/OneSeg para dispositivos móveis (Oliveira & Lacerda, 2008).

Para compressão de áudio foi adotado o MPEG-4 AAC (*Advanced Audio Coding*), também conhecido como MPEG-2 Parte 7 ou MPEG-4 Parte 3. Este formato é uma evolução da Camada-3 do MPEG-1 Áudio (também denominada MP3) (Oliveira & Lacerda, 2008).

2.4.3 *Camada de Transporte*

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

(*timeline*) pela adição de carimbos de tempo (*timestamp*) a conjuntos de amostras codificadas de vídeo e áudio baseado em um relógio compartilhado. A geração de fluxos de dados também é determinada pelo padrão (Soares & Barbosa, 2009)

No receptor, essa sequência de pacotes será demultiplexada e as sequências elementares de bits serão reconstruídas e entregues aos seus respectivos decodificadores. Utilizando informações contidas no cabeçalho dos pacotes de transporte é possível a realização de operações como sincronização do aparelho receptor, detecção e sinalização de erros (FERNANDES, LEMOS, & SILVEIRA, 2004).

2.4.4 Camada de Transmissão e Recepção

O padrão utilizado pelo SBTVD na camada de transmissão é o *Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex* (COFDM) modulando em Quadrature Amplitude Modulation (QAM) ou Phase Shift Keying (PSK) (Rodrigues & Gomes, 2004).

O COFDM é uma técnica de modulação baseada no *Orthogonal Frequency Division Multiplex* (OFDM) o qual utiliza sub-portadoras ortogonais para modular os sinais, diferindo no acréscimo da codificação – *coded* em inglês – de onde se acrescenta o “C” ao OFDM (Rodrigues & Gomes, 2004).

O acréscimo da codificação de canal tem como objetivo corrigir os erros produzidos na transmissão. Embora sua complexidade seja elevada, COFDM possui melhor desempenho sob canais em condições ambientes realmente desafiadoras (Rodrigues & Gomes, 2004).

2.5 O Middleware Ginga

Ginga é um *middleware*, camada de software de código aberto constituído por um conjunto de tecnologias padronizadas e inovações brasileiras que permite o desenvolvimento de aplicações interativas para a TV Digital de forma independente da plataforma de hardware dos fabricantes de terminais de acesso ou STB (Oliveira & Lacerda, 2008).

Esta tecnologia define uma *Application Programming Interface* (API) padrão, que todo exibidor acoplado ao sistema deve obedecer, para reportar seus eventos e

serem comandados por ações geradas pelo formatador. Alguns exibidores, incluindo-se aí os *browsers* HTML, usualmente necessitam de um módulo adaptador para realizar essas funções e se integrar ao Ginga (Sant'Anna, Soares Neto, & Azevedo, 2009).

Este *middleware* oferece suporte a aplicações para TV digital e tem como foco: o sincronismo de mídia na sua forma mais ampla, tendo a interatividade do usuário como caso particular; a adaptabilidade do conteúdo a ser apresentado; e o suporte a múltiplos dispositivos de interação e exibição (Sant'Anna, Soares Neto, & Azevedo, 2009).

2.5.1 Arquitetura do Ginga

A arquitetura do *middleware* para a televisão interativa do SBTVD deve estar de acordo com a *International Telecommunication Union* (ITU), recomendação J.200:2001, e pode ser representada basicamente por dois importantes componentes: a máquina de execução – *execution engine* – e a máquina de apresentação – *presentation engine*). Estes componentes não podem ser independentes, sendo definidas pontes apropriadas entre as máquinas. Adicionalmente a estes componentes básicos, podem existir aplicações nativas, ou outros softwares específicos e de conteúdo. (ABNT-15606-1, 2008). A Figura 4 apresenta a arquitetura do *middleware* Ginga.

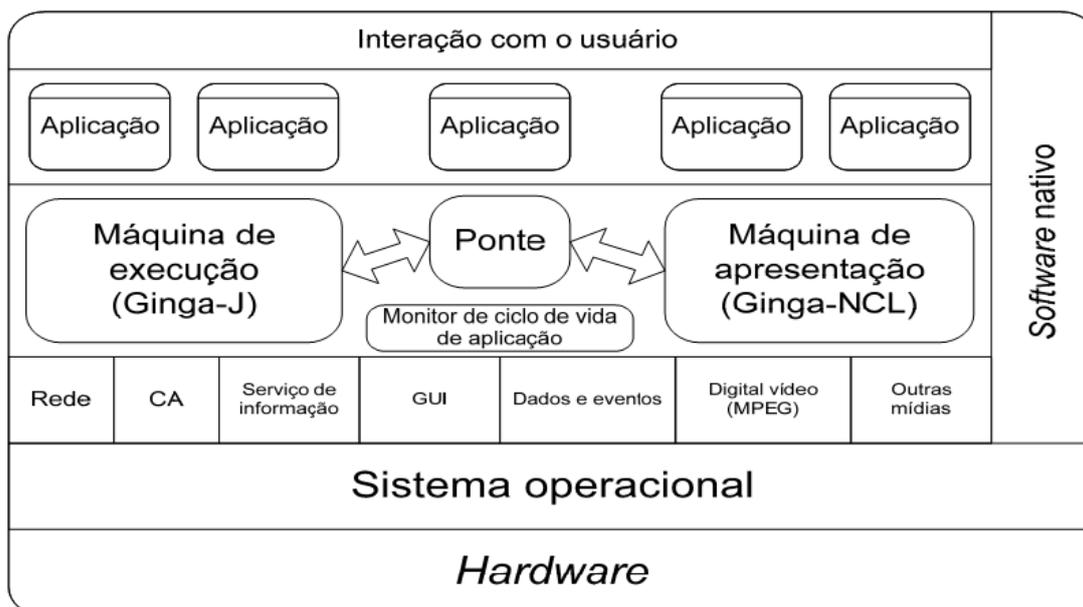


Figura 4: Arquitetura do middleware Ginga. (ABNT-15606-1, 2008) (ABNT_15606-2, 2008)

De acordo com a (ABNT_15606-2, 2008), o *middleware* Ginga pode ser dividido em dois ambientes de aplicação: o ambiente de apresentação Ginga-NCL (para aplicações declarativas) e o ambiente de execução Ginga-J (para aplicações procedurais).

2.5.2 O Ambiente Ginga-NCL

O Ginga-NCL é um ambiente de apresentação desenvolvido pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ) para oferecer suporte a aplicações declarativas escritas na linguagem NCL (Oliveira & Lacerda, 2008). Tais aplicações são assim chamadas por usarem um paradigma de linguagem declarativo. Neste paradigma, a aplicação não é desenvolvida de forma linear, com etapas e passos bem definidos de uma programação imperativa, e sim de forma altamente abstrata, onde o programador fornece apenas o conjunto das tarefas a serem realizadas, não estando preocupado com os detalhes de como o executor da linguagem (interpretador, compilador ou a própria máquina real ou virtual de execução) realmente implementará essas tarefas. Linguagens declarativas resultam em uma declaração do resultado desejado, e, portanto, normalmente não necessitam de tantas linhas de código para definir certa tarefa (Sant'Anna, Soares Neto, & Azevedo, 2009).

Aplicações para TV digital usualmente lidam com objetos (a partir de agora chamados de objetos de mídia) que são gerados individualmente, baseados em ferramentas de terceiros, mais apropriadas à edição de cada mídia específica. Exemplos de tais ferramentas encontradas em ambientes televisivos são o Avid, *Final Cut*, *Pro-Tools*, ferramentas para gerações gráficas, para geração de objetos de texto, etc. (Sant'Anna, Soares Neto, & Azevedo, 2009).

Grande parte das aplicações multimídia (interativas ou não) para TV digital é baseada na sincronização espacial e temporal entre os seus diversos objetos de mídia e, possivelmente, na escolha entre alternativas de objetos para apresentação (Sant'Anna, Soares Neto, & Azevedo, 2009).

Devido a esta peculiaridade das aplicações multimídia e da manipulação de objetos de mídia é requerida a utilização de linguagens flexíveis e não-linear para atender aos requisitos de desenvolvimento de aplicações multimídia. Como dito antes, a linguagem utilizada para desenvolver aplicações no Ginga-NCL é, como o próprio nome sugere, o NCL.

NCL é uma linguagem de marcação baseada em *Extensible Markup Language* (XML) com facilidades para a especificação de aspectos de interatividade, sincronismo espaço-temporal entre objetos de mídia, adaptabilidade, suporte a múltiplos dispositivos e suporte à produção ao vivo de programas interativos não-lineares. Por ser uma aplicação XML, a linguagem NCL possui uma separação estrita entre conteúdo e estrutura, NCL não define qualquer mídia por ela mesma. Ao invés disso, ela é a ponte que mantém a mídia conectada a uma apresentação multimídia. Porém, um documento NCL somente define como os objetos de mídia são estruturados e relacionados, no tempo e no espaço (VAZ, 2008).

Objetos de vídeo, áudio, imagem e texto são exemplos de objetos de mídia. Entre esses objetos ressaltam-se os objetos de vídeo e áudio que, no SBTVD, são tratados por componentes de hardware chamados de exibidores (Sant'Anna, Soares Neto, & Azevedo, 2009).

A NCL admite e exhibe os seguintes tipos de objetos de mídia da Tabela 1 (BECKER, PICCIONI, MONTEZ, & FILHO, 2005):

Tabela 1: Objetos de Mídia Aceitos no middleware GINGA

Objetos e Mídia	
Tipo de Mídia	Extensão de Arquivo
Text/html	htm, HTML
Text/plain	Txt
Text/css	Css
Text/xml	XML
Image/bmp	Bmp
Image/png	Png
Image/gif	Gif
Image/jpeg	Jpeg
Audio/basic	Wav
Audio/mp2	mp2
Audio/mp3	mp3
Audio/mpeg	mpeg, mpg
Audio/mpeg4	mp4, mpg4
Vídeo/mpeg	mpeg, mpg
Application/x-ginga-NCLua	Lua
Application/x-ginga-NCLet	class, jar, xlet

Outro objeto importante no SBTVD é aquele baseado em XHTML. O NCL não substitui a XHTML, mas a complementa naquilo que ela é incapaz de cumprir como uma linguagem declarativa. Diferente do XHTML, a linguagem NCL não mistura a definição do conteúdo de um documento com sua estruturação (Sant'Anna, Soares Neto, & Azevedo, 2009).

Durante a exibição dos conteúdos dos vários objetos de mídia, eventos são gerados. Estes eventos podem gerar ações sincronizadas em outros objetos de mídia, tais como: parar, iniciar ou pausar suas apresentações. Assim, os eventos devem ser reportados pelos diversos exibidores ao formatador NCL que, por sua vez, gerará ações a serem aplicadas em outros objetos de mídia, fazendo com que as relações de sincronismo entre os objetos de mídia existentes sejam respeitadas (Sant'Anna, Soares Neto, & Azevedo, 2009).

O formatador NCL é o responsável por receber um documento NCL e controlar sua apresentação, fazendo com que as relações de sincronismo entre os objetos de mídia existentes sejam respeitadas (Oliveira & Lacerda, 2008)

O ambiente declarativo é por si só muito restrito. Aplicações que utilizem uma linguagem declarativa devem ter seu foco no sincronismo, sendo o foco da linguagem NCL exatamente esse, e não a interatividade, visto que a interatividade é tratada como uma decorrência do sincronismo (Moreno, Soares Neto, & Soares, 2009)

Em NCL, um documento XHTML, é um tipo de elemento de mídia. De forma semelhante, linguagens imperativas podem ser adicionadas e usadas como nós de mídia. Em específico, o Ginga-NCL deve oferecer suporte a duas linguagens procedurais pela especificação da (ABNT, 2011), são elas: Lua e Java. Lua é a linguagem de script que pode ser associada ao NCL e Java deve seguir as especificações do Ginga-J, o qual veremos no tópico 2.5.3 (CRUZ, MORENO, & SOARES, 2008).

No contexto das linguagens procedurais, Lua é uma linguagem de programação poderosa e leve, projetada para estender aplicações. Esta linguagem combina sintaxe simples para programação procedural com poderosas construções para descrição de dados, baseadas em tabela associativa e semântica extensível. Sendo tipada dinamicamente, é interpretada a partir de *bytecodes* para uma máquina virtual, e tem gerenciamento automático de memória com coleta de lixo incremental. Essas características fazem de Lua uma linguagem ideal para configuração, automação (*scripting*) e prototipagem rápida. O interpretador Lua é uma máquina virtual (*engine*)

acoplada ao formatador NCL. Isso significa que, além de sintaxe e semântica, esta linguagem fornece uma API que permite a aplicações NCL trocar dados com *scripts* Lua. Esse tipo de uso caracteriza Lua como uma linguagem de *scripts* no seu sentido mais puro. O próprio nome da linguagem, Lua, remete à ideia de uma linguagem satélite. É importante também destacar a integração entre Lua e Java, através da biblioteca LuaJava, que permite o acesso a qualquer classe de Java a partir de Lua. Além disso, o LuaJava permite que a manipulação do ambiente de Lua a partir de Java, tornando-se, assim, parte da ponte, observado na Figura 4, entre os ambientes declarativo e procedural do *middleware* Ginga (Sant'Anna, Soares Neto, & Azevedo, 2009).

O interpretador NCL é implementado na ferramenta *Composer*, desenvolvida pela PUC-RJ. O *Composer* é uma aplicação desenvolvida em linguagem Java e foi produzida para facilitar a edição, interação e manipulação dos objetos de mídia que irão ser apresentados no formatador NCL. Além de oferecer especificação de aspectos de interatividade, também oferece visualização gráfica auxiliando na configuração de sincronismo espaço-temporal entre objetos de mídia, através do seu layout de visão gráfica temporal, suporta múltiplos dispositivos e a produção ao vivo de programas interativos não-lineares (Sant'Anna, Soares Neto, & Azevedo, 2009). No ambiente de autoria *Composer*, observamos quatro diferentes visões que o usuário tem a disposição para desenvolver uma aplicação declarativa, são elas: visão textual, visão gráfica estrutural, visão gráfica de layout e visão gráfica temporal.

2.5.3 O Ambiente Ginga-J

Ginga-J foi desenvolvido pela Universidade Federal da Paraíba para prover uma infraestrutura de execução de aplicações baseadas em linguagem Java. As aplicações Java utilizam a biblioteca chamada de *Xlet* para ser carregada dentro da *engine* do ginga-J, com facilidades especificamente voltadas para o ambiente de TV digital (Oliveira & Lacerda, 2008).

As *Xlets* não precisam estar previamente armazenadas no STB, pois podem ser enviadas pelo canal de difusão. Ou seja, o modelo *Xlet* é baseado na transferência de código executável pelo canal de difusão para o STB e posterior carga e execução do mesmo, de forma automática ou manual. Uma *Xlet* é bastante similar a um *Applet* na

Web ou *MIDlet* em celulares e outros dispositivos móveis (FERNANDES, LEMOS, & SILVEIRA, 2004).

O ambiente de execução Ginga-J define um conjunto de API's representadas na Figura 5 que podem ser divididas em três partes: as APIs vermelhas são inovações que dão suporte às aplicações brasileiras, em especial as de inclusão social; as APIs amarelas, também inovações brasileiras, mas que podem ser exportadas para os outros sistemas; e as APIs verdes, que seguem o núcleo comum do padrão *Globally Executable MHP* (GEM) (DVB, 2009).

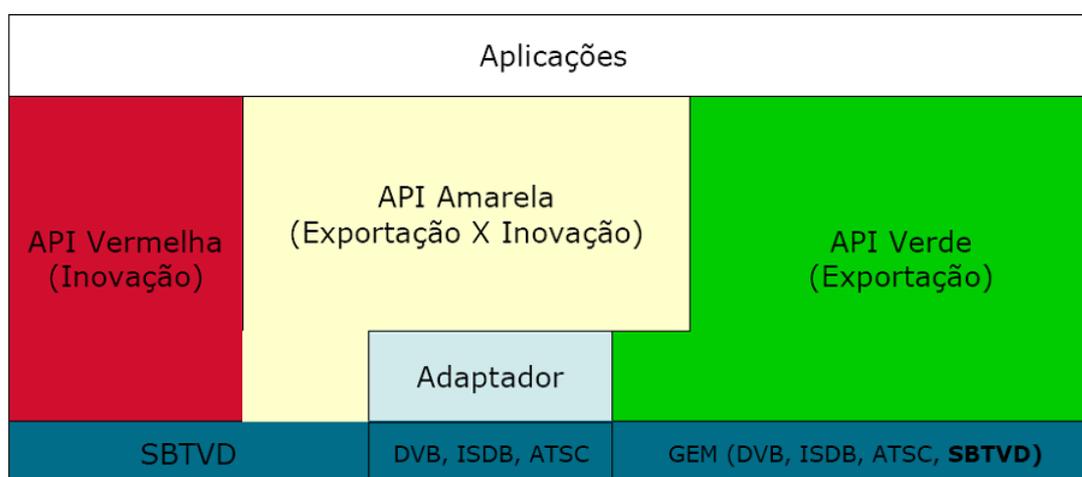


Figura 5: Representação das API's do Ginga-J. (Oliveira & Lacerda, 2008)

O Ginga-J segue as especificações do GEM e ITU J.200, J.201 e J.202 sendo portanto compatível com os demais *middlewares* de TV digital que seguem essas especificações. O GEM é baseado no *middleware* MHP do padrão europeu, e especifica um conjunto de APIs para serem usadas no desenvolvimento de aplicações para a TV digital, incluindo as APIs provenientes de pacotes da *Sun JavaTV*, e da *Digital Audio Video Council* (DAVIC). Entretanto, o Ginga-J ainda não foi liberado ao público/mercado, pois suas API's utilizam componentes proprietários da GEM, implicando em royalties que não agradam a comunidade, o governo e muito menos o mercado. Um novo modelo de implementação do Ginga-J está sendo elaborado baseado na API JavaDTV, desenvolvido pela própria Sun e específica para aplicações Java em TV digital. (Oliveira & Lacerda, 2008).

2.6 Visualização da Informação

A visualização de informação é uma representação visual interativa que transforma dados abstratos em uma representação visual que é compreendida prontamente por um usuário, podendo então gerar um novo conhecimento da relação entre os dados (Figura 6). Pode ser usada para tarefas como identificação, correlação multivariada, procura, consulta, exploração e comunicação. Os dados são tipicamente quantitativos ou categorizados, mas também podem incluir textos não estruturados, vários tipos de mídias diferentes e objetos estruturados (Spence, 2007).

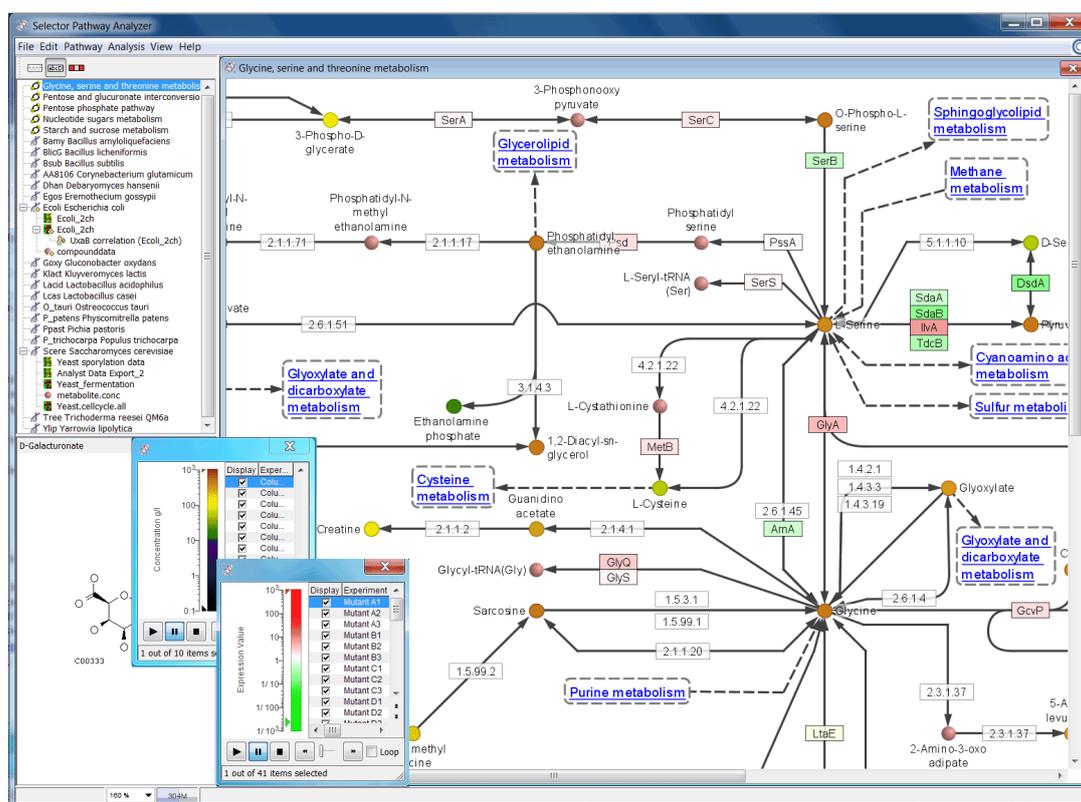


Figura 6: Ferramenta para estudo de genes, para mapeamento de relacionamentos e comportamentos dos mesmos. (<http://www.genedata.com/products/selector/modules.html>)

Há um campo relacionado, e algumas vezes sobreposto, à visualização de informação chamada de “visualização científica”. A visualização científica se preocupa em representar visualmente uma simulação tridimensional de algo real (Figura 7) (FEW, 2009).



Figura 7: Representações de vasos sanguíneos (<http://www.bodywolds.com>).

Desenvolver um sistema de visualização de informação pode não ser uma tarefa trivial. De acordo com Freitas (FREITAS, CHUBACHI, LUZZARDI, & CAVA, 2001), os itens que podem aumentar essa complexidade são:

- Necessidade de criação de uma metáfora visual que permita codificar visualmente o conjunto de informações com o grau de fidelidade necessário à aplicação;
- Necessidade de mecanismos de interação para manipular os frequentemente volumosos ou complexos conjuntos de dados;
- Implementação frequente de algoritmos geométricos complexos tanto para a criação da representação visual como para sua manipulação;
- Integração com sistemas de mineração de dados, já que a busca de facilitar o entendimento dos dados passa pelo reconhecimento de padrões, estruturas e outras informações ocultas no próprio conjunto de dados;
- Problemas de usabilidade.

Apesar de não haver diretrizes padronizadas, algumas regras são adotadas para minimizar ou resolver esses problemas. Segundo Brath (BRATH, 1999), um gráfico de informação efetivo deve ter as seguintes metas:

- Induzir o espectador a pensar no que é mais importante,
- Apresentar muitos números em um pequeno espaço,
- Fazer com que grande quantidade de dados se torne coerente,
- Encorajar comparações de diferentes áreas dos dados, e;
- Revelar dados em vários níveis de detalhe.

Para alcançar estas metas recomendam-se os seguintes princípios:

- Mostrar os dados;
- Maximizar a relação entre os dados,
- Maximizar os dados mostrados (mostrar mais dados);
- Aumentar a densidade de dados encolhendo a área usada para o gráfico;
- Usar múltiplos exemplos de gráficos para facilitar comparações visuais;
- Evitar as legendas colocando rótulos diretamente no gráfico,
- Usar cores cuidadosamente, e;
- Separar as classes diferentes de informação em camadas (planos diferentes com destaques diferentes).

2.6.1 Principais Características de uma boa Ferramenta de Visualização

De acordo com (Shneiderman B. , 1996) e (CARD, MACKINLAY, & SHNEIDERMAN, 1999), o usuário é tão importante no processo de visualização que as características de uma boa ferramenta de visualização são definidas em função das tarefas que o usuário poderá realizar na ferramenta, sendo elas:

- Visão geral: o usuário precisa ganhar uma noção sobre todos os dados que serão analisados. Esta noção está baseada nos parâmetros que o usuário escolheu para a visualização, nos limites do dispositivo gráfico usado e de sua percepção. Os atributos gráficos mais usados são posição, cor, tipo de representação e tamanho.
- Zoom: a técnica de zoom é importante porque permite focar em um certo subconjunto dos dados para análise, ou seja, analisar um determinado contexto. Além disso, conforme se vai aplicando o zoom, mais detalhes sobre uma determinada visão dos dados são mostrados, o que se chama de zoom semântico.
- Filtro: usuários frequentemente precisam reduzir o tamanho do conjunto de dados, eliminando itens com base em seus atributos. Uma das maneiras mais eficientes é o uso de Consultas Dinâmicas, que permitem a realização de consultas em uma base de dados sem a necessidade de linhas de comandos, possibilitando inclusive a descoberta e formulação de hipóteses sobre os dados da base de dados.

- Detalhes sob demanda: quando os usuários estão explorando um conjunto de dados, eles necessitarão ver detalhes sobre um item em particular. Isto é normalmente feito usando o click do mouse. As informações adicionais podem aparecer em uma janela auxiliar, ou na própria visão dos dados.
- Relacionamentos: Se o usuário descobre um item de interesse, ele pode precisar saber sobre outros itens com atributos similares, a ferramenta então poderia apontar esses itens similares.
- Histórico: o usuário precisa de suporte para desfazer uma ação, mostrar os passos percorridos até aquele ponto.

2.6.2 O Processo de Visualização da Informação

O Processo de Visualização da Informação pode ser descrito em função de um marco: o uso do computador para criar visualizações e permitir que o usuário interaja com elas em tempo real. Antes do advento do computador, o autor no processo de InfoVis realizava a seleção, codificação e apresentação dos dados de acordo com a sua compreensão da tarefa a ser executada, compreensão essa que deveria ser igual à do espectador, o que nem sempre era simples por serem pessoas diferentes. Assim, o usuário ficava limitado à visão do autor, a uma representação estática (Figura 8). Agora, com a disponibilidade de computadores com alto poder de processamento, permite-se a possibilidade do usuário interferir em todas as etapas do processo de visualização (Figura 9), com uma liberdade definida pelo autor da visualização, atuando em cima de uma visualização dinâmica (SPENCE, 2007).

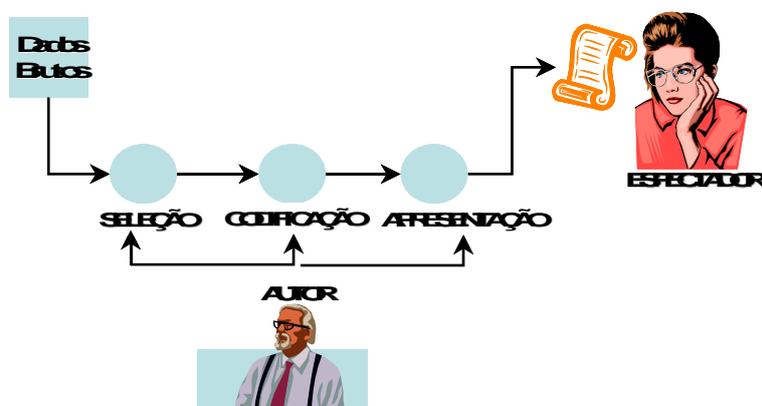


Figura 8: Usuário não participa da concepção da visualização da informação

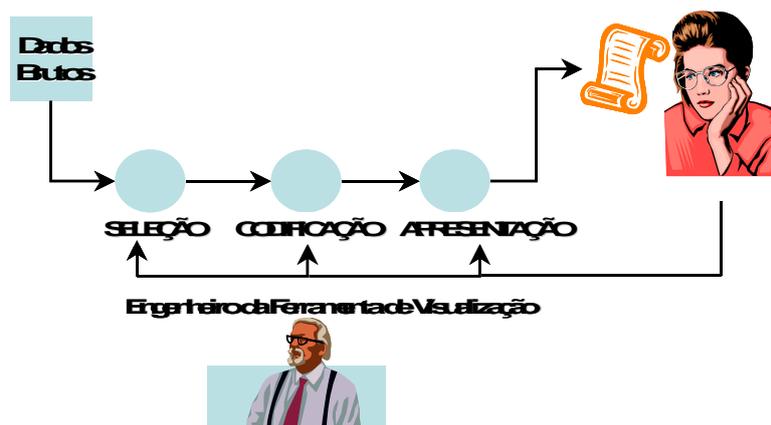


Figura 9: Usuário participa da concepção da visualização da informação

2.6.3 Tipos de Dados para Visualização da Informação

Shneiderman classificou os dados em sete tipos diferentes, o tipo de dado tem grande influência na escolha da codificação visual, e, por conseguinte da técnica de visualização a ser utilizada (Shneiderman B. , 1996), elas estão descritas nas subseções a seguir:

- Unidimensionais (1D):

Tipo de dados linear incluem listas sequenciais, documentos de texto, código fonte de programas, etc. e são apresentados em alguma ordem sequencial (Figura 10).

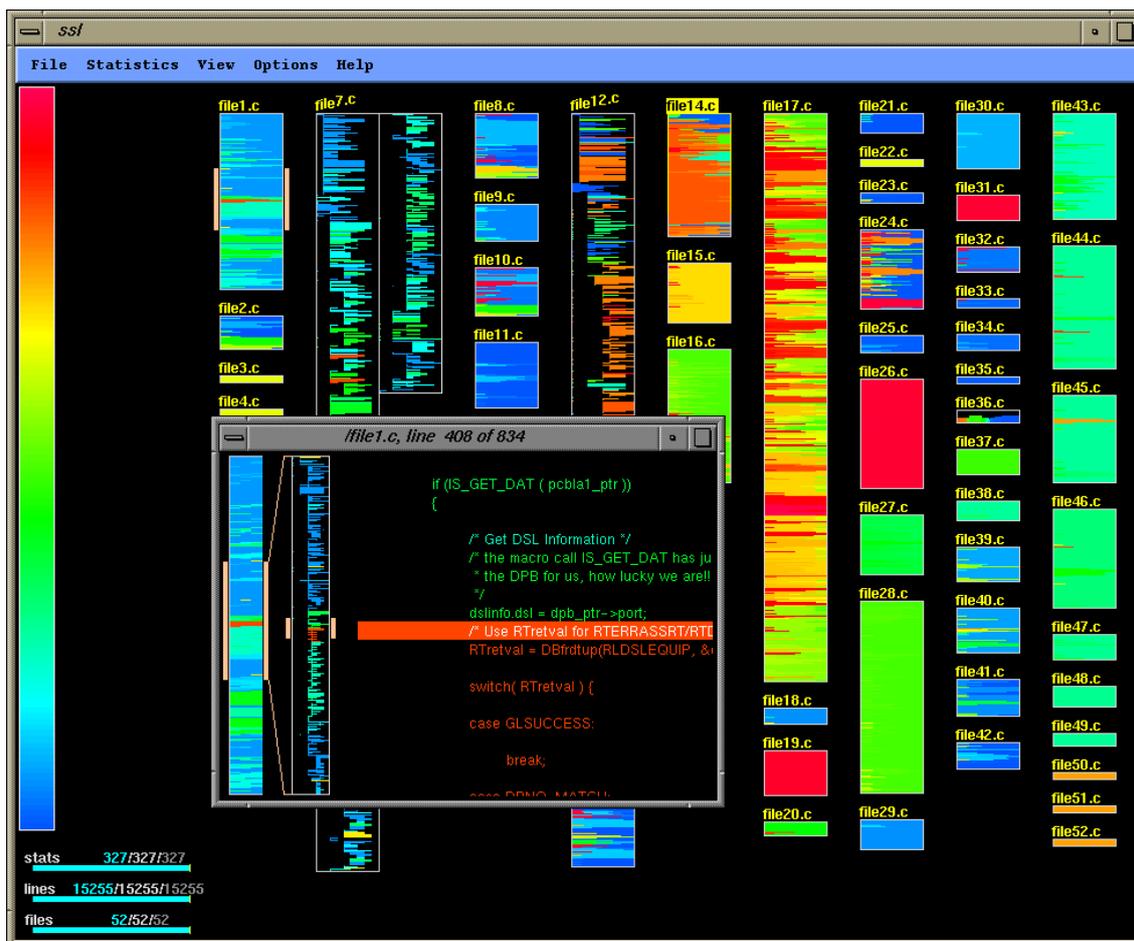


Figura 10: Ferramenta SeeSoft para visualiza código fonte de programas (EICK, STEFFEN, & JR, 1992).

- Bidimensionais (2D):

Os dados do tipo bidimensional focam em dois atributos para representação do posicionamento do item visual, tais como: longitude e latitude, largura e altura, etc. A Figura 11 apresenta um heatmap com informações, que poderia ser, por exemplo, de um texto apresentando pela cor a frequência das palavras apresentadas.

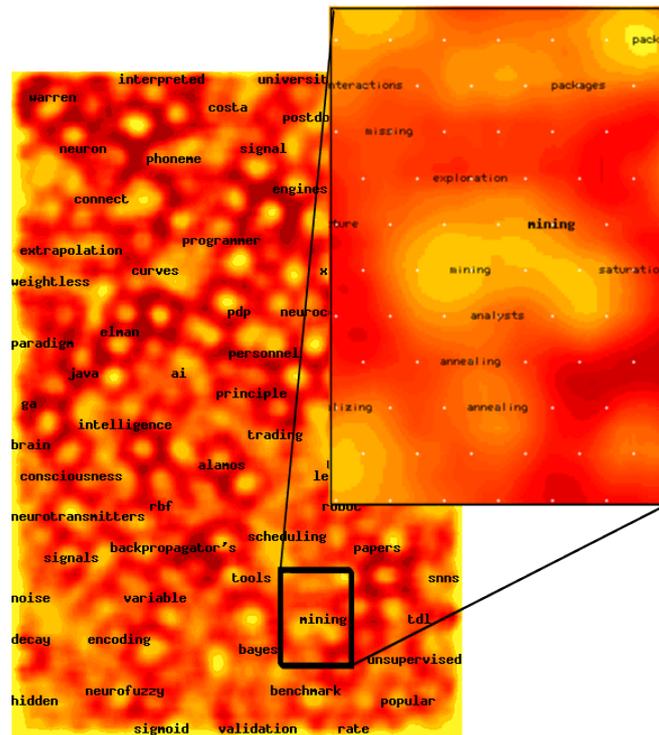


Figura 11: Exemplo de Heatmap (<http://www.johnold.org>).

- Tridimensionais (3D):

Este tipo de dado possui as características dos dados bidimensionais incorporando a informação de volume. A Figura 8 apresenta uma representa gráfica 3D do mapa dos EUA, onde a altura dos estados representa uma nova dimensão, por exemplo, média do índice de queda de receita referente ao mês X.

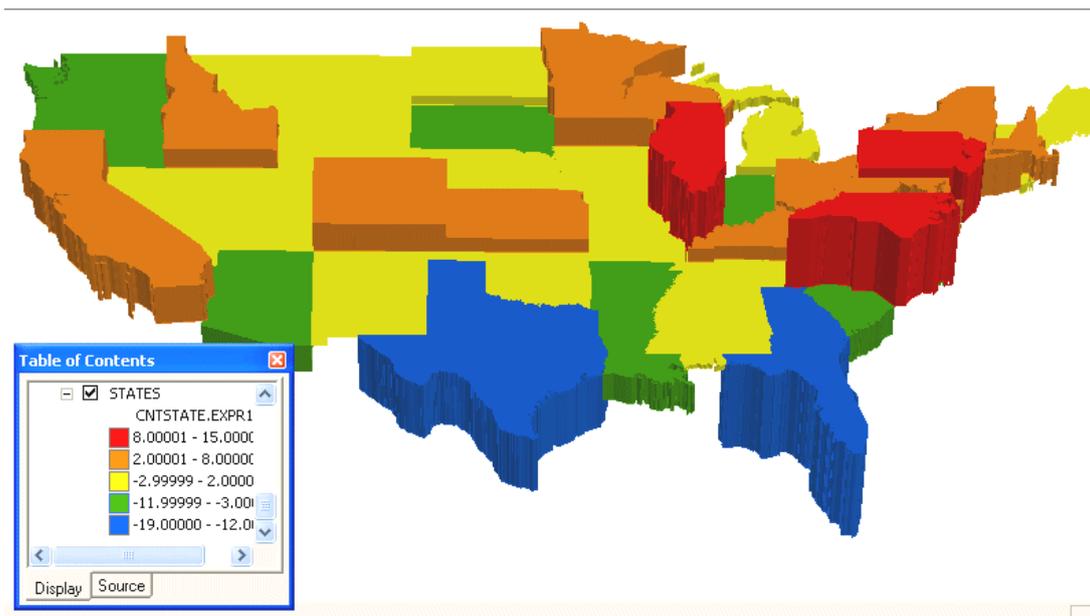


Figura 12: Imagem 3D sobre as estatísticas dos EUA.

- Multidimensional:

Este tipo de dados representa dados que primariamente não são espaciais. O número de atributos associado a cada item é sempre mais que três. Os dados utilizados podem ser abstratos e de natureza estatística. A uma variação de coordenadas paralelas que possibilita visualizar relações entre pares de dados (Figura 13).

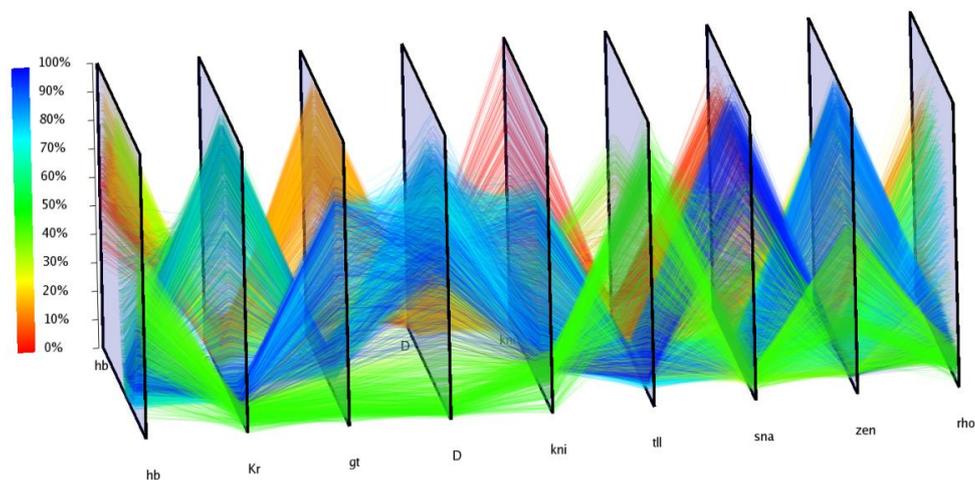


Figura 13: Coordenadas Paralelas 3D (RÜBEL, et al., 2006)

- Temporal:

Tipo de dado onde o atributo tempo é incorporado aos demais tipos descrito. A Figura 14 é uma representação temporal sobre países, com informações população, continente, e o atributo temporal é manipulado por sliders.

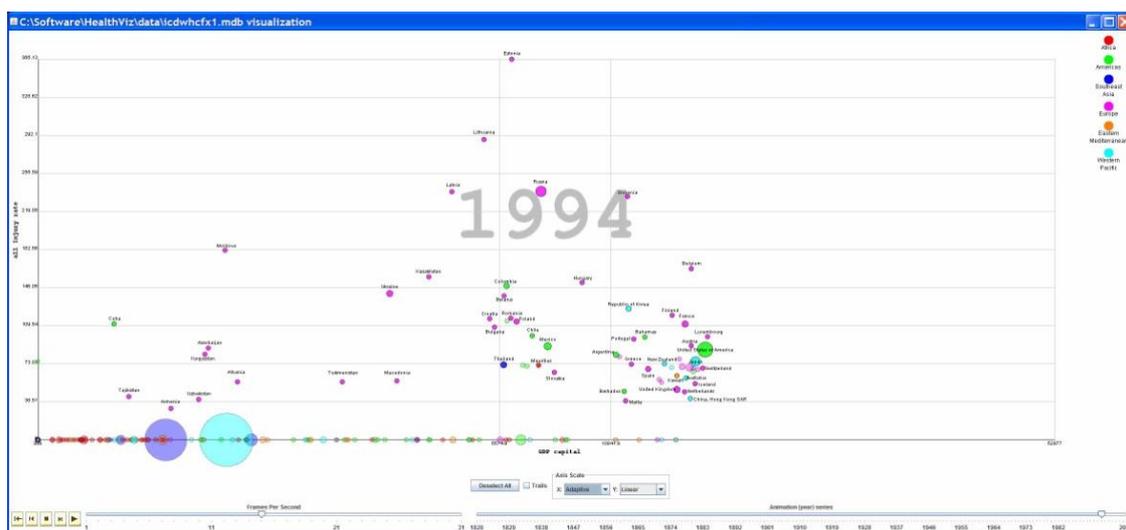


Figura 14: Exemplo de Visualização para dados temporais (Hayes, Yi, & Villavecsc, 2009).

- Hierárquico:

Este tipo de dados também é conhecido como estrutura em árvore. Eles são conjuntos de dados dispostos em nós, onde cada nó possui apenas um nó pai (situado hierarquicamente acima deste), e pode haver vários nós filhos (situados hierarquicamente abaixo deste) observada na Figura 15.

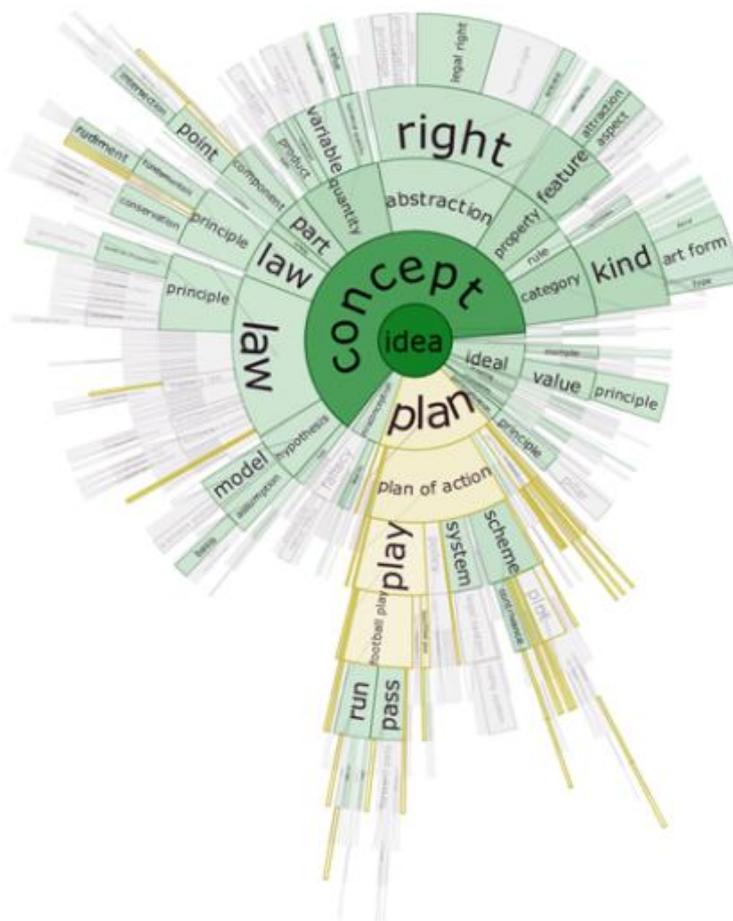


Figura 15: Exemplo estrutura hierárquica.

- Rede de dados:

São nós conectados por links previamente definidos. Esses links podem ser organizados em árvores ou em hierarquias, e a melhor maneira de manipulação é permitindo mudar o foco sobre os nós (Figura 16).

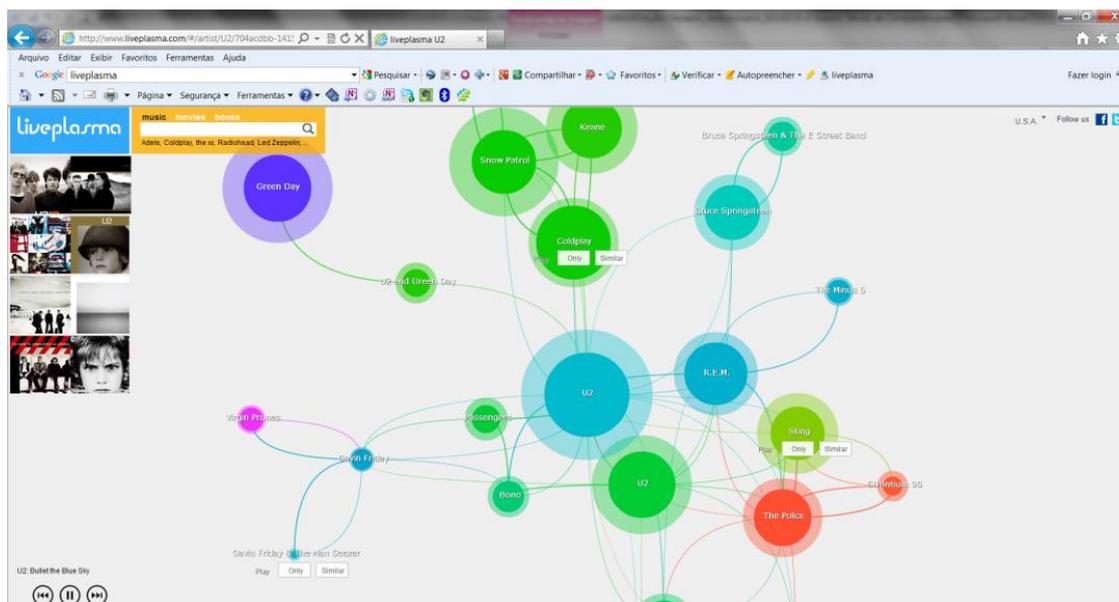


Figura 16: Exemplo de Visualização em dados do tipo rede. (<http://liveplasma.com>)

2.7 E-Commerce / T-Commerce

No ambiente da TVDi há um estímulo ao comércio eletrônico (*e-Commerce*), chamado de *T-Commerce* (Kim, Lee, & Leemand, 2004). Adicionalmente, o *e-Commerce*, preconizado por, (BLOCH, PICNEUER, & SEVEG, 1996) e (Kalakota & Whinston, 1997) como a capacidade de comprar e vender produtos e informações por meio de redes de computadores, com o suporte a transações de negócio que utilize uma infraestrutura digital, vem crescendo progressivamente no país (FNAZCA, 2011).

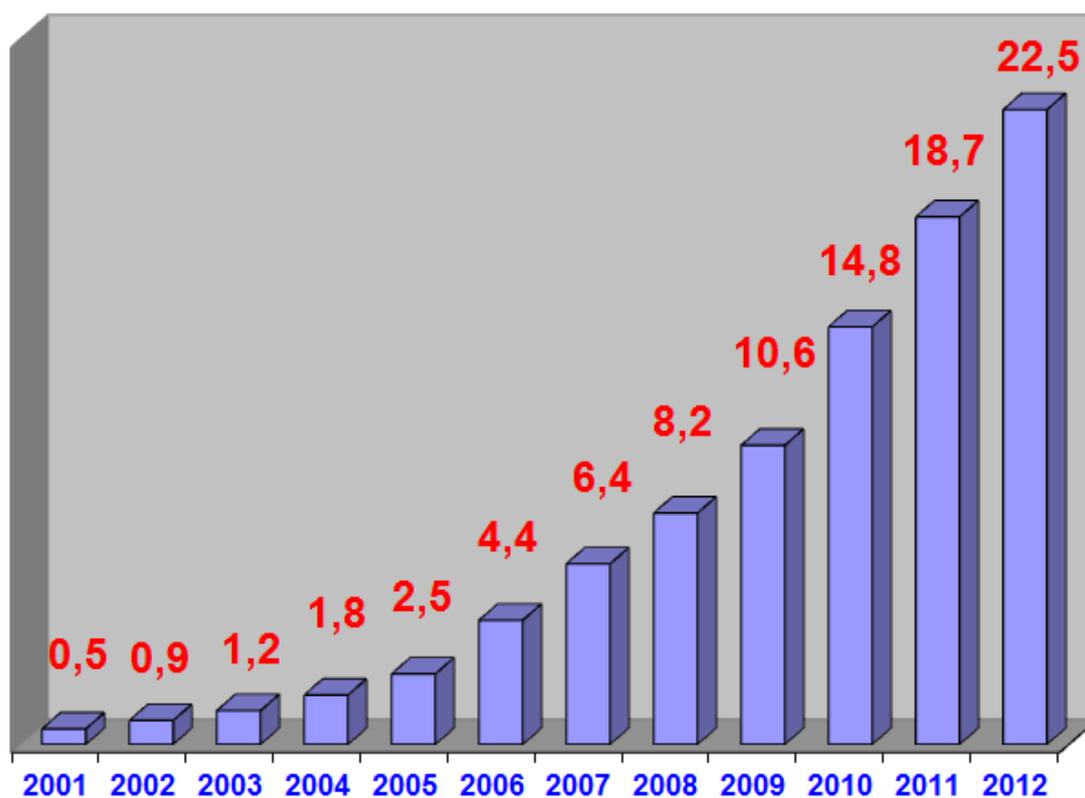
O *e-Commerce* é um dos serviços mais utilizados no ambiente *Web* (BALADHANDAYUTHAM & VENKATESH, 2010), e hoje em dia o nicho tecnológico da plataforma de TVDi se prepara para alcançar este setor lucrativo da *Web*, tendo em vista o espaço cada vez maior ocupado pelo *e-Commerce* nas estatísticas comerciais (FNAZCA, 2011). Espera-se também que o *T-Commerce*, que é a comercialização de produtos através da TVDi, se popularize de forma análoga ao *e-Commerce*.

O *T-commerce*, nova fonte de negócio, acabará sendo a ferramenta de trabalho para as empresas que desejam aumentar o volume de negócios. Considere a quantidade de horas que as pessoas passam em frente à TV e considere a expansão de tecnologias digitais e seu barateamento que deve levar também a internet à maioria dos lares de todo o mundo. Teremos então um gigantesco universo de consumidores que podem comprar a qualquer momento.

A priori, a grande utilidade do *T-Commerce* é a possibilidade do telespectador adquirir um produto que esteja sendo divulgado através de um comercial, seja este interativo (*ITV advertising*) ou não. Ainda é possível, através da definição de perfis associados aos STBs, oferecer produtos específicos para cada tipo de consumidor (JENSEN, 2005).

O comércio na TV tem tudo para ser um sucesso, porém o processo pode sofrer limitações e desgastes, ocasionados por barreiras culturais e estruturais. Um exemplo de barreira cultural é o medo das pessoas em comprar produtos que não são reais, ou seja, não estão em lojas físicas, é o mesmo receio que o e-commerce enfrentou no início do novo milênio, o receio de não receber o produto, ou seja, a falta de confiança no sistema de comércio eletrônico. Porém, esta desconfiança vem diminuindo e o uso deste sistema de comércio aumenta ano após ano (Figura 17).

Faturamento anual do e-commerce no Brasil - Bilhões



Fonte ebit - www.e-commerce.org.br

Figura 17: Faturamento Anual e-commerce no Brasil

(GHISI, LOPES, & SIQUEIRA, 2010) definiu um modelo de *T-Commerce* baseado em três características: Apresentação (Modelo de apresentação), Forma de pagamento, (Modelo de forma de pagamento); Conteúdo associativo (Modelo de

conteúdo associativo). O autor preconiza quatro (4) modelos de apresentação para o *T-Commerce* sendo estes: Canal de vendas: refere-se a um canal que oferece um catálogo de produtos, serviços ou um aplicativo que vende produtos de uma loja de Internet. Relacionados à Programação: são aplicações que podem aparecer em programas de televisão, tais como entrevistas, jogos de futebol, novelas, entre outros. Publicidade interativa: acrescenta interatividade em comerciais através de uma aplicação específica.

Quanto ao modelo de conteúdo associativo o autor define dois tipos de serviços relacionados ao conteúdo da TV, sendo eles: Contextualizado: quando uma aplicação de *T-Commerce* está relacionada com o conteúdo apresentado pelo canal de TV. Independente: quando uma aplicação de *T-Commerce* não está relacionada com o conteúdo apresentado pelo canal de TV. O autor ainda define três (3) modelos de formas de pagamento que podem ser utilizadas durante o processo de compras sendo elas pagamento por cartão de crédito, débito direto, e outras formas de pagamento. No entanto, os detalhes pertinentes a esse modelo fogem do escopo desta dissertação, pois não se relacionam com os objetivos em questão.

2.8 Trabalhos Relacionados

Esta seção apresenta alguns trabalhos que implementaram o comércio eletrônico no cenário da TVDi e trabalhos que utilizaram as técnicas de visualização de informação em aplicações de TVDi.

2.8.1 Comércio Virtual Interativo: A aplicação desenvolvida pelo CPqD

É uma aplicação semelhante ao Mercado Livre. Possui dois módulos: web para o vendedor e TV para o comprador com algumas funcionalidades para o vendedor.

A aplicação (Figura 18) permite que o usuário possa vender ou comprar produtos a partir de um aparelho televisor. Para vender um produto, o usuário deve anunciá-lo, informando os dados pertinentes, como a descrição do produto, sua categoria, fotos e preço. Para realizar uma compra, o usuário pode navegar entre as diferentes categorias e subcategorias de produtos ou informar uma palavra de busca. A aplicação buscará todos os produtos com essas informações e apresentará os detalhes do produto desejado. Se desejar, o comprador poderá consultar detalhes do vendedor e lhe fazer perguntas. Ao comprar um produto, o comprador deverá informar a quantidade

desejada e ter saldo disponível para comprá-la. O serviço permite também avaliar o vendedor, gerenciar as transações financeiras entre usuários e o provedor do serviço de comércio eletrônico, gerenciar as compras, vendas e o fluxo de pagamentos.



Figura 18: Aplicação de iDTV desenvolvida pelo CPqD (<http://www.cpqd.com.br>)

Na Figura 18, observam-se, abaixo do programa de TV, dois anúncios em destaque. São os produtos que têm prioridade na apresentação na TV por terem sido anunciados dentro de um pacote diferenciado. Ao visualizar um produto, o comprador pode inserir o produto em uma lista de desejo para que, em uma próxima ocasião, possa consultar essa lista e ir diretamente aos detalhes do produto sem a necessidade de realizar nova busca. A aplicação trabalha com um sistema de custódia (Figura 19). O comprador/vendedor deverá comprar créditos para fazer transações no sistema. A aplicação simula uma integração com três bandeiras de cartões de crédito (Amex, Visa e Mastercard). O usuário também poderá resgatar seus créditos para uma conta corrente fictícia.



Figura 19: – Interface dos dados do cartão de crédito (<http://www.cpqd.com.br>).

A aplicação permite o comprador consultar suas compras e ao vendedor suas vendas (Figura 20). Ao consultar suas vendas, o vendedor deve indicar se um determinado produto já foi enviado ao comprador. O comprador, por sua vez, ao consultar suas compras, deve indicar se recebeu o produto. Em caso positivo, a compra será finalizada. Caso contrário, deverá ser cancelada. Ao consultar as compras e vendas, os produtos podem ter os seguintes estados:

- **Aguardando o envio:** o produto ainda está com o vendedor e necessita ser enviado. Quando enviar o produto, o vendedor deve sinalizar, na aplicação da TV, que o produto foi enviado. Por sua vez, o comprador deve sinalizar que recebeu o produto.
- **Enviado:** o produto já foi enviado para o comprador
- **Finalizado:** o produto foi entregue ao comprador e a compra foi concluída
- **Cancelado:** o produto não foi entregue e, portanto, a compra foi cancelada.

O comprador, ao confirmar o recebimento do produto, deverá qualificar o vendedor, dando uma nota (de 1 a 5) e, se desejar, emitir sua opinião.



Figura 20: Interface Minhas compras.

A aplicação de comércio eletrônico foi a que teve o desenvolvimento mais complexo para a equipe do CPqD. Devido ao seu tamanho e à quantidade de telas, foi necessário executá-la via *pendrive*, pois não foi possível transmiti-la via carrossel. Na tentativa de diminuir seu tamanho, os elementos de cada tela foram desmembrados, diferentemente das outras aplicações onde havia uma imagem, com quase todos os elementos e posicionada na coordenada [0, 0].

Ainda assim, a aplicação resultante apresentava falhas de desempenho e perdia funcionalidades. Frente a esse problema, a equipe do CPqD analisou a possibilidade de adequação da aplicação inclusive removendo suas funcionalidades. No entanto, optou-se por mantê-las integralmente para explorar todas as potencialidades que uma aplicação dessa natureza pode oferecer, pois no futuro, os STBs poderão possuir maior capacidade de processamento e memória, resolvendo os problemas encontrados.

2.8.2 *Conceptual Models for T-Commerce in Brazil*

(GHISI, LOPES, & SIQUEIRA, 2010) definiu um modelo de *T-Commerce* baseado em três características: Apresentação (Modelo de apresentação), Forma de pagamento, (Modelo de forma de pagamento); Conteúdo associativo (Modelo de conteúdo associativo). O autor preconiza quatro (4) modelos de apresentação para o *T-Commerce* sendo estes:

- **Canal de vendas:** refere-se a um canal que oferece um catálogo de produtos, serviços ou um aplicativo que vende produtos de uma loja de Internet.
- **Relacionados à Programação:** são aplicações que podem aparecer em programas de televisão, tais como entrevistas, jogos de futebol, novelas, entre outros.
- **Publicidade interativa:** acrescenta interatividade em comerciais através de uma aplicação específica.
- **Outras iniciativas:** está relacionada com o uso de *T-Commerce* para outros fins. Quanto ao modelo de conteúdo associativo o autor define dois tipos de serviços relacionados ao conteúdo da TV, sendo eles:
 - **Contextualizado:** quando uma aplicação de *T-Commerce* está relacionada com o conteúdo apresentado pelo canal de TV.
 - **Independente:** quando uma aplicação de *T-Commerce* não está relacionada com o conteúdo apresentado pelo canal de TV.

Neste trabalho, (GHISI, LOPES, & SIQUEIRA, 2010) apresenta uma aplicação exemplo em *T-Commerce*, denominada Brava Tcommerce. O autor apresenta a aplicação sob o ponto de vista de dois modelos conceituais, os quais são: canal de vendas e relacionados à programação. A aplicação foi desenvolvida com Gingga-NCL e scripts Lua.

2.8.3 *The Product Explorer: Decision Making with Ease*

No trabalho de (RIEHMANN, OPOLKA, & FROEHLICH, 2012), a técnica de InfoVis coordenadas paralelas foi utilizada para facilitar o processo de seleção de produtos típicos oferecidos em lojas online. O display interativo permite os usuários procurar, de forma rápida e fácil, produtos de seu interesse, reduzindo a variedade de produtos para um pequeno subconjunto ou até mesmo a um único produto, utilizando a consulta visual na própria visualização. Ao contrário de interfaces de *webshop* típicas e sites de busca de produtos a ferramenta mantém os usuários bem informados durante todo o processo de seleção dos produtos. Todos os produtos e atributos importantes são visíveis à primeira vista. Todas as interações podem ser realizadas com *feedback* imediato e os usuários não têm que esperar uma resposta de consulta aparecer.

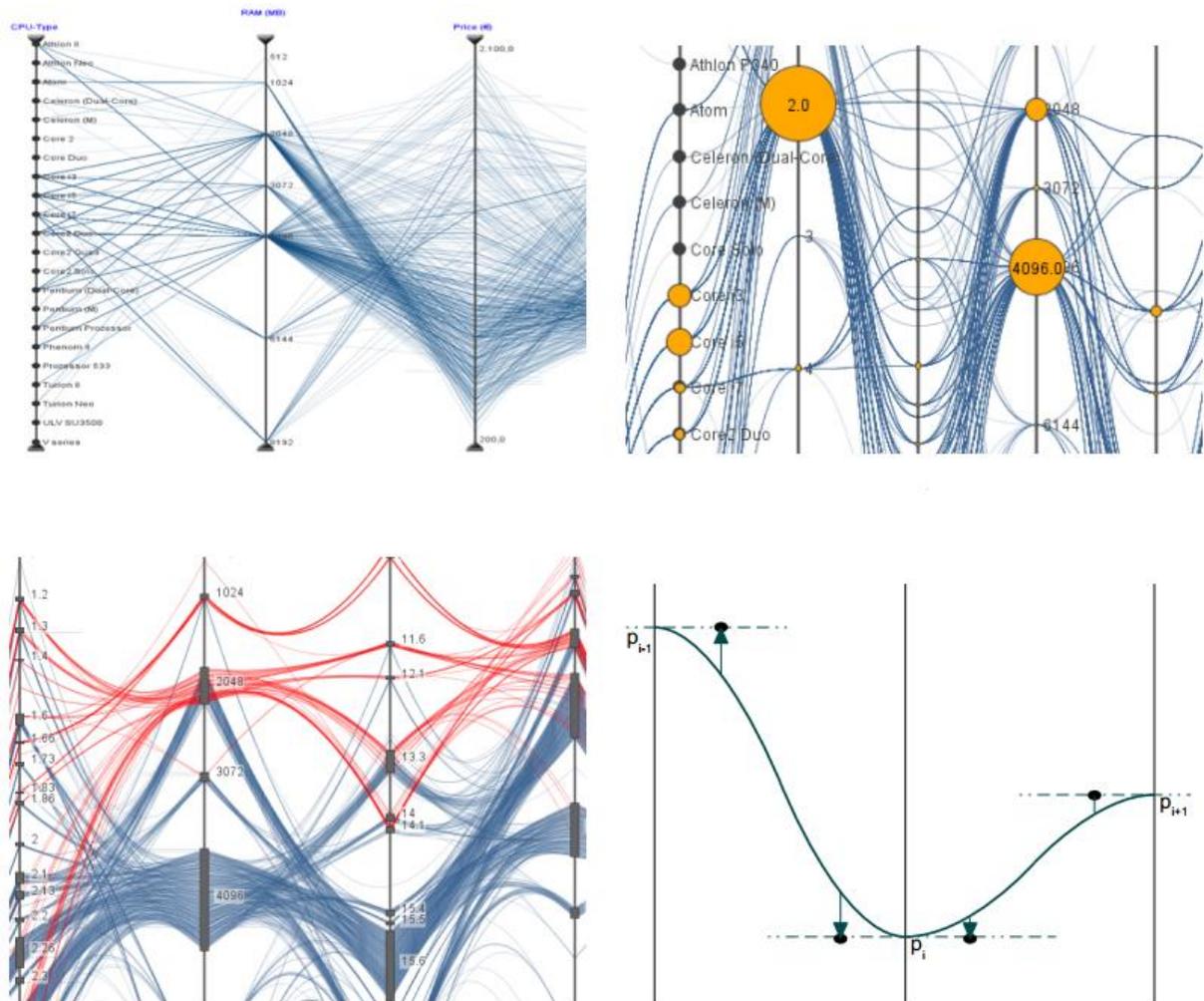


Figura 22: Figura 10 – Coordenadas Paralelas com aplicações de técnicas auxiliares.

A ferramenta também permite a seleção de produtos visualmente, técnica essa chamada de *Visual Query*. A Figura 23 apresenta uma tela com ocorrência desta técnica, onde os produtos estão sendo filtrados através a interação com a visualização.

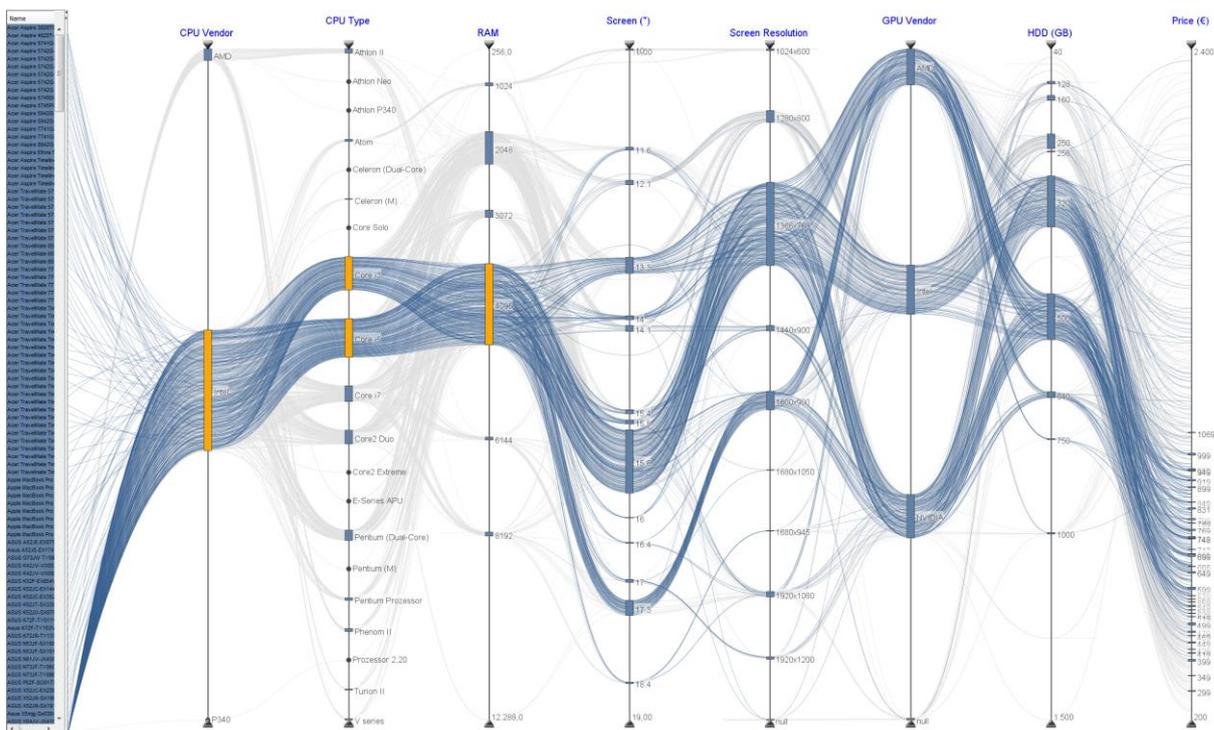


Figura 23: Visual Query na ferramenta Product Explorer

2.8.4 Uma interface *t-Commerce* com o auxílio de uma técnica de visualização da informação para o middleware brasileiro de TV digital interativa

No trabalho de (MARQUES, 2012), a técnica de InfoVis *Treemap* (Shneiderman B., 1992) foi implementada para auxiliar o usuário no processo de *t-Commerce*. O objetivo é facilitar a busca e conhecimento de produtos de forma mais eficiente. Segundo (Marques, Carneiro, Veras, Meiguins, & Meiguins, 2011), a visualização permite ao telespectador realizar uma comparação entre os produtos do mesmo tipo oferecidos pelo provedor de serviço e uma análise mais detalhada sobre eles, podendo navegar livremente entre os itens de compra. Dentre as principais contribuições deste trabalho, temos uma interface de *t-Commerce* que utiliza técnicas de visualização para oferecer ao usuário melhor percepção dos dados de produtos. Outra contribuição foi a criação de um framework em Lua com características de orientação a objeto, o qual permite a geração de componentes de interface dinâmicas e a navegação entre eles. A Figura 24 apresenta a tela com a interface de compras. A técnica *Treemap* (Shneiderman B. , 1992) possui características hierárquicas que contribui para a percepção de dados relacionados por categorias ou grupos, como, por exemplo, características abstratas de notebooks, como cor, tamanho, peso, etc.

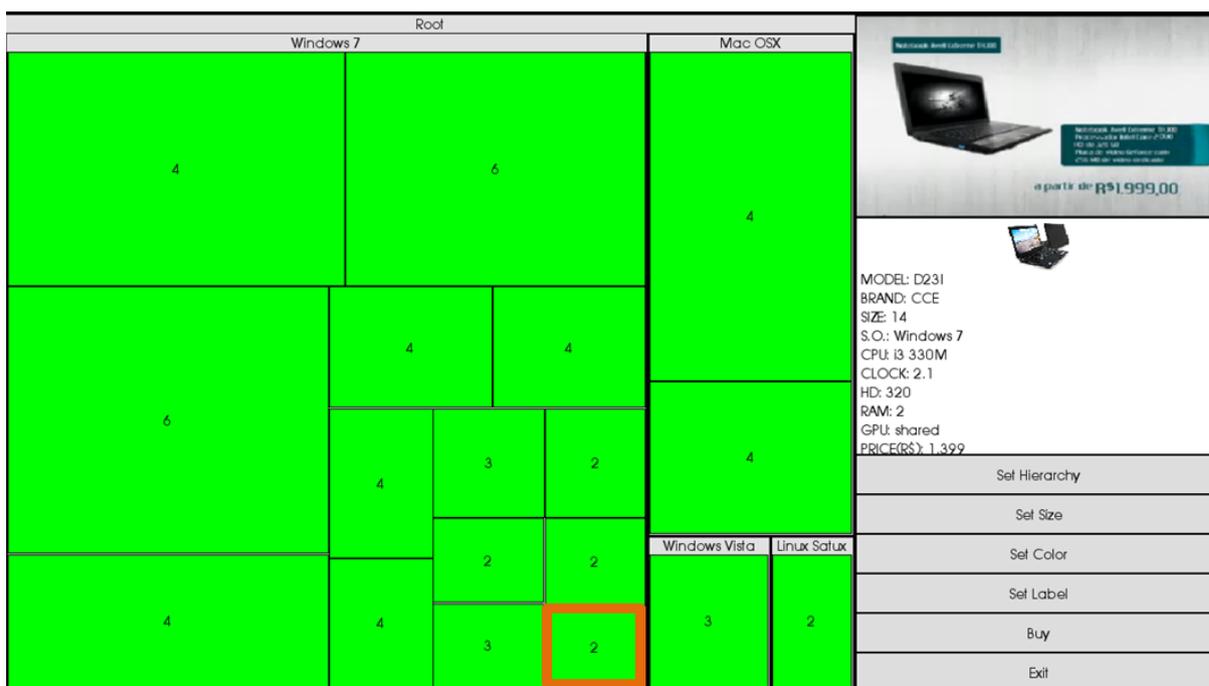


Figura 24: Interface de Compras com a técnica Treemap

O trabalho de (Marques, Carneiro, Veras, Meiguins, & Meiguins, 2011) é a principal motivação e pesquisa deste trabalho de dissertação. O framework gerado serviu de base para a implementação de mais uma técnica de InfoVis. Além da contribuição de uma nova técnica, este trabalho buscou enriquecer os atributos visuais da interface com o usuário, proporcionando uma aplicação mais atraente aos olhos da população.

O capítulo 3 apresenta a descrição do protótipo e sua arquitetura

3 DESCRIÇÃO DO PROTÓTIPO *T-COMMERCE* COM VISUALIZAÇÃO

3.1 Visão Geral

O protótipo desenvolvido tem o objetivo de enriquecer o processo de *T-Commerce* ao telespectador, apresentando um conjunto de produtos para a compra e possibilitando a comparação entre produtos de mesma categoria. Para facilitar o processo cognitivo e minimizar o esforço dos usuários, o protótipo utiliza uma técnica de visualização da informação, que segundo (Ware, 2004), facilita o processo automático do ser humano de reconhecer padrões em gráficos visuais.

Existe diversas técnicas de InfoVis, algumas mais indicadas para certos tipos de dados, outras para a natureza específica das aplicações. No trabalho desenvolvido, buscou-se uma técnica que fosse multidimensional e que relacione vários atributos de um mesmo item com relação a outros itens. Neste contexto, a técnica coordenada paralelas foi adotada por ter como principal característica o trabalho com dados multidimensionais, ilustrando diferentes variáveis para cada item em análise. Este fator peculiar da visualização permite ao telespectador perceber e analisar diversos produtos e seus atributos ao mesmo tempo, realizando um processo de comparação entre os itens, construindo uma relação de custo-benefício.

Esta relação de custo/benefício é importante para o telespectador ao comprar qualquer produto, pois geralmente o usuário procura o equilíbrio entre o que precisa de fato e o que pode gastar. Geralmente o cliente opta por um produto com mais recursos, acreditando que assim estará investindo no melhor. Passado algum tempo, fica claro que não era necessário todas aquelas características. Analisando de uma ótica diferente, pode-se optar por produtos em razão do preço acessível e acabar gastando mais em razão da baixa durabilidade e qualidade do item. Assim, (COSTA & MELO, 2010) afirma que avaliar o aspecto financeiro é mais do que simplesmente comparar preços. Significa fazer boas escolhas a um preço adequado, buscando a melhor relação custo/benefício disponível.

A técnica de coordenadas paralelas, segundo (Inselberg A. , 2009), facilita principalmente a identificação de características como a distribuição dos dados e correlações entre atributos. Porém, as coordenadas – linhas poligonais que cortam as

paralelas (eixos y) – podem sofrer oclusão, ou seja, uma coordenada pode sobrepor outra, "escondendo" a representação de dados visuais, visto esta limitação, (Inselberg A., 2009) afirma que o número de itens de dados que podem ser visualizados ao mesmo tempo é limitado a aproximadamente 1.000 itens.

Dessa forma, considerando que um *Set-Top Box* (STB) é um dispositivo com baixo poder de processamento, tal dispositivo ao tentar carregar grandes bases de dados, por exemplo, uma base de dados com mais de cem (100) tuplas, tornaria insatisfatória a execução da técnica (Marques, Carneiro, Veras, Meiguins, & Meiguins, 2011). Portanto, já que um STB possui limitações de *hardware*, a técnica coordenadas paralelas, ao representar poucos dados torna-se visualmente mais atrativa e fácil de compreender, sendo de grande viabilidade para ser utilizada no cenário da iTV brasileira.

3.2 Descrição das Funcionalidades

Este trabalho apresenta um protótipo implementado para a TV digital com *middleware* Ginga que auxilia o processo de *T-Commerce*, proporcionando ao telespectador a vantagem de analisar produtos antes da compra, de forma visual, através da técnica de InfoVis chamada coordenadas paralelas. O protótipo possui como principais funcionalidades básicas:

- Iniciar interatividade;
- Selecionar categoria;
- Aplicar filtro;
- Selecionar produto;
- Adicionar ao carrinho;
- Remover do carrinho;
- Visualizar detalhe;
- Efetuar compra.

Estas funcionalidades foram ilustradas em um diagrama de caso de uso, apresentada na Figura 25. O caso de uso principal é "Comprar Produto", para iniciar a compra de um produto o telespectador deverá "Iniciar interatividade" com sua TV, assim poderá "Selecionar categoria" de produtos e visualizar os produtos para compra. Com a categoria selecionada, o telespectador navega e pode, opcionalmente, aplicar filtro sobre os dados (produtos). O caso de uso "Selecionar Produto" realiza o caso "Comparar produto visualmente", e oferece as opções "Adicionar ao carrinho", "Retirar

do carrinho" e "Visualizar detalhe". Por fim, o telespectador pode ou não "Efetuar a compra". É importante ressaltar que os detalhes pertinentes a essa funcionalidade está fora de foco desta dissertação, portanto seu funcionamento não é completo, mas está presente para que possa ser integrado com outro sistema que valide e processe a compra.

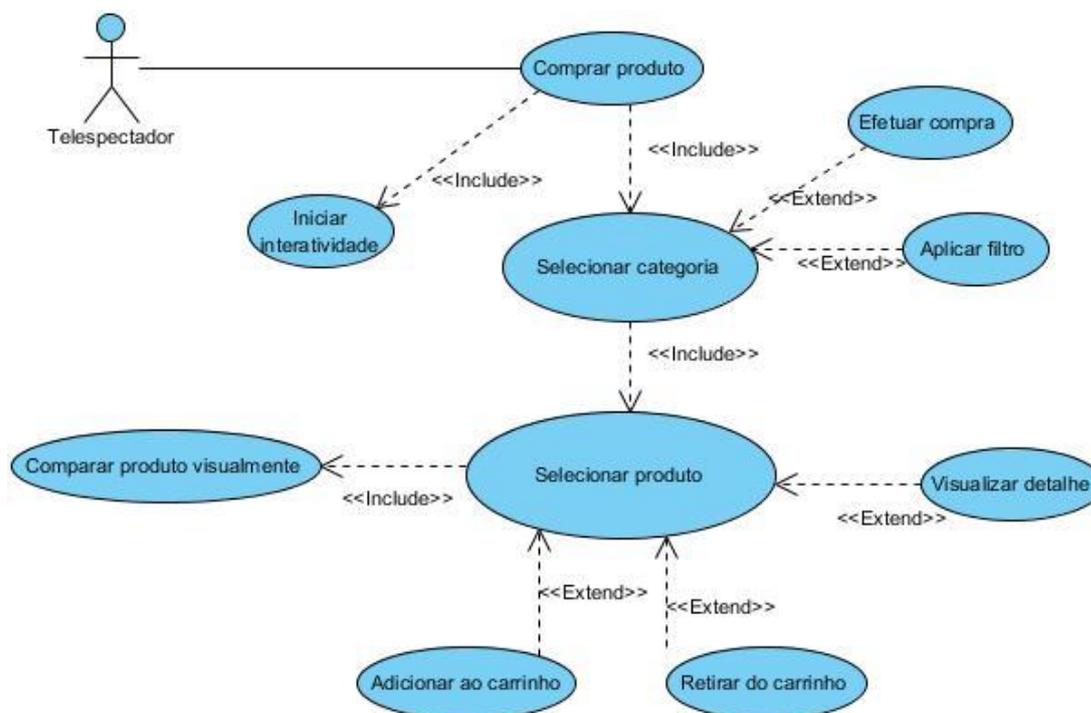


Figura 25: Diagrama geral de caso de uso do protótipo *T-Commerce*.

3.3 Descrição da Arquitetura

A arquitetura da aplicação proposta nesta dissertação pode ser dividida em duas camadas: a camada NCL e a camada Lua, semelhante ao trabalho de Marques. (Marques, Carneiro, Veras, Meiguins, & Meiguins, 2011).

A camada NCL é responsável pela a apresentação do conteúdo multimídia no dispositivo do telespectador. Esta camada ainda é responsável por receber os eventos de interação que o usuário aciona por meio do controle remoto. Esta camada possui duas telas de apresentação ao telespectador, as quais serão descritas na apresentação do protótipo.

A camada apresenta os seguintes componentes ao usuário:

- Mosaico com categorias de produtos;
- Menus de interação;
- Área de visualização;

- Legendas informativas.

Optou-se por usar a linguagem NCL, pois provê suporte declarativo no tratamento da interação com o usuário, nas adaptações do conteúdo multimídia e na forma de apresentá-las. Além destas vantagens, o NCL possibilita a edição e produção da aplicação em tempo de exibição, ou seja, ao vivo. Contudo, somente NCL não é capaz de gerar conteúdo dinâmico, para isso, NCL provê suporte a linguagens ditas imperativas, como por exemplo, a linguagem Lua.

A camada Lua é responsável por receber os eventos de interação da camada NCL, processar os comandos e retornar a camada NCL os dados e a visualização para a apresentação. Esta camada possui os seguintes módulos:

- **Visualização por Coordenadas Paralelas:** módulo responsável por montar e desenhar a técnica de coordenadas paralelas de acordo com os dados e eventos recebidos.
- **Gerenciador de Dados:** módulo responsável por carregar e estruturar os dados da base.
- **Carrinho de Compras:** módulo responsável por armazenar os itens escolhidos pelo usuário para a compra, e enviá-los ao servidor de dados da loja *e-Commerce*.

O protótipo apresentado nesta dissertação tem o propósito de auxiliar o processo de *T-Commerce* na escolha e seleção de produtos por parte do usuário, ou seja, auxilia o usuário a comparar e avaliar um produto antes de efetuar a compra. Portanto, o protótipo faz parte de um processo maior, o qual é o processo de *T-Commerce*. O processo de *T-Commerce* envolve todas as fases de uma aplicação de TV digital, desde a estrutura das aplicações em nuvem, passando pela emissora de TV até o STB do telespectador. A Figura 26 apresenta a arquitetura global de uma aplicação *T-Commerce*, mostrando o ciclo de vida do protótipo.

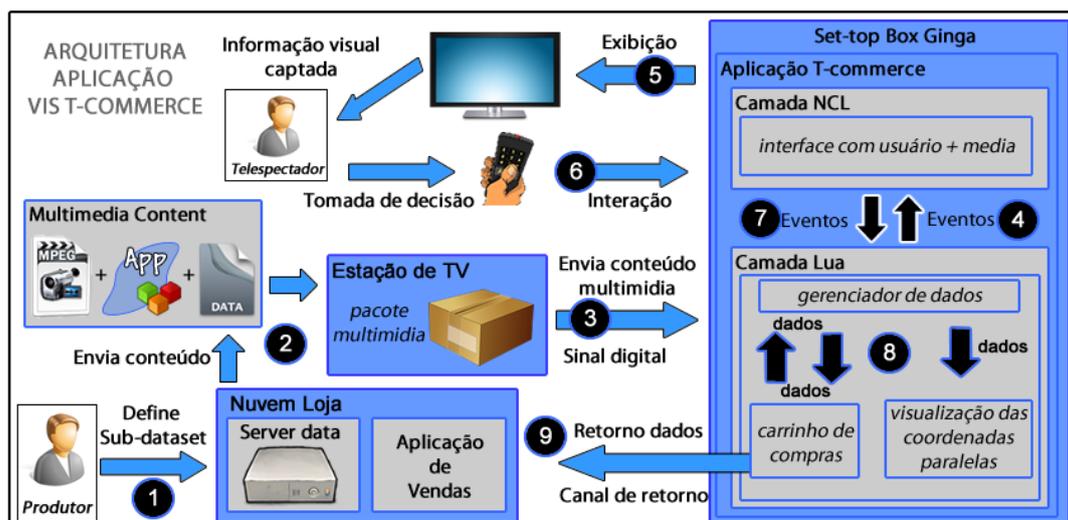


Figura 26: Arquitetura do Protótipo no ambiente T-Commerce.

O processo começa pelo *Produtor*, papel que designa a pessoa que prepara o conteúdo midiático, ou seja, possui a função de controlar aspectos da produção de um programa de televisão, desde o desenvolvimento de sua ideia original até a forma de apresentação na televisão para o usuário. O produtor seria o profissional que alia a capacidade de analisar e relacionar determinado produto ao seu público-alvo com a de prever os custos necessários para esta produção e suas estimativas de retorno financeiro.

No contexto da DTVi, o papel do produtor se torna mais complexo, pois agora o telespectador se torna interativo e suas necessidades serão mais específicas. Agora, além de participar da produção do vídeo, o produtor se preocupará com o conteúdo interativo que irá entregar ao telespectador.

No cenário de *T-Commerce*, o papel de produtor caberá aos anunciantes de propaganda ou de programa comercial. Esta pessoa definirá os produtos que serão apresentados à interação do usuário.

No protótipo, este produtor definiu estes produtos através de um sub-dataset, o qual é uma pequena relação de produtos do banco de dados da loja anunciante. Este sub-dataset é enviado, juntamente com a aplicação interativa e com o vídeo promocional, para a estação de TV, este "pacote multimídia" é então encapsulado para envio, por sinal digital, aos receptores (STB) compatíveis com o Ginga e suas especificações da (ABNT, 2011). Após o envio, este pacote é recebido e decodificado pelo STB, esta tarefa cabe ao *middleware* Ginga.

A partir deste momento será descrito como o fluxo do processo ocorre dentro do protótipo.

Na camada Lua, o sub-dataset definido pelo produtor é carregado no gerenciador de dados. Este módulo, como dito antes, é responsável por ler os dados e organizá-los em uma estrutura de dados para que possa ser consumido pelo módulo de visualização por coordenadas paralelas e pela própria camada NCL.

Na camada NCL, tem-se a interface com o usuário, o qual mostrará as categorias de produtos disponíveis, se houver mais de um, e os produtos da categoria escolhida pelo usuário. Ao interagir com a interface através do controle remoto, o usuário irá definir qual categoria quer visualizar, selecionando a seguinte tela adequada para a categoria desejada. A Figura 27 ilustra este comportamento.

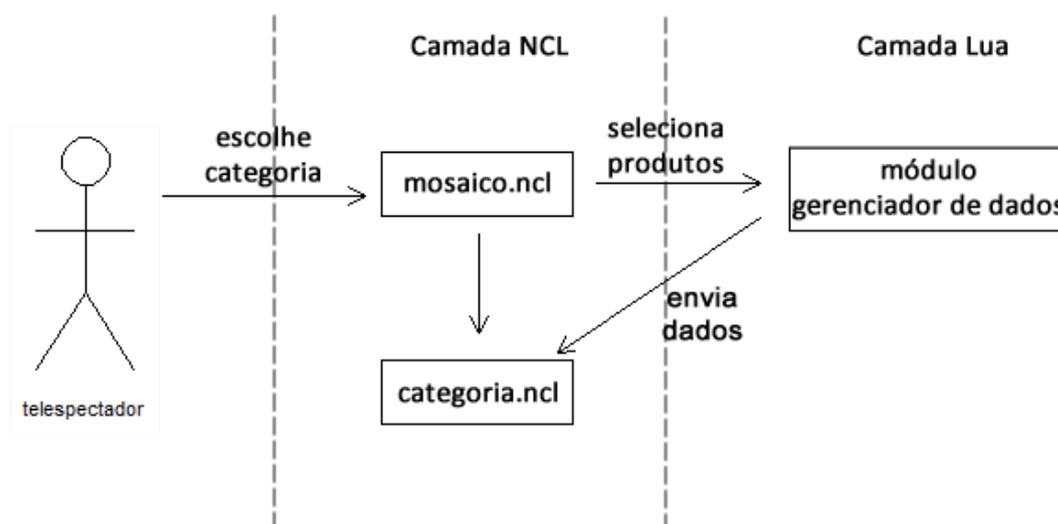


Figura 27: Comportamento interativo: escolher categoria

A camada NCL possui os arquivos NCL, código fonte que estrutura a camada de interface com o usuário, semelhante ao XML e XHTML. Após escolher a categoria desejada na tela apresentada pelo mosaico.ncl (Figura 28), um evento é disparado para a camada Lua, onde o módulo gerenciador de dados será consultado sobre os produtos disponíveis, retornando os dados para apresentação no arquivo categoria.ncl, que carregará os produtos em um menu para seleção e comparação.



Figura 28: Tela 1: mosaico com categorias de produtos disponíveis

Após esta interação com o usuário, uma nova interface é apresentada ao telespectador pelo arquivo categoria.ncl (Figura 29). Nesta tela, o usuário visualizará três menus horizontais, o programa de TV exibido atualmente, um espaço vazio no meio destinado a visualização das coordenadas paralelas, e legendas na parte inferior na tela.

Processador	Memória (GB)	HD (GB)	Tela	Preço
dual	2	320	11,6	0k
i3	4	500	14	
i5	6	640	15,5	
i7	8	750	17,3	
		1000		5k

Figura 29: Tela 2: interface apresentado pelo arquivo categoria.ncl

Cada menu horizontal é navegável e selecionável. Os dois primeiros são construídos com base nas características dos produtos, como marca, preço, tamanho, etc. Para o protótipo, foram escolhidos os atributos marca e preço como padrão para qualquer tipo de categoria, esses atributos não podem ser configurados pelo usuário. Tais atributos nos menus funcionam como filtro, que será aplicado no terceiro menu. O terceiro menu, chamado menu de produtos, é construído com imagens de todos os produtos disponíveis no dataset. Assim que um item é selecionado nos menus de filtro, o menu de produtos é recarregado com itens relacionados ao filtro selecionado. Este comportamento pode ser visualizado na Figura 30. Lembrando que a aplicação desses filtros é opcional, caso o telespectador queira navegar em todos os itens, basta ir ao menu de produtos pelas setas de navegação.

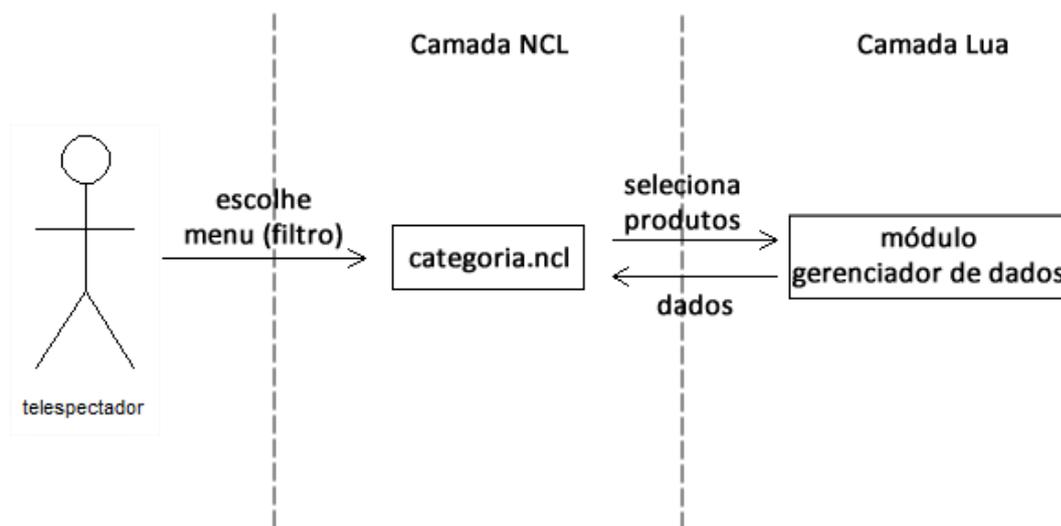


Figura 30: Comportamento interativo: escolher menu (filtro)

A técnica de visualização implementada é utilizada quando o usuário quer comparar visualmente as características mais importantes dos produtos. Para isso, o usuário interage no menu de produtos, pressionando a tecla OK para selecionar o produto para comparação. A arquitetura se comporta da seguinte maneira a esta ação: a camada NCL dispara um evento à camada Lua, informando a posição do produto selecionado, tais posições correspondem respectivamente a um vetor de objetos estruturado em memória. O módulo gerenciador de dados na camada Lua busca então os dados do produto, retornando os dados para o módulo de visualização. Com os dados do produto, o módulo de visualização, através do módulo canvas da linguagem NCLua,

desenha as coordenadas nas paralelas, de acordo com os dados, na área de visualização da camada NCL. Assim, consecutivamente o telespectador pode selecionar mais produtos, gerando mais gráfico na visualização. A Figura 31 mostra quatro produtos selecionados e seus dados "plotados" no gráfico para análise e comparação visual e a Figura 32 apresenta o comportamento interativo desta ação.

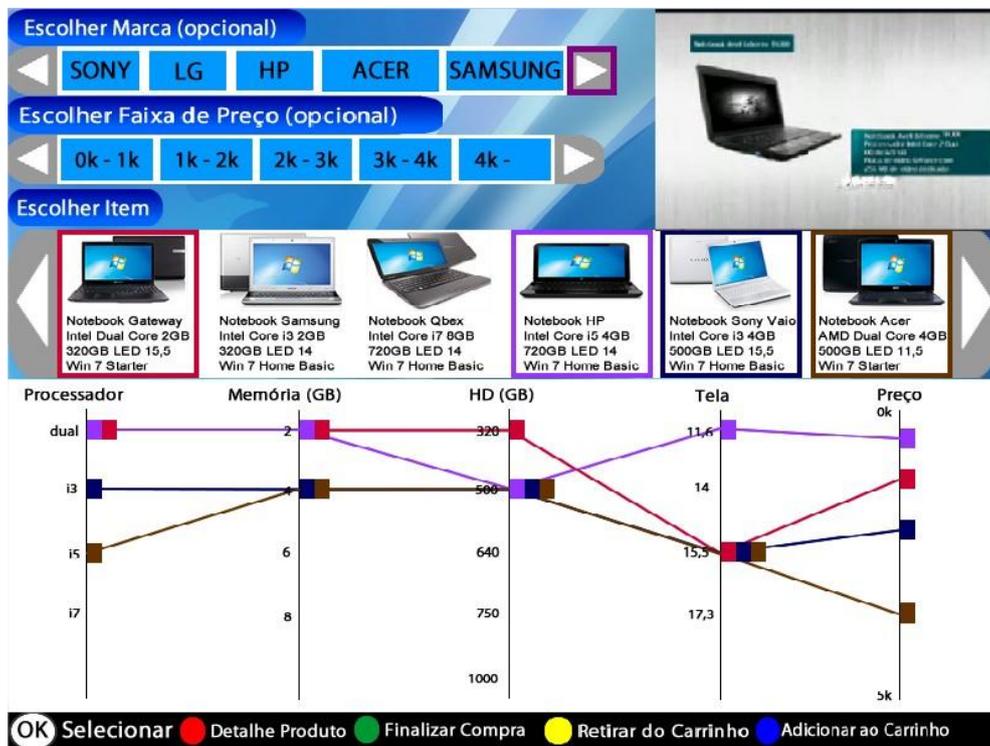


Figura 31: Tela 3: interface com gráfico coordenadas paralelas

O protótipo permite que apenas quatro produtos sejam selecionados e comparados de uma só vez. Razões para esta limitação serão discutidas na seção 4.3. A visualização é estática, ou seja, não permite interação diretamente nela. Para selecionar um quinto produto, o telespectador deve desfazer a seleção de um produto através da tecla OK.

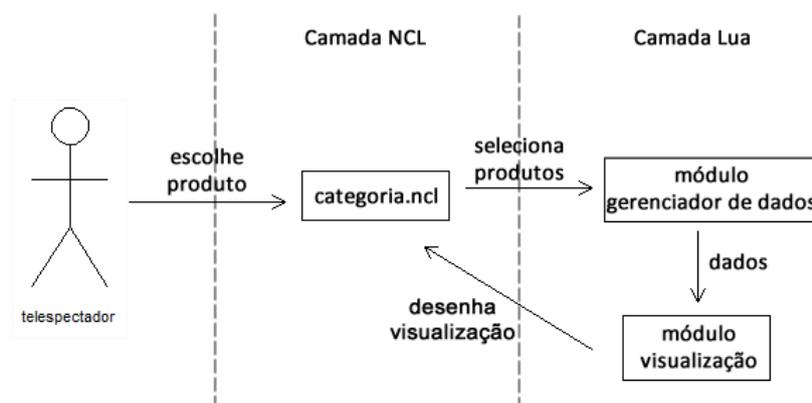


Figura 32: Comportamento interativo: escolher produto

As legendas na base inferior das Figura 28, Figura 29 e Figura 31 indicam as interações que o telespectador pode realizar na interface. Na interface da Figura 28 o telespectador pode fechar a aplicação com o botão vermelho, selecionar uma categoria com o botão OK, navegando entre as opções através dos botões de navegação esquerda e direita. Nas interfaces das Figura 29 e Figura 31, o telespectador pode com o botão OK selecionar qualquer item nos três menus horizontais, já os botões de interação amarelo e azul tem suas funcionalidades executadas somente no menu de itens. O telespectador ao navegar nos itens, pode realizar as seguintes ações:

- Ao pressionar o botão vermelho, o telespectador irá ver mais detalhes dos produtos selecionados para visualização;
- Ao pressionar o botão amarelo, o telespectador irá retirar do carrinho de compras o produto em foco, caso este produto não esteja no carrinho, nenhuma ação é realizada;
- Ao pressionar o botão azul, o telespectador irá adicionar ao carrinho de compras o produto em foco.

O botão de interatividade verde pode ser pressionado a qualquer momento, finalizando a compra com ou sem produtos no carrinho, fechando a aplicação e enviando a lista de compras, se houver, para os servidores da loja anunciante.

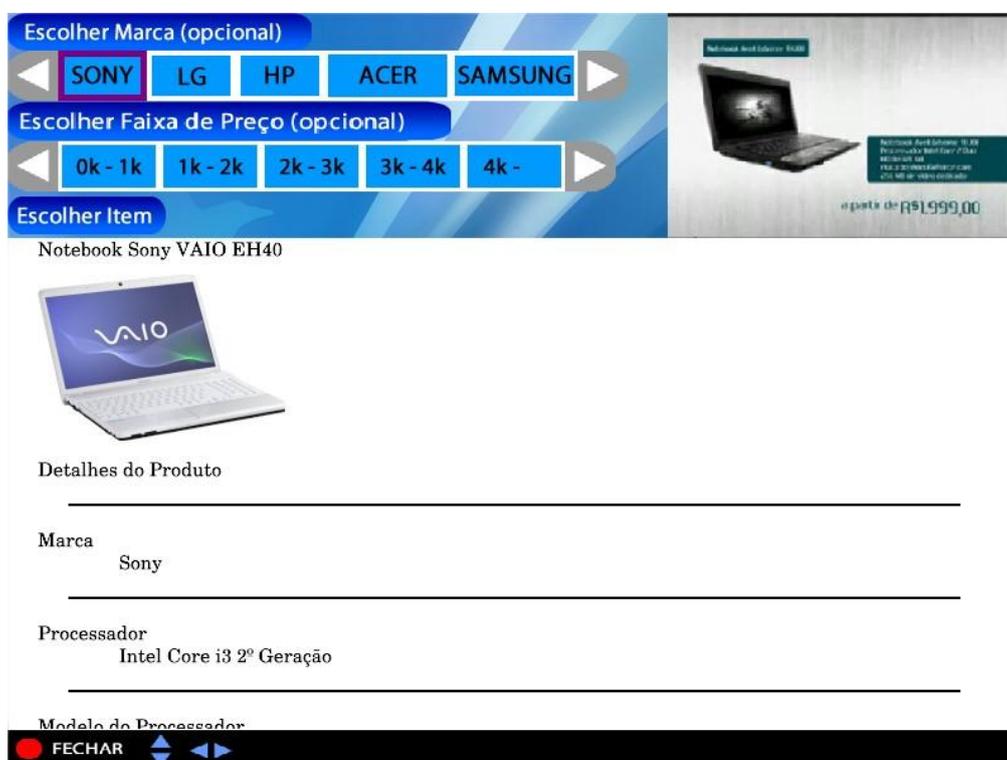


Figura 33: Tela 4: detalhe sob-demanda de um produto

A Figura 33 apresenta a tela onde o usuário precisou pressionar o botão vermelho para acessá-la, exibindo assim os detalhes dos produtos selecionados. Observe que a visualização e o menu de itens são ocultados pela camada do detalhe sob-demanda, agindo como uma janela do tipo pop-up.

Esta janela pop-up, da Figura 33, possui seus próprios comandos de interação, informados na legenda disponível na barra inferior. O botão vermelho fecha esta janela, retornando para os menus e a visualização. As setas direcionais cima e baixo funcionam como uma barra de rolagem, mostrando mais conteúdo e detalhes. Já as setas direcionais esquerda e direita, navegam entre os detalhes sob-demanda de outros produtos selecionados, se houver. Estas informações estão junto com o sub-dataset, e são na realidade páginas HTML adaptadas para as especificações da (ABNT, 2011). O comportamento interativo desta ação pode ser visualizado na Figura 34.

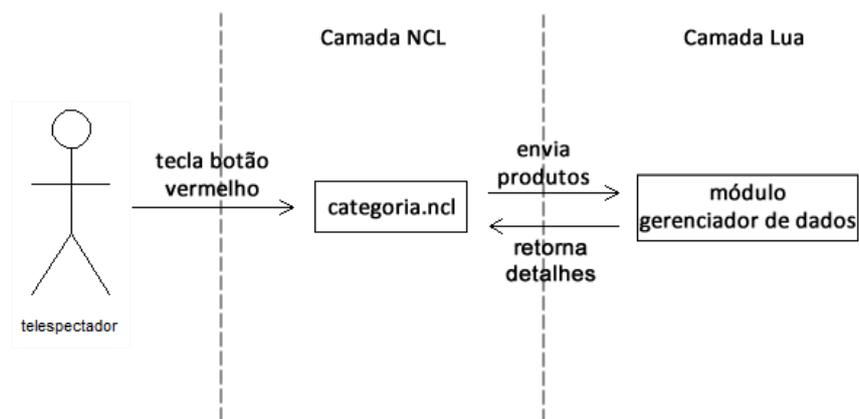


Figura 34: Comportamento interativo: teclar botão vermelho

O comportamento interativo do botão azul (adicionar ao carrinho) somente ocorre no menu de itens. Quando o usuário pressiona-o, um evento é disparado a camada Lua enviando a posição do item em foco. Na camada Lua é então processado o evento e associado à posição na estrutura de objetos em memória, identificado o produto, seus dados são então encaminhados ao módulo carrinho de compras, onde será adicionado a uma lista de compras a ser enviada pela rede. O módulo carrinho de compras, tendo sucesso na ação, retorna ao módulo gerenciador de dados um sinal verdadeiro, caso contrário retornará um sinal de falso, o módulo gerenciador de dados então retorna a camada NCL novas imagens dos produtos com o selo de compra. A Figura 35 apresenta o menu de itens com alguns produtos adicionados ao carrinho, onde um selo mostra visualmente o item adicionado.



Figura 35: Menu de itens com produtos adicionados ao carrinho.

A Figura 36 apresenta o comportamento interativo da ação teclar no botão azul na camada NCL e o comportamento na camada Lua.

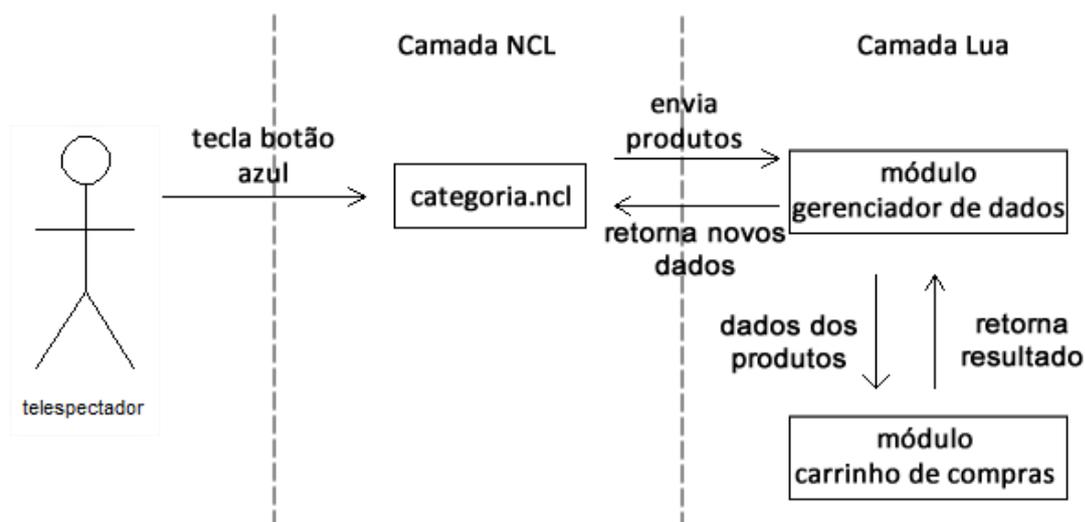


Figura 36:Comportamento interativo: teclar botão azul

A ação de pressionar o botão amarelo retira o item do carrinho de compras, se tal item estiver no carrinho, caso contrário, nada acontecerá. A camada NCL dispara um evento a camada Lua com a posição do item no menu, que será associada à posição na estrutura de dados. Com os dados conhecidos é então enviado ao módulo carrinho de compras, onde será testado se o item está na lista, se estiver será então removido, retornando ao módulo gerenciador de dados um sinal de verdadeiro, caso contrário retornará um sinal de falso, o módulo gerenciador de dados então retorna a camada NCL novas imagens dos produtos sem o selo de compra. A Figura 37 apresenta o comportamento interativo desta ação.

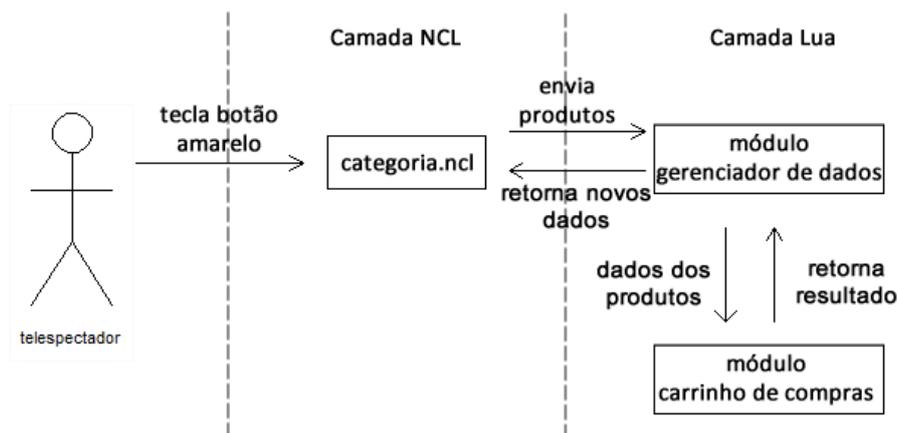


Figura 37: Comportamento interativo: teclar botão amarelo

É importante ressaltar que a aplicação deverá ser encerrada das seguintes maneiras: quando o telespectador desejar sair do protótipo, inicializando ou não o módulo de compra, ou através do botão “*exit*” do controle remoto; e quando o telespectador enviar os produtos do carrinho de compras ao serviço on-line de venda do fornecedor, nesse momento o telespectador deverá aguardar a aplicação de venda ser iniciada. É importante destacar que o escopo desta dissertação não inclui a aplicação de vendas.

3.4 Implementação da Técnica de Coordenadas Paralelas Adaptada

Nesta seção, será descrita a implementação da técnica coordenadas paralelas na API Lua InfoVis desenvolvida por (Marques, Carneiro, Veras, Meiguins, & Meiguins, 2011) para aplicações de TVDi com auxílio de InfoVis no Brasil. Esta API foi desenvolvida em linguagem de programação Lua, adaptada para executar no *middleware* Ginga e para comunicar-se com o ambiente declarativo NCL, conforme regulamentado pela (ABNT_15606-2, 2008).

No trabalho de (Marques, Carneiro, Veras, Meiguins, & Meiguins, 2011), a API Lua, chamada de biblioteca de autoria, possui quatro (4) módulos:

- *Core*: É responsável por gerenciar toda a área gráfica navegável pelo telespectador através do controle remoto;
- *Graphical*: É responsável por plotar todos os componentes gráficos da GUI, tais como botões, *radiobuttons*, *controlPanel*, etc.;
- *InfoVis*: É responsável por gerenciar os componentes referentes à visualização, tais como técnicas de InfoVis e detalhes sob demanda;

- *Util*: Possui diversas classes de utilitários, atualmente, possui classes que tem como objetivo auxiliar, principalmente, durante o desenvolvimento de aplicações que realizam a leitura de uma base de dados em formato de texto.

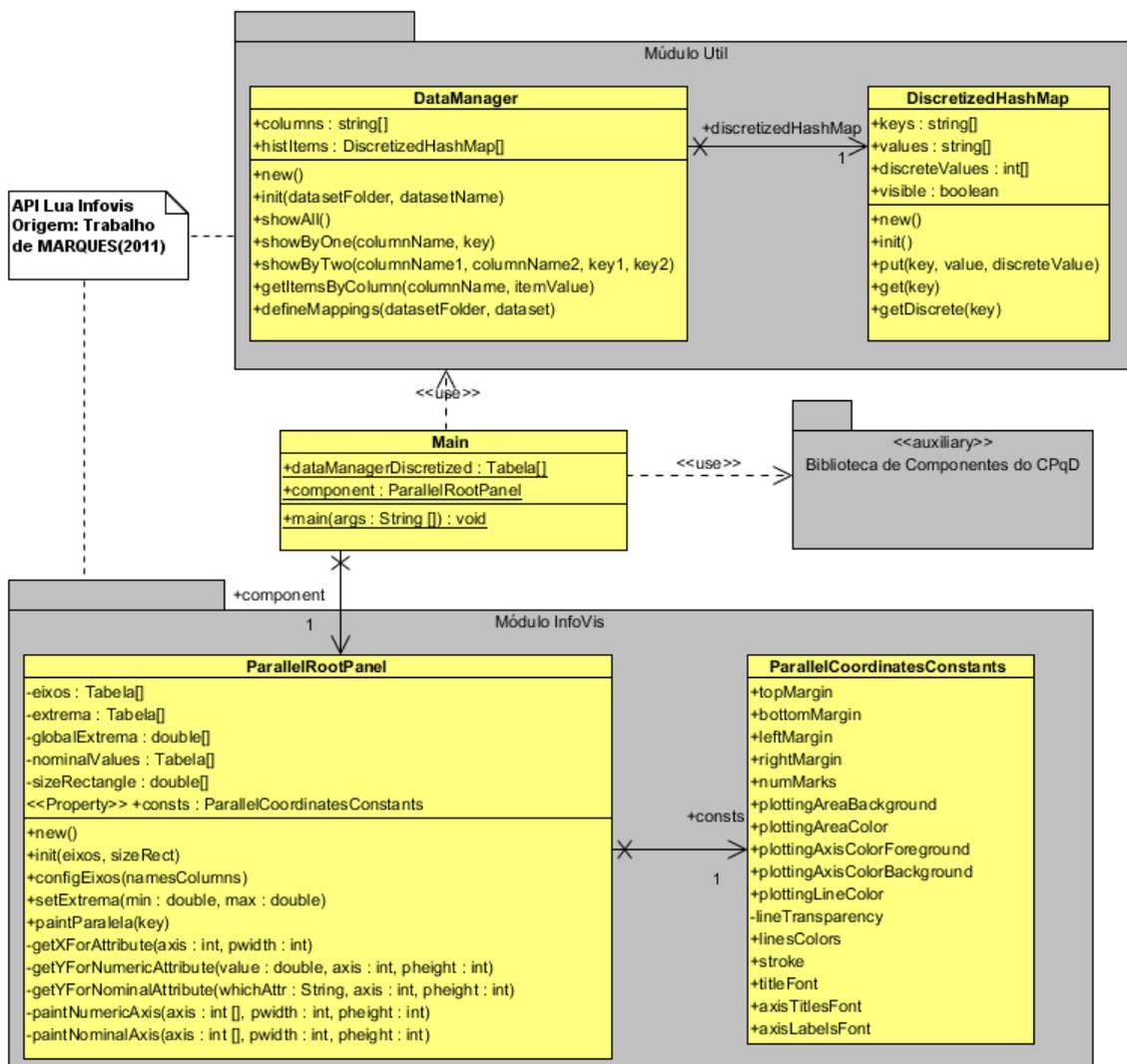


Figura 38: Diagrama de Classe da Aplicação *T-Commerce* com técnica de InfoVis Coordenadas Paralelas.

Neste trabalho foi adicionado novos componentes aos módulos InfoVis e Util. Optou-se por utilizar a biblioteca de componentes de software para a TVDi desenvolvida pelo (CPqD, 2012), em vez do módulo Graphical, para construir e apresentar os buttons, panels, etc. O módulo Graphical constrói cada componente da interface usando as primitivas básicas de desenho, como linha e retângulo. Estes componentes são na essência retângulos, os quais são requeridos para a construção do Treemap, porém para este trabalho outros componentes fora requeridos, como labels e imagens. Dentre outras vantagens da biblioteca do CPqD, estão a política de foco e o tratamento de eventos entre os componentes.

A Figura 38 apresenta o diagrama de classe da aplicação com o relacionamento com os módulos da biblioteca de autoria da API Lua InfoVis, bem como as modificações, expressas pelas classes dentro de cada módulo.

A seguir, tem-se as definições e responsabilidades de cada classe implementada na aplicação de *t-Commerce* com auxílio de uma técnica de InfoVis.

Com relação ao módulo *Util*, as classes *DiscretizedHashMap* (DHM) e *DataManager* (DM) foram implementadas para resolver o seguinte problema: a técnica de visualização coordenadas paralelas trabalha com dados multidimensionais, esses dados podem ser do tipo contínuo ou categórico. Dados contínuos são de natureza numérica, e quantificar os valores de um atributo deste tipo é mais fácil, como por exemplo, encontrar o máximo e mínimo do atributo Preço. Porém, os dados do tipo categórico não possuem significado de quantidade, ou seja, computacionalmente não se sabe se determinado valor é maior, menor ou igual a outro valor. Geralmente, esses dados são de natureza textual. Por exemplo, como identificar computacionalmente que o valor Intel Core i3 é mais potente que o valor Dual Core no atributo Processador? Portanto, para solucionar este problema, foi atribuído a cada categoria uma notação numérica, e esse valor associado a cada valor textual do atributo categórico.

A classe DHM tem a função de guardar a estrutura dos dados, associando os dados categóricos a valores numéricos, através da relação de índices entre arrays, além de funções para manipulação dos dados.

A classe DM tem a função de realizar a associação entre valor categórico e o valor numérico de fato, e utilizar a classe DHM para estruturar e organizar os dados. Neste caso, a classe DM pode ser considerada uma interface de acesso ao DHM. Porém, esta não é a única função da classe DM. Ela também oferece para o método principal operações de filtro, ou seja, operações que mudam o estado da variável *visible* da classe DHM, especificando quem está ativo ou não para a visualização na camada NCL. Os outros componentes do módulo *Util* foram reutilizados pelos novos componentes e não foram modificados.

Com relação ao módulo InfoVis, tem-se a implementação da mais relevante contribuição desta pesquisa: a adição de mais uma técnica de visualização a API. Neste contexto, encontramos duas novas classes, a classe *ParallelRootPanel* (PRP) e a classe *ParallelCoordinatesConstants* (PCC).

A classe PCC é uma classe auxiliar. Ela tem a função de servir variáveis e constantes para a classe PRP, e auxiliá-la no desenho dos eixos e das paralelas.

A classe principal da visualização de coordenadas paralelas é a PRP. Ela possui os seguintes atributos:

- **eixos**: tabela Lua contendo os dados de determinado item que será desenhado no gráfico.
- **extrema**: tabela Lua contendo os valores extremos para atributos numéricos.
- **nominalValues**: tabela Lua contendo os valores discretos para atributos categóricos.
- **sizeRectangle**: tabela Lua que define o tamanho dos retângulos de cada atributo e em cada eixo. Essa variável é responsável pelo tamanhos dos retângulos que fica junto as polilinhas.
- **consts**: objeto da classe PCC, que dará acesso as constantes que auxiliarão o desenho do gráfico.

A classe PRP também possui operações, descritas a seguir. Estas operações são funções Lua que manipulam variáveis e tabelas de dados. Esta classe utiliza o módulo Canvas do NCL-Lua, nome dado a adaptação da linguagem Lua ao *middleware* Ginga. Com o módulo Canvas, o desenho dos eixos numéricos ou contínuos é realizado pela função *paintNumericAxis* e o desenho dos eixos nominais ou categóricos é realizado pela função *paintNominalAxis*, onde ambos receberão os valores dos eixos, bem como sua largura e altura.

A função *configEixos* é responsável por configurar os eixos, conforme os valores de cada atributo, passado por parâmetro no método *init*. A função *configEixos* também utiliza os métodos:

- *paintNumericAxis*, para pintar os eixos numéricos;
- *paintNominalAxis*, para desenhar os eixos nominais;
- *getXForAttribute*, para pegar os valores de x dos atributos;
- *getYForNumericAttribute*, para pegar os valores y dos atributos numéricos;
- *getYForNominalAttribute*, para pegar os valores y dos atributos nominais.
- *setExtrema*, para guardar os extremos de cada atributo.

Finalmente, a função *paintParalela* recebe da classe Main a chave que determinará qual item deve ser desenhado na visualização.

A classe *Main* é a classe responsável por trabalhar a estrutura de dados (*DataManager*) e chamar a visualização quando for requerido. Esta classe é o script Lua

que está embutido na camada NCL, ou seja, é ele que receberá os eventos da camada NCL, de acordo com as interações do usuário.

Outra responsabilidade da classe *Main* é o uso dos componentes da biblioteca desenvolvida pelo (CPqD, 2012). Com esse componentes, o script *Main* gera um menu dinâmico de itens da base de dados, e apresenta ao telespectador através da comunicação entre o NCL e o Lua. Este mesmo processo é usado para desenhar a visualização na tela. A classe *Main* também recebe da camada NCL os eventos de filtro selecionado pelo usuário, e então aciona o *DataManager* para selecionar os itens de acordo com a escolha.

A principal adaptação na técnica de coordenada paralela é a adição de pequenos retângulos próximos aos valores referenciados nos eixos, quando a paralela é desenhada. O atributo *sizeRectangle* define o tamanho dos retângulos e sua posição é sempre a relacionado a polilinha do valor no eixo de atributos. A definição do tamanho é com base na largura e altura da área de desenho da visualização, pois telas de TVs possuem diferentes tamanhos, e o tamanho do retângulo pode ser pequeno em uma tela e grande em outra.

Existem diversas e diferentes abordagens de modificar a técnica de coordenadas paralelas visando comunicar mais claramente a informação representada na técnica, seja através da adição de rótulos perpendiculares em relação aos eixos ou de alterações na representação das polilinhas, seja utilizando dégradés de transparência (Theisel, 2000) ou utilizando curvas ao invés de segmentos de reta (GRAHAM & KENNEDY, Using curves to enhance parallel coordinate visualisations., 2003). Outras ferramentas utilizam uma abordagem de melhoria da técnica baseada na interação com a mesma, fazendo uso de, por exemplo, detalhes sobre demanda relacionados a uma polilinha selecionada (Inselberg A. , 2009).

Ao planejar este tipo de modificação no ambiente da TVDi, é preciso considerar que a limitação do mecanismo de interação pode tornar determinados tipos de interações difíceis de serem realizados, ao ponto de representar um desestímulo ao uso da aplicação. Ao longo deste trabalho, optou-se por utilizar modificações gráficas na técnica de coordenadas paralelas visando detalhar a informação que está sendo comunicada pela visualização.

A primeira modificação foi à inclusão dos rótulos ao lado dos eixos do gráfico, indicando que valor exato da escala é representado por cada posição em cada eixo em que passa uma polilinha. Essa modificação associa precisão e um rápido

reconhecimento dos valores indicados. Contudo, ainda há a possibilidade de ocorrerem oclusões (SPENCE, 2007).

Em visualização de informação, considera-se oclusão quando o mapeamento gráfico de dois itens distintos se sobrepõe retirando um destes, completa ou parcialmente, da visão do observador, seja por estes possuírem o mesmo valor da característica analisada, ou por possuírem valores próximos e seus respectivos mapeamentos gráficos “invadirem” a área de outro item ou pela carência de espaço de desenho.

Para reduzir a dificuldade de interpretação do gráfico, optou-se por renderizar um pequeno retângulo na origem de cada segmento de reta de uma polilinha, de cor igual a polilinha. Quando dois segmentos de reta tem a mesma origem, os retângulos respectivos de cada um são empilhados perpendicularmente na ordem de desenho dos segmentos de reta. Isso faz com que mesmo um segmento ocluso possa ser identificado a partir de seu ponto de origem (e conseqüentemente de destino, uma vez que este será a origem de outro segmento).

As modificações feitas podem ser vistas na Figura 39.

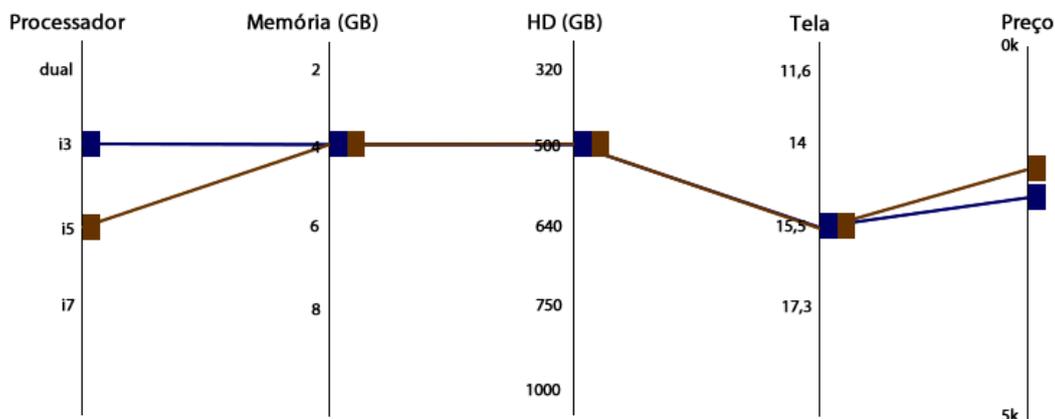


Figura 39: Modificações feitas sobre as coordenadas paralelas para diminuir o esforço de análise.

Contudo, esta solução limita a quantidade de dados que a técnica pode representar visualmente, pois se uma grande quantidade de itens for desenhada, os retângulos podem facilmente ultrapassar o eixo vizinho, tornando a visualização ineficiente. Como dito anteriormente, a visualização de coordenadas paralelas possui um limite de aproximadamente 1.000 itens (KEIM & KRIEGE, 1996), porém, as considerações de (Marques, Carneiro, Veras, Meiguins, & Meiguins, 2011) sobre o tamanho dos dados reduz significativamente a quantidade de dados em um STB. Portanto, a decisão de termos apenas 15 itens é amparada nessa análise. Com relação a

quantidade de itens desenhados na visualização, optou-se por representar somente quatro itens no máximo, para não sobrecarregar visualmente o usuário, haja vista que esta aplicação de *t-Commerce* irá atingir pessoas com diversos graus de habilidade computacional e vários graus de percepções diferentes, e com isso, irá impactar em usuários com pouca ou nenhuma experiência em visualização da informação.

O capítulo 4 apresenta os resultados obtidos a partir da utilização da interface *T-Commerce*

4 AVALIAÇÃO E RESULTADOS OBTIDOS

4.1 Avaliação da Interface TVDi com Usuário

No Brasil boa parte da população ainda sente dificuldade no uso de aparelhos digitais, como celulares, máquina de fotos e filme digitais, etc. Devido a essa dificuldade, para que seja efetivo disponibilizar acesso a informações e serviços através de um meio digital novo (a TV digital interativa) é necessário investigar e entender a usabilidade dos serviços interativos a serem oferecidos aos usuários, tais como interfaces, menus, controles remotos, e qualquer outro dispositivo ou tecnologia utilizados para permitir que as pessoas interajam com estes serviços.

Assim como a Internet, a TV digital interativa representa a possibilidade de acesso a um mundo virtual de informações e serviços. De fato, a TV digital interativa "esconde" em si um sistema informatizado que é operado como uma TV, por meio de um controle remoto. Esta nova tecnologia representa um significativo avanço em direção de uma informática imperceptível e onipresente (BECKER, FORNARI, HERWEG, & MONTEZ, 2006).

A usabilidade é uma parte importante da experiência do Usuário. Segundo a ISO a 9241 "é a eficiência, eficácia e satisfação que um grupo específico de usuários pode atingir durante a realização de um grupo específico de tarefas num determinado ambiente". Segundo (BECKER, PICCIONI, MONTEZ, & FILHO, 2005), esta definição elaborada pela ISO é geral o suficiente para ser válida para a TV interativa, incluindo os mais diversos perfis de utilizadores. Assim, ao garantir um bom nível de usabilidade para as aplicações de TV Digital, estará possibilitando serviços de maior qualidade e simplicidade ao usuário de qualquer nível de formação.

Por outro lado, a usabilidade não é uma qualidade inerente aos controles gráficos interativos e a informação multimídia que povoam as telas da TV digital interativa. De fato, a simples existência de recursos enriquecidos de atributos e possibilidades (cores, estilos, formatos, sons, etc.) aumenta a complexidade de decisões de projeto. Os desenvolvedores terão maiores dificuldades em configurá-los de modo a colocar-lhes em acordo com as variadas características físicas, cognitivas e sociais dos usuários. (BECKER, FORNARI, HERWEG, & MONTEZ, 2006).

Segundo (Preece, Roger, & Sharp, 2008), alguns fatores típicos podem ser enumerados para avaliar a qualidade de um sistema em relação a usabilidade, são eles:

- Facilidade de aprendizado;
- Facilidade de uso;
- Eficiência de uso e produtividade;
- Satisfação do usuário;
- Flexibilidade;
- Utilidade;
- Segurança no uso.

Tais fatores devem estar bem sólidos na equipe de desenvolvimento, para minimizar a complexidade apresentada por (BECKER, FORNARI, HERWEG, & MONTEZ, 2006). Porém, um padrão de referência em usabilidade é preciso para apoiar os projetistas nesta questão.

As recomendações de usabilidade para o serviço *T-Commerce*, representado aqui pela sigla TC, recentemente publicadas pelo Centro de Pesquisa e Desenvolvimento (CPqD), em maio de 2012 em uma "Cartilha de Recomendações de Usabilidade para aplicações em TVDi", foram divididas de acordo com os seguintes elementos: recomendações gerais, considerando aspectos de acessibilidade, consistência, visibilidade, prevenção de erros e apresentação; navegação e *feedback*.

Com relação às recomendações gerais (RG), as seguintes considerações devem ser seguidas:

- TC_RG_01: Utilizar mecanismos de seleção que não dependam somente da cor para diferenciar o item selecionado dos demais existentes;
- TC_RG_02: Aumentar o espaçamento entre as informações através do uso dos espaços vazios na tela;
- TC_RG_03: Diferenciar os elementos da tela de forma simples e consistente;
- TC_RG_04: Colocar as ações a serem executadas na aplicação associadas aos botões coloridos do controle remoto, sempre que possível;
- TC_RG_05: Apresentar títulos claros para evitar confusão do usuário;
- TC_RG_06: Apresentar as informações claras e adequadas de acordo com as necessidades da aplicação;
- TC_RG_07: Usar gramática apropriada e capitalização consistente para gerar uma comunicação clara entre a aplicação e o usuário;

- TC_RG_08: Manter a consistência do mecanismo de seleção em toda a aplicação;
- TC_RG_09: Manter a consistência com o modelo de interação aprendido pelo usuário em toda a aplicação;
- TC_RG_10: Utilizar legendas ou recursos de ajuda contextual para que o usuário saiba quais as ações possíveis a serem executadas;
- TC_RG_11: Oferecer funcionalidades importantes da aplicação com menor número de passos possível;
- TC_RG_12: Facilitar a execução de tarefas de edição de texto devido ao uso do controle remoto;
- TC_RG_13: Utilizar a funcionalidade <apagar> para caracter a caracter;
- TC_RG_14: Utilizar a funcionalidade <limpar campo> para apagar palavra inteira;
- TC_RG_15: No caso de uso de listas, oferecer ao usuário a possibilidade de controle da ordenação;
- TC_RG_16: Apresentar valores padrão de preenchimento de formulários para facilitar e agilizar entrada de dados.

Para os aspectos relacionados à **navegação (N)**, devem ser consideradas as seguintes recomendações:

- TC_N_01: Ao usar paginação indicar claramente a existência de outras telas tanto por meio de seta quanto indicando a página atual e quantidade total de páginas;
- TC_N_02: Simplificar a entrada de dados via formulário, reduzindo a quantidade de informações a ser preenchidas e fornecendo mecanismos de seleção e auto completar para evitar a digitação via controle remoto;
- TC_N_03: Diferenciar visualmente campos selecionáveis de campos não selecionáveis na aplicação por meio de diferentes cores, formas e tamanhos.

Com relação aos elementos de interface relacionados a **botões (B)** e botões coloridos, as seguintes recomendações foram identificadas:

- TC_B_01: Manter as opções da legenda centralizadas e na mesma ordem das cores dos botões do controle remoto;
- TC_B_02: Mapear corretamente as funções do controle para as funções da aplicação, para evitar confusão do usuário;
- TC_B_03: Manter consistente o mapeamento entre as funções dos botões coloridos do controle por toda a aplicação.

Com relação aos mecanismos de *feedback* (F), as seguintes recomendações foram identificadas:

- TC_F_01: Prover mecanismos para indicar ao usuário, de forma clara, qual o campo que está sendo editado em um formulário;
- TC_F_02: Prover mecanismos de *feedback* que permitam ao usuário saber o contexto atual da aplicação;
- TC_F_03: Usar técnicas para reduzir o processamento e/ou carregamento de tela sempre levando em conta a regra dos 8 segundos para TV;
- TC_F_04: Apresentar na tela os comandos, ações disponíveis ao usuário e ajuda contextual.

Com base neste contexto, a avaliação da interface de *T-Commerce* proposta para o usuário tem o objetivo de observar a experiência do usuário na interação com a aplicação, analisando dificuldades que a interface possa vier a ter com a interação do usuário. Portanto, foi realizado um *check list* no protótipo para conferir o nível de adesão da interface as recomendações elaboradas na cartilha do CPqD. Os resultados estão descritos na Tabela 2: Checklist do protótipo de *T-Commerce*.

Tabela 2: Checklist do protótipo de *T-Commerce*

Interface <i>T-Commerce</i> do Protótipo			
Recomendação	Em conformidade	Em não conformidade	Não se aplica
TC_RG_01		X	
TC_RG_02		X	
TC_RG_03	X		
TC_RG_04	X		
TC_RG_05	X		
TC_RG_06	X		
TC_RG_07	X		
TC_RG_08	X		
TC_RG_09	X		
TC_RG_10	X		
TC_RG_11	X		
TC_RG_12			X
TC_RG_13			X
TC_RG_14			X
TC_RG_15			X
TC_RG_16			X

TC_N_01		X
TC_N_02		X
TC_N_03		X
TC_B_01	X	
TC_B_02	X	
TC_B_03	X	
TC_F_01		X
TC_F_02	X	
TC_F_03	X	
TC_F_04	X	

Na Tabela 2, os itens de recomendação que não se aplica geralmente fazem referência ao uso de formulários e teclados virtuais para inserção e edição de textos, pois estas funcionalidades não são abordadas neste trabalho. O check list permite fazer uma análise inicial sobre pontos fortes e fracos da aplicação, que segue a contento as recomendações gerais e as de elementos de interface relacionados a botões, porém não segue a cartilha nos aspectos relacionados à navegação. Quanto aos mecanismos de *feedback*, em sua maioria, estão em conformidade com o estabelecido pelo CPqD.

4.2 Plano de Testes

Segundo (ROCHA & BARANAUSKAS, 2003) é de suma importância definir qual será o objetivo do teste, haja vista que objetivo do teste terá um impacto significativo no tipo de teste a ser realizado. Por conseguinte, definem-se quais critérios de usabilidade devem ser medidos. Tendo em vista que o teste realizado teve o intuito de avaliar a qualidade dos componentes do protótipo *T-Commerce*, buscou-se responder os seguintes questionamentos no plano de teste inspirado nas sugestões de (NIELSEN, 1993) (ROCHA & BARANAUSKAS, 2003):

- Qual o objetivo do teste?
- Onde o teste deverá acontecer?
- Qual o suporte computacional necessário?
- Qual software precisará estar à disposição no momento dos testes?
- Qual o estado do protótipo no início de cada seção?
- Quem serão os espectadores?
- Quem serão os usuários e como serão conseguidos?

- Quantos usuários irão realizar os testes?
- Quais as tarefas que serão solicitadas aos usuários?
- Qual a duração prevista de cada sessão?
- Qual o critério será utilizado para definir que os usuários terminaram cada tarefa corretamente?

Com base nestas questões, definiu-se o planejamento dos testes da seguinte forma:

- Objetivo do teste: avaliar componentes de interação da interface e o quanto a técnica de InfoVis contribuiu para a tomada de decisão do telespectador para a compra do produto;
- Local de aplicação do teste: de acordo com (BRACKMANN, 2010), os testes devem ser realizados em um ambiente familiar e agradável para o usuário, portanto os testes foram realizados na casa dos participantes;
- Suporte computacional utilizado: definiu-se que seria utilizado um *STB* com suporte ao Ginga conectado a uma TV, seja ela digital ou analógica, para executar o protótipo de auxílio ao *T-Commerce*, e também um controle remoto interativo, o qual acompanha o *STB*;
- Softwares disponíveis: além do próprio protótipo em execução do *STB*, definiu-se que estaria disponível uma base de dados, com quinze (15) itens, possuindo dados sobre notebooks, extraídos do site de uma loja presente em boa parte do território nacional. Estes dados contêm informações sobre: marca, modelo, processador, memória em gigabytes (GB), capacidade do disco rígido – Hard Disk (HD) em gigabytes (GB), tamanho de tela, preço em reais, detalhes do produto em forma de arquivo HTML e uma imagem do produto. Tais dados estão dispostos em nove (09) atributos, sendo cinco (5) textuais e cinco (4) numéricos;
- Estado do protótipo: no início de cada teste, o protótipo já se encontra em execução, apresentando a tela inicial;
- Espectadores do teste: apenas o avaliador e o próprio usuário;
- Usuários dos testes: definiu-se que os usuários seriam pessoas comuns, ou seja, telespectadores habituais que retratasse a maioria dos brasileiros categorizados por faixa etária, de 15 a 25 anos, de 26 a 35 anos, de 36 a 45 anos, de 46 a 55, e acima de 55 anos;

- Tarefas dos testes: definiu-se para os testes a quantidade de nove (9) tarefas, com o propósito geral de avaliar os elementos da interface e a técnica de InfoVis. Cada tarefa possui 1 ou 2 perguntas que visam auxiliar a avaliação de características descritas nas tabelas abaixo, além das características a avaliar, temos a descrição da ação e do resultado esperado de cada tarefa (Tabela 3-9);

Tabela 3: Tarefa 1 para avaliação de usabilidade.

TAREFA 1		
AÇÃO	RESULTADO ESPERADO	CARACTERÍSTICAS A AVALIAR
Selecionar um ícone categoria desejado no mosaico utilizando o controle remoto	A identificação dos tipos de categorias disponíveis na aplicação	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação, • Seleção, • Navegação • Os tipos de categoria disponíveis na aplicação

Tabela 4: Tarefa 2 para avaliação de usabilidade.

TAREFA 2		
AÇÃO	RESULTADO ESPERADO	CARACTERÍSTICAS A AVALIAR
Selecionar uma marca no menu utilizando o controle remoto	A identificação da quantidade de produtos da marca selecionada e os itens ocultos	<ul style="list-style-type: none"> • Navegação, • Seleção e • Percepção de itens no menu de marca

Tabela 5: Tarefa 3 para avaliação de usabilidade

TAREFA 3		
AÇÃO	RESULTADO ESPERADO	CARACTERÍSTICAS A AVALIAR
Selecionar uma faixa de preço no menu utilizando o controle remoto	A identificação da quantidade de produtos da faixa de preço selecionada	<ul style="list-style-type: none"> • Entendimento dos rótulos do menu; • Acessibilidade a faixa de preços • Percepção do Item selecionado

Tabela 6: Tarefa 4 para avaliação de usabilidade.

TAREFA 4		
AÇÃO	RESULTADO ESPERADO	CARACTERÍSTICAS A AVALIAR
Selecionar a marca e a faixa de preços nos menus	A identificação da quantidade de produtos é da marca e do preço selecionado	<ul style="list-style-type: none"> • Percepção e • Noção de filtro conjunto

Tabela 7: Tarefa 5 para avaliação de usabilidade.

TAREFA 5		
AÇÃO	RESULTADO ESPERADO	CARACTERÍSTICAS A AVALIAR
Selecionar dois produtos no menu de itens	A identificação de cores atribuídas aos produtos selecionados	<ul style="list-style-type: none"> • Associação de cores

Tabela 8: Tarefa 6 para avaliação de usabilidade

TAREFA 6		
AÇÃO	RESULTADO ESPERADO	CARACTERÍSTICAS A AVALIAR
Selecionar marca	A identificação de um produto de cor vermelha e sua respectiva marca	<ul style="list-style-type: none"> • Características visuais do produto

Tabela 9: Tarefa 7 para avaliação de usabilidade

TAREFA 7		
AÇÃO	RESULTADO ESPERADO	CARACTERÍSTICAS A AVALIAR
Analisar atributos visuais de dois produtos selecionados	A identificação de qual produto possui maior preço	<ul style="list-style-type: none"> • Visualização da Informação

Tabela 10: Tarefa 8 para avaliação de usabilidade.

TAREFA 8		
AÇÃO	RESULTADO ESPERADO	CARACTERÍSTICAS A AVALIAR
Visualizar detalhes de um produto selecionado	A identificação da tela de detalhes do produto	<ul style="list-style-type: none"> • Navegação e acesso ao detalhe sob demanda do produto selecionado

Tabela 11: Tarefa 9 para avaliação de usabilidade.

TAREFA 9		
AÇÃO	RESULTADO ESPERADO	CARACTERÍSTICAS A AVALIAR
Selecionar marca, faixa de preço, produtos e analisá-los na visualização	Análise do custo-benefício entre os produtos selecionados.	<ul style="list-style-type: none"> • Fluxo geral da interface de compras.

- Duração dos testes: para as cinco primeiras tarefas, o usuário terá 3 minutos para completar cada tarefa, e nos últimos quatro, o tempo será de 2 minutos para cada tarefa, totalizando o tempo máximo de 23 minutos para cada participante;
- Critério para o término da tarefa corretamente: as tabelas das tarefas indicam o resultado esperado, sendo estes os critérios para completar cada tarefa.

Algumas considerações são observadas para manter a integridade dos testes. Os testes foram aplicados em um ambiente preparado, contendo as seguintes ferramentas: 1 TV, 1 STB, e 1 controle remoto. O usuário era convidado a se sentar em frente a TV e iniciar a interatividade. Como pré-requisito uma orientação é dada ao usuário com relação ao manuseio do controle remoto. Para legitimar os resultados, o teste foi aplicado individualmente a cada usuário e foi expresso de forma oral que nenhuma ajuda seria oferecida durante as tarefas do teste e que os testes tinham o objetivo de avaliar a aplicação, e não o usuário.

4.2.1 Instrumento de Coleta de Dados

Para a realização da coleta de dados, optou-se pelo uso do método subjetivo conhecido como NASA – TLX (HART & STAVELAND, 1988).

Segundo (Meshkati, Hancock, & Rahimi, 1989), o NASA-TLX é uma das escalas de opinião mais úteis, apresenta um consistente nível de sensibilidade nas tarefas que apresentam componentes cognitivos e perceptivos, e é uma escala fácil de ser compreendida e utilizada.

O NASA-TLX tem o objetivo de mensurar a carga de trabalho que um sistema ou interface de comunicação impõe ao usuário do teste, ou seja, o quanto de trabalho um usuário efetuou ao realizar as tarefas.

Segundo (HART & STAVELAND, 1988), este método utiliza taxas multidimensionais para quantificar a carga de trabalho com base nas médias ponderadas das seguintes dimensões: Demanda Mental, Demanda Física, Demanda Temporal, Nível de Desempenho, Nível de Esforço total e Nível de Frustração.

Estas dimensões são divididas em dois aspectos de avaliação com relação ao usuário, são eles:

- Avaliação da carga de trabalho imposta ao usuário pela tarefa: este aspecto agrega as demandas mental, física e temporal;
- Avaliação da relação entre o usuário e a tarefa: este aspecto agrega o nível de desempenho, de esforço total e de frustração.

Antes de se realizar a aplicação do instrumento em si, devemos nos certificar de que o usuário participante do teste esteja bem familiarizado com cada uma das dimensões, para que ele possa identificar a dimensão correta durante os testes e

mensurar o quanto ele fora exigido. As definições das dimensões encontram-se listadas a seguir:

- **Demanda Mental:** Quanto de atividade mental e perceptiva foi exigido para a execução dos testes (Ex: raciocínio, decisão, cálculo, lembrança, busca, identificação)?
- **Demanda Física:** Quanto de atividade física os testes exigiram (Ex: pressionamento de botões, movimentos em geral, etc.)
- **Exigência Temporal:** O quão pressionado pelo tempo o usuário se sentiu para concluir os testes?
- **Nível de Desempenho:** O quão bem sucedido o usuário acha que foi no alcance dos objetivos dos testes?
- **Nível de Esforço Total:** Quanto de esforço total o usuário empenhou para a execução dos testes?
- **Nível de Frustração:** O quão inseguro, desencorajado, irritado, estressado e chateado o usuário se sentiu?

Cada dimensão é definida e esclarecida aos participantes, e ao final de cada teste é aplicado o questionário da Figura 40 onde o usuário poderá mensurar cada dimensão.

Avaliação de Carga de Trabalho NASA-TLX:

Demanda Mental:

Quanto de atividade mental e perceptiva foi necessário (raciocínio, decisão, cálculo, lembrança, busca, identificação)?

Baixo Alto

Demanda Física:

Quanto de esforço físico foi necessário (pressionamento de botões, movimentos com o mouse...)?

Baixo Alto

Demanda Temporal:

O quão pressionado pelo tempo você se sentiu?

Baixo Alto

Desempenho:

O quão bem sucedido você acha que foi no alcance dos objetivos das tarefas?

Ruim Bom

Esforço:

O quão arduamente você teve que trabalhar para atingir o seu nível de desempenho?

Baixo Alto

Frustração:

O quão inseguro, desencorajado, irritado, estressado e chateado você se sentiu?

Baixo Alto

Enviar

Rede de Informática

Figura 40: Questionário NASA-TLX, seguindo as definições de (HART & STAVELAND, 1988)

A aplicação do método NASA-TLX se divide em duas partes:

- 1ª parte: aplicação manual do questionário da Figura 40;
- 2ª parte: aplicação de 15 cartões, cada uma contendo um par diferente entre as dimensões.

Após a aplicação manual deste questionário, o pesquisador irá quantificar o valor mensurado pelo participante na escala de taxas de cada dimensão, atribuindo um valor de 1 a 20, a este valor daremos o nome de Taxa (Tx). Posteriormente, será aplicado a 2ª parte e posto a cada usuário 15 cartões, onde cada cartão mostra uma combinação de pares dentre as 6 dimensões abordadas. Nesta etapa, para cada par, o usuário irá escolher a dimensão que mais exigiu seu trabalho durante os testes. Cada dimensão poderá ter o valor de 0 a 5, dependendo das escolhas dos usuários, a este valor daremos o nome de Peso (P).

Após o término da aplicação do NASA-TLX, o pesquisador irá aplicar os dados obtidos (taxas e pesos) para obter o valor de carga de trabalho por usuário (CTu). A seguinte fórmula calcula este valor: $CTu = \frac{\sum nTx*P}{15}$, onde n é o número de dimensões, Tx é a taxa e P o peso, ambos atribuídos pelo usuário a cada dimensão. O número 15 corresponde ao número de cartões. De modo semelhante, será calculada a carga de trabalho por dimensão, porém a fórmula a ser usada é esta: $CTd = \frac{\sum nTx*P}{\sum nP}$, onde n é o número de usuários, Tx é a taxa e P o peso, ambos os valores da mesma dimensão para cada usuário.

4.3 Resultado dos Testes

O plano de testes apresentado na seção anterior foi implementado para 10 participantes voluntários, divididos por faixa etária. A Tabela 12 apresenta a distribuição dos participantes.

Tabela 12: Distribuição dos participantes de acordo com sua faixa etária.

Faixa etária	Quantidade
18-25 anos	4
26-35 anos	3
36-45 anos	2
Acima de 46 anos	1
Total	10

Considerando que a aplicação possui até quatro (4) categorias para a escolha do telespectador, a primeira tarefa (T1) tem o objetivo de avaliar o entendimento (*affordance*) do usuário ao escolher uma categoria. Nesta tarefa, 100% dos usuários souberam selecionar a categoria desejada. Com relação à característica navegação e seleção, os participantes opinaram e deram nota de 1 a 5, sendo 1-Péssimo, 2-Ruim, 3-Regular, 4-Bom e 5-Excelente. 50% dos usuários responderam excelente, 40% responderam bom, e 10% ruim. Esta porcentagem ruim foi atribuída ao fato da navegação não ser linear, ou seja, o usuário pode navegar livremente, o que pode ocasionar confusão. Com base nesta amostra de usuários, constata-se que o uso de ícones em formato mosaico é entendido, navegável e selecionável pelos usuários.

A segunda tarefa (T2) tem o objetivo avaliar o entendimento do usuário em navegar, selecionar e perceber os itens no menu de Marca. Este menu contém as marcas dos produtos que estão na base de dados. Para cada participante foi dada a tarefa de selecionar uma marca que não estivesse sendo visualizada, e responder quantos produtos foram encontrados da marca selecionada. Nesta tarefa, 100% dos usuários atingiram o objetivo com sucesso. Os usuários relataram que a seta direcional direita realmente inferia que houvesse mais itens a navegar. Com relação a navegação e seleção, os participantes opinaram e deram nota de 1 a 5, sendo 1-Péssimo, 2-Ruim, 3-Regular, 4-Bom e 5-Excelente. A distribuição percentual foi a seguinte: 20% responderam excelente, 50% bom, e 30% regular. Foi questionada a cada participante atribuir também uma nota com relação ao acesso a marca oculta, ou seja, a marca que não esta sendo visualizada. Neste quesito, 10% responderam excelente, 40% bom, outros 40% regular e 10% responderam que o acesso é ruim. Um usuário disse que esperava que o menu mostrasse mais itens conforme a navegação fosse para a direita, e vice-versa.

A terceira tarefa (T3) tem o objetivo avaliar o entendimento do usuário em navegar, selecionar e perceber os itens no menu de Faixa de Preço. Este menu contém faixas de preço que divide os produtos em categorias de preço. Para cada participante foi dada a tarefa de selecionar a faixa de preço entre R\$1.000 e R\$2.000, e dizer quantos produtos foram encontrados. Nesta tarefa, 100% dos usuários completaram a tarefa com sucesso. Na avaliação com relação a navegação e seleção, 80% dos usuários acharam bom, e 20% excelente. Foi questionada também se o significado dos rótulos de cada

item do menu faixa de preço está claro, e 70% disseram que sim, enquanto que 30% disseram não.

A quarta tarefa (T4) tem o objetivo avaliar a noção de filtro composto do usuário ao navegar e selecionar itens nos menus de marca e faixa de preço. A noção de filtro composto é entender a aplicação de mais de uma seleção na base de dados. Para cada participante foi dada a tarefa de selecionar a marca HP e a faixa de preço entre R\$1.000 e R\$2.000, e dizer quantos produtos foram encontrados. Nesta tarefa, 100% dos usuários alcançaram a resposta. Logo após a tarefa foi perguntado ao participante: O que você entende que esteja ocorrendo ao selecionar marca e faixa de preço? As respostas de todos os usuários, apesar das variações, tem na essência o significado de filtro composto. Portanto, esta tarefa avalia a característica do filtro composto de forma 100%.

A quinta tarefa (T5) tem o objetivo avaliar a percepção visual de cor associada à seleção do produto no menu de itens. Para cada participante foi dada a tarefa de selecionar dois (2) produtos no menu de itens, o quais são: Sony com processador Core i3, e Acer com processador Core i5. Nesta tarefa, 100% dos usuários conseguiram concluir a tarefa e selecionar corretamente os itens requeridos. Na avaliação das características com relação a navegação e seleção, 50% dos usuários disseram regular, 20% excelente, 10% bom, 10% ruim e 10% péssimo. O menu de itens mostrou-se o mais difícil de navegar e selecionar, pois ele é um componente "montado" através do script Lua, e sua interação com componentes NCL não é trivial. Foi perguntado ainda se as informações contidas em cada item ajudaram a resolver a tarefa, e 80% disseram que sim, e 20% que não. A esta porcentagem negativa, observou-se que as letras devam ser maiores, facilitando a leitura em televisores.

A sexta tarefa (T6) tem o objetivo avaliar as características visuais do produto no menu de itens. Quanto às características do produto, busca-se saber se o usuário percebe características visuais da imagem do produto no menu, como por exemplo, sua cor predominante. Para cada participante foi dada a tarefa de procurar um produto de cor vermelha e dizer de que marca ele pertence. Nesta tarefa, 100% dos participantes conseguiram realizar a tarefa de forma satisfatória, pois as imagens de cada produto estavam nítidas e com cores vivas. Com relação às características visuais do produto, 100% dos participantes responderam que sua visualização estava clara.

A sétima tarefa (T7) tem o objetivo avaliar se os usuários conseguem analisar dois produtos selecionados e com seus dados representados na visualização de

coordenadas paralelas, percebendo a associação de cores entre a seleção dos produtos no menu e os segmentos de linha que passa pelos eixos paralelos e seus retângulos opacos. Para cada participante foi dada a tarefa de analisar o cenário e responder qual produto dos selecionados possui maior preço. Nesta tarefa, apenas 30% dos usuários responderam de forma correta. Os usuários que erraram, acabaram argumentando que, pela lógica, a parte inferior do eixo paralelo corresponde a valores inferiores, e a parte superior ao oposto. Porém a visualização trabalha com o máximo e mínimo invertido, ou seja, o marcador no eixo quanto mais próximo do limite superior, será o produto mais barato, e quanto mais próximo do limite inferior, será o produto mais caro. Dentre os que erraram está os usuários com faixa etária menor de 35 anos. Portanto, estes usuários acabaram por responder o produto de menor preço. O testador identificou neste teste que os usuários que erraram não perceberam os rótulos identificando o valor máximo e o valor mínimo em cada limite da paralela. Como solução para este problema foi proposto que os valores mínimo e máximo sejam invertidos, e os rótulos mantidos, pois foi devido a eles que outros 30% acertaram a tarefa. Na avaliação da característica com relação à visualização no auxílio a resposta do usuário, 60% dos usuários disseram regular, 20% excelente, e 20% bom. A visualização, no final desta avaliação, mostrou-se regular quanto a disposição das informações categóricas.

A oitava tarefa (T8) tem o objetivo avaliar o acesso ao detalhe sob-demanda de um produto. Para cada participante foi dada a tarefa de acessar os detalhes do notebook Sony Vaio com processador Intel Core i3. Nesta tarefa, 100% dos usuários acessaram de forma correta, conseguindo visualizar os detalhes do notebook requerido no teste. Na avaliação da característica com relação ao acesso do detalhe sob-demanda, 10% dos usuários disseram excelente, 40% bom, 40% regular e 10% ruim. Portanto, no geral os usuários tiveram dificuldades em acessar o detalhe sob-demanda do produto, porém todos conseguiram completar a tarefa.

A nona tarefa (T9) tem o objetivo de avaliar a clareza da interface e da visualização no geral para o usuário. Para cada participante foi dada a tarefa de selecionar, no menu de itens, dois notebooks especificados pela tarefa, e responder qual notebook possui melhor custo-benefício, comparando os dados dos notebooks visualmente. Nesta tarefa, 90% dos usuários conseguiram responder o produto correto. Apenas 1 usuário mostrou-se estar confuso ao selecionar itens para a visualização, e não completou a tarefa no tempo estimado. Para resolver esta tarefa, o usuário deveria comparar cada atributo dos produtos e pesar seus dados em comparação ao outro.

Dentre esses atributos, tem-se o preço. A relação custo-benefício preconiza a melhor qualidade com o preço mais baixo, no contexto de notebooks, seria o produto com configuração mais sofisticada com o menor preço. Esta tarefa tem bastante semelhança com a tarefa 7. Na tarefa 7 apenas 30% dos usuários acertaram o notebook, mas nesta tarefa, 90% tiveram êxito. A diferença entre as duas é a quantidade de atributos que o usuário analisa na visualização. Portanto, o usuário ao analisar todos os atributos, percebeu qual dos notebooks era mais caro e mais barato em relação ao outro. Isso foi possível devido a associação do preço com os outros atributos, além da percepção dos rótulos com o valor mínimo e máximo do eixo de preço. Com relação à visualização da informação no auxílio a resposta, 40% dos usuários disseram excelente e 60% disseram bom.

A Figura 41 apresenta o gráfico de barras com os tempos (em segundos) que cada usuário desempenhou para concluir a tarefa juntamente com o gráfico de linha para as médias dos tempos de cada tarefa. Ao analisar o gráfico, a tarefa que despendeu maior tempo para ser realizado foi a tarefa T5, mostrando um ponto negativo, pois a demora em concluir pode acarretar em frustração do usuário.

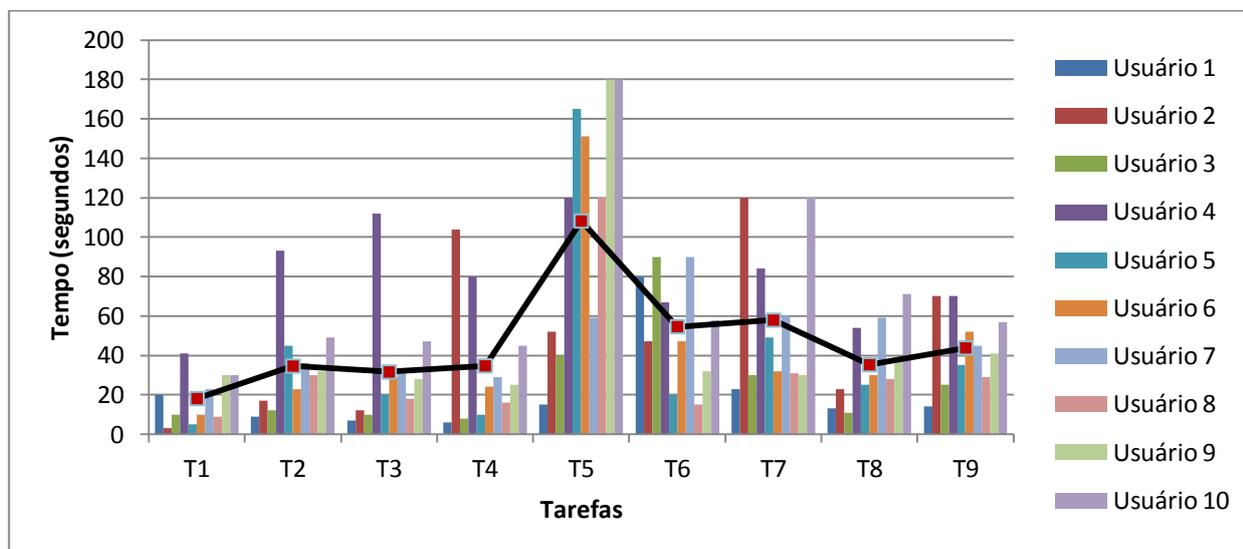


Figura 41: Tempo (em segundos) de cada tarefa com suas respectivas médias

A Figura 42 apresenta o quantitativo de acertos por tarefa, mostrando a eficiência de cada tarefa com relação ao usuário. A tarefa T7 foi a que menos obteve sucesso, ressaltando pontos a serem melhorados na ferramenta de *t-Commerce*, tais como a disposição dos rótulos e a inversão dos valores máximos e mínimos.

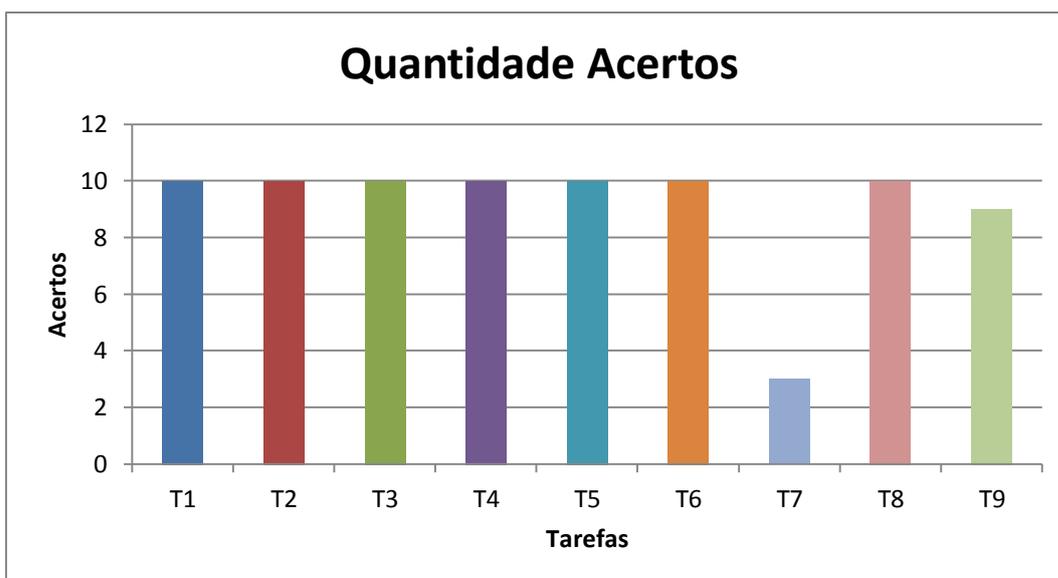


Figura 42: Quantidade de acertos por tarefa.

4.3.1 Resultados do NASA-TLX

A aplicação do método NASA-TLX foi realizada conforme o plano de testes. Com os dados obtidos da 1ª e 2ª etapas, foi gerada uma tabela para cada etapa. A tabela da 1ª etapa apresenta as taxas das dimensões por usuário. Desta tabela foram calculadas as médias ponderadas de cada dimensão. A Figura 43 apresenta em forma de gráfico a distribuição das médias das taxas por dimensão. Observa-se que a dimensão Desempenho obteve maior relevância para os usuários.

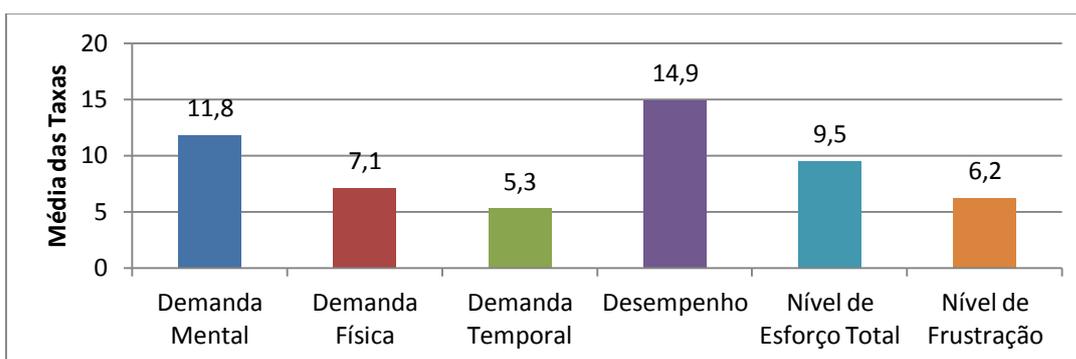


Figura 43: Média das Taxas por Dimensão

A tabela da 2ª etapa apresenta os pesos das dimensões por usuário. Desta tabela foram calculadas as médias ponderadas de cada dimensão. A Figura 44 apresenta em forma de gráfico a distribuição das médias dos pesos por dimensão. Observa-se que a dimensão Nível de Esforço Total obteve maior relevância para os usuários.

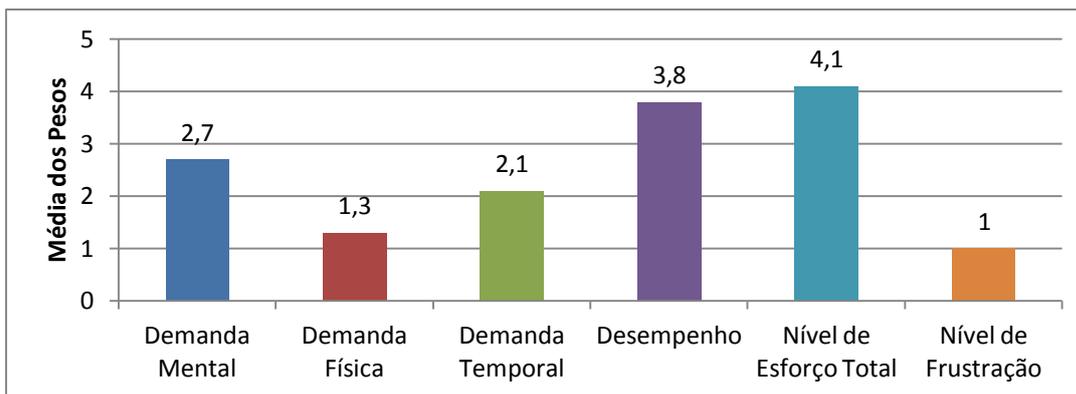


Figura 44: Média dos Pesos por Dimensão.

Com base nas Taxas e Pesos obtidos, aplicam-se as fórmulas definidas anteriormente no plano de testes (ver seção 4.2.1). Primeiro, foi obtido a carga de trabalho por usuário. A Figura 45 apresenta em forma de gráfico os usuários com suas respectivas cargas de trabalho. Observa-se neste gráfico que o usuário que sofreu maior carga de trabalho foi o usuário 1, com 13,87, e quem sofreu a menor carga foi o usuário 6, com 7,73.

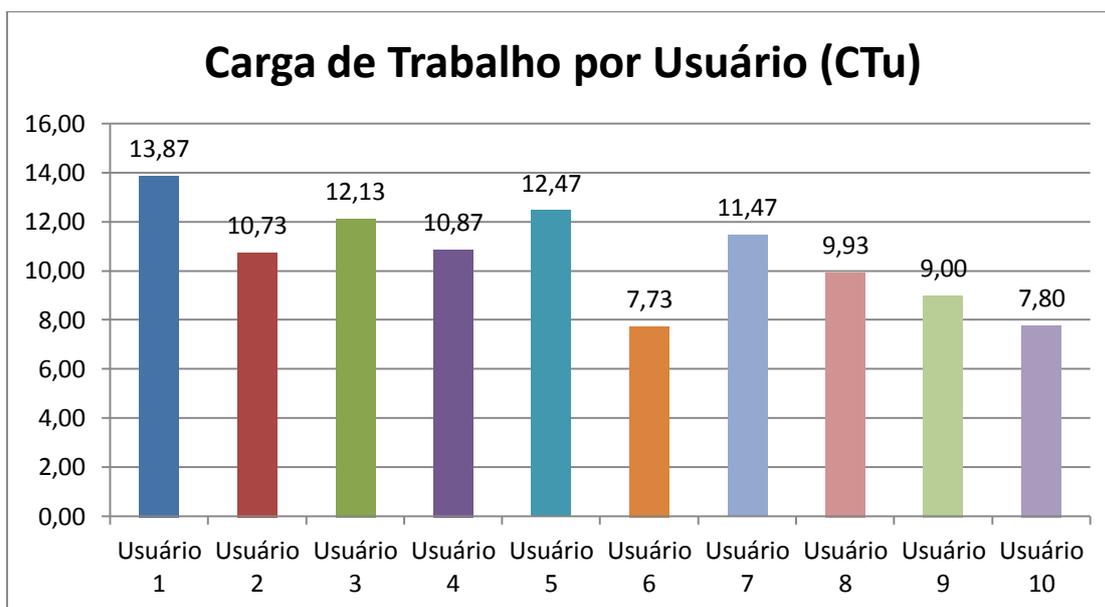


Figura 45: Carga de Trabalho por Usuário.

Logo depois, foi obtida a carga de trabalho por dimensão. A Figura 46 apresenta em forma de gráfico as dimensões com suas respectivas cargas de trabalho. Observa-se neste gráfico que a dimensão que sofreu maior carga de trabalho foi o Desempenho, com 15,13, e quem sofreu a menor carga foi a Demanda Temporal, com 5,38.

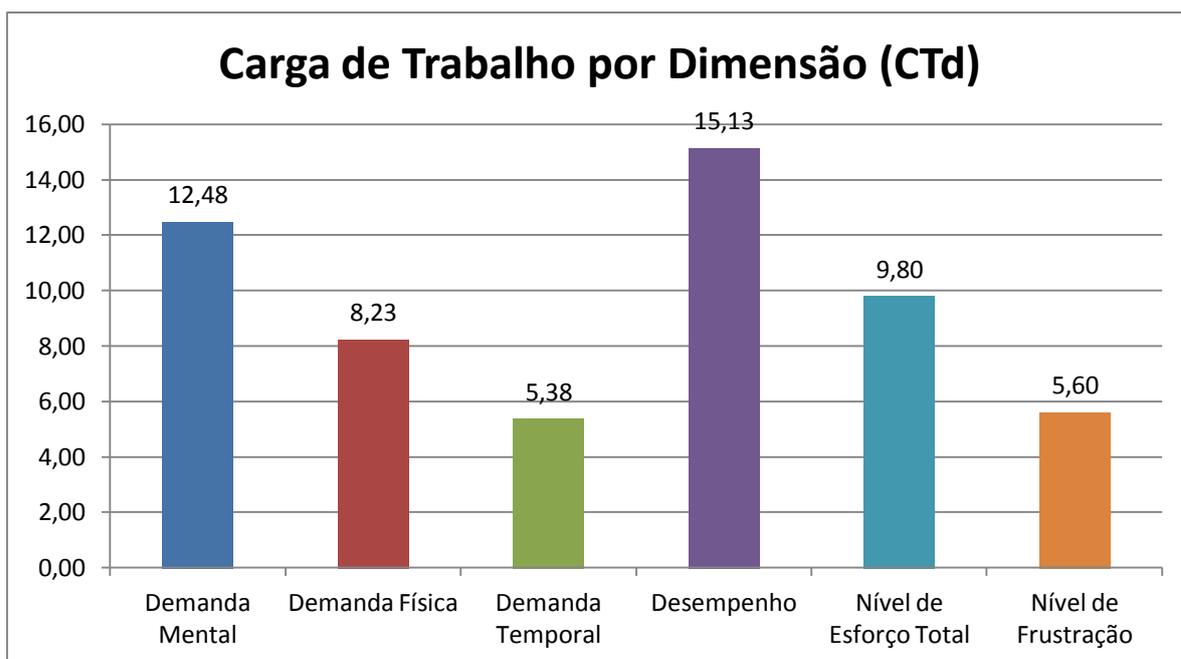


Figura 46: Carga de Trabalho por Dimensão.

A Tabela 13 apresenta uma comparação de cargas de trabalho por dimensão com o trabalho de (Marques, Carneiro, Veras, Meiguins, & Meiguins, 2011), que também aplicou o NASA-TLX para avaliar sua ferramenta de *t-Commerce* com InfoVis. As células em azul demonstram qual aplicação possui melhor carga de trabalho com relação à outra. Esta comparação é realizada para efeito de embasamento de pontos fortes da aplicação desenvolvida, e não simboliza de fato o melhoramento da ferramenta com relação a outra, pois vários fatores diferentes podem ter ocorrido nos testes, além da aplicação de tarefas diferentes em cada aplicação.

Tabela 13: Comparativo carga de trabalho.

Dimensões	Carga de Trabalho	
	Aplicação <i>t-Commerce</i> com Coordenadas Paralelas	*Aplicação <i>t-Commerce</i> com TreeMap
<i>Demanda Mental</i>	12,48	6,68
<i>Demanda Física</i>	8,23	7,74
<i>Demanda Temporal</i>	5,38	8,32
<i>Desempenho</i>	15,13	6,84
<i>Nível de Esforço Total</i>	9,80	9,58
<i>Nível de Frustração</i>	5,60	7,84

* Dados obtidos do trabalho de (MARQUES, 2012)

O capítulo 5 apresenta as conclusões e trabalhos futuros

5 CONCLUSÕES

O objetivo principal desta dissertação é a utilização de técnicas de InfoVis em aplicações para TVDi, como interface para auxiliar o usuário no processo de análise de informações. Como estudo de caso direcionou-se a aplicação desenvolvida para área de comércio eletrônico, conhecido na área de TV Digital como *t-Commerce*.

O desenvolvimento de aplicações de visualização de informação para plataforma de TV Digital não é uma tarefa trivial em função dos escassos recursos computacionais que os hardwares disponibilizam (set-top-box). As linguagens de desenvolvimento têm poucos recursos, e alguns componentes na linguagem precisam ser criados, principalmente voltados a interface. Por esse contexto, este trabalho se mostrou um grande desafio tecnológico.

O desenvolvimento de uma interface de *t-Commerce* com o auxílio de uma técnica de InfoVis, em que possui a geração da visualização de acordo com as escolhas do telespectador, alcançou os objetivos elencados anteriormente, mostrando que o uso de visualizações pode auxiliar o telespectador a escolher quais produtos quer comprar de acordo com a relação custo/benefício apropriada para ele, auxiliando o processo de análise comparativa de produtos para *t-Commerce*.

A técnica coordenada paralelas é a técnica adotada, pois sua representação visual multidimensional possibilita a comparação de vários itens com relação aos seus dados. Porém, esta técnica fora adaptada para a realidade da tecnologia e para a natureza da aplicação, no caso, comércio eletrônico na TV (*t-Commerce*).

Uma contribuição direta é a geração de mais um módulo de visualização para o framework de componentes em Lua com aspectos orientado a objetos desenvolvido no trabalho de (Marques, Carneiro, Veras, Meiguins, & Meiguins, 2011).

Quanto a avaliação de usabilidade com os usuários, foi possível avaliar aspectos de navegação, seleção, uso do controle remoto e apelo visual da técnica implementada no protótipo. A partir dos testes realizados utilizando a interface *t-Commerce* e foi realizada uma breve comparação entre da o uso de coordenadas paralelas e o treemap. Vale ressaltar que as tarefas eram diferentes e outros estudos comparativos precisam ser desenvolvidos. O nível de Frustração e Desempenho foram superiores, mostrando de fato que a interface no geral auxiliou o processo de compra sem privar o usuário do prazer de obter um produto. Porém, a Demanda Mental foi o dobro em relação à outra

aplicação, mostrando que a interface exigiu mais de raciocínio, decisão e busca do usuário.

5.1 Desafios Encontrados

Dentro do exposto, é importante enfatizar que os tópicos a seguir destacam-se como os principais desafios encontrados durante o desenvolvimento desta dissertação:

- Pelo fato do *middleware* Ginga ainda estar em desenvolvimento, as ferramentas para o desenvolvimento - IDEs (*Integrated Development Environment*) de aplicações interativas existentes ainda não são robustas, não apresentando recursos que permitiriam maior produtividade ao desenvolvedor; tais como: *Variable highlight; Goto definition; Debugger; Code assistance; Error markers*, etc.;
- Devido às limitações de *hardware* do STB, o desenvolvimento do código teve que ter cuidados quanto ao desempenho dos algoritmos;
- Devido ao fato de as pessoas comuns não estarem familiarizados com as visualizações da informação, buscou-se adaptar a técnica de Coordenadas Paralelas para que representasse os dados visualmente dos produtos de maneira a auxiliar o usuário na compra;
- Outro grande desafio foi a navegação entre objetos NCL e Lua, pois o primeiro trabalha com ambiente declarativo e o segundo no ambiente imperativo. Além de estarem em desenvolvimento algumas características homologadas pela ABNT.

5.2 Trabalhos Futuros

Como trabalhos futuros sugerem-se:

- Permitir que o telespectador possa enviar uma lista de produtos escolhidos para compra ao serviço de interatividade online de uma loja virtual por meio do canal de retorno, possibilitando ao usuário acessar posteriormente a interface Web e tal serviço e finalizar a compra com cartão de crédito ou outras formas de pagamento;
- Implementar as características visuais elucidadas por (Shneiderman B. , 1996), como overview, zoom e histórico;

- Implementar a interação do usuário através do controle remoto na visualização de coordenadas paralelas, possibilitando a configuração de filtros e atributos diretamente na visualização;
- Realizar um estudo sobre a aplicação do protótipo de compras em um ambiente real, ou seja, tendo o protótipo sendo enviado pelo ar e não apenas embarcado em um SBT;
- Iniciar a fase de *redesign* considerando as observações coletadas durante os testes de usabilidade;
- Desenvolver um módulo utilizando técnicas de busca semântica na web de modo a coletar preços de produtos automaticamente, além de reconhecer prováveis interesses e intenções do telespectador através de um buscador de produtos e desta forma disponibilizar a ele apenas os produtos com maior probabilidade de compra;
- Realizar novos testes de usabilidade, inclusive comparando com outras técnicas, como realizar inspeções através de recomendações, guidelines e padrões de projeto.

REFERÊNCIAS

- ABNT, 2011. (s.d.). *Associação Brasileira de Normas Técnicas*. (Associação Brasileira de Normas Técnicas) Acesso em 31 de 12 de 2011, disponível em ABNT: <http://www.abnt.org.br/tvdigital>
- ABNT_15606-2. (2008). *Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 15606-2*.
Fonte: http://www.abnt.org.br/imagens/Normalizacao_TV_Digital/ABNTNBR15606-2_2007Vc_2008.pdf ABNT:
- ABNT-15606-1. (2008). *ABNT 15606-1*. Fonte: http://www.abnt.org.br/imagens/Normalizacao_TV_Digital/ABNTNBR15606-1_2007Vc_2008.pdf
- BALADHANDAYUTHAM, T., & VENKATESH, S. (2010). B2B e-commerce: An Integrated Approach for Construction Industry. *International Conference on Financial Theory and Engineering (ICFTE)*. Acesso em 15 de Novembro de 2011, disponível em <http://www.mobygames.com/game-group/carmen-sandiego-series>
- BECKER, V., FORNARI, A., HERWEG, G., & MONTEZ, C. (2006). Recomendações de Usabilidade para TV Digital Interativa. *II Workshop de TV Digital (WTVD)*. Curitiba.
- BECKER, V., PICCIONI, C., MONTEZ, C., & FILHO, G. H. (2005). Datacasting e Desenvolvimento de Serviços e Aplicações para TV Digital Interativa. In: A. C. TEIXEIRA, E. BARRÉRE, & I. C. ABRÃO, *Web e Multimídia: Desafios e Soluções*. Poços de Caldas: PUC-Minas. Fonte: <http://www.itvproducoesinterativas.com.br>
- BLOCH, M., PICNEUER, Y., & SEVEG, A. (1996). *On the road of electronic commerce: a business value framework, gaining competitive advantage and some research issue*. (I. D. organisation, Ed.) Ecole des Hautes Etudes Commerciales. Acesso em 10 de 8 de 2010, disponível em <http://geic.dc.ufscar.br:8080/GEICsite/>.
- BRACKMANN, C. P. (2010). *Usabilidade em TV Digital*. Pelotas: Universidade Católica de Pelotas (UCPel).
- BRATH, R. K. (1999). *Effective Information Visualization Guidelines and Metrics for 3D Interactive Representations of Business*. Toronto: Computer Science at University of Toronto.
- CAMEROM, D. (1997). *Eletronic commerce: the new business platform of the Internet*. Charleston: Computer Technology Research Corp. Acesso em 13 de 5 de 2011, disponível em http://download.microsoft.com/download/0/0/f/00f2a67b-e10b-43b1-8cca-3deb12218f75/Xbox360_32Eng.exe microsoft:
- CARD, S., MACKINLAY, J., & SHNEIDERMAN, B. (Abril de 1999). *Readings in information visualization: Using vision to think*. San Francisco: Morgan Kaufman.

- CESAR, P., BULTERMAN, D. C., & SOARES, L. F. (2008). Introduction to special issue: Human-centered television - directions in interactive digital television research. *Journal ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications (TOMCCAP)*, IV(4). Acesso em 01 de 2013, disponível em NCL.org: <http://www.ncl.org.br/documentos/EuroiTV2007S.pdf>
- COSTA, A. L., & MELO, M. (2010). Desenvolvimento de aplicativos para TV Digital: Comparativo entre módulos do Ginga. *10ª Escola regional de computação Bahia-Alagoas-Sergipe (ERBASE)*. Bahia.
- CPqD. (05 de 2012). *Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações*. Acesso em 24 de 11 de 2012, disponível em Comércio na TV: <http://www.cpqd.com.br/imprensa-e-eventos/fatos/354-aplicacoes-interativas/6146-comercio-na-tv.html>
- CRUZ, V. M., MORENO, M. F., & SOARES, L. F. (2008). *TV Digital para Dispositivos Portáteis – Middlewares*. Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.
- DINIZ, E. H. (1999). Comércio Eletrônico: Fazendo Negócios por meio da Internet. *Revista de Administração Contemporânea*, 3(1), 71-86.
- DVB. (2009). *Globally Executable Multimedia Home Platform*. Fonte: MHP: http://www.mhp.org/specs/a139_GEM_122_r4.pdf
- EICK, S. G., STEFFEN, J. L., & JR, E. (1992). Seesoft-A Tool for Visualizing Line Oriented Software Statistics. *Journal IEEE Transactions on Software Engineering - Special issue on software measurement principles, techniques, and environments*, 18(11), pp. 957-968.
- FERNANDES, J., LEMOS, G., & SILVEIRA, G. (2004). Introdução à Televisão Digital Interativa: Arquitetura, Protocolo, Padrões e Práticas. In: *Jornada de Atualizações em Informática*. Salvador: SBC.
- FEW, S. (2009). *Now You See It: Simple Visualization Techniques for Quantitative Analysis*.
- FNAZCA. (4 de 2011). *F/Nasca Saatchi & Saatchi. x. F/Radar. 9ª Edição | abril 2011*. Acesso em 23 de 09 de 2011, disponível em F/Nasca Saatchi & Saatchi. x. F/Radar.: http://www.fnazca.com.br/wp-content/uploads/2011/08/fradar_9a_edicao.pdf
- Fórum SBTVD. (2007). *Fórum do Sistema Brasileiro de TV Digital Terrestre*. Acesso em 20 de 12 de 2012, disponível em forumSBTVD: <http://forumsbtvd.org.br/>
- FREITAS, C. M., CHUBACHI, O. M., LUZZARDI, P. R., & CAVA, R. A. (2001). Introdução à Visualização de Informações. *Revista de informática teórica e aplicada*, VIII(2), 143-158.
- GHISI, B. C., LOPES, G. F., & SIQUEIRA, F. (2010). Conceptual Models for T-Commerce in Brazil. *Anais do Workshop on Interactive Digital TV in Emergent Countries At EuroITV – Emergent iDTV.*, pp. 22-27.
- GRAHAM, M., & KENNEDY, J. (2003). Using curves to enhance parallel coordinate visualisations. *Proceedings of the Seventh International Conference on Information Visualization* (p. 6). Edinburgh: Edinburgh Napier University.

- HART, S., & STAVELAND, L. (Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research de 1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. In: A. Hancock, & N. Meshkati, *Human Mental Workload* (pp. 183-139). Amsterdam: North Holland.: Elsevier. Fonte: http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20000004342_1999205624.pdf
- Hayes, B., Yi, & Villaveces, A. (2009). *Information Visualization Services in a Library ? A Public Health Study*. Acesso em 2012, disponível em ASIS&T: http://www.asis.org/Bulletin/Jun-09/JunJul09_Hayes_Yi_Villaveces.html
- IBGE. (2009). *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - Síntese de Indicadores*. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística., Rio de Janeiro.
- Inselberg, A. (2009). *Parallel Coordinates: Visual Multidimensional Geometry and Its Applications*. Springer.
- JENSEN, J. F. (2005). Interactive Television: New Genres, New Format, New Content. *Proceedings of the Second Australian Conference on Interactive Entertainment*.
- Kalakota, R., & Whinston, A. (1997). *Electronic Commerce: a manager's guide*. New York: Addison-Wesley.
- KEIM, D. A., & KRIEGE, H. (1996). Visualization Techniques for Mining Large Database: A Comparison. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 15.
- Kim, S., Lee, H. J., & Leemand, C. S. (2004). Architecture of authentication mechanism for emerging t-commerce environments. *the 5th Pacific Rim conference on Advances in Multimedia Information Processing - Volume Part I. 3331*, pp. 540-547. Berlin: Springer.
- LEVY, P. (1999). *Cibercultura*. São Paulo: Editora 34.
- MARQUES, A. (2012). *Uma interface t-commerce com o auxílio de uma técnica de visualização da informação para o middleware brasileiro de TV digital interativa*. Belém: Universidade Federal do Pará.
- Marques, A., Carneiro, N., Veras, R., Meiguins, A., & Meiguins, B. (2011). A Visualization Interface Applied in the Brazilian T-Commerce Scenario. *Conference on Information Visualization (IV)(15th)*, pp. 188-193.
- Meshkati, N., Hancock, P. A., & Rahimi, M. (1989). Techniques in mental workload assesment. In: *Evaluation of Human Work: Practical Ergonomics Methodology*. Califórnia: J. Wilson.
- MINASSIAN, A. A. (2007). *A TV Digital no Brasil*. Acesso em 01 de 2013, disponível em ANATEL: [http://www.anatel.gov.br/Portal/verificaDocumentos/documento.asp?numeroPublicacao=40507&assuntoPublicacao=Apresenta o%20do%20presidente%20da%20Anatel,%20Luiz%20Guilherme%20Schymura%20&caminhoRel=null&filtro=1&documentoPath=biblioteca/releases/2002/ano_exo_](http://www.anatel.gov.br/Portal/verificaDocumentos/documento.asp?numeroPublicacao=40507&assuntoPublicacao=Apresenta%20o%20do%20presidente%20da%20Anatel,%20Luiz%20Guilherme%20Schymura%20&caminhoRel=null&filtro=1&documentoPath=biblioteca/releases/2002/ano_exo_)
- Moreno, M. F., Soares Neto, C. d., & Soares, L. F. (2009). Adaptable Software Components in an Eletronic Program/Service Guide Application Architecture

- for Context Aware Guide Presentation. *International Journal of Advanced Media and Communication*, 351-364.
- NEGROPONTES, N. (1995). *A vida digital*. São Paulo: Companhia das Letras.
- NIELSEN, J. (1993). *Usability Engineering*. Boston: Academic Press.
- Oliveira, A. C., & Lacerda, J. P. (2008). *A TV Digital no Brasil e o Desenvolvimento de aplicações Interativas para o Middleware Ginga*. Aracaju: Universidade Federal de Sergipe - Departamento de Computação - Trabalho de conclusão de curso.
- Preece, J., Roger, Y., & Sharp, H. (2008). *Design de interação: além da interação homem-computador*. Porto Alegre: Bookman.
- Régis, M. V., & Fachine, J. M. (2005). *Introdução ao Sistema de TV Digital*. Acesso em 01 de 2013, disponível em UFCG: http://www.dsc.ufcg.edu.br/~pet/atividades/Artigos/ARTIGO_TVDIGITAL.pdf
- Richardson, I. (2003). *H.264 and MPEG-4 Video Compression: Video Coding for Next-Generation Multimedia*. John Wiley and Sons.
- RIEHMANN, P., OPOLKA, J., & FROEHLICH, B. (2012). The Product Explorer: Decision Making with Ease. *Proceedings of the International Working Conference on Advanced Visual Interfaces (AVI)*, (p. 9). Capri.
- ROCHA, H. V., & BARANAUSKAS, M. C. (2003). *Design e Avaliação de Interfaces Humano-Computador*. Campinas, MG, Brasil: Instituto de Computação - Universidade Estadual de Campinas.
- Rodrigues, A., & Gomes, R. (2004). RODRIGUES, Ana; GOMES, Regina. Modulação COFDM – Uma proposta atrativa para os padrões de TV Digital. *Revista Digital Online*, 1-10.
- RÜBEL, O., Weber, G., Keränen, S., Fowlkes, C., Luengo Hendriks, C., Simirenko, L., . . . Hamann, B. (2006). PointCloudXplore: Visual Analysis of 3D Gene Expression Data Using Physical Views and Parallel Coordinates. *Eurographics / IEEE-VGTC Symposium on Visualization*. Aire-la-Ville: B. Sousa Santos, T. Ertl, and K.I. Joy, eds.
- Sant'Anna, F., Soares Neto, C. S., & Azevedo, R. G. (2009). *Desenvolvimento de Aplicações Declarativas para TV Digital no Middleware Ginga com Objetos Imperativos Lua*. Acesso em 2013, disponível em Laboratório TeleMídia do Departamento de Informática da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.: <http://www.telemidia.puc-rio.br/?q=pt-br/publicacoes/livros>
- Shneiderman, B. (1992). Tree visualization with tree-maps: a 2d space-filling approach, Vol. 11, No 1. *ACM Transactions on Graphics*, 92-99.
- Shneiderman, B. (1996). The eyes have it: a task by data type taxonomy for information visualizations. *Proceedings of the IEEE Symposium on Visual Languages*, (pp. 336 -343).
- Soares, L. F., & Barbosa, S. D. (2009). Programando em NCL 3.0: Desenvolvimento de Aplicações para o Middleware Ginga. *Journal of the Brazilian Computer Society.*, pp. 37-46.
- Spence, R. (2007). *Information Visualization: Design for Interaction (2nd Edition)*.

- SPENCE, R. (2007). *Information Visualization: Design for Interaction*. (2nd ed.). Barcelona: ACM Press.
- Teixeira, L. H. (2008). *Televisão Digital: Interação e Usabilidade. Dissertação (Mestrado em Comunicação)*. Bauru, SP : UNESP - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, 2008, 143p.
- Theisel, H. (2000). Higher order parallel coordinates. *Proceedings Vision, Modeling and Visualization* (p. 7). Saarbrücken: University of Rostock.
- THEISEL, H. (2000). Higher order parallel coordinates. *Proceedings Vision, Modeling and Visualization* (p. 7). Saarbrücken: University of Rostock.
- VAZ, W. M. (2008). *Geração de Conteúdo para TV Digital do Acervo Digital do Ponto de Cultura*. Pelotas: Trabalho de conclusão de curso. Universidade Católica de Pelotas.
- Ware, C. (2004). *Information Visualization: Perception for Design (Second Edition)*.
- YUAN, X., GUO, P., XIAO, H., ZHOU, H., & QU, H. (2009). Scattering points in parallel coordinates. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* (p. 8). Beijing: Peking University.