



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

Anderson Gregório Marques Soares

Uma interface *t-commerce* com o auxílio de uma técnica de visualização da informação para o *middleware* brasileiro de iDTV.

Anderson Gregório Marques Soares

Uma interface *t-commerce* com o auxílio de uma técnica de visualização da informação para o *middleware* brasileiro de iDTV.

Dissertação de Mestrado apresentada para obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação.

Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação.

Instituto de Ciências Exatas e Naturais.

Universidade Federal do Pará

Área de concentração em Modelagem e Gerência de Sistemas de Informação

Orientador Prof. Dr. Bianchi Serique Meiguins

Belém

2012

Soares, Anderson Gregório Marques

Uma interface t-commerce com o auxílio de uma técnica de visualização da informação para o middleware brasileiro de iDTV. / (Anderson Gregório Marques Soares); orientador, Bianchi Serique meiguins. - 2012.

98 f. il. 28 cm

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará. Instituto de Ciências Exatas e Naturais. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação. Belém, 2012.

1. Sistemas de Informação. I. Meiguins, Bianchi Serique, orient. II. Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação. III. Título.

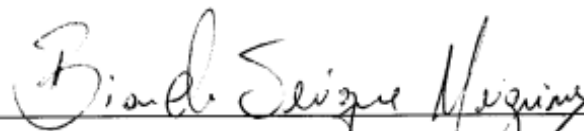
CDD 22. ed. 005.1

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

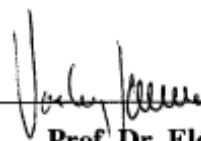
ANDERSON GREGÓRIO MARQUES SOARES

**UMA INTERFACE T-COMMERCE COM O AUXÍLIO DE UMA
TÉCNICA DE VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO PARA O
MIDDLEWARE BRASILEIRO DE iDTV**

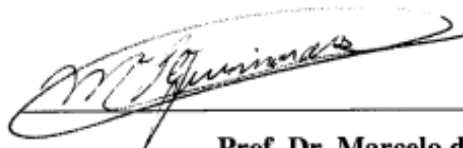
Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal do Pará como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação, defendida e aprovada em 30/03/2012, pela banca examinadora constituída pelos seguintes membros:



Prof. Dr. Bianchi Serique Meiguins
Orientador – PPGCC/UFGA



Prof. Dr. Elói Luiz Faverro
Membro Interno – PPGCC/UFGA



Prof. Dr. Marcelo de Paiva Guimarães
Membro Externo – UNIFESP/SP

Visto: Sandro Ronaldo B. Oliveira

Prof. Dr. Sandro Ronaldo Bezerra Oliveira
Coordenador do PPGCC/UFGA

Prof. Dr. Sandro Ronaldo Oliveira
Coordenador do PPGCC/UFGA
Mat 1643578

Dedico este trabalho a Deus, a minha esposa Adriele pelo amor, compreensão e companheirismo, aos meus familiares, aos meus mestres e, todos aqueles que contribuíram para que eu chegasse até aqui.

Agradecimento

Agradeço a Deus, por ter me dado sabedoria e forças para conclusão deste curso de mestrado, se não fosse por ele eu não teria alcançado está graça.

A minha esposa e eterna companheira M^a Adriele Soares, por ter me dado amor, coragem, incentivo, apoio e compreensão nos momentos de grandes dificuldades durante este curso. Amor, obrigado por ter acreditado em minha capacidade. Eu te amo.

Agradeço aos Professores, M.Sc. Aruanda Meiguins, Dr. Sandro Ronaldo Bezerra Oliveira e M.Sc. Marcos Venicios, por conduzir-me com sabedoria, paciência, equilíbrio, talento, e principalmente pela amizade de vocês. Aos eternos amigos da empresa Rede de Informática, pelo grande incentivo, compreensão e ajuda.

Agradeço à empresa Rede de Informática por oferecer o apoio e incentivo necessário para o desenvolvimento deste trabalho, contribuindo também para o meu crescimento profissional.

De maneira especial agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Bianchi Meiguins, pela ótima orientação, por todo o apoio, ajuda, dedicação, puxões de orelha, pelas risadas, por todos os momentos de descontração e, pelos sábios conselhos, o que me deu maior maturidade na elaboração deste trabalho. Professor, obrigado por ter acreditado em mim e em minha capacidade de pesquisa. Hoje eu sei que ganhei um ótimo orientador, e um excelente amigo.

Aos meus grandes amigos e colegas de trabalho: Nikolas Carneiro e Koiti Yasojima. Obrigado por me auxiliarem nesta caminhada, e por serem pessoas amigas com quem sempre pude confiar.

Agradecimentos ao Sr. Artur Pojo (diretor da Rede), ao grande amigo Rafael Veras, aos participantes dos testes de usabilidade, e aos meus familiares (obrigado por terem me ensinado a ter fé em Cristo, sem ele nada seria possível).

Por fim, agradeço a todos os que direta e indiretamente contribuíram de alguma forma para a conclusão deste trabalho.

Você que habita ao amparo do Altíssimo, e vive a sombra do Onipotente, diga a Javé: “Meu refúgio, minha fortaleza, meu Deus, eu confio em ti!”

(Salmo 91)

RESUMO

Com o crescimento progressivo do *e-commerce* no cenário brasileiro e propagação das transmissões digitais na TV, cresce a demanda por aplicações interativas no suporte a atividades como: escolher e comprar produtos. Dentro deste contexto, este trabalho tem como principal hipótese verificar se a utilização de uma técnica de visualização de informação - InfoVis no cenário do *t-commerce* facilitaria a percepção e permitiria aos telespectadores tomarem melhores decisões no ato de uma compra. Para tal, a fim de facilitar o processo de compras através da TV Digital Interativa (*Interactive Digital TV - iDTV*) este trabalho desenvolveu uma interface de *t-commerce* baseada no *middleware* brasileiro de televisão digital - Ginga, com o auxílio da técnica de InfoVis chamada *treemap*, com o objetivo de enriquecer a interface do telespectador com mais informações de forma organizada e coerente, de modo a ampliar sua compreensão dos dados. Como forma de validar a hipótese e avaliar a interface de *t-commerce*, foi realizado testes de usabilidade com usuários, e para avaliar o volume da carga de trabalho subjetiva durante os testes, utilizou-se a avaliação NASA-TLX (*NASA - Task Load Index*). Por conseguinte, conclui-se que a aplicação de uma técnica InfoVis no cenário do *t-commerce* mostrou-se eficaz.

Palavras-Chave: Televisão Digital Interativa, Ginga, Visualização da Informação, *Treemap*, *t-commerce*.

ABSTRACT

With the progressive growth of e-commerce in Brazilian scenario and the spreading of the digital transmissions on TV, grows up the demand for interactive applications supporting activities, such as to choose and buy products. In this context, this work's main hypothesis verify if the use of a Information Visualization (InfoVis) technique in the t-commerce scenario, would facilitate the perception and would allow the views to take better decisions at purchase. To ease the decision process while choosing products by the Interactive Digital TV (iDTV), this work developed a t-commerce interface based on the Brazilian digital TV middleware – Ginga, we used the Treemap InfoVis technique, in order to improve the viewer interface with more organized and coherent information to enlarge their understanding of the data. As a mean to validate the hypotheses and assess the t-commerce interface, a usability test was done, and to evaluate the volume of subjective workload during the tests, the NASA-TLX (NASA - Task Load Index) were used. Therefore, we concluded that the application of a InfoVis technique in the t-commerce scenario proved to be effective.

Key-Words: Interactive Digital Television, Ginga, Information Visualization, Treemap, t-commerce.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - ARQUITETURA DO MIDDLEWARE GINGA EM ALTO GRAU DE ABSTRAÇÃO. FONTE: ADAPTADO DE (SOUZA FILHO ET AL., 2007).	22
FIGURA 2 - EXEMPLO DE CONTROLE REMOTO COMUM. FONTE: ADAPTADO DE (ABNT, 2010).	24
FIGURA 3 - EXEMPLO DE DADOS HIERÁRQUICOS EM UMA <i>CONETREE</i> . FONTE: (ROBERTSON ET AL., 1991).....	29
FIGURA 4 - EXEMPLO DE DADOS HIERÁRQUICOS EM UMA <i>HYPERBOLIC TREE</i> . FONTE: (MUNZNER, 1997).....	30
FIGURA 5 - EXEMPLO DE DADOS HIERÁRQUICOS EM UM <i>TREEMAP</i> (SHNEIDERMAN ET AL., 2011).....	30
FIGURA 6 - REPRESENTAÇÃO DE UMA ÁRVORE NA TÉCNICA <i>TREEMAP</i> . FONTE: ADAPTADO DE (SPENCE, 2007).	31
FIGURA 7 - ALGORITMO DA TÉCNICA <i>TREEMAP</i> . FONTE: ADAPTADO DE (SHNEIDERMAN, 1992).	32
FIGURA 8 - TÉCNICA <i>TREEMAP</i> IMPLEMENTADA SEGUINDO O ALGORITMO <i>BINARYTREE</i> . FONTE (BRULS ET AL., 1999).	33
FIGURA 9 - TÉCNICA <i>TREEMAP</i> IMPLEMENTADA SEGUINDO O ALGORITMO <i>ORDERED TREEMAP</i> . FONTE: (SHNEIDERMAN ET AL., 2001).....	33
FIGURA 10 - TÉCNICA <i>TREEMAP</i> IMPLEMENTADA SEGUINDO O ALGORITMO <i>SLICE AND DICE</i> . FONTE: (SHNEIDERMAN ET AL., 2001).	33
FIGURA 11 - TÉCNICA <i>TREEMAP</i> IMPLEMENTADA SEGUINDO O ALGORITMO <i>SQUARIFIED</i> . FONTE: (SHNEIDERMAN ET AL., 2001).	33
FIGURA 12 - TÉCNICA <i>TREEMAP</i> IMPLEMENTADA SEGUINDO O ALGORITMO <i>STRIP TREEMAP</i> . FONTE: (BEDERSON ET AL., 2002).	33
FIGURA 13 - O ALGORITMO <i>SQUARIFIED TREEMAP</i> . FONTE: ADAPTADO DE (BRULS ET AL., 1999)	34
FIGURA 14 - SUBDIVISÃO DO ALGORITMO <i>SQUARIFIED TRREMAP</i> . FONTE: (BRULS ET AL., 1999).	35
FIGURA 15 - PROTOTIPO DA APLICAÇÃO CLIMA TV . FONTE: (BOECHAT, C.; DE ARAUJO L. E.; 2010).....	37
FIGURA 16 – EXEMPLO DE UM SERVIÇO DE UMA PÁGINA AMARELA PERSONALIZADA BASEADA EM UM SERVIÇO INTERATIVO DE VÍDEO. FONTE: ADAPTADO DE (HUR ET AL., 2009)	38
FIGURA 17 - APLICAÇÃO HONEYCOMB COM <i>SHOP AMAZON.COM</i> DESENVOLVIDA PELO " <i>THE HIVE GROUP</i> ". FONTE: ADAPTADO DE (HIVEGROUP, 2011).	40
FIGURA 18 - A TÉCNICA <i>TREEMAP</i> IMPLEMENTADA EM UM PDA. FONTE: (PINHEIRO ET AL., 2008).....	41
FIGURA 19 - TELA DE UMA LOJA DE CONVENIÊNCIA <i>ON-LINE</i> COM UM NAVEGADOR GRÁFICO-INTERATIVO <i>TREEMAP</i> , EXIBINDO 16 SUB-CATEGORIAS E MAIS DE 200 ITENS. FONTE: (HUANG ET AL., 2009).....	42
FIGURA 20 - TÉCNICA <i>TREEMAP</i> COM UMA BASE DE DADOS DE NOTEBOOKS MOSTRANDO O AGRUPAMENTO O QUAL DIVIDIU A TÉCNICA EM QUATRO (4) GRUPOS: WINDOWS 7; MAC OSX; WINDOWS VISTA; E LINUX SATUX. FONTE: (MARQUES ET AL., 2011).	45
FIGURA 21 - DIAGRAMA DE CASO DE USO DA INTERFACE T-COMMERCE.	46
FIGURA 22 – DIAGRAMA DE CASO DE USO “SELECIONAR PRODUTO”	46
FIGURA 23 - DIAGRAMA DE CASO DE USO “RECONFIGURAR A TÉCNICA DE VISUALIZAÇÃO”	47
FIGURA 24 – ARQUITETURA DO PROTÓTIPO DIVIDIDA EM ÁREAS ASSOCIADAS MOSTRANDO EM DETALHES OS QUATRO AMBIENTES: AMBIENTE DE ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO; AMBIENTE DO PROVEDOR DE SERVIÇOS DE BROADCASTING; AMBIENTE GINGA SET-TOP BOX DO TELESPECTADOR; E O AMBIENTE DE INTERAÇÃO DO TELESPECTADOR.....	49
FIGURA 25 - CAMINHAMENTO PREFIXADO SOBRE UMA ÁRVORE ORDENADA ONDE OS FILHOS DE CADA NODO ESTÃO ORDENADOS DA ESQUERDA PARA A DIREITA. FONTE: (GOODRICH ET AL., 2005)	51
FIGURA 26 - ÍCONE QUE INDICA QUE HÁ UMA APLICAÇÃO INTERATIVA PARA O TELESPECTADOR.	52
FIGURA 27 - ÍCONE INDICADOR DE INTERATIVIDADE SENDO EXIBIDO NO CANTO SUPERIOR ESQUERDO DA TV.	53
FIGURA 28 - A - ÁREA DE VISUALIZAÇÃO; B - STREAM DE VÍDEO DO CANAL DE TV; C - AJUDA AO TELESPECTADOR; D - ÁREA DE CONFIGURAÇÃO; E - LEGENDA DA CONFIGURAÇÃO DA VISUALIZAÇÃO;	54
FIGURA 29 A - DETALHES SOB DEMANDA DE UM ITEM SELECIONADO.....	55
FIGURA 30 - RECONFIGURANDO A HIERARQUIA DOS ITENS DO <i>TREEMAP</i>	55
FIGURA 31 - CARRINHO DE COMPRAS COM DOIS ITENS, OS QUAIS ESTÃO DESTACADOS COM O TOM DA COR MAIS CLARO PARA QUE POSSAM SE DESTACAR EM MEIO AOS DEMAIS.....	56
FIGURA 32 - DIAGRAMA DE CLASSES DO MÓDULO <i>CORE</i>	59
FIGURA 33 - EXEMPLO DE UTILIZAÇÃO DA CLASSE <i>NAVIGABLE</i>	60
FIGURA 34 - A - QUADRADO ESQUERDO COM FOCO; B - QUADRADO DIREITO COM FOCO.	61
FIGURA 35 - DIAGRAMA DE CLASSES DO MÓDULO <i>GRAPHICAL</i>	62
FIGURA 36 - EXEMPLO DE UTILIZAÇÃO DA CLASSE <i>CONTROL PANEL</i> E <i>BUTTON</i>	63

FIGURA 37 - A - BOTÃO “DTV” COM FOCO E A FIGURA COM O TEXTO DTV; B - BOTÃO DTVI COM FOCO E A FIGURA COM O TEXTO DTVI;	64
FIGURA 38 - DIAGRAMA DE CLASSES DO MÓDULO INFOVIS.	65
FIGURA 39 - EXEMPLO DA EXECUÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DO MÓDULO DE INFOVIS COM A UTILIZAÇÃO DA TÉCNICA <i>TREEMAP</i>	66
FIGURA 40 - DIAGRAMA DE CLASSES DO MÓDULO <i>UTIL</i>	67
FIGURA 41 - ILUSTRAÇÃO DO AMBIENTE DE APLICAÇÃO DOS TESTES DE USABILIDADE, ONDE ESTÁ REPRESENTADO PELAS LETRAS A, B, C, E D, RESPECTIVAMENTE, UM SOFA, <i>SET-TOP BOX</i> , TV, E ESTANTE OU MESA DE APOIO DA TV.	71
FIGURA 42 - PROTÓTIPO DA AVALIAÇÃO DE CARGA DE TRABALHO NASA-TLX, IMPLEMENTADO SEGUINDO AS DEFINIÇÕES DE HART ET AL. (1988).	72
FIGURA 43 - GRÁFICO COM O NÚMERO DE PROBLEMAS ENCONTRADOS / NÚMERO DE PARTICIPANTES DE UM TESTE, TENDO L = 31%. FONTE: (NIELSEN, 2000)	73
FIGURA 44 - GRÁFICO DE PIZZA ILUSTRANDO AS PORCENTAGENS DE RESPOSTA DA QUE BUSCAVA DESCOBRIR A QUALIDADE DO ICONE DE INTERATIVIDADE.	78
FIGURA 45 – GRÁFICO DE PIZZA QUE ILUSTRA QUANTOS PARTICIPANTES CONSEGUIRAM ENCONTRAR UM CELULAR QUE LHE DESPERTASSE O INTERESSE DE COMPRA-LO.	79
FIGURA 46 - GRÁFICO DE PIZZA QUE ILUSTRA A QUANTIDADE DE PARTICIPANTES QUE CONSEQUIRAM, OU NÃO, ENCONTRAR O CELULAR DE MAIOR PREÇO.	80
FIGURA 47 - GRÁFICO DE PIZZA QUE ILUSTRA A QUANTIDADE DE PARTICIPANTES QUE CONSEGUIU, OU NÃO, ENCONTRAR O CELULAR DE MAIOR VALOR COM TELA <i>TOUCHSCREEN</i>	81
FIGURA 48 - MÉDIA ARITMÉTICA DAS SUBESCALAS DE CARGA DE TRABALHO.	83

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - TABELA DE TAREFAS PARA OS TESTES DE USABILIDADE.....	74
TABELA 2 - DISTRIBUIÇÃO DOS PARTICIPANTES DE ACORDO COM SUAS FAIXA ETÁRIAS.....	77
TABELA 3 - PERFIL DOS PARTICIPANTES.....	77
TABELA 4 - SUBESCALAS CONSIDERADAS NA AVALIAÇÃO NASA-TLX. FONTE: ADAPTADO DE (HART, 1988)...	81

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	15
INTRODUÇÃO	15
1.1. MOTIVAÇÃO E JUSTIFICATIVA	16
1.2. OBJETIVOS	17
1.3. CONTRIBUIÇÕES	18
1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	18
CAPÍTULO 2	20
TV DIGITAL INTERATIVA	20
2.1. TV DIGITAL INTERATIVA BRASILEIRA	21
2.1.1. Mecanismo de interação com a iDTV	24
2.1.2. Desafios da iDTV e o t-commerce	25
CAPÍTULO 3	27
VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO	27
3.1. VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO	28
3.1.1. Dados Hierárquicos	28
3.1.2. Treemap	30
3.1.3. Squarified Treemap	33
CAPÍTULO 4	36
ESTADO DA ARTE	36
4.1. TRABALHOS RELACIONADOS	37
4.2. APLICAÇÕES DE IDTV	37
4.2.1. ClimaTV	37
4.2.2. A Development of a System Providing a Personalized Yellow Page Service Based on an Interactive Video Application Service	38
4.3. FRAMEWORKS LUA	38
4.3.1. Framework LuaOnTV	38
4.4. MODELOS CONCEITUAIS DE IDTV	39
4.4.1. Conceptual Models for T-Commerce in Brazil	39
4.5. APLICAÇÕES DE INFOVIS	39
4.5.1. Honeycomb - Shop Amazon.com	39
4.5.2. A Tourism Information Analysis Tool for Mobile Devices	40
4.5.3. Pre-sale visualization of kitchen & bath equipment self-design to purchase service platform	41

CAPÍTULO 5	43
INTERFACE T-COMMERCE: UMA FERRAMENTA PARA O COMÉRCIO ELETRÔNICO NA IDTV.	43
5.1. VISÃO GERAL DA INTERFACE DE COMPRAS	44
5.2. DESCRIÇÃO DAS FUNCIONALIDADES DA INTERFACE DE COMPRA	45
5.3. APRESENTAÇÃO E DESCRIÇÃO DA ARQUITETURA	47
5.4. APRESENTAÇÃO DO PROTÓTIPO	50
6.4.1. Navegação entre os elementos gráficos do protótipo	50
6.4.2. O protótipo	51
CAPÍTULO 6	57
INTERFACE T-COMMERCE: BIBLIOTECA GRÁFICA	57
6.1. VISÃO GERAL	58
6.2. A BIBLIOTECA DE AUTORIA	58
7.2.1. Módulo core	59
7.2.2. Módulo graphical	61
7.2.3. Módulo infovis	64
7.2.4. Módulo util	66
CAPÍTULO 7	68
TESTES DE USABILIDADE	68
7.1. VISÃO GERAL	69
7.2. PREPARAÇÃO PARA O TESTE DE USABILIDADE	70
7.2.5. Taxonomia de Tarefas de Usuário para Interação com Sistemas de Visualização de Informações Multidimensionais	75
7.2.6. Critérios para avaliação de técnicas de visualização da informação baseada na representação visual e mecanismos de interação	76
7.3. IMPLEMENTAÇÃO DO TESTE DE USABILIDADE	77
7.2.7. Aplicação da avaliação de carga de trabalho NASA-TLX	81
CAPÍTULO 8	85
CONSIDERAÇÕES FINAIS	85
8.1. CONCLUSÃO	86
8.2. DESAFIOS ENCONTRADOS	87
8.3. TRABALHOS FUTUROS	88
REFERÊNCIA	90

Capítulo 1

Introdução

Neste capítulo serão apresentadas as principais motivações e justificativas para realização deste trabalho. Além de mostrar em que áreas a pesquisa deverá contribuir. Por fim, serão mostrados os objetivos e a estrutura desta dissertação

1.1. Motivação e Justificativa

O Brasil vive um momento histórico de transição do sistema de TV analógico para o sistema de TV Digital. Entre as vantagens do novo sistema de TV digital encontra-se, além da expressiva melhoria da qualidade dos sinais de áudio e vídeo, a possibilidade do oferecimento de novas aplicações e serviços aos aparelhos receptores, ou seja, a definição e a adoção de padrões que possibilitem aos telespectadores usufruir de interatividade sobre esse meio de comunicação no qual proporcionará menor passividade ao telespectador (GHISI et al., 2010).

O ambiente da TV digital interativa (*Interactive Digital TV - iDTV*), traz um alto potencial de popularização, haja vista que há TVs presentes em mais de 95% dos lares brasileiros (IBGE, 2009). Com o crescimento das vendas de produtos na *web* e a propagação das transmissões digitais na TV, cresce a demanda por aplicações interativas no suporte a atividades usuais dos telespectadores nesta plataforma, como por exemplo, escolher e comprar produtos. Desta forma, há um estímulo ao comércio eletrônico (*e-commerce*) no ambiente da iDTV, chamado de *t-commerce* (KIM et al., 2004), instigando o surgimento e difundindo sistemas para essa nova plataforma.

Adicionalmente, o *e-commerce*, preconizado por, Bloch (1996), Kalakota (1997) e Camerom (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, principalmente nas classes sociais C, D e E (FNAZCA, 2011).

Este panorama ilustra um amplo cenário de negócios, apesar de apenas 44% da população brasileira possuir computador em domicílio, das quais apenas 31% possuem acesso a *internet* (FNAZCA, 2011), o que retarda o progresso da inclusão digital no país, que de acordo com Silva (2005) a inclusão digital pode ser definida como processo de democratização do acesso à informação que está nos meios digitais e, a absorção da informação e sua reelaboração em novo conhecimento, tendo como efeito desejável a melhoria da qualidade de vida das pessoas.

Partindo deste pressuposto, a proposta deste trabalho é desenvolver uma interface de *t-commerce* com o auxílio de uma técnica de Visualização da Informação - InfoVis, considerando os aspectos relacionados à usabilidade, a fim de contribuir com o aumento do comércio eletrônico no contexto brasileiro, tendo em vista as dificuldades de acesso a internet

das classes sociais já citadas, acelerar o processo de difusão do conceito de interatividade na TV digital, e inserir os telespectadores no cenário da inclusão digital.

Dentro deste cenário, a literatura não apresenta uma grande gama de aplicativos de *t-commerce* desenvolvidos para o *middleware* Ginga, e em geral as GUIs (*Graphical User Interface*) da maioria dos aplicativos, de *t-commerce* ou não, para a plataforma de iDTV são construídas de forma estática, ou seja, as GUIs não se adaptam de acordo com as necessidades do usuário, para que este fato seja possível seria necessário alterar o código fonte da aplicação para então reapresentá-la ao telespectador, o que dificultaria a manutenção e a evolução dos aplicativos, tendo em vista que o espaço amostral de telespectadores é muito vasto e diversificado.

Partindo desta hipótese, e sabendo que as técnicas e conceitos de InfoVis procuram 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 InfoVis foi utilizada nesta pesquisa a fim de enriquecer a interface de compra com mais informações de forma organizada e coerente de modo a ampliar a compreensão dos dados do telespectador.

1.2. Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver uma interface de *t-commerce*, para o *middleware* brasileiro de iDTV, que possa permitir ao telespectador realizar ações como navegação, obter detalhes, analisar, escolher e comprar produtos através de uma técnica de InfoVis.

Os objetivos específicos do trabalho são:

- Definir em qual modelo conceitual de apresentações (GHISI et al., 2010) a interface de *t-commerce* ira se adequar;
- Propor um modelo arquitetural que descreva o processo de *t-commerce*, na aplicação;
- Implementar a técnica de InfoVis *treemap* no cenário da iDTV;
- Implementação de uma API gráfica em Lua que possua características da Orientação a Objetos;
- Avaliar os aspectos de usabilidade do protótipo e efetuar testes com os usuários;

1.3. Contribuições

Este trabalho propõe facilitar o processo de *t-commerce*, e permitir ao telespectador não apenas comprar um produto, mas 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.

Uma das principais contribuições deste trabalho é o desenvolvimento de uma interface de *t-commerce* com o auxílio de uma técnica de InfoVis, na qual possui a geração de GUIs dinâmicas, ou seja, independentemente do tamanho da base de dados não haverá a necessidade de mudanças via código fonte na GUI da aplicação, este é um requisito importante para ferramentas com suporte a vendas de produtos, pois tal característica permite o uso da aplicação para vários tipos de produtos sem ter mudanças no código fonte da aplicação.

Além da geração de GUIs dinâmicas, a criação do framework que viabilizou tal funcionalidade pode ser considerada uma das contribuições deste trabalho. O *framework* foi criado em Lua e possui as características da Orientação a objetos, o que viabilizou a modelagem da interface de compras de *t-commerce* através da UML (*Unified Modeling Language*). Adicionalmente, outra importante contribuição a área, o fato de levar uma técnica de InfoVis para o ambiente da iDTV, tendo como contexto o cenário de compras através da TV digital (*t-commerce*), haja vista que após análise da literatura tal fato ainda não tinha sido consolidado.

1.4. Estrutura da Dissertação

Além deste capítulo introdutório este trabalho possui os seguintes capítulos adicionais:

- Capítulo 2: Apresenta o Sistema Brasileiro de TV Digital (SBTVD), onde é feito um detalhamento técnico, do seu *middleware* responsável pela interatividade na televisão, mostrando sua arquitetura, seus módulos e seus dois paradigmas de programação.
- Capítulo 3: Mostra os fundamentos da área de visualização de informação, abordando conceitos sobre a área e sobre dados hierárquicos, além de abordar os conceitos da técnica de visualização *treemap*.

- Capítulo 4: Apresenta os principais trabalhos que contribuíram conceitualmente com o desenvolvimento da ferramenta proposta neste trabalho, o capítulo aborda trabalhos da área de *InvoVis*, e iDTV.
- Capítulo 5: Aborda os principais aspectos referente à implementação da interface t-commerce, bem como as tecnologias de apoio utilizadas, as principais características, técnica e recursos implementados, a arquitetura e a modelagem, dentre outros pontos importantes para a compreensão do funcionamento da interface em estudo.
- Capítulo 6: Aborda o desenvolvimento de uma API (*Application Programming Interface*) Gráfica, com um módulo de *InfoVis*, que aporta contribuições para o desenvolvimento de aplicações interativas baseadas no *middleware* Ginga-NCL.
- Capítulo 7: Mostra o ambiente e o perfil dos usuários que realizaram o teste, bem como os resultados concernentes ao teste de usabilidade realizado sobre o protótipo.
- Capítulo 8: Apresenta algumas considerações finais, os desafios encontrados para produção desta dissertação e possíveis trabalhos futuros.

Capítulo 2

TV Digital Interativa

Neste capítulo será apresentado o Sistema Brasileiro de TV Digital (SBTVD), onde é feito um detalhamento técnico, do seu middleware responsável pela interatividade na televisão, mostrando sua arquitetura, seus módulos e seus dois paradigmas de programação.

2.1. TV Digital Interativa Brasileira

O governo considera a TV Digital como uma grande oportunidade de ser uma excelente ferramenta de inclusão social e digital para a população carente (SILVA et al., 2010), o Sistema Brasileiro de TV Digital (SBTVD) apresenta significativas inovações, dentre as quais se destaca a interatividade, que é oferecida através de vários mecanismos de transmissão de dados junto ao conteúdo audiovisual.

Para tal, um sistema de iDTV deve ter um emissor que forneça o conteúdo interativo, um receptor compatível com suporte ao padrão definido para interatividade (*Set-Top Box* - STB) e um *middleware* bem definido para o qual aplicações serão construídas. No cenário brasileiro, este *middleware* é o Ginga, que atende as especificações definidas pela Norma Internacional de Televisão Digital - Terrestre (*Internacional Standard for Digital Television – Terrestrial* – ISDTV-T) pela Comissão de Estudo Especial de TV Digital (ABNT/CEE-00:001.85) (ABNT, 2011)

O *middleware* Ginga é desenvolvido pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio)¹ e pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB)². O *middleware* brasileiro é dividido de forma lógica em dois subsistemas, que permitem o desenvolvimento de aplicações seguindo dois paradigmas de programação diferentes: Ginga-J para aplicações procedurais, construídas com o auxílio da linguagem de programação Java (SOUZA FILHO et al., 2007) (TROJAHN et al., 2010), e Ginga-NCL para aplicações declarativas, construídas com a linguagem de marcação declarativa *Nested Context Language* (NCL) (SOARES et al., 2009).

Existe ainda um terceiro subsistema, o Ginga *Common-Core* (Ginga-CC) que é responsável pelas atividades comuns aos dois outros subsistemas, como o processamento de objetos de mídia e de conteúdo transportados pelo fluxo de transporte ou pelo canal de retorno (SOARES et al., 2009) (SOUZA FILHO et al., 2007) (ABNT, 2009), a arquitetura em alto grau de abstração é ilustrada na Figura 1.

Ainda que por definição um STB Ginga tenha que dar suporte pleno tanto ao ambiente declarativo quanto ao procedural, o suporte completo ao Ginga ainda não é uma realidade, principalmente devido ao fato da tecnologia ainda ser recente. Enquanto que a expectativa

¹ www.puc-rio.br/

² www.ufpb.br/

para o Ginga-J é promissora devido a ser um padrão avançado e livre de *royalties*, ele ainda não está pronto e não foi plenamente implementado por nenhum STB (SBTVD, 2010). Não obstante, o Ginga-NCL está mais consolidado e dispõe de STBs com suporte a maioria das funcionalidades definidas pela ABNT/CEE-00:001.85 (SOUZA JÚNIOR, 2009).

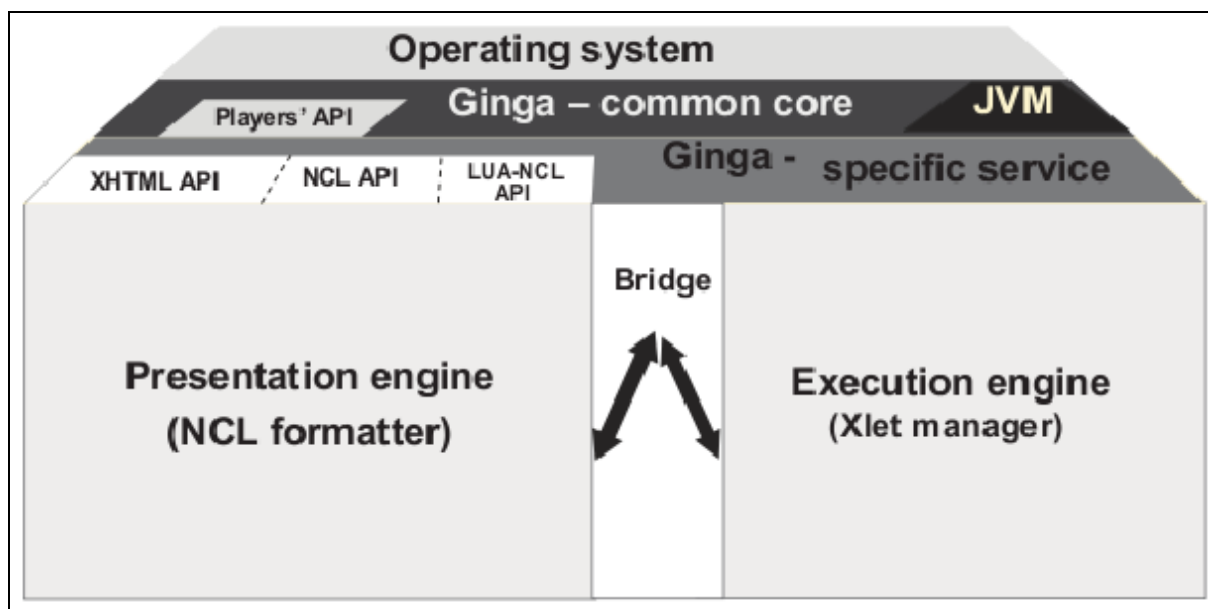


Figura 1 - Arquitetura do middleware Ginga em alto grau de abstração. Fonte: Adaptado de (SOUZA FILHO et al., 2007).

O subsistema Ginga-NCL é responsável pela execução das aplicações declarativas sobre o *middleware*, feitas utilizando a linguagem de marcação NCL (*Nested Context Language*), que é baseada no *Nested Context Model* (NCM) e segue os princípios do *World Wide Web Consortium* (W3C) (SOARES et al., 2009). A utilização do NCL garante o sincronismo de programas interativos na TV digital (RODRIGUES, 2007), pois o formatador NCL, ao receber um documento NCL, controla a apresentação destes sincronizando-o com os objetos de mídia.

Atualmente o Ginga-NCL está mais solidificado, é o subsistema que mais dispõem de aplicações desenvolvidas no ambiente brasileiro de iTV, este cenário tornou-se realidade pois ele apresenta uma variedade de ferramentas, entre plug-ins para ambientes de desenvolvimento (Integrated Development Environment - IDE) e máquinas virtuais para testes mais estáveis (COSTA, 2010).

Apesar de tais características em seu favor, devido sua natureza declarativa, o subsistema Ginga-NCL pode possuir perda na utilização total dos recursos oferecidos pelo STB (VIANA et al., 2009). Como forma de contornar essa dificuldade, o Ginga-NCL permite a utilização de scripts procedurais embarcados como mídias em documentos NCL, estes

scripts devem ser codificados na linguagem Lua (IERUSALIMSCHY et al., 2003), essa abordagem visa manter as linguagens utilizadas as mais puras possíveis, ou seja, evitando criar e utilizar dependências de linguagem que venham a onerar, ou mesmo inviabilizar, a integração NCL e Lua (NCLua).

A linguagem Lua é uma linguagem de código livre, o uso de Lua oferece outras vantagens como tipagem dinâmica, coletor de lixo, descrição de dados baseada em tabelas e semântica extensível (MORENO, 2006), o que somado as características como alto desempenho e baixo consumo de recursos computacionais, em relação a outras linguagens interpretadas, tornam Lua uma linguagem ideal para *scripting* e prototipagem rápida (IERUSALIMSCHY et al., 2003).

Dentro deste cenário e de forma análoga ao ocorrido com a *internet*, o surgimento e a disseminação de sistemas computacionais interativos para TV e o suporte oferecido por essas para comunicação *web* através de STBs, surge um cenário favorável para serviços como *t-commerce*, ou seja, comercialização de produtos através da TV interativa, e conseqüentemente, aplicações que auxiliem essas atividades. No entanto, a migração de aplicações para iDTV deve considerar as limitações intrínsecas desta plataforma, a exemplo dos dispositivos de interação, que são restringidos a botões, ou seja, ao contrario de um mouse, não possibilitam especificar um ponto bidimensional.

Desta forma, no processo de migração de aplicações para iDTV tornou necessário explorar novas formas de desenvolvimento para superar as limitações e particularidades da plataforma. Considerando este ambiente, Morris (2005) classifica as aplicações para iDTV da seguinte forma:

- ***Service Bounds applications***: São aplicações que apresentam informações ou interatividade de acordo com o conteúdo que está sendo exibido em dado serviço. Tais aplicações são carregadas no STB sempre que são executadas.
- ***Unbounds applications***: São aplicações que não apresentam informações ou interatividade relacionadas ao conteúdo de um dado serviço e, não apresentam um propósito específico.
- ***Stored applications***: São aplicações mais complexas e possuem funções bem mais genéricas. Geralmente para serem utilizadas devem ser pagas e são armazenadas em um dispositivo de memória durante seu período de validade.
- ***Native application***: São aplicações nativas do STB.

2.1.1. Mecanismo de interação com a iDTV

Até a data da produção deste trabalho o controle remoto convencional é o único instrumento de interação com o televisor, desta forma a Comissão de Estudo Especial de TV Digital (ABNT/CEE-00:001.85) definiu a norma ABNT NBR 15606-1 (ABNT, 2010), sendo está responsável por especificar o modelo de referência que permite a difusão de dados que integra o sistema de difusão digital, tratando da codificação dos dados, que o controle remoto deve ser empregado para diversos fins, sendo estes:

- Controle da televisão/receptor;
- Seleção de canais;
- Acesso à informação sobre programas e serviços;
- Interatividade.

A Figura 2 ilustra o modelo de controle remoto comum utilizado em STBs/IDTVs com no *middleware* ginga. A norma ABNT NBR 15606-1 destaca as funções do controle remoto, sendo estas: Funções numéricas; e Funções Interativas.



Figura 2 - Exemplo de controle remoto comum. Fonte: Adaptado de (ABNT, 2010).

As funções numéricas definem o uso dos botões numéricos (de 0 a 9) para serem usados para a seleção de canais; função de entrada de texto; e outras funções dentro de menus proprietários do receptor. Quanto às funções interativas a norma em questão destaca que as teclas de interatividade devem ser usadas para navegar em qualquer aplicação residente do receptor; e navegar em qualquer aplicação Ginga (ABNT, 2010). Adicionalmente as funções interativas são decompostas nos seguintes subgrupos:

- Funções coloridas (vermelho, verde, amarelo e azul);
- Funções de seleção (seta para esquerda, seta para direita, seta para cima e seta para baixo);
- Funções de seleção (Ok, Voltar e Sair).

2.1.2. Desafios da iDTV e o t-commerce

Como foi preconizado por (KLEIN et al., 2003) a popularização da internet levou a migração de aplicações para tal plataforma, desta forma a atual disseminação de sistemas computacionais interativos para TV seja conectáveis a TV (set-top boxes - STB) ou embarcados nestas (TVs interativas), produzem um novo ambiente propício para a migração de aplicações.

Entretanto o ambiente da iDTV também introduz uma série de desafios em diferentes aspectos. Estes desafios podem ser relativos à apresentação (como por exemplo, os diferentes tamanhos e resoluções dos televisores), ao acesso ao canal de retorno, a disponibilidade de banda, a limitações de hardware (os dispositivos de iDTV usualmente possuem severas limitações de hardware, sendo a exceção mais comum o tamanho de tela) e especialmente o dispositivo de interação limitado (o controle remoto da TV/Set-top-Box).

Um serviço muito utilizado no ambiente web é o *e-commerce* (BALADHANDAYUTHAM et al., 2010), e a ele estão atrelados diversos outros serviços e aplicações auxiliares, com funções de segurança, estoque, controle de conta, rastreamento, etc. Acompanhando a migração de serviços para iDTV e 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 TV interativa, se popularize de forma análoga ao *e-commerce*.

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). À medida que

novos tipos de serviço são levados a plataforma de iDTV, como *t-government* e *t-learning*, cresce a demanda por aplicações que suportem estas atividades na plataforma. Esta tendência não é restrita apenas aos mencionados serviços, aplicando-se também a muitas formas de utilização existentes em outros meios de comunicação. No entanto é natural que haja um período de adaptação, normalmente lenta, por parte dos usuários de TV não interativa para adoção e utilização plena de aplicações interativas na TV (JENSEN, 2005).

Capítulo 3

Visualização da informação

Neste capítulo serão mostrados os fundamentos da área de visualização de informação, abordando conceitos sobre a área e sobre dados hierárquicos, além de abordar os conceitos da técnica de visualização treemap.

3.1. Visualização da Informação

De acordo com Chen (2002), a área Visualização de Informação (InfoVis) estuda o uso de representações visuais e interativas de dados abstratos e não baseados em aspectos físicos, com o propósito de ampliar a compreensão dos dados. A relevância dessa forma de comunicação dá-se, entre outros, devido à capacidade de uma única figura conter uma grande quantidade de informações e pode ser interpretada muito mais rapidamente que uma página de texto, além destes fatores, imagens tendem a reduzir a barreira da linguagem no processo comunicativo (NASCIMENTO et al., 2005) (KERREN et al., 2007) (WARE, 2004). No entanto, o processo de representação gráfica efetiva de dados não é um processo trivial como pode parecer a princípio, pois um gráfico que não possa ser relacionado aos dados é improfícuo no processo cognitivo sobre estes (WARD et al., 2010).

A área de InfoVis estuda maneiras de tornar mais fácil e potencializar a capacidade de cognição dos seres humanos sobre representações gráficas de dados abstratos. Entre as questões de estudo da área de InfoVis pode-se relacionar a representação visual dos dados, a forma como essa representação é organizada na área disponível de exibição e a capacidade de interação permitida ao usuário para que este adapte a visualização para atender suas necessidades específicas (SPENCE, 2007).

Ainda que, por definição, a visualização não seja dependente de suporte computacional, nas últimas décadas este tem sido um fator importante para os avanços no campo da visualização de informação. Isto se dá principalmente pela velocidade e capacidade de memória dos sistemas computacionais, o alto poder de processamento destes e pela disponibilidade de dispositivos de vídeo que consigam potencializar o poder dos sistemas visuais e cognitivos humanos (SPENCE , 2007) .

As ferramentas de InfoVis, sistemas computacionais no suporte a visualização, vem sendo mais utilizadas a cada dia e é natural que estas ferramentas migrem para outras plataformas computacionais. Como exemplo desse comportamento pode-se citar a tendência da migração delas para a web (ROHER et al., 1997) (ALMEIDA et al., 2009).

3.1.1. Dados Hierárquicos

O surgimento das interfaces gráficas de usuário na década de 80 encorajou muitos desenvolvedores a criar visualizações para representar a ligação entre nodos, tais visualizações eram facilmente perceptíveis, seja com o nó raiz no topo, na lateral, na área

inferior, do lado esquerdo, ou lado direito (SHNEIDERMAN et al., 2011). De acordo com Spence (2007) várias relações são caracterizadas, ou seja, agrupadas, por uma conexão de um tipo especial, que é representada por um grafo o qual pode ser uma árvore.

Visualizar dados hierárquicos é um dos campos mais consolidados e ativos da área de InfoVis, a estrutura de dados em árvore prove um mecanismo crucial de representar estruturas complexas (CHEN, 2006). Árvores, ou hierarquias, são abstrações comumente usadas para representar estruturas de informação, há vários algoritmos eficientes para estruturas hierárquicas, tais como:

- *Conetrees* (ver Figura 3);
- *Hyperbolic Tree* (ver Figura 4);
- *Treemaps* (ver Figura 5);

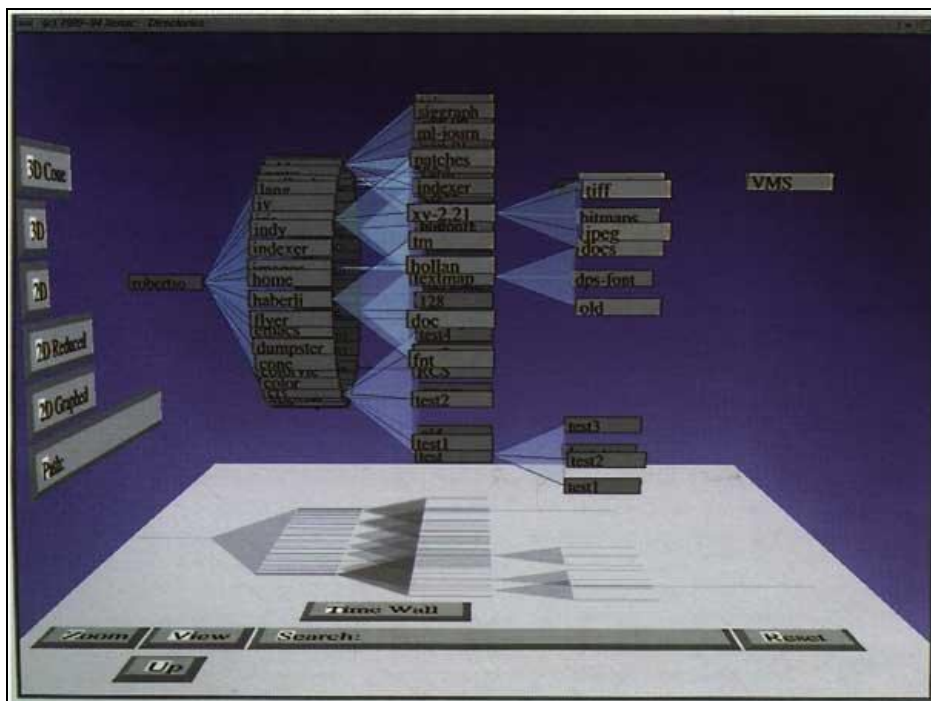


Figura 3 - Exemplo de dados hierárquicos em uma *ConeTree*. Fonte: (ROBERTSON et al., 1991).

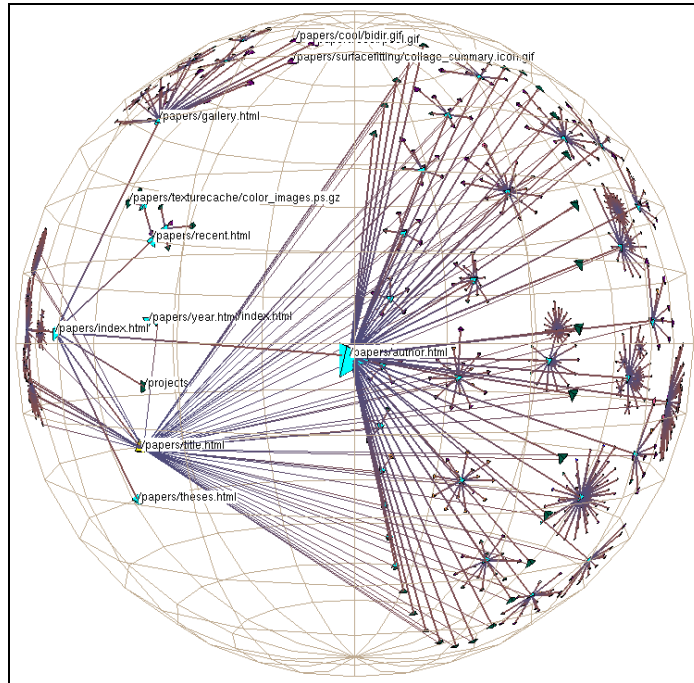


Figura 4 - Exemplo de dados hierárquicos em uma *Hyperbolic Tree*. Fonte: (MUNZNER, 1997).



Figura 5 - Exemplo de dados hierárquicos em um *Treemap* (SHNEIDERMAN et al., 2011).

3.1.2. Treemap

A área de visualização da informação apresenta diversas técnicas para representar dados hierárquicos visualmente, uma representação alternativa é a técnica *treemap*, esta técnica representa os dados abstratos em forma de retângulos hierarquicamente organizados na tela, cada retângulo equivale a um registro ou a uma categoria de registros que ocupa o

máximo de espaço disponível para ele, ou seja, o *treemap* é uma técnica *space-filling* ocupando 100% da área em tela designada para a plotagem da técnica (JOHNSON et al., 1991) (SHNEIDERMAN, 1992).

Segundo Johnson (1991) os principais objetivos desta técnica são:

- Utilização eficiente espaço: Utilização eficiente do espaço é crucial para a apresentação de grandes quantidades de informação;
- Interatividade: Controle interativo sobre a apresentação da informação e *feedback* em tempo real são fundamentais;
- Compreensão: O método de apresentação e seu *feedback* interativo devem facilitar extração rápida de informação com um baixo percentual e baixo esforço cognitivo;
- Estética: O desenho e o *feedback* devem ser esteticamente prazerosos;

Na representação em árvore desta técnica, um retângulo raiz é recursivamente subdividido em fatias, alternando entre as orientações horizontais e verticais, com base nas densidades dos sub-níveis para cada nível (WARD et al., 2010). Spence (2007) descreve o algoritmo cujo procedimento começa com o designo de um nó raiz que é desenhado na forma de um retângulo, a fim de obter um melhor aproveitamento do espaço da tela, o retângulo deverá ter aproximadamente o mesmo tamanho da tela. Dentro do retângulo raiz estão os retângulos menores, um para cada nó subordinado do nodo considerado. Esse procedimento se repete até todos os nós serem contabilizados (ver Figura 6).

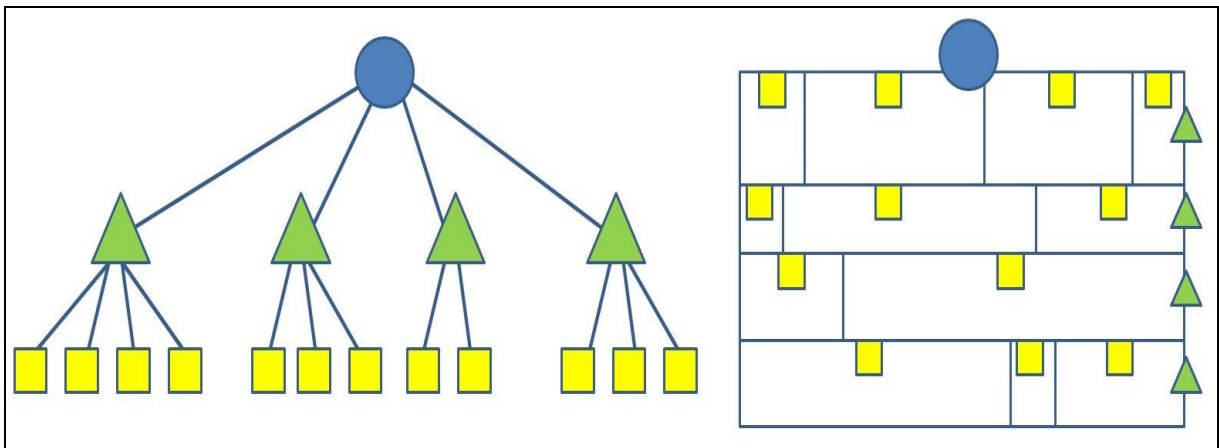


Figura 6 - Representação de uma árvore na técnica Treemap. Fonte: Adaptado de (SPENCE, 2007).

Para obter um entendimento mais concreto do funcionamento desta técnica Shneiderman (1992) preconiza o algoritmo em questão de acordo com a Figura 7, onde o argumento “*root*” representa um ponteiro para o nó raiz da árvore ou da sub-árvore; “P” e “Q” são vetores de tamanho dois (2) contendo o par ordenado (x, y) representando os cantos

opostos do retângulo, ou seja, o canto superior esquerdo e o canto inferior direito do retângulo; “*axis*” são valores entre zero (0) e um (1) que indicam cortes para serem feitos verticalmente e horizontalmente; “*color*” indica a cor a ser usada no retângulo corrente. De acordo com Shneiderman (1992) o algoritmo do faz uso de mais duas funções:

- *Paint_rectangle*: Função responsável por desenhar o retângulo usando a dada cor e redefine o valor da cor;
- *Size*: Função que retorna o número representando o tamanho do retângulo.

```

1 Algoritmo Treemap
2
3 begin
4 Treemap (root, P[0..1], Q[0..1], axis, color)
5   Paint_rectangle (P, Q, color) //desenha em toda a área
6   Width := Q[axis] - P[axis] //computa a localização da próxima fatia
7   for i := to num_children do
8     Q[axis] := P[axis] + (Size (child[i])/ Size(root)) * width
9     Treemap (child [i], P, Q, 1 - axis, color) //Repete a cada fatia
10    P[axis] := Q[axis]
11  end-for
12 end

```

Figura 7 - Algoritmo da técnica *Treemap*. Fonte: Adaptado de (SHNEIDERMAN, 1992).

A técnica *treemap* pode ser implementada através de cinco (5) algoritmos:

- *BinaryTree*: De acordo com Bruls (1999) esta implementação é parcialmente ordenada e não possui proporções muito boas, no entanto essa implementação está estável (ver Figura 8);
- *Ordered*: De acordo com Shneiderman (2001) esta implementação é parcialmente ordenada, e possui proporções médias, essa implementação possuiu média escalabilidade (ver Figura 9);
- *SliceAndDice*: De acordo com Shneiderman (2001) esta implementação é ordenada e está estável, porém não possui proporções muito boas. (ver Figura 10);
- *Squarified*: De acordo com Bruls (1999) essa implementação é desordenada, porém possui proporções muito boas e essa implementação possuiu média escalabilidade (ver Figura 11);
- *Strip*: De acordo com Bederson (2002) essa implementação é ordenada, possui proporções médias e média escalabilidade.

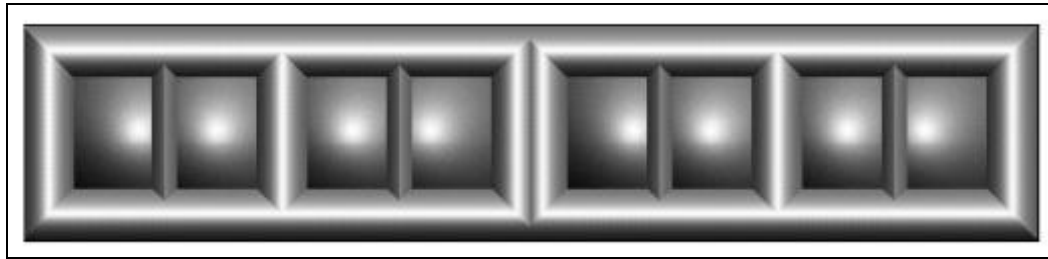


Figura 8 - Técnica *Treemap* implementada seguindo o algoritmo *BinaryTree*. Fonte (BRULS et al., 1999).

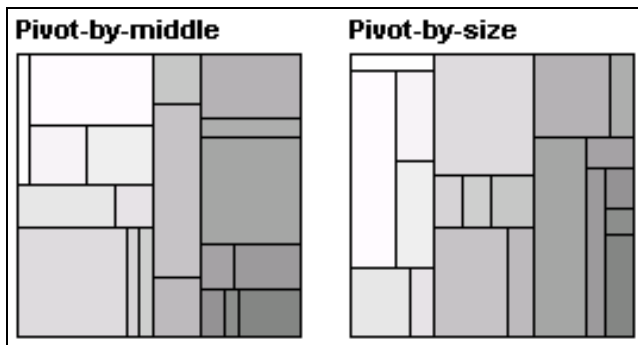


Figura 9 - Técnica *Treemap* implementada seguindo o algoritmo *Ordered Treemap*. Fonte: (SHNEIDERMAN et al., 2001).

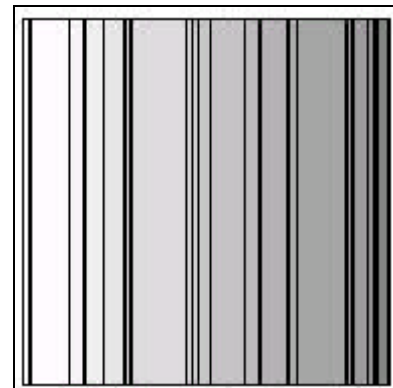


Figura 10 - Técnica *Treemap* implementada seguindo o algoritmo *Slice and Dice*. Fonte: (SHNEIDERMAN et al., 2001).

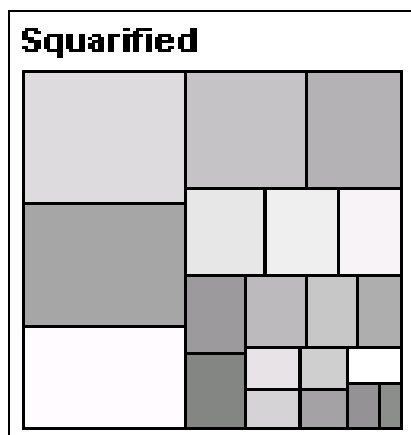


Figura 11 - Técnica *Treemap* implementada seguindo o algoritmo *Squarified*. Fonte: (SHNEIDERMAN et al., 2001).

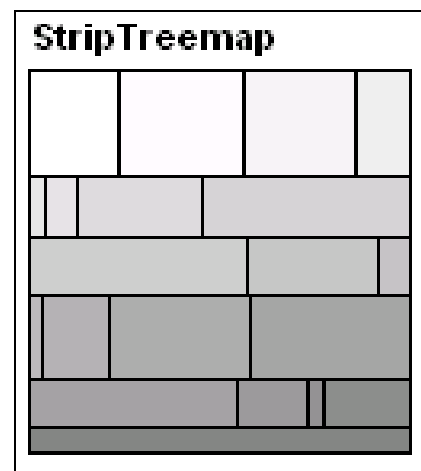


Figura 12 - Técnica *Treemap* implementada seguindo o algoritmo *Strip Treemap*. Fonte: (BEDERSON et al., 2002).

3.1.3. *Squarified Treemap*

A implementação do algoritmo proposto por Bruls (1999), o *squarified treemap*, apresenta uma distribuição com maior suporte a percepção sobre os nós folha, essa abordagem, diferentemente das outras versões dessa técnica, não faz uso de retângulos finos e

alongados. Bruls (1999) apresenta essa implementação como um método para subdividir as áreas dos retângulos, de tal forma que os sub-retângulos resultantes são os que têm o nível mais baixo na árvore.

Bruls (1999) destaca que o algoritmo em questão utiliza o espaço disponível para desenho de forma mais eficiente, permite que os itens sejam mais fáceis de serem selecionados em ambientes interativos e são mais fáceis de estimar o tamanho dos itens. A Figura 13 ilustra o algoritmo em pseudo-código.

```

1 Algoritmo SquarifiedTreemap
2
3 begin
4   squarify(list_of_real_children, list_of_real_row, real w)
5   begin
6     real c = head(children);
7     if worst(row, w) <= worst(row++[c], w) then
8       squarify(tail(children), row++[c], w)
9     else
10      layoutrow(row);
11      squarify(children, [], width())
12    end-if
13  end
14 end

```

Figura 13 - O algoritmo *Squarified Treemap*. Fonte: Adaptado de (BRULS et al., 1999) .

Outro ganho da utilização desta técnica é a possibilidade de utilizar o espaço interno dos retângulos para adicionar informação à visualização, seja ela textual, como a explicitação de algum atributo por texto, ou não, como mapeamento de cor para atributos (SPENCE, 2007).

Para ilustrar a execução o algoritmo, as etapas de sua execução podem ser vistos na Figura 14. O primeiro passo do algoritmo é dividir o retângulo inicial, posteriormente um segundo retângulo é plotado acima do primeiro, porque o segundo retângulo é mais alto do que largo. No passo 4 o retângulo de área 4 é plotado seguido pelo retângulo de área 3 (etapa 5). Em seguida, o retângulo de área 2 é adicionado, entretanto, não atinge o melhor resultado, por isso o algoritmo aceitar o resultado da etapa 5, e começar a preencher a partição canto superior direito.

Tais etapas se repetem até todos os itens/retângulos terem sido processados. De acordo com Bruls (1999) um resultado ótimo não pode ser garantido e a ordem dos retângulos é de extrema importância, considerando que os retângulos ordenados em ordem decrescente normalmente apresentam os melhores resultados.

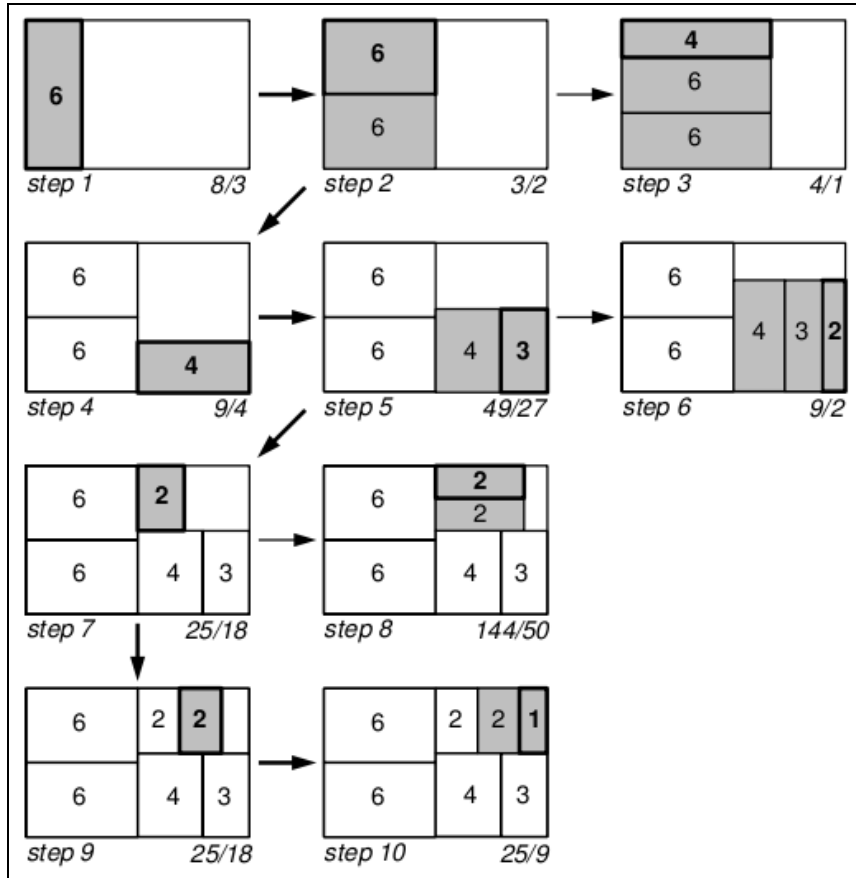


Figura 14 - Subdivisão do algoritmo *Squarified Treemap*. Fonte: (BRULS et al., 1999).

Capítulo 4

Estado da arte

Este capítulo apresenta os principais trabalhos que contribuíram conceitualmente com o desenvolvimento da ferramenta proposta neste trabalho, o capítulo aborda trabalhos da área de InfoVis e iDTV.

4.1. Trabalhos Relacionados

Esta seção discute sobre os trabalhos relacionados ao projeto, abordando sobre ferramentas de visualização de informação e aplicações de iDTV construídas para serem executadas no *middleware* Ginga.

Até o momento da escrita desta dissertação não foram encontrados trabalhos relacionados que envolviam visualização de informação, tendo como cenário um *middleware* para interatividade na iDTV. Porém, serão apresentados alguns exemplos de ferramentas de visualização que utilizam a técnica *treemap*, e trabalhos que envolvem o comércio eletrônico tendo como cenário o ambiente web e o ambiente da TV interativa.

4.2. Aplicações de iDTV

4.2.1. *ClimaTV*

O "Clima TV" é uma aplicação interativa que permite, através do canal de retorno, a consulta a previsão do tempo das capitais brasileiras. A aplicação é desenvolvida em NCL/Lua e utiliza o serviço disponível no site do "The Weather Channel"³. O principal objetivo dessa aplicação é permitir que um telespectador possa consultar a previsão do tempo de todas as capitais brasileiras. Um dos grandes ganhos dessa implementação é o fato da inteligência da aplicação estar toda no código Lua, ou seja, o código Lua é responsável por apresenta os menus, a previsão do tempo, formatação de dados e mudança de telas (ver Figura 15), agregando maior flexibilidade ao desenvolvimento das funcionalidades.



Figura 15 - Protótipo da aplicação Clima TV . Fonte: (BOECHAT, C.; de ARAUJO L. E., 2010).

³ <http://www.weather.com>

4.2.2. *A Development of a System Providing a Personalized Yellow Page Service Based on an Interactive Video Application Service*

Hur (2009) projetou e implementou um sistema que fornece um serviço de página amarelas personalizadas para os telespectadores através da IPTV (*Internet Protocol television*) para criar uma parcerias no mundo dos negócios (ver Figura 16). Este sistema mostra a possibilidade comercial de uma aplicação de *t-commerce* no cenário da IPTV.



Figura 16 – Exemplo de um serviço de uma página amarela personalizada baseada em um serviço interativo de vídeo. Fonte: Adaptado de (HUR et al., 2009) .

4.3. Frameworks Lua

4.3.1. *Framework LuaOnTV*

No cenário da iDTV brasileira foi encontrado o *framework* (LuaOnTV, 2011), que foi desenvolvido no laboratório de TV Digital e disponibilizado de forma gratuita no LuaForge⁴. Este *framework* tem por objetivo facilitar a construção de aplicações interativas para a iDTV, e teve como desafio a implementação de códigos baseados no paradigma da programação orientada a objetos, pois a linguagem Lua não é uma linguagem com características de Programação Orientada a Objetos.

O *framework* LuaOnTV fornece vários componentes gráficos de uma GUI renderizados diretamente de um *script* Lua. Permitindo o desenvolvimento de uma interface

⁴ <http://luaforge.net/projects/>

dinâmica, infelizmente, o projeto apresentou alguns problemas de performance e seu desenvolvimento foi interrompido.

4.4. Modelos Conceituais de iDTV

4.4.1. *Conceptual Models for T-Commerce in Brazil*

Ghisi (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.

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.

4.5. Aplicações de InfoVis

4.5.1. *Honeycomb - Shop Amazon.com*

Honeycomb (HIVEGROUP, 2011) é uma ferramenta para visualização de informação na web com a técnica *Treemap* e tendo como foco o *e-commerce*, ver Figura 17. Esta

aplicação utiliza a linguagem Java e é executada em um navegador com a tecnologia *Applet*, os produtos para venda são carregados através de um *webservice* de uma empresa multinacional de comércio eletrônico.

A aplicação em questão possui vários recursos de uma boa ferramenta de visualização, tais como:

- Detalhes sob demanda, através de pequenas janelas que aparecem ao passar o mouse sobre um item;
- Filtros dinâmicos, contando com checkboxes e rangesliders;
- Agrupamento dos itens por categorias;
- Configuração da cor e tamanho dos itens;

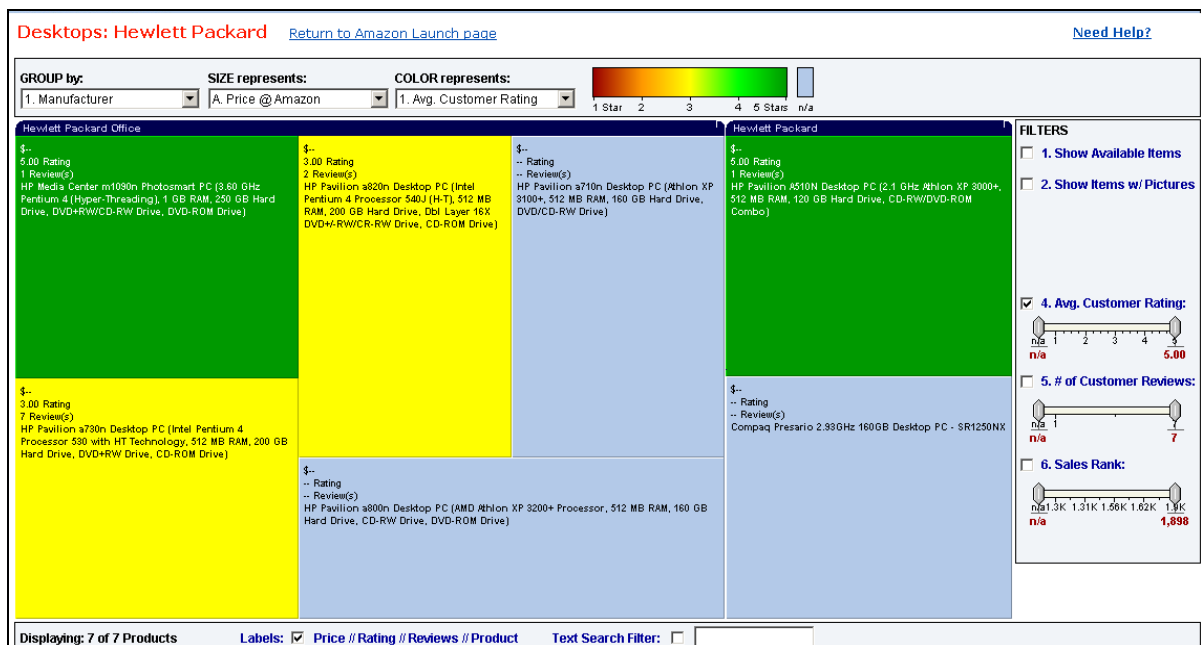


Figura 17 - Aplicação Honeycomb com *Shop Amazon.com* desenvolvida pelo "The Hive Group". Fonte: Adaptado de (HIVEGROUP, 2011).

4.5.2. A *Tourism Information Analysis Tool for Mobile Devices*

Pinheiro (2008) implementou múltiplas técnicas coordenadas, *Treemap* e o gráfico de dispersão de dados, para mostrar informação em dispositivos móveis com o intuito de verificar o impacto na análise dos dados nesses dispositivos limitados. A principal linha apresentada neste trabalho foi a capacidade de suavizar o impacto sobre a análise dos dados em dispositivos limitados (ver Figura 18).



Figura 18 - A técnica *Treemap* implementada em um PDA. Fonte: (PINHEIRO et al., 2008).

4.5.3. *Pre-sale visualization of kitchen & bath equipment self-design to purchase service platform*

Huang (2009) destaca em seu trabalho que os catálogos de produtos ajudam o usuário que precisa comprar um determinado produto, a gerenciar, procurar e acessar informações sobre um produto através do WWW (*World Wide Web*). Não obstante, o autor enfatiza que tais catálogos geralmente não fornecem uma GUI que permita a um comprador um *overview* dos dados ao explorar bases de dados com grandes quantidades de dados hierárquicos.

Dentro deste contexto Huang (2009) implementou um aplicativo usando a técnica de visualização *Treemap* para melhorar a categorização de produtos online, e desta forma trazer para o usuário final uma visualização que possibilite ao comprador uma boa noção de espaço e desta forma explorar com mais facilidade uma vasta hierarquia de produtos (ver Figura 19).

A ferramenta implementada por Huang (2009) utiliza nos itens do *treemap* ícones para ilustrar o produto comercializado, porém é importante elucidar que quando a técnica apresenta vários itens à qualidade da visualização acaba sendo prejudicada, pois os itens de menor valor em cada grupo acabam tendo seus ícones ocultados.



Figura 19 - Tela de uma Loja de conveniência *on-line* com um navegador gráfico-interativo *Treemap*, exibindo 16 sub-categorias e mais de 200 itens. Fonte: (HUANG et al., 2009).

Os trabalhos analisados tiveram por finalidade reunir os aspectos e pontos em comum com esta dissertação, a qual apresenta a implementação de uma interface de *t-commerce*, para o *middleware* brasileiro de iDTV, com os componentes gráficos renderizados a partir do código Lua através do desenvolvimento do próprio framework gráfico, ao invés de utilizar o framework LuaOnTV (LuaOnTV, 2011), baseado nas considerações feitas por Pinheiro (2008), Hur (2009), Huang (2009) e considerando o modelo de apresentação e o modelo de conteúdo assertivo preconizado por Ghisi (2010).

Não obstante, este trabalho apresenta como diferencial a geração de GUIs dinâmicas baseadas nos dados carregados de acordo com cada execução, isso significa que a aplicação proposta neste trabalho é adaptável a diferentes bases de dados e resoluções de TVs. Tal requisito possui grande importância em uma ferramenta com suporte a compra, pois permitem o reuso de GUIs para vários tipos de produtos sem alterar o código fonte da aplicação.

Capítulo 5

INTERFACE *T-COMMERCE*: UMA FERRAMENTA PARA O COMÉRCIO ELETRÔNICO NA iDTV.

Este capítulo aborda os principais aspectos referente à implementação da interface t-commerce, bem como as tecnologias de apoio utilizadas, as principais características, técnica e recursos implementados, a arquitetura e a modelagem, dentre outros pontos importantes para a compreensão do funcionamento da interface em estudo.

5.1. Visão Geral da Interface de Compras

Para a concretização de uma interface para o processo de compra em iDTV que proporcione um alto grau de percepção dos produtos aos telespectadores, optou-se por utilizar uma técnica de visualização da informação, tendo como pressuposto a premissa de que um ser humano consegue compreender ou reconhecer, em menor tempo uma imagem do que elementos textuais, ou seja, as visualizações estimulam o processo cognitivo dos usuários, utilizando o processo automático do ser humano de reconhecer padrões (WARE, 2004).

Diante da ampla gama de técnicas de InfoVis, buscou-se utilizar uma técnica que não desperdiçasse o espaço de plotagem disponível, e que facilitasse a percepção dos telespectadores no processo tomada de decisão no ato de uma compra. Dentro do exposto, a técnica *Treemap* foi adotada por apresentar como uma de suas principais características o *space-filling*.

Outro fator que levou a escolha da técnica *treemap* está relacionado com a lei de *Hick-Hyman* a qual diz que o ser humano tende a subdividir um conjunto total de opções em grupos, suprimindo aproximadamente metade das escolhas a cada etapa, ao invés de considerar todas as opções uma a uma, o que demandaria muito tempo (HICK, 1952) (HYMAN, 1953). Dessa forma, de acordo com o que foi preconizado por Shneiderman (1992) a técnica *treemap* é uma representação projetada para a visualização humana de estruturas em árvore tradicionais e complexas, onde cada nó pai representa um grupo de um dado nível na árvore.

Dentro deste contexto Johnson (1991) expõe que, em geral, os dados possuem uma estrutura hierárquica ou podem ser organizados hierarquicamente. Tal organização dos dados facilita a análise, devido ela reduzir a complexidade dos dados. Por conseguinte, a técnica *treemap* aumentaria a percepção dos telespectadores uma vez que ela implementa o conceito de agrupamento, a Figura 20 ilustra o exemplo de um *treemap* com agrupamento.



Figura 20 - Técnica *Treemap* com uma base de dados de notebooks mostrando o agrupamento o qual dividiu a técnica em quatro (4) grupos: Windows 7; Mac OSX; Windows Vista; e Linux Satux. Fonte: (MARQUES et al., 2011).

Segundo Blanch (2007) a técnica *treemap* não é adequada para a exploração de grandes conjuntos de dados em situações as quais será necessário utilizar o rótulo dos itens, tendo em vista que, para grandes conjuntos de dados, o rótulo dos itens do *treemap* ficará muito pequeno ou ilegível.

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 et al., 2011). Portanto, já que um STB possui limitações de *hardware*, a técnica *treemap*, possui grade viabilidade para ser utilizada no cenário da iDTV brasileira.

5.2. Descrição das funcionalidades da Interface de Compra

Esta dissertação apresenta o protótipo de uma aplicação de *t-commerce* a fim de estimular a ascensão da experiência dos telespectadores no processo de compras através da iDTV utilizando a técnica de visualização de informação *treemap*. O protótipo possui como principais funcionalidades básicas:

- Entrar na interface inicial;
- Selecionar produto;
- Reconfigurar a técnica de visualização
- Efetuar compra;

A Figura 21 ilustra o diagrama de caso de uso da interface de compras, onde pode ser observada que o caso de uso principal trata da compra de produtos através da iDTV, onde para que o telespectador possa realizar a compra de um dado produto, primeiramente ele terá que “Entrar na Interface Principal”, desta forma o telespectador estará apto a “Selecionar um Produto”, ou seja, o usuário poderá ver os detalhes de um produto e adicioná-lo ao seu carrinho de compras, sendo que neste momento ficará a cargo do telespectador a opção de “Reconfigurar a Técnica de Visualização”. Por fim o telespectador poderá “Efetuar Compra”, tal funcionalidade consiste em concluir o processo de compra de produtos. É importante ressaltar que os detalhes pertinentes a essa funcionalidade fogem do escopo desta dissertação, pois não se relacionam com os objetivos em questão.

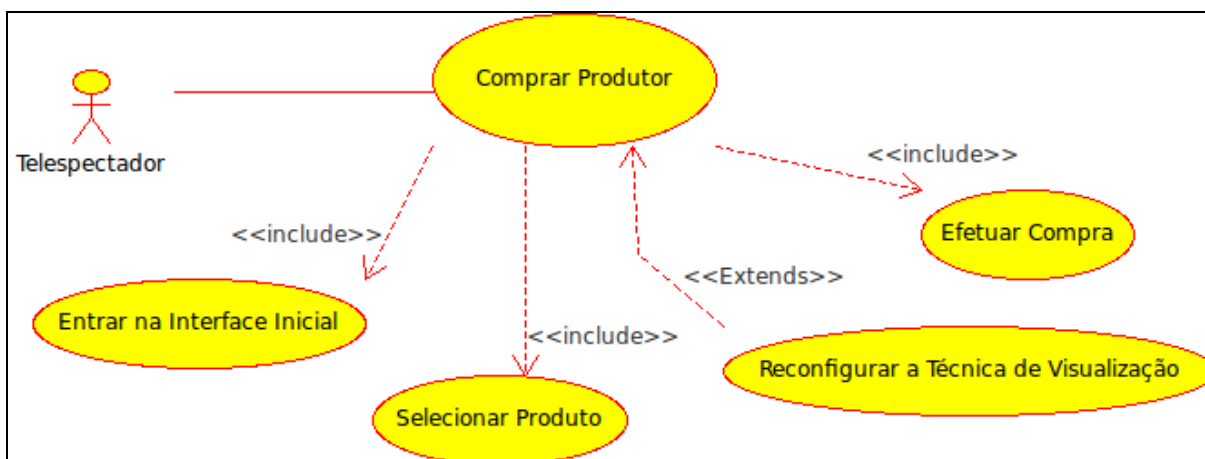


Figura 21 - Diagrama de caso de uso da Interface t-commerce.

Ao selecionar um produto o telespectador pode visualizar os detalhes do produto em questão, ou seja, o telespectador terá acesso aos detalhes sob demanda do produto selecionado, e caso o produto lhe agrade, este poderá ser adicionado ao carrinho de compras. A Figura 22 ilustra o diagrama de caso de uso desta funcionalidade.

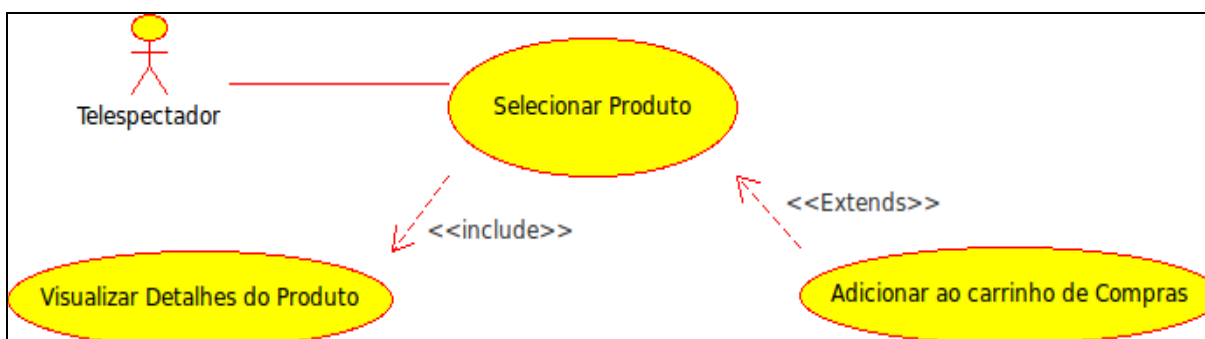


Figura 22 – Diagrama de caso de uso “Selecionar Produto”.

A funcionalidade “Reconfigurar a Técnica de Visualização” consiste em permitir que um telespectador possa alterar sua visualização atual de acordo com sua percepção (ver Figura 23). Essa funcionalidade permite três ações:

- Redefinir a hierarquia do treemap: permite que um telespectador possa escolher um atributo categórico da base de dados para que a visualização seja reclassificada tendo por base o atributo escolhido;
- Redefinir o Tamanho dos Itens: permite que um telespectador possa escolher um atributo discreto da base de dados, ou seja, com um número de elementos finito, para que a visualização seja replotada considerando os valores discretos do atributo escolhido como o novo tamanho dos itens do treemap;
- Redefinir Rótulo: permite que um telespectador possa escolher um atributo da base de dados para replotar a técnica de InfoVis considerando os valores do atributo escolhido como rótulo dos itens do treemap.

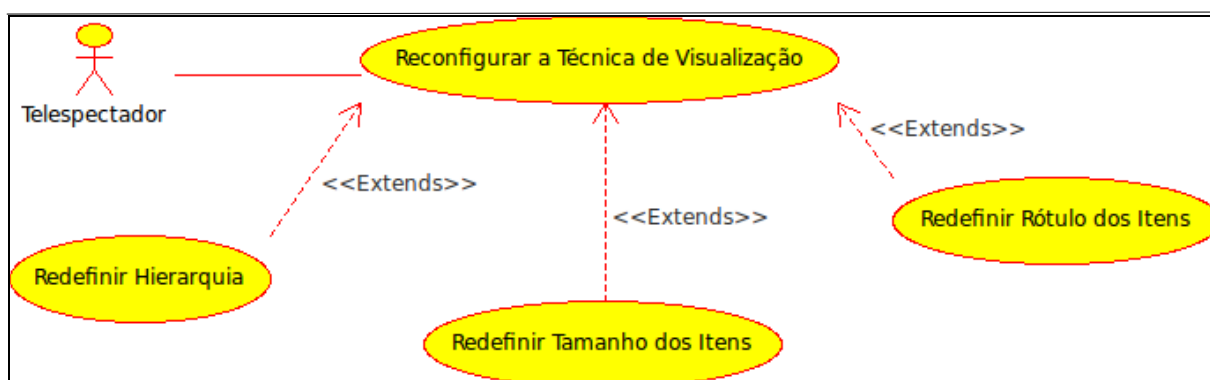


Figura 23 - Diagrama de caso de uso “Reconfigurar a Técnica de Visualização”.

5.3. Apresentação e Descrição da Arquitetura

A arquitetura da aplicação está dividida em quatro ambientes:

- Ambiente de análise e desenvolvimento;
- Ambiente do provedor de serviços de broadcasting (Broadcasting Service Provider - BSP),
- Ambiente Ginga Set-Top Box do telespectador,
- Ambiente de interação do telespectador.

Considerando os dois subprojetos do *middleware* brasileiro, Ginga-NCL e Ginga-J, optou-se por utilizar o sub-projeto Ginga-NCL devido este sub-projeto apresentar maior estabilidade do que o sub-projeto Ginga-J (COSTA et al., 2010) (SOUZA JÚNIOR, 2009). Para que a implementação do protótipo fosse concretizada definiu-se duas camadas: A camada NCL, a qual possui as mídias e seus posicionamentos e é utilizada para capturar os eventos de interação no protótipo, e a camada Lua, a qual possui todas as regras de negócio do protótipo.

A camada Lua é responsável pela maioria das funcionalidades do protótipo e está dividida em quatro sub-grupos:

- Visualização: responsável por renderizar a técnica treemap de acordo com as configurações pré-definidas;
- Gerenciador de Configurações: responsável por registrar as configurações do telespectador em um modelo de configuração;
- Gerenciador de dados: responsável por carregar e organizar os dados;
- Carrinho de compras: responsável por armazenar em memória os itens escolhidos pelo telespectador e enviá-los ao BSP.

Além dos objetivos dessa dissertação o protótipo em questão foi construído para anteceder a etapa de compra do telespectador via iDTV. A Figura 24 mostra a arquitetura de todo o ciclo de vida do protótipo e o ciclo que acontece antes do telespectador começar a interagir com a TV.

Após analisar a classificação de aplicações de iDTV definida por Morris et al. (2005) (ver subseção 2.1), notou-se que a aplicação não poderia estar permanentemente no STB do usuário, pois desta forma a ferramenta poderia tornar-se inconsistente, uma vez que os telespectadores poderiam carregar qualquer base de dados no protótipo e, considerando as limitações de um STB, se a base de dados for muito extensa a visualização dos itens no *treemap* poderá tornar-se muito custosa e inviável. Logo, a ferramenta não pôde ser classificada como *Native Applications* ou *Stored Applications*. Desta forma, optou-se por relacionar o conteúdo da aplicação com o conteúdo do serviço exibido na programação da TV, ou seja, o protótipo foi classificado como *Service Bound*, ficando disponível ao telespectador apenas durante a programação de conteúdo relacionado.

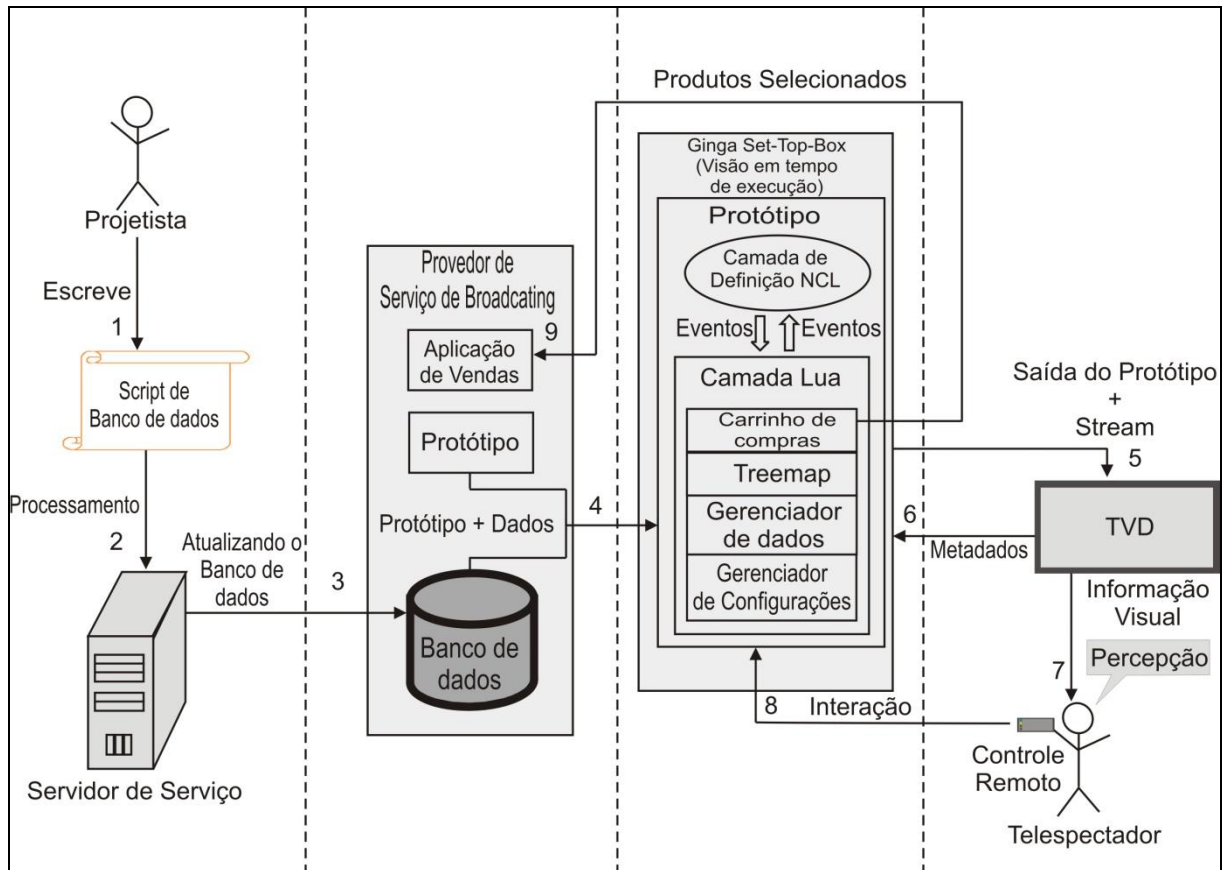


Figura 24 – Arquitetura do protótipo dividida em áreas associadas mostrando em detalhes os quatro ambientes: Ambiente de análise e desenvolvimento; Ambiente do provedor de serviços de broadcasting; Ambiente Ginga Set-Top Box do telespectador; e o Ambiente de interação do telespectador.

O início do ciclo de vida da arquitetura começa quando, primeiramente, (1) no “Ambiente de análise e desenvolvimento” o projetista, que é um especialista responsável por escrever o script de banco de dados, escolhe apenas os produtos que serão mostrados na execução do protótipo, ou seja, os produtos que serão ofertados ou que estão relacionados com o conteúdo sendo exibido pelo canal de TV. Em seguida, (2) o script de banco de dados será processado pelo Servidor de Serviços, que irá validar o script e irá extrair um subconjunto do conjunto de dados de produtos no formato adequado para ser executado nos STBs cliente. Este conjunto de dados reduzido será enviado ao BSP juntamente com seu contexto de execução (Dados + Serviço ou conteúdo relacionado).

Desta forma, (3) a base de dados será atualizada, e (4) o ciclo de vida do protótipo começa quando o BSP fornece aos telespectadores o protótipo executável, a base de dados contendo os produtos, e o *Stream* de vídeo. Portanto o *Ginga Set-top Box* interpreta e carrega o protótipo (5), e carrega alguns metadados da TV (6) para renderizá-lo.

Após estas etapas, o telespectador recebe a informação visual através da TV e por sua vez, o telespectador tem o primeiro contato com a visualização (7), e então pode começar a interagir com o protótipo através do controle remoto (8). Por conseguinte, após o

telespectador realizar sua análise e escolher os produtos, (9) ele pode optar por comprar ou não os produtos. Caso o telespectador decida concluir o processo de compra, a lista de produtos escolhidos, contida no carrinho de compras, é enviada a aplicação de vendas armazenada no BSP, e desta forma concluindo o ciclo de vida da arquitetura.

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, através do botão “*exit*” do controle remoto; e quando o telespectador enviar os produtos do carrinho de compras ao BSP, 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.

5.4. Apresentação do protótipo

No ambiente de iDTV, o principal mecanismo de interação entre o telespectador e as aplicações é o controle remoto. Esta característica é fundamental na hora de desenvolver aplicações, pois apresenta uma diferença significativa de outros ambientes computacionais, pois não permite que um ponto bidimensional seja apontado de maneira natural, a exemplo da utilização do mouse. Essa restrição na interação foi essencial na forma em como foi projetada a navegação, fundamental numa aplicação de iDTV. Por tanto, definiu-se que a interação seria realizada utilizando as setas direcionais, os botões coloridos (Vermelho, Azul, Verde, e Amarelo), e o botão “*Ok*” do controle remoto da TV, de acordo com a norma ABNT NBR 15606-1 (ABNT, 2010).

6.4.1. Navegação entre os elementos gráficos do protótipo

Tendo em vista que haveria a necessidade da construção de um mecanismo de navegação entre os elementos gráficos, definiu-se que a disposição lógica de tais elementos seria desenvolvida seguindo a estrutura em árvore, desta forma definiu-se que a navegação obedeceria o algoritmo de caminhamento em árvore pré-fixado (raiz-esquerda-direita) (ver Figura 25) (GOODRICH et al., 2005). Por tanto, definiu-se que o mapeamento das ações referentes à navegação dos elementos gráficos com os botões do controle remoto deveria ser o seguinte:

- Evento como botão “*Ok*”: Este evento faz com que um nó mais a esquerda da árvore seja percorrido;

- Evento com as setas direcionais: Este evento faz com que um nó folha mais a esquerda, ou um nó pai mais a direita, possa ser visitado.
- Eventos com o botão Amarelo: Este evento faz com que o caminhamento possa voltar um nível na árvore.

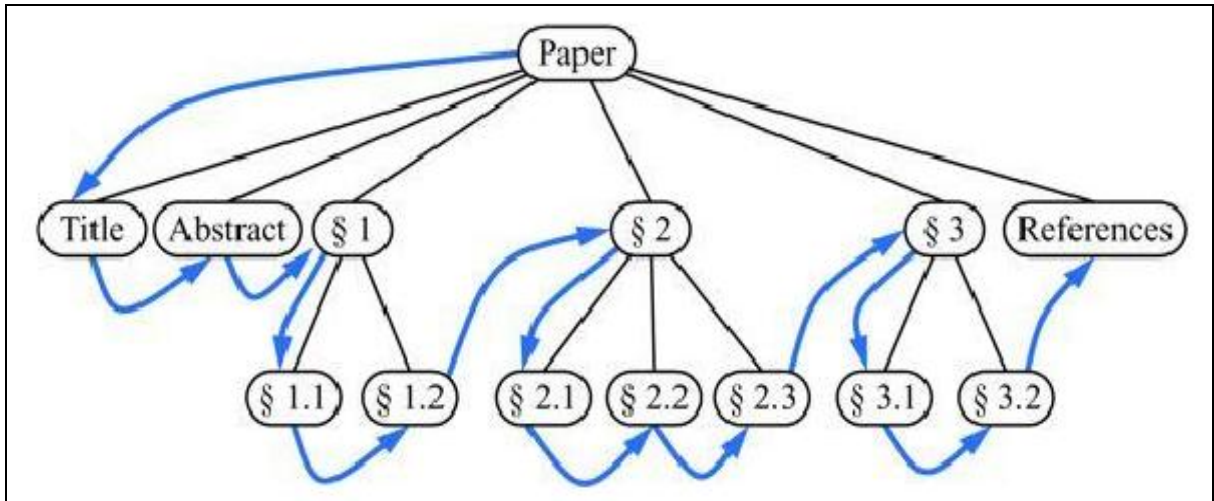


Figura 25 - Caminhamento prefixado sobre uma árvore ordenada onde os filhos de cada nodo estão ordenados da esquerda para a direita. Fonte: (GOODRICH et al., 2005) .

É importante destacar que mecanismo de navegação foi criado devido a GUI utilizar menus que de acordo com Kunert (2009) a utilização de menus permite o acesso a conteúdo específico, estruturas hierárquicas de classes e subclasses, e suporte a pesquisa baseada em categorias.

6.4.2. O protótipo

O protótipo é iniciado quando surge na TV do telespectador um ícone indicando que há uma aplicação interativa, tal ícone apresenta o texto “Comprar Produtos”, ver Figura 26. Optou-se por indicar para o telespectador a existência de uma aplicação interativa, contendo a letra “i” representando a palavra interatividade, com um ícone no formato esférico de cor verde para estimular o telespectador a apertar o botão Verde do controle remoto para iniciar a aplicação de compras.



Figura 26 - Ícone que indica que há uma aplicação interativa para o telespectador.

A prática de estimular o telespectador a apertar o botão com uma dada cor, número ou texto para inicializar uma aplicação interativa é vista por Kunert (2009) como uma das boas práticas de design de interatividade na iDTV. Kunert (2009) afirma que geralmente são utilizados ícones na cor vermelha para estimular o telespectador a apertar o botão vermelho do controle remoto e assim inicializar uma aplicação.

Não obstante, adotou-se um ícone na cor verde a fim de preservar a *affordance* do ícone, pois de acordo com Barbosa et al. (2010) as *affordance* de um sistema interativo devem guiar o usuário sobre o que o sistema deve fazer, e como ele deve fazer. Dessa forma, a cor vermelha geralmente indica quando se deseja sair de um aplicativo, e não quando se deseja entrar em um. Dentro deste cenário o botão Vermelho foi escolhido para indicar ao telespectador como sair do protótipo de compras. Por fim o definiu-se que o botão Azul ativaria o evento de adicionar itens ao carrinho de compras.

O ícone indicador de interatividade de acordo com Kerren et al.(2007) deve ficar em um local da tela onde não sobreponha nenhum outro ponto importante da programação da TV. Segundo Kunert (2009) o ícone indicador de interatividade geralmente fica no canto superior direito da tela da TV. Não obstante, optou-se por utilizar tal ícone no canto superior esquerdo da tela da TV, haja vista que, em geral na América e na Europa, a leitura de tela é feita da esquerda para a direita e de cima para baixo (KERREN et al., 2007), a Figura 27 ilustra o ícone em questão sendo exibido em uma TV.



Figura 27 - Ícone indicador de interatividade sendo exibido no canto superior esquerdo da TV.

Uma vez dentro do protótipo de compras o usuário poderá visualizar os produtos disponíveis para a compra dispostos na técnica *treemap*, de acordo com a Figura 28 área A. Na tela inicial do protótipo é possível observar que o telespectador pode assistir a programação, disponibilizada pelo canal de TV, e interagir com o protótipo de compras, pois o vídeo é redimensionado e se posiciona no canto superior direito da TV, como mostra a Figura 28 área B, foi definido que o vídeo ficaria nesse posicionamento, pois de acordo com Kerren et al. (2007) esse *layout*, chamado de *full screen with vídeo* que consiste em deixar a aplicação interativa ocupando todo o espaço de tela e com o vídeo em um tamanho reduzido em um dos cantos da TV (canto superior esquerdo ou direito), favorece aos telespectadores que querem continuar assistindo a programação da TV enquanto que outro telespectador deseja comprar um determinado produto.

Adicionalmente, a interface inicial do protótipo o telespectador possui uma breve ajuda aos telespectadores contendo as principais funcionalidades do protótipo, a fim de minimizar o esforço do telespectador com a interface do protótipo (ver Figura 28 área C), tal característica é indicada por Kerren et al. (2007) como uma boa prática de *design* de interfaces para iDTV.

Além desses recursos a interface do protótipo também apresenta um menu com quatro (4) botões para permitir que a visualização possa ser reconfigurada, são eles (ver Figura 28

área D): Configurar Hierarquia, Configurar Tamanho, Configurar Rótulo e Carrinho. Por conseguinte, a interface possui uma legenda para permitir que o telespectador possa manter-se informado sobre como está à configuração da visualização. Essa legenda mostra para o telespectador informações sobre qual atributo está selecionado na opção hierarquia, rótulo e tamanho (Figura 28 área E).

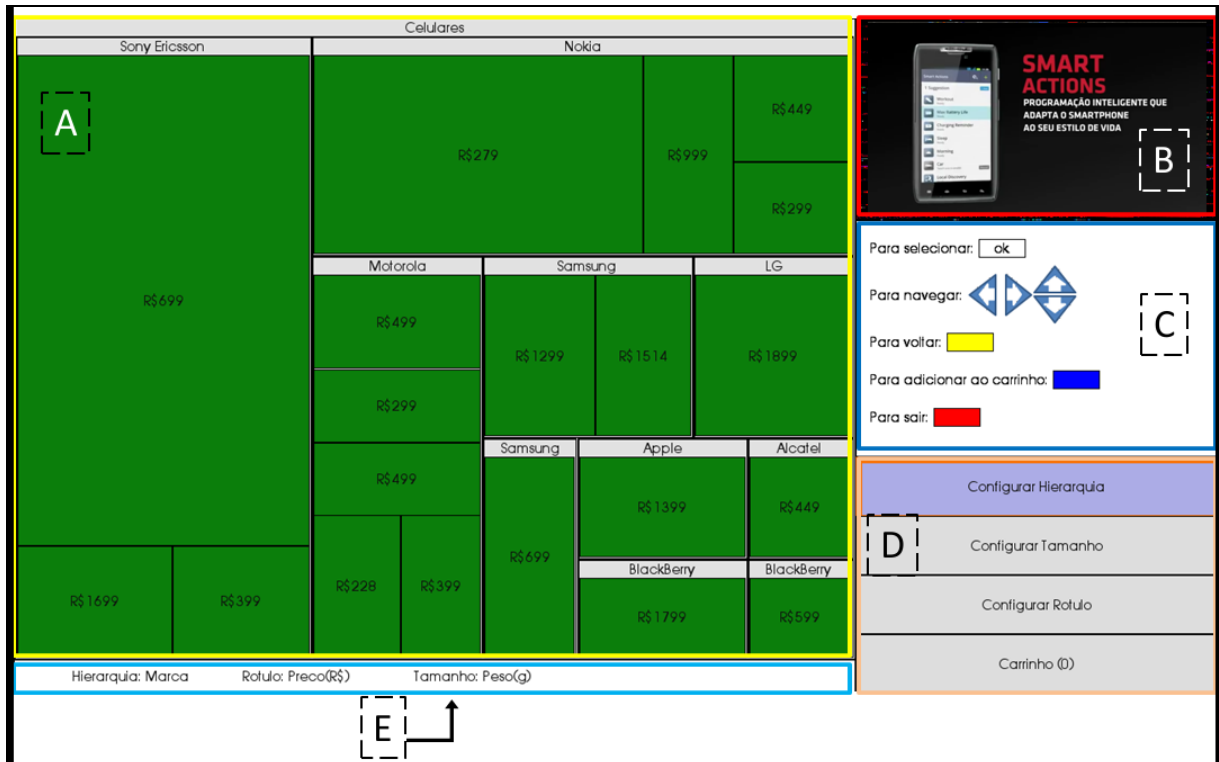


Figura 28 - A - Área de Visualização; B - Stream de vídeo do canal de TV; C - Ajuda ao telespectador; D - Área de configuração; E - Legenda da configuração da visualização;

Quando o telespectador começa a interagir com o protótipo e navega até um produto disponível para compra, é possível visualizar mais detalhes sobre o produto selecionado, ou seja, quando o telespectador seleciona um produto é possível ver os detalhes sob demanda desse produto, conforme ilustra a Figura 29 área A

É importante destacar que apenas um subconjunto de atributos da base de dados é válido para cada tipo de configuração, sendo: Atributos categóricos para a configuração a hierarquia, atributos contínuos para a configuração do tamanho, e para a configuração dos rótulos todos os atributos se aplicam. Para concluir a configuração da visualização é necessário que o telespectador navegue até *radiobutton* do atributo desejado e confirme pressionando o botão “Ok” do controle remoto, e em seguida a área de visualização é replotada de acordo com a nova configuração.

Para adicionar um produto ao carrinho de compras o telespectador deve navegar até o produto desejado e pressionar o botão Azul sobre o item do *treemap*, em seguida, a cor do item selecionado irá mudar para um tom mais claro. Tal funcionalidade foi implementada a fim de prover um *feedback* ao usuário quanto ao produto dentro carrinho de compras. Do mesmo modo um contador é inicializado no título do botão “Carrinho”, para permitir ao telespectador ter um controle maior sobre a quantidade de itens que já foram selecionados (ver Figura 31).



Figura 31 - Carrinho de compras com dois itens, os quais estão destacados com o tom da cor mais claro para que possam se destacar em meio aos demais.

Capítulo 6

INTERFACE T-COMMERCE: BIBLIOTECA GRÁFICA

Este capítulo aborda o desenvolvimento de uma API Gráfica, com um módulo de InfoVis, que aporta contribuições para o desenvolvimento de aplicações interativas baseadas no middleware Ginga-NCL.

6.1. Visão Geral

Uma das maiores dificuldades no desenvolvimento deste trabalho foi a inexistência de componentes gráficos de interface com usuário para desenvolver a interface de *t-commerce*, tal interface, de acordo com a subseção 5.1, foi desenvolvida em NCLua, linguagem presente no *middleware* Ginga.

Para tal, durante a implementação do protótipo de *t-commerce*, houve a necessidade do desenvolvimento de uma solução que permitisse que a GUI do protótipo de compras fosse dinâmica e que a biblioteca possuísse um módulo de InfoVis. A biblioteca gráfica foi criada em Lua e possui as características da Orientação a Objetos, o que viabilizou a modelagem da interface de compras de *t-commerce* através da UML (*Unified Modeling Language*) (SOMMERVILLE, 2007).

Durante o desenvolvimento da biblioteca gráfica, buscou-se implementá-la de modo a contribuir com o desenvolvimento de aplicações interativas baseadas no SBTVD. A construção da API segue o estilo de arquitetura de decomposição modular, decomposição orientada a objetos. Tal estilo de arquitetura foi escolhido, pois de acordo com Sommerville (2007) os objetos não são fortemente acoplados, e a implementação de objetos pode ser modificada sem afetar outros objetos. Dessa forma aumenta-se o grau de reutilização de código, permitindo que as estruturas dos objetos sejam facilmente entendidas.

6.2. A biblioteca de autoria

A biblioteca de autoria foi dividida em 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.

7.2.1. Módulo core

Este módulo fornece a base para a plotagem dos componentes gráficos, e gerencia a navegação entre tais componentes. O módulo em questão possui as seguintes classes e a Figura 32 apresenta o diagrama de classes com seus respectivos relacionamentos:

- *Dimension*;
- *Rectangle*;
- *Node*;
- *Navigable*.

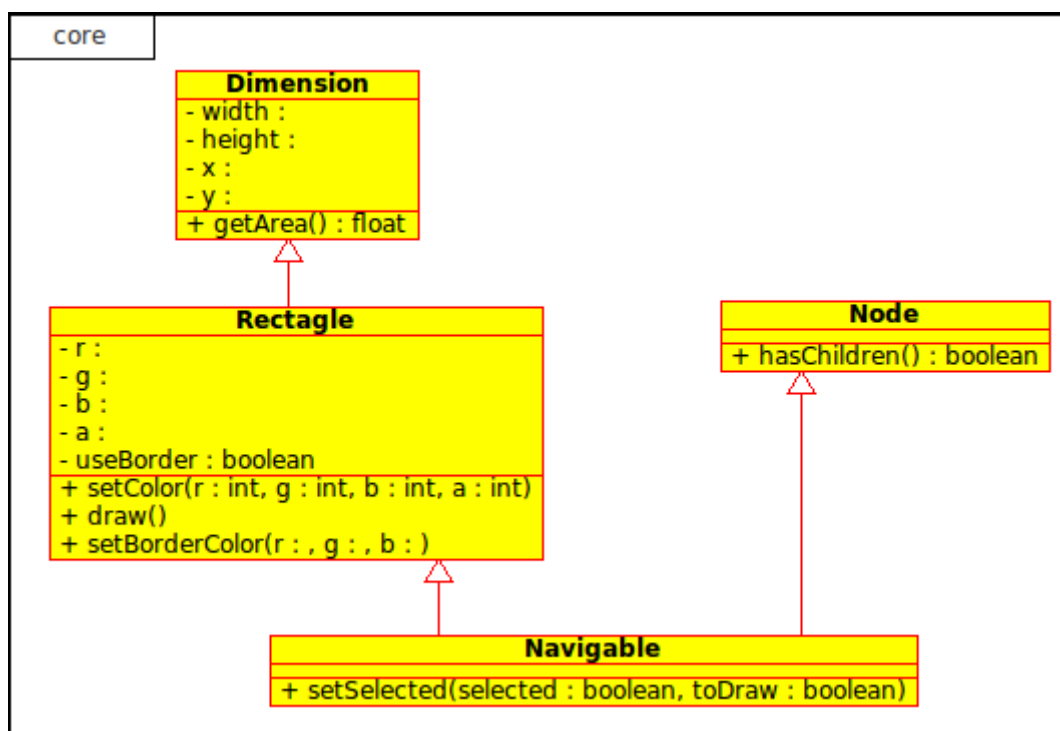


Figura 32 - Diagrama de classes do módulo *core*.

A base para a plotagem dos componentes gráficos é a classe *Dimension*, pois esta classe possui as propriedades de posicionamento, largura e altura que serão herdadas pelos demais objetos gráficos. Tal classe possui o método *getArea()*, o qual é responsável por retornar o valor equivalente ao cálculo da área desenhada. A classe *Rectangle* herda a classe *Dimension* e possui os métodos *setBorderColor()*, responsável por definir a cor da borda de um retângulo; *setColor()*, responsável por definir as cores de um retângulo criado com a propriedade “*fill*”, ou seja, um retângulo não vazado; e possui o método *draw()*, responsável por plotar o botão.

A classe *Nodo* foi criada para viabilizar o caminhamento pré-fixado em árvore conforme, de acordo com a subseção 6.4.1. Tal classe possui o método booleano

hasChildren(), que retorna o valor verdadeiro caso o componente possua elementos filhos na árvore de navegação. Por conseguinte, a classe *Navigable* apresenta herança múltipla com as classes *Rectangle* e *Node*, e é responsável pela navegação entre os itens gráficos. A classe em questão possui o método *setSelected()* que verifica se o objeto instanciado está com o foco ou não.

A Figura 33 ilustra um trecho de código demonstrando o uso da classe *Navigable*, a qual é possível observar que a linha 17 faz a chamada para o método *criarRetangulosNavegaveis()*, tal método instância dois objetos do tipo *Navigable* (linha 9 e 13), define o valor das propriedades *x*, *y*, largura (*width*), altura (*height*), tipo de preenchimento do retângulo e se o retângulo irá possuir borda, e por fim tal método faz uma chamada (linhas 11 e 15) para o método *configRect()*, que por sua vez faz a chamada para os métodos que definem a cor da borda do retângulo, a cor de preenchimento do retângulo, e por fim chama o método que define o foco do retângulo. Por conseguinte, a linha 18 apresenta o método que captura os eventos de interação com o controle remoto e atribui o foco ao objeto que deve ser selecionado.

```

1 require 'navigable'
2 function configRect(obj, possuiBorda, desenhar)
3     obj:setBorderColor(255, 255, 0)
4     obj:setColor(0, 0, 255, 200)
5     obj:setSelected(possuiBorda, desenhar)
6     obj:draw()
7 end
8 function criarRetangulosNavegaveis()
9     navigableRect_A = Navigable.new(Navigable)
10    navigableRect_A:init(300, 20, 100, 200, 'fill', true)
11    configRect(navigableRect_A, true, true)
12
13    navigableRect_B = Navigable.new(Navigable)
14    navigableRect_B:init(600, 20, 100, 200, 'fill', true)
15    configRect(navigableRect_B, false, true)
16 end
17 criarRetangulosNavegaveis()
18 function navegacao(evt, obj1, obj2)
19     if (evt.class == 'key' and evt.type == 'press') then
20         if (evt.key == 'CURSOR_RIGHT') then
21             obj1:setSelected(false, true)
22             obj2:setSelected(true, true)
23         elseif evt.key == 'CURSOR_LEFT' then
24             obj2:setSelected(false, true)
25             obj1:setSelected(true, true)
26         end
27     end
28 end
29 function handler(evt)
30     navegacao(evt, navigableRect_A, navigableRect_B)
31 end
32 event.register(handler)

```

Figura 33 - Exemplo de utilização da classe *Navigable*.

A execução do trecho de código da Figura 33 é ilustrada na Figura 34, a qual mostra os dois quadrados que podem receber foco e podem ser navegáveis, a Figura 34 área A mostra

o quadrado da esquerda com o foco e após a ação de apertar a seta direcional para a direita do controle remoto o foco do quadrado foi alterado para o da direita, de acordo com a Figura 34 área B

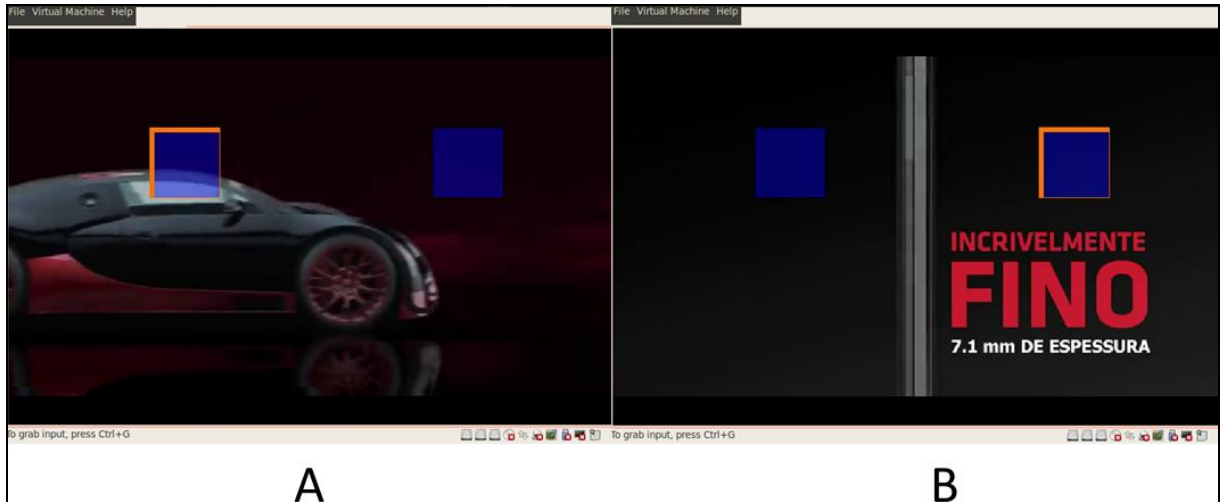


Figura 34 - A - Quadrado esquerdo com foco; B - Quadrado direito com foco.

7.2.2. Módulo graphical

Este módulo possui as classes base para a construção de uma interface gráfica dinâmica, sendo estas responsáveis por plotar os componentes gráficos da GUI. O módulo em questão possui as seguintes classes, e a Figura 35 ilustra o diagrama de classes com seus respectivos relacionamentos:

- *RadioGroup*;
- *RadioButton*;
- *Button*;
- *ControlPanel*;
- *GlassPanel*;

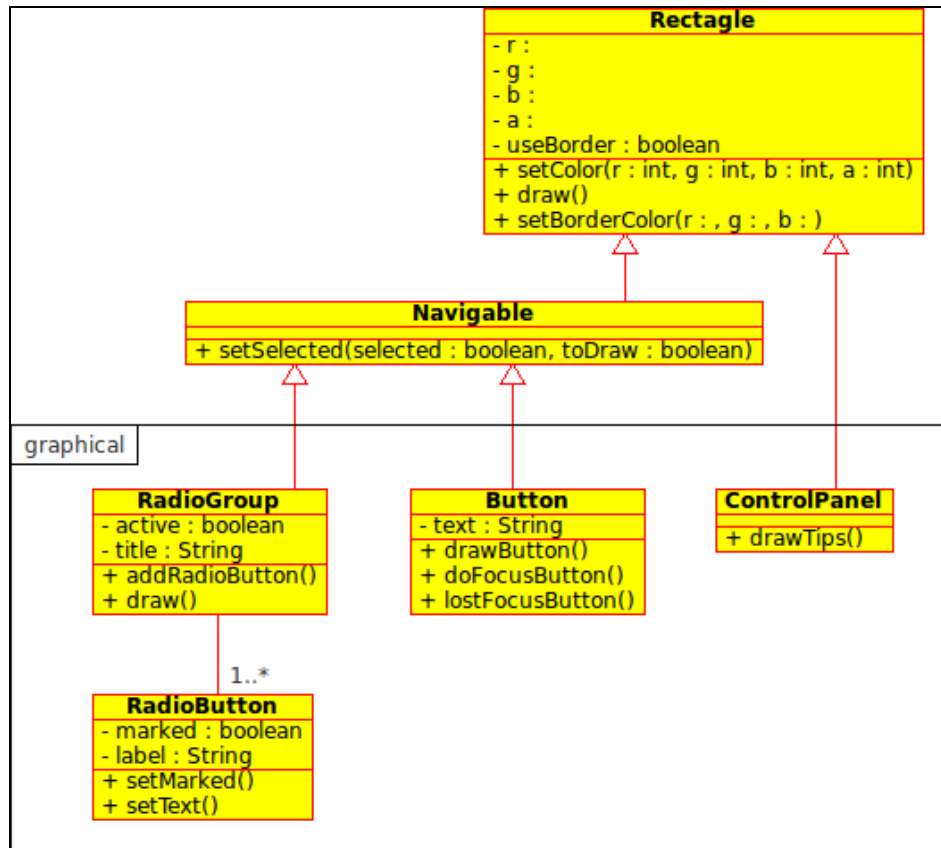


Figura 35 - Diagrama de classes do módulo *graphical*.

As classes *RadioGroup*, e *Button* são classes que herdam as propriedades da classe *Navigable* pois serão componentes gráficos que podem ser navegáveis. Não obstante, a classes *ControlPanel* possui o método *drawTips()*, que é responsável por plotar um menu de ajuda aos telespectadores (ver Figura 28 área C) e herda apenas as propriedades da classe *Rectangle*, ou seja, é um componente gráfico que não pode ser navegável.

A classe *RadioGroup* é responsável por reunir um conjunto de *RadioButtons*, dessa forma a classe em questão pode adicionar um ou vários *RadioButtons* através do método *addRadioButtons()*, e é responsável por plotar o conjunto de *RadioButtons*. Por sua vez a classe *RadioButtons* possui o método *setMarked()*, que determina se um *RadioButtuon* está marcado com o valor *boolean true*, e permite a definição de um rótulo para o *RadioButtuon*.

A classe *Button* possui os métodos *drawButton()*, o qual é o método responsável por plotar o botão na GUI; *doFocusButton()*, método que atribui o foco da aplicação ao botão; *lostFocusButton()*, método que remove o foco da aplicação do botão.

A Figura 36 ilustra um trecho de código demonstrando o uso das classes *ControlPanel* e *Button*, tal exemplo demonstra a ação de dois botões que plotam uma imagem quando feita uma requisição ao método *navegação()*, que verifica qual botão do controle remoto foi escolhido pelo telespectador. Caso o botão ENTER tenha sido pressionado, uma chamada

para o método *setImage()* é realizada. Este último define a imagem que irá aparecer para o telespectador, considerando o foco do botão.

No exemplo é possível observar que a linha 47 faz a chamada para o método *criarPanel()*, que por sua vez instância um objeto do tipo *ControlPanel* (linha 6), define o valor das propriedades *x*, *y*, largura (*width*), altura (*height*) através do método *init()*, define a cor de *background* do objeto *ControlPanel* e, por fim, faz a chamada para o método responsável por plotar o objeto em questão (linha 9). Por conseguinte, a linha 48 faz a chamada para o método *criarBotoes()*, que instância dois objetos do tipo *Button*

```

1 require 'controlPanel'
2 require 'button'
3 local width, height = canvas:attrSize()
4 local xPanel, yPanel = 0, height/100*50
5 function criarPanel()
6     controlPanel = ControlPanel.new(ControlPanel)
7     controlPanel:init(xPanel, yPanel, width, height)
8     controlPanel:setColor(30, 235, 246, 180)
9     controlPanel:draw()
10 end
11 function configButtons(obj, text, x, y, w, h)
12     obj:init(text, x, y, w, h)
13     obj:draw()
14 end
15 function criarBotoes()
16     button1 = Button.new(Button)
17     configButtons(button1, 'Botão DTV', xPanel, yPanel,
18         width/100*30, yPanel/100*30, true, true)
19     button1:doFocusButton()
20     button2 = Button.new(Button)
21     configButtons(button2, 'Botão DTVi', xPanel, yPanel+72,
22         width/100*30, yPanel/100*30, false, true)
23 end
24 function setImage()
25     if(button1.isSelected == true) then
26         local img = canvas:new("media/img/dtv_LOGO.png")
27         canvas:compose(0, 0, img)
28     else
29         local img = canvas:new("media/img/DTVi_LOGO.png")
30         canvas:compose(0, 0, img)
31     end
32 end
33 function navegacao(evt, obj1, obj2)
34     if (evt.key == 'CURSOR_UP') then
35         obj2:setSelected(false, true)
36         obj1:setSelected(true, true)
37     elseif evt.key == 'CURSOR_DOWN' then
38         obj1:setSelected(false, true)
39         obj2:setSelected(true, true)
40     elseif evt.key == 'ENTER' then
41         setImage()
42     end
43 end
44 function handler(evt)
45     navegacao(evt, button1, button2)
46 end
47 criarPanel()
48 criarBotoes()
49 event.register(handler)

```

Figura 36 - Exemplo de utilização da classe *ControlPanel* e *Button*.

A execução do trecho de código da Figura 36 é ilustrada na Figura 37, a qual mostra os dois botões que podem receber foco e podem ser navegáveis, não obstante, a Figura 37 área A ilustra o momento em que o telespectador seleciona o botão ENTER do controle remoto, e dessa forma, o botão DTV ativa a ação de mostrar a figura com o texto DTV. Da mesma forma, a Figura 37 área B ilustra o momento em que o botão ENTER é selecionado pelo telespectador, ativando a ação de mostrar a figura com o texto DTVi. É importante destacar que durante a execução do exemplo, um objeto do tipo *ControlPanel* estava instanciado e serviu de *container* para os botões.

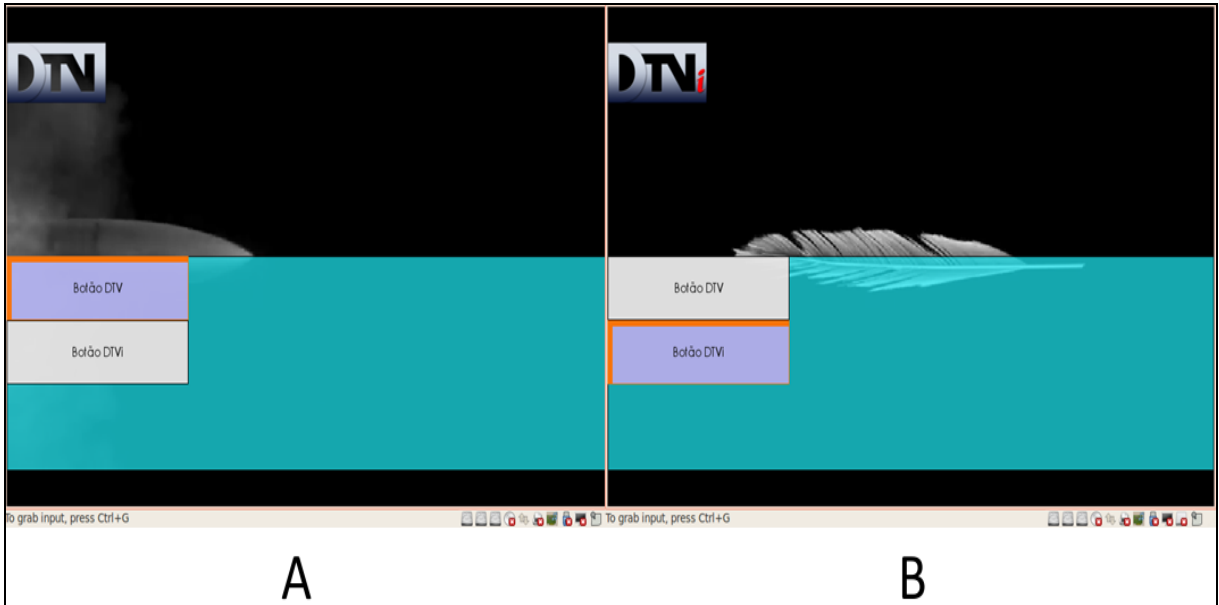


Figura 37 - A - Botão “DTV” com foco e a figura com o texto DTV; B - Botão DTVi com foco e a figura com o texto DTVi;

7.2.3. Módulo *infovis*

Este módulo é responsável por plotar e gerenciar os componentes gráficos referentes à visualização de informação. O módulo em questão possui as seguintes classes e a Figura 38 ilustra o diagrama de classes com seus respectivos relacionamentos:

- *TeemapNode*;
- *TreemapLevel*;
- *TreemapItem*;
- *Treemap*;
- *Squarify*;
- *DetailsPanel*;

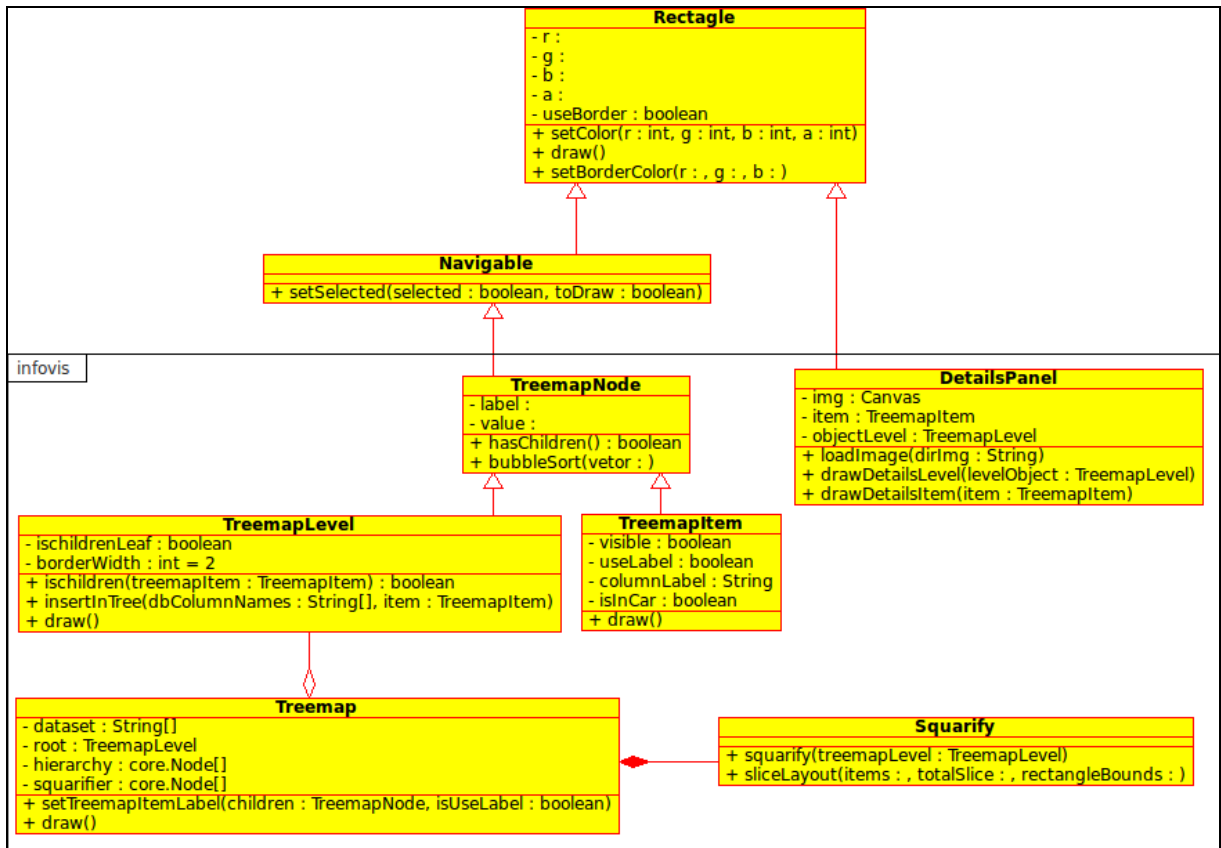


Figura 38 - Diagrama de classes do módulo infovis.

A classe *TreemapNode* herda as propriedades da classe *Navigable* pois tal classe faz parte do grupo de componentes gráficos que podem ser navegáveis, e nesta classe são definidos os atributos *label* e *value*, que equivalem respectivamente ao rótulo e o valor de um item do *Treemap*. Adicionalmente, a classe *TreemapNode* possui o método *bubbleSort()*, que contém o algoritmo de ordenação *bubble sort*, sendo que sua implementação retorna um vetor ordenado de forma decrescente. A classe em questão possui duas subclasses, *TreemapLevel* e *TreemapItem*. A classe *TreemapLevel*, representa os grupos da técnica *Treemap*, enquanto que a classe *TreemapItem* representa um item da técnica em questão.

A classe *TreemapLevel* possui os métodos *isChildren()*, método recursivo que verifica se um dado item do *Treemap* é um nó filho ou pai na árvore; *insertInTree()* método que recupera o nome dos itens de um *dataset* e os insere na árvore de itens do *Treemap*; e *draw()*, que é responsável por plotar os níveis do *Treemap*. Por sua vez a classe *TreemapItem* possui além do método *draw()*, o qual é responsável por plotar os itens do *Treemap*, as propriedades *useLabel*, a qual indica se o item terá ou não seu rótulo plotado; *columnLabel*, a qual irá armazenar o rótulo do item do *Treemap*; e *isInCar*, a qual indica se o item já está ou não no carrinho de compras do telespectador.

Concernente a classe *TreemapLevel*, ela possui uma instância da classe *Treemap*, a qual possui um array de Strings que representa os dados lidos de um *dataset*. A classe *Treemap* possui a variável que irá representar o elemento raiz da árvore, trata-se da variável *root*, esta classe possui o método que plota os rótulos nos itens do *Treemap*, *setTreemapItemLabel()*. Por fim, a classe *Treemap* possui o método *draw()*, que é responsável por plotar a técnica, e uma instância para a classe *Squarify*, que por sua vez descreve o tipo de implementação do algoritmo *Treemap*. Por conseguinte, o módulo *InfoVis* possui a classe *DetailsPanel*, que permite plotar na GUI os detalhes sob demanda dos itens e dos grupos de itens da técnica *Treemap*, através dos métodos *drawDetailsItem()* e *drawDetailsLevel()*, respectivamente. A Figura 39, mostra a execução da implementação deste módulo.



Figura 39 - Exemplo da execução da implementação do módulo de InfoVis com a utilização da técnica *Treemap*.

7.2.4. Módulo util

Este módulo 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, além de dar suporte ao *feedback* telespectador no quesito legenda. O módulo em questão possui as seguintes classes e a Figura 40 ilustra o diagrama de classes deste módulo:

- *Dataset*;
- *HashMap*;
- *Column*;

- *Legend*;

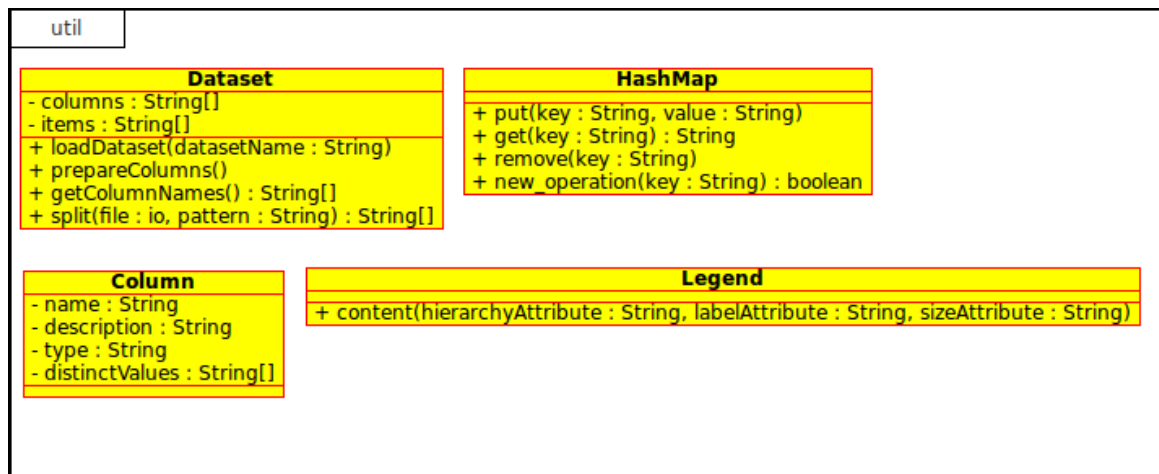


Figura 40 - Diagrama de classes do módulo *util*.

A classe *Dataset*, é responsável por fazer a leitura de uma base de dados no formato texto (.txt), tal ação é feita através do método *loadDataset()*. Após o carregamento dos dados, para que a classe *Treemap* possa os inserir na árvore de itens, é necessário utilizar o método *prepareColumns()* para que os dados possam ser preparados em forma de colunas. Por fim, a classe em questão possui os métodos *getColumnNames()*, que retorna um *array* de *Strings* com o nome das colunas da base de dados, e o método *split()* que retorna um *array* de *Strings* contendo a divisão da *String* fornecida seguindo a expressão regular fornecida. A classe *Column* descreve as características de uma coluna, através dos atributos *name*, que armazena o nome da coluna; *description*, que armazena a descrição de cada coluna, permitindo a distinção de atributos contínuos de categóricos; *type*, armazena o tipo dos dados após a leitura do *dataset*, podendo ser estes *STRING*, *INTEGER*, *DOUBLE*, e *DATE*. Por fim, tal classe possui o *array* *distinctValues*, que irá armazenar todos os valores distintos da coluna.

Para que fosse possível um item do tipo *TreemapItem* armazenar seu valor correspondente ao *dataset*, foi necessário criar a classe *HashMap*, dessa forma pode-se atribuir os valores de cada coluna aos objetos do tipo *TreemapItem*. Para tal a classe *HashMap* possui os métodos *put()*, que permite inserir um item em um mapa de dados; *get()*, que é responsável por pesquisar, tendo por base uma chave de pesquisa, no mapa de dados e, caso consiga encontrar a chave de pesquisa, retornar o valor uma *String*, representando o valor correspondente da chave de pesquisa. Por conseguinte, o módulo *Util* possui a classe *Legend*, que plota uma legenda para o telespectador considerando os atributos *hierarchy* (da classe *Treemap*), *columnLabel* (da classe *TreemapItem*), e *sizeAttribute*, que representa o tamanho de cada item da técnica *Treemap*.

Capítulo 7

Testes de usabilidade

Este capítulo tem como objetivo mostrar os resultados concernentes ao teste de usabilidade realizado sobre o protótipo.

7.1. Visão Geral

De acordo com Rubin (1994) testes de usabilidade têm por objetivo avaliar a usabilidade de uma aplicação interativa através da experiência de uso dos usuários que possivelmente irão utilizar o sistema interativo. Barbosa et al. (2010) destaca que nesse tipo de avaliação o registro e a análise desses dados permitem identificar problemas reais, os quais os participantes enfrentariam, e não apenas problemas potenciais previstos pelo avaliador, tal evento ocorre pelo fato de que esta metodologia ser uma avaliação através da observação.

Para tal Rocha et al. (2003) afirma que os usuários que irão realizar o teste devem ser preparados no sentido de terem amplo conhecimento sobre a ferramenta e sobre respectiva interface de usuário. Dentro do exposto, para a realização do teste de usabilidade desta dissertação buscou-se usuários que estavam habituados a utilizar a TV e seu controle remoto, e usuários que já tinham, ou não, realizado pelo menos uma compra de um determinado produto pela internet, ou seja, usuário que já tinham ou não utilizado *e-commerce* sob a perspectiva *on-line*, que de acordo com Kalakota et al.(1997) é quando provê a capacidade de comprar e vender produtos e informações na *internet* e em outros serviços *on-line*.

De acordo com Rocha et al. (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, o objetivo do teste define quais critérios de usabilidade devem ser medidos. Tendo em vista que o teste realizado teve o intuito de avaliar a qualidade global do protótipo de compras de produtos, buscou-se responder os seguintes questionamentos no plano de teste inspirado nas sugestões de Nielsen (1993) e Rocha et al. (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?

- Quando o avaliador poderá ajudar o usuário durante o teste?
- Como será realizada a análise dos dados?
- Qual o critério para determinar que a interface seja um sucesso?

Após a conclusão da etapa de planejamento do teste, passou-se para a etapa de desenvolvimento do teste, é importante destacar que ao término de cada teste foi possível avaliar, em todos os participantes, o nível de carga de trabalho, haja vista que foi preenchida por eles uma avaliação subjetiva chamada de NASA-TLX (HART et al., 1988).

7.2. Preparação para o Teste de Usabilidade

Para que o teste de usabilidade pudesse entrar na etapa de desenvolvimento, foi necessário atender as questões do plano de teste, a qual a primeira questão tange sobre o objetivo do teste de usabilidade. Desta forma, definiu-se que o objetivo do teste seria obter uma visão mais global da interface do protótipo, deixando bem explícito os aspectos relacionados à percepção e interatividade com a técnica de InfoVis, e à interatividade com o protótipo na iDTV, e desta forma validar a hipótese de que uma técnica de InfoVis proporcionaria um maior grau de percepção dos produtos aos telespectadores.

Para que os testes fossem aplicados e buscando atender uma demanda do planejamento de teste, foi necessário definir onde os testes deveriam acontecer. De acordo com Brackmann (2010) o uso de uma sala projetada especificamente para os testes podem alterar os resultados do trabalho. Desta forma Brackmann (2010), sugere que o ambiente dos testes seja a casa dos participantes, pois o conforto da casa e a familiaridade com os móveis e televisor podem fazer com que os participantes se sintam mais à vontade durante as avaliações.

Dentro do exposto o ambiente para os testes seria preparado na residência dos participantes, onde o ambiente deveria ser composto, em suma, por um sofá, um *Set-Top Box* (STB), uma TV, e uma estante ou uma mesa de apoio para a TV. É importante ressaltar que, em geral, o sofá deveria situar-se aproximadamente a dois metros de distância da TV e o *Set-Top Box*, em todos os testes, deveria situar-se em frente à TV a fim de evitar que os participantes apontassem o controle remoto para a TV e não para o STB. A Figura 41 ilustra o modelo de ambiente e o posicionamento dos equipamentos o qual os testes foram aplicados.

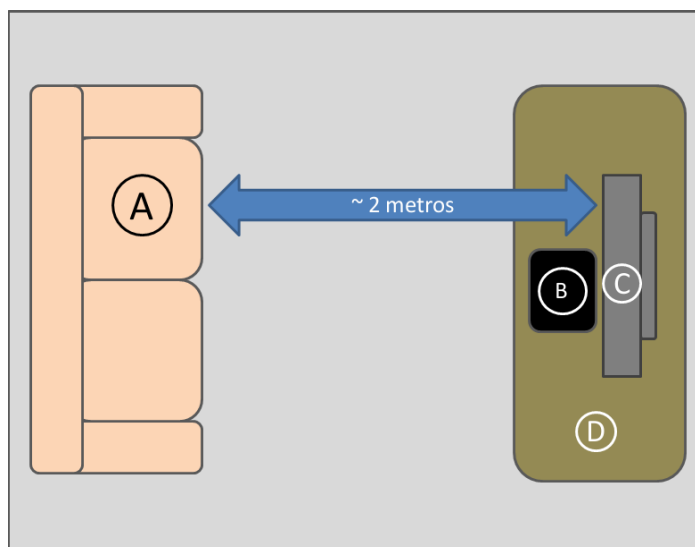


Figura 41 - Ilustração do ambiente de aplicação dos testes de usabilidade, onde está representado pelas letras A, B, C, e D, respectivamente, um sofá, Set-Top Box, TV, e estante ou mesa de apoio da TV.

O suporte computacional necessário para a realização dos testes foi pensado durante a etapa de planejamento do teste, desta forma definiu-se que seria utilizado um *Set-Top Box* para executar o protótipo de compras e um *notebook* para permitir aos participantes responderem a avaliação de carga de trabalho, o NASA-TLX. É importante destacar que apesar do protótipo em questão ser uma aplicação do tipo *Service Bound* (ver seção 5.3), para que os testes fossem realizados optou-se por embarcar o protótipo no STB, haja vista que a pesquisa desta dissertação não contava com uma estação de TV para que o protótipo pudesse ser enviado pelo ar. Como consequência, durante os testes o conteúdo exibido pelo canal de TV nem sempre era equivalente a base de dados do protótipo.

No plano de testes estava previsto a definição de qual software deveria estar disponível no momento dos testes, para tal definiu-se que, além do protótipo de compras que deveria ser executado no STB, deveria estar disponível uma base de dados, com vinte (20) itens, possuindo dados sobre aparelhos celulares, extraídos do site de uma loja presente em boa parte do território nacional. Estes dados contem informações sobre a marca, o tamanho de tela dos celulares, qualidade de câmera (em megapixels), altura, largura e peso do aparelho, bem como se possuíam ou não recursos de *touchscreen*, GPS (*Global Positioning System*) e conexão *Wi-fi*. Tais dados estão dispostos em dez (10) atributos, sendo cinco (5) textuais e cinco (5) numéricos.

Por conseguinte, deveria estar à disposição do participante a avaliação de carga de trabalho NASA-TLX, a qual foi implementada em um protótipo⁵ feito em Java para que fosse

⁵ Para a criação deste protótipo utilizou-se as JSF (*Java Server Faces*) para estabelecer um padrão para a construção de interfaces de usuário do lado do servidor, *Facelets* para gerenciar os *templates* das páginas,

possível agilizar a coleta dos resultados da avaliação de carga de trabalho, a implementação seguiu as definições de HART et al. (1988), e estava sendo executada em um notebook, a Figura 42 ilustra a interface do protótipo da avaliação NASA-TLX.







Avaliação de Carga de Trabalho NASA-TLX:	
<p>Demanda Mental:</p>  <p>Baixo Alto</p>	<p>Quanto de atividade mental e perceptiva foi necessário (raciocínio, decisão, cálculo, lembrança, busca, identificação)?</p>
<p>Demanda Física:</p>  <p>Baixo Alto</p>	<p>Quanto de esforço físico foi necessário (pressionamento de botões, movimentos com o mouse...)?</p>
<p>Demanda Temporal:</p>  <p>Baixo Alto</p>	<p>O quão pressionado pelo tempo você se sentiu?</p>
<p>Desempenho:</p>  <p>Bom Ruim</p>	<p>O quão bem sucedido você acha que foi no alcance dos objetivos das tarefas?</p>
<p>Esforço:</p>  <p>Baixo Alto</p>	<p>O quão arduamente você teve que trabalhar para atingir o seu nível de desempenho?</p>
<p>Frustração:</p>  <p>Baixo Alto</p>	<p>O quão inseguro, desencorajado, irritado, estressado e chateado você se sentiu?</p>
<p><input type="button" value="Enviar"/></p>	
<p>Rede de Informática</p>	

Figura 42 - Protótipo da avaliação de carga de trabalho NASA-TLX, implementado seguindo as definições de HART et al. (1988).

A fim de atender a mais uma demanda do plano de teste definiu-se que o estado inicial do protótipo deveria ser o momento em que surge na TV o ícone de interatividade (ver Figura 27). Em seguida, definiu-se que os testes deveriam ter como espectadores apenas o avaliador, haja vista que a presença de outros participantes como espectadores poderiam influenciar na resposta do participante que estivesse executando o teste, no sentido de não o deixar bastante à vontade para concluir as tarefas.

Ainda na etapa de planejamento do teste foi necessário definir quem seriam os participantes do teste, para tal, a fim de conhecer melhor o perfil dos usuários, estes seriam questionados a respeito do seu conhecimento de iDTV, se já haviam realizado compras online, e se comprariam produtos através da TV. Adicionalmente, estipularam-se as seguintes faixas etárias para os participantes:

- Participantes entre 15 a 25 anos;

RichFaces para gerenciar as requisições feitas em AJAX, e *JPA (Java Persistence API)* para gerenciar a persistência de dados.

- Participantes entre 26 a 35 anos;
- Participantes entre 36 a 45 anos;
- Participantes entre 46 a 55 anos;
- Participantes acima de 55 anos.

Outra questão definida no plano de testes que tange o assunto participante é como estes seriam conseguidos? Para tal, a fim de poupar custos com a pesquisa, buscar-se-ia participantes voluntários que aceitassem se submeter aos testes. Por conseguinte, definiu-se que o número de participantes deveria estar aproximadamente entre dezoito (18) e vinte (20) participantes, desde que os participantes estivessem bem distribuídos nas faixas etárias previamente definidas, ou seja, cada faixa etária deveria ter aproximadamente quatro (4) participantes, haja vista que Nielsen (2000) afirma que o número de pessoas a executar um teste não deve ser superior a cinco (5).

A teoria de Nielsen (2000) considera que, se o teste ocorrer apenas com uma pessoa, vários dados são gerados. Na segunda pessoa, os dados da anterior se repetirão e poucos novos erros surgirão. A terceira pessoa a testar fará uma colaboração ainda menor, e assim sucessivamente. De acordo com Nielsen et al. (1993) a fórmula a seguir define tal teoria:

$$N (1 - (1 - L)^n)$$

Onde N representa o número total de problemas de usabilidade de um projeto e L a proporção de problemas de usabilidade encontrados enquanto testados com apenas um usuário. Nielsen (2000) afirma que o valor típico de L é de 31%, portanto a curva para L = 31% corresponde a Figura 43.

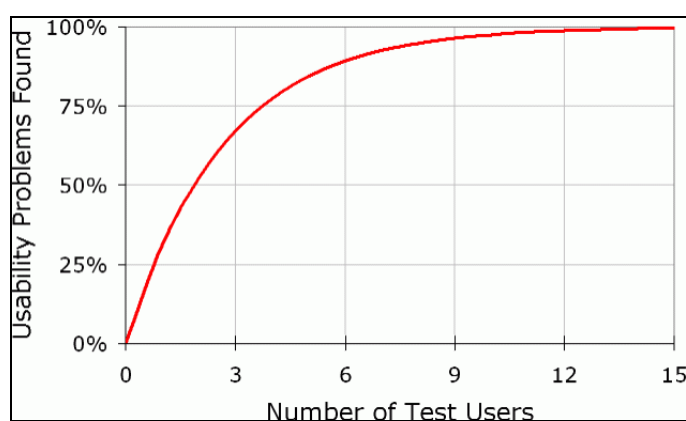


Figura 43 - Gráfico com o número de problemas encontrados / número de participantes de um teste, tendo L = 31%. Fonte: (NIELSEN, 2000) .

Outro tema a ser definido ainda na etapa de planejamento trata sobre as tarefas que os participantes deveriam executar durante a execução dos testes. Para tal, definiu-se as seguintes tarefas, de acordo com a taxonomia proposta por (PILLATet al. , 2005) ,

denominada de taxonomia de tarefas de usuário para interação com sistemas de visualização multidimensional (a subseção 7.2.5 irá detalhar tal taxonomia), seus respectivos tempos de duração e as soluções para cada tarefa estão na Tabela 1:

Tabela 1 - Tabela de tarefas para os testes de usabilidade.

Tarefa	Tempo (minutos)	Resposta	Taxonomia
Você consegue entrar na ferramenta?	Livre	Sim ou Não	---
Deixar o participante interagir com a ferramenta, sem nenhuma tarefa definida.	2	---	---
Você consegue selecionar um celular que lhe agrade?	1	O participante deve escolher um celular que lhe desperte o interesse de comprá-lo	Identificar; Inferir.
Você consegue adicionar o item escolhido no carrinho de compras?	1	O participante deveria apertar o botão Azul do controle remoto para adicionar o produto ao carrinho de compras	---
Você percebeu que o item foi adicionado ao carrinho de compras?	1	Sim ou não	---
Você consegue localizar qual é o celular de maior preço?	3	O participante deveria escolher o produto que custa R\$ 1899,00	Identificar; Visualizar; Comparar; Inferir; Configurar; Localizar.
Você consegue localizar o celular de maior preço e com <i>Tela Touchscreen</i> ?	4	O participante deveria escolher o produto que custa R\$ 1899,00	Identificar; Visualizar; Comparar; Inferir; Configurar; Localizar.

A fim de manter a integridade dos testes, definiu-se que o avaliador iria explicar o contexto o qual o protótipo está inserido, além de esclarecer para os participantes quais seriam os botões do controle remoto que deveriam ser utilizados, ou seja, deveria mostrado para os participantes que para interagir com o protótipo seria necessário utilizar os botões coloridos (Vermelho, Verde, Amarelo, e Azul), os botões das setas direcionais (direita, baixo, esquerda, e cima), e o botão *Ok*.

Desta forma, definiu-se que o avaliador, em hipótese alguma poderia ajudar o participante com as tarefas, haja vista que em um cenário real o telespectador não terá alguém que lhe auxilie a comprar um produto. Não menos importante, para à análise dos dados definiu-se que ela seguiria os critérios definidos por Freitas et al. (2002), que apresentara

alguns critérios de avaliação de técnicas de visualização de informação baseada em critérios de representação visual e mecanismos de interação.

7.2.5. Taxonomia de Tarefas de Usuário para Interação com Sistemas de Visualização de Informações Multidimensionais

Pillat et al. (2005) preconizou uma taxonomia de tarefas para técnicas de visualização de informações multidimensionais, a fim de identificar as tarefas que os usuários realizam enquanto utilizam uma técnica de visualização. A taxonomia é composta por sete (7) tarefas:

- **Identificar:** Esta tarefa descreve qualquer atividade de achar, descobrir ou estimar visualmente: agrupamentos, correlações, propriedades, padrões, limiares, similaridades ou diferenças, dependência ou independência entre os dados, incerteza e/ou variações nos dados;
- **Determinar:** Esta tarefa refere-se às ações de calcular, definir ou indicar com exatidão valores envolvendo cálculos como: médias; soma; porcentagem; mediana; variância; entre outros cálculos estatísticos;
- **Visualizar:** Esta tarefa refere-se à capacidade do sistema de poder identificar, determinar, comparar ou localizar informações em “n” dimensões com “m” itens;
- **Comparar:** Esta tarefa tem por finalidade comparar ou confrontar duas ou mais: dimensões, itens, dados, valores calculados, agrupamentos, propriedades, proporções, posições, distâncias e/ou características presentes nos dados (primitivas gráficas como: cores, formatos, texturas, tamanhos, etc.);
- **Inferir:** Esta tarefa refere-se à ação do processo de analisar ou definir hipóteses, regras, tendências, probabilidade, causas e/ou efeitos sobre os dados analisados;
- **Configurar:** Esta tarefa refere-se à capacidade do sistema de configurar a forma de apresentação dos dados. A tarefa de configurar está relacionada aos recursos disponíveis ao usuário, para fazer entre outras coisas: classificações, filtragem, zoom, e ordenamento das dimensões;
- **Localizar:** refere-se às ações de procurar, buscar e encontrar determinadas informações de conhecimento do usuário, anteriormente identificadas ou visualizadas, tais como: itens, dados, valores, agrupamentos, distâncias,

propriedades e características presentes nos dados, indicando ou descrevendo sua posição ou situação.

7.2.6. Critérios para avaliação de técnicas de visualização da informação baseada na representação visual e mecanismos de interação

Os critérios preconizados por Freitas et al. (2002) visam avaliar técnicas de visualização de informação baseada na representação visual e mecanismos de interação. Dessa forma duas classes de critérios são definidas: a classe dos critérios para testar a usabilidade de representações visuais; e a classes de critérios para testar os mecanismos de interação.

Os critérios utilizados para testar a usabilidade de representações visuais são:

- **Plenitude:** Este critério está relacionado com o conceito de representar todo o conteúdo semântico dos dados a serem exibidos. Este critério é influenciado pelas restrições geométricas ou visuais, tais como tamanho da tela, ou o número máximo elementos de dados, impostas pela representação visual, bem como pela sua complexidade cognitiva. Por sua vez este critério pode ser medido pela densidade dos dados;
- **Organização espacial:** Este critério está relacionado com o layout geral da representação visual. Este critério está associado com o grau de dificuldade para se localizar um elemento na tela.
- **Código de informação:** Este critério realiza o mapeamento dos elementos de dados para elementos visuais, e utiliza símbolos adicionais para serem usados tanto para a construção de representações alternativas (como grupos de elementos no âmbito das representações em cluster) ou para ajudar na a percepção de elementos de informação.
- **Transação de estado:** este critério está relacionado com o tempo de resposta da visualização para replotagem após uma alteração na visualização realizada pelo usuário.

Quanto aos critérios que testam os mecanismos de interação são:

- **Orientação e ajuda:** Funções de apoio ao usuário para controlar o nível de detalhes, refazer/desfazer as ações do usuário e de representação de informações adicionais de ajuda.

- **Navegação e pesquisa:** Grau de dificuldade de selecionar um elemento, mudando o ponto de vista do usuário, manipulando representações geométricas de elementos de dados, procurando uma consulta para uma informação específica, e expandindo elementos de dados agrupados/ocultos.
- **Redução do conjunto de dados:** Filtrar informações indesejadas.

7.3. Implementação do Teste de Usabilidade

A implementação dos testes seguiu de acordo com o que já estava pré-estabelecido no plano de teste, dessa forma os testes foram implementados com 19 participantes, divididos por sua faixa etária. A distribuição dos participantes se deu de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2 - Distribuição dos participantes de acordo com suas faixa etárias.

Faixa etária	Quantidade de participantes
15-25 anos	4
26-35 anos	4
36-45 anos	2
46-55 anos	5
Acima de 56 anos	4
Total de Participantes	19

Para conhecer melhor o perfil dos participantes, as seguintes questões foram feitas para cada participante, a Tabela 3 ilustra, em suma, o perfil dos participantes do teste:

- **Pergunta 1:** Você já realizou a compra de um produto pela internet, ou seja, você já utilizou e-commerce?
- **Pergunta 2:** Você já ouviu falar na Televisão Digital Interativa Brasileira?
- **Pergunta 3:** Você faria a compra de um produto pela TV Digital Interativa?

Tabela 3 - Perfil dos participantes.

Faixa etária	Pergunta 1		Pergunta 2		Pergunta 3	
	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
15-25 anos	75%	25%	50%	50%	75%	25%
26-35 anos	75%	25%	50%	50%	100%	0%
36-45 anos	100%	0%	0%	100%	100%	0%
46-55 anos	60%	40%	60%	40%	100%	0%
Acima de 56 anos	25%	75%	50%	50%	75%	25%

Foi possível observar que 63,15% dos entrevistados já tinham utilizado o *e-commerce*, ou seja, já tinham feito pelo menos uma compra *on-line*. Dos quais 58,33% já tinham ouvido falar da TV digital interativa brasileira, e realizariam uma compra através da TV, ou seja, usariam o *t-commerce*.

Após a preparação do ambiente de testes na residência dos participantes e após ter seguido os requisitos previstos no plano de testes, os testes se iniciavam com as tarefas previstas na etapa de planejamento. A primeira tarefa tem como objetivo perceber quanto tempo o usuário leva para entrar na aplicação e assim, determinar se a informação de disponibilidade do serviço está satisfatória. Para tal não foi permitido aos participantes que ultrapassassem o tempo devido, haja vista o usuário deveria iniciar a aplicação dentro do tempo que a programação do canal de TV está sendo exibido, ou perderá o acesso a aplicação.

Nesta tarefa, 63,15% dos participantes disseram que o texto e a imagem que indica ter uma aplicação interativa para o telespectador estavam suficientemente agradáveis, e de acordo com o contexto do protótipo. Um reflexo desse fato se dá ao observar a porcentagem de participantes que conseguiram entrar no protótipo de compras, o equivalente a 79% dos participantes (ver Figura 44).

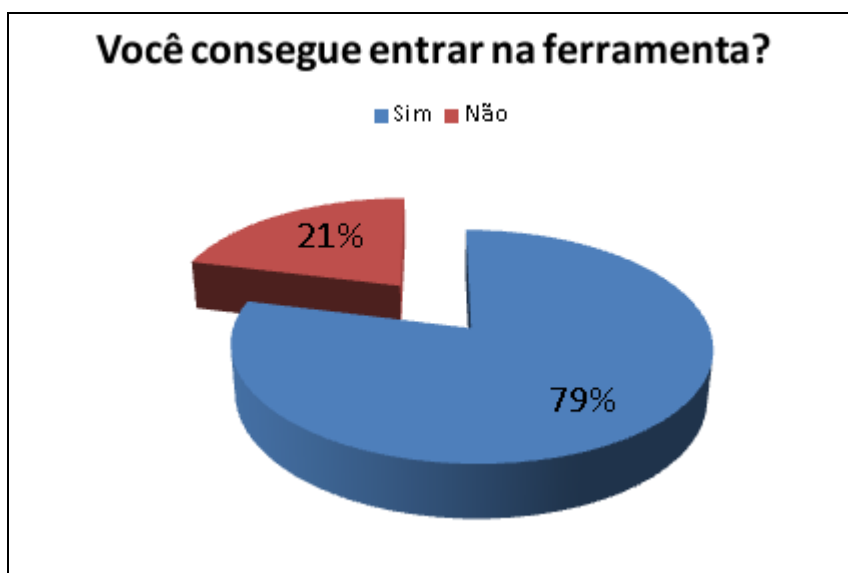


Figura 44 - Gráfico de pizza ilustrando as porcentagens de resposta da que buscava descobrir a qualidade do icone de interatividade.

Em seguida, a próxima tarefa consistia em deixar o usuário livre para interagir com a aplicação. O objetivo desta tarefa era permitir que o participante criasse uma familiaridade com o protótipo e as formas de interagir com ela, lembrando que os participantes tiveram 2 minutos para interagir livremente com a ferramenta. Assim que o tempo da tarefa terminasse, pedia-se para o participante realizar mais uma tarefa, a qual se pedia ao participante que a

base de dados fosse exploda e que um celular fosse escolhido seguindo qualquer critério definido pelo próprio participante, em seguida pedi-se ao participante que o adicione ao carrinho de compras. O intuito dessas tarefas era fazer com que o participante percebesse como a interface se comporta de acordo com as interações e como adicionar itens ao carrinho de compras, para que tais tarefas fossem executadas, de acordo com o plano de testes, o tempo disponível para o participante executá-las era de 1 minuto.

Para essas tarefas observou-se que 32% dos participantes não conseguiram encontrar um celular a sua escolha. Dentre os que encontraram o celular (ver Figura 45), o equivalente a 68% de participantes, 77% conseguiram adicioná-lo ao carrinho e perceber que a interface da aplicação provê um *feedback* sobre o produto, mudando a cor do item, e no carrinho, contabilizando o total de produtos que já há no carrinho de compras.



Figura 45 – Gráfico de pizza que ilustra quantos participantes conseguiram encontrar um celular que lhe despertasse o interesse de compra-lo.

Posteriormente, pedia-se que o participante encontrasse o celular que possui o maior valor. O objetivo desta tarefa era verificar se o usuário conseguiria perceber que pode encontrar facilmente tal aparelho utilizando apenas uma configuração da técnica, ou seja, ordenar o tamanho dos itens pelo atributo valor. Adicionalmente, essa etapa usa uma tarefa de complexidade baixa (apenas 1 atributo) para tentar identificar se o usuário consegue realizá-la em um tempo condizente com o contexto, que de acordo com o plano de teste, o tempo determinado para esta tarefa era de 3 minutos. Essa tarefa foi resolvida com êxito por 74% dos participantes (ver Figura 46). Por conseguinte, 86% destes num tempo inferior a 130 segundos. Não obstante, percebeu-se que alguns usuários encontraram o celular de maior

valor sem utilizar a configuração da técnica, apenas navegando pelos itens do *treemap* e lembrando o preço dos itens já visitados.

Adicionalmente, pedia-se uma extensão da tarefa anterior, acrescida de uma nova característica, ou seja, nessa nova tarefa o usuário deveria considerar dois atributos da base de dados. Para tal o participante deveria encontrar o celular com tela *touchscreen* de maior preço. Para que o participante pudesse concluir tal tarefa estipulou-se um tempo de 4 minutos de acordo como previsto no plano de testes. É importante destacar que a cada nova tarefa que o avaliador pedia para um participante realizar, o protótipo era iniciado do seu estado inicial, de acordo com o plano de teste. Tal decisão foi tomada a fim de evitar que as configurações prévias interferissem diretamente sobre a realização da tarefa subsequente.

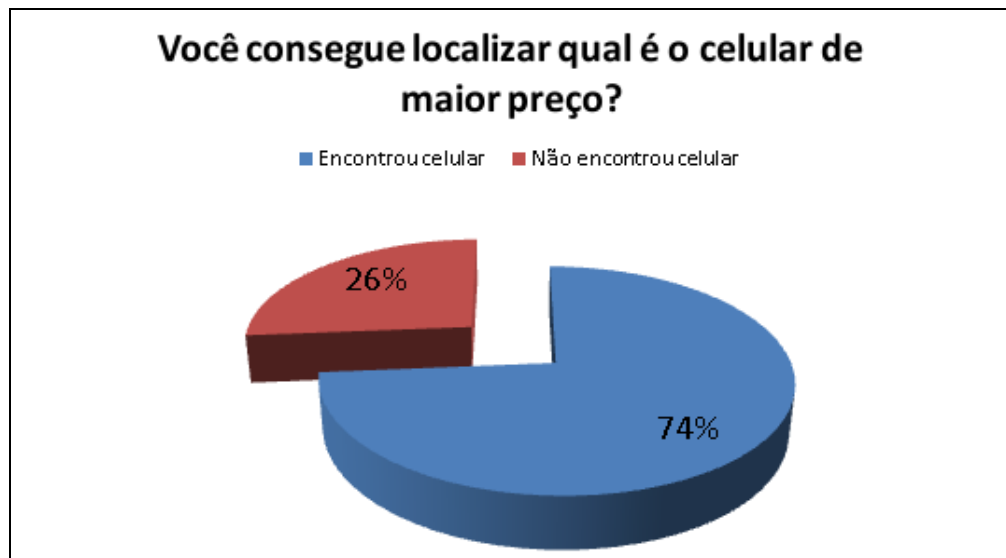


Figura 46 - Gráfico de pizza que ilustra a quantidade de participantes que conseguiram, ou não, encontrar o celular de maior preço.

Por conseguinte, observou-se na última tarefa que 47% dos participantes que não conseguiram realizá-la com êxito (ver Figura 47). Adicionalmente, apenas 20% dos participantes que não conseguiram realizar a tarefa anterior, ou seja, a tarefa com apenas um atributo, obtiveram sucesso nesta. Do mesmo modo, 10% dos participantes que realizaram a última tarefa com êxito utilizou o recurso de reconfigurar a técnica, e utilizar dois atributos da base de dados, por mais que seja necessário utilizar um maior grau de esforço perceptivo os demais utilizaram apenas uma configuração, ou seja, reconfiguraram a técnica considerando apenas um atributo da base de dados, a navegação e os detalhes sob demanda para encontrar o celular definido na tarefa.

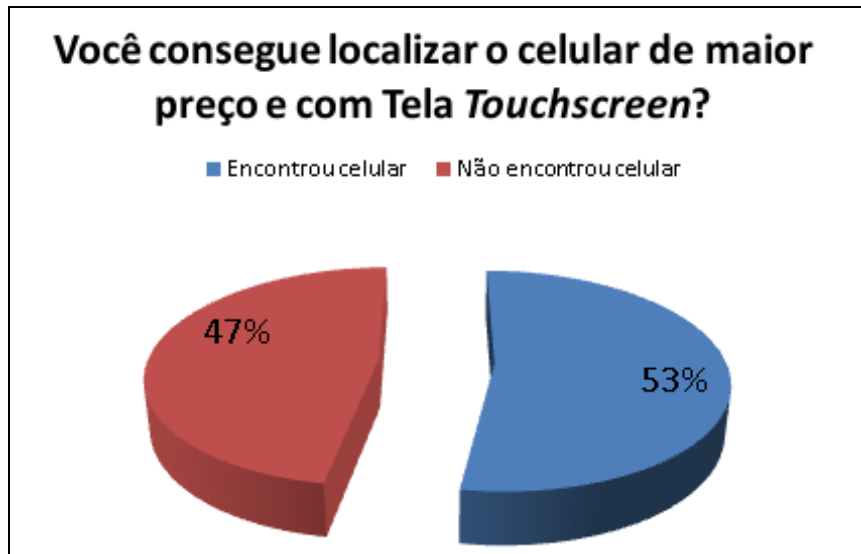


Figura 47 - Gráfico de pizza que ilustra a quantidade de participantes que conseguiu, ou não, encontrar o celular de maior valor com tela *touchscreen*.

Apesar dos participantes fazerem uso constante de aparelhos de TV em seu cotidiano, notou-se que a grande maioria deles mostrou resistência às formas de interação oferecidas pelo dispositivo, ou seja, os participantes diziam-se não estar habituados a utilizar o controle remoto da iDTV, que possui botões coloridos, setas direcionais e o botão “Ok”. Alguns participantes afirmaram utilizar apenas os botões de aumentar/diminuir volume, subir/descer na lista de canais e ligar/desligar a TV. Tal fato não ocorreu com participantes com faixa etária entre 15-25 e 26-35, a ocorrência deste fato ocorreu em participantes das demais faixas etárias.

7.2.7. Aplicação da avaliação de carga de trabalho NASA-TLX

Com o objetivo de avaliar, sob a perspectiva da carga de trabalho subjetiva gerada nos estados físico e psicológico dos participantes durante o uso do protótipo de compras, durante os testes de usabilidade, o avaliador, ao final de cada teste realizou a avaliação preconizada por Hart et al. (1988), a qual é chamada de NASA-TLX.

Os procedimentos para a aplicação do NASA-TLX dá-se a partir da medida multidimensional de carga mental, que provê uma pontuação global da carga de trabalho baseada na média ponderada de avaliações de seis subescalas, as quais são divididas em dois aspectos, a da avaliação da carga de trabalho do participante, sendo: Demanda mental, Demanda física e Demanda temporal; e do participante executando as tarefas, sendo: Nível de esforço, Nível de frustração e Nível de realização (ver

Tabela 4).

Tabela 4 - Subescalas consideradas na avaliação NASA-TLX. Fonte: Adaptado de (HART, 1988).

Subescala	Limite Baixo	Limite Alto
Demanda Mental	Tarefas consideradas fáceis, simples, com objetivos alcançados sem dificuldades.	Tarefas difíceis, complexas, exigindo muito esforço mental para se atingir o objetivo.
Demanda Física	Tarefa leve, lenta, facilmente realizada, com tranquilidade.	Tarefa pesada, rápida, vigorosa e agitada.
Demanda Temporal	Ritmo de trabalho lento e tranquilo, com baixa pressão exercida para o término das atividades.	Ritmo rápido e frenético, com muita pressão exercida para o término das atividades.
Nível de Desempenho	As tarefas proporcionam um alto grau de satisfação, e seu esforço é reconhecido.	As tarefas proporcionam um baixo grau de satisfação, e seu esforço não é reconhecido.
Nível de Esforço	Para que a tarefa seja desempenhada com sucesso, é necessário concentração superficial, força muscular leve, raciocínio simples, pouca destreza.	Necessária concentração profunda, força muscular intensa, raciocínio complexo e muita destreza.
Nível de Frustração	Alto grau de segurança e tranquilidade durante sua execução.	Baixo grau de segurança, e de motivação durante sua execução.

Hart et al. (1988) sugere que para avaliar a carga de trabalho é necessário aplicar o seguinte questionário para todos os participantes envolvidos, é importante ressaltar que o questionário foi traduzido pelo avaliador:

- **Demanda Mental:** Quanto de atividade mental e perceptiva foi necessário?
- **Demanda Física:** Quanto de esforço físico foi necessário?
- **Demanda Temporal:** O quão pressionado pelo tempo você se sentiu?
- **Desempenho:** O quão bem sucedido você acha que foi no alcance dos objetivos das tarefas?
- **Esforço:** O quão arduamente você teve que trabalhar para atingir o seu nível de desempenho?
- **Frustração:** O quão inseguro, desencorajado, irritado, estressando e chateado você se sentiu?

De acordo com Hart et al. (1988), as respostas variam de acordo com o grau que cada uma das demandas contribuiu para a carga de trabalho em uma determinada tarefa, podendo ser determinada pela perspectiva das taxas. Tal taxa é apurada a partir de um valor numérico, sendo este determinado a partir de um formulário que contém as seis (6) demandas, sendo que

cada uma delas apresenta uma escala graduada sem valores numéricos, dessa forma, o participante assinala a magnitude que determinado fator contribuiu para a formação da carga em determinada tarefa.

A Figura 42 ilustrou o formulário com as taxas das escalas para a resposta da avaliação de carga de trabalho. Cada escala apresenta-se dividida em vinte (20) partes fixadas em descrições bipolares (Baixa e Alta). Após a aplicação do NASA-TLX, foi calculada a média aritmética entre as seis subescalas já citada de acordo com a Figura 48.

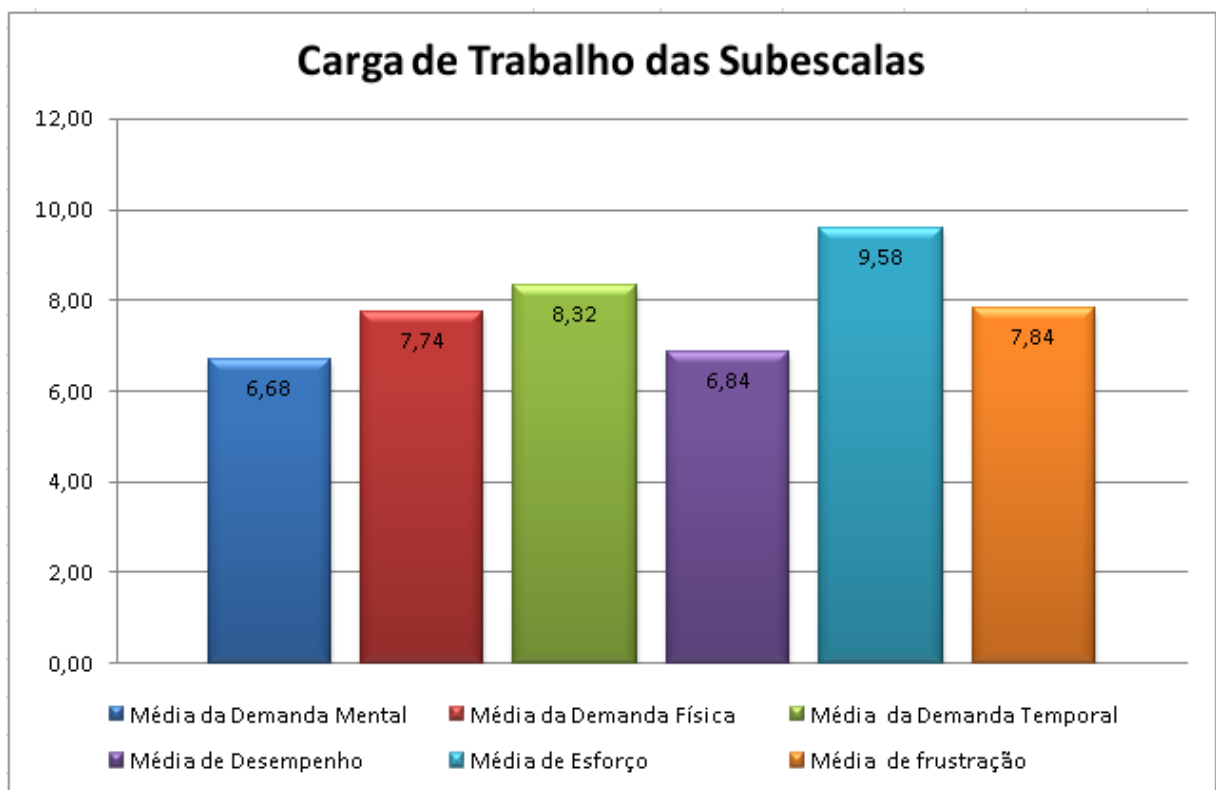


Figura 48 - Média aritmética das subescalas de carga de trabalho.

Após o cálculo das médias das subescalas do NASA-TLX, considerando a escala de zero (0) a vinte (20), pode-se perceber que a demanda mental apresentou um índice de 6,68, o que significa que os participantes tiveram boa percepção na utilização do protótipo de *t-commerce*, durante a execução das tarefas, mostrando desta forma que a utilização de uma técnica de *infovis* auxiliou nas tomadas de decisões dos participantes.

Já a média da demanda física obteve 7,74, tal índice é considerado positivo, apesar de ser superior ao índice de demanda mental. É importante elucidar que alguns participantes tiveram dificuldades para ler ou ver os comandos do controle remoto antes de pressionar os botões do controle remoto.

Quanto à demanda temporal, está apresentou a média equivalente a 8,32, o que reflete a pressão concernente ao tempo fornecido durante a execução das tarefas, ou seja, tal índice

traduz o quão pressionado o participante se sentiu com o tempo disponibilizado para cada tarefa.

O índice de desempenho obteve a média equivalente a 6,84, o que ilustra que as tarefas proporcionam um alto grau de satisfação nos participantes. Não obstante, a média de esforço foi a que mais se destacou, atingindo o equivalente a 9,58, o que indica que os participantes tiveram um relevante índice de esforço para atingir o seu nível de desempenho.

Por fim, a média de frustração obteve um resultado de 7,84, o que significa que os participantes não consideraram as tarefas árduas e nem se sentiram irritados, inseguros, ou estressando na utilização do protótipo de compras. Por conseguinte, o resultado encontrado como o índice geral da carga de trabalho foi compilado na forma de média aritmética, sendo equivalente a 7,21, desta forma pode-se afirmar que os participantes apresentaram um baixo índice de carga de trabalho ao utilizarem o protótipo de *t-commerce*.

Capítulo 8

Considerações Finais

Neste capítulo apresenta algumas considerações finais, os desafios encontrados para produção desta dissertação e possíveis trabalhos futuros.

8.1. Conclusão

Esta dissertação desenvolveu uma interface de *t-commerce*, considerando os aspectos relacionados à usabilidade, a fim de contribuir com o aumento do comércio eletrônico no contexto brasileiro. Para a concretização de tal interface, de modo que ela proporcionasse um alto grau de percepção dos produtos aos telespectadores, utilizou-se uma técnica de visualização da informação, tendo como pressuposto a premissa de que um ser humano consegue compreender ou reconhecer, em menor tempo uma imagem do que elementos textuais, ou seja, as visualizações estimulam o processo cognitivo dos usuários, utilizando o processo automático do ser humano de reconhecer padrões (WARE, 2004).

Partindo desta hipótese, e de acordo com (SPENCE, 2007) e (CARD, 1999) as técnicas e conceitos de InfoVis procuram aperfeiçoar o uso das habilidades visuais, facilitando o processo de derivação e entendimento de informação a partir de dados representados visualmente. Dessa forma, a InfoVis foi utilizada no protótipo de compras a fim de enriquecer a interface com mais informações de forma organizada e coerente, de modo a ampliar a compreensão dos dados do telespectador.

Diante do exposto, utilizou-se uma técnica que não desperdiçasse o espaço de plotagem disponível, e que facilitasse a percepção dos telespectadores no processo de tomada de decisão no ato de uma compra. Para tanto, a técnica *Treemap* foi adotada, pois tal técnica possui como uma de suas características o fato de ser *space-filling* (SHNEIDERMAN, 1992), ou seja, a técnica em questão ocupa 100% do espaço de plotagem disponível.

De acordo com Johnson et al. (1991), em geral, os dados possuem uma estrutura hierárquica ou podem ser organizados hierarquicamente, tal organização dos dados facilita a análise, devido ela reduzir a complexidade dos dados. Concernente a tal conjectura, a lei de *Hick-Hyman* diz que o ser humano tende a subdividir um conjunto total de opções em grupos, suprimindo aproximadamente metade das escolhas a cada etapa, ao invés de considerar todas as opções uma a uma, o que demandaria muito tempo (HICK, 1952) (HYMAN, 1953).

Tais teorias foram postas a prova no protótipo de compras durante a execução dos testes de usabilidade quando avaliadas sob o critério “Organização espacial” e “Plenitude”, tendo em vista que 68% dos participantes conseguiram encontrar um celular que lhe despertasse a vontade de comprá-lo, em um tempo de no máximo 1 minuto.

O critério “Código de informação” auxiliou a avaliar o mapeamento dos elementos de dados para elementos visuais da técnica de InfoVis na tarefa que pedia aos participantes encontrar o celular com tela *touchscreen* de maior preço. Nessa tarefa 53% dos participantes a

concluíram com êxito, posto que para obter a resposta os participantes deveriam fazer uso do recurso de reconfigurar a técnica. No entanto, apenas 10% dos participantes utilizaram dois (2) atributos para concluir tal tarefa, os demais alegaram sentir muita dificuldade no quesito da navegação entre os itens gráficos da GUI do protótipo, fato avaliado com o critério “Navegação e Pesquisa”.

É importante destacar que dentre as tarefas que foram pedidas, algumas delas os participantes tinham que reconfigurar a técnica de InfoVis, tendo em vista o critério “Transação de estado”, para tanto, a implementação da técnica *treemap* apresentou um bom tempo de resposta, considerando os aspectos definidos na arquitetura do protótipo, como por exemplo, a quantidade de itens na base de dados. Nesse aspecto, o protótipo tem um bom tempo de resposta da visualização para replotagem após uma alteração na visualização, o equivalente a no máximo um (1) segundo, para bases de dados iguais ou menores que vinte itens.

Quando ao critério “Orientação e ajuda” os participantes se queixaram de não poder desfazer a escolha de um produto adicionado, no entanto durante a execução dos testes não se obteve reclamações quanto ao nível de detalhes dos produtos, tendo em vista que o protótipo possui os detalhes sob demanda de cada produto da base de dados. Adicionalmente, notou-se que poucos participantes observavam a “Legenda da configuração da visualização”, alguns participantes justificaram o fato de não ter lido a legenda por ela está na parte inferior da GUI e possui pouco destaque.

Durante os testes alguns participantes depois de começarem a navegar na GUI sentiam-se perdidos sem um recurso que o auxiliasse durante o uso do protótipo, tal fato ocorreu por que o participante não deu a devida atenção a “Ajuda ao telespectador” que aparecia na tela inicial do protótipo, dessa forma decidiu-se que a “Ajuda ao telespectador” deverá estar disponível em todos os momentos de utilização do protótipo.

Por conseguinte, conclui-se que a aplicação de uma técnica de visualização de informação no cenário do *t-commerce* mostrou-se eficaz, apesar do baixo poder de processamento dos *Set-Top Box*, considerando que grande parte do sucesso dessa dissertação deve-se atribuir a técnica escolhida, *treemap*, já que o agrupamento implementado pela técnica foi um dos principais fatores que facilitou a percepção e permitiu aos usuários tomarem decisões no ato de uma compra.

8.2. 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:

- Adaptar a interação e visualização que as ferramentas de visualização desktop ou web possuem, tais como a ferramenta apresentada por (ALMEIDA et al., 2009) e (GODINHO et al., 2007), em função dos recursos limitadores que são impostos a aplicações de iDTV.
- Pelo fato do *middleware* brasileiro ainda ser novo, 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.;
- A limitação dos recursos computacionais de processamento do *Set-Top Box*, o que gerou a constante necessidade de otimização de código para facilitar a manutenção de desempenho;
- A falta de uma API Lua compatível com o subprojeto GingaNCL que possuísse recursos gráficos de uma interface de usuário, tais como botões, *labels*, *radiobuttons*, *checkbox*, etc., levando a necessidade do desenvolvimento de uma API de autoria para realizar a plotagem de tais objetos.
- Para que fosse possível navegar entre os itens da técnica *Treemap*, foi necessário implementar um algoritmo de navegação para que fosse viável navegar no protótipo apenas com as setas do controle remoto da TV
- Durante os testes de usuários, a busca por participantes que possuíssem em sua residência televisores com entrada HDMI (*High-Definition Multimedia Interface*), pois a maioria das pessoas as quais cogitamos fazer parte do grupo de participantes dos testes não possuía televisor com esse tipo de entrada;
- Observou-se que a leitura das mídias do tipo texto em televisores que não possuíam entrada HDMI tornava-se inviável;
- O custo para se adquirir um STB com o *middleware* Ginga, até a data dos testes de usabilidade ainda encontravam-se muito elevados quando comparados com conversores digitais sem interatividade.

8.3. Trabalhos futuros

Como trabalho futuro que podem ser desenvolvidos na direção desta pesquisa sugere-se o seguinte:

- Permitir que o telespectador possa enviar os produtos escolhidos da compra para o BSP através do canal de retorno;
- Implementar o protótipo de vendas, o qual abre margem de pesquisas na área de IPTV (*internet Protocol television*);
- Implementar filtros contínuos e categóricos no protótipo de compras;
- Implementar o algoritmo de cores, para dados contínuos e categóricos, e zoom semântico no *Treemap*;
- Implementar outro protótipo de compra com outra técnica de InfoVis, para que possa ser possível realizar um comparativo entre as técnicas através de testes de usabilidade;
- 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;
- Realizar um estudo de análise de desempenho sobre aplicações *t-commerce*, tendo como perspectiva o número de telespectadores acessando simultaneamente o protótipo de compras durante sua disponibilidade pelo canal de TV;
- Permitir que o telespectador possa escolher a categoria a qual ele gostaria de comprar produtos, permitindo que o protótipo possa estar vinculado a um conteúdo, enviado pelo canal de TV, mais rico concernente a diversidade de produtos.
- Iniciar a fase de *redesign* considerando as observações coletadas durante os testes de usabilidade;
- Otimizar, documentar e refatorar a API de autoria de plotagem de objetos gráficos em Lua, a fim de diminuir o índice de acoplamento em futuros projeto;
- Desenvolver um módulo utilizando técnicas de inteligência artificial de modo a reconhecer o gosto de um telespectador e desta forma disponibilizar a ele apenas os produtos com maior probabilidade de compra.

Referência

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas 15606-2. **Digital terrestrial television – Data coding and transmission specification for digital broadcasting. 2009.** —. **Televisão digital terrestre – Codificação de dados e especificações de transmissão para radiodifusão digital. Norma. Parte 1: Codificação de dados.** Disponível em: <http://www.abnt.org.br/tvdigital>. Acessado em: 30 de Dezembro de 2011. Rio de Janeiro - RJ, 2010.

ABNT, 2011. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.** Disponível em: <http://www.forumsbtvd.org.br/materias.asp?id=112>. Acessado em: 31 de Dezembro de 2011.

ALMEIDA, L. H.; MEIGUINS, B. S.; GONÇALVES, A. S. G.; LOURENÇO, R. A. M.; CARNEIRO, N. J. S.; GUIMARÃES, R. V.. **Uma Ferramenta Web para Análise Visual de Dados.** *XXXV Conferencia Latinoamericana de Informática (XXXV CLEI).* 2009.

ALMEIDA, L. H.; MEIGUINS, B. S.; GONÇALVES, A. S.; LOURENCO, R. A. M. **WebPrisma: An Interactive Web-Based Tool for Exploratory Visualization Using Multiple Coordinated Views.** *Proceedings of 13th International Conference Information Visualization.* 13th, 2009.

BALADHANDAYUTHAM, T.; VENKATESH, S.. **B2B e-commerce: An Integrated Approach for Construction Industry – ICFTE.** 2010.

BARBOSA, S. D. J.; SILVA, B. S. da. **Interação Humano Computador.** Rio de Janeiro, Campus, 2010.

BEDERSON, B.; SHNEIDERMAN, B.; WATTENBERG, M. **Ordered and Quantum Treemaps: Making Effective Use of 2D Space to Display Hierarchies.** *Journal ACM Transactions on Graphics (TOG).* Vol. 2, 4, pp.833-854, October 2002.

BLANCH, R.; LECOLINET, É.. **Browsing Zoomable Treemaps: Structure-Aware Multi-Scale Navigation Techniques.** *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics.* Vol. 13, No 6, pp.1248-1253, 2007.

BLOCH, M.; PIGNEUR, Y.; SEGEV, A.. **On the road of electronic commerce: a business value framework, gaining competitive advantage and some research issue.** *Organisation*

D' Informatique et Instituted.. s.l. Université de Lausanne. Ecole des Hautes Etudes Commerciales, 1996.

BOECHAT, C. ; de ARAUJO L. E; **ClimaTV**. Clube NCL. 2010. Disponível em <http://clube.ncl.org.br/node/67>. Acessado em: 20 de maio de 2011.

BRACKMANN, C. P.. **Usabilidade em TV Digital**. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação). Programa de Pós-Graduação em Informática. Universidade Católica de Pelotas (UCPel), 2010.

BRULS, M.; HUIZING, K.; van WIJK, J.. **Squarified Treemaps**. Proceedings of the Joint Eurographics and IEEE TCVG Symposium on Visualization. 1999.

CAMEROM, D.. **Electronic commerce: the new business platform of the Internet**. Charleston, Computer Technology Research Corp., 1997.

CARD, S.K., MACKINLAY, J.D., SHNEIDERMAN, B. **Readings in information visualization: Using vision to think**. San Francisco: Morgan Kaufman, 1999.

CHEN, C.. **Editorial – Information Visualization**. Information Visualization. Vol. 1. Palgrave Macmillan, 2002.

CHEN, C.. **Information Visualization Beyond the Horizon**. vol. 2. Springer. London, 2006.

COSTA, A. L. V. da.; MELO, M. de. **Desenvolvimento de aplicativos para TV Digital: Comparativo entre módulos do Ginga**. . 10ª Escola regional de computação Bahia-Alagoas-Sergipe (ERBASE). 2010.

FNAZCA. **F/Nasca Saatchi & Saatchi. x. F/Radar**. 9ª Edição | abril 2011. F/Nasca Saatchi & Saatchi. x. F/Radar. Disponível em: http://www.fnazca.com.br/wp-content/uploads/2011/08/fradar_9a_edicao.pdf. Acessado em: 23 de Setembro de 2011.

FREITAS, C. M. D. S.; LUZZARDI, P.R.G.; CAVA, R. A.; WINCKLER, M.; PIMENTA, M.S.; NEDEL, L.P.. **On Evaluating Information Visualization Techniques**. Proceedings of the Working Conference on Advanced Visual Interfaces AVI '02. ACM, 2002.

GHISI, B. C.; LOPES, G. F.; SIQUEIRA, F.. **Conceptual Models for T-Commerce in Brazil**. Anais do Workshop on Interactive Digital TV in Emergent Countries At EuroITV. Emergent iDTV. pp.22-27, 2010.

GODINHO, P. I.; MEIGUINS, B. S.; GONÇALVES, A.S.; CARMO, R. M.C. do; GARCIA, M. de B.; ALMEIDA, L. H.; LOURENÇO, R.. **PRISMA - A Multidimensional Information Visualization Tool Using Multiple Coordinated Views**. Information Visualization. Proceedings of 11th International Conference Information Visualization. 11th, 2007.

GOODRICH, M. T.; TAMASSIA, R.. **Data Structures and Algorithms in Java**. s.l., Wiley, 4th, 2005.

HART, S. G.; STAVENLAND, L. E. **Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research**. s.l., Elsevier, pp.183-139, 7. Book Section, 1988.

HICK, W. E..**On the rate of gain of information**. Quarterly Journal of Experimental Psychology 4. pp.11-26, 1952.

HIVEGROUP. **Shop Amazon.com with Honeycomb in two easy steps!**. The Hive Group. Disponível em: http://www.hivegroup.com/gallery/galleryapps_amazon.html. Acessado em: 23 de novembro de 2011.

HUANG, M. L.; NGUYEN, Q. V.; VO, V. C.; WANG, J.. **A Zoomable Shopping Browser Using a Graphic-Treemap**. Sixth International Conference on Computer Graphics, Imaging and Visualization. 6th, pp.449-453, 2009.

HUR, S. J.; KANG, S. J.; CHOI, W. **A Development of a System Providing a Personalized Yellow Page Service Based on an Interactive Video Application Service**. Proceeding of International Conference on New Trends in Information and Service Science - NISS'09. pp.1154-1157, 2009.

HYMAN, R.. **Stimulus information as a determinant of reaction time**. Journal of Experimental Psychology 45. pp.188-196, 1953.

IBGE *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - Síntese de Indicadores*. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, 2009.

IERUSALIMSCHY, R.; H., de FIGUEIREDO L.; CELES, W.. **Lua 5.0 Reference Manual**. Technical Report MCC. 2003.

JENSEN, J. F. **Interactive Television: New Genres, New Format, New Content**. Proceedings of the Second Australian Conference on Interactive Entertainment. 2nd, 2005.

JOHNSON, B.; SHNEIDERMAN, B.. **Treemaps: a space-filling approach to the visualization of hierarchical information structures**. Proc. of the 2nd International IEEE Visualization Conference. pp.284–291, October 1991.

KALAKOTA, R.; WHINSTON, A. **Electronic Commerce: a manager's guide**. New York, Addison-Wesley, 1997.

KERREN, A.; EBERT, A.; MEYER, J.. **Human-Centered Visualization Environments**. 2007, p.403.

KIM, S.; LEE, H. J.; LEEMAND, C. S. **Architecture of authentication mechanism for emerging t-commerce environments**. Vol. 3331, pp.540-547, 2004.

KLEIN, J. A.; KARAGEN, S. A.; SINCLAIR, K. A.. **Digital TV For All: A report on usability and accessible designer**. 2003.

KUNERT, T.. **User-Centered Interaction Design Patterns for Interactive Digital Television Applications**. London, Springer, 1 edição, 2009.

LuaOnTV. **LuaOnTV - luaforge**. Disponível em: <http://luaforge.net/projects/luantv/>. Acessado em: 20 de Setembro de 2011.

MARQUES, A; CARNEIRO, N.; VERAS, R.; MEIGUINS, A.; MEIGUINS, B.. **A Visualization Interface Applied in the Brazilian T-Commerce Scenario**. Conference on Information Visualization (IV). 15th, pp.188-193, 2011.

MORENO, M. F. **Um Middleware Declarativo para Sistemas de TV Digital Interativa**. Dissertação de Mestrado – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. 2006.

MORRIS, S.; SMITH-CHAIGNEAU, A. **Interactive TV Standards**. 2005.

MUNZNER, T.. **Laying Out Large Directed Graphs in 3D Hyperbolic Space**. Proceedings of the 1997 IEEE Symposium on Information Visualization. 20-21, pp.2-10. October 1997.

NASCIMENTO, H. A. D. do; FERREIRA, C. B. R. **Visualização de Informações – Uma Abordagem Prática**. XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. A Universidade da Computação: Um Agente de Inovação e Conhecimento. pp.1262-1312. 2005.

NIELSEN, J.. **Academic Press - Why you only need to test with 5 users**. Usability Engineering. Boston, March 2000. Disponível em: <http://www.useit.com/alertbox/20000319.html>. Acessado em: 30 de Janeiro de 2012.

NIELSEN, J.; LANDAUER, T K.. **A mathematical model of the finding of usability problems**. Proceedings of the INTERACT '93 and CHI '93 conference on Human factors in computing systems. 24-29., pp.206-213. April 1993.

PILLAT, R. M.; VALIATI, E. R. A.; FREITAS, C. M. D. S. **Experimental Study on Evaluation of Multidimensional Information Visualization Techniques**. Proceedings of CLIHC '05. pp.20-30. 2005.

PINHEIRO, S. C. V.; MEIGUINS, B. S.; MEIGUINS, A. S. G.; ALMEIDA, L. H. **A tourism information visualization analysis tool for mobile devices**. Proceedings. 12th International Conference Information Visualization. pp.264-269, 9-11 July 2008.

RAYMUNDO, C. R.; GOMES, R. L.; FUKS, H; GEROSA, M. A.. **Aula Net TVD: Um protótipo de integração do ambiente de ensino – aprendizagem Aula-Net para TV digital**. Vol. 25, pp.191-196. 2010.

ROBERTSON, G. G.; MACKINLAY, J. D.; CARD, S. K.. **Cone Trees: Animated 3D Visualizations of Hierarchical Information**. Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'91). pp.189-194. 1991.

ROCHA, H. V. da; BARANAUSKAS, M. C. C.. **Design e Avaliação de Interfaces Humano-Computador**. Campinas, Instituto de Computação - Universidade Estadual de Campinas, 2003.

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

ROHER, R. M.; SWING, E. **Web-Based Information Visualization**. IEEE Computer Graphics and Applications,. no. 4, July 1997, Vol. 17, pp.52-59.

RUBIN, J.. **Handbook of usability testing**. New York, John Wiley & Sons, 1994.

SBTVD. **Fórum SBTVD**. Disponível em: <http://www.forumsbtvd.org.br>. Acessado em: 01 de Junho 2010. 2010

SHNEIDERMAN, B.. **Tree visualization with tree-maps: a 2d space-filling approach**. ACM Transactions on Graphics. Vol. 11, No 1, pp.92–99. September 1992.

SHNEIDERMAN, B.; WATTENBERG, M. **Ordered Treemap Layouts**. pp.73-78. April 2001.

SHNEIDERMAN, B.; DUNNE, C.; SHARMA, P.; Wang, P. **Innovation trajectories for information visualizations: Comparing treemaps, cone trees, and hyperbolic trees**. Information Visualization. Novembro de 2011.

SILVA, H.; O., JAMBEIRO; LIMA, J.; BRANDÃO, M. A. **Inclusão digital e educação para a competência informacional: uma questão de ética e cidadania**. Ci. Inf., Vol. 34, no. 1. jan./abr. 2005.

SILVA, M. A. M. da; CASTILHOS, E. L.; EICHLER, F. A. V.; NOGUEIRA, R. F. **T-government : O projeto “TV Digital – Social” um “case” de Oferta de Serviços Interativos para os Cidadãos**. Anais de Artigos Resumidos e Artigos de Workshops do XVI Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web. Vol. 2, pp.273-278. 2010.

SOARES, L. F. G.; BARBOSA, S. D. J. **Programando em NCL 3.0: Desenvolvimento de Aplicações para o Middleware Ginga**. Journal of the Brazilian Computer Society. pp.37-46. 2009.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. MELNIKOFFS. S.S.et al.trad.. São Paulo, Pearson Addison Wesley, Vol. 8. 2007.

SOUZA FILHO, G. L.; LEITE, L. E. C.; BATISTA, C. E. C. F.. **Ginga-J: The procedural Middleware for the Brazilian Digital TV System**. Journal of the Brazilian Computer Society. Vol. 12, pp.47-56. 2007.

SOUZA JÚNIOR, P. J.. **LuaComp: uma ferramenta de autoria de aplicações para TV digital.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Elétrica. Universidade de Brasília, 2009.

SPENCE, R. **Information Visualization: Design for Interaction.** Barcelona, ACM Press, 2nd, 2007.

TROJAHN, T.H.; GONÇALVES, J.L.; MATTOS, J.C.B.; DA ROSA, L.S.; AGOSTINI, L.V. **A Media Processing Implementation Using Libvlc for the Ginga Middleware.** 5th International Conference on Future Information Technology (FutureTech). 2010.

VIANA, N. S.; MAIA, O. B.; JÚNIOR, V. F. L.; PINTO, L. C. **A Convergence Proposal Between the Brazilian Middleware for iDTV and Home Network Platforms.** IEEE Consumer Communications and Network Conference – CCNC. 2009.

WARD, M.; GRINSTEIN, G.; KEIM, D. **Interactive Data Visualization: Foundations, Techniques, and Application.** s.l., A K Peters, p.500. 2010.

WARE, C. **Information Visualization: Perception for Design.** s.l., Elsevier Inc., 2ª Edition., 2004.