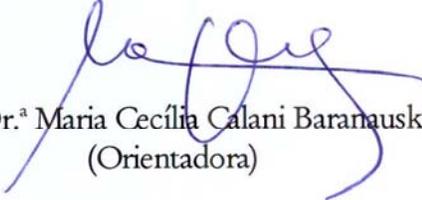


**Artefatos e Linguagens de Interação com Sistemas Digitais
Contemporâneos: Os Anéis Interativos Ajustáveis para a Televisão
Digital Interativa**

Este exemplar corresponde à redação final da Tese devidamente corrigida e defendida por Leonardo Cunha de Miranda e aprovada pela Banca Examinadora.

Campinas, 25 de outubro de 2010


Prof.ª Dr.ª Maria Cecília Calani Baranauskas
(Orientadora)

Tese apresentada ao Instituto de Computação, UNICAMP, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ciência da Computação.

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DO IMECC DA UNICAMP**

Bibliotecária: Maria Fabiana Bezerra Müller – CRB-8/6162

Miranda, Leonardo Cunha de
M672a Artefatos e linguagens de interação com sistemas digitais contemporâneos : os anéis interativos ajustáveis para a televisão digital interativa / Leonardo Cunha de Miranda -- Campinas, [S.P. : s.n.], 2010.

Orientador : Maria Cecília Calani Baranauskas
Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Computação.

1. Design de interação. 2. Controle remoto. 3. Interação baseada em gestos. 4. Semiótica organizacional. 5. Design participativo. 6. Interação humano-computador. I. Baranauskas, Maria Cecília Calani. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Computação. III. Título.

Título em inglês: Artifacts and languages of interaction with contemporary digital systems : the adjustable interactive rings for interactive digital television.

Palavras-chave em inglês (Keywords): 1. Interaction design. 2. Remote control. 3. Gesture-based interaction. 4. Organizational semiotics. 5. Participatory design. 6. Human-computer interaction.

Área de concentração: Interação Humano-Computador

Titulação: Doutor em Ciência da Computação

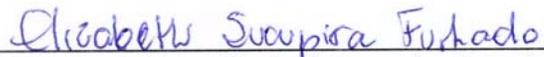
Banca examinadora: Prof.^a Dr.^a Maria Cecília Calani Baranauskas (IC-UNICAMP)
Prof.^a Dr.^a Maria Elizabeth Sucupira Furtado (CCT-UNIFOR)
Prof.^a Dr.^a Junia Coutinho Anacleto (DC-UFSCar)
Prof. Dr. João Vilhete Viegas d'Abreu (NIED-UNICAMP)
Prof. Dr. Hans Kurt Edmund Liesenberg (IC-UNICAMP)

Data da defesa: 27/08/2010

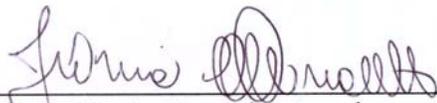
Programa de Pós-Graduação: Doutorado em Ciência da Computação

TERMO DE APROVAÇÃO

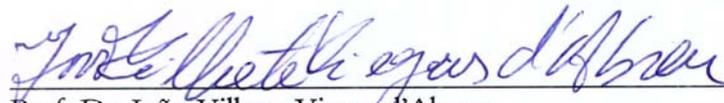
Tese Defendida e Aprovada em 27 de agosto de 2010, pela Banca examinadora composta pelos Professores Doutores:



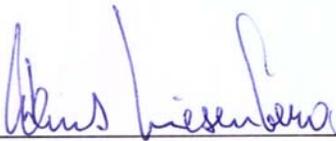
Prof.^a Dr.^a Maria Elizabeth Sucupira Furtado
Centro de Ciências Tecnológicas / UNIFOR



Prof.^a Dr.^a Junia Coutinho Anacleto
Departamento de Computação / UFSCar



Prof. Dr. João Vilhete Viegas d'Abreu
NIED / UNICAMP



Prof. Dr. Hans Kurt Edmund Liesenberg
IC / UNICAMP



Prof.^a Dr.^a Maria Cecília Calani Baranauskas
IC / UNICAMP

**Artefatos e Linguagens de Interação com Sistemas Digitais
Contemporâneos: Os Anéis Interativos Ajustáveis para a Televisão
Digital Interativa**

Leonardo Cunha de Miranda¹

27 de agosto de 2010

Banca Examinadora:

- Prof.^a Dr.^a Maria Cecília Calani Baranauskas (Orientadora)
- Prof.^a Dr.^a Maria Elizabeth Sucupira Furtado (Titular)
Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade de Fortaleza (CCT/UNIFOR)
- Prof.^a Dr.^a Junia Coutinho Anacleto (Titular)
Departamento de Computação, Universidade Federal de São Carlos (DC/UFSCar)
- Prof. Dr. João Vilhete Viegas d'Abreu (Titular)
Núcleo de Informática Aplicada a Educação, Universidade Estadual de Campinas
(NIED/UNICAMP)
- Prof. Dr. Hans Kurt Edmund Liesenberg (Titular)
Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas (IC/UNICAMP)
- Prof.^a Dr.^a Amanda Meincke Melo (Suplente)
Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA)
- Prof.^a Dr.^a Anamaria Gomide (Suplente)
Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas (IC/UNICAMP)
- Prof.^a Dr.^a Islene Calciolari Garcia (Suplente)
Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas (IC/UNICAMP)

¹ Suporte financeiro de: bolsa do CNPq (processo nº 141489/2008-1) 2008-2010 e bolsa da CAPES (processo nº 00014/07-9) 2006-2007.

Resumo

A digitalização da transmissão da televisão terrestre no Brasil e, conseqüentemente, a possibilidade de oferta de interatividade na televisão estabelece um novo paradigma de interação do telespectador com essa mídia com extremo potencial de impacto social, especialmente para a população brasileira. Entretanto, a existência de artefatos digitais comumente utilizados para a interação com o sistema de televisão hoje praticado não garante que esses dispositivos sejam os mais adequados aos avanços propostos com a Televisão Digital Interativa (TVDI). Além disso, a convivência de um número cada vez maior de equipamentos que fazem uso de controle remoto leva a interfaces mais complexas considerando os problemas existentes com o controle remoto já discutido na literatura por vários autores.

O foco desta pesquisa de doutorado foi, portanto, investigar o design da interação nessa nova mídia com o objetivo de propor, desenvolver e validar novas formas de interação entre os usuários e a TVDI. Com base no entendimento de que uma interação mais direta com a TVDI passa pela necessidade de fazer com que o foco da interação se dirija mais à interface das aplicações interativas do que ao artefato físico de interação, chegamos a alguns resultados desta pesquisa.

A tecnologia resultante desta pesquisa de doutorado saiu do plano das ideias, passando pelo seu projeto conceitual, de forma participativa, até sua implementação e validação junto a representantes do público-alvo. Podemos destacar algumas contribuições decorrentes da realização desta pesquisa no contexto dos artefatos físicos de interação com a TVDI: i) taxonomia para os artefatos físicos de interação; ii) recomendações de uso dos artefatos físicos de interação conhecidos na literatura; iii) análise sócio-técnica do domínio/contexto de novos artefatos físicos de interação; iv) diretrizes para novos artefatos físicos de interação; v) modelo de interação baseado em gestos via artefato físico de interação; vi) *guidelines* de *design* para novos artefatos físicos de interação; vii) especificações do design do produto e da linguagem de interação de um novo artefato digital para a TVDI; viii) implementações de protótipos de *hardware* e *software* do novo artefato digital para a TVDI; e ix) validação das especificações e dos protótipos do novo artefato digital para a TVDI junto ao público-alvo.

Abstract

The digitalization of terrestrial television broadcasting in Brazil and consequently the possibility of offering interactivity on television establish a new paradigm of interaction for the spectator with the media that has great potential to make a social impact, especially for the Brazilian population. However, the existence of digital artifacts commonly used to interact with current television system does not guarantee that those devices are adequate to the developments with the Interactive Digital Television (iDTV). Moreover, the coexistence of an increasing number of devices that make use of the remote control could result in more complex interfaces, considering the problems with remote control already discussed in the literature by several authors.

The objective of this Ph.D. research was to investigate the interaction design in the iDTV with the purpose of proposing, developing and validating new ways of interaction with this new media. The research results are grounded in the understanding that a more direct interaction with iDTV involves making the focus of the interaction more on the interface of the interactive applications than on the physical artifact of interaction itself.

The technology resulting from this research involved since its conceptual design, with a participatory approach, to its implementation and validation with real users from the target audience. Some contributions of this research in the context of physical artifacts of interaction with the iDTV can be highlighted: i) taxonomy for the physical artifacts of interaction; ii) use recommendations of physical artifacts of interaction known in the literature; iii) socio-technical analysis of the domain/context of new physical artifacts of interaction; iv) guidelines for new physical artifacts of interaction; v) gesture based interaction model via physical artifact of interaction; vi) design guidelines for new physical artifacts of interaction; vii) product design and interaction language specifications for new digital artifact for iDTV; viii) implementations of hardware and software prototypes for the new digital artifact for iDTV; and ix) validation of the specifications and prototypes of the new digital artifact for iDTV with the target audience.

Dedicatória

Dedico este trabalho a duas pessoas importantes em minha vida.

A minha esposa Erica Esteves Cunha; o grande amor de minha vida. Nossa aliança, na totalidade das acepções desta palavra, modificou significativamente as nossas vidas e, até mesmo, os rumos e os resultados desta pesquisa de doutorado.

A minha avó Lea Rodrigues Cunha (*in memoriam*) que nos deixou três semanas após a minha defesa de doutorado. Para sempre existirá um vazio em meu coração e em minha vida.

Agradecimentos

Início e conduzo meus agradecimentos parafraseando algumas palavras proferidas pelo Prof. Hans Kurt Edmund Liesenberg quando de sua posse como Diretor do Instituto de Computação (IC) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP): “Entre o céu e a terra existem muitos horizontes”.

Desse modo, primeiramente, gostaria de registrar meus agradecimentos aos Professores da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Fábio Ferrentini Sampaio, José Antonio dos Santos Borges, Marcos da Fonseca Elia, Carlo Emmanuel Tolla de Oliveira e Pedro Manoel da Silveira por, substancialmente, terem expandido meus horizontes durante o mestrado e por terem apoiado, de modo formal e/ou informal, a minha candidatura ao doutorado na UNICAMP. Ainda no contexto pré-doutorado, gostaria também de registrar meus agradecimentos a Maricélia Silva Alves, Chefe do Setor de Pessoal Efetivo da Fundação de Apoio a Escola Técnica do Estado do Rio de Janeiro (FAETEC) e a Antonio Fernando Lucas Barbosa, Gerente de Informática da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro (PCRJ), pelas inúmeras demonstrações de amizade e incentivo que permitiram que eu concluísse o mestrado na UFRJ e partisse para o doutorado na UNICAMP.

Início meus agradecimentos no contexto da UNICAMP fazendo uma deferência especial a minha orientadora, a Prof.^a M. Cecília C. Baranauskas, pela orientação presente e democrática, que na medida certa, me proporcionou autonomia para conduzir a pesquisa de doutorado que almejava realizar. Agradeço também pela paciência e compreensão, que com humanidade entendeu os meus anseios e as minhas dificuldades em determinados momentos do Curso e por, principalmente, acreditar no meu potencial para execução da pesquisa que ora é apresentada nesta tese de doutorado. Sua orientação, em diferentes dimensões, expandiu de forma substancial meus horizontes.

Agradeço também a Patrick Henrique da Silva Brito, Vânia Paula de Almeida Neris, Vagner Figuerêdo de Santana, Leonelo Dell Anhol Almeida, Elaine Cristina Saito Hayashi, Roberto Pereira, Lara Schibelsky Godoy Piccolo, Amanda Meincke Melo, Diego Samir Melo Solarte, Jean Piton Gonçalves, Leonardo Luiz Ecco, Luciano Jerez Chaves e a Erikson Freitas de Moraes. De forma afetuosa, agradeço ao *mein freund* Heiko Horst Hornung que esteve sempre presente e me apoiou em todos os momentos do doutorado. Cada um de

vocês, do seu modo, ajudou-me a construir novos horizontes ao longo dos últimos quatro anos.

Aos meus amigos do IC/UNICAMP e do Grupo de Pesquisa em Interação Humano-Artefato Digital (InterHAD) da UNICAMP dedico a letra da música Canção da América de Milton Nascimento e Fernando Brant: “Amigo é coisa pra se guardar; debaixo de sete chaves; dentro do coração; assim falava a canção que na América ouvi; mas quem cantava chorou; ao ver seu amigo partir; Mas quem ficou, no pensamento voou; com seu canto que o outro lembrou; e quem voou, no pensamento ficou; com a lembrança que o outro cantou; Amigo é coisa pra se guardar; no lado esquerdo do peito; mesmo que o tempo e a distância digam não; mesmo esquecendo a canção; o que importa é ouvir; a voz que vem do coração; Pois seja o que vier, venha o que vier; qualquer dia, amigo, eu volto; a te encontrar; qualquer dia, amigo, a gente vai se encontrar”.

Aos Professores que durante o doutorado tive a oportunidade de realizar disciplinas nas diversas áreas da computação que muito agregaram valor a minha formação: M. Cecília C. Baranauskas, Hans Kurt Edmund Liesenberg, Cecília Mary Fischer Rubira, Ricardo de Oliveira Anido, Anamaria Gomide, Orlando Lee e Ricardo Dahab. Especialmente, agradeço aos Professores Rodolfo Jardim de Azevedo, Claudia M. Bauzer Medeiros e Nelson Luis Saldanha da Fonseca pela visão diferenciada acerca dos horizontes do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da UNICAMP.

A todos os funcionários da Secretaria de Graduação e Pós-Graduação do IC/UNICAMP: Daniel de Jesus Capeleto, Flávio Romeu Luzia, Fernando Okabe e a Ademilson Ramos dos Reis. Agradeço, ainda, aos funcionários da Seção de Apoio Financeiro e Patrimônio do IC/UNICAMP: Wilson Bagni Junior e Sinval Modesto de Souza. Também gostaria de agradecer aos funcionários da Seção de Informática e da Seção de Equipamentos e Conectividade do IC/UNICAMP: Carlos Augusto Frolói, Maria Camila Pinto de Queirós, Edelson Henrique Constantino, Miguel Di Ciurcio Filho, Éverton Mendes Messias, José Roberto Furlan.

Agradeço, ainda, ao Núcleo de Informática Aplicada a Educação (NIED) da UNICAMP pelo suporte na realização de parte desta pesquisa, assim como, por ter me permitido também atuar em projetos de pesquisa relacionados com a área de Informática na Educação (IE) como, por exemplo, o Projeto UCA. Especialmente, agradeço a Maria Cecília Martins, Manoel Lourenço Filho e ao Prof. José Armando Valente. A Agência de Inovação da UNICAMP (INOVA) pelo apoio no depósito da patente da tecnologia resultante desta pesquisa de doutorado. Especialmente, agradeço a Soraia Buchignani Calonego e a Gabriel Gustavo Guion.

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelas bolsas de

doutorado concedidas em períodos disjuntos através, respectivamente, dos processos n^{os} 141489/2008-1 e 00014/07-9. Também, ao Instituto Microsoft Research – FAPESP de Pesquisas em TI pelo apoio parcial na execução desta pesquisa realizado no âmbito do Projeto e-Cidadania por meio do processo n^o 2007/54564-1.

Agradeço, ainda, ao IC/UNICAMP pelos diversos auxílios financeiros complementares que viabilizaram a minha participação em vários eventos científicos no Brasil e no Exterior concedidos por meio dos processos n^{os} 34-P-15324/2009, 34-P-16585/2008 e 34-P-19873/2007. Também, nesse contexto, agradeço ao Fundo de Apoio ao Ensino, à Pesquisa e à Extensão (FAEPEX) da UNICAMP pelo apoio através da solicitação n^o 791/2009. Todos esses subsídios viabilizaram a apresentação de diversos resultados de pesquisa em evento científicos ao longo do doutorado, agregando valor a minha formação acadêmica como pesquisador, assim como, possibilitando minha participação mais atuante frente às comunidades científicas as quais atuo.

Agradeço também a todos os Professores que aceitaram o convite para compor a banca desta tese de doutorado: Maria Elizabeth Sucupira Furtado, Junia Coutinho Anacleto, João Vilhete Viegas d'Abreu, Hans Kurt Edmund Liesenberg, Amanda Meincke Melo, Anamaria Gomide e Islene Calciolari Garcia.

A família Kamada, especialmente, a Aqueo Kamada, Fátima Aparecida Campos Kamada e filhos que me acolheram com muito carinho em sua casa durante os últimos quatro anos. Também gostaria de agradecer a meu pai Samuel Ribeiro de Miranda, a meu irmão Zanoni de Castro de Miranda e a Gilson Silveira do Carmo pelo apoio nos últimos anos.

Enfim, muito obrigado a todos vocês que de modo direto e/ou indireto contribuíram para que meus horizontes fossem expandidos ainda mais durante esses últimos quatro anos de minha vida.

E, por último, agradeço a minha esposa Erica Esteves Cunha pelo apoio cotidiano incondicional que, substancialmente, influenciou a minha chegada, com êxito, ao final de mais esse percurso da minha vida acadêmica.

*“O impossível não existe
quando se acredita
verdadeiramente nos sonhos”*
Ayrton Senna da Silva

*“Great things are not done by impulse,
but by a series of small things brought together”*
Vincent Van Gogh

Sumário

Resumo	vii
Abstract	ix
Dedicatória	xi
Agradecimentos	xiii
1 Introdução	1
1.1 Contexto, Problemática e Motivação	2
1.2 Objetivo e Metodologia da Pesquisa.....	3
1.3 Organização da Tese	5
1.4 Publicações Co-Relacionadas	8
2 Uma Proposta de Taxonomia e Recomendação de Utilização de Artefatos Físicos de Interação com a TVDI	11
2.1 Introdução.....	11
2.2 Interação do Usuário ou Grupo de Usuários com a TVDI	13
2.3 Contribuições da Literatura	14
2.3.1 Artefatos Físicos para Interação com a TVDI	14
2.3.2 Natureza das Aplicações Interativas para TVDI.....	16
2.3.3 Perfil dos Usuários Potenciais de TVDI	17
2.4 Proposta de Taxonomia e Uso dos Artefatos Físicos de Interação com a TVDI	19
2.5 Conclusão.....	22
3 Artefatos Físicos de Interação com a TVDI: Desafios e Diretrizes para o Cenário Brasileiro	25
3.1 Introdução.....	25
3.2 Interação na TVDI sob a Ótica do Dispositivo Físico de Interação: Reflexão sobre o Momento	27
3.3 Desafios de Concepção e Inserção de Novos Dispositivos Físicos de Interação com a TVDI no Brasil.....	29

3.4	Proposta de Diretrizes para Novos Dispositivos Físicos de Interação com a TVDI	33
3.5	Conclusão.....	38
4	Prospecting a Gesture Based Interaction Model for iDTV	41
4.1	Introduction.....	41
4.2	Physical Artifacts for Interaction with iDTV	43
4.2.1	Discussion.....	45
4.3	MuTIS Model.....	47
4.4	Conclusion	51
5	Identifying Interaction Barriers in the Use of Remote Controls	53
5.1	Introduction.....	53
5.2	Related Work.....	54
5.3	Research Scenario and Methodology.....	55
5.4	Results on the Remote Control Experiment	59
5.4.1	Quantitative Results.....	59
5.4.2	Qualitative Observations	60
5.4.3	Discussion.....	63
5.5	Conclusion	68
6	Anéis Interativos Ajustáveis: Uma Proposta de Artefato Físico de Interação para a TVDI	69
6.1	Introdução.....	69
6.2	Práticas Participativas no Processo de Criação	70
6.2.1	Experimentando Diferentes Artefatos	72
6.2.2	Reflexão sobre as Práticas Participativas	73
6.3	Proposta de Um Novo Artefato Digital para a TVDI.....	74
6.3.1	Design do Produto	77
6.3.2	Linguagem de Interação.....	80
6.3.3	Discussão.....	82
6.4	Conclusão.....	83
7	Adjustable Interactive Rings for iDTV	85
7.1	Introduction.....	85
7.2	The Proposed New Digital Artifact.....	87
7.2.1	Design.....	88
7.2.2	Interaction Language of the AIRs for iDTV	93
7.2.3	Hardware Prototypes.....	98

7.3	Evaluation with Prospective End Users.....	100
7.4	Conclusion	105
8	Conclusões	107
8.1	Principais Contribuições	110
8.2	Trabalhos Futuros.....	111
8.3	Lições Aprendidas	113
8.4	(Re)Construindo Horizontes.....	114
A	Prospectando um Novo Artefato Físico de Interação para a TVDI	117
A.1	Introdução.....	117
A.2	Metodologia	118
A.3	Prospectando um Novo Artefato Físico de Interação com Usuários.....	123
A.3.1	1ª Prática Participativa	123
A.3.2	2ª Prática Participativa	131
A.3.3	3ª Prática Participativa	142
A.3.4	Reflexão sobre as Práticas Participativas	149
A.4	Conclusão.....	151
A.5	Apêndice A: Partes Interessadas.....	151
B	Anéis Interativos Ajustáveis: Design de um Novo Artefato Físico de Interação para a TVDI	153
B.1	Introdução.....	153
B.2	Proposta de Um Novo Artefato Digital para a TVDI.....	155
B.2.1	Composição Básica	157
B.2.2	Composição Estendida	179
B.3	Avaliação Preliminar dos Anéis Interativos Ajustáveis para a TVDI	181
B.4	Conclusão.....	188
B.5	Apêndice A: Evolução do Design do Produto dos AIRs e do RIM para a TVDI ..	190
	Bibliografia	199
A	Autorizações para Publicação	213
A.1	Sociedade Brasileira de Computação	214
A.2	International Association for Development of the Information Society	216
A.3	Institute of Electrical and Electronic Engineers	218
B	Aceitação de Artigo para Publicação	221
B.1	IEEE Transactions on Consumer Electronics.....	222

C	Análise de Patenteabilidade	223
C.1	Agência de Inovação da UNICAMP	224

Lista de Tabelas

Tabela 2.1:	Dispositivos de entrada de dados utilizados em aplicações de TVDI	15
Tabela 2.2:	Perfil dos usuários de TVDI utilizado por diferentes autores	18
Tabela 2.3:	Perfil dos usuários de TVDI definido baseado em dados do IBGE	18
Tabela 2.4:	Detalhes da taxonomia definida para os artefatos físicos de interação com a TVDI	19
Tabela 2.5:	Classificação dos dispositivos físicos de interação com a TVDI.....	21
Tabela 2.6:	Grau de importância do aspecto do dispositivo físico de interação por natureza da aplicação interativa	22
Tabela 2.7:	Recomendação de uso dos artefatos físicos de interação com a TVDI	22
Tabela 3.1:	Quadro de Avaliação do domínio de análise de novos dispositivos físicos de interação com a TVDI	32
Tabela 3.2:	Framework Semiótico do domínio de análise de novos dispositivos físicos de interação com a TVDI	32
Tabela 3.3:	Considerações sobre os diferentes artefatos físicos de interação sob a ótica das diretrizes formuladas neste trabalho	37
Table 4.1:	Alternative technologies and artefacts of interaction with iDTV.....	45
Table 5.1:	Ethnographical data regarding the participants of the remote control experiment	56
Table 5.2:	Users X Tasks (times in seconds).....	59
Table 7.1:	Ethnographical data regarding the participants of the preliminary and final evaluations of AIRs for iDTV	101
Tabela A.1:	Informações sobre o contexto de uso da televisão.....	121
Tabela A.2:	Códigos utilizados para identificar os dedos das mãos	122
Tabela A.3:	Propostas de artefatos físicos de interação	149
Tabela B.1:	Características gerais da composição básica dos AIRs para a TVDI.....	158
Tabela B.2:	Status do RIM pelo indicador luminoso.....	172
Tabela B.3:	Status do RIM pela sinalização sonora	172
Tabela B.4:	Status dos AIRs dentro do compartimento no RIM pelos indicadores luminosos	173

Tabela B.5: Status dos AIRs fora do compartimento no RIM pelos indicadores luminosos	173
Tabela B.6: Status dos AIRs pela sinalização sonora.....	173
Tabela B.7: Códigos utilizados para identificar os dedos das mãos	175
Tabela B.8: Diferentes possibilidades de uso da composição básica dos AIRs para a TVDI	176
Tabela B.9: Classificação dos AIRs usando a taxonomia para os artefatos físicos de interação com a TVDI	179
Tabela B.10: Características gerais da composição estendida dos AIRs para a TVDI	179
Tabela B.11: Dados etnográficos dos usuários da PA.....	183

Lista de Figuras

Figura 2.1:	Modelo de interação entre o usuário ou grupo de usuários e a TVDI	13
Figura 2.2:	Autores que fizeram uso das taxonomias de aplicações para TVDI.....	17
Figura 2.3:	Taxonomia definida para os artefatos físicos de interação com a TVDI.....	19
Figura 3.1:	Partes Interessadas do domínio de análise de novos dispositivos físicos de interação com a TVDI	30
Figure 4.1:	Interaction between the users and the television system through physical artefact of interaction	43
Figure 4.2:	Two points mapping example of MulTIS Model.....	50
Figure 5.1:	Part of the experimental setting.....	58
Figure 5.2:	Initial setting of the remotes on the table	59
Figure 5.3:	Time that each user needed to perform the tasks.....	60
Figure 5.4:	User in doubt about which control to use	61
Figure 5.5:	User puts the glasses on in order to use the remote control.....	65
Figure 5.6:	User commenting on the button that got stuck	66
Figure 5.7:	User observing the remote control	67
Figura 6.1:	Interação entre os usuários e o sistema de televisão via artefatos físicos de interação mais transparentes aos usuários.....	74
Figura 6.2:	Configuração física bidimensional do AIR	77
Figura 6.3:	Design do produto da composição básica dos AIRs para a TVDI em três diferentes perspectivas	78
Figura 6.4:	Design do produto do RIM – vista frontal – com os AIRs dentro do compartimento	80
Figure 7.1:	Interaction between users and the television system via physical artifact of interaction that is more transparent to users	87
Figure 7.2:	Two-dimensional view of the physical configuration of the AIR	89
Figure 7.3:	AIR with some highlights: Light on, Braille stamp, battery access and mechanical adjustment	90
Figure 7.4:	AIR with some highlights: Light off and button.....	91
Figure 7.5:	Two-dimensional view of the physical configuration of the RIM (top view)....	91

Figure 7.6:	RIM product design – front view – without AIRs in the compartment	92
Figure 7.7:	RIM product design (right side).....	93
Figure 7.8:	Hardware prototype of AIRs for iDTV in use with user	99
Figure 7.9:	RIM hardware prototype	100
Figure 7.10:	Time spent by the users U2 and U4 to accomplish four tasks	103
Figure 7.11:	Time spent by the user U2 in the four tasks at the two uses	103
Figura A.1:	Quadro branco antes do início da 1ª PPB.....	119
Figura A.2:	Códigos utilizados para identificar os dedos das mãos	122
Figura A.3:	Par de luvas usado na 1ª PPB.....	124
Figura A.4:	Sequência de gestos para ligar a televisão com as Luvas Interativas	125
Figura A.5:	Quatro diferentes gestos para ativar um elemento de interface com as Luvas Interativas.....	126
Figura A.6:	Quadro branco ao final da 1ª Prática	130
Figura A.7:	Dedais usados na 2ª PPB	131
Figura A.8:	Duas diferentes sequências de gestos para ligar a televisão com os Dedais Interativos. (a) (b) Com duas mãos (c) (d) Apenas com uma das mãos	133
Figura A.9:	Quatro diferentes gestos para ativar um elemento de interface com os Dedais Interativos.....	134
Figura A.10:	Duas diferentes configurações de uso dos Dedais Interativos	138
Figura A.11:	Sequência de gestos usando o componente tempo para ligar/desligar a televisão com os Dedais Interativos.....	140
Figura A.12:	Sequência de gestos usando rotação de pontos para ligar/desligar a televisão com os Dedais Interativos.....	141
Figura A.13:	Quadro branco ao final da 2ª Prática	141
Figura A.14:	Anéis usados na 3ª PPB	142
Figura A.15:	Anel azul sendo pressionado.....	143
Figura A.16:	Anel verde sendo pressionado	144
Figura A.17:	Duas opções diferentes para canal e volume em relação aos eixos.....	147
Figura A.18:	Dois diferentes controles remotos encontrados no mercado	147
Figura A.19:	Quadro branco ao final da 3ª Prática	148
Figura A.20:	Partes Interessadas atualizado do domínio de análise de novos dispositivos físicos de interação com a TVDI.....	152
Figura B.1:	Interação entre os usuários e o sistema de televisão via artefatos físicos de interação mais transparentes aos usuários.....	156
Figura B.2:	Configuração física bidimensional do AIR	165
Figura B.3:	Fone de ouvido com gravações em Braille para apoiar a identificação dos lados direito e esquerdo do fone por usuários com deficiência visual.....	166

Figura B.4:	Design do produto da composição básica dos AIRs para a TVDI em três diferentes perspectivas	167
Figura B.5:	AIRs acesos em três diferentes perspectivas. (a) Em ambiente iluminado (b) Em ambiente com pouca iluminação.....	168
Figura B.6:	Configuração física bidimensional – vista superior – do RIM.....	169
Figura B.7:	Configuração física bidimensional – lateral direita – do RIM.....	169
Figura B.8:	Design do produto do RIM – vista frontal – com os AIRs fora do compartimento	171
Figura B.9:	Design do produto do RIM – vista frontal – com os AIRs dentro do compartimento	171
Figura B.10:	Design do produto – lateral direita – do RIM.....	172
Figura B.11:	Curva de decisão de interação do Modelo MuTTIS	174
Figura B.12:	Códigos utilizados para identificar os dedos das mãos	175
Figura B.13:	Exemplo de uso dos AIR para a TVDI com a composição n° 1	177
Figura B.14:	Exemplo de uso dos AIRs para a TVDI com a composição n° 15.....	178
Figura B.15:	Taxonomia atualizada para os artefatos físicos de interação com a TVDI.....	178
Figura B.16:	Design do produto do AIR-E.....	180
Figura B.17:	Design do produto do AIR-E em outra perspectiva.....	180
Figura B.18:	AIR-E aceso. (a) Em ambiente iluminado (b) Em ambiente com pouca iluminação	181
Figura B.19:	Alguns usuários no ambiente de realização da PA.....	182
Figura B.20:	Apresentando aos usuários da PA a linguagem de interação dos AIRs para a TVDI	183
Figura B.21:	1ª versão do AIR	190
Figura B.22:	1ª versão do AIR em outra perspectiva	191
Figura B.23:	2ª versão do AIR em três diferentes perspectivas	192
Figura B.24:	3ª versão do AIR em três diferentes perspectivas	193
Figura B.25:	Última versão da composição básica dos AIRs para a TVDI em três diferentes perspectivas	194
Figura B.26:	Última versão do AIR-E com alguns destaques. (a) AIR aceso, marca Braille, acesso a bateria e ajuste mecânico (b) AIR apagado e botão	194
Figura B.27:	1ª versão do RIM	195
Figura B.28:	2ª versão do RIM com os AIRs fora do compartimento.....	196
Figura B.29:	2ª versão do RIM com os AIRs dentro do compartimento	196
Figura B.30:	Última versão do RIM com os AIR no compartimento	197
Figura B.31:	Última versão do RIM. (a) Com os AIR fora do compartimento (b) Lateral direita	197

Lista de Abreviaturas e Siglas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AIR	<i>Adjustable Interactive Ring</i>
AIR-A	<i>Adjustable Interactive Ring – Activation</i>
AIR-E	<i>Adjustable Interactive Ring – Energy</i>
AIR-O	<i>Adjustable Interactive Ring – Options</i>
AIR-M	<i>Adjustable Interactive Ring – Movement</i>
ATM	<i>Automated Teller Machine</i>
ATSC	<i>Advanced Television Systems Committee</i>
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
DCU	Design Centrado no Usuário
DMB-T/H	<i>Digital Multimedia Broadcast-Terrestrial/ Handheld</i>
DP	Design Participativo
DU	Design Universal
DVB-T	<i>Digital Video Broadcasting-Terrestrial</i>
DVD	<i>Digital Video Disc</i>
GUI	<i>Graphical User Interface</i>
HCI	<i>Human-Computer Interaction</i>
HDTV	<i>High Definition Television</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Instituto de Computação
iDTV	<i>Interactive Digital Television</i>
IE	Informática na Educação
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronic Engineers</i>
IHC	Interação Humano-Computador
INAF	Indicador Nacional de Alfabetismo Funcional
InterHAD	Grupo de Pesquisa em Interação Humano-Artefato Digital
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPM	Instituto Paulo Montenegro

IR	<i>Infrared</i>
ISDB-T	<i>Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial</i>
ISO	International Organization for Standardization
IT	<i>Information Technology</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
LIBRAS	Língua Brasileira de Sinais
MC	Modo Comando
MPEG	<i>Moving Picture Experts Group</i>
MuTIS	<i>Multi-Touch Imaginary Screen</i>
NIED	Núcleo de Informática Aplicada a Educação
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PA	Prática dos Anéis
PAIRG	<i>Physical Artifacts of Interaction Research Group</i>
PAM	<i>Problem Articulation Method</i>
PDA	<i>Personal Digital Assistant</i>
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PPB	Prática Participativa de <i>Brainstorming</i>
PROTV D	Programa de Apoio à Implementação do Sistema Brasileiro de TV Digital Terrestre
RF	Radiofrequência
RFID	<i>Radio-Frequency IDentification</i>
RIM	<i>Receiver Interfacing Module</i>
SBC	Sociedade Brasileira de Computação
SBTVD	Sistema Brasileiro de Televisão Digital
SBTVD-T	Sistema Brasileiro de Televisão Digital Terrestre
SC	Silvo Curto
SL	Silvo Longo
SO	Semiótica Organizacional
TI	Tecnologia da Informação
TIC	Tecnologia de Informação e Comunicação
TUI	<i>Tangible User Interface</i>
TV	<i>Television</i>
TVDI	Televisão Digital Interativa
UCA	Um Computador por Aluno
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UK	United Kingdom
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas

Capítulo 1

Introdução

A digitalização da transmissão da televisão terrestre no Brasil e, conseqüentemente, a possibilidade de oferta de interatividade na televisão estabelece um novo paradigma de interação do telespectador com essa mídia com extremo potencial de impacto social para a população brasileira. Segundo dados da última Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2009, 95,7% dos domicílios brasileiros possuem ao menos uma televisão [45]. A abrangência de lares brasileiros que têm televisão demonstra a sua importância – em diferentes contextos como, por exemplo, cultural, social, educacional, estratégico etc. – para a população brasileira, sendo essa mídia a principal fonte de informação e entretenimento da população.

As pesquisas na área de TVDI são relativamente embrionárias no Brasil, principalmente no que concerne aos aspectos de design da interação¹ entre os usuários e o sistema de televisão. Somente em meados de 2006, com a criação do Sistema Brasileiro de Televisão Digital Terrestre (SBTVD-T) pelo Governo Federal [10] as pesquisas nesse domínio no Brasil, efetivamente, começaram a despontar, embora o número de publicações científicas e patentes produzidas por nossos pesquisadores ainda seja escasso.

¹ Design da Interação é um termo usado na área de Interação Humano-Computador (IHC) quando se observa a interação e a comunicação humana sob a ótica de diferentes disciplinas, tais como, Psicologia, Comunicação, Linguística, entre outras [126]. Esse termo também pode se referir ao *design* de produtos interativos que fornecem apoio às atividades do dia-a-dia das pessoas, seja num ambiente doméstico ou de trabalho [99]. No contexto desta pesquisa, entende-se Design da Interação de forma abrangente, englobando desde o *design* físico dos artefatos digitais até sua Linguagem de Interação. Assim, entende-se Linguagem de Interação como a descrição abstrata e precisa de como os usuários interagem com os artefatos digitais.

1.1 Contexto, Problemática e Motivação

No contexto onde se insere esta pesquisa destacam-se alguns dados estatísticos de extrema relevância, pois sugerem a diversidade de habilidades e competências, assim como a realidade social do público-alvo desta pesquisa. Segundo o último censo demográfico realizado pelo IBGE em 2000, por exemplo, 14,5% da população (\approx 24,6 milhões de pessoas) são portadoras de pelo menos uma deficiência [41] e, segundo o último Indicador Nacional de Alfabetismo Funcional (INAF) divulgado pelo Instituto Paulo Montenegro (IPM) em 2009, 75% dos brasileiros não são considerados alfabetizados plenos [48]. Ainda, segundo o último Radar Social divulgado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) em 2006, 30,1% da população vivem em situação de pobreza [47]. Desse modo, esses são os grupos de usuários potencialmente mais vulneráveis a problemas de interação com a TVDI, ao mesmo tempo em que podem ser os maiores beneficiados com essa tecnologia sendo, portanto, parcela significativa do público-alvo desta pesquisa de doutorado.

Destaca-se também nessa problematização, que a definição de um padrão próprio de televisão digital, o SBTVD-T, parece ser mais vantajosa do que, simplesmente, a situação onde o Brasil adotasse na íntegra um dos padrões de televisão digital existente na atualidade como, por exemplo, o Japonês: *Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial* (ISDB-T) [21], o Europeu: *Digital Video Broadcasting-Terrestrial* (DVB-T) [22], o Norte-Americano: *Advanced Television Systems Committee* (ATSC) [4], ou o Chinês: *Digital Multimedia Broadcast-Terrestrial/Handheld* (DMB-T/H), pois permite com maior flexibilidade a incorporação de tecnologias desenvolvidas no Brasil, especialmente para atender as peculiaridades do uso da televisão pela população brasileira.

Embora o Brasil tenha adotado um dos padrões mundiais de televisão digital como base tecnológica para o SBTVD-T, isso não significa que o SBTVD-T atende a todas as nossas necessidades na perspectiva de como o usuário interage com a televisão. O contexto de uso da televisão digital no Brasil é diferente da dos países desenvolvidos, pois vivemos grandes diferenças socioeconômicas, culturais, regionais, e de acesso à tecnologia e ao conhecimento nas diferentes regiões do Brasil, com a grande massa de potenciais usuários da TVDI não familiarizada com o uso cotidiano e efetivo de interfaces digitais.

Apesar do artefato físico de interação² possuir um papel fundamental na interação dos usuários com o sistema de televisão, ainda são raras as publicações que tratam a temática do

² Entende-se, no contexto desta pesquisa, artefato físico de interação como qualquer artefato que o usuário tenha contato físico e que sirva como instrumento mediador da interação entre o usuário e o sistema de televisão. Na maioria dos casos, o artefato físico de interação é composto de uma solução conjugada de *hardware* e *software*.

design da interação na TVDI sob a ótica do artefato físico de interação. A maioria dos trabalhos publicados no contexto da TVDI discorre, predominantemente, sobre questões relativas às interfaces – *Graphical User Interface* (GUI) – das aplicações interativas, sem levar em consideração outro *hardware* – como uma alternativa ao controle remoto – que poderia ser empregado como mediador eletrônico da comunicação entre os usuários e o sistema de televisão. Assim, é possível que estejam sendo incorporados problemas de acessibilidade, usabilidade, navegabilidade etc. nas aplicações interativas, que são oriundos do contexto da problemática do *design* e interação via controle remoto como, por exemplo, a falta de clareza entre o mapeamento das funcionalidades do artefato físico de interação e a aplicação.

No momento, a televisão ainda é tipicamente uma mídia de utilização coletiva baseada em apresentação de conteúdo áudio-visual. A oferta de aplicações interativas pode alterar a maneira como o usuário percebe e utiliza a televisão, principalmente, devido ao fato de o usuário dessas aplicações não ser apenas um telespectador, mas um sujeito ativo nessa nova relação que deve ser estabelecida com o sistema de televisão.

1.2 Objetivo e Metodologia da Pesquisa

O foco desta pesquisa de doutorado, como já exposto, foi o design da interação entre os usuários e a TVDI via artefato físico de interação. Sob o pano de fundo dessa temática, definimos a tese norteadora desta pesquisa:

- É possível definir uma nova linguagem de interação com a TVDI com o intuito de permitir que a interação entre os usuários e a TVDI seja realizada de forma mais direta, por meio de um artefato físico de interação mais transparente ao usuário.

Baseando-se na tese de pesquisa, como descrita anteriormente, o objetivo geral desta pesquisa de doutorado é:

- O estudo, a concepção, a proposição e a definição de uma nova forma de interação entre os usuários e a TVDI de forma mais significativa para a população brasileira, assim como sua instanciação em artefatos digitais e sua validação junto ao público-alvo.

Assim sendo, quatro importantes questões de pesquisa são levantadas, que sugerem a complexidade da temática, a saber:

- O que considerar no *design* de um novo artefato físico de interação com a TVDI, que seja mais adequado para toda a diversidade da população brasileira?
- Como deve ser a linguagem de interação com o novo dispositivo?
- Como avaliar se a linguagem de interação do artefato é adequada – de uso simples e fácil de aprender – para a abrangência do público-alvo?

- Quais seriam os impactos sociais da inserção de um novo artefato físico de interação com a TVDI – diferente do controle remoto – no contexto do ambiente que se encontra a televisão no Brasil?

Com o intuito de trabalhar as questões de pesquisa inerentes ao objetivo deste trabalho em consonância com o Design Socialmente Responsável [5] estão sendo utilizados métodos, técnicas e/ou princípios do referencial teórico-metodológico da Semiótica Organizacional (SO) [55,114,115,116,117], Design Participativo (DP) [110], e Design Universal (DU), também conhecido na literatura como Design Para Todos (Design For All) [11,17,50,118]. Optou-se por tratar o problema alinhado por essas abordagens, pois:

- O arcabouço da SO permite que análises sejam realizadas alcançando o espectro da problemática de pesquisa, em seus aspectos técnicos e sociais. A adoção desse referencial permite romper com a forma tradicional de desenvolvimento de soluções computacionais focando numa abordagem que parte do nível informal para o técnico;
- As práticas do DP promovem a participação ativa de usuários no processo de desenvolvimento das soluções com o intuito de contemplar as reais necessidades dos usuários. Além disso, essa abordagem proporciona um aprendizado mútuo entre todos os envolvidos no processo, agregando valor a todos os participantes. As práticas participativas empregadas nesta pesquisa visam a prospecção, o *design*, e validação das soluções propostas junto a usuários finais;
- Os princípios do DU permitem um olhar diferenciado para o problema, de modo a se considerar toda a diversidade de usuários quando da concepção e implementação das soluções. Objetiva-se com essa abordagem, portanto, criar soluções que sejam utilizadas por todos, na maior extensão possível, a um custo viável ao contexto sócio-econômico em questão.

Entende-se, no âmbito desta pesquisa, que novas formas de comunicação e interação podem mudar a forma como o usuário interage com o sistema de televisão. Assim sendo, espera-se que esse trabalho de doutorado contribua nessa direção, por meio da:

- Proposição de uma nova forma de interação com a TVDI mais significativa para o público-alvo, de modo a permitir que a TVDI venha a ser, de fato, um importante instrumento de promoção da cultura digital para a população brasileira.

Nessa linha de trabalho, a tese ora apresentada envolveu, entre outras questões: 1) especificação do *design* de um novo artefato físico de interação e a formalização de sua linguagem de interação; 2) construção do protótipo, composto de soluções de *hardware/software*, do novo artefato físico de interação para TVDI; 3) desenvolvimento de uma aplicação interativa de calibragem para testes da nova linguagem de interação via novo

artefato físico de interação; e 4) avaliação dessas soluções junto ao público-alvo. Vale destacar que os testes foram realizados *in loco* no contexto social do público-alvo.

Entender o usuário brasileiro foi fundamental; por isso, pretendeu-se promover a participação ativa do público-alvo durante o processo de definição da nova linguagem de interação via novo artefato físico de interação. Essa abordagem permitiria um melhor entendimento das práticas diárias do público-alvo, que ajudariam na busca das metáforas que seriam empregadas na composição da linguagem. Além disso, essa abordagem potencializaria a inovação inspirada pela diversidade da nossa população.

1.3 Organização da Tese

Para tratarmos as questões de pesquisa supramencionadas, apresentamos uma visão geral dos capítulos desta tese que, de certo modo, descrevem em cada um deles resultados parciais desta pesquisa que culminaram no último capítulo.

O corpo desta tese é constituído por cinco *full papers* publicados em conferências e por um artigo aceito para publicação em periódico internacional, conforme descritos a seguir³. Cabe ressaltar, em relação aos artigos publicados, que quatro artigos foram publicados em conferências internacionais e um artigo foi publicado em simpósio nacional, e que os trabalhos são apresentados nesta tese nos seus estados originais, exceto pelas alterações na sua estruturação e formatação de modo a adequá-los ao formato de publicação das teses da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP):

- **Capítulo 2:** Miranda, L.C., Piccolo, L.S.G e Baranauskas, M.C.C, 2007. Uma Proposta de Taxonomia e Recomendação de Utilização de Artefatos Físicos de Interação com a TVDI. *Proceedings of the Workshop on Perspectives, Challenges and Opportunities for Human-Computer Interaction in Latin America (INTERACT/CLIHIC 2007)*. Rio de Janeiro, Brasil, pp. 1-14 [76].

Visão Geral e Contribuições: Nesse capítulo conhecemos e analisamos de forma ampla os mecanismos sugeridos por outros autores para promover a interação com as aplicações de TVDI. Foram explorados aspectos de design da interação considerando três dimensões da interação com a TVDI: 1) artefatos físicos, que englobam soluções de *hardware/software*; 2) natureza das aplicações interativas, que possuem relação com as

³ As referências incluídas no corpo deste capítulo estão apresentadas seguindo o sistema de referência Harvard por apresentarem informações sucintas. Todas as publicações referenciadas nesta tese pelo sistema numérico, que estão descritas nas referências bibliográficas ao final deste documento, seguem o formato da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) por apresentarem informações mais detalhadas e seguindo padronização da UNICAMP.

tarefas a serem realizadas; e 3) perfil dos potenciais usuários. As contribuições relacionadas às três dimensões supracitadas foram uma taxonomia para os artefatos físicos utilizados na interação com a TVDI e recomendações de uso dos artefatos físicos de interação conhecidos na literatura. O intuito dessa taxonomia e dessa recomendação é auxiliar, em trabalhos futuros, a especificação de novos artefatos digitais para essa mídia.

- **Capítulo 3:** Miranda, L.C., Piccolo, L.S.G e Baranauskas, M.C.C, 2008. Artefatos Físicos de Interação com a TVDI: Desafios e Diretrizes para o Cenário Brasileiro. *Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC 2008)*. Porto Alegre, Brasil, pp. 60-69 [74].

Visão Geral e Contribuições: Nesse capítulo por meio de uma análise abrangente do domínio/contexto de um novo artefato físico de interação para a TVDI identificamos os desafios advindos da concepção e inserção de um novo artefato físico de interação entre os usuários e a TVDI. Essa prospecção, em conjunto com um aprofundamento teórico nos princípios da área de IHC, somado às recomendações de uso definidas no Capítulo 2, serviram como as molas-mestras da formulação de diretrizes, independentes de tecnologias. O intuito de se definir essas diretrizes é guiar, em trabalhos futuros, a definição de novos artefatos digitais para serem usados com a TVDI nesse modelo de interação de mão dupla onde o usuário, por meio do artefato físico de interação, passa a ser um agente mais ativo da comunicação.

- **Capítulo 4:** Miranda, L.C., Hornung, H.H. e Baranauskas, M.C.C, 2009. Prospecting a Gesture Based Interaction Model for iDTV. *Proceedings of the LADIS International Conference on Interfaces and Human Computer Interaction (MCCSIS/IHCI 2009)*. Algarve, Portugal, pp. 19-26 [68].

Visão Geral e Contribuições: Nesse capítulo realizamos uma revisão no estado da arte dos artefatos físicos de interação para a TVDI e discutimos esses artefatos numa perspectiva de IHC. Como visto no Capítulo 3, são poucas as contribuições científicas que consideram a componente gestos como forma de entrada de dados no sistema de televisão. Sendo assim, ainda nesse capítulo, formalizamos um modelo conceitual de interação baseado em gestos e definimos os princípios mínimos necessários que devem ser considerados quando se objetiva conceber soluções que exploram a interação entre os usuários e a TVDI baseada em gestos. O intuito desse modelo é apoiar, em trabalhos futuros, a definição de uma nova linguagem de interação com a TVDI baseada em gestos via um novo artefato físico de interação.

- **Capítulo 5:** Miranda, L.C., Hayashi, E.C.S. e Baranauskas, M.C.C, 2009. Identifying Interaction Barriers in the Use of Remote Controls. *Proceedings of the 7th Latin American Web Congress (CLIHC/LA-WEB 2009)*. Mérida, México, pp. 97-104 [65].

Visão Geral e Contribuições: Nesse capítulo apresentamos um experimento realizado *in loco* onde os participantes interagiram com a televisão via controle remoto em um cenário de diversidade de perfis de usuários, principalmente, em relação ao acesso desses usuários a tecnologias em geral. Com base nessas observações, propusemos *guidelines* de *design* visando apoiar futuros projetos de artefatos físicos de interação para a TVDI de modo que esses artefatos não carreguem consigo os problemas de interação identificados durante o experimento e descritos em detalhes nesse capítulo.

- **Capítulo 6:** Miranda, L.C. e Baranauskas, M.C.C., 2009. Anéis Interativos Ajustáveis: Uma Proposta de Artefato Físico de Interação para a TVDI. *Extended Proceedings of the 4th Latin American Conference on Human-Computer Interaction (CLIH/CLAWEB 2009)*. Mérida, México, pp. 16-23 [61].

Visão Geral e Contribuições: Nesse capítulo, com base nos resultados apresentados nos Capítulos 2, 3, 4 e 5 e em resultados de práticas participativas realizadas com representantes do público-alvo, chegamos à definição de um artefato a ser adaptado ao contexto de uso da TVDI. Além disso, ainda nesse capítulo, especificamos novos artefatos digitais para a TVDI e formalizamos a linguagem de interação desses artefatos.

- **Capítulo 7:** Miranda, L.C., Hornung, H.H. e Baranauskas, M.C.C., 2010. Adjustable Interactive Rings for iDTV (to be published). *IEEE Transactions on Consumer Electronics (T-CE)*, 56(3), pp. 1-9 [66].

Visão Geral e Contribuições: Esse trabalho apresenta uma visão mais detalhada do que foi apresentado no Capítulo 6 incluindo, adicionalmente, as avaliações preliminares e finais da tecnologia resultante desta pesquisa de doutorado.

Por sua vez, o Apêndice desta tese é composto por dois relatórios técnicos do Instituto de Computação (IC) da UNICAMP, como descritos a seguir. Vale destacar, em relação a esses dois relatórios técnicos, que um deles já foi efetivamente publicado e que o outro relatório técnico ainda não foi publicado devido à tramitação nas instâncias competentes da Universidade de um pedido de depósito de patente (Anexo C.1). Além disso, os trabalhos são apresentados nos seus estados originais, exceto pelos ajustes necessários na sua estruturação e formatação de modo a se adequarem aos padrões de tese da UNICAMP. Vale salientar que esses dois relatórios técnicos descrevem em detalhes o que foi apresentado nos Capítulos 6 e 7.

- **Apêndice A:** Miranda, L.C. e Baranauskas, M.C.C., 2010. Prospectando um Novo Artefato Físico de Interação para a TVDI. *Relatório Técnico (IC-10-21)*, Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, Brasil [63].

Visão Geral: Esse apêndice descreve em detalhes as práticas participativas realizadas com o intuito de, em conjunto com usuários, buscar a definição de um novo artefato físico de interação para a TVDI. Dessa forma, com base nos resultados dessas práticas e em resultados anteriores já logrados no âmbito desta pesquisa chegamos à definição de um artefato a ser adaptado ao contexto de uso da TVDI. Ao concluirmos essas atividades também ficou definido como deveria ser a arquitetura e o modelo de interação com o uso desse artefato. Também realizamos uma atualização do Partes Interessadas do domínio de análise de novos dispositivos físicos de interação com a TVDI que havia sido previamente apresentado no Capítulo 3.

- **Apêndice B:** Miranda, L.C. e Baranauskas, M.C.C., 2010. Anéis Interativos Ajustáveis: Design de um Novo Artefato Físico de Interação para a TVDI (a ser publicado). *Relatório Técnico, Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas*. Campinas, Brasil [62].

Visão Geral: Esse apêndice descreve em detalhes a nova linguagem de interação com a TVDI baseada em gestos e mediada por um novo artefato físico de interação. Ainda nesse apêndice apresentamos uma avaliação preliminar das soluções descritas junto ao público-alvo. Também realizamos uma atualização da taxonomia para artefatos físicos de interação para a TVDI previamente apresentada no Capítulo 2.

Vale comentar, ainda, que esta tese de doutorado é apresentada em formato de coletânea de publicações. Logo, os capítulos e os apêndices são autocontidos por serem formados, respectivamente, por artigos e relatórios técnicos. Entretanto, entendemos que a leitura linear desta tese permite ao leitor uma melhor compreensão das decisões tomadas a cada passo desta pesquisa até seu ápice no último capítulo.

1.4 Publicações Co-Relacionadas

Além das publicações que compõem esta tese, como supramencionadas, outros trabalhos também foram publicados fruto da minha inserção e do meu envolvimento direto em outros projetos relacionados com as áreas de pesquisa de IHC e Informática na Educação (IE) como, por exemplo, o Projeto e-Cidadania [23] e o Projeto Um Computador por Aluno (UCA) [122].

Gostaria de ressaltar que a minha participação nesses outros trabalhos contribuíram de modo substancial para um entendimento mais apurado dos referenciais teórico-metodológicos que foram empregados nesta pesquisa, constituindo-se como os pilares metodológicos que alicerçaram esta tese de doutorado, como exposto anteriormente. Seguem

as referências desses outros trabalhos, em ordem decrescente da data de publicação, embora não façam parte do corpo desta tese:

- Neris, V.P.A., Almeida, L.D.A., Miranda, L.C., Hayashi, E.C.S. e Baranauskas, M.C.C., 2011. Collective Construction of Meaning and System for an Inclusive Social Network (to be published). *International Journal of Information Systems and Social Change (IJISSC)*, 2(1), pp. 1-22 [80].
- Neris, V.P.A., Hornung, H.H., Miranda, L.C., Almeida, L.D.A. e Baranauskas, M.C.C., 2009. Building Social Applications with an Agile Semio-Participatory Approach. *Proceedings of the LADIS International Conference on WWW/Internet (ICWI 2009)*. Roma, Itália, pp. 3-10 [81].
- Hayashi, E.C.S., Neris, V.P.A., Rodriguez, C.L., Miranda, L.C., Hornung, H.H., Santana, V.F., Pereira, R., Martins, M.C. e Baranauskas, M.C.C., 2009. Preliminary Evaluation of Vila na Rede: An Inclusive Social Network System. *Relatório Técnico (IC-09-40)*, Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, Brasil [40].
- Santana, V.F., Solarte, D.S.M., Neris, V.P.A., Miranda, L.C. e Baranauskas, M.C.C., 2009. Redes Sociais Online: Desafios e Possibilidades para o Contexto Brasileiro. *Anais do XXIX Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (CSBC/SEMISH 2009)*. Bento Gonçalves, Brasil, pp. 339-353 [105].
- Almeida, L.D.A., Neris, V.P.A., Miranda, L.C., Hayashi, E.C.S. e Baranauskas, M.C.C., 2009. Designing Inclusive Social Networks: A Participatory Approach. *Proceedings of the 3rd International Conference on Online Communities and Social Computing (HCII/OCSC 2009)*. San Diego, Estados Unidos, pp. 653-662 [3].
- Miranda, L.C., Hayashi, E.C.S. e Baranauskas, M.C.C., 2009. An Experimental Scenario to Investigate the Remote Control as Artifact for Interaction with Television. *Relatório Técnico (IC-09-22)*, Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, Brasil [64].
- Miranda, L.C., Almeida, L.D.A., Hayashi, E.C.S., Neris, V.P.A. e Baranauskas, M.C.C., 2009. A Participatory Practice for Designing Inclusive Social Networks in the e-Cidadania Project. *Relatório Técnico (IC-09-015)*, Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, Brasil [60].
- Neris, V.P.A., Almeida, L.D.A., Miranda, L.C., Hayashi, E.C.S. e Baranauskas, M.C.C., 2009. Towards a Socially-Constructed Meaning for Inclusive Social Network Systems. *Proceedings of the 11th International Conference on Informatics and Semiotics in Organisations (ICISO 2009)*. Pequim, China, pp. 247-254 [79].
- Miranda, L.C., Hornung, H.H. e Baranauskas, M.C.C., 2009. MulTIS: A Gesture Based Interaction Model for iDTV. *Relatório Técnico (IC-09-004)*, Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, Brasil [67].

- Hayashi, E.C.S., Neris, V.P.A., Almeida, L.D.A., Miranda, L.C., Martins, M.C. e Baranauskas, M.C.C., 2008. Clarifying the Dynamics of Social Networks: Narratives from the Social Context of e-Cidadania. *Relatório Técnico (IC-08-030)*, Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, Brasil [39].
- Miranda, L.C., Hornung, H.H., Romani, R., Baranauskas, M.C.C. e Liesenberg, H.K.E, 2008. Estendendo a Idéia do Projeto UCA ao Desenvolvimento Comunitário: Reflexão e Estratégias. *Anais do XXVIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (CSBC/WIE 2008)*. Belém, Brasil, pp. 107-116 [71].
- Miranda, L.C., Hornung, H.H., Solarte, D.S.M., Romani, R., Weinfurter, M.R., Neris, V.P.A. e Baranauskas, M.C.C., 2007. Laptops Educacionais de Baixo Custo: Prospectos e Desafios. *Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2007)*. São Paulo, Brasil, pp. 358-367 [73].
- Miranda, L.C., Hornung, H.H., Romani, R., Baranauskas, M.C.C. e Liesenberg, H.K.E, 2007. Desenvolvimento Comunitário Nucleado a partir de Laptops Educacionais de Baixo Custo. *Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2007)*. São Paulo, Brasil, pp. 1-4 [70].
- Miranda, L.C., Hornung, H.H., Romani, R., Baranauskas, M.C.C. e Liesenberg, H.K.E, 2007. Laptops Educacionais de Baixo Custo: Propostas de Diretrizes Visando o Desenvolvimento Comunitário. *Relatório Técnico (IC-07-030)*, Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, Brasil [69].
- Miranda, L.C., Hornung, H.H., Solarte, D.S.M., Romani, R., Weinfurter, M.R., Neris, V.P.A. e Baranauskas, M.C.C, 2007. Laptops Educacionais de Baixo Custo: Análise Preliminar Baseada na Escada Semiótica. *Relatório Técnico (IC-07-019)*, Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, Brasil [72].
- Miranda, L.C., Piccolo, L.S.G. e Baranauskas, M.C.C, 2007. Taxonomia e Recomendação de Utilização de Artefatos Físicos de Interação com a TVDI. *Relatório Técnico (IC-07-016)*, Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, Brasil [75].

Vale salientar em relação às publicações relatadas anteriormente, que fui o primeiro autor de 17 dos 24 trabalhos realizados durante os quatro anos de doutorado na UNICAMP.

Capítulo 2

Uma Proposta de Taxonomia e Recomendação de Utilização de Artefatos Físicos de Interação com a TVDI^α

2.1 Introdução

A digitalização da transmissão da televisão terrestre e, conseqüentemente, a maior oferta de interatividade na televisão estabelecem um novo paradigma de interação do telespectador com essa mídia tão difundida e com extrema importância social para a população brasileira.

Segundo os resultados da última Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) [44], 91,4% dos domicílios brasileiros possuem televisão. De acordo com Zuffo ([129], p. 4), a “TV aberta no Brasil se constitui num verdadeiro instrumento de integração nacional. Mesmo com tantas diferenças culturais, sociais e econômicas, conseguimos unir o país através dos serviços de informação e entretenimento prestados pela televisão”. Nessa mesma linha de pensamento, Fortes ([30], p. 43) enfatiza que “a implantação da televisão digital no Brasil é uma questão altamente estratégica, pois envolve aspectos de grande impacto na vida dos brasileiros”. A Sociedade Brasileira de Computação (SBC) ([109], p. 1) também reconhece a relevância social

^α Esta é uma re-impressão do artigo que foi apresentado no INTERACT/CLIHIC 2007 (<http://www.clihc.org/2007>) e, originalmente, publicado como *full paper*: L.C. Miranda, L.S.G. Piccolo, and M.C.C. Baranauskas, “Uma Proposta de Taxonomia e Recomendação de Utilização de Artefatos Físicos de Interação com a TVDI,” Proceedings of the Workshop on Perspectives, Challenges and Opportunities for Human-Computer Interaction in Latin America (CLIHIC’07), 2007, pp. 1-14 [76].

da definição de um Sistema Brasileiro de Televisão Digital (SBTVD) e considera que “as contribuições e participação da academia garantem o domínio da tecnologia, essencial para a independência tecnológica do Brasil”.

Visto o exposto e considerando o potencial da Televisão Digital Interativa (TVDI) como um importante instrumento de disseminação de informação e conhecimento aos cidadãos brasileiros, este trabalho também está em consonância com um dos grandes desafios da pesquisa em Computação no Brasil para os próximos dez anos: o “Acesso Participativo e Universal do Cidadão Brasileiro ao Conhecimento” [108].

As pesquisas na área de TVDI são relativamente embrionárias no Brasil, principalmente no que concerne aos aspectos de design da interação entre os usuários e o sistema de televisão. Apenas no final de 2003, com a criação do SBTVD pelo Governo Federal [9], as pesquisas nesse domínio no Brasil, efetivamente, começaram a despontar, embora o número de publicações disponíveis na literatura ainda seja escasso. Para a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) ([12], p. 1) a “falta de recursos humanos qualificados é um dos entraves que cercam a implantação da televisão digital no Brasil”.

Gawlinski *apud* Piccolo e Baranauskas ([97], p. 1), define televisão interativa como “algo que permite o estabelecimento de um diálogo entre o usuário – ou telespectador – com um canal de TV, programa ou serviço. Esse algo pode ser atribuído à tecnologia”. O apelo das aplicações oferecidas a um determinado perfil de usuário bem como a adequação da tecnologia usada no equipamento do usuário pode tornar esse diálogo mais ou menos efetivo.

Nesse contexto, este trabalho trata de aspectos de design da interação considerando três dimensões: 1) artefatos físicos – soluções de *hardware/software* – utilizados na interação com a TVDI; 2) natureza das aplicações interativas para TVDI; e 3) perfil dos usuários de TVDI. Uma taxonomia para os artefatos físicos utilizados na interação com a TVDI é definida com o objetivo de criar um alicerce para a formulação de uma proposta de utilização e, futuramente, auxiliar na especificação de novos artefatos de entrada de dados para essa mídia.

O artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2.2 apresenta e discute um modelo de interação entre os usuários e a TVDI; a Seção 2.3 relata o estado da arte nos tópicos supracitados; a Seção 2.4 descreve em detalhes a taxonomia concebida para os dispositivos físicos de interação e, ao final, são propostas novas formas de utilização dos artefatos físicos conhecidos para interação com a TVDI; e na Seção 2.5 tecemos nossas considerações finais e indicamos trabalhos que poderão promover a sua continuidade.

2.2 Interação do Usuário ou Grupo de Usuários com a TVDI

Atualmente, a televisão é tipicamente uma mídia de utilização coletiva baseada na apresentação de conteúdo áudio-visual. A oferta de aplicações interativas pode alterar a maneira como o usuário percebe e utiliza a televisão. Em ambos os casos, a interação do usuário com a televisão ocorre por meio de um mediador eletrônico, usualmente o controle remoto.

A Figura 2.1 apresenta uma abstração de modelo desse novo paradigma de interação entre os usuários e a TVDI. O usuário ou grupo de usuários (Figura 2.1a) interage com a TVDI através da visão, audição e cognição – possuem relação com percepção, interpretação e representação –, além de, pelo tato, dirigir suas vontades de interação – comandos – com as aplicações de TVDI, usualmente, utilizando como dispositivo físico de interação o controle remoto (Figura 2.1b). Por sua vez a televisão (Figura 2.1c) responde aos comandos do usuário através de mudanças visuais e sonoras no conteúdo áudio-visual ou via interface das aplicações interativas (*software*).



Figura 2.1: Modelo de interação entre o usuário ou grupo de usuários e a TVDI

O modelo apresentado se diferencia do tradicional modelo adotado nos atuais sistemas de televisão por quatro razões: 1) transmissão digital de conteúdo áudio-visual e a existência de aplicações interativas (*software*); 2) maior variedade de dispositivos físicos de interação com a televisão, em alternativa ao emprego do controle remoto; 3) variedade de tecnologias de transmissão de dados utilizadas para comunicação entre o dispositivo físico de interação e o sistema de televisão como, por exemplo, infravermelho, *wireless*, Bluetooth etc.; e 4) a existência de aplicações interativas – compostas de textos, gráficos etc. – tornando o diálogo entre os usuários e o sistema de televisão mais dinâmico e complexo, e expondo os usuários a uma maior carga cognitiva.

Os dispositivos físicos de interação são o foco deste trabalho. Diferentes autores sinalizam que o controle remoto é o principal dispositivo físico de interação utilizado para entrada de dados na televisão [7,97,104]. Sendo assim, dadas as especificidades desse artefato, pesquisas têm buscado entender melhor o design da interação entre os usuários e a TVDI mediado por esse dispositivo. A invenção desse mediador promoveu benefícios/comodidades as pessoas, resultando em dispositivos cada vez com mais

funcionalidades e, conseqüentemente, com maior complexidade no uso. Por essa razão é necessário analisar sua concepção e utilização.

Dessa forma, uma série de questões relativas à concepção e utilização do controle remoto são levantadas: 1) O controle remoto é um dispositivo adequado para uma interação mais constante e dinâmica entre o usuário e o equipamento? 2) A interface do controle remoto – ou de outro dispositivo físico de interação – pode ser a comumente utilizada ou deverá estar intrinsecamente relacionada à interface visual das aplicações de TVDI? 3) Qual a melhor interface para o controle remoto de modo a facilitar a mediação das interações dos usuários com a televisão? 4) Como tratar a navegação com movimentação livre equivalente ao *mouse*, e a entrada de texto equivalente ao teclado? e 5) O controle remoto como conhecemos hoje é adequado ao uso por pessoas com deficiência visual e/ou motora?

Essas são questões ainda em aberto, cujas respostas certamente passam por uma análise da natureza das aplicações propostas para TVDI, bem como, pelo entendimento do usuário dessas aplicações não mais um telespectador, mas um sujeito ativo nesta nova relação que deve ser estabelecida com o sistema de televisão.

2.3 Contribuições da Literatura

Nessa seção agrupamos as principais contribuições da literatura relativas a artefatos digitais mediadores da interação, tipos de aplicações oferecidas, e perfil do potencial usuário de TVDI.

2.3.1 Artefatos Físicos para Interação com a TVDI

É uma tendência do mundo contemporâneo o emprego de controles remotos para todos os tipos de dispositivos eletrônicos de consumo doméstico como, por exemplo, televisor, videocassete, DVD player, aparelho de som, ventilador etc. De certa forma, isso implica em um problema, pois num mesmo ambiente – sala de estar, auditório etc. – coabitam vários equipamentos eletrônicos cada qual com o seu controle.

Para Nielsen [84,86] esse fato ainda se agrava mais com a existência de distintos *designs* para cada controle remoto, por exemplo, com botões para ligar/desligar os equipamentos em posições diferentes. Barros [7] em sua pesquisa também observou que uma tarefa bastante clara e objetiva como ligar e desligar um determinado equipamento, quando da existência de mais de um controle remoto no mesmo ambiente, pode não ser tão simples de ser realizada pelo usuário. Com o intuito de prover alternativas algumas pesquisas – que adotam distintas metodologias, tais como, Design Centrado no Usuário, Design Participativo, entre outras – buscam um melhor entendimento do *design* de interfaces para controles remotos que

agreguem funcionalidades integradas desses equipamentos em um único dispositivo. Em [94] temos um exemplo de pesquisa com essa abordagem.

Segundo Berglund [8], o controle remoto como conhecemos hoje não é apropriado para a maioria dos serviços viabilizados pela televisão digital, e para Smith *apud* Eronen [26] pode existir a necessidade de se conceber novas tecnologias de *hardware* e *software* que ainda não foram desenvolvidas. Nessa mesma linha de entendimento, Piccolo e Baranauskas ([97], p. 4) afirmam que “novas convenções para o design da interação devem ser edificadas para que todo o potencial dessa tecnologia [TVDI] seja aproveitado”. Para Fortes ([30], p. 52), a navegação na Internet pela TVDI ainda apresenta alguns desafios e ainda existem “dificuldades para prover a interação através do controle remoto (para uma interação mais adequada é necessária a utilização de dispositivos de entrada como *mouse* e teclado)”.

Pelo exposto, várias pesquisas propõem soluções alternativas – ao controle remoto – de dispositivo físico para entrada de dados que auxiliam o processo de interação entre os usuários e a TVDI. A Tabela 2.1 resume uma relação de tecnologias propostas que podem ser empregadas.

Tabela 2.1: Dispositivos de entrada de dados utilizados em aplicações de TVDI

Referência	Dispositivo citado
[46]	Reconhecimento de voz
[32,127]	Controle remoto com reconhecimento de voz
[97]	Controle remoto e teclado sem fio
[113]	Caneta ultra-sônica
[54]	PDA, <i>laptop</i> , <i>pocketPC</i> e celular
[104]	<i>Wireless keyboard</i> , microfone com reconhecimento de voz, e controle remoto com dispositivos apontadores incorporados, tais como, <i>mini-trackball</i> ou <i>mini-joystick</i>

Por acreditarem que o controle remoto seja um dispositivo limitado para interação com as aplicações interativas de TVDI, Lin e Chen [54] sugeriram uma solução alternativa, descrevendo uma arquitetura que possibilita a utilização de dispositivos móveis que possuem *browser* para controlar o *set-top box* da TVDI, tais como, PDAs, *laptops*, *pocketPCs* e celulares. Para Sohn e Lee [113] a TVDI também requer métodos mais avançados de controle. Assim, propuseram um dispositivo apontador ultra-sônico – SonarPen – que possibilita controlar as aplicações de TVDI através do direcionamento dessa “caneta” ultra-sônica com a tela da televisão. A comunicação eletrônica entre esses dispositivos é estabelecida através de infravermelho. Segundo esses autores essa solução apresenta maior precisão do que outros trabalhos do gênero.

Assim como os autores supracitados, Fujita *et al.* [32] acreditam que devido à existência de mais funcionalidades e uma maior complexidade de operação com a TVDI novas alternativas deveriam ser desenvolvidas. Sendo assim, esses autores incorporaram um

microfone ao controle remoto, tornando possível ao usuário controlar o sistema de televisão através do reconhecimento de voz. Um dos ganhos citados por esses autores com essa nova interface reside na diminuição do número de botões necessários no controle remoto, apesar da complexidade dos sistemas de reconhecimento de voz.

Roibás *et al.* [104] consideram a qualidade de acesso um dos principais problemas no contexto da TVDI. Nesse trabalho, apresentam uma análise e resumo de soluções alternativas ao controle remoto, como o *wireless keyboard*. Segundo esses autores esse dispositivo facilita a entrada de dados através da digitação, mas cita alguns problemas de acessibilidade, tais como, os *feedbacks* sonoros. Sugerem algumas opções que permitem maior interatividade, por exemplo, acrescentando ao controle remoto dispositivos apontadores, tais como, *mini-trackball* ou *mini-joystick* (equivalente ao *touch pad*). Também comentam a possibilidade de realizar comandos para controlar a TVDI por meio de microfone e reconhecimento de voz. Os trabalhos de Wittenburg *et al.* [127] e Ibrahim e Johansson [46] também seguem a mesma linha de reconhecimento de voz.

Observamos que algumas soluções apresentam controles remotos combinados com outras funcionalidades, por exemplo, com um microfone para a utilização de comandos por voz. Soluções híbridas como essas, que conjugam funcionalidades, poderiam adotar o *joystick* – semelhante ao utilizado nos *consoles* dos videogames – como *hardware* de interação com a TVDI. Em nossa pesquisa constatamos que ainda são escassas propostas nessa direção.

2.3.2 Natureza das Aplicações Interativas para TVDI

As aplicações interativas correspondem à parte lógica da solução de TVDI. Através desses *softwares* são viabilizados os ambientes – via interfaces – que permitem a interação dos usuários com o sistema de televisão como, por exemplo, as interfaces das aplicações de T-Learning que permitem aos usuários usufruírem os recursos da educação mediada pela televisão.

A importância da classificação das aplicações para TVDI reside no fato de que o *design* e, conseqüentemente, a navegação do usuário poder ser diferenciada em cada tipo de aplicação. Por isso, alguns trabalhos têm explorado os conceitos de *affordances* dos elementos de *design*, acessibilidade, usabilidade, entre outras questões para uma categoria específica de aplicação. Todavia, a maioria dos trabalhos que apresentam essas classificações, não incluem considerações sobre o artefato físico de interação em uso com as aplicações para TVDI.

Segundo Piccolo e Baranauskas [97] citando Gawlinski, “não existe um consenso em termos da taxonomia usada sobre os tipos de aplicações interativas”, além de distintos autores concordarem que as aplicações para TVDI podem pertencer a uma ou à combinação de mais de uma categoria [57,97]. Uma visão global das diferentes taxonomias pode ser vista

na Figura 2.2, que representa o mapa conceitual das propostas e utilizações de classificações das aplicações para TVDI realizada por distintos autores ao longo dos anos.

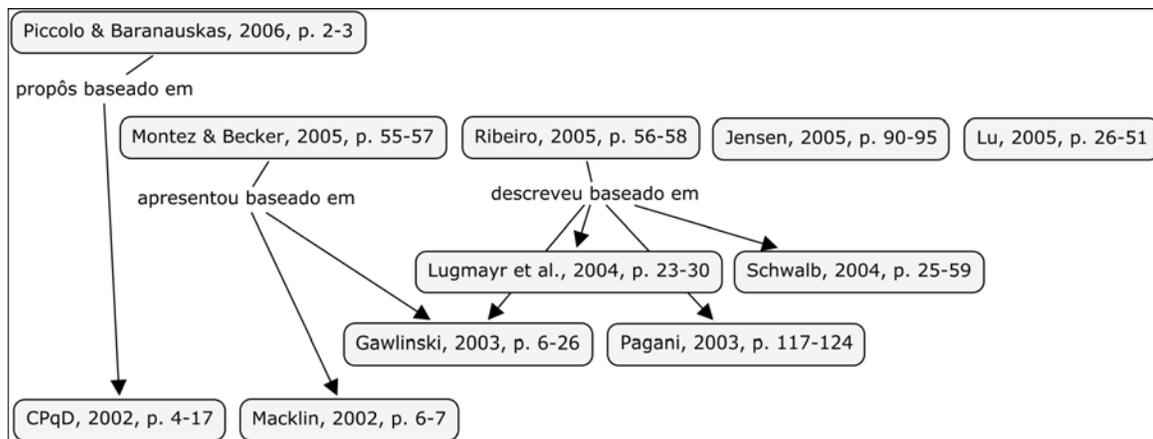


Figura 2.2: Autores que fizeram uso das taxonomias de aplicações para TVDI

Conforme mostra a Figura 2.2, alguns autores que apresentaram classificações nos seus trabalhos usam como referencial ou parte do referencial o trabalho de Gawlinski [33]. Entretanto, vale sinalizar que Piccolo e Baranauskas [97] estabelecem uma nova taxonomia para as aplicações de TVDI mais flexível e com base em aspectos técnicos relevantes para a implementação de cada categoria, tais como, navegação, segurança da informação, personalização e endereçamento do usuário. Para exemplificar, apresentamos algumas aplicações para cada categoria: Comunicação (e-mail e *chat*); Informação (previsão do tempo e acesso a Internet); Entretenimento (jogos do tipo *quiz*); e Transação (comércio eletrônico e banco eletrônico).

2.3.3 Perfil dos Usuários Potenciais de TVDI

Cientes das diferentes classificações dadas às aplicações e ao perfil dos usuários de TVDI, podemos vislumbrar a utilização de artefatos mais adequados a interação desejada com o sistema de televisão e, com isso, melhorar a qualidade da interação. Por exemplo, um deficiente visual que almeja navegar em uma aplicação de T-Commerce poderia, ao invés de utilizar o controle remoto “tradicional”, fazer uso de uma das soluções alternativas (Tabela 2.1), tais como a solução proposta por Fujita *et al.* [32] que incorpora reconhecimento de voz ao controle remoto.

Pelos motivos expostos anteriormente, consideramos essencial acrescentar o perfil dos usuários como uma das dimensões da recomendação de artefatos físicos de interação para TVDI, que será apresentada na próxima seção. A Tabela 2.2 apresenta alguns trabalhos que contribuem com classificações para o perfil dos usuários de TVDI.

Tabela 2.2: Perfil dos usuários de TVDI utilizado por diferentes autores

Referência	Perfil dos usuários de TVDI citados
[25]	<i>Pioneers, hard-workers, high-fliers, comfort-lovers, nondescripts, committed, active e traditionalists</i>
[123]	Curiosos entusiastas, curiosos reticentes, medrosos com orientação e medrosos desmotivados
[7]	Torcedor antenado, mãe ccupada, meia idade com ajuda e torcedor com baixa alfabetização

Apesar da existência na literatura de algumas propostas de classificação para o perfil dos usuários de TVDI (Tabela 2.2), entendemos que as mesmas não estão em consonância com os objetivos dessa pesquisa, visto que essas classificações não nos permitem identificar, por exemplo, usuários com deficiências físicas ou sensoriais, e/ou usuários com baixo nível de alfabetização que, na nossa visão, são os grupos de usuários mais vulneráveis a problemas de interação com a TVDI.

Sendo assim, definimos uma classificação (Tabela 2.3) de acordo com as capacidades físicas e com o nível de alfabetização dos usuários baseada no Censo Demográfico de 2000 do IBGE [41,42]. Propomos sete categorias, sendo quatro relativas a capacidade física (deficiências motora, visual e auditiva, e sem deficiência) e três referentes ao nível de alfabetização do usuário (analfabeto, e alfabetizados níveis básico e pleno).

Tabela 2.3: Perfil dos usuários de TVDI definido baseado em dados do IBGE

Relativo a	Categoria	Descrição
Capacidade física	Deficiência motora	Usuários desta categoria possuem problemas de controle motor, não exclusivamente provocadas por deficiências físicas em membros superiores e/ou inferiores que impeçam movimentos corporais parciais até sua total impossibilidade de movimentação física como, por exemplo, paraplégicos, tetraplégicos etc. Inclui também pessoas com dificuldades motoras para movimentos finos ou causados por artrite, tendinite etc.
	Deficiência visual	Usuários dessa categoria possuem dificuldades para enxergar, seja de forma parcial ou total como, por exemplo, cegos, daltônicos, pessoas com presbiopia etc.
	Deficiência auditiva	Usuários que possuam dificuldades para ouvir, seja de forma parcial ou total
	Sem deficiência	Usuários que não apresentam deficiências motoras, visuais ou auditivas incapacitantes da interação
Nível de alfabetização	Analfabeto	Usuários desse perfil encontram severas dificuldades de leitura e escrita. Esse perfil compreende os analfabetos e os analfabetos funcionais
	Alfabetizado	Esse grupo de usuários possui poucas habilidades em

	nível básico	relação à leitura e escrita. Conseguem, com limitações, entender textos curtos, números de ônibus, preços de produtos, entre outros
	Alfabetizado pleno	Usuários que possuam habilidades para ler e interpretar textos

2.4 Proposta de Taxonomia e Uso dos Artefatos Físicos de Interação com a TVDI

Diferentes trabalhos apresentam classificações para as aplicações de TVDI. Entretanto, não têm sido encontrados na literatura estudos que incluam na taxonomia as diferenças entre os possíveis dispositivos físicos de interação com a TVDI. Nesse contexto, com base na revisão da literatura e na apresentação do elenco de dispositivos físicos utilizados como instrumentos de interação entre os usuários e o sistema de televisão (Tabela 2.1), apresentamos a seguir uma proposta de taxonomia para esses artefatos digitais.

Essa taxonomia foi idealizada baseando-se na premissa de que esses dispositivos podem ser vistos sob o enfoque de três aspectos distintos: 1) mobilidade; 2) entrada de dados; e 3) navegabilidade. A mobilidade possui relação com a forma de comunicação eletrônica entre os dispositivos e o receptor de TVDI. A entrada de dados diz respeito aos métodos que os usuários podem utilizar para fornecer dados para a TVDI. A navegabilidade se refere aos métodos utilizados para que os usuários naveguem nas aplicações interativas de TVDI.

Para melhor visualização, apresentamos na Figura 2.3 o mapa conceitual que representa a taxonomia proposta neste trabalho com base na revisão de literatura; na Tabela 2.4 são apresentados detalhes desta taxonomia.

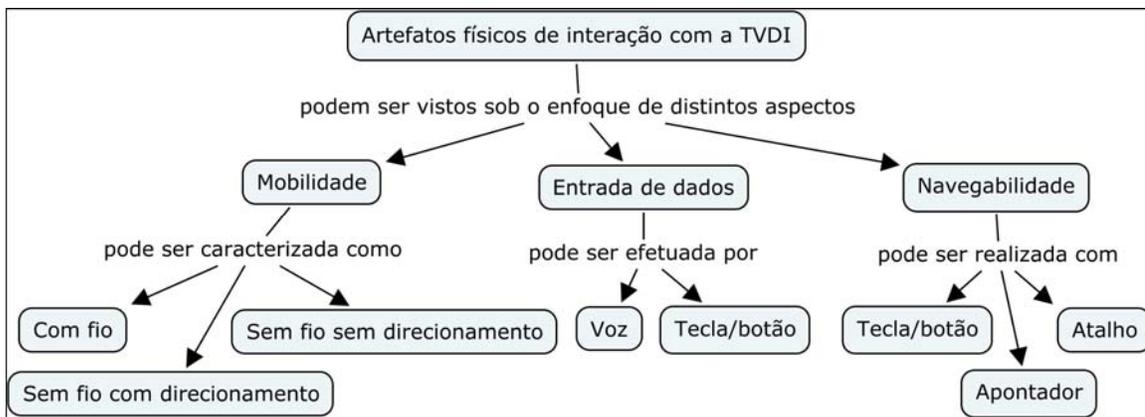


Figura 2.3: Taxonomia definida para os artefatos físicos de interação com a TVDI

Tabela 2.4: Detalhes da taxonomia definida para os artefatos físicos de interação com a TVDI

Aspecto	Característica	Descrição
Mobilidade	Com fio	Artefatos físicos conectados com o receptor de TVDI através de cabos elétricos como, por exemplo, teclado com fio e mouse com fio
	Sem fio com direcionamento	Dispositivos de comunicação com a TVDI através de tecnologias sem fio, mas que necessitam de um direcionamento com o aparelho; por exemplo, para utilizar o controle remoto é necessário que esse dispositivo – que contém um emissor infravermelho – esteja “alinhado” com a televisão – que contém o receptor infravermelho
	Sem fio sem direcionamento	Dispositivos sem fio que não precisam de direcionamento eletrônico como, por exemplo, dispositivos wireless e Bluetooth. Esses dispositivos possuem limitação em relação a sua área de alcance
Entrada de dados	Voz	A entrada de dados na TVDI é realizada por comando de voz, por exemplo, controle remoto com reconhecimento de voz
	Tecla/botão	A entrada de dados na TVDI é obtida através do pressionamento de teclas ou botões; por exemplo, teclas do teclado ou celular, botões do controle remoto, mouse e/ou <i>joystick</i>
Navegabilidade	Tecla/botão	A navegabilidade nas aplicações interativas é realizada através de teclas ou botões, incluindo os botões direcionais e coloridos (<i>soft keys</i>)
	Apontador	Navegabilidade baseada na indicação – apontamento – visual das coordenadas X e Y diretamente na tela da televisão realizada, por exemplo, através do uso de mouse ou “caneta” infravermelho
	Atalho	Atalhos podem ser utilizados para navegação nas aplicações, por exemplo, através da utilização de “códigos numéricos” para acesso direto à determinada funcionalidade, facilitando o uso devido a não obrigatoriedade de acesso através da navegação pelos menus de opções

Para atribuir as possíveis características de um dispositivo físico de interação com a TVDI é necessário observar seus três diferentes aspectos, ou seja, mobilidade, entrada de dados e navegabilidade. Por sua vez, os artefatos digitais podem ser enquadrados em mais de uma característica por aspecto. Por exemplo, um controle remoto com reconhecimento de voz é um dispositivo sem fio com direcionamento (mobilidade), possui como métodos de

entrada de dados a voz e o pressionamento de botões (entrada de dados), e a navegabilidade é realizada pela utilização de atalhos, por exemplo, atalhos de voz, e botões (navegabilidade).

Com base na taxonomia apresentada na Tabela 2.4 podemos então classificar os diferentes tipos de dispositivos físicos de interação utilizados na TVDI. A Tabela 2.5 apresenta o elenco desses dispositivos com sua respectiva classificação.

Tabela 2.5: Classificação dos dispositivos físicos de interação com a TVDI

Dispositivo	Aspecto do dispositivo		
	Mobilidade	Entrada de dados	Navegabilidade
Controle remoto	Sem fio com direcionamento	Botão	Botão e atalho
Controle remoto com reconhecimento de voz		Botão e voz	
Caneta ultra-sônica		Botão	Apontador
Teclado sem fio	Sem fio sem direcionamento	Tecla	Tecla e atalho
Celular			

Para gerar a recomendação de uso dos artefatos físicos de interação com a TVDI foram consideradas três dimensões. Vale destacar que essa recomendação é, portanto, derivada das contribuições da literatura para essas três dimensões:

1. **Artefatos de *hardware* utilizados na interação com a TVDI:** Até então não havia sido encontrada na literatura uma taxonomia para os dispositivos físicos de interação com a TVDI, portanto, utilizamos a taxonomia formulada na Tabela 2.4;
2. **Natureza das aplicações interativas para TVDI:** Em razão da possibilidade de combinação das categorias especificadas e do embasamento em aspectos técnicos relevantes à implementação de cada categoria de aplicação, fizemos uso da proposta de Piccolo e Baranauskas [97];
3. **Perfil dos usuários de TVDI:** Se comparado aos demais, o perfil apresentado na Seção 2.3.3 permite a identificação de usuários potencialmente vulneráveis aos desafios de interação com a TVDI.

Esta recomendação é dividida em duas partes. A primeira se refere ao grau de importância dos aspectos do dispositivo físico de interação com a TVDI – definidos na taxonomia apresentada na Tabela 2.4 – para cada natureza de aplicação interativa (Tabela 2.6). Por exemplo, para aplicações interativas de comunicação (e-mail, *chat* etc.), a entrada de dados é o fator mais importante (peso 3), seguido dos aspectos de navegabilidade (peso 2) e mobilidade (peso 1). A segunda parte da recomendação apresenta os aspectos importantes que um dispositivo físico de interação com a TVDI deve possuir baseado no seu público-alvo (Tabela 2.7). Podemos supor que a melhor opção de artefato de interação com a TVDI para usuários que se enquadre no perfil definido na Seção 2.3.3 de “deficiência motora”

seriam utilizar tecnologia sem fio e sem direcionamento (mobilidade) como, por exemplo, dispositivos *wireless*, com reconhecimento da fala (entrada de dados), e que permitisse o acesso às aplicações por comandos de voz (atalhos da navegabilidade).

Tabela 2.6: Grau de importância do aspecto do dispositivo físico de interação por natureza da aplicação interativa

Aspecto do dispositivo	Natureza da aplicação interativa			
	Comunicação	Informação	Entretenimento	Transação
Mobilidade	1	2	2	1
Entrada de dados	3	1	1	3
Navegabilidade	2	3	3	2

Tabela 2.7: Recomendação de uso dos artefatos físicos de interação com a TVDI

Perfil do usuário	Aspecto do dispositivo		
	Mobilidade	Entrada de dados	Navegabilidade
Deficiência motora	Sem fio sem direcionamento	Voz	Atalho
Deficiência visual		Voz, tecla e botão	Atalho, tecla e botão
Deficiência auditiva		Tecla e botão	Tecla, botão e atalho
Sem Deficiência		Voz, tecla e botão	Tecla, botão, apontador e atalho
Analfabeto		Voz	Apontador
Alfabetizado nível básico			Apontador e tecla
Alfabetizado pleno		Voz, tecla e botão	Tecla, botão, apontador e atalho

Como exemplo, consideramos a utilização de uma aplicação de TVDI por um usuário do perfil “Analfabeto” que, conforme descrito na Seção 2.3.3, apresenta restrições no que concerne a leitura/escrita. Para usuários desse perfil uma opção de artefato de interação poderia ser um dispositivo *wireless* (mobilidade), com a entrada de dados sendo realizada através da fala, e utilizando dispositivos apontadores como forma de navegação nas aplicações interativas, pois facilita o seu uso, sem que o usuário necessite pressionar teclas e/ou memorizar atalhos.

2.5 Conclusão

A existência de artefatos digitais comumente utilizados para a interação com o sistema de televisão hoje praticado não garante que esses dispositivos sejam os mais adequados aos avanços propostos com a TVDI, onde novas aplicações serão somadas às atualmente disponíveis. A convivência de um número cada vez maior de equipamentos que fazem uso de

controle remoto poderia implicar em interfaces mais complexas e limitantes à sua popularização.

As questões apresentadas na Seção 2.2 sugerem a complexidade da temática; sem ter a pretensão de respondê-las neste trabalho, elas orientaram nossa reflexão e podem nortear novas pesquisas na área de TVDI. Neste trabalho buscamos conhecer e analisar os mecanismos sugeridos por outros autores para promover uma interação adequada com as aplicações de TVDI. Para tal, investigamos a natureza das aplicações e o perfil dos usuários – inicialmente público-alvo – dessa tecnologia buscando informações sobre motivações que impulsionariam a sua utilização. Com base nesses estudos, propusemos recomendações preliminares de uso de artefatos de interação com essa tecnologia.

A continuação deste trabalho envolve avaliar o conjunto de recomendações junto a representantes de usuários nas categorias especificadas em cenários construídos para essa pesquisa. Além disso, pretendemos analisar o impacto da inserção de outros dispositivos para a realização dessa comunicação de forma mais simples e aproveitando outros mecanismos/habilidades humanas na tríade Usuário – Artefato físico de interação – TVDI.

Como contribuições deste artigo, destacamos uma taxonomia que pode ser útil à seleção de determinados artefatos digitais para utilização em aplicações de TVDI, e recomendações de emprego dos artefatos de *hardware* existentes na atualidade para as diferentes aplicações de Televisão Digital Interativa. Como continuidade, investigaremos novas concepções e/ou ajustes de tais artefatos para uso mais adequado frente ao novo paradigma de interação no contexto Brasileiro. Pretendemos promover a participação dos vários *stakeholders* na continuidade dessa pesquisa, pois acreditamos que além de permitir a inovação inspirada pela diversidade da nossa população, tais ações potencializarão o acesso participativo e universal do cidadão brasileiro à sociedade da informação via TVDI.

Capítulo 3

Artefatos Físicos de Interação com a TVDI: Desafios e Diretrizes para o Cenário Brasileiro[©]

3.1 Introdução

Partimos da premissa [76] de que os artefatos digitais comumente utilizados para a interação com o sistema de televisão atual podem não ser os mais adequados às novas possibilidades de uso que surgem com a Televisão Digital Interativa (TVDI). Novas aplicações e a convivência de um número cada vez maior de equipamentos que fazem uso de controle remoto poderiam implicar em interfaces mais complexas e limitantes à sua popularização, considerando os problemas existentes com o controle remoto já discutidos por diversos autores como, por exemplo, em [7,8,30,84,86].

Em [76], com base no estado da arte, foram propostas uma taxonomia e recomendações de utilização de artefatos físicos de interação com a TVDI alicerçada em três distintas dimensões, a saber: 1) artefatos de *hardware* utilizados na interação com a TVDI; 2) natureza das aplicações interativas para TVDI; e 3) perfil dos usuários de TVDI. Este artigo apresenta a continuidade de nossa pesquisa.

© Copyright 2008 Sociedade Brasileira de Computação (SBC). Esta é uma re-impressão, com autorização da SBC (Anexo A.1), do artigo que foi apresentado no IHC 2008 (<http://www.inf.pucrs.br/ihc2008>) e, originalmente, publicado como *full paper*: L.C. Miranda, L.S.G. Piccolo, e M.C.C. Baranauskas, “Artefatos Físicos de Interação com a TVDI: Desafios e Diretrizes para o Cenário Brasileiro,” Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC’08), SBC, 2008, pp. 60-69 [74].

Neste trabalho, utilizamos a Semiótica Organizacional (SO) como referencial teórico-metodológico para identificar os possíveis desafios advindos com a concepção e inserção de novos dispositivos físicos de interação entre o usuário ou grupo de usuários e a TVDI no Brasil. Essa prospecção, em conjunto com um aprofundamento teórico nos princípios da área de Interação Humano-Computador (IHC), mais as recomendações de uso especificadas em [76] servirão como as molas-mestras da formulação de diretrizes para nortear a concepção de novos artefatos de *hardware* para serem usados com a televisão nesse novo modelo de interação de “mão dupla”, onde o usuário, por meio do dispositivo físico, passa a ser um agente mais ativo da comunicação.

São diversos os motivos que justificam a realização deste trabalho. Primeiramente, destacamos a abrangência de domicílios no Brasil que possuem televisão, que segundo dados recentes do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) representam 93% dos lares brasileiros [43]. Esse fato nos permite vislumbrar a importância da televisão em diferentes contextos para a nossa população como, por exemplo, estratégico, educacional, social, cultural etc., sendo essa mídia a principal fonte de informação e entretenimento da população [30,97,129].

Além disso, consideramos que a definição de um padrão próprio de televisão digital, o Sistema Brasileiro de Televisão Digital Terrestre (SBTVD-T) [10], parece ser uma vantagem do que se, simplesmente, adotássemos na íntegra um dos padrões de televisão digital existentes na atualidade – por exemplo, o Japonês: *Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial* (ISDB-T) [21], o Europeu: *Digital Video Broadcasting-Terrestrial* (DVB-T) [22], o Norte-Americano: *Advanced Television Systems Committee* (ATSC) [4], ou o Chinês: *Digital Multimedia Broadcast-Terrestrial/Handheld* (DMB-T/H) –, pois permite com maior flexibilidade a incorporação de tecnologias desenvolvidas no Brasil especialmente para atender as peculiaridades do uso da televisão pela população brasileira.

E, por último, destacamos a nossa diversidade populacional. Segundo dados divulgados no último censo demográfico do IBGE [41,42], por exemplo, 14,5% da população (\approx 24,6 milhões de pessoas) são portadoras de pelo menos uma deficiência e 14,2% da população (\approx 24,0 milhões de pessoas) são analfabetas. Na nossa visão, esses são os grupos de usuários potencialmente mais vulneráveis a problemas de interação com a TVDI, sendo parcela significativa do público-alvo da nossa pesquisa.

Assim sendo, julgamos fundamental o estudo de artefatos de interação com a TVDI, pois pesquisas nessa área podem nortear uma melhora na qualidade da interação do usuário ou grupo de usuários com a TVDI, vislumbrando uma maximização do potencial de utilização da Televisão Digital Interativa como um importante instrumento de disseminação de informação e conhecimento aos cidadãos brasileiros. Dessa forma, esta pesquisa está em sinergia com o Desafio nº 4 da Sociedade Brasileira de Computação [6].

O artigo está organizado da seguinte forma: na Seção 3.2 apresentamos uma reflexão sobre o atual momento da implantação da televisão digital no Brasil sob a perspectiva do dispositivo físico de interação; na Seção 3.3 expomos, num contexto sócio-técnico, os desafios de concepção e inserção de novos dispositivos físicos de interação com a TVDI no âmbito do público-alvo; na Seção 3.4 propomos e discutimos diretrizes que podem ser adotadas quando da concepção de um novo *hardware* para interação com a TVDI; e na Seção 3.5 tecemos nossas considerações finais e indicamos trabalhos que poderão promover a sua continuidade.

3.2 Interação na TVDI sob a Ótica do Dispositivo Físico de Interação: Reflexão sobre o Momento

Vistas as decisões do governo brasileiro, já estamos importando a base tecnológica de países de primeiro mundo. Contudo, destacamos que essas tecnologias foram desenvolvidas para atender as necessidades de um público-alvo que, de certa forma, está imerso em sociedades com uma cultura digital efetivamente estabelecida, onde grande parte da população já está “alfabetizada digitalmente”, principalmente, devido ao acesso facilitado; situação essa bem diferente da apresentada no Brasil. Portanto, aproveitar o momento ainda inicial de definição do SBTVD-T é uma boa oportunidade para discussão e criação de novas alternativas de *design* de dispositivos físicos de interação com a TVDI.

No final de 2007 foram realizadas as primeiras transmissões da televisão digital aberta no Brasil. Entretanto, até o presente momento são inexistentes aplicações interativas em efetiva produção na TV aberta e ainda pouco numerosas nas TVs pagas. Na televisão digital aberta, temos observado um maior apelo a questões relativas à alta definição de imagem e som, ou seja, imagens em *High Definition Television* (HDTV) com formato de tela 16:9 – *widescreen* – e sistemas de som *surround* 5.1. Inclusive, presenciamos a venda de *set-top box* no mercado nacional sem – por exemplo, o *middleware*⁴ aberto do SBTVD-T: Ginga [34] – os recursos mínimos necessários para que as aplicações interativas possam ser enviadas por radiodifusão para todas as marcas e modelos de *set-top box*.

O controle remoto, principal dispositivo físico de interação com o sistema de televisão como conhecemos hoje, provavelmente não será suficiente para esse novo modelo de interatividade [76], visto os problemas já assinalados por diversos autores como, por

⁴ O *middleware*, no âmbito da TVDI, é uma camada de *software* que deverá estar presente no receptor – que englobam as TVs prontas para receber o sinal digital e o *set-top box* que permite que TVs analógicas recebam o sinal digital –, cuja principal finalidade é gerenciar as funções de interatividade entre os usuários e o sistema de televisão.

exemplo, em [7,8,30,84,86]. Além disso, consideramos que usuários não familiarizados com o uso de tecnologias no seu cotidiano também podem vir a apresentar problemas de interação com o sistema de televisão. Sendo assim, enfatizamos a necessidade de se pensar em desenvolver e/ou adaptar novos artefatos físicos de interação com a TVDI, ao menos no Brasil, para não acabarmos subutilizando a riqueza da natureza interativa que essa nova mídia pode nos proporcionar.

Apesar do dispositivo físico de interação possuir um papel singular nesse novo modelo de interação com o sistema de televisão, ainda são raras as publicações, principalmente no Brasil, que exploram a temática do design da interação sob a ótica dos dispositivos físicos de interação. A maioria dos trabalhos publicados discorre predominantemente sobre questões relativas às interfaces – *Graphical User Interface* (GUI) – das aplicações interativas para TVDI como, por exemplo, acessibilidade [98], usabilidade [123,124], navegabilidade [7] e acesso universal [15], sem levar em consideração outros *hardware* – como uma alternativa ao controle remoto – que poderiam ser empregados como mediadores eletrônicos da comunicação entre os usuários e as aplicações interativas.

Assim, é possível que estejamos incorporando problemas de acessibilidade, usabilidade, navegabilidade etc. nas aplicações interativas que são oriundos do contexto da problemática do *design* e interação via controle remoto como, por exemplo, a falta de clareza entre o mapeamento das funcionalidades do dispositivo físico de interação e a aplicação.

Outro fator que agrava a situação das pesquisas nessa área é que se sabe muito pouco sobre o perfil do brasileiro a respeito da interação com a televisão. Fazendo uso da classificação quanto à interatividade nessa mídia proposta por Lemos [52] e estendida por Montez e Becker [78], a grande massa de usuários de televisão no Brasil, por fazer uso da televisão terrestre analógica, não ultrapassa o nível 3 de interação, ou seja, o usuário se limita fazendo uso do controle remoto, a ligar e desligar o aparelho, regular o volume do som, trocar de um canal para outro etc. Apenas a minoria da população que possui recursos financeiros para contratar serviços de TV paga, a cabo ou via satélite, pode fazer uso de uma maior interatividade, isto é, até o nível 4 de interação, onde já é possível por meio do controle remoto, por exemplo, escolher o ângulo de visão ou realizar uma compra *online*.

O impacto efetivo será nitidamente visível quando a grande massa da população brasileira tiver, de fato, acesso à Televisão Digital Interativa, seja na TV aberta ou paga. Nesse momento os usuários poderão alcançar o nível 7 de interação, o que trará uma maior carga cognitiva aos “telespectadores” que potencialmente não estão habituados à interação com interfaces digitais. Segundo Montez e Becker [78], nesse nível a interatividade plena é atingida, onde o “telespectador passa a se confundir com o transmissor, podendo gerar conteúdo”.

Vale destacar que o foco dessa pesquisa reside na interação dos usuários – “sujeitos” – com o sistema de televisão. Portanto, não estamos trabalhando com questões de engenharia relacionados com o estabelecimento do canal de retorno da comunicação através das operadoras de telefonia fixa, conexões de banda larga, redes Mesh, Wi-Fi ou WiMAX etc. Nessa pesquisa, consideramos como premissa-chave que esse canal existe e que a largura de banda disponível para os usuários permitem interatividade em todos os níveis propostos pelos autores supracitados. Além disso, consideramos que esse canal de retorno deve ser transparente para o usuário.

Com base no exposto surgem alguns questionamentos: Quais seriam os impactos sociais da inserção de um novo dispositivo físico de interação com a TVDI – diferente do controle remoto – no contexto do ambiente que se encontra a televisão no Brasil? Existirá resistência por parte dos usuários para usar outro artefato? O que considerar no *design* de um novo dispositivo físico de interação com a TVDI, que seja mais adequado para toda a diversidade da população brasileira? Esses são alguns exemplos de questões norteadoras de nossa pesquisa.

3.3 Desafios de Concepção e Inserção de Novos Dispositivos Físicos de Interação com a TVDI no Brasil

Faremos uso de alguns artefatos da Semiótica Organizacional (SO) [55,114,115] objetivando obter uma visão clara e abrangente, num espectro sócio-técnico, dos desafios de concepção e inserção de um novo *hardware* para interação no contexto de uso da televisão no Brasil.

Utilizaremos o *Problem Articulation Method* (PAM) da SO, que nos permite uma melhor clarificação do domínio que se deseja investigar já nos estágios iniciais do projeto, além de uma melhor representação do problema nas suas várias esferas. São utilizados os seguintes artefatos: 1) Partes Interessadas; 2) Quadro de Avaliação; e 3) Framework Semiótico. Destacamos que com o emprego do artefato Partes Interessadas podemos realizar uma análise dos envolvidos, sugerindo a complexidade da concepção e inserção de um novo artefato digital mediador da interação com a TVDI no Brasil. O uso do artefato Quadro de Avaliação auxilia na identificação de questões relevantes para os papéis descritos em cada camada do artefato Partes Interessadas. Por sua vez, o artefato Framework Semiótico auxilia na separação, através de suas diferentes visões, das questões inicialmente envolvidas no domínio do problema, distribuindo-as por seis diferentes níveis.

Sendo assim, apresentamos na Figura 3.1 o artefato Partes Interessadas, artefato que nos permitiu obter uma visão abrangente dos *stakeholders* em diferentes contextos de interesse como, por exemplo, político, mercadológico, estratégico etc. Essa análise se torna relevante visto que o Brasil está consolidando um padrão próprio de televisão digital, e a determinação

prévia dos atores envolvidos nesse domínio de problema pode contribuir com a realização de projetos que abordem essa temática. O resultado apresentado na Figura 3.1, por exemplo, explicita os atores que podem contribuir diretamente com o desenvolvimento de novos artefatos físicos de interação com a TVDI (camada Contribuição), e que possuem interesses e/ou expectativas acerca desse desenvolvimento (camada Comunidade). Vale destacar que o domínio de análise apresentado na Figura 3.1 é diferente do realizado em [97]. Algumas considerações adicionais merecem ser comentadas:

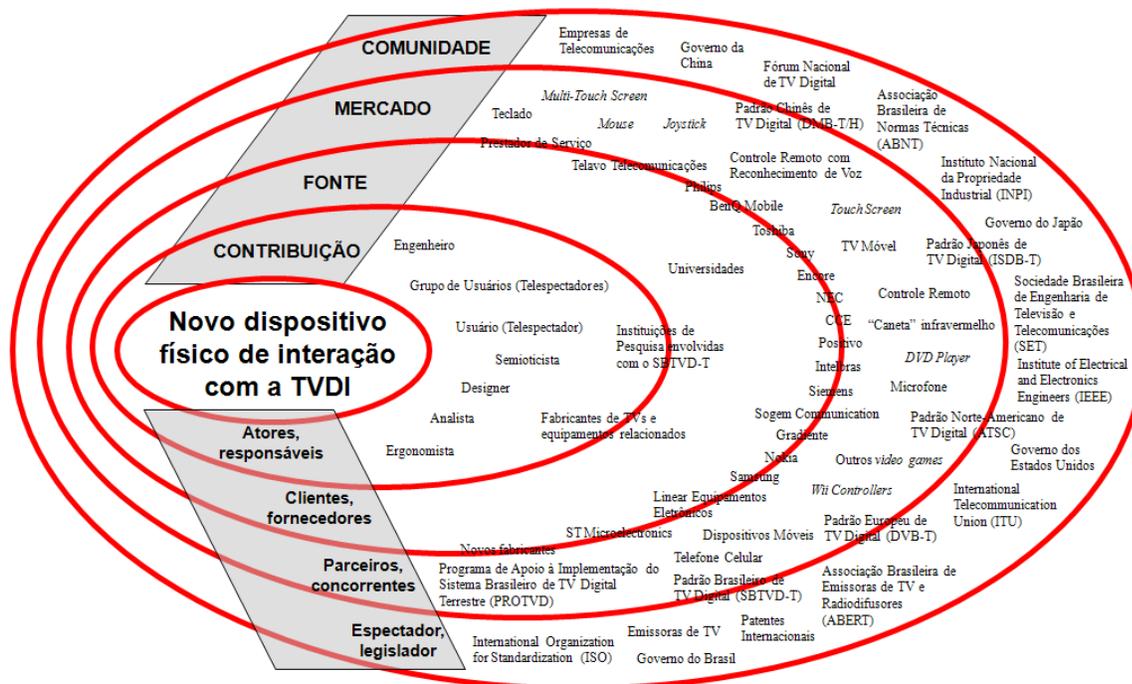


Figura 3.1: Partes Interessadas do domínio de análise de novos dispositivos físicos de interação com a TVDI

- Constatamos a existência, na fronteira entre Fonte e Mercado, de uma variada gama de empresas de diferentes nacionalidades, inclusive brasileiras, que entre outros segmentos, atuam no Brasil no ramo de fabricação de TVs e equipamentos relacionados como, por exemplo, a Positivo. O importante é termos pleno conhecimento das empresas que atuam no Brasil e que possuem tecnologia para produzir, em larga escala, componentes que podem ser necessários em um novo artefato;
- Identificamos, na camada Mercado, uma variedade de artefatos tecnológicos usados como instrumentos mediadores da interação entre os usuários e as interfaces de diferentes mídias como, por exemplo, os Wii Controllers do videogame Wii. Potencialmente, essas soluções são concorrentes de um novo artefato físico de

interação com a TVDI, mas também podem ser encarados como parceiros se vislumbrarmos a possibilidade de adaptá-los, tornando-os subsídios para novos artefatos;

- *A priori*, com a adoção do padrão japonês de televisão digital como base do padrão brasileiro, empresas japonesas como Sony, Toshiba, NEC, entre outras, seriam as maiores beneficiadas, apesar de sabermos que todas as empresas precisarão se adaptar ao SBTVD-T por causa do MPEG-4 – um padrão de compressão de áudio/vídeo digital – e do *middleware* Ginga. Contudo, o desenvolvimento nacional de novos artefatos físicos de interação com a TVDI, e sua incorporação ao SBTVD-T, poderia alavancar diversos segmentos da indústria brasileira; um exemplo claro que corrobora a ideia de incentivo a indústria brasileira via SBTVD-T;
- Peculiarmente, na camada Mercado, registramos o DVD Player e Outros videogames visto que esses aparatos tecnológicos têm um modelo de navegação apresentado na TV, além de uma parcela dos potenciais usuários já possuírem experiências prévias com a forma de interação mais dinâmica desses artefatos;
- Na fronteira entre Fonte e Mercado, constatamos o surgimento do Prestador de Serviço, que no domínio de análise poderia ser entendido como alguém que usa a televisão digital para oferecer algum serviço interativo operado pelo novo artefato físico de interação;
- Na camada Mercado, como mais um parceiro para um novo artefato físico de interação, surge o Programa de Apoio à Implementação do Sistema Brasileiro de TV Digital Terrestre (PROTVD) do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES);
- Uma interação mais simples dos usuários com as aplicações interativas pode impulsionar a demanda por maior largura de banda nos canais de retorno. Por isso, as Empresas de Telecomunicações surgem na camada Comunidade. Esse fato demonstra como um novo artefato físico de interação com a TVDI, que proporcione facilidades de interação para seus usuários, pode influenciar diferentes segmentos.

Na Tabela 3.1 apresentamos o artefato Quadro de Avaliação, descrevendo o levantamento de problemas e questões pertinentes ao grupo de *stakeholders* desse domínio, e na Tabela 3.2 apresentamos o Framework Semiótico, que apresenta uma visão sócio-técnica das questões inicialmente envolvidas. Esse último artefato nos permite nos seus três primeiros níveis observarmos questões pontualmente relacionadas à plataforma tecnológica (níveis Mundo Físico, Empírico e Sintático), e em seus últimos três níveis observarmos a problemática sob o prisma dos sistemas de informação humano (níveis Semântico, Pragmático e Mundo Social). Em [73] esse artefato é apresentado em maiores detalhes.

Tabela 3.1: Quadro de Avaliação do domínio de análise de novos dispositivos físicos de interação com a TVDI

Partes Interessadas	Problemas e Questões
Contribuição (Atores e Responsáveis)	Como são tratadas as questões relativas aos princípios de design da área de IHC no projeto de um novo dispositivo físico de interação com a TVDI pelos diferentes atores/responsáveis? Como trazer os usuários – telespectadores – para esse desenvolvimento?
Fonte (Clientes e Fornecedores)	Como novos artefatos físicos de interação com a TVDI podem se tornar produtos em uso efetivo pela população brasileira? Existirá interesse por parte dos fabricantes de TVs em produzir e substituir, ao menos no Brasil, o controle remoto por outro artefato físico de interação?
Mercado (Parceiros e Concorrentes)	Como os diferentes parceiros podem contribuir no desenvolvimento de um novo artefato físico de interação com a TVDI? O que podemos esperar dos concorrentes? Quais as implicações legais de se fazer uso de parte de soluções de hardware/software para se produzir um novo artefato físico de interação?
Comunidade (Espectador e Legislador)	De que modo a relação de poder entre os diferentes governos detentores dos padrões de televisão digital mais utilizados no mundo podem influenciar o desenvolvimento de um novo artefato? O desenvolvimento está sujeito a regulamentação – normatização – vigente? Pode gerar novas necessidades de normatização?

Tabela 3.2: Framework Semiótico do domínio de análise de novos dispositivos físicos de interação com a TVDI

Níveis	Questões iniciais envolvidas
Mundo Social	Quais são os impactos sociais da inserção de um novo – diferente – dispositivo físico de interação com a TVDI no contexto do ambiente que se encontra a televisão no Brasil? As indústrias brasileiras poderiam ser beneficiadas com a produção desse novo artefato? A sua inserção poderia aumentar ainda mais o alcance massivo da televisão no Brasil? Um novo dispositivo possibilita acesso universal e participativo à informação e ao conhecimento via TVDI? O atual artefato de interação padrão – controle remoto nos moldes atuais – possibilitará esse acesso universal para o público brasileiro? Independentemente da condição sócio-física do usuário, todos podem ter acesso e utilizar o novo dispositivo? Os artefatos existentes são universais? Existirá resistência por parte dos usuários para usar outro artefato?
Pragmático	Como o usuário poderia expressar sua intenção de uso da TVDI através do design e/ou linguagem de interação? O que deverá ser explicitado pelo

	design da interface? Existe algum usuário e/ou grupo de usuários implícito para o artefato?
Semântico	Como garantir que o significado dos textos – caso existam – e o formato da solução sejam entendidos por qualquer classe de usuário?
Sintático	Como seria a linguagem de interação com um novo dispositivo? A sintaxe é diferente para cada dispositivo físico? Como avaliar se a linguagem de interação do artefato é adequada – de uso simples e fácil de aprender – para a abrangência do público-alvo?
Empírico	Qual a velocidade mínima de conexão necessária entre o novo dispositivo físico de interação e o receptor? Quais tecnologias permitem atingir essa taxa de transferência mínima? Qualquer dessas tecnologias poderia ser empregada no contexto de uso da televisão no Brasil?
Mundo Físico	Como seria o design de um novo dispositivo físico de interação com a TVDI, se concebido sob os princípios do Design Universal [11,17,50]? Teclas/botões são necessários? Existem rótulos com textos escritos sob o <i>hardware</i> ? Como usuários com deficiência visual se localizam no dispositivo físico de interação? Como esses usuários sabem a função de cada uma das teclas/botões nos diferentes contextos de aplicações interativas?

3.4 Proposta de Diretrizes para Novos Dispositivos Físicos de Interação com a TVDI

Com base no levantamento dos desafios advindos da concepção e inserção de novos dispositivos físicos de interação entre os usuários e a TVDI no Brasil apresentado na seção anterior, num aprofundamento teórico sobre as bases das disciplinas de IHC, e nas recomendações de uso de artefatos físicos de interação com a TVDI formulada anteriormente⁵ [76], nesta seção apresentamos nossa proposta de diretrizes – com discussão – para serem consideradas quando se objetiva desenvolver novos dispositivos físicos de interação com a TVDI.

Vale destacar que aqui faremos uso do perfil dos potenciais usuários de TVDI formulados previamente em [76] por permitir uma melhor identificação de usuários provavelmente mais vulneráveis aos desafios de interação com a TVDI. Resumidamente, propomos sete categorias baseados em dados estatísticos do IBGE referentes à população brasileira [41,42], sendo quatro relativas a capacidade física (deficiências motora, visual e

⁵ As recomendações formuladas anteriormente e que constituem um dos alicerces das diretrizes aqui propostas, consideram outras dimensões do problema como, por exemplo, os tipos de tarefas (natureza das aplicações interativas para TVDI) e a descrição dos usuários (perfil dos usuários potenciais de TVDI).

auditiva, e sem deficiência) e três que dizem respeito ao nível de alfabetização do usuário (analfabeto, e alfabetizados níveis básico e pleno).

É esperado que a formulação de soluções de *hardware* e *software* deve ser pautada sobre as características do seu público-alvo, e não do que seu desenvolvedor entende ser o que seu público-alvo necessita. Todavia, na prática não é sempre assim que ocorre. Deve-se levar em consideração toda a diversidade de usuários, sem que nenhum usuário seja discriminado. Assim, objetiva-se criar soluções que sejam utilizadas por todos, na maior extensão possível. Esse é um importante fator para o acesso universal que norteia as diretrizes que serão apresentadas.

Os princípios vão além de questões relativas a acessibilidade, usabilidade, aspectos de *design* dos elementos da interface etc. dos dispositivos físicos de interação. Esses são temas ortogonais e, de certa forma, influenciaram na formulação das diretrizes que se seguem. Para melhor identificação de propósitos e implicações, dividimos as diretrizes propostas em dois grupos: projetual e metodológico.

- **Diretrizes de cunho projetual**

1. **Promover alternativas de interação com o sistema de televisão para usuários portadores de deficiência motora:** Soluções que visam atender também esse público-alvo poderiam fazer uso de comandos por voz;
2. **Promover alternativas de interação com o sistema de televisão para usuários portadores de deficiência visual:** Soluções que atendam também esse público-alvo poderiam fazer uso de comandos por voz e/ou utilização do tato sobre o dispositivo físico de interação;
3. **Promover alternativas de interação com o sistema de televisão para usuários portadores de deficiência auditiva:** Soluções para esse público-alvo poderiam explorar o uso do tato sobre o dispositivo de interação;
4. **Promover alternativas de interação com o sistema de televisão para usuários analfabetos e alfabetizados de nível básico:** A fim de atender esse público-alvo poderiam ser utilizados comandos por voz e/ou tato sobre o artefato físico de interação. Além disso, deve-se buscar minimizar a quantidade de texto escrito no artefato. Uma abordagem mais universal, em substituição ao texto escrito, seria o emprego de números, pois a mesma parece atender a todos os perfis de usuários;
5. **Conceber artefatos visando o baixo custo de fabricação:** As novas soluções desenvolvidas devem possuir um custo acessível. Sendo assim, recomenda-se não utilizar componentes que possuam um custo elevado para que o mesmo não cerceie a possibilidade de toda a população ter acesso ao novo artefato;
6. **Projetar um artefato fisicamente acessível:** O artefato físico de interação – com o qual o usuário possui contato físico – deve ser leve e possuir um *layout* físico

acessível, para que toda a diversidade de usuários possa interagir com o sistema de televisão sem dificuldades;

7. **Adotar tecnologias sem fio como forma de comunicação eletrônica entre o artefato e o receptor:** Como forma de comunicação eletrônica entre o artefato físico de interação e o receptor, deve-se adotar tecnologia sem fio como, por exemplo, *wireless*, Bluetooth etc., pois essas tecnologias permitem maior mobilidade do usuário frente a TV;
 8. **Buscar adotar a forma de navegabilidade através da indicação local:** Adotar, quando possível, uma forma de navegabilidade através da indicação do local que se deseja manipular. Isso é realizado pelo apontamento visual das coordenadas X e Y diretamente na “tela”.
- **Diretrizes de cunho metodológico**
 9. **Utilizar uma linguagem simples e adequada:** O artefato deve possuir uma linguagem de interação simples e de fácil aprendizado, e a interface deve ser simples com o emprego de elementos que mantenham a coerência e consistência da solução ao longo de toda sua interface. Deve-se fazer uso de uma linguagem compatível com a linguagem do público-alvo. Caso seja necessário usar componentes gráficos – por exemplo, símbolos etc. – e sonoros, além de formas e cores, os mesmos devem fazer sentido para toda a diversidade dos usuários;
 10. **Fazer uso dos paradigmas da área de IHC:** Quando do projeto de um novo dispositivo físico de interação com a TVDI, inclusive nas suas fases iniciais, considerar a utilização de modelos de design da área de IHC, tais como, Design Centrado no Usuário (DCU) [93], Design Participativo (DP) [110], Design Inclusivo Sensível ao Usuário [83], Design Universal (DU) [11,17,50], Design da Interação [126], entre outros. Além disso, quando do projeto de design de um novo dispositivo físico de interação, considerar questões relativas à acessibilidade, usabilidade, aspectos de *design* dos elementos da interface, ergonomia, iconografia, metáforas empregadas, *affordances* dos elementos, além do mapeamento das funcionalidades da interface do dispositivo físico de interação com os elementos da interface das aplicações interativas.

Vale destacar, após apresentarmos as diretrizes propostas, que essas diretrizes foram formuladas sob o pano de fundo do Design Universal, em conjunto com o *feedback* da análise apresentada na seção anterior. Essa abordagem nos permitiu identificar, por exemplo, as restrições que uma parcela significativa de nosso público-alvo possuiria no que tange a interação com a TVDI via artefato físico. Por isso, em cada diretriz as deficiências são destacadas visando garantir que a solução que seja concebida considerando esses princípios

contemple todos os diferentes usuários. A seguir faremos algumas considerações sobre as mesmas:

- Apesar de algumas diretrizes como, por exemplo, a 1^a, a 2^a e a 4^a, sinalizarem como alternativa o emprego de comandos por voz, vale observar que na prática nem todos os ambientes de uso da televisão podem favorecer essa forma de interação. Também destacamos a necessidade prévia do sistema ser treinado para reconhecer a voz do usuário. Há também o problema do uso coletivo da televisão e do ruído natural do ambiente descontraído em que se vê TV;
- Soluções que sigam, especificamente, a 3^a e a 4^a diretrizes – que possuem relação com a utilização do tato – poderiam adotar *touch screen* – tela sensível ao toque – ou *multi-touch screen* – tela de toques múltiplos – com ou sem o emprego de caneta do tipo Stylus – semelhante às encontradas em alguns dispositivos móveis como, por exemplo, *handhelds*, *smartphones* etc. – para comando através do tato via indicação visual do local exato que se deseja manipular diretamente na “tela”. Contudo, vale destacar que o ambiente de utilização da televisão é diferente do ambiente de uso de alguns outros aparatos tecnológicos como, por exemplo, caixa eletrônico de banco, computador *desktop*, *notebook*, dispositivo móvel etc., pois o usuário está na grande maioria das vezes distante do aparelho de televisão;
- Outra abordagem seria adotar uma linguagem gestual para interação – a distância física – com o sistema de televisão utilizando a “leitura” dos movimentos de braços/mãos/dedos. Aqui poderíamos adotar o conceito de *multi-touch screen* virtual, onde não existiria toque físico real na tela. Seria multi-toque em uma tela virtual (2D), mapeada através das coordenadas X e Y, apoiado por visão computacional para rastreamento dos movimentos [29,120], processamento de imagens [38] e/ou captura e rastreamento de infravermelho;
- Apesar de pensarmos que a entrada de texto em aplicações de TVDI via digitação deva tender a cada vez mais diminuir com a utilização de soluções de comunicação fim-a-fim entre usuários ocorrendo via emprego da voz como, por exemplo, o Skype [112], entendemos ser necessário uma forma alternativa para a entrada de dados. Aqui propomos utilizar um teclado virtual, sem que exista a necessidade de um teclado – *hardware* – concreto. Assim, esse teclado poderia ser utilizado através do reconhecimento de voz e/ou tato;
- Soluções que envolvam o uso do tato poderiam fazer uso de interfaces tangíveis – *Tangible User Interface* (TUI) – para entrada de dados. Assim, tais soluções poderiam explorar aspectos do lúdico, engajamentos sensoriais através da manipulação de objetos concretos, entre outras características visando promover uma melhor qualidade da interação;

- Apesar da 8ª diretriz sugerir como forma de navegabilidade o apontamento do local “exato” que se deseja manipular, deve-se observar que usuários portadores de deficiência motora, potencialmente, podem vir a apresentar problemas para realizar movimentos precisos. Em contrapartida, essa forma de navegabilidade pode vir a diminuir a necessidade de se ficar passando por diversos menus de opções durante a execução de alguma tarefa.

Após apresentarmos nossas considerações sobre as diretrizes formuladas, apresentamos na Tabela 3.3 uma reflexão⁶ sobre as soluções alternativas de artefatos físicos de interação para TVDI encontrados na literatura, diferentes do controle remoto, e que foram discutidos em detalhes em [76].

Tabela 3.3: Considerações sobre os diferentes artefatos físicos de interação sob a ótica das diretrizes formuladas neste trabalho

Artefato	Considerações
Controle remoto	Pessoas com deficiência motora podem possuir restrições para fazer uso desse artefato, e usuários com deficiência visual podem ter dificuldades para identificar no artefato alguns botões específicos como, por exemplo, os botões coloridos (<i>soft keys</i>). Além disso, controles remotos com muitas opções de botões acrescentam complexidade à linguagem de interação
Controle remoto com reconhecimento de voz	Esse artefato apresenta maior flexibilidade de interação do que as outras soluções, mas o uso de comandos por voz no ambiente de utilização da televisão no Brasil pode não funcionar adequadamente, conforme comentado no texto, além da necessidade do sujeito ter que usar o controle remoto próximo de si
“Caneta” infravermelho	Esse artefato não fornece alternativas de interação com o sistema de televisão para usuários portadores de deficiência motora, além disso, usuários portadores de deficiência visual, provavelmente, terão problemas para especificar o local exato que se deseja manipular na tela
Teclado sem fio	Esse artefato não fornece alternativas de interação com o sistema de televisão para usuários portadores de deficiência motora
Mouse	Esse artefato não fornece alternativas de interação com o sistema de televisão para usuários portadores de deficiência motora, e usuários não familiarizados com a utilização cotidiana de interfaces digitais podem ter dificuldades para identificar o mapeamento do movimento do mouse sob uma superfície com o movimento do cursor na tela
Celular	As mesmas considerações do teclado sem fio se aplicam ao celular

⁶ Baseada em uma análise comparativa dos dispositivos existentes segundo as questões e diretrizes aqui apresentadas.

Como verificado na Tabela 3.3, aparentemente esses artefatos, o controle remoto e as soluções alternativas, não foram concebidos sobre o que preconizam os princípios do Design Universal. Logo, essas soluções podem não ser as mais adequadas à diversidade de usuários do nosso público-alvo. A formulação das diretrizes apresentadas neste artigo busca exatamente tentar preencher essa lacuna, definindo os princípios mínimos necessários que devem ser considerados quando se objetiva conceber novos *hardwares* para interação com a TVDI mais adequados a nossa diversidade populacional.

3.5 Conclusão

Apesar do Brasil ter adotado o padrão japonês de televisão digital como base tecnológica para o seu próprio padrão, isso não significa que o padrão japonês atende a todas as nossas necessidades na perspectiva de como o usuário interage com a televisão. O contexto de uso da televisão no Brasil é diferente dos países de primeiro mundo, pois vivemos grandes diferenças sócio-econômicas, culturais, regionais, e de acesso à tecnologia e ao conhecimento [6], com a grande massa de potenciais usuários da TVDI no Brasil não familiarizada com o uso cotidiano de interfaces digitais.

Experimentos realizados pelo nosso grupo de pesquisa junto a representantes do público-alvo em outros contextos de aplicações demonstraram a dificuldade de entendimento das interfaces digitais pela grande maioria desses usuários. Caminhos para um uso efetivo e para um diálogo mais fluente nessa nova mídia vai depender diretamente do dispositivo físico de interação com a TVDI utilizado pelo usuário.

Como contribuição deste trabalho destacamos a análise sócio-técnica realizada no que tange a concepção e inserção de novos artefatos físicos de interação com a TVDI junto ao público-alvo, que somado com um aprofundamento teórico da área de IHC, mais as recomendações de uso de artefatos físicos de interação definidas previamente a este trabalho [76], nos permitiu a definição de um conjunto de diretrizes, independentes de tecnologias, que podem ser adotadas quando da concepção de novos dispositivos físicos de interação com a TVDI.

Destacamos que o aprofundamento prévio dos desafios advindos da concepção e inserção de novos dispositivos físicos de interação com a TVDI no Brasil, alcançados com o emprego da Semiótica Organizacional e seus artefatos⁷, em conjunto com a formulação de diretrizes é essencial para proposta efetiva de *design* de um novo *hardware* para interação com a TVDI. Por meio dessa análise obtivemos uma visão mais nítida e vasta do problema em

⁷ Adotamos o arcabouço da SO nesse trabalho por entendermos que essa abordagem nos instrumenta para uma análise que alcança o espectro de nossa problemática, do seu nível técnico ao social.

questão, além da mesma nos ter possibilitado identificar as questões-chaves visando o atendimento das restrições que uma parcela significativa de nosso público-alvo possui. A adoção desse paradigma nos permite romper com a forma tradicional de desenvolvimento das soluções computacionais, do nível técnico para o informal, focados numa abordagem que parte do nível informal para o técnico.

A aplicação das diretrizes aqui propostas é uma primeira aproximação para o desenvolvimento de protótipos de um novo artefato de *hardware* e envolve uma visão interdisciplinar para a geração efetiva de uma solução que melhore a qualidade da interação em aplicações interativas como, por exemplo, T-Learning, T-Gov etc.

A continuidade dessa pesquisa envolve a proposta de um protótipo de um novo artefato físico de interação para TVDI – composto de soluções de *hardware/software* – alicerçado pelas diretrizes formuladas neste trabalho e sua avaliação junto ao público-alvo. Os testes serão realizados *in loco* no contexto de uso do público-alvo em projetos de pesquisa que já estão em andamento.

Pensamos que novas formas de comunicação e interação⁸ podem mudar drasticamente a forma como o usuário interage com o sistema de televisão. Assim, esperamos que essas diretrizes conduzam a propostas inovadoras de *design* promovendo efetivamente a Televisão Digital Interativa como um importante instrumento de promoção digital para a população brasileira.

⁸ As normas já definidas, por exemplo, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e pelo International Organization for Standardization (ISO) podem não ser suficientes e/ou adequadas ao nosso contexto de pesquisa.

Capítulo 4

Prospecting a Gesture Based Interaction Model for iDTV[©]

4.1 Introduction

Gawlinski [33] defines interactive television as a set of technological artifacts that allow establishing a dialogue between the user – or TV spectator – and a TV channel, program or service. Therefore, the appeal of interactive applications offered for a particular user profile as well as the adequacy of technology employed in the users' TV equipment can make this dialogue more or less effective.

The digitalization of terrestrial television broadcasting in Brazil and, consequently, the offering of interactivity on television establish a new paradigm of interaction with the TV spectators, which has a potential social impact in the Brazilian population, although we have full understanding that the digitalization of terrestrial television does not imply a bi-directional network, hence interactivity isn't fully guaranteed. In Brazil, 93% of Brazilian households have television and it is the main source of information and entertainment [30,96]. Interactive Digital Television (iDTV) is an emerging research area in Brazil; the initial definition of the Brazilian System of Digital Terrestrial Television (SBTV-D-T) represents a

© Copyright 2009 International Association for Development of the Information Society (IADIS). Esta é uma re-impressão, com autorização da IADIS (Anexo A.2), do artigo que foi apresentado no MCCSIS/IHCI 2009 (<http://www.ihci-conf.org/2009>) e, originalmente, publicado como *full paper*: L.C. Miranda, H.H. Hornung, and M.C.C. Baranauskas, "Prospecting a Gesture Based Interaction Model for iDTV," Proceedings of the IADIS International Conference on Interfaces and Human Computer Interaction (IHCI'09), IADIS Press, 2009, pp. 19-26 [68].

good opportunity for discussion and creation of new options for the design of physical artifacts of interaction with iDTV.

The remote control, the main physical artifact of interaction with the television system, is not enough for the highly dynamic interaction with iDTV, given the problems already identified and discussed by several authors, e.g., in [8,30,37,84,86,125]. In addition, users unfamiliar with the use of technology in their daily life can experience problems of interaction with the television system. Therefore, we emphasize the need to consider the development and/or adaptation of new physical artifacts of interaction with iDTV, in order to not end up in an under-utilization of this rich new interactive media. We believe that a solution in the Brazilian context could be applied to other contexts as well, given the huge diversity in the population.

Despite the importance of physical artifacts for interaction with the television system, scientific contributions that explore the topic of interaction design in iDTV from the viewpoint of physical artifacts of interaction are proportionately less present, despite the need to get away from the rigidity and limitations of the traditional remote control when the massively increased functionality of iDTV is considered. Papers being published in the context of iDTV have focused mainly on the interfaces issues – Graphical User Interfaces (GUI) – of interactive applications. We argue that problems of accessibility, usability, and navigability introduced into interactive applications may have the origin in unsolved questions of the interaction design based on the use of the remote control. This article discusses, from a Human-Computer Interaction (HCI) perspective, other hardware as alternative to the remote control to be used as electronic mediators of communication between users and the television system.

Although Brazil is adopting one of the worldwide digital television standards as a technological basis for SBTVD-T, this does not mean that SBTVD-T meets all our needs regarding the possibilities of user interaction with the television, as we face huge differences in the socio-economic, cultural, as well as in general access to technology and knowledge in different regions of the country. Some statistical figures illustrate the diversity of skills and competencies as well as the social reality of iDTV stakeholders in Brazil: 14.5% of the population (\approx 24,6 million people) have at least one kind of impairment; 72% of Brazilians are not considered fully literate; and 30.1% of the population live below the poverty line. We believe these are the user groups potentially more vulnerable to problems of interaction with iDTV, and at the same time, they could be those benefited greatly from this technology. Within this scenario, we think it is essential to analyze and propose artifacts to facilitate interaction with iDTV, and thus maximize the use of this new media as an important tool for disseminating information and knowledge to the Brazilian citizens.

This article is organized as follows: Section 4.2 presents the state of the art regarding physical artifacts of interaction with iDTV; Section 4.3 presents the gesture based interaction model we are proposing; and Section 4.4 shows our final considerations and indicates the work continuity.

4.2 Physical Artifacts for Interaction with iDTV

Currently, television is still a media presentation for collective use of audio-visual content. The provision of interactive applications will change the way the user understands and uses the television, mainly because with these applications he/she is no longer a TV spectator, but becomes an active subject in this new relationship that must be established with the television system. In both cases the interaction between the users and the television system occurs through an electronic mediator, usually the remote control.

Figure 4.1 presents an abstraction of this model of interaction between users and television system. The user or users group (Figure 4.1a) interacts with the television system through sight, hearing and cognition, and usually with the aid of sight, directing their intentions of interaction with iDTV applications, using the remote control as a physical artifact of interaction (Figure 4.1b). The receiver of iDTV (Figure 4.1c) responds to commands from the user through changes in the audio-visual content or in the interface of the interactive applications.

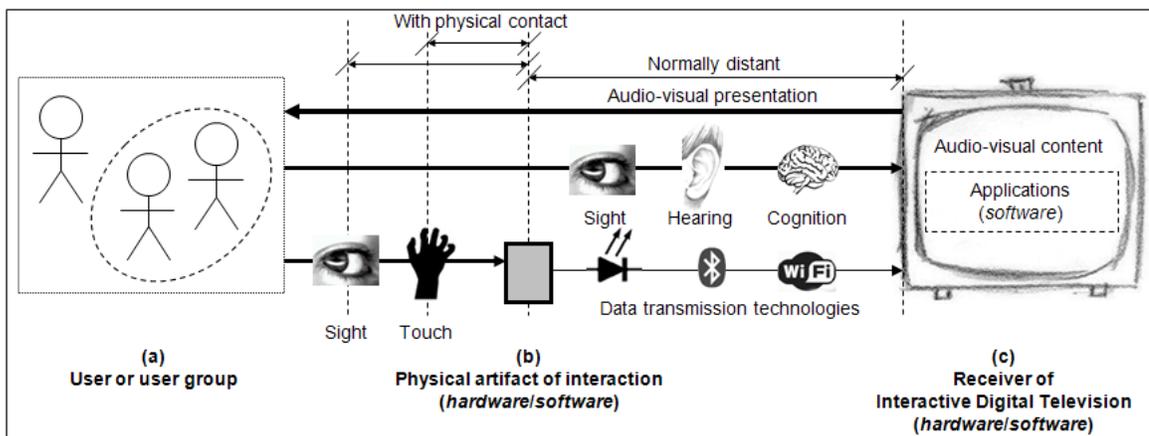


Figure 4.1: Interaction between the users and the television system through physical artefact of interaction

The model shown in Figure 4.1 differs from the traditional model adopted from the current analog television systems in three aspects: 1) the existence of interactive applications – composed of text, graphics etc. – making the dialogue between the users and television system more dynamic and complex, exposing the users to a higher cognitive load; 2) variety

of physical artifacts needed for interaction, because of the new possibilities of the interactive applications; and 3) increased diversity of technologies for transmitting data used for electronic communication between the physical artifact of interaction and the receiver, such as infrared (IR), Bluetooth (IEEE 802.15), Wi-Fi (IEEE 802.11) etc.

Different authors indicate that the remote control is the main physical artifact of interaction used for “data input” on television [96,104], demanding an analysis of its design and usage. Thus, given the specifics of this artifact, studies have sought to better understand the interaction design between the users and iDTV mediated by that device. The undeniable fact is that the invention of this electronic mediator – remote control – promoted benefits/facilities to people, while complexity of use increased at the same time due to new devices with even more features.

For Nielsen [84,86] this problem is aggravated due to the existence of different designs for each remote control, e.g., buttons for switching on/off television on different positions. Furthermore, for Waisman [125], the lack of standardization of controls confuses the user with the different interfaces, different roles, different positions of the buttons, requiring a huge mental effort to remember the sequence of actions to perform certain function.

According to Berglund [8], the remote control as we know it is not appropriate for most services enabled by digital television, and for Smith *apud* Eronen [26] there may be a need to develop new technologies for hardware and software that have not yet been developed. On the same line of understanding, Piccolo [96] said new agreements for the interaction design should be built so that the full potential of the iDTV is used. For Fortes [30], browsing the Internet through iDTV still presents some challenges, and there still exist difficulties to provide the interaction via the remote control; for a better interaction the use of input devices such as mouse and keyboard is needed.

Considering the remote control a limited device for the interaction with iDTV applications, Lin and Chen [54] suggested an alternative solution, describing an architecture that allows the use of mobile devices that have a web browser – such as a Personal Digital Assistant (PDA), laptop, PocketPC or mobile phone – to control the set-top box of iDTV. Also for Sohn and Lee [113] iDTV requires more advanced methods of control. Thus, they proposed an ultrasonic pointing device – SonarPen – that allows controlling iDTV through an ultrasonic “pen”. The electronic communication between these devices is established by means of infrared. According to these authors this approach offers greater precision than other similar studies.

As for the previous authors, Fujita *et al.* [32] believe that the features and greater complexity of operation with iDTV demand new alternatives to be developed. Thus, the authors incorporate a microphone to the remote control, enabling the user to control the television with speech recognition. One of the benefits cited by the authors in this new

interface is the decrease in the number of necessary buttons on the remote control, despite the complexity of the systems for speech recognition.

Roibás *et al.* [104] consider the quality of access a major problem in iDTV context. They presented a summary and analysis of alternatives to the remote control. According to these authors a wireless keyboard facilitates the data entry by typing. However, they cite some problems of accessibility, like audible feedback. They suggest some options that allow more interactivity, e.g., adding pointing devices to remote controls, like mini-joysticks or mini-trackballs. Additionally, they comment on the possibility of carrying out commands to control iDTV through microphones and speech recognition. The work of Wittenburg *et al.* [127] and Ibrahim and Johansson [46] also follow the same type of proposal based on speech recognition.

Gomes *et al.* [37] propose an interface based on the reading of bar codes printed on paper to the specific context of T-Learning applications. Thus, they employ a bar code reader as physical artifact of interaction with iDTV. Finally, we like to point out the work of Enns and Mackenzie [24] who proposes a touchpad based remote control. According to these authors, this solution enables the exploration of new methods of interaction, as for example recognition of characters “written” on the touchpad of the remote control [35]. Currently, this technique is used directly on the screens of some handhelds, smartphones, and Tablet PCs.

Table 4.1 summarizes a list of proposed technologies discussed in literature that can be used as alternatives to the use of remote control with iDTV.

Table 4.1: Alternative technologies and artefacts of interaction with iDTV

Reference	Technologies and artifacts
[96]	Remote control and wireless keyboard
[32,127]	Remote control with speech recognition
[46]	Speech recognition
[104]	Wireless keyboard, remote control with pointing devices, such as mini-joystick or mini-trackball, and microphone with speech recognition
[24]	Touchpad based remote control
[54]	Handheld (PDA), laptop, smartphone (pocketPC) and mobile phone
[113]	Ultrasonic “pen”
[37]	Bar code reader

4.2.1 Discussion

In this subsection, we discuss some physical artifacts of interaction proposed in the literature, based on previous results of this research [74,76]:

- **The “traditional” remote control:** People with special needs may have restrictions to make use of this artifact and users with visual impairments may have difficulties to identify certain buttons, such as the colored buttons (soft keys). In addition, remote controls with many buttons add complexity to the interaction language in sophisticated applications;
- **Remote control with speech recognition:** This artifact gives more flexibility of interaction than the other solutions, but the use of voice commands in a collective scenario of using television may not work properly because of the background noise of natural relaxed atmosphere where people watch TV. Furthermore, those systems need to be “trained” before they recognize the voice of the user and the user needs to keep the remote control near himself/herself;
- **Touchpad based remote control:** Users with severe motor and/or visual impairments may have difficulty to interact with the television through this artifact. Moreover, the writing with/on this artifact may divert the focus of user interaction, off the TV screen to the writing area of the touchpad;
- **Wireless keyboard:** This wireless keyboard artifact does not provide alternatives for interaction with the television system for users with motor disabilities;
- **Mouse:** This artifact does not provide alternatives for interaction with the television system to users with motor disabilities; likewise, users unfamiliar with the everyday use of digital interfaces may have difficulty identifying the mapping of movement of the mouse on a surface with the movement of the cursor in screen, as well as the different functions of the mouse buttons;
- **Mobile phone, handheld and smartphone:** These artifacts do not provide alternatives for interaction with the television system to users with motor disabilities and users with visual impairments may find it difficult to use them since these artifacts usually lack auditory feedback;
- **Ultrasonic “pen”:** This artifact does not provide alternatives for interaction with the television system to users with motor disabilities and users with visual impairment are likely to have problems to specify the exact location they wish to manipulate;
- **Bar code reader:** The proposed employment of this artifact in the context of iDTV requires its use in conjunction with the material where the bar codes are printed. This form of use may not be feasible in some types of interactive applications such as entertainment. Also, users with visual impairment may encounter problems in identifying the exact location that the reader should apply;
- **Laptop:** Users with low literacy and no familiarity with the everyday use of computers may have problems of interaction with the artifact. Another factor is the cost of acquiring such equipment.

These solutions alone or the combination of these solutions do not seem to be the most appropriate for addressing the diversity of users and other stakeholders that we hope to benefit. The formulation of solutions of hardware and software should be based on the needs of the target users. Based on principles of Design for All or Universal Design [11,17,50], one should take into account the diversity of users in their differences, without discriminating them. The aim is therefore to create solutions that are used by all, to the maximum possible extent. The universal access, effective use, and a more fluent dialogue in this new media will directly depend on the physical artifact of iDTV interaction.

In this work we argue that to make the interaction with iDTV as successful as possible, the physical artifact of interaction has to be more transparent to the user so that the attention is not distracted from the audio-visual content or the interface of the interactive application. We are investigating the use of “gestures” to create a new interaction language with iDTV mediated by a physical artifact of interaction more “transparent” to the users. Therefore, this work is in synergy with some recent studies that follow this research line, e.g., Kim *et al.* [51].

4.3 MulTIS Model

Based on the previous discussion, a number of issues related to the use of gestures as an interface between the users and iDTV are raised: What kind of mapping of the user’s gestures to consider, i.e., in three or two dimensions? What gestures could represent the different functions of interaction with iDTV? Could sign language be used for interaction with iDTV?

Now, let’s start thinking about some forms of interaction between people and some technological artifacts of the contemporary world as a way to illustrate the feasibility of bringing an interaction as simple as possible for the prospective iDTV users.

The first example is a situation of driving a car. In this case, the focus of the user should be on the cars around. Note that in this case the user does not need to use the sight to interact with the physical artifacts, which in this context is the gear stick, steering wheel, pedals and so on. Thus, in this case, the physical artifacts of interaction are transparent to the user allowing him/her to focus on the traffic. For the second example, think of a situation where the focus of a user is on using the computer. Note that even using the mouse as a physical artifact of interaction, the focus of this user is directed towards the application on the screen and not towards the mouse. The last example is the context of using the Nintendo’s Wii Video Game System [87] that carries more transparent metaphors, directing the focus of the interaction to the screen game. These three examples show how the design of physical artifacts of interaction may allow a focus in the task and not on the artifact of interaction, even though we know the prior need to learn the interaction language. Then, one

possible language of interaction could bring the metaphors of real life through the everyday gestures to compose the interaction language with iDTV applications. The remote control does not bring this idea; every time one needs to look at it one misses the attention to the target content.

In general, the word “gestures” refers to the movement of the body, especially the head and the arms, to express ideas or feelings, or to highlight the words. According to Kurtenback and Hulteen *apud* Mendes [58], humans make use of gestures to complete the sense of a spoken message, and bear alone the full message. Languages are codes, and we communicate through them. Thus, the communication codes are multiple and many, e.g., blind language, deaf language, and acronym language.

For Waisman [125], the remote control is seen as an extension of the human body, as it can touch the screen where the finger did not reach. In the context of this work, the proposal to define a new interaction language with iDTV based on gestures aims at enabling the interaction between users and interactive applications in a more natural way. For this reason, it’s necessary to make the physical artifact of interaction more transparent to the user, allowing decreasing the cognitive load on the user. Therefore, it’s necessary to define an interaction language based on gestures that make sense to the TV spectators. Aiming at considering the diversity of users, the language must be aligned with the guidelines for physical artifacts of interaction discussed in previous work [74]. This language has to be designed to allow a flexible interaction of users with iDTV.

After the analyses of artifacts for physical interaction with iDTV [74] the adoption of an interaction language based on gestures using the “reading” of movements of arms/hands/fingers has been identified as a possible approach. We adopt the concept of a multi-touch imaginary screen, where there is no real physical touch on the screen. This would be an imaginary multi-touch screen, mapped via the X and Y coordinates, supported by computer vision for tracking the movement, digital image processing or capturing and tracking of equipment with infrared.

The proposed gesture based interaction model: Multi-Touch without physical touch on an Imaginary Screen computationally mapped into two dimensions. The definition of this model is related to skills and competencies of the target users, the usage environment, and the complexity of implementation (e.g., questions concerning the required hardware/software platforms for motion recognition of arms/hands/fingers). One of the goals of this Model is to make the language accessible for all. The characteristics of this Model can be summarized as follows:

- **Multi-Touch:** We propose to use the concept of interaction based on multiple touches, i.e., the user visually indicates the area he/she wants to manipulate. This

mapping allows the exploration of new forms of interaction with the newest digital interfaces;

- **Without physical touch:** In our model there is no need to actually touch the TV screen which is consistent with the usage scenario, i.e., unlike other artifacts with (multi-)touch screens – e.g., ATM machine, desktop computer, notebook, Tablet PC, and mobile devices in general –, the user generally keeps some distance from the TV set, which impedes a direct physical contact;
- **On an Imaginary Screen computationally mapped into two dimensions:** We live in a three dimensional (3D) space and gestures made by people to express themselves are 3D, too. However, the specification of movements in three dimensions for representing certain actions with relation to the interaction with iDTV as well as the reproduction by the user is difficult. Moreover, the capturing and computational processing of moves in 3D space would be complex and would probably require a change in the environment, that in iDTV context can be quite varied, e.g., living room, dining room, bedroom, bathroom, kitchen, garden, garage etc., to have two cameras to capture the movements of users considering the three dimensions. Furthermore, the TV screens are 2D.

It is worth noting that this model is not aimed at supporting multimodal interaction, which combined two or more modes of communication – e.g., remote control combined with keyboard – and hasn't connection with the use of a secondary screen, such as proposed by Cesar *et al.* [13]. The general idea of this Model is that the gestures made by users in 3D space will be mapped by two dimensions (2D), considering the movement of one or more points in two dimensions of a Multi-Touch Imaginary Screen (MulTIS).

We propose to create an interaction language with iDTV based on gestures in order to formulate pre-defined movements between one or more virtual points. Thereby, different activities to be performed are thus represented by changes in location between those virtual points, which are mapped to 2D in a specified period of time, and the recognition of the points in motion will be carried out using the new physical artifacts. Figure 4.2 shows the components considered by MulTIS Model in an example with two points.

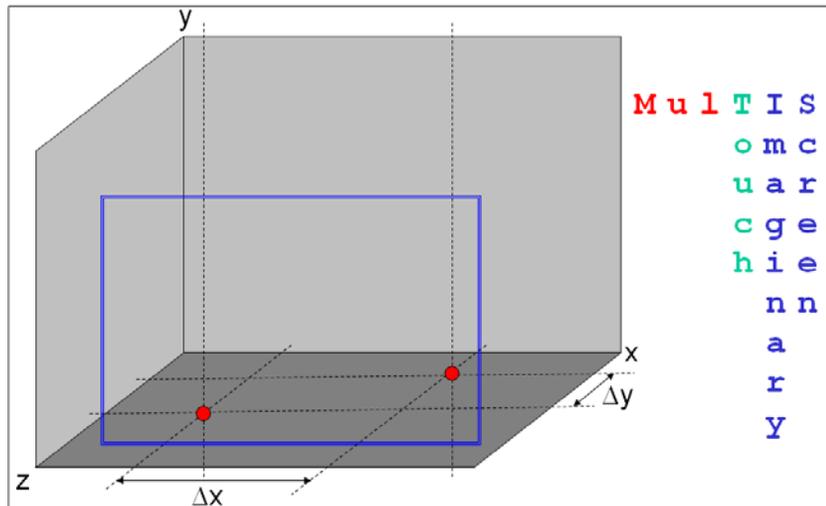


Figure 4.2: Two points mapping example of MulTIS Model

It is important mentioning that the language won't be based on the Brazilian Sign Language (LIBRAS) or any other sign language because these languages are relatively complex and difficult to learn and use. Also, it is worth noting that due to the nature of the visual language of interaction and based on the principles of Design for All, extensions of the interaction language will be considered, e.g., if a user wants to make use of "shortcuts". Thus, it seems that the greatest benefits of these resources – shortcuts –, without disregarding other users, would be people with visual and motor disabilities, and users with cerebral palsy. These shortcuts will allow a direct interaction based on the use of artifacts specific for common actions.

Thus, trying to make the dialogue as simple as possible between users and television system, movements that represent the different possible actions to be performed by the user to interact is being defined on the background of the following principles:

- Independence of any specific type of interactive application;
- Consideration of previous experience of users with the use of technology;
- Employment of natural and spontaneous movements of the arms/hands/fingers;
- Consideration of the diversity of users without creating movements that exclude any user, e.g., do not define complex three dimensional movements;
- Use of metaphors of people's daily lives seeking to identify the most significant movements, such as the metaphors used in television, movies, theatre etc.;
- Consideration of the different usage environments of television in Brazil;
- Consideration of the Brazilian culture;
- Feedback of interaction actions;
- Extension to other contexts;

- Consistency of language, e.g., the “open” action is the opposite of “close”.

Regarding Computer Science literature that explores the topic of gesticulation interfaces, the majority of published work is located exclusively in the computational sphere, as the field on the tracking of “objects” – e.g., arms, hands and fingers – in real time still lacks effective results. Therefore, most of the work focuses on issues concerning the areas of computer vision for tracking the movements and digital image processing. An example of work in the field is presented by Dias and Leite [20], who propose a new method for tracking objects using fuzzy logic. Mendes [58] proposed a solution of a gesticulation hardware/software interface that made use of artificial neural networks and measurement of positions in three dimensions. Truyenque [121] proposed to use computer vision to capture gestures and create devices for interacting with computers faster and more intuitively. This work presents a study on the feasibility of using webcams as a device for interaction based on gestures of the hands, mapping certain actions to mouse and keyboard events, for example to go forward and back in a PowerPoint presentation.

Interaction with the iDTV by gestures is underexplored. As far as we know, languages of interaction by gestures that takes into consideration the diversity of users in the context of iDTV is still an open problem for which we aim at seeking solutions.

4.4 Conclusion

The majority of potential users of the Brazilian iDTV are unfamiliar with the everyday use of digital interfaces. Experiments carried out by our research team with representatives of target users in other application contexts have shown the difficulty of users in understanding digital interfaces. Ways towards an effective use and a more fluent dialogue in this new media will depend directly on the physical artifacts of interaction with iDTV.

Following are some inherent challenges regarding the formalization of the interaction language based on the MulTIS Model. Which movements with arm/hands/fingers are more significant to the audience regarding the basic actions on the iDTV, such as, turn on/off television, adjust the sound volume, switch from one channel to another and access it directly, and access and use menu of options for the configuration of television (e.g., to adjust the brightness, contrast, sharpness of the image, among other possibilities). Other issues that arise in this context are for example: How to handle the entry of text? What movement would be the analogue to the “Enter” key of the keyboard and the actions of clicking the mouse on the left? These are some examples of questions to be answered. However, we must consider other actions to be carried out by the MulTIS Model, e.g., selection, navigation and execution. Finally, we highlight the need to balance the physical

artifact of interaction and the language by gesture, making the interaction with iDTV more naturally mediated by a physical artifact.

The continuity of this research involves the application of the conceptual model proposed in this article as one of the pillars for the development of a new physical artifact as a mediator of the interaction with iDTV based on gestures and its evaluation with users. The tests will be conducted on-site in the context of research projects that are already in progress.

We believe that new forms of communication and interaction can drastically affect the way the user will interact with the television system. Thus, we expect this model could lead to a design that effectively promotes the iDTV as tool for digital inclusion, being for all.

Capítulo 5

Identifying Interaction Barriers in the Use of Remote Controls[©]

5.1 Introduction

Based on previous results of our research on digital artifacts and interaction languages in the scope of Interactive Digital Television (iDTV) [68,74,76], we set an experimental scenario with users, aiming at identifying barriers that this new media could present, more specifically, with the use of the remote control. The main physical artifact of interaction with the television system, the remote control, is not enough in its current formats for users to have a more constant and dynamic interaction with iDTV, having in mind the problems already identified and discussed by several authors, e.g., in [7,8,13,14,84].

The e-Cidadania research Project investigates solutions for the interaction design of systems that make sense to the Brazilian citizens to facilitate the constitution of a culture mediated by information and communication technologies in our society. This Project addresses one of the grand challenges in Computer Science research in Brazil for the next years, the “Participatory and Universal Access to Knowledge for the Brazilian Citizen” [107]. In this sense, our research regarding physical artifacts of interaction with iDTV acts in

© Copyright 2009 Institute of Electrical and Electronic Engineers, Inc. (IEEE). Esta é uma re-impressão, com autorização da IEEE (Anexo A.3), do artigo que foi apresentado no CLIHC/LA-WEB 2009 (<http://www.clihc.org/2009>) e, originalmente, publicado como *full paper*: L.C. Miranda, E.C.S. Hayashi, and M.C.C. Baranauskas, “Identifying Interaction Barriers in the Use of Remote Controls,” Proceedings of the 7th Latin American Web Congress (LA-WEB’09), IEEE Computer Society, 2009, pp. 97-104, doi:10.1109/LA-WEB.2009.23 [65].

synergy with the mentioned Project, since we believe that a culture mediated by this new media will depend directly on the artifact for physical interaction which the user will have.

Thereby, this experiment was conducted during the 6th Workshop of e-Cidadania Project. In this Workshop participants were invited to individually interact with a TV in a scenario where various remote controls were available. The objective of this paper is to present the results obtained in this activity which aimed at better understanding how users interact with television using remote controls; results achieved corroborate the existence of usage barriers in concrete interaction activities with these artifacts. Some of such difficulties were previously described by those users in interviews made during the 4th Workshop of e-Cidadania Project.

This paper is organized as follows: Section 5.2 present some related work; Section 5.3 introduces the methodology used and the experimental setting for the activity with the remote control; Section 5.4 presents the experiment, as well as its quantitative and qualitative results, and based on those results, we propose guidelines to the design for new physical artifacts of interaction with iDTV; and Section 5.5 presents our final considerations and further work needed in the continuity of our research.

5.2 Related Work

In the recent Human-Computer Interaction (HCI) literature one can find a variety of sources for the study on iDTV. In this emerging field, researches cover a vast scope of approaches on the investigation of physical artifacts for inclusive interaction with iDTV. In the endeavor of gathering information on the use of remote controls, Teixeira *et al.* present in [119] a mechanism for capturing information while the user is interacting with a remote control to watch TV. The detailed data resultant from this approach is important for developers and researchers, as they inform about patterns of real use context, allowing them to identify difficulties and provide better solutions for interaction artifacts.

With the same objective of better understanding user behaviors during the interaction with iDTV, Darnel [18] monitored the house of ten participants by video-recording them as they watched TV. At the end, participants reviewed their videos together with the author and they described their behavior.

Inspired in Participatory Design practices, Rice and Alm [102] applied live theatrical performance to elicit system requirements for iDTV from elderly people with little or no familiarity with technology. The authors also made use of paper prototype and brainstorming techniques to identify users' abilities and difficulties.

More similar to the approach presented in this paper are [19,53]. In [53], the authors compared the usability of three different remote controls for a specific digital set-top box. Thirty five people from the UK took part in the experiment. They had different age ranges

and a variety of impairments. They were asked to perform twelve television related tasks, ranging from basic tasks to more demanding ones. The time taken to perform those tasks was recorded by two observers and the results were grouped into five categories: A=Pass (< 10s); B=Pass (11-20s); C=Pass (21-30s); D=Fail (> 30s or time out); and E=Fail (participant gives up). The data collected during this experiment support the fact that users that are more likely to have difficulties in using digital artifacts – due to some kind of disability or advanced age – perform better with the remote controls that better meet the UK digital television receiver recommendations.

Also task oriented, the activity presented in [19] observed problems faced by both the more and the less experienced users while interacting with remote controls. Eight pairs of participants performed nine basic tasks – e.g., turn the TV on, see what were the programs that were on, turn the DVD on etc. – in a usability lab. Each pair was composed by one less-technically-inclined and one more-technically-inclined person. First, they listened to some instructions together. Then, the more-technically-inclined person instructed the less-technically-inclined one on how to perform the tasks. At the end, the less-technically-inclined performed the tasks by themselves. As a result, the author compiled a list of usability problems, being the most common the difficulty in determining which remote control to use among other controls.

5.3 Research Scenario and Methodology

The practice with the remote control that took place during the 6th Workshop was planned to be executed individually, with concrete activities of interaction with TV. This activity was recorded in audio and video, with the participant's acknowledgement and consent, in order to facilitate the post activity analysis.

This experiment was motivated by the necessity to confirm some points that had been highlighted by some users themselves during the interviews that took place during the 4th Workshop, regarding the difficulties in the use of remote controls. Some examples mentioned in that interview are as follows:

- Initial confusion due to the presence of different remote controls in the same room;
- Most of the interviewed users had no knowledge about the function of all the buttons of the remote control from their TV set. They use the remote to perform only daily functions, i.e., turn the TV on/off, and change the channel and the volume;
- In general, remote controls have many buttons and most of them are not frequently used;
- Buttons used to change the channel and adjust the volume are in different positions in different models;

- Users stop looking at the TV screen in order to look at the remote control, searching for the buttons they want to push;
- The texts written on the remote control have a reduced size;
- There are texts in English, in this context, a foreign language for the users.

Besides the goal of confirming the aspects commented by the users, our intention with this experiment was to identify the barriers that users with different skills and competencies might still have. These barriers in the interaction with TV via remote control were not evident, but they were observed during the users' interactions with the artifact. The identification of these barriers in concrete tasks of interaction with TV is essential for our research. Table 5.1 presents information that characterizes the diversity of the ten users that participated in the experiment.

Table 5.1: Ethnographical data regarding the participants of the remote control experiment

User	Age	Gender	Schooling Level	Occupation
U1	32	M	Ongoing bachelors or associate degree	Course coordinator
U2	22	M	Bachelors or associate degree	Informatics instructor
U3	55	F	High school	Art teacher
U4	55	F	Fundamental education	House keeper
U5	46	F	High school	Handcrafts woman/ cook/ Brazilian waxing stylist
U6	49	F	Some fundamental education	House keeper
U7	55	F	Some high school	Handcrafts woman/ elderly nurse
U8	58	F	Bachelor or associate degree	Handcrafts woman
U9	51	F	Fundamental education	Handcrafts woman/ embroidery
U10	57	F	High school	Retired

According to the survey answered during a previous Workshop, all of the ten participants had at least one TV set at home, and three of them do not use the remote control, either because it is broken, the person likes to move around and use the buttons on the TV, or because the channel is never changed. These participants came from different regions of Brazil – namely south, southeast, north and northeast regions; no one from the central area – and their relationship with technology varied from experts – instructor – to digitally illiterate, i.e., never used a computer before, difficulty in using ATM machine, cell phone and other technological device.

The scenario to run the proposed experiment used the following equipment:

- 01 (one) TV set with remote control;
- 04 (four) extra remote controls with different designs. Three of the remotes used were from TV sets and one from a DVD player;
- 01 (one) table to put the TV on;
- 01 (one) table to place the five remote controls;
- 01 (one) measuring tape with 3.0 meters long;
- 01 (one) camera;
- 01 (one) MP3 recorder;
- 01 (one) video camera;
- 01 (one) stopwatch;
- 10 (ten) observation forms.

The following items concern the method used for the accomplishment of this experiment:

- **Tasks (to be made in the presented sequence)**
 - **Task 1:** Turn the TV on;
 - **Task 2:** Turn the volume down until it is pleasant to the user;
 - **Task 3:** Change the channel, from channel 2 to channel 12, which in the region of Campinas (SP) where this Workshop took place, means Rede Record and Rede Globo/EPTV, respectively;
 - **Task 4:** Access the equipment's configuration menu;
 - **Task 5:** Turn the TV off.
- **Human resources (roles and functions)**
 - **Facilitator:** Responsible for explaining to the users how the remote control practice would be performed. He was also assigned to the general flow of the dynamics and for the audio recording;
 - **Observer:** The observer had the task to fill the evaluation form for the tasks, including the taking precise timing for each task in the stopwatch;
 - **Video recording:** Responsible for taping the users' interactions.

Before starting the experiment, the five remote controls were placed in a table. This table was set in front of the chair where the users would sit during the experiment, being placed 2.0m far from the TV set. Figure 5.1 presents the setting where the experiment was conducted. All remote controls had their batteries on so that they would not be too light and, potentially, facilitating the identification of the "correct" remote. Furthermore, in a real use setting with more than one remote control, all of them would have batteries.



Figure 5.1: Part of the experimental setting

Before the starting of each task, the facilitator – the first author of this paper – read aloud the tasks to the users. It is important to mention that, previously the experiment, the facilitator had explained to the users all together, the structure and sequence of the tasks, without much details of their configuration such as, for example, the existence of five different remote controls in the table and the elevated level of the TV sound when turning the TV on. After the conclusion of each task, the user would put the remote control back on the table – anywhere he/she wished – before continuing to the next task.

Before the entrance of a new user in the experiment room, the table with the remote controls had to be set again, so that the remotes would be in the same initial position for every user.

No user should have previous access – before his/her turn – to the room where the experiment was being conducted. Besides the TV remote control, other three TV controls and one DVD control were chosen. This happened because, after the analysis of the interviews from the 4th Workshop, it was observed that the most popular remote control in the residencies, after the TV's, is the DVD's (44%). The text that stated the brand of the TV in the remote control and in front of the TV set were not removed since in real situation of use this could be one of the approaches adopted by the users to try to identify which one would be the TV remote control. It is worth pointing out that the other remote controls were generic, having no text with brand identification.

More details about the remote controls used in the experiment (Figure 5.2) are available in [64]. The remote control from the TV used in this activity is presented in Figure 5.2b.



Figure 5.2: Initial setting of the remotes on the table

5.4 Results on the Remote Control Experiment

The activity with the remote control was divided in two parts. In the first, a quick explanation about how the experiment would be conducted and how each user would participate was presented to all the users together. Still in this moment, it was mentioned that this activity was motivated, among other factors, by the necessity of deepening some questions related to the answers that these same users had given before in the interviews during the 4th Workshop. After this quick explanation, the second part of the experiment took place, with the interaction with TV via remote control.

This quick explanation was necessary in order to guarantee that all participants would actually know the five tasks to be performed via remote control as well as to offer additional information regarding how they should proceed during the experiment. In this first part, it was emphasized that the tasks should be performed using the remote control, and that they were not allowed to use the buttons on the TV set. We also warned them that, before starting each task, the facilitator would tell them what to do, and that, by the end of each task the remote control should be placed back on the table, before beginning a new task.

5.4.1 Quantitative Results

Table 5.2 presents quantitative data related to the time each user needed to perform each task. The order of the users that is presented in this table was the same that took place during the experiment and that these users are identified in this paper as U1, U2, ..., U9, U10.

Table 5.2: Users X Tasks (times in seconds)

User	Task 1	Task 2	Task 3	Task 4	Task 5
U1	5.62	9.75	7.25	5.72	1.84
U2	6.81	6.84	6.22	2.50	2.56

U3	20.50	4.23	3.00	12.31	1.35
U4	12.06	19.38	38.69	20.93	1.46
U5	9.25	15.15	7.19	4.28	5.84
U6	7.56	13.72	11.47	n/a	1.60
U7	14.32	2.94	2.72	4.69	1.47
U8	26.47	5.12	8.06	5.00	54.66
U9	9.85	6.31	2.56	3.75	+12.00
U10	19.16	10.78	6.25	5.50	3.24
Average	13.16	9.42	9.34	7.19	8.60

Figure 5.3 presents a graphical synthesis of data from Table 5.2.

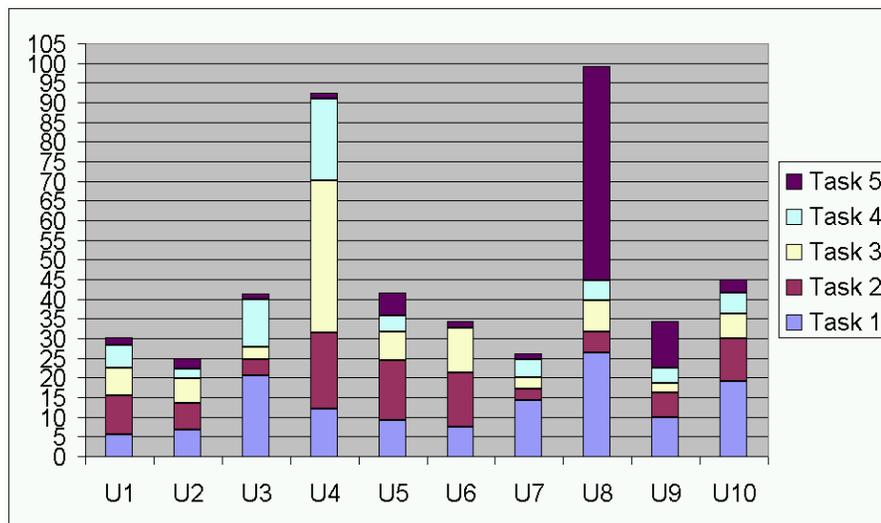


Figure 5.3: Time that each user needed to perform the tasks

5.4.2 Qualitative Observations

After the activity, relying on audio, video and the data collected by the observer, an analysis of the data was made. Some considerations and findings regarding the five tasks that the users performed are presented as follows. From this qualitative analysis we are able to better understand the quantitative data extracted from the experiment (Table 5.2):

- **Task 1: turn the TV on**
 - U3 did not try to identify the remote control by comparing the text referring to the name – brand – of the artifact to the one in the TV set. This user adopted the “trial and error” strategy in order to identify the remote. First, she tried the remote presented on Figure 5.2e, pressed the red button – which, in this remote, would be exactly the on/off button – and, as the TV presented no response to the command, she skipped to the remote control of the TV used in the experiment. After the

conclusion of this task, to begin all other tasks, the user went straight to this remote;

- Before starting Task 1, right after U9 sat on the chair, when she saw the table with the five remotes, she said: “Jesus!”. To start the task, this user first grabbed quickly the DVD remote and then she went on to the remote from the equipment used in the experiment.
- **Task 2: turn the volume down**
 - When performing this task, U1 might have pretended that he hadn’t understood what he was supposed to do. Therefore, the timing might had been shorter;
 - It seems that U3 and U10 felt uncomfortable with the volume of the TV;
 - U5 was bothered by the volume of the TV, probably due to the noise; this user pressed the button to change the channel. When that happened, U5 said: “Oh my God!”. Then she changed the channel back and said: “I’m lost”. Then she was able to turn the volume down, but right after she ended up hitting the button that turns the TV off. When the TV was off, she said: “Now I am curious”. At this moment, the facilitator had to interfere to let the TV in the correct status so that the user would be able to start the next task (Task 3);
 - One of the participants showed some doubts about which remote control to pick up. Figure 5.4 shows this situation. It is worth mentioning that this user performed Task 1 before Task 2 without any troubles, being Task 1 accomplished in a short time, below average. Once concluding Task 2, for all following tasks, the user searched directly for this remote;
 - In order to change the volume, U10 used fingers from both hands.



Figure 5.4: User in doubt about which control to use

- **Task 3: change the channel**
 - 80% of the users – U1, U2, U3, U5, U7, U8, U9 and U10 – changed the channel by pressing the numbers until they had formed the number corresponding to the channel asked, i.e., direct access to the channel by pressing 1-2;
 - U6 changed the channel using the buttons for zapping, i.e., going the channels one by one;
 - U4 adopted the same strategy as U6 – she changed the channel using the arrows –, but U4 went as far as channel 55 first, and then she went back to the channel asked (channel 12).
- **Task 4: access the equipment’s configuration menu**
 - After U2 had finished Task 4, he continued pushing the buttons to configure the TV. The facilitator signed that this was not necessary. This user was the fastest to accomplish the task (2.50s);
 - After U3 had heard from the facilitator that Task 4 was about accessing the configuration menu, she said: “Configuration menu, my God, this is getting ugly”. It is worth noticing that this user was able to complete the task and that, at the end, she dropped the remote control on the table, in an expression of despair/relief. This reaction was different from those after concluding other tasks;
 - Before starting Task 4, U4 put her glasses on and picked the DVD remote (Figure 5.2c), which worked for this task. That is, when she pressed the menu button on the DVD remote, the TV menu was displayed. This fact caused, as it will be further detailed, confusion until the end of the tasks. The data presented on Table 5.2 about the time that this user took to complete the five tasks shows that her interaction was damaged due to the inconsistency of the design solutions of the remotes.
- **Task 5: turn the TV off**
 - U8 said: “On, off, ah! And now? [...] is it, isn’t it? [...] it is not the same button? Help, I don’t know”, because she was no sure if she had concluded the task successfully. This user was not sure if the same button could be used to both functions: turn on and off. This was the only remote control to have a text related to the on/off functionality, but the text was only “on”. We imagine that the users doubt was due to this text, which had no “off” written on it, but it should be used to turn the TV off. As shown on Table 5.2, this user took longer than 54s to turn off the equipment. Maybe she had lost time searching some button with the text “off” related to it. When finishing this task, the facilitator asked the user: “Which button did you push to turn the TV off?” and the user answered: “On”.

- **In general**
 - At the end of each task, 100% of the users placed the remote control back on its original position. The facilitator had explained that they were supposed to place the remote control back on the table, but nothing was mentioned about the position;
 - The remote control shown in Figure 5.2a was not even touched by any of the users. This was the smaller remote control used, and the one with the least number of buttons (nine). At a closer look at this remote control, we realize that this artifact looks like sound systems' remote controls. Maybe that was the reason why this remote was not even touched by the users;
 - The control for DVD (Figure 5.2c) is the one to have more buttons – fifty one –, as well as the highest dimensions;
 - The sum of the time to perform Task 1 was higher than the sum of the other tasks. This was probably due to the fact that the users needed some time in their first interactions in order to identify the remote that controls the TV;
 - The time required to perform Task 5 was much lower in most cases. The average time of this task was significantly higher due to the fact that U8 took more than 54s to turn the TV off. This was probably due to the fact that the users had already acknowledged which was the remote control for the TV and that they know that the same button used to turn on is also used to turn off. This justifies that the average time to turn the TV off was lower than to turn it on;
 - The sum of the times to perform Task 4 was less than the sum for the other tasks;
 - In the sum, Task 2 and Task 3 are very close. This was probably due to the resemblance of the interaction language with both tasks;
 - 90% of the users used the right hand during most part of the experiment;
 - 100% of the users looked at the TV to press a button.

5.4.3 Discussion

Next we present a discussion based on situations that took place during the experiment, which allowed us to identify the barriers in the interaction that still exist and that are not clear.

By the quantitative results of this experiment it became clear where problems of interaction lay. After this identification, a qualitative analysis of the facts took place. Based on this analysis and on observations, we identified possible origins for the issues and we propose some design guidelines. The purpose of these guidelines is to provide one more instrument to support the design of a new physical artifact for interaction with iDTV, aiming at

minimizing the chances for a design to carry the same problems of interactions identified in this work.

- **Situation 1**

- **Description:** Specifically on the interaction of U4, we could observe how the interaction might be complex, even when performing tasks that are fundamental and apparently simple: first, in order to turn the TV on – Task 1 – this user successfully tried to use the remote control presented in Figure 5.2c. Although this remote was from the DVD, it turned the TV on. Probably, imagining that this was the “correct” remote, in order to start Task 2, U4 grabbed the same remote, but this time the TV did not answer to the command from the button supposed to turn down the volume. In the sequence, the “correct” remote was chosen, and therefore the task of turning the volume down was accomplished. It must be mentioned here that the facilitator did not expect that the TV would turn on with the remote from the DVD. The facilitator then interfered in the experiment for U4 in this task (Task 2), showing U4 the “correct” remote. After listening to what she was supposed to do in Task 3, U4 took the remote from Figure 5.2e. As she was not able to perform the task with this remote, in the sequence she took the remote shown in Figure 5.2d. As this control did not work either, she tried another one. This time, the option was the “correct” one. Using the arrows to change the channels in sequence, the user browsed until channel 55, passing channel 12 – which was the goal of Task 3 – unnoticed, and then went back to the correct channel (12). After explanation about what the user was supposed to do in Task 4, U4 picked the control shown on Figure 5.2c and said: “Hum, what now?”; then she put her glasses on and kept staring at the remote for 16s before pressing one of its buttons. Even using the remote control from the DVD, the TV showed its configuration menu. After explanation of Task 5, the user went straight to the remote from the DVD and pushed the red button to turn the TV off, and the TV went off;
- **Issues identified:** As seen, the existence of many remote controls in the same place causes confusion. Though, worse than that is the fact that some physical artifacts works sporadically for multiple devices, which makes it more difficult for the user to identify which artifact is the one for the interaction with the TV. Observing the interaction of U4, we see that she left the activity not knowing which one was the remote control for that TV;
- **Guideline:** The artifact design should indicate the physical artifact that mediates the intended interaction.

- **Situation 2**

- **Description:** Before starting Task 1, three out of ten users put their glasses on and kept them until the end of the experiment. Figure 5.5 shows the moment when one of these users put the glasses on. In that moment the user said: “Ah, without glasses... may I put them on? [...] excuse me, otherwise I can’t see a thing”;
- **Issues identified:** Need of glasses in order to use the remote control;
- **Guideline:** If there are labels – or words or acronyms – for the buttons, be them written on the button or on the structure of the physical artifacts of interaction, they should make sense and be accessible to the users, considering the language and font size.



Figure 5.5: User puts the glasses on in order to use the remote control

- **Situation 3**

- **Description:** For one of the users the time scored on Task 5 was +12.0s. This score was motivated by an unusual event that happened during the experiment with this user. After some not successful attempts trying to turn the TV off using the “correct” remote control, the user started to try the other remotes to accomplish the task. After 84s the facilitator decided to interfere in the experiment, since the button to access the menu was stuck “to the inside” of the remote and because of that the on/off button was not working. After watching the video we estimated the time that it took the user to hit the right button in the first trial. Figure 5.6 shows the exact moment that the facilitator interfered in the task. It is still worth noting that, the button was only stuck, and not broken. It happened after the user had used it in order to perform the previous task (Task 4). When leaving the room, the user said: “For God’s sake, that thing wouldn’t turn off”;
- **Issues identified:** Buttons from the physical artifact might get stuck in the artifact;

- **Guideline:** Whenever there are concrete buttons, they should be designed and projected in a way that minimizes the possibilities of getting stuck in the parts of the artifact.



Figure 5.6: User commenting on the button that got stuck

- **Situation 4**

- **Description:** During the experiment, one of the users stopped for a while looking at the control before starting the task, probably trying to identify which of the buttons he was supposed to press in order to access the configuration menu. This moment is registered in Figure 5.7;
- **Issues identified:** The iDTV interaction paradigm assumes a more dynamic and constant interaction with the television system. The user that needs to look at the physical artifact of interaction in the search for some button might end up losing the focus of the task that the user is trying to perform and switch it partially to the artifact;
- **Guideline:** If there should be buttons, they should not be numerous because the more buttons in the artifact, the more difficult it will be for the users to promptly identify its functions, which demands the use of additional symbols or texts associated with the buttons. Not only that, it is also worth considering that the arrangement of the buttons on the physical artifact of interaction must consider its use by left and right handed people.



Figure 5.7: User observing the remote control

- **Situation 5**

- **Description:** 80% of the users made use of the remote control using both hands to perform de tasks, i.e., took the remote control with one hand and then supported the remote with the other hand, either for a better support in the moment of pushing a button or to read the text written in the artifact. Only two users – U4 and U9 – did not use both hands – they used the right hand – during the experiment. One factor that should be mentioned, though, is that U4 entered the room for the experiment eating something with one of her hands. She finished eating before starting the experiment, but she kept holding the napkin with one hand. U9 also used her right hand, and did not use the left hand, although she had nothing on it. U9's left hand was on her left leg during the time. It should be mentioned that U9 had some problem with one of her legs, as she is always seen using a walking cane;
- **Issues identified:** Most of the users made use of both hands during the interaction with the remote control. Both hands were used while reading the texts or while searching for buttons or even for supporting the pushing of the button;
- **Guideline:** Conceive ergonomic artifacts that do not depend simultaneously on the two hands.

The experiments reported in the literature review (Section 5.2) actively involved end users and aimed at studying their behavior in natural settings during the use of physical artifacts for interaction with iDTV. Our target audience, though, is composed mostly by less digitally experienced people and low literate ones, in the context of huge social-economics and cultural diversity of the Brazilian population.

Besides supporting the design of a new physical artifact of interaction with iDTV, this work's contribution lies on the fact that it expands the knowledge of the existing literature, bringing guidelines for the context of the digitally less-experienced and the low literate people. This experiment made it possible to observe and identify other barriers to the interaction with remote control, which would not have been noted otherwise; specifically important are Situations 1, 2, and 5.

5.5 Conclusion

The constitution of a culture mediated by the new media of iDTV will depend directly on the artifact for physical interaction available to the user. In the work reported here we made an in loco observation of barriers related to the use of remote control in the television context and identified project requirements that should be considered in the design of new physical artifacts of interaction with iDTV.

The paper presented the experiment conducted with users with the objective of identifying problems related with remote control design. In this experiment, participants were asked to perform five basic tasks of interaction with TV using remote control. The experiment allowed us to identify important barriers and requirements for the design project of a new hardware of interaction with iDTV. Furthermore, this practice also permitted us to confirm the information about the barriers in the use of the remote control, as reported by these same users in previous interviews.

Results of this experiment provided us with a better understanding about the use of remote control by users in the context of television, allowing us to identify that even to perform basic tasks of interaction with the television, this artifact still poses barriers in its use. Therefore, as a future work, we intend to implement a new physical artifact of interaction considering the problems that were identified in this work and covering the guidelines presented in the previous section. Finally, the measurements from this experiment will also serve as comparative input for a new experiment with users to evaluate a new hardware currently being proposed as artifact for physical interaction with iDTV.

Capítulo 6

Anéis Interativos Ajustáveis: Uma Proposta de Artefato Físico de Interação para a TVDI^Ω

6.1 Introdução

Gawlinski [33] define televisão interativa como um conjunto de artefatos tecnológicos que permitem o estabelecimento de um diálogo entre o usuário ou telespectador com um canal de TV, programa ou serviço.

O controle remoto, principal artefato físico de interação com o sistema de televisão, nos moldes atuais não é suficiente para uma interação mais constante e dinâmica dos usuários com aplicações de Televisão Digital Interativa (TVDI), tendo em vista os problemas já identificados e discutidos na literatura por diversos autores como, por exemplo, em [7,8,13,14,84]. Sendo assim, enfatizamos a necessidade de se pensar em desenvolver e/ou adaptar novos artefatos físicos de interação com a TVDI, para não acabarmos subutilizando a riqueza da natureza interativa que essa nova mídia pode proporcionar. Acreditamos que uma solução para o contexto brasileiro poderia ser aplicada em outros países, dada a diversidade de habilidades e competências da população em foco.

^Ω Esta é uma re-impressão do artigo que foi apresentado no CLIHC/LA-WEB 2009 (<http://www.clihc.org/2009>) e, originalmente, publicado como *full paper*: L.C. Miranda and M.C.C. Baranauskas, “Anéis Interativos Ajustáveis: Uma Proposta de Artefato Físico de Interação para a TVDI,” Extended Proceedings of the 4th Latin American Conference on Human-Computer Interaction (CLIHC’09), 2009, pp. 16-23 [61].

Embora o Brasil tenha adotado um dos padrões mundiais de televisão digital como base tecnológica para o Sistema Brasileiro de Televisão Digital Terrestre (SBTVD-T), isso não significa que o SBTVD-T atende a todas as nossas necessidades na perspectiva de como o usuário interage com a televisão. O contexto de uso da televisão digital no Brasil é diferente do contexto dos países de primeiro mundo, pois vivemos grandes diferenças socioeconômicas e culturais, bem como de acesso em geral, à tecnologia e ao conhecimento nas diferentes regiões do país. Dentro desse cenário, pensamos que é essencial analisar e propor artefatos para facilitar a interação dos usuários com a TVDI, e assim maximizar a utilização dessa nova mídia como uma importante ferramenta de socialização de informação e conhecimento para os cidadãos brasileiros. Em assim sendo, nossa pesquisa está alinhada com o Desafio nº 4 da Sociedade Brasileira de Computação, que trata do “Acesso Participativo e Universal do Cidadão Brasileiro ao Conhecimento” [6].

Desde 2006, temos investigado aspectos do design da interação entre os usuários e a TVDI com foco nos artefatos físicos de interação. Neste trabalho, partimos de resultados anteriores já obtidos em nossa pesquisa [65,68,74,76] para apresentar e discutir resultados alcançados com relação a: artefatos digitais e linguagem de interação para a TVDI. Alinhados com o Design Socialmente Responsável [5] e com o Design para Todos [17], e com base nos resultados obtidos com práticas participativas realizadas com usuários, especificamos novos artefatos digitais para a TVDI e formalizamos a linguagem de interação desses artefatos.

Destacamos ainda nessa contextualização inicial que subsidiando a proposta apresentada neste trabalho, formalizamos em [68] um modelo de interação baseada em gestos – Modelo MultIS – e definimos os princípios mínimos que devem ser considerados quando se objetiva conceber soluções que exploram a interação entre os usuários e a TVDI baseada em gestos, questão foco de nossa pesquisa. O intuito deste modelo é apoiar a definição de uma nova linguagem de interação com a TVDI baseada em gestos via um novo artefato físico de interação.

Este artigo está organizado em quatro seções: na Seção 6.2 apresentamos uma síntese dos resultados obtidos em práticas participativas, cujo intuito foi prospectar um novo artefato físico de interação para a TVDI em conjunto com usuários; na Seção 6.3 apresentamos e discutimos as propostas de design do produto e linguagem de interação de novos artefatos digitais para a TVDI; e na Seção 6.4 tecemos nossas considerações finais e indicamos trabalhos que poderão promover a sua continuidade.

6.2 Práticas Participativas no Processo de Criação

Em nossa pesquisa, compreendemos que entender a necessidade dos usuários e seu contexto de uso é de fundamental importância para se propor artefatos adequados para todos. Por

isso, promovemos a participação ativa de representantes do público-alvo durante o processo de definição de uma nova linguagem de interação para a TVDI via um novo artefato físico de interação. Essa abordagem permitiu um melhor entendimento das práticas diárias do público-alvo, que ajudaram na busca do artefato e na composição da linguagem, além de potencializar a inovação inspirada pela diversidade da nossa população.

Objetivando promover de forma efetiva a participação dos diversos representantes do público-alvo durante o processo de criação do artefato e da formulação de sua linguagem de interação optamos, neste trabalho, por fazer uso do Design Participativo (DP) [110]. O DP foi utilizado como o alicerce metodológico das práticas cujo objetivo era prospectar e desenhar novas soluções em parceria com representantes dos usuários finais. Essa abordagem propõe a participação dos usuários em todas as fases do processo de desenvolvimento das soluções, e não apenas nas fases de teste dos protótipos e/ou de sua avaliação. De maneira geral, essa abordagem possui três importantes características, a saber: 1) é orientada ao contexto; 2) envolve a colaboração; e 3) é iterativa. Por conseguinte, tal abordagem permite o *design* das soluções **com** os usuários, e **para** os usuários.

Desta metodologia fizemos uso da técnica de *brainstorming*, pois além de ser uma técnica simples e carecer de poucos recursos, se enquadra perfeitamente com os objetivos almejados nas atividades com usuários. Assim, as sessões de *brainstorming* foram realizadas em distintos momentos, conduzidas por um mediador, o primeiro autor deste artigo. Neste trabalho, tais atividades são denominadas de Práticas Participativas de *Brainstorming* (PPBs).

A dinâmica das PPBs ocorreu como descrita a seguir: os participantes ficavam sentados em cadeiras dispostas na forma de semicírculo em frente a um quadro branco, o que permitia que as ideias comentadas e discutidas verbalmente entre os participantes fossem escritas ou desenhadas no quadro pelos próprios participantes.

As PPBs tinham como foco buscar respostas para questões de pesquisa levantadas anteriormente, inerentes à formalização de uma nova linguagem de interação com a TVDI baseada em gestos via um novo artefato físico de interação como, por exemplo: Quais linguagens poderiam representar as seguintes ações de interação com a TVDI: ligar/desligar, regular o volume do som, trocar de canal, ativar um determinado elemento de interface, entre outras.

As PPBs foram realizadas em Campinas (SP) nos meses de Novembro/2008 e Dezembro/2008, contando com a participação de cinco usuários. Inicialmente, optamos por realizar essas atividades com esse grupo de usuários que têm vivências no uso de mídias digitais, e assim levarmos uma proposta refinada a discussão em práticas participativas com outro grupo de usuários com maior diversidade de habilidades e competências, e acesso em geral a tecnologias. Entendemos que essa abordagem incremental permite que diferentes

segmentos do público-alvo tenham voz ativa, ou seja, efetiva participação no processo de criação das soluções em todos os momentos.

6.2.1 Experimentando Diferentes Artefatos

Ao longo das PPBs, diferentes artefatos foram explorados, visando compor o artefato físico mediador da interação entre os usuários e a TVDI via uma nova linguagem de interação baseada em gestos. Os artefatos trabalhados nas práticas foram: luva, dedal, *band-aid*, anel e pulseira. Desse modo, durante as PPBs, *mock-ups* desses artefatos foram utilizados como forma de simular a nova linguagem de interação com a TVDI.

Seguem algumas considerações sobre os diferentes focos aplicados em cada uma das PPBs. A íntegra dos resultados das PPBs está disponível em [63]:

- **1ª PPB:** Na primeira prática o foco foi discutir com os usuários uma proposta de linguagem de interação baseada na composição de gestos com o uso de luvas. Assim, a ideia foi buscar definir uma linguagem gestual através do mapeamento de pontos que estavam dispostos nas luvas. Nessa prática o artefato físico de interação pouco foi trabalhado, carregando em complexidade na formulação dos gestos, de modo que toda a extensão da linguagem de interação fosse formulada sem a existência de conflitos. Essa complexidade estava dificultando a criação de uma linguagem baseada em gestos que fosse, de fato, acessível para a abrangência do público-alvo que almejamos beneficiar com esta pesquisa;
- **2ª PPB:** Antes do início dessa prática, vislumbrando obter melhores resultados, substituímos o artefato por dedais. Durante a prática continuamos a explorar a formulação de gestos para composição da linguagem. Contudo, no decorrer dessa atividade notamos que a ênfase da busca de soluções também estava direcionada a linguagem e pouco ao artefato. Da rica discussão, foi extraída a proposta de uso de uma espécie de *band-aid* como um novo artefato físico de interação, mas descartada devido a dificuldade de adaptação ao contexto de uso da TVDI;
- **3ª PPB:** Partindo das informações das PPBs anteriores, realizamos nova prática com outro artefato com características que resolviam problemas mencionados nas outras PPBs: o anel. Assim, foi pensado em três tipos de anéis fisicamente ajustáveis, coloridos, e com identificação em Braille, além de uma linguagem de interação simples e de fácil aprendizado. Essas características permitem o atendimento das questões levantadas junto ao público-alvo, que balanceadas gerou a solução final, como será visto na próxima seção.

6.2.2 Reflexão sobre as Práticas Participativas

Após concluirmos as três PPBs, ficou explícita a dificuldade de encontrarmos uma nova linguagem de interação para o contexto pesquisado, principalmente devido aos incontáveis fatores que influenciam o ambiente de uso da televisão. Essa mesma consideração é válida e ampliada para propostas que estão buscando considerar os gestos realizados pelos usuários como mais um mecanismo de entrada de dados para a TVDI.

Diversos fatores que influenciam o ambiente de uso da televisão devem ser tratados por novas soluções. Neste trabalho, consideramos que as soluções deveriam ser utilizáveis por usuários em pé, sentados, reclinados ou mesmo deitados. Além disso, durante as discussões com os usuários das PPBs, questões relacionadas ao local do uso das soluções também foram ponderadas como, por exemplo, sofá, mesa de jantar, cama, cadeira e rede. Outro fator-chave que deve estar claro é que nem sempre os usuários possuem as duas mãos livres para serem usadas no processo de interação com o sistema de televisão. Entendemos que as soluções devem considerar esses fatores de modo a se criar, de fato, propostas adequadas a esse contexto diverso.

Durante a 2ª PPB começamos a perceber que a ênfase do trabalho estava sendo direcionada para a formulação dos gestos que poderiam vir a compor a linguagem, com o intuito de definir os movimentos que viessem a representar as diferentes funções de interação com a TVDI. Por esse motivo, na 1ª PPB, não foram exploradas em exaustão as questões relacionadas com o artefato físico de interação.

Entre cada PPB as modificações na linguagem eram significativas, mas o artefato físico de interação não evoluía na mesma dimensão, apesar de termos trabalhado diferentes artefatos em cada uma das PPBs. Ao finalizamos a 2ª PPB, observamos que as duas vertentes desta pesquisa não estavam sendo exploradas de forma balanceada: o artefato físico de interação e a linguagem de interação baseada em gestos. Assim, durante as reflexões realizadas entre a 2ª PPB e a 3ª PPB esse novo olhar foi aplicado, o que fez toda a diferença no resultado final do presente trabalho.

Considerado o que foi discutido nas PPBs, o artefato escolhido para ser adaptado ao contexto de uso da TVDI como o artefato físico de interação foi o anel. Dessa forma, as especificações do design do produto e da linguagem de interação de um novo artefato digital para a TVDI baseado em anel foi o próximo passo.

Ao selecionarmos o anel como artefato físico de interação não estamos invalidando a utilização dos outros artefatos, ou seja, a luva, o dedal, o *band-aid* e a pulseira como instrumentos mediadores da interação entre os usuários e sistemas digitais. Portanto, com base nas PPBs, esclarecemos que esses artefatos não se configuraram como os artefatos mais adequados a serem adaptados ao contexto de uso da TVDI, uma vez que um dos objetivos

de nossa pesquisa é especificar um novo artefato físico de interação e sua sintaxe de uso, acessíveis e utilizáveis por todos, na maior extensão possível.

Ressaltamos que as práticas participativas contribuíram de modo substancial para o amadurecimento das ideias e de um melhor entendimento dos fatores que influenciam esse contexto de uso. Entendemos, também, que a evolução da solução ganhou outra magnitude com a participação ativa dos usuários das PPBs na fase inicial de definição da nova linguagem de interação.

6.3 Proposta de Um Novo Artefato Digital para a TVDI

Apresentamos nesta seção uma proposta de *design* de um novo artefato digital para a TVDI e a formalização da linguagem de interação desse artefato, baseado nos resultados alcançados com a realização das práticas participativas delineadas na Seção 6.2. As soluções descritas nesta seção também foram embasadas em resultados prévios de nossa pesquisa, estando as soluções em consonância com: 1) as recomendações de uso dos artefatos físicos de interação com a TVDI [76]; 2) as diretrizes para novos artefatos físicos de interação com a TVDI [74]; 3) o Modelo MulTIS de interação baseado em gestos [68]; e 4) as *guidelines* de *design* para novos artefatos físicos de interação com a TVDI [65].

Impulsionados pela meta de construir uma solução para todos, na maior extensão possível, nossa proposta de novo artefato digital – *hardware* – para a TVDI envolve sua divisão em dois elementos principais (Figura 6.1b e Figura 6.1c), que trabalham de forma conjugada:

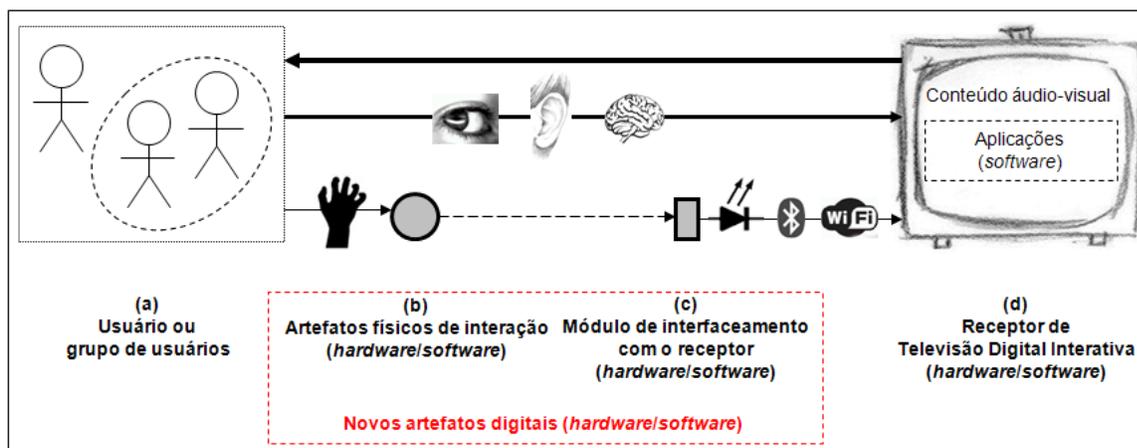


Figura 6.1: Interação entre os usuários e o sistema de televisão via artefatos físicos de interação mais transparentes aos usuários

- **1º Elemento:** O primeiro elemento é composto por um conjunto de artefatos físicos de interação, que correspondem a parte mais leve das soluções de *hardware* e que

estarão em contato físico direto com os usuários (Figura 6.1b), que na maioria dos casos da proposta serão usados nos dedos das mãos. Definimos esse novo artefato digital como: Anel Interativo Ajustável ou, em inglês, *Adjustable Interactive Ring* (AIR), pelos motivos expostos a seguir:

- **Anel:** A utilização conjugada de mais de um anel possibilita flexibilidade para compor diferentes soluções, visto que funcionalidades estanques podem ser (re)combinadas de formas distintas. Além disso, tal artefato está presente no cotidiano das pessoas e sua utilização diária, por muitas vezes, passa despercebida;
 - **Interativo:** O anel é adaptado eletronicamente com os recursos necessários de modo a se constituir em artefato físico que viabiliza, de fato, a interação dos usuários com sistemas digitais;
 - **Ajustável:** Esse termo foi empregado com o intuito de expressar algumas características da solução, a saber: 1) física: o anel é fisicamente ajustável, isso quer dizer, possui flexibilidade para se acomodar, *a priori*, nos dedos das mãos de qualquer usuário. Ainda nessa vertente, vale também considerar que esse artefato é ambidestro; e 2) modularidade: a solução possibilita múltiplas configurações, dependendo do contexto de uso e do perfil do usuário.
- **2º Elemento:** O segundo elemento é o dispositivo responsável pela comunicação eletrônica – interfaceamento – entre os artefatos físicos de interação e o receptor de TVDI (Figura 6.1c). Esse *hardware* possui a capacidade de identificar o movimento no espaço de um tipo específico de artefato físico de interação considerando os componentes descritos no Modelo MulTIS, e receber os sinais de radiofrequência (RF) transmitidos pelos diferentes tipos de artefatos físicos de interação nas suas respectivas faixas de trabalho. Assim, todos esses sinais serão processados nesse dispositivo e transmitidos para o receptor de TVDI. Esse novo artefato digital foi batizado como: Módulo de Interfaceamento com o Receptor ou, em inglês, *Receiver Interfacing Module* (RIM).

A proposta de uma nova linguagem de interação para o contexto de uso da TVDI baseada em gestos sob o Modelo MulTIS via um conjunto de Anéis Interativos Ajustáveis (AIRs) – um artefato físico de interação baseado no conceito do Anel Interativo Ajustável (AIR) – poderá ser usado pelos usuários de forma mais natural e universal, mantendo o foco de atenção do usuário direcionado para a tela da TVDI e, portanto, na tarefa a ser executada e não, parcialmente, no artefato físico de interação. Esse modo de interação, portanto, se diferencia da tradicional forma de interação dos usuários com a TVDI via controle remoto, onde por muitas vezes o usuário necessita olhar para o controle a fim de identificar o botão que deseja acionar. Vale ressaltar que num contexto de uso da televisão onde não ocorre muita interação esse fator não é, de fato, um problema, mas com a disponibilização de

aplicações interativas na TVDI o diálogo passa a ser mais constante e dinâmico, e o foco deverá estar na tela da televisão (tarefas). Caminhando em direção à abordagem proposta, esperamos que ocorra uma mudança na interação dos usuários com o sistema de televisão, uma vez que o foco da interação deve passar a ser a interface da TVDI – canal de TV, programa ou serviço –, e não mais, parcialmente, o artefato físico de interação.

A composição básica dos AIRs para a TVDI corresponde à solução que será utilizada por todos os usuários. Essa configuração da solução é composta por um conjunto de três tipos distintos de Anel Interativo Ajustável: **A**tivação, **M**ovimentação e **O**pções, respectivamente, AIR-A, AIR-M e AIR-O. Vale destacar que todos os tipos de AIRs são pressionáveis, isto quer dizer que existe um chaveador eletrônico como, por exemplo, um botão de tamanho reduzido no artefato físico de interação. Além disso, cada tipo de AIR possui gravado uma marca – uma letra em Braille – fisicamente acessível. A existência dessa marca no artefato físico de interação foi motivada pela necessidade de viabilizar um modo de identificar o tipo de cada AIR por usuários que não possam realizar essa identificação pela cor do artefato, tais como, usuários com deficiência visual. Cabe ainda comentar que a letra que representa os diferentes tipos corresponde à principal função de cada tipo.

A composição estendida dos AIRs para a TVDI corresponde à solução que será empregada por usuários com algum tipo de restrição física mais acentuada. Contudo, vale destacar que a linguagem de interação dos artefatos permanece inalterada, o que é coerente com a nossa proposta. O que é alterado é a forma como os usuários irão fazer uso dos AIRs. Além disso, nessa configuração da proposta, AIRs adicionais são disponibilizados, criados a partir das necessidades específicas de cada usuário. Os AIRs adicionais são entendidos como os *shortcuts* do Modelo MuTIS.

Para o caso de um usuário apresentar, por exemplo, severas restrições motoras, um AIR adicional é incorporado a solução: AIR-E. Vale comentar que esse AIR apenas congrega algumas funções do AIR-M (da composição básica). Assim, entendemos que usuários com severas restrições motoras, por exemplo, poderão usar o AIR-M preso à cabeça com alguma espécie de cinta e os outros AIRs ficariam dispostos perto da ponta dos seus dedos (AIR-A, AIR-O e AIR-E), de modo que o usuário possa interagir com o sistema de televisão usando a mesma linguagem de interação. Detalhes acerca das composições básica e estendida dos AIRs para a TVDI estão disponíveis em [62].

Cabe ressaltar que a solução apresentada neste artigo já trata diferentes questões que foram levantadas e discutidas em uma prática participativa realizada em um cenário de diversidade de perfis de usuários. Tal atividade, denominada de Prática dos Anéis (PA), nos proporcionou um *feedback* diretamente com os usuários potenciais da solução apresentada neste trabalho, além de ter gerado novos *insights* para prosseguirmos com nossa pesquisa. Os onze usuários participantes dessa avaliação preliminar dos AIRs, diferentemente dos

participantes das PPBs, vêm de diferentes regiões do Brasil – Regiões Sul, Sudeste, Norte e Nordeste – e possuem diferentes vivências com o uso de tecnologias, desde instrutores de informática até pessoas que nunca haviam usado computador e que possuem dificuldades para usar caixa eletrônico de banco, celular e outros artefatos digitais. Detalhes da PA estão discutidos em [62].

6.3.1 Design do Produto

Na Figura 6.2 apresentamos uma representação visual das características que compõem o AIR.

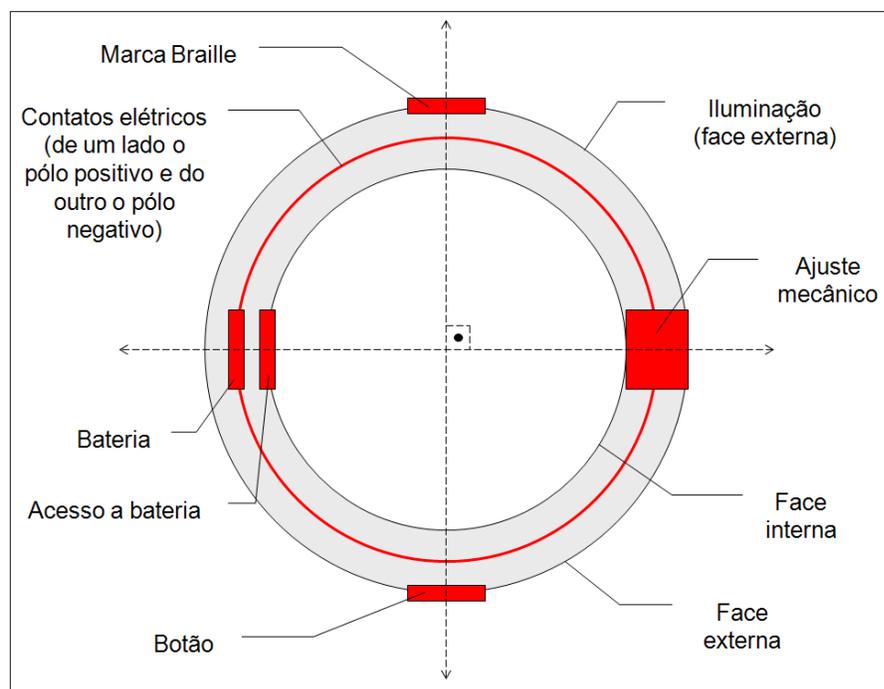


Figura 6.2: Configuração física bidimensional do AIR

Na Figura 6.3 apresentamos o design do produto dos AIRs para a TVDI em diferentes ângulos. Seguem as decisões de *design* que compõem as características físicas dos Anéis Interativos Ajustáveis para a TVDI:

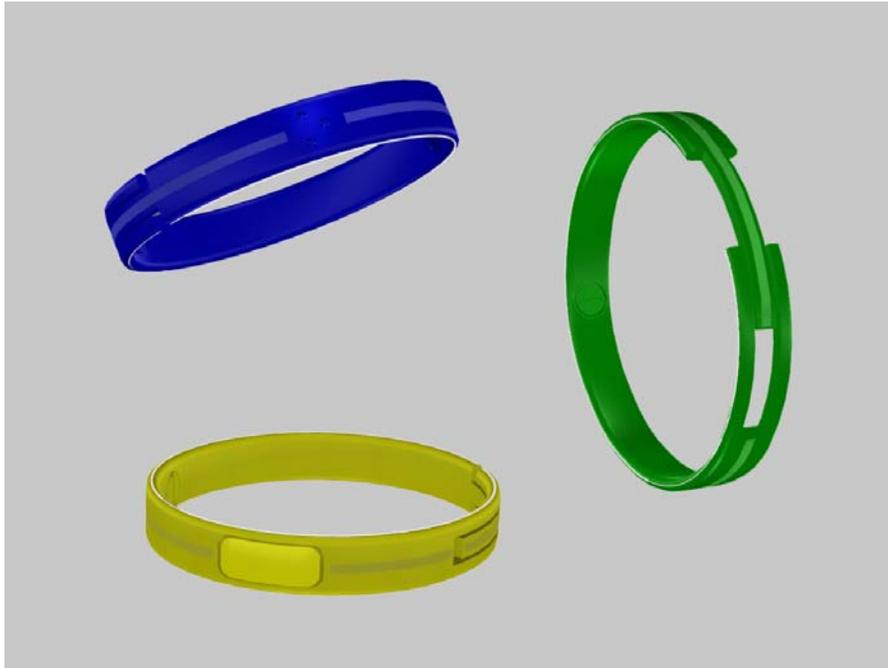


Figura 6.3: Design do produto da composição básica dos AIRs para a TVDI em três diferentes perspectivas

- **Cores:** As cores escolhidas para distinguir os diferentes tipos de AIRs para a TVDI levaram em consideração questões relacionadas a dificuldade de percepção de cores por daltônicos. Assim, por exemplo, optou-se por não usar a cor vermelha, pois essa cor pode ser de difícil diferenciação em relação a cor verde;
- **Um único botão visualmente explícito:** O AIR foi concebido com apenas um botão visto o que foi comentado pelos usuários da PA em relação às dificuldades de uso do controle remoto e que, posteriormente, foram corroboradas em experimento [65]. Além disso, o *design* do AIR com o botão explicitamente visível, sem perder de vista a suavidade e delicadeza do artefato físico de interação, foi motivado por questões relacionadas aos *affordances* de anéis, uma vez que anéis do cotidiano não sugerem ao usuário que os mesmos possam ser acionados. Como observado na Figura 6.2, esse botão fica do lado oposto da marca Braille, tentando sugerir para o usuário que a marca Braille é uma espécie de adorno;
- **Marca Braille:** O Braille foi usado no artefato motivado pela concepção do Design para Todos. Dessa forma, existe no artefato uma marca fisicamente acessível, uma letra em Braille, que corresponde a principal função de cada tipo, de modo que usuários com, por exemplo, deficiência visual possam identificar o AIR. Assim, imaginamos que a marca em Braille deve ajudar nessa identificação. Optou-se por não disponibilizar a gravação em Braille sobre o único botão do artefato visando

minimizar as chances dos usuários acionarem o botão do AIR enquanto estiverem tentando identificar o tipo de AIR pela marca Braille. Vale comentar que tais marcas não simbolizam, necessariamente, a funcionalidade que será disparada ao acionar o botão, mas sim uma das funções do AIR. Logo, por exemplo, para movimentar o cursor na interface não é necessário acionar o botão do AIR-M;

- **Ausência de texto:** Alinhou-se a concepção do design do produto do AIR em uma solução sem texto, visto que a existência de texto no artefato poderia impactar em algumas barreiras de interação para uma parcela do nosso público-alvo como, por exemplo, usuários com baixo letramento e/ou com algum nível de deficiência visual. Essa característica foi reforçada positivamente por alguns comentários realizados pelos participantes da PA;
- **Fisicamente ajustável:** O AIR possui característica mecânica que permite o seu ajuste a diferentes tamanhos de dedos;
- **Peso:** A especificação indica que seu peso será semelhante a de um anel de adorno;
- **Iluminação:** Incorporado ao *design* para facilitar sua localização. Essa característica surgiu como uma necessidade relatada pelos usuários da PA;
- **Fonte de energia elétrica:** A bateria que fornece corrente elétrica para os componentes eletrônicos do AIR fica localizada no lado oposto do ajuste mecânico, e nas laterais do AIR existem contatos elétricos que permitem que a bateria do AIR seja recarregada quando o AIR estiver guardado em um compartimento próprio no RIM;
- **Espessura única:** Optou-se por manter o AIR com uma espessura única de modo a evitar que os usuários viessem a usar a parte mais larga, provavelmente onde ficaria localizado o botão, visível no dorso da mão. Essa forma de uso poderia implicar em alguns problemas de usabilidade da solução. Dessa forma, o AIR fica mais parecido com uma aliança;
- **Bordas arredondadas:** As bordas foram arredondadas para não machucar os dedos dos usuários.

Na Figura 6.4 apresentamos o design do produto do RIM. Seguem as características que compõem o *design* do Módulo de Interfaceamento com o Receptor:

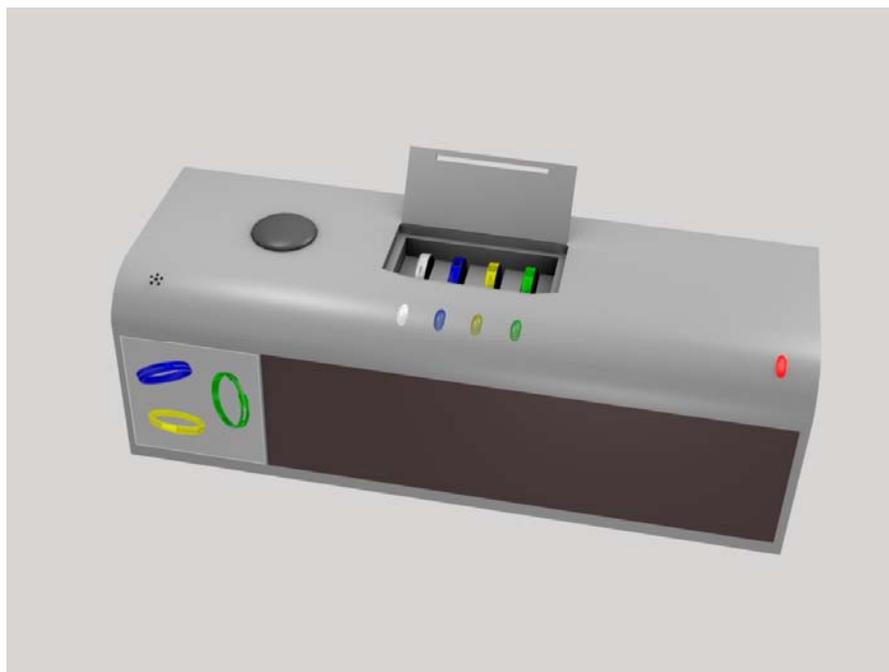


Figura 6.4: Design do produto do RIM – vista frontal – com os AIRs dentro do compartimento

- **Dois botões:** Incluídos no artefato para permitir ao usuário remotamente acender/apagar os AIR e ligar/desligar a sinalização sonora do RIM;
- **Compartimento dos AIRs:** Local usado para guardar e, caso necessário, recarregar os AIRs, visto que se os mesmos ficarem soltos podem, mais facilmente, serem perdidos. Essa característica surgiu como uma necessidade relatada pelos usuários da PA;
- **Indicadores luminosos:** Indicam os *status* dos diferentes AIRs – AIR-A, AIR-M, AIR-O e AIR-E – e do RIM;
- **Sinalizador sonoro:** Incorporado ao artefato para permitir que usuários que não possam identificar os *status* dos AIRs e do RIM pelos seus respectivos indicadores luminosos como, por exemplo, usuários com deficiência visual, também possam saber os *status* dos AIRs e do RIM por meio da emissão de silvos curtos e longos;
- **Braille:** Usado no artefato para apoiar usuários com deficiência visual a identificar e trabalhar com o botão que permite ligar/desligar a sinalização sonora do RIM.

6.3.2 Linguagem de Interação

Segue a formalização da linguagem de interação dos AIRs para as seguintes funções de interação com a TVDI: ligar/desligar o aparelho de televisão, regular o volume do som e

ampliar/reduzir uma área da interface. A descrição completa da linguagem de interação dos AIRs para a TVDI e do RIM estão disponíveis em [62]. Para cada função é apresentada uma descrição geral da tarefa, os AIRs envolvidos, a linguagem de interação dos AIRs para executar a função, o *feedback* das ações, além de algumas informações adicionais. Vale comentar, ainda, que quando dizemos que determinado AIR deve ser pressionado estamos nos referindo ao pressionamento do único botão disponível em cada tipo de AIR.

- **Ligar/desligar**

- **Descrição:** Ligar e desligar o aparelho de televisão;
- **AIRs envolvidos:** AIR-M;
- **Linguagem de interação dos AIRs para executar as funções:** Pressionar por, no mínimo, dois segundos o AIR-M;
- **Feedback da ação:** Liga a televisão caso o equipamento esteja desligado ou desliga a televisão caso o equipamento esteja ligado;
- **Informações adicionais:** Para essa ação não existe a necessidade de apontar o AIR-M para o RIM.

- **Regular o volume do som**

- **Descrição:** Regular o volume do som da televisão;
- **AIRs envolvidos:** AIR-M e AIR-O;
- **Linguagem de interação dos AIRs para executar a função:** Pressionar o AIR-O e mantendo-o pressionado deslocar o AIR-M para cima ou para baixo, respectivamente, para aumentar ou diminuir o volume;
- **Feedback da ação:** Aumenta ou diminui o volume do som caso o AIR-M tenha se deslocado, respectivamente, para cima ou para baixo. Vale considerar, além do *feedback* sonoro natural dessa ação o surgimento temporário, enquanto da realização dessa ação, de um *scroll* na interface demonstrando que o volume do som da televisão está sendo aumentado ou diminuído, conforme o caso;
- **Informações adicionais:** Após o AIR-O ter sido pressionado e o AIR-M ter sido deslocado para cima ou para baixo não existe a necessidade de ficar deslocando o AIR-M continuamente para cima ou para baixo. O volume do som vai aumentando ou diminuindo até que o AIR-O deixe de ser pressionado. Além disso, vale observar que quando o AIR-O é pressionado o cursor da interface terá o seu mapeamento com o AIR-M temporariamente desabilitado enquanto o AIR-O permanecer pressionado; e que quando o AIR-O deixar de ser pressionado o cursor volta a aparecer no mesmo local da interface que estava aparecendo antes do AIR-O ter sido pressionado. Pensa-se que o espaço mínimo de deslocamento no espaço (Δs) para cima ou para baixo a partir do ponto de referência – ponto virtual criado pelo sistema a partir do momento do pressionamento do AIR-O – poderá ser

personalizado pelo usuário de modo que o sistema entenda, de fato, a vontade de interação do usuário com o sistema de televisão.

- **Ampliação/redução da interface**
 - **Descrição:** Ampliar e reduzir – *zoom in/out* – a área onde o cursor estiver incidindo na interface;
 - **AIRs envolvidos:** AIR-A e AIR-M;
 - **Linguagem de interação dos AIRs para executar as funções:** Pressionar o AIR-A com o cursor em uma área que não pode ser ativa da interface e mantendo-o pressionado deslocar o AIR-M para a direita ou para a esquerda, respectivamente, para ampliar ou reduzir a área onde o cursor estiver incidindo na interface;
 - **Feedback da ação:** Realiza uma ampliação ou redução da área sobre a qual o cursor estiver incidindo caso o AIR-M tenha se deslocado, respectivamente, para a direita ou para a esquerda;
 - **Informações adicionais:** Após o AIR-A ter sido pressionado e o AIR-M ter sido deslocado para a direita ou para a esquerda não existe a necessidade de ficar deslocando o AIR-M continuamente para a direita ou para a esquerda. A área vai sendo ampliada ou reduzida até que o AIR-A deixe de ser pressionado. Além disso, vale observar que quando o AIR-A é pressionado o cursor da interface terá o seu mapeamento com o AIR-M temporariamente desabilitado, mas permanecendo visível no centro da região que estiver sendo ampliada/reduzida, enquanto o AIR-A permanecer pressionado. Além disso, a velocidade desse *zoom in/out* poderá ser configurado pelo usuário. Pensa-se também que o espaço mínimo de deslocamento no espaço (Δs) para a direita ou para a esquerda a partir do ponto de referência – ponto virtual criado pelo sistema a partir do momento do pressionamento do AIR-A – poderá ser personalizado pelo usuário de modo que o sistema entenda, de fato, a vontade de interação do usuário com o sistema de televisão.

6.3.3 Discussão

Seguem algumas considerações acerca da nova linguagem de interação proposta para a TVDI via Anéis Interativos Ajustáveis: 1) o protocolo de interação dos AIRs foi concebido para ser utilizado com apenas uma das mãos, dado o contexto de uso da televisão e as possíveis limitações motoras de uma parcela do público-alvo; 2) foram agrupadas diversas funcionalidades que não necessitam do componente gestos como funções secundárias do AIR-M visando tornar a solução acessível. Essa configuração é fundamental para que os usuários com, por exemplo, severas restrições motoras, também possam fazer uso da nova linguagem de interação com a TVDI via Anéis Interativos Ajustáveis; 3) a linguagem de

interação formulada não especifica onde os AIRs devem ser usados – por exemplo, nos dedos das mãos ou dos pés, preso a alguma parte do corpo etc. –, apenas são definidas as ações a serem realizadas sob estes artefatos como, por exemplo, deslocar o AIR-M em alguma direção ou acionar o botão de um dos AIRs; e 4) a solução dos AIRs para a TVDI, do ponto de vista do *design* deste artefato, não são necessariamente para uso coletivo ou individual, uma vez que de posse de vários AIRs, nada impede que um usuário utilize um tipo, outro usuário use outro tipo etc. Entendemos que não é o artefato em si, ou seja, o AIR que predefine se o seu uso será individual ou coletivo, mas o uso diferenciado que possam vir a fazer para esse novo artefato físico de interação com sistemas digitais em geral.

Com base no que foi apresentado, múltiplas formas de utilização dos AIRs são possíveis, o que demonstra a flexibilidade da solução para ser usado como melhor se adaptar aos usuários.

Seguem algumas considerações de cunho tecnológico das soluções propostas: 1) o reconhecimento do movimento no ar do AIR-M é realizado com o uso de acelerômetro; 2) a comunicação eletrônica entre os AIRs e o RIM é realizada por RF; e 3) a comunicação eletrônica do RIM com o receptor de TVDI poderá ser realizada por *infrared* (IR) – visando manter compatibilidade com os equipamentos atuais –, Bluetooth, Wireless ou qualquer outra tecnologia de transmissão sem fio.

6.4 Conclusão

A maioria dos potenciais usuários de TVDI no Brasil ainda não estão familiarizados com o uso cotidiano de interfaces digitais. Experimentos realizados pelo nosso grupo de pesquisa, com representantes do público-alvo em outros contextos de pesquisa, demonstraram a dificuldade dos usuários de entendimento das interfaces digitais [5,82]. Caminhos para um uso efetivo e para um diálogo mais fluente com essa nova mídia vão depender diretamente do artefato físico de interação com a TVDI.

Neste trabalho apresentamos o design do produto e a linguagem de interação de um artefato digital proposto para interação com a TVDI: os Anéis Interativos Ajustáveis e o Módulo de Interfaceamento com o Receptor. Estes artefatos foram concebidos e especificados como resultados de nossa pesquisa e com a aplicação de técnicas do Design Participativo em práticas realizadas com representantes do público-alvo.

A solução proposta apresenta: 1) artefatos físicos de interação acessíveis – AIRs – e transparentes aos usuários com flexibilidade de uso, podendo ser utilizado em uma ou nas duas mãos, e no(s) dedo(s) das mãos que ao usuário melhor se adaptar; 2) um protocolo de interação para os AIRs para a TVDI com comandos simples que funcionam

independentemente da disposição feita pelo usuário; e 3) possibilidade de manipulação direta dos elementos de interface das aplicações interativas.

Essas três características da solução, inspiradas no Design para Todos e numa abordagem socio-técnica para tratamento do problema/solução, evidenciam seu diferencial perante outras propostas da literatura, além de seu potencial ao contexto de uso da TVDI e a abrangência de usuários que buscamos beneficiar com esta pesquisa, incluindo usuários com severas restrições motoras e com baixo nível de letramento. Assim, o design do produto do AIR e a linguagem de interação dos AIRs para TVDI compõem o que estamos definindo como Artefatos Digitais para Todos ou, em inglês, *Digital Artifacts for All (e-Artifacts for All)*.

Como continuidade desta pesquisa destacamos a implementação dos protótipos do RIM e dos AIRs necessários a viabilização da interação dos usuários com o sistema de televisão por meio desse novo artefato digital, procedimento em curso em nossos laboratórios, e nova exposição à validação junto aos usuários finais.

Gostaríamos de ressaltar que a proposta dos Anéis Interativos Ajustáveis foi concebida para o contexto de uso da TVDI, mas devido as suas características de projeto, por exemplo, a unicidade de suas partes e a possibilidade de (re)configuração dos AIRs via *software* maximizam futuras customizações e adaptações de tais artefatos para outros domínios, como ambientes imersivos.

Vislumbrando o potencial das soluções geradas neste trabalho, no presente momento, trabalhamos na direção de depositarmos a patente desta solução junto às instâncias competentes para assim, mais facilmente, convertemos as tecnologias desenvolvidas na Universidade em benefício social para a população brasileira por meio do licenciamento futuro desta invenção. Esse fato demonstra que ao darmos mais um passo a frente no estado da arte desse domínio, podemos de modo concreto contribuir também com o estado da técnica. Por fim, destacamos que a solução descrita apresenta: 1) uma novidade em relação ao estado da técnica/arte dos artefatos físicos de interação com a TVDI; 2) uma solução inovadora, principalmente devido a diversidade de potenciais usuários dessas soluções no Brasil e ao redor do mundo; e 3) potencial de aproveitamento pela indústria de eletroeletrônico, sabendo que os mercados de Televisão Digital Interativa no Brasil e no mundo estão em franca expansão.

Capítulo 7

Adjustable Interactive Rings for iDTV[∞]

7.1 Introduction

The digitization of terrestrial television broadcasting in Brazil and consequently the possibility of interactivity on television establish a new paradigm of interaction with the media that has great potential to make a social impact for the Brazilian population. According to the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), 95.1% of Brazilian households possess at least one television. The scale of Brazilian households that possess televisions shows its importance in different contexts, e.g., cultural, social, educational, strategic etc. This media is the main source of information and entertainment for the population.

Interactive Digital Television (iDTV) research in Brazil is in a relative early stage, especially with regard to the interaction design of users with the television system. Only in the mid-2006, with the creation of the Brazilian System of Digital Terrestrial Television (SBTV-D-T), research in this field in Brazil, indeed, began to emerge, although the number of scientific publications and patents produced by our researchers on the subjects is still scarce.

In the context of our research, some statistics of extreme importance can be highlighted because they suggest the diversity of skills and competencies, and the social reality of the target audience of the solution presented in this paper. According to IBGE, e.g., 14.5% of the population (\approx 24.6 million people) are carriers of at least one deficiency and, according to the Paulo Montenegro Institute (IPM), 75% of Brazilians are not considered fully literate.

[∞] Esta é a versão final de um artigo aceito para publicação (Anexo B.1) no IEEE Transactions on Consumer Electronics (T-CE): L.C. Miranda, H.H. Hornung, and M.C.C. Baranauskas, “Adjustable Interactive Rings for iDTV,” IEEE Transactions on Consumer Electronics (T-CE), IEEE Consumer Electronics Society, vol. 56, no. 3, pp. 1-9, Aug. 2010, in press [66].

Still, according to the Institute of Applied Economic Research (IPEA), 30.1% of the population lives below the poverty line. These groups of users, who constitute a significant portion of the target audience, are potentially more vulnerable to problems of interaction with iDTV while potentially benefiting the most from this technology.

Although Brazil is adopting one of the worldwide DTV Standards as a technological basis for SBTVD-T, this does not mean that SBTVD-T meets all needs from the perspective of how the user would interact with the television. The context of use of digital television in Brazil is different from that of developed countries, because of the large differences and inequalities with regard to socio-economics and culture, as well as access to technology and knowledge in different regions of Brazil. Furthermore, the majority of potential iDTV users is unfamiliar with the daily and effective use of digital interfaces.

Despite the physical artifact of interaction having a fundamental role in the interaction of users with the television system, there still exist few scientific publications that explore the topic of interaction design in iDTV from the perspective of the physical artifact of interaction. Most published work in the context of iDTV treats mainly issues relating to Graphical User Interface (GUI) interactive applications, without considering other hardware – as an alternative to the remote control – that could be used as mediator of electronic communication between users and the television system.

The solution presented in this paper is result of the research involving a review of the state of the art of physical artifacts of interaction and an analysis of proposals from the perspective of Human-Computer Interaction (HCI) [68]. Based on this analysis we argue that the solutions/technologies alone or combined, e.g., presented in [24,27,32,54,56,95,100,111,113,127] are not the most appropriate for the audience described above.

Within the HCI focus, the design of artifacts and interaction language are key differentiators that depend on the target audience that is supposed to benefit from the product, in the particular case of this work, the Brazilian population. Hence, we invented a consumer electronic product to be used by people that potentially present the whole diversity of skills and competencies found in our population. The distinguishing factor of our research and, consequently, of our solution will be explored in detail in this paper.

The paper is organized as follows: in Section 7.2 we detail the proposal, i.e., we present the product design specifications for this new iDTV artifact, the formalization of its interaction language, and the hardware prototypes; in Section 7.3 we present the results of an evaluation of our solution conducted with user representatives; and Section 7.4 presents concluding remarks and indicates possible future work.

7.2 The Proposed New Digital Artifact

Driven by the goal of building a solution suitable for everyone, to the maximum possible extent, our proposal for a new digital artifact – hardware – for iDTV involves its division into two main components (Figure 7.1b and Figure 7.1c), working in a cooperative manner:

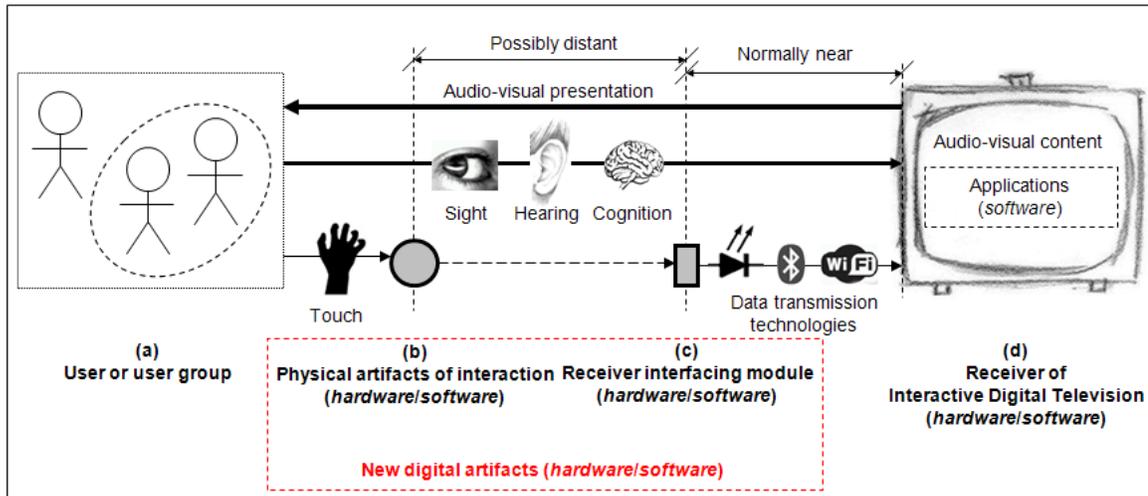


Figure 7.1: Interaction between users and the television system via physical artifact of interaction that is more transparent to users

- **1st Element:** The first element is composed of a set of the physical artifacts of interaction, which corresponds to the most lightweight of the hardware solutions that will be in direct physical contact with the users (Figure 7.1b). In most cases of the proposal they will be used on the fingers. We define this new digital artifact as Adjustable Interactive Ring (AIR), for the reasons explained as follows:
 - **Ring:** The combined use of more than one ring enables the creation of different solutions, since the features can be (re)combined in different ways. Furthermore, this artifact is present in people's daily lives and its daily use often goes unnoticed;
 - **Interactive:** The ring is adapted electronically with the necessary resources in a way that results in physical artifact that actually enable user interaction with digital systems;
 - **Adjustable:** This term was used in order to express some features of the solution:
 - 1) physical feature: the ring must be physically adjustable, i.e., have the flexibility to suit the fingers of any user; furthermore, this artifact considers ambidexterity; and
 - 2) modularity feature: the solution allows multiple configurations, depending on the context of use and user profile.

- **2nd Element:** The second element is the device that is responsible for electronic communication – interfacing – between the physical artifacts of interaction and the iDTV receiver (Figure 7.1c). This hardware has the ability to identify the movement within a specific type of physical artifact of interaction considering the components described in the MulTIS Model (for further details see [68]), i.e., considering its motion in 2 axes – X and Y – and disregarding the Z-axis. Furthermore, it has the ability to receive radio frequency (RF) signals transmitted by different types of physical artifacts of interaction in their respective working range. Thus, all these signals are processed in the device and transmitted to the iDTV receiver. This new digital artifact is called Receiver Interfacing Module (RIM).

The basic composition of the AIRs for iDTV corresponds to the solution to be used by all users. This configuration of the solution consists of a set of three types of Adjustable Interactive Ring: **A**ctivation, **M**ovement and **O**ptions, or AIR-A (green), AIR-M (yellow) and AIR-O (blue), respectively. It is worth noting that all types of AIR can be pressed, this means that there is some type of electronic resource, e.g., a tiny button on the physical artifact of interaction. Furthermore, each type of AIR has a stamp – a letter in Braille – physically accessible. The existence of this stamp on the physical artifact of interaction was motivated by the need to define a way to identify the type of each AIR for users who cannot identify the artifact by their respective colors, such as visually impaired users. It should also be mentioned that the letter that represents the different types correspond to the main function of each type.

The extended composition of the AIRs for iDTV corresponds to the solution that will be used by users with more severe physical limitation. However, it is worth noting that the interaction language of the artifact remains unchanged, which is consistent with our proposal. The difference is in how users will make use of AIRs. Furthermore, additional AIRs are available, created from the specific needs of each user.

In the case of a user having, for example, severe motor restrictions, an additional AIR is added to the solution: AIR-E (white). It is worth mentioning that this AIR brings only some functions of the AIR-M from the basic composition. Thus, we believe that users with severe motor restrictions can use the AIR-M attached to the head with some sort of strap while the other AIRs are placed near the tip of his/her fingers (AIR-A, AIR-O and AIR-E). Thus the user can interact with the television system using the same interaction language.

7.2.1 Design

Figure 7.2 shows a visual representation of the characteristics that constitute the AIR.

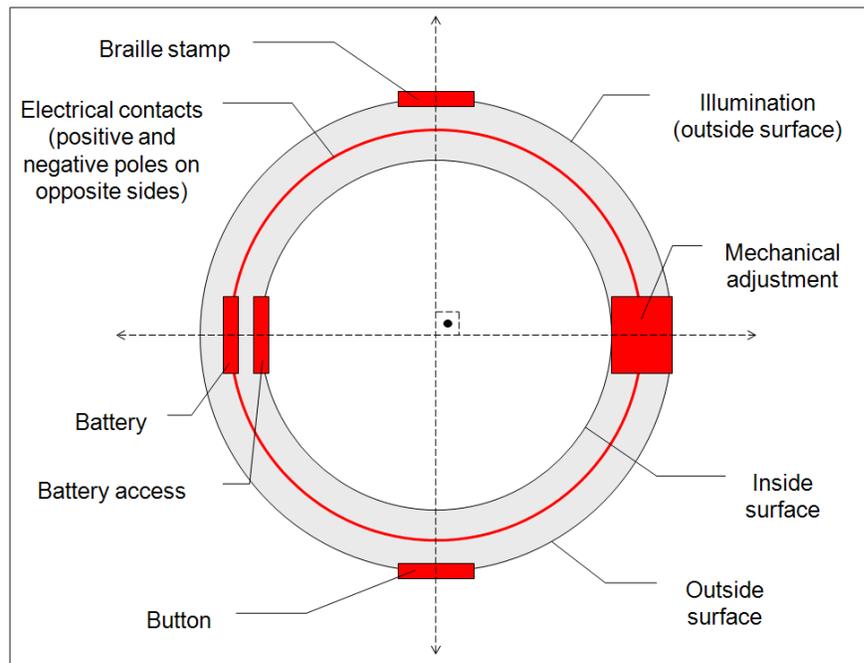


Figure 7.2: Two-dimensional view of the physical configuration of the AIR

Figure 7.3 and Figure 7.4 present the product design in two different perspectives. The following design decisions constitute the physical characteristics of the AIRs for iDTV:

- **Colors:** The colors used to distinguish different types of the AIRs for iDTV took into account issues related to difficulty of color perception by colorblind. For example, we chose not to use red because that color can be difficult to be distinguished from green;
- **A single visually explicit button:** The design of the AIR with the button explicitly visible, without losing sight of the softness and delicacy of the physical artifact of interaction, was motivated by issues related to the affordances [88,91] of rings, since rings generally are not activated during daily use. As seen in Figure 7.2, this button is on the opposite side of the Braille stamp, suggesting to non Braille readers, a kind of adornment;
- **Braille stamp:** Braille was used in the artifact motivated by the concept of Design for All also known in literature as Universal Design [118]. Thus, the artifact has got a physically accessible mark – a letter in Braille – that corresponds to the main function of each AIR, so that users such as visually impaired ones are able to identify the AIR. For the basic configuration of the AIRs for iDTV, the letters A, M and O are embossed in the AIR-A, AIR-M and AIR-O, respectively. Thus, we imagine that the Braille stamp assists in this identification. We chose not to put the Braille stamp onto the single button of each artifact to minimize the chances that users flip the AIR button while trying to read the Braille mark. These stamps not necessarily symbolize a

feature that is triggered by pressing the button, but one of the functions of AIR. Thus, for example, in order to move the cursor on the interface it is not necessary to press the AIR-M;

- **Absence of text:** The solution adopted does not involve text, because the presence of text in the artifact could impose interaction barriers to a portion of our audience, e.g., users with low literacy and/or with some level of visual impairment;
- **Physically adjustable:** The AIR has a mechanical attribute that allows its adjustment to different finger sizes;
- **Weight:** The specification indicates that its weight will be similar to an adornment ring;
- **Illumination:** Built-in design to facilitate its location;
- **Power source:** The battery that provides electrical power to the electronics of the AIR is located in the opposite side to the mechanical adjustment, and the sides of the AIR have electrical contacts that allow battery recharging when AIR is stored in the RIM compartment;
- **Uniform thickness:** We decided to design the AIR with a uniform thickness to avoid positioning the visible button on the back of the hand. This kind of use could result in some usability problems. Thus, the AIR is similar to a wedding ring;
- **Rounded edges:** The edges are rounded in order to not hurt the fingers of users.



Figure 7.3: AIR with some highlights: Light on, Braille stamp, battery access and mechanical adjustment



Figure 7.4: AIR with some highlights: Light off and button

Figure 7.5 presents visual representations of the features that constitute the RIM.

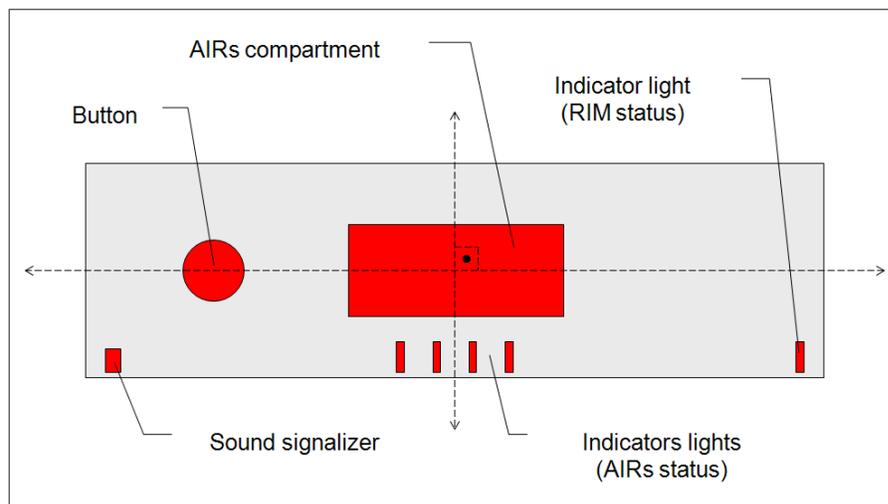


Figure 7.5: Two-dimensional view of the physical configuration of the RIM (top view)

Figure 7.6 and Figure 7.7 present the RIM product design in different perspectives. In the following we describe the features that compose the design of the RIM:

- **Two buttons:** Included in the artifact in order to enable the user to remotely turn on/off the light from the AIRs and turn on/off the sound signal from RIM;

- **AIRs compartment:** Location used to put away – in order to avoid loss – and, if necessary, recharge the AIRs;
- **Indicators lights:** Indicate the status of the different AIRs, i.e., green, yellow, blue and white, for AIR-A, AIR-M, AIR-O and AIR-E, respectively, as well as the RIM status (red);
- **Sound signalizer:** Incorporated into the artifact for users who cannot identify the AIRs and RIM status by their indicators lights; thus, visually impaired users also can know the status of the AIRs/RIM, which emits short and long sound signals;
- **Braille:** Used in the artifact to support visually impaired users in identifying and using the button that allows turning on/off the sound signals emitted by the RIM (Figure 7.7). The Braille code of the word “som” – Portuguese for sound – is embossed on the symbol that aims to represent the existence of the sound signalizer in the RIM. On the letters that represent the possible positions of the button used to turn on – “(L)igar” in Portuguese – and turn off – “(D)esligar” in Portuguese – the respective Braille codes of the letters “L” and “D” are embossed. This design illustrates the use of Design for All in the solution.

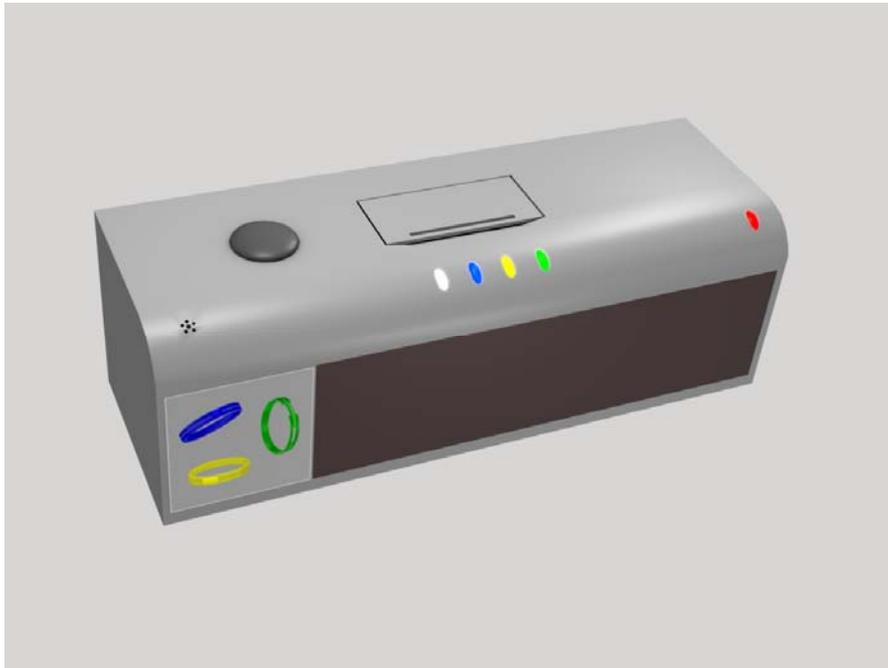


Figure 7.6: RIM product design – front view – without AIRs in the compartment



Figure 7.7: RIM product design (right side)

7.2.2 Interaction Language of the AIRs for iDTV

In this section we describe the formalization of the interaction language of the AIRs for the following functions for interacting with iDTV: turning on/off the television, adjusting the volume, changing channels (next, previous and direct access), entering/exiting the main menu, moving the cursor on the screen, toggling cursor visibility, activating an interface element, dragging an interface element, and zooming into/out of an area of the interface.

For each function an overview of the task involved, the AIRs interaction language to perform the function, the action feedback, as well as some additional information is presented. It is worth mentioning that when we say that a certain AIR should be pressed or released we are referring, respectively, to pressing or releasing the only button available on each type of AIR.

- **Turning on/off**
 - **Description:** Turn on/off the television.
 - **Involved AIR:** AIR-M.
 - **AIR interaction language to perform the functions:** Pressing the AIR-M for at least two seconds.
 - **Action feedback:** The television is turned on if it was previously off or turned off if it was previously on.

- **Additional information:** For this action there is no need to point the AIR-M to RIM.
- **Adjusting the volume**
 - **Description:** Adjust the volume on the television.
 - **Involved AIRs:** AIR-M and AIR-O.
 - **AIRs interaction language to perform the functions:** Pressing the AIR-O and keeping it pressed, moving the AIR-M up or down, respectively, to increase or decrease the volume.
 - **Action feedback:** Increase or decrease the volume if the AIR-M has moved up or down, respectively. It is worth noting that, besides the natural sonorous feedback a scroll bar will appear in the interface while the action is being performed, showing that the volume of television is being increased or decreased.
 - **Additional information:** After the AIR-O has been pressed and the AIR-M has been moved up or down there is no need to keep moving the AIR-M continuously up or down. The volume is increased or decreased until the AIR-O is no longer pressed. Moreover, it is noteworthy that while the AIR-O is pressed, the mapping between the position of the cursor in the interface and the AIR-M is temporarily disabled, and that when the AIR-O is no longer pressed, the cursor will reappear in the same location of the interface as before the AIR-O was pressed. It is envisioned that the minimum distance for moving the AIR-M up or down (Δs) with regard to the reference point – a virtual point created by the system at the moment of pressing the AIR-O – can be customized by the user so that the system actually recognizes the user's intention to interact with the television system.
- **Changing the channel (next and previous)**
 - **Description:** Change to the next or previous channel.
 - **Involved AIRs:** AIR-M and AIR-O.
 - **AIRs interaction language to perform the functions:** Pressing the AIR-O and keeping it pressed, move the AIR-M to the right or left in order to move to the next or previous channel, respectively.
 - **Action feedback:** Switches to the next or previous channel if the AIR-M has been moved to the right or left, respectively. A textual or auditory identification of the switched-to channel is displayed.
 - **Additional information:** After the AIR-O has been pressed and the AIR-M has been moved to the right or the left there is no need of moving the AIR-M continuously to the right or left. The channels are switched forward or backward until the AIR-O is no longer pressed. It is worth noting that while the AIR-O is pressed, the mapping of AIR-M movement to cursor movement will be

temporarily disabled. When the AIR-O is released the cursor will reappear in same location of the interface than before the AIR-O has been pressed. Furthermore, the sequential change between channels considering or not the active channel can be configured by the user. The user can customize the relative AIR-M moving distance (Δs) in order to avoid unintended channel changing, as well as the time each channel remains active during sequential channel changes, whereas two times can be customized, namely the time for the first and the time for all following channels.

- **Changing the channel (direct access)**
 - **Description:** Switch to a specific channel.
 - **Involved AIRs:** AIR-A, AIR-M and AIR-O.
 - **AIRs interaction language to perform the functions:** After pressing the AIR-O twice during a short time interval, a virtual keyboard is displayed in the interface of the interactive application enabling the user to enter the identifier of the desired channel.
 - **Action feedback:** After entering the channel identifier, the system switches to the corresponding channel.
 - **Additional information:** The maximum length of the time interval during which pressing the AIR-O twice initiates the direct channel access can be configured by the user.
- **Main menu**
 - **Description:** Access and exit the main menu of the displaying device.
 - **Involved AIR:** AIR-M.
 - **AIR interaction language to perform the functions:** Pressing the AIR-M twice during a short time interval.
 - **Action feedback:** The main menu visibility is toggled.
 - **Additional information:** To execute this action, it is not required to point the AIR-M to the RIM. When hiding the main menu, the system switches to the last active channel.
- **Moving the cursor**
 - **Description:** Move the cursor on the interface.
 - **Involved AIR:** AIR-M.
 - **AIR interaction language to perform the functions:** Move the AIR-M freely.
 - **Action feedback:** If the cursor is enabled, the cursor is moved on the interface in the same direction as the movement of the AIR-M considering a mapping to the two-dimensional space.

- **Additional information:** AIR-M movements are mapped to cursor movements in the interface, i.e., when the AIR-M is moved upwards, the cursor moves upwards the interface; when the AIR-M is moved downwards, the cursor moves downwards the interface, and so on. The sensitivity of AIR-M movements, i.e. the relation between AIR-M moving distance and cursor moving distance, can be customized by the user, in order to provide a better adaptation to the motor capabilities of each user and the environment of use of iDTV.
- **Cursor visualization**
 - **Description:** Enable and disable the display of the cursor in the interface.
 - **Involved AIR:** AIR-M.
 - **AIR interaction language to perform the functions:** Press and release the AIR-M once.
 - **Action feedback:** Displays the cursor horizontally and vertically centered in the interface if the cursor was hidden, or hides the cursor if it was visible.
 - **Additional information:** If the cursor is hidden, the main and secondary AIR-A functions are temporarily disabled, but the features of the AIR-O can still be used, e.g., changing the sound volume or changing the channel.
- **Activation**
 - **Description:** Activate the interface element above which the cursor is hovering.
 - **Involved AIRs:** AIR-A and AIR- M.
 - **AIRs interaction language to perform the functions:** Execute function “moving the cursor” until the cursor hovers over the desired element; and press and release the AIR-A once.
 - **Action feedback:** Depends on the element that is activated.
 - **Additional information:** This functionality is different from the functionality executed by pressing and keeping pressed the AIR-A for a longer period of time.
- **Dragging**
 - **Description:** Drag an interface element to another position.
 - **Involved AIRs:** AIR-A and AIR-M.
 - **AIRs interaction language to perform the functions:** Move the cursor on the interface by moving the AIR-M in space until the cursor is placed under an element that can be displaced from the interface, then press the AIR-A and keeping it pressed move the element by moving the AIR-M in space to the desired location on the interface. After this, stop pressing the AIR-A.
 - **Action feedback:** The element must be in the new interface position.

- **Additional information:** This functionality is different from the functionality executed by pressing and then immediately releasing the AIR-A.
- **Zooming into/out of the interface**
 - **Description:** Zoom into and out of the area where the cursor is focusing on the interface.
 - **Involved AIRs:** AIR-A and AIR-M.
 - **AIRs interaction language to perform the functions:** Pressing the AIR-A with the cursor in an area of the interface that can not be active, keeping it pressed and moving the AIR-M to the right or left, respectively, to enlarge or reduce the area where the cursor is focusing on the interface.
 - **Action feedback:** Enlarge or reduction the area where the cursor is focusing if the AIR-M has been moved to the right or left, respectively.
 - **Additional information:** After the AIR-A has been pressed and the AIR-M has been moved to the right or the left there is no need to keep moving the AIR-M continuously to the right or left. The area is being enlarged or reduced until the AIR-A is no longer pressed. Moreover, it is noteworthy that while the AIR-A is pressed, the cursor mapping with the AIR-M is temporarily disabled, but remains visible in the center of the region that is being enlarged/reduced. Moreover, the speed of zooming in/out can be configured by the user. It is also envisioned that the minimum distance of moving the AIR-M left or right (Δs) with regard to the reference point – a virtual point created by the system at the moment of pressing the AIR-A - can be customized by the user so that the system actually recognizes the user's intention to interact with the television system.

Some additional considerations about the new interaction language specified for iDTV via AIRs:

- The interaction language formulated for the AIRs for iDTV does not consider the speed with which the user performs the movements, but the distance traveled by the AIR-M in space, considering the possible motor limitations of a portion of the target audience;
- The solution of the AIRs for iDTV, in terms of design of this artifact, is not necessarily oriented towards individual or collective use, since the possession of various AIRs does not forbid a scenario in which one user uses one type and other user uses another type of the AIR etc. We believe that it is not the artifact itself – the AIR – that predefines whether its use will be individual or collective, but the differentiated usage that might arise with digital systems;

- The interaction language does not specify where the AIRs should be used – e.g., on the fingers or toes, attached to some part of the body etc. –, it only defines the actions to be performed with these artifacts, for example, moving the AIR-M into some direction or pressing the button of one of the AIRs. Therefore, our product design was not intended for gestures made by user’s hands, but it refers to the movement in space of a specific AIR.

7.2.3 Hardware Prototypes

Based on the design specifications and the interaction language, a hardware prototype was developed as a proof of concept. Below we present some considerations on technology and implementation aspects of our solution. We conjecture that these issues do not imply that any feature cannot be implemented with current technology, since one of the guideposts of our research was to specify digital artifacts that would be affordable when licensed and produced on an industrial scale so that, in fact, the Brazilian population might have access to this technology:

- Electronic communication of the AIRs with the RIM is performed by RF, since this technology uses less electric current when compared with other wireless technology;
- Electronic communication between the RIM and the iDTV receiver can be implemented using, e.g., infrared (IR), Bluetooth, Wi-Fi, or any other wireless technology. We believe that new solutions must use undirected wireless electronic communication. However, IR can be used in order to maintain compatibility with existing equipment;
- The recognition of the spatial movement of the AIR-M – the only AIR that has its movement mapped by RIM – will be employed using an accelerometer or IR sensor.

Based on these considerations a hardware prototype was implemented. Figure 7.8 shows the prototype of AIRs for iDTV in use and Figure 7.9 presents the RIM prototype.



Figure 7.8: Hardware prototype of AIRs for iDTV in use with user

There is a trade-off between prototype fidelity and prototype development time. Since the authors believe it is crucial to perform evaluations involving users at an early stage of the development process, the design of the hardware prototype does not completely match the specifications. The evaluations conducted with the proof of concept prototype will be described in the next section.



Figure 7.9: RIM hardware prototype

7.3 Evaluation with Prospective End Users

The formal evaluation of the solutions presented in this paper was carried out with real users at two different times. This section does not aim at describing the scenario and the methodology of these two activities, as we have detailed in a previous work regarding an experiment with remote controls [65]. Indeed, this section aims to present and discuss some results obtained from the preliminary and final evaluations of AIRs for iDTV, since such activities allowed us to observe the use of the solution directly in the physical and social environment of the target audience. It is noteworthy to mention that such activities were recorded on audio/video, with prior consent from users, in order to facilitate their subsequent analysis.

The evaluation activity counted on 19 subjects coming from different Brazil regions – South, Southeast, North and Northeast – and with different experiences with the use of technologies, ranging from computer instructors to people who had never used a computer before and have difficulties in using an ATM machine, mobile phone and other digital artifacts. Table 7.1 presents some information about the subjects that, in this paper, are identified as U1, U2, ..., U18, U19. The preliminary evaluation activity was carried out with 11 users (U1..U11) and the final evaluation activity was carried out with 12 users (U12..U19; and more four users participated in the preliminary evaluation activity).

Table 7.1: Ethnographical data regarding the participants of the preliminary and final evaluations of AIRs for iDTV

User	Age	Gender	Schooling Level	Occupation
U1	32	M	Ongoing bachelor's degree	Course coordinator
U2	22	M	Bachelor's degree	Informatics instructor
U3	55	F	High school	Art teacher
U4	55	F	Fundamental education	House keeper
U5	46	F	High school	Handcrafts woman/ cook/ Brazilian waxing stylist
U6	49	F	Some fundamental education	House keeper
U7	55	F	Some high school	Handcrafts woman/ elderly nurse
U8	58	F	Bachelor's degree	Handcrafts woman
U9	51	F	Fundamental education	Handcrafts woman/ embroidery
U10	57	F	High school	Retired
U11	49	F	Master's degree	Anthropologist
U12	23	M	Bachelor's degree	Graduate student
U13	24	M	Master's degree	Graduate student
U14	29	M	Master's degree	Graduate student
U15	35	F	Master's degree	Graduate student
U16	48	M	Bachelor's degree	Economist
U17	48	F	Doctorate degree	Researcher
U18	22	F	Bachelor's degree	IT professional
U19	23	M	Ongoing bachelor's degree	Undergraduate student

The preliminary evaluation was conducted on March 2009, and sought to evaluate the preliminary specifications of the product design and of the interaction language of AIRs for iDTV. As a result of that activity we can highlight the positive feedback about the solution specifications. This feedback was obtained through an opinion form answered by the users at the end of the activity. To exemplify, we transcribe some answers to the question: What do you think about using AIRs to interact with iDTV instead of using the remote control?

- **A1:** I think it is really cool and the functions are practical, but my only concern is losing AIRs for whatever reason.
- **A2:** The AIRs idea is more comfortable because they stay on fingers and we do not get lost with multiple buttons.
- **A3:** I thought it was great. Because they are lighter and avoid reading. The only concern is to lose one of the AIRs.

From the three comments above we can clearly identify the worry about the possibility of losing one of the AIRs. We also conjecture that the positive acceptance of the solution by the users was derived from:

- **The absence of text in the solution:** it favors the accessibility and a wider range of potential users, since a significant portion of the target public has some level of visual impairment and/or low literacy;
- **Simple interaction language:** an interaction protocol to the AIRs for iDTV with simple commands and easy learning, that works independently of the disposition of AIRs use were mentioned by the users. It is noteworthy that in each AIR there is only one button.

Besides, through these activities we identified new design requirements that were not identified and addressed earlier, such as the need of lighting in the AIRs and a compartment to store the AIRs inside the RIM (see Section 7.2.1). Therefore, this preliminary evaluation also contributed to the finalization of the solution specification.

After concluding the implementation of the hardware prototype according to the final specification, on June 2010 we started a final evaluation of the solution through an experiment with the prototype hardware of AIRs for iDTV. From the final evaluation results we can highlight a good learning curve of the AIRs interaction language – identified by measuring the time of completing certain tasks, besides its good acceptance by the users – identified through some questions that users answered at the end of the experiment.

The tasks were done by pairs of users. Initially, one user started using the prototype while the other observed. To exemplify, we selected the interaction of the pair U2/U4 that had no idea about the proposal of using the AIRs instead of using a remote control. In the first interaction with the prototype, the user U2 used the solution while U4 observed the interaction. Figure 7.10 shows that the time spent by the U4 to accomplish the majority of the tasks was lower than the time spent by the U2, and U4 has a lower level of exposition to digital artifacts.

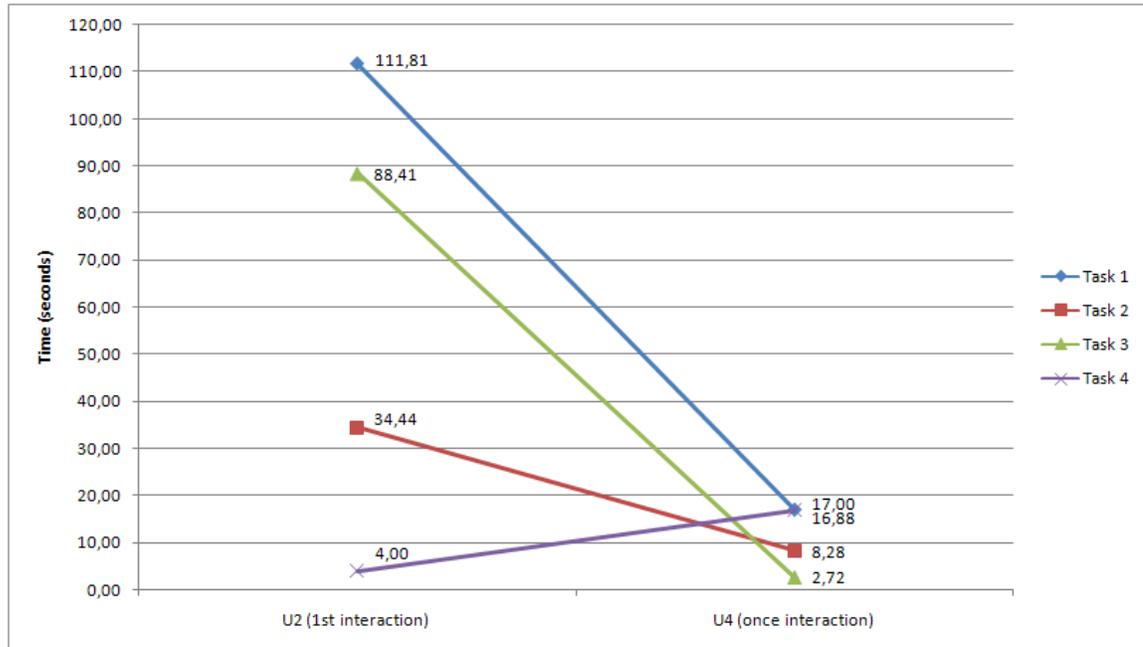


Figure 7.10: Time spent by the users U2 and U4 to accomplish four tasks

After the user U4 have performed the experiment, the user U2 asked to use the prototype again. Figure 7.11 shows that the 2nd interaction of U2 was more efficient in terms of the time spent to finish the tasks, when compared to the time spent in his 1st interaction.

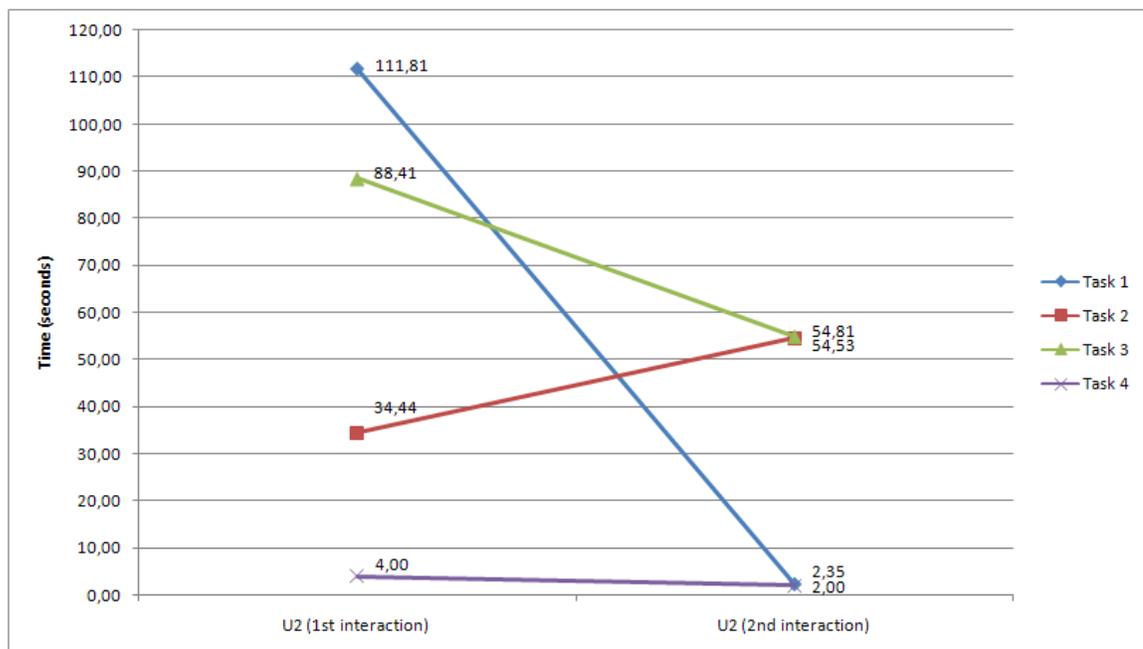


Figure 7.11: Time spent by the user U2 in the four tasks at the two uses

Specifically regarding the 2nd interaction of U2, we can argue that the completion of Task 2 was jeopardized due to a limitation in the prototype implementation, that made it difficult for the user to align the sensor that captures the AIR-M movement with the RIM and, consequently, caused an increase in the time spent by the user in that task.

Regarding the product acceptance by the users, some answers to opinion questions are very positive:

- **Q1:** What did you think about using the AIRs instead of using the remote control to interact with iDTV?
 - **A:** I found it practical, without many complications. I think if we use it a couple of times we will have total control.
- **Q2:** What is your opinion about the AIRs hardware prototype? Criticism and/or suggestions are welcome.
 - **A1:** The only obstacle is to coordinate the TV and the sensor. But I found it cool the TV has three colors and makes it possible for us to identify the AIRs color and function.
 - **A2:** An interactive demonstration about the way the product will work. I realize myself perfectly using the AIRs as if they were finalized.
- **Q3:** After performing the experiment with the proposal of the AIRs, do you think it will be easier or harder to use the iDTV with the AIRs than with the remote control? Why?
 - **A1:** I think that when we start using the AIRs more than once it will be easier to find the correct movements.
 - **A2:** Practicality and ease of interaction are, in my opinion, the quicker benefits that the AIRs will provide to users. Not to mention the size of the equipment that is very good.

Finally, we conclude that the learning curve of the interaction language of the AIRs for iDTV is satisfactory, since the quantitative results of the execution time of various tasks for all groups follow the same pattern of those identified to the pair U2/U4. It is noteworthy that, like any new language, there is always the need for prior training and adaptation to the interaction style, i.e., to the user learn how to interact with the new physical artifact of interaction to control iDTV applications. According to the results observed the adaptation of users to the interaction language of the AIRs for iDTV showed to be quick and with few interactions.

7.4 Conclusion

Most potential iDTV users in Brazil are not yet familiar with the everyday use of digital interfaces. Experiments carried out by our research group together with representatives of the target audience in other projects, e.g. e-Cidadania Project⁹, showed difficulties people have using digital artifacts. Paths to effective use and a more fluent dialogue with this new media will depend directly on the physical artifact of interaction with iDTV.

This paper presented a new technology in the context of consumer electronics, i.e., we presented the product design specifications for this new device, the formalization of the interaction language of the product, and the hardware prototypes. Additionally, we presented and discussed preliminary evaluation of this solution with a group of 19 end users. It is worth mentioning this solution was based on previous results of research conducted by the first author of this paper [61,65,68,74,76].

Finally, we wish to emphasize that although the proposal of the Adjustable Interactive Rings was designed for the context of iDTV, future customizations and adaptations to other areas like immersive virtual reality, augmented reality, gaming, and ubiquitous environments in general are possible.

⁹ e-Cidadania Project: Systems and Methods for the Constitution of a Culture mediated by Information and Communication Technology is a Microsoft Research – FAPESP Institute for IT Research funded Project.

Capítulo 8

Conclusões

Ao chegar ao último capítulo desta tese de doutorado, primeiramente, gostaríamos de relembrar que, atualmente, o principal artefato físico de interação com a televisão ainda é o controle remoto [7,96,104]. Porém, o oferecimento de aplicações interativas na televisão gera a necessidade de uma interação mais constante, dinâmica e menos linear¹⁰ entre os usuários e o sistema de televisão via artefato físico de interação que, com o uso do controle remoto convencional, pode resultar em uma maior carga cognitiva ao usuário [77,125]. Além disso, como visto ao longo desta tese, o controle remoto convencional ainda apresenta problemas relativos à interação [7,8,13,14,30,37,65,84,86].

Também julgamos oportuno apresentar algumas considerações importantes sobre o nosso entendimento acerca de contexto de uso, uma vez que essa compreensão ajuda a entender melhor o diferencial do nosso conceito de *anel* como artefato mediador da interação dos usuários com aplicações de TVDI, que distingue o produto resultante desta tese em relação às tecnologias já existentes. Dessa forma, compreendemos esse termo como descrito pela ISO [49] e pela ABNT [1], ou seja, o contexto de uso envolve: 1) os **usuários** com seus **diferentes perfis** considerando suas habilidades, competências, e restrições motoras e cognitivas; 2) as **tarefas**; 3) os **equipamentos**, incluindo *hardware*, *software* e materiais; e 4) os **ambientes físico e social** em que o produto é usado. Nesse sentido, o nosso entendimento é de que ao se projetar um artefato, o *design* e a linguagem de interação do produto irão depender, intrinsecamente, do contexto de uso do produto.

¹⁰ Entende-se por navegação linear na TVDI, aquela realizada através do uso de menus de opções pré-dispostos na interface visual – sejam das aplicações interativas e/ou dos menus de configuração – da televisão.

Vale lembrar que diversos fatores influenciam o ambiente de uso da televisão. Para a especificação da solução resultante desta pesquisa, consideramos que o produto deveria ser utilizável por usuários em pé, sentados, reclinados ou deitados. Além disso, questões relacionadas ao local do uso do produto também foram ponderados como, por exemplo, sofá, mesa de jantar, cama, cadeira e rede. Outro fator-chave que deve estar claro para esse contexto de uso é que nem sempre os usuários possuem as duas mãos livres para serem usadas no processo de interação com o sistema de televisão. Entendemos que a nossa solução deveria considerar todos esses fatores de modo a viabilizar a criação, de fato, de um produto adequado a esse contexto diverso. Vale relembrar, ainda, que o produto resultante desta pesquisa foi especificado, inicialmente, para ser empregado no contexto de uso da TVDI.

Assim sendo, a linguagem de interação que especificamos para o contexto de uso da TVDI baseada em gestos via um conjunto de Anéis Interativos Ajustáveis (AIRs), conforme descrito em detalhes nesta tese, poderá ser usada pelos usuários de forma mais natural e universal, mantendo o foco de atenção do usuário direcionado para a tela da TVDI e, portanto, na tarefa a ser executada e não, parcialmente, no artefato físico de interação.

Nessa nova configuração, o modelo de interação deixa de ser o apresentado na Figura 4.1 (Capítulo 4) passando a ser caracterizado pelo descrito na Figura 7.1 (Capítulo 7). Esse modelo de interação, portanto, se diferencia da tradicional forma de interação dos usuários com a TVDI via controle remoto, onde por muitas vezes o usuário necessita olhar para o controle a fim de identificar o botão que deseja acionar. Vale ressaltar que num contexto de uso da televisão onde não ocorre muita interação esse fator não é, de fato, um problema, mas com a disponibilização de aplicações interativas na TVDI o diálogo passa a ser mais constante e dinâmico, e o foco da atenção deverá estar na tela da televisão (tarefas). Caminhando em direção à abordagem por nós proposta esperamos que ocorra uma mudança na interação dos usuários com o sistema de televisão, pois o foco da interação deve passar a ser a interface da TVDI – canal de TV, programa ou serviço – e não mais, parcialmente, o artefato físico de interação.

Em linhas gerais, a tecnologia resultante desta pesquisa, os AIRs para a TVDI com a linguagem de interação descrita nesta tese, apresenta:

- **Artefato físico de interação acessível:** A especificação sugere o seu uso, inclusive, por usuários com diferentes níveis de deficiência motora/visual;
- **Artefato físico de interação ajustável:** Permite mecanicamente seu ajuste a diferentes tamanhos de dedos;
- **Artefato físico de interação ergonômico e ambidestro:** Permite seu uso adequado a usuários com diferentes características antropomórficas, o que garante sua maior acessibilidade;

- **Flexibilidade de uso:** A composição dos AIRs para a TVDI apresenta flexibilidade de uso, podendo ser utilizado em uma ou nas duas mãos, e no(s) dedo(s) das mãos que o usuário melhor se adaptar. Seu uso não está restrito a um dedo específico;
- **Linguagem de interação simples:** Um protocolo de interação para os AIRs da TVDI com comandos simples e de fácil aprendizado que funciona independente da disposição de uso dos AIRs feita pelos usuários;
- **Abrangência de potenciais usuários:** Apresenta maior abrangência de potenciais usuários do produto, inclusive, usuários com baixo letramento e/ou com algum nível de deficiência motora/visual ou com paralisia cerebral, principalmente devido a solução ter sido essencialmente norteadada pelo que preconiza o Design para Todos;
- **Manipulação direta de elementos de interface:** Possibilidade de manipulação direta dos elementos de interface das aplicações interativas.

Essas sete características dos AIRs para a TVDI diferenciam a tecnologia resultante desta pesquisa em relação às tecnologias propostas e/ou comentadas por diversos autores como, por exemplo, em [24,27,28,31,32,36,37,46,54,56,95,96,100,104,111,113,127,128]. Assim, os resultados alcançados com esta tese, que inspirado no Design para Todos e fruto de uma pesquisa norteadada pelas abordagens participativa – *co-design* – e socio-técnica para tratamento do problema e da solução, evidenciam seu diferencial perante outras propostas de linguagem de interação via artefato físico de interação para a TVDI. Além disso, demonstram sua adequação ao contexto de uso da televisão e a abrangência de usuários que buscamos beneficiar com esta pesquisa, incluindo, usuários com severas restrições motoras e/ou com baixo nível de letramento.

Apesar do produto resultante desta pesquisa ter sido concebido para ser utilizado no contexto de uso da TVDI vislumbramos, ao concluir esta pesquisa, que tal artefato poderia ser utilizado como artefato físico mediador da interação dos usuários com outros sistemas digitais contemporâneos de diferentes contextos de uso como, por exemplo, de realidade virtual imersiva, de realidade aumentada, de jogos, e de ambientes ubíquos em geral. Vale frisar, também, que as soluções apresentadas nesta tese não estão diretamente dependentes de marca e/ou modelo em particular de *hardware/software*; esse fator, portanto, configura-se como uma vantagem, uma vez que garante sua independência tecnológica e não restringe sua instânciação. Entendemos que o nosso produto, como concebido, pode ser usado por uma maior variedade de usuários sem, necessariamente, aumento do custo quando de sua fabricação em escala industrial.

Destacamos, ainda, que a tecnologia resultante desta tese apresenta:

- Uma novidade em relação ao Estado da Técnica dos artefatos físicos de interação efetivamente existentes para serem empregados, especificamente, no contexto de uso da TVDI;

- Uma nova alternativa de artefato físico para mediar a interação dos usuários com aplicações de TVDI;
- Uma solução inovadora e original, principalmente devido a diversidade de potenciais usuários dessas soluções no Brasil e ao redor do mundo;
- Uma solução com potencial de aproveitamento pela indústria de eletroeletrônico, uma vez que os mercados de TVDI no Brasil e no mundo estão em franca expansão.

Visto o exposto, entendemos que os resultados desta pesquisa sugerem que a nossa tese foi comprovada, pois ao chegarmos ao final desta pesquisa de doutorado temos validado o projeto conceitual de uma nova linguagem de interação com a TVDI por representantes do público-alvo. A validação supramencionada inclui o design do produto e a linguagem de interação desses artefatos, assim como, dos protótipos de *hardware* e *software* que representam, de forma concreta, a materialização dessas especificações em um novo produto interativo.

A abrangência dos impactos tecnológicos e sociais da invenção resultante desta pesquisa só serão conhecidas no futuro caso esse produto interativo venha a ser produzido em escala industrial a um custo acessível para que, de fato, a população brasileira possa vir ter acesso a essa tecnologia. Seria muita pretensão apenas com a realização desta pesquisa tentarmos descrever esses impactos à Sociedade.

8.1 Principais Contribuições

Ao finalizar esta tese ficam nítidas algumas contribuições decorrentes da realização desta pesquisa de doutorado sob as vertentes dos artefatos e das linguagens de interação para a TVDI. Tais contribuições, de certo modo, estão diluídas ao longo dos capítulos que compõem esta tese. Assim, de forma pontual e sucinta, descrevemos a seguir as principais contribuições por capítulo:

- **Capítulo 2:** Taxonomia para os artefatos físicos de interação com a TVDI e recomendações de uso dos artefatos físicos de interação com a TVDI, conhecidos na literatura;
- **Capítulo 3:** Análise sócio-técnica do domínio/contexto de novos artefatos físicos de interação com a TVDI e diretrizes para novos artefatos físicos de interação com a TVDI;
- **Capítulo 4:** Revisão do estado da arte dos artefatos físicos de interação sob a ótica de IHC e Modelo MulTIS de interação baseado em gestos via artefato físico de interação;
- **Capítulo 5:** Identificação de barreiras relativas ao uso do controle remoto no contexto de uso da televisão que ainda não tinham sido reportadas na literatura e *guidelines* de *design* para novos artefatos físicos de interação com a TVDI;

- **Capítulo 6:** Definição de um artefato mais adequado para ser adaptado ao contexto de uso da TVDI e as especificações do design do produto e da linguagem de interação de um novo artefato digital para a TVDI;
- **Capítulo 7:** Avaliações com usuários finais do design do produto e da linguagem de interação do novo artefato digital para a TVDI, assim como, de sua instanciação em protótipos de *hardware* e *software*.

Vale sinalizar, ainda, que os trabalhos desenvolvidos e que compõem cada capítulo desta tese foram desenvolvidos norteados pelas questões de pesquisa delineadas no Capítulo 1.

8.2 Trabalhos Futuros

Entendemos que a evolução natural desta pesquisa seja a realização de um estudo com o intuito de buscar uma solução que viabilize a interação dos usuários com a TVDI ainda mais eficiente, eficaz e universal. Nessa linha de raciocínio, vislumbramos como trabalho futuro a realização de uma evolução da solução monomodal apresentada nesta tese para uma nova linguagem de interação com a TVDI baseada em uma interface multimodal nucleada pelos AIRs. Além disso, visualizamos a realização de pesquisas no sentido de uma expansão da solução do AIR para outros domínios.

O AIR foi inventado, *a priori*, para ser usado no contexto de uso da TVDI de modo a viabilizar uma interação mais natural e universal entre os usuários e o sistema de televisão. Devido a suas características de projeto, por exemplo, a unicidade de suas partes e a possibilidade de (re)configuração do AIR via *software* maximiza futuras customizações e adaptações de tal artefato, tornando-o versátil para ser utilizado com outros sistemas digitais contemporâneos, de modo diferente do especificado nesta tese.

Conjeturamos o potencial de utilização do AIR também como artefato mediador da interação de uma maior gama de diferentes perfis de usuários com sistemas digitais contemporâneos em geral. Assim, em outro contexto de uso – diferente da TVDI – e para um público-alvo mais restrito – diferente do que buscamos trabalhar nesta pesquisa – o conjunto de AIRs com outra linguagem de interação poderia ser (re)especificada e, dependendo do contexto de uso, poderia romper com o antigo paradigma de “*point and click*” com uma linguagem de interação baseada em tarefas, mas fazendo ainda uso do(s) AIR(s) como artefato(s) físico(s) de interação. Seguem algumas possíveis variações de pesquisas a serem realizadas que, inclusive, entendemos que poderão gerar futuras patentes:

- **Em ambientes imersivos (*AIRs for Immersive Environment*):** Tal artefato poderia viabilizar nesses ambientes uma forma de interação mais dinâmica com seus usuários. Os museus interativos são exemplos de espaços de utilização da solução,

uma vez que ao entrar no ambiente os visitantes poderiam receber um AIR ou um conjunto de AIRs para mediar a interação do visitante diretamente com o conteúdo digital em exposição;

- **Com computadores em geral (*AIRs for PC*):** Tal artefato poderia viabilizar a interação do usuário com o sistema operacional e com aplicativos de uso do cotidiano. Controlar uma apresentação multimídia que está em um computador por um usuário com o(s) AIR(s) é um exemplo de utilização em outro domínio que poderia adotar, inclusive, outra linguagem de interação para avançar e retroceder os *slides*;
- **Com telefones celulares (*AIRs for Cell/Smart Phone*):** Tal artefato poderia ser usado de forma unitária, por exemplo, para comandar o início de uma ligação. Imaginamos que o usuário poderia ao invés de digitar os números correspondentes ao telefone de um contato, realizar um gesto – pré-gravado – para discar para determinado contato (cada contato seria representado por um gesto diferente);
- **Para identificações diversas (*AIRs for ID*):** Tal artefato, com a incorporação de RFID e espaço de memória para armazenar dados acerca dos usuários, poderia ser empregado no processo de identificação de diversas naturezas como, por exemplo, *check-in* em rodoviárias e aeroportos. Outra possibilidade de utilização dessa solução seria empregá-la de forma combinada com outro sistema digital contemporâneo visando criar uma interação homem-máquina com uma interface pró-ativa (e não reativa). Entendemos que aplicações que necessitam identificar uma parcela do público-alvo com o intuito de mediar uma interação mais adequada, sem discriminar e/ou estigmatizar os usuários, poderia adotar essa solução;
- **Com automóveis (*AIRs for Car*):** Tal artefato poderia ser usado para guiar um automóvel sem a necessidade de utilização dos pedais e volante o que, por exemplo, poderia beneficiar pessoas com deficiência motora. Também poderia ser usado em conjunto com a solução dos AIRs for ID como forma de substituir a chave do carro;
- **Com cadeiras de rodas (*AIRs for Wheelchair*):** Tal artefato poderia vir a substituir o *joystick* existente em alguns modelos de cadeiras de roda;
- **Com artefatos digitais multimídias de uso geral (*AIR for Media*):** Tal artefato, por exemplo, com MP3 Player, DVD portátil etc., poderia flexibilizar a forma com que os usuários, por exemplo, mudam de faixa e/ou regulam o volume do som usando, a princípio, uma linguagem de interação semelhante a especificada nesta tese;
- **Em ambientes de casas inteligentes (*AIRs for Domotics*):** Tal artefato poderia flexibilizar a forma com que o usuário vive dentro de sua residência, por exemplo, permitindo uma forma alternativa para ligar/desligar luzes, ventiladores de teto, abaixar/subir persianas eletro-eletrônicas, entre outras.

Pelo exposto, entendemos que esse novo artefato físico de interação poderá vir a ser utilizado como instrumento mediador da interação dos usuários com algum outro sistema digital contemporâneo, expandindo o uso deste produto interativo para aplicações diferentes das que foram especificadas nesta tese. Deste modo, conjecturamos factível que no futuro outras versões do AIR, baseada em variações decorrentes desta pesquisa, também sejam realizadas.

8.3 Lições Aprendidas

Durante o doutorado, além de ter tido a possibilidade de preencher lacunas da minha formação acadêmica relativas à área de IHC, também tive a oportunidade de participar e de, até mesmo, mediar práticas participativas promovidas com o propósito de desenhar artefatos computacionais em conjunto com seus potenciais usuários. Além disso, realizei experimentos com o intuito de testar protótipos de novos artefatos digitais, tanto de *software* como de *hardware*. Por meio das atividades *in loco* obtive *feedbacks* das reais implicações para os usuários das decisões de *design* das soluções concebidas.

As soluções geradas **com** e **para** os usuários foram concebidas com diferentes graus de detalhamento, com propostas que vão do plano das ideias com alto nível de abstração, passando pela concepção do design do produto e da especificação da linguagem de interação dos artefatos, até a implementação propriamente dita desses artefatos em protótipos de *hardware* e/ou *software*. Vale comentar que tais soluções foram projetadas sob a ótica de IHC para diferentes contextos de uso como, por exemplo, Web e TVDI.

Nesse momento, acredito que seja oportuno destacar cinco lições aprendidas durante os processos de elicitação, concepção, desenvolvimento, e teste das soluções que, em todas essas etapas, foram realizadas em conjunto com seus potenciais usuários finais:

- Os profissionais de Tecnologia da Informação (TI) – analistas, programadores, designers etc. – que pretendem atuar no desenvolvimento de soluções computacionais que tenham como público-alvo toda a pluralidade da população brasileira devem possuir uma **formação** abrangente, não cerceada apenas ao contexto tecnológico. A multidisciplinaridade na formação deve permitir a esses profissionais um melhor entendimento de como cada parte ou o conjunto da solução pode gerar impactos, positivos ou negativos, aos seus usuários;
- A **formulação** de soluções computacionais, seja de *hardware* ou de *software*, deve ser pautada pelas características do seu público-alvo, e não do que seu desenvolvedor entende ser o que seu público-alvo necessita. Deve-se levar em consideração toda a diversidade de usuários, sem que nenhum usuário seja discriminado. Objetiva-se, com

isso, criar soluções que sejam utilizadas por todos, na maior extensão possível. Esse é um importante fator para o acesso universal em interfaces homem-máquina;

- O compartilhamento de conhecimentos da área de IHC junto aos profissionais de TI, já em efetivo exercício, pode promover uma **reforma** quanto ao entendimento desses profissionais acerca da importância das interfaces de usuário;
- Observar o usuário e sua **reação** frente a protótipos no seu contexto de uso permite que o desenvolvedor confronte suas ideias do que seria, de fato, o *design* mais apropriado dos artefatos para os usuários. A concepção de soluções de forma participativa e iterativa com representantes dos *stakeholders* pode ser um fator determinante de sucesso, uma vez que essa abordagem contribui de modo diferenciado com o levantamento de requisitos ao longo de um projeto;
- A **ação** de desenhar artefatos digitais efetivamente acessíveis e que façam sentido para todo o espectro de potenciais usuários não é uma tarefa trivial de ser realizada e, para tal, requer um entendimento amplo do domínio a ser explorado e uma abordagem sócio-técnica para tratamento do problema e da solução.

Entendo que as lições aprendidas nesses últimos anos de estudos e de pesquisas de IHC sinalizam, para mim, uma possível **{re}form[ul(a)]ção** de conceitos e metodologias e, talvez, uma mudança de paradigma para as futuras pesquisas da área de IHC. Essa vivência singular levou-me a refletir como conhecimentos de IHC são essenciais para a construção de soluções computacionais, seja nos contextos de *hardware* ou de *software*, efetivamente utilizáveis pelos usuários sem que essas soluções carreguem já nos estágios iniciais de desenvolvimento, por exemplo, barreiras de acessibilidade, problemas de usabilidade e ergonômicos, falhas de comunicabilidade etc.

8.4 (Re)Construindo Horizontes

Por fim, ao dar por encerrada esta pesquisa de doutorado, entendo que o término deste trabalho configura-se apenas como um dos marcos precursores do início de uma nova jornada para (re)construir novos horizontes. Assim, com visão de futuro, teço algumas breves palavras finais que, de certo modo, sinalizam a minha visão atual acerca do caminhar na direção do uso efetivo de tecnologias, na macro-acepção desta palavra, assim como, de minhas intenções em relação às futuras pesquisas em ciência da computação que anejo realizar em um futuro vindouro.

Estamos adentrando na era da cibercultura imersos pela computação ubíqua e pela nanotecnologia onde as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) se inserem no cotidiano, muitas vezes, sem conscientemente serem percebidas pelas pessoas. Apesar de

saberemos que as TICs *per se* não resolverão os problemas da humanidade, buscamos cada vez mais nos apropriar dessas tecnologias com o ideal de que isso trará, de diferentes modos, benefícios para que possamos, em essência, viver melhor em uma sociedade hiperconectada em rede. Nesse cenário, entendo que uma condição *sine qua non* seja oferecer soluções computacionais cujas interfaces homem-máquina façam sentido para toda a diversidade de usuários e que sejam adequadas aos ambientes físico e social aos quais ambos – as pessoas e os artefatos computacionais – estejam inseridos.

Norteados pela tríade saber-pensar-fazer e fundamentados pelo *know-how* adquirido ao longo dos últimos anos com o desenvolvimento de tecnoinvenções – novos artefatos de *hardware* e *software* [59] – em conjunto com a *expertise* adquirida durante o doutorado na área de Interação Humano-Computador pretendo criar, num futuro não muito distante, um Grupo de Pesquisa em interfaces físicas que se denominará *Physical Artifacts of Interaction Research Group* (PAIRG). Esse Grupo terá como objetivo a realização de pesquisas e desenvolvimentos voltados ao projeto de *hardware* embarcado em aplicações de *software* com foco no design da interação dos produtos. Nessa direção visualizo alguns potenciais tópicos de pesquisa a serem explorados, especificamente, no que se refere às interfaces de artefatos físicos de interação como, por exemplo, *design*, acessibilidade, usabilidade, comunicabilidade, ergonomia, aspectos emocionais e afetivos, personalização, (auto-)ajuste (não-)sensível ao contexto, privacidade, e segurança lógica/física. Alguns resultados de pesquisas em interfaces físicas podem ser consultados, por exemplo, na página de Saul Greenberg da Universidade de Calgary [106].

Soluções que envolvam o uso do tato para interação com objetos físicos, cuja interface de comunicação com o usuário pode, talvez, nem ser realizada via interface gráfica como conhecemos hoje, poderiam explorar questões relacionadas às TUIs. Assim, tais soluções poderiam trabalhar aspectos do lúdico e engajamentos sensoriais através da manipulação de objetos concretos, com o intuito de criar novas formas e/ou promover melhorias na qualidade da interação. Alguns exemplos de TUIs, mais relacionadas com o contexto educacional, são apresentados por Raffle [101].

Vale ressaltar que no entendimento da SBC ([108], p. 19) ainda existem “outros grandes problemas de pesquisa em computação” relacionados com o Desafio nº 4, sendo um deles o “projeto e construção de novos dispositivos para permitir acessibilidade universal, por exemplo ajudando usuários com deficiências a interagir com sistemas de *software* e *hardware*”. Ainda segundo a SBC ([108], p. 18), “outros tópicos de pesquisa relacionados e em aberto envolvem o projeto e desenvolvimento de ambientes com mobilidade e consciência de contexto, com *hardware* de baixo custo e *software* abertos e adaptáveis a necessidades locais”. Visualizo, dessa forma, ainda mais a importância das atividades de pesquisa relacionadas com o PAIRG, uma vez que uma das frentes de atuação desse Grupo será a busca por geração de

novas tecnologias assistivas de baixo custo, principalmente, de *hardware* buscando sempre caminhar na direção dos *e-Artifacts for All*. Algumas dessas soluções, inclusive, já foram sinalizadas como trabalhos futuros a serem realizados como continuidade desta pesquisa como, por exemplo, os *AIRs for Car* e os *AIRs for Wheelchair*.

Vale lembrar que a criação do PAIRG visa estimular a invenção de novos artefatos físicos de interação para contextos de uso diversos como, por exemplo, de realidade virtual imersiva, de realidade aumentada, da TVDI, de jogos, e de ambientes ubíquos em geral. Em minhas prospecções iniciais não encontrei Grupo de Pesquisa de IHC no Brasil que se propõe a explorar prioritariamente essa temática. Percebo que as pesquisas nessa área no Brasil ainda são incipientes e que, por isso, ainda existe um rico espaço de P&D tecnológicos a ser explorado que potencializa indiretamente, até mesmo, a expansão dos horizontes de atuação da comunidade Brasileira de IHC perante o cenário internacional.

Conjeturo que os resultados das pesquisas realizadas pelo PAIRG, além de gerar impactos sociais relevantes também resultarão, naturalmente, em novas publicações e patentes expandindo, desse modo, o Estado da Arte e o Estado da Técnica das temáticas em que atuei como docente-pesquisador.

Apêndice A

Prospectando um Novo Artefato Físico de Interação para a TVDI^Σ

A.1 Introdução

Temos investigado o design da interação [99] entre os usuários e a Televisão Digital Interativa (TVDI) com foco nos artefatos físicos de interação desde 2006. Logo, para este trabalho, partimos de resultados anteriores obtidos com nossa pesquisa [68,74,76]. O foco deste relatório técnico é apresentar os resultados alcançados com a prospecção de um novo artefato digital e sua linguagem de interação, realizada em conjunto com usuários.

Gawlinski [33] define televisão interativa como um conjunto de artefatos tecnológicos que permitem o estabelecimento de um diálogo entre o usuário – ou telespectador – com um canal de TV, programa ou serviço. O controle remoto, principal artefato físico de interação com o sistema de televisão, nos moldes atuais não é suficiente para uma interação mais constante e dinâmica dos usuários com a TVDI, tendo em vista os problemas já identificados e discutidos na literatura por diversos autores como, por exemplo, em [7,8,13,14,84]. Segundo Rocha e Baranauskas [103], a mesma tecnologia que simplifica a vida, promovendo um maior número de funcionalidades em um único objeto, também complica tornando muito mais difícil de aprender e usar. Esse é o paradoxo da tecnologia e o grande desafio é minimizar esses efeitos. Sendo assim, enfatizamos a necessidade de se pensar em desenvolver

^Σ Esta é uma re-impressão do relatório técnico que, originalmente, foi publicado pelo IC/UNICAMP: L.C. Miranda e M.C.C. Baranauskas, “Prospectando um Novo Artefato Físico de Interação para a TVDI,” Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Brasil, Relatório Técnico IC-10-21, 2010 [63].

e/ou adaptar novos artefatos físicos de interação para a TVDI, para não acabarmos subutilizando a riqueza da natureza interativa que essa nova mídia pode proporcionar.

Embora o Brasil tenha adotado um dos padrões mundiais de televisão digital como base tecnológica para o Sistema Brasileiro de Televisão Digital Terrestre (SBTVD-T), isso não significa que o SBTVD-T atende a todas as nossas necessidades na perspectiva de como o usuário interage com a TV. O contexto de uso da televisão digital no Brasil é diferente da dos países de primeiro mundo, pois vivemos grandes diferenças socioeconômicas e culturais, bem como de acesso, em geral, à tecnologia e ao conhecimento nas diferentes regiões do país. Dentro desse cenário, pensamos que é essencial analisar e propor artefatos para facilitar a interação dos usuários com a TVDI, e assim maximizar a utilização dessa nova mídia como uma importante ferramenta de socialização de informação e conhecimento para os cidadãos brasileiros. Em assim sendo, nossa pesquisa está alinhada com o desafio nº 4 da Sociedade Brasileira de Computação [6].

Este relatório técnico está organizado em quatro seções: no Apêndice A.2 apresentamos a metodologia empregada para realização deste trabalho; no Apêndice A.3 apresentamos os resultados das práticas participativas e uma discussão sobre essas atividades; e no Apêndice A.4 tecemos considerações finais e indicamos trabalhos que poderão promover a sua continuidade.

A.2 Metodologia

Entender as necessidades dos usuários e seu contexto de uso é de fundamental importância para se propor artefatos adequados para todos. Por isso, promovemos a participação ativa de representantes do público-alvo durante o processo de definição de uma nova linguagem de interação para a TVDI via um novo artefato físico de interação. Essa abordagem permitiu um melhor entendimento das práticas diárias do público-alvo, que ajudaram na busca do artefato e na composição da linguagem, além de potencializar a inovação inspirada pela diversidade da nossa população.

Objetivando promover de forma efetiva a participação de diversos representantes do público-alvo durante o processo de prospecção de um novo artefato físico de interação para a TVDI utilizamos técnicas do Design Participativo (DP) [110]. O DP foi utilizado como o alicerce metodológico das práticas cujo objetivo era prospectar e desenhar novas soluções em parceria com representantes dos usuários finais. Essa abordagem propõe a participação dos usuários em todas as fases do processo de desenvolvimento das soluções, e não apenas nas fases de teste dos protótipos e/ou de sua avaliação. De maneira geral, essa abordagem possui três importantes características, a saber: 1) é orientada ao contexto; 2) envolve a colaboração;

e 3) é iterativa. Por conseguinte, tal abordagem permite o *design* das soluções **com** os usuários, e **para** os usuários.

Desta metodologia fizemos uso da técnica de *brainstorming*, pois além de ser uma técnica simples e carecer de poucos recursos, se enquadra perfeitamente com os objetivos almejados nas atividades com usuários. Assim, as sessões de *brainstorming* foram realizadas em distintos momentos, conduzidas por um mediador, o primeiro autor deste relatório técnico. Neste trabalho, tais atividades são denominadas de Práticas Participativas de *Brainstorming* (PPBs).

A dinâmica das PPBs ocorreu como descrita a seguir: os participantes ficavam sentados em cadeiras dispostas na forma de semicírculo em frente a um quadro branco, o que permitia que as ideias comentadas e discutidas verbalmente entre os participantes fossem escritas ou desenhadas no quadro pelos próprios participantes. Antes de uma nova PPB, o quadro branco recebia no canto superior direito um resumo do que havia sido discutido nas PPBs anteriores. Na Figura A.1 apresentamos o quadro branco antes do início da 1ª PPB, onde foram apresentadas as soluções inicialmente pensadas pelo mediador dessas atividades.

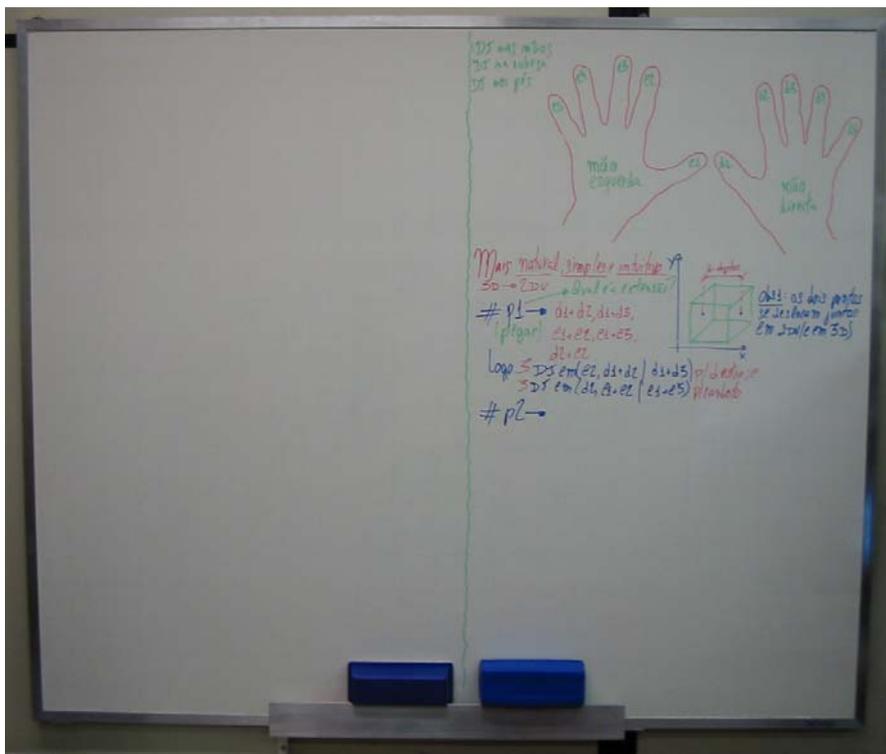


Figura A.1: Quadro branco antes do início da 1ª PPB

As PPBs tinham como foco buscar respostas para as questões de pesquisa descritas a seguir. Essas foram as perguntas-chave levantadas nos resultados anteriores a este trabalho inerentes à formalização de uma nova linguagem de interação com a TVDI baseada em gestos via um novo artefato físico de interação mais transparente aos usuários:

- **Questão 1**
 - **Questão de pesquisa:** Qual linguagem poderia vir a representar as seguintes ações básicas com a televisão: a) ligar/desligar; b) regular o volume do som; c) trocar de canal; e d) acessar o menu de configuração?
 - **Pressupostos:** As quatro funcionalidades supracitadas, segundo a norma brasileira ABNT NBR 15604:2007 [2], devem ser viabilizadas pelo controle remoto. Logo, vislumbramos que qualquer artefato que venha a substituir o controle remoto deve prover essas funcionalidades básicas sem perder de vista a simplicidade da solução.
- **Questão 2**
 - **Questão de pesquisa:** Qual linguagem poderia vir a representar a ação de se ativar um determinado elemento de interface¹¹?
 - **Pressupostos:** A interação com a TVDI poderá ser mais natural por meio da manipulação direta dos elementos de interface. Nesse sentido, vale mencionar uma das diretrizes de cunho projetual para novos artefatos físicos de interação com a TVDI ([74], p. 65): “adotar, quando possível, uma forma de navegabilidade através da indicação do local que se deseja manipular. Isso é realizado pelo apontamento visual das coordenadas X e Y diretamente na ‘tela’”. Ainda nesse trabalho ([74], p. 66), citou-se uma vantagem desse modo de uso: “essa forma de navegabilidade pode vir a diminuir a necessidade de se ficar passando por diversos menus de opções durante a execução de alguma tarefa”. Vale também lembrar o que foi descrito quando da definição do Modelo MuTIS ([68], p. 23): “em nosso modelo, não há realmente a necessidade de se tocar na tela da TV, o que é coerente com o contexto de uso da televisão, ou seja, ao contrário de outros artefatos com (multi-)touch screen – por exemplo, caixa eletrônico de banco, computador desktop, notebook, Tablet PC e dispositivos móveis em geral –, o usuário geralmente está a uma certa distância do televisor, o que impede um contato físico direto com a tela da televisão”. Assim, nesse cenário, o emprego de cursor na interface faz-se necessário.
- **Questão 3**
 - **Questão de pesquisa:** Qual linguagem poderia vir a representar a ação de se deslocar um elemento de posição na interface?
 - **Pressupostos:** Para a Questão 3 valem as mesmas justificativas apresentadas na Questão 2.

¹¹ Apesar de entendermos que o cursor é um elemento de interface esse não deve ser considerado quando, neste trabalho, usamos o termo “elemento de interface”.

- **Questão 4**
 - **Questão de pesquisa:** Como tratar a entrada de texto?
 - **Pressupostos:** Para essa questão vale lembrarmos as considerações realizadas em ([74], p. 66): “apesar de pensarmos que a entrada de texto em aplicações de TVDI via digitação deva tender a cada vez mais diminuir com a utilização de soluções de comunicação fim-a-fim entre usuários ocorrendo via emprego da voz, entendemos ser necessário uma forma alternativa para a entrada de dados. Aqui propomos utilizar um teclado virtual¹², sem que exista a necessidade de um teclado – *hardware* – concreto”.
- **Questão 5**
 - **Questão de pesquisa:** Como tratar na linguagem a navegação com movimentação livre por usuários com deficiência motora e com paralisia cerebral?
 - **Pressupostos:** Essa é uma das mais importantes questões de pesquisa de nosso trabalho, cujo norte é desenvolver um novo artefato físico de interação para a TVDI que venha a ser utilizado por todos, na maior extensão possível.

Ainda durante as PPBs, algumas importantes considerações sobre o contexto de uso da televisão foram ponderadas, visto que esse contexto é diferente do contexto de uso de outros artefatos tecnológicos como, por exemplo, o do computador. Nielsen [85] descreveu algumas importantes diferenças dos contextos de uso da televisão e do computador. Na Tabela A.1 apresentamos um resumo das características relevantes a este trabalho que foram adaptadas e estendidas baseadas no trabalho de Nielsen. Esse conhecimento foi de fundamental importância para se guiar as PPBs de modo a se buscar soluções utilizáveis, efetivamente, no contexto de uso da TVDI.

Tabela A.1: Informações sobre o contexto de uso da televisão

Tópico	Informações
Dispositivo de entrada	Tradicionalmente se faz uso do controle remoto
Ambiente de uso	Sala, quarto, cozinha, banheiro, varanda, quintal e garagem (ambientes de descontração e relaxamento)
Local de uso	Sofá, mesa de jantar, cama, cadeira e rede
Postura do usuário	Em pé, sentado, reclinado e deitado
Mão do usuário	Nem sempre o usuário possui as duas mãos livres para serem usadas no processo de interação com o sistema de televisão
Distância da tela da televisão	Normalmente, não se está muito perto (mais de um metro)

¹² Provavelmente no caso de algum usuário possuir algum nível de deficiência visual será necessário o emprego conjugado de tecnologia assistiva para mapear a interface.

Como o intuito de nossa pesquisa é explorar a criação de uma nova linguagem de interação com a TVDI baseada em gestos via um novo artefato físico de interação, apresentamos na Figura A.2 mãos com códigos identificando cada dedo, visando proporcionar um melhor entendimento da realização dos gestos e do uso dos artefatos que serão descritos ao longo deste trabalho.

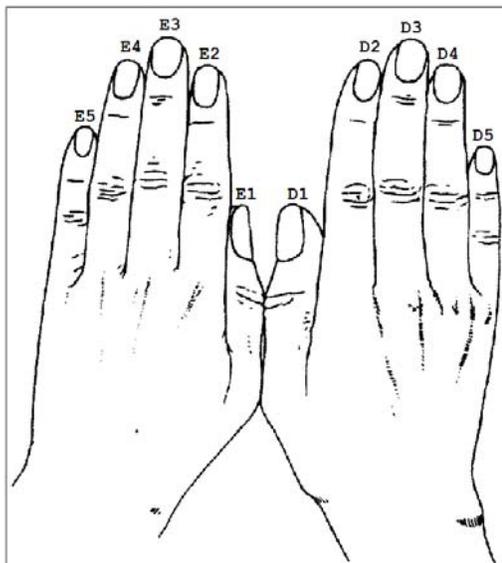


Figura A.2: Códigos utilizados para identificar os dedos das mãos

Na Tabela A.2 apresentamos uma descrição textual dos códigos empregados para identificar cada dedo. Cabe destacar que quando usamos neste relatório técnico o código, por exemplo, D1+D3, estamos dizendo que o dedo polegar direito deve ser encostado no dedo médio da mesma mão.

Tabela A.2: Códigos utilizados para identificar os dedos das mãos

Código	Dedo	Mão
E1	polegar	esquerda
E2	dedo indicador	
E3	dedo médio	
E4	anelar	
E5	dedo mínimo	
D1	polegar	direita
D2	dedo indicador	
D3	dedo médio	
D4	anelar	
D5	dedo mínimo	

Por fim, durante as PPBs buscamos não dar ênfase a possíveis limitações tecnológicas para não cercear as ideias dos participantes dessas práticas como, por exemplo, a questão

relacionada a como fornecer corrente elétrica suficiente para alimentar um transmissor de radiofrequência (RF) de tamanho reduzido.

A.3 Prospectando um Novo Artefato Físico de Interação com Usuários

Como já mencionado, as PPBs com usuários tinham como objetivo prospectar o design e a linguagem de interação de novos artefatos digitais para a TVDI, de forma participativa. As PPBs foram conduzidas com o intuito de buscar soluções atrativas [89,92] que respondessem, inicialmente, aos desafios de interação previamente identificados e que foram descritos, neste trabalho, no Apêndice A.2.

As PPBs foram realizadas em Campinas (SP) nos meses de Novembro/2008 e Dezembro/2008, contando com a participação de cinco usuários. Inicialmente, optamos por realizar essas atividades com um grupo de usuários com vivências no uso de mídias digitais em geral, e assim levarmos uma proposta refinada a discussão em práticas participativas com outro grupo de usuários com maior diversidade de habilidades e competências, e acesso geral a tecnologias. Entendemos que essa abordagem incremental permite que diferentes segmentos do público-alvo tenham voz ativa, ou seja, efetiva participação no processo de criação das soluções em todos os momentos.

Cabe ainda destacar que buscamos explorar nas PPBs o uso de artefatos que ainda não são empregados cotidianamente como artefatos mediadores da interação entre os usuários e sistemas digitais em geral. Partimos de conhecimento prévio acerca dos artefatos identificados na análise do domínio de interação com a TVDI, conforme previamente apresentado em [74] e atualizado neste trabalho (Apêndice A.5). Assim, durante a realização das PPBs *mock-ups* foram utilizados como forma de simular as tarefas possíveis de serem realizadas por meio da linguagem de interação desses artefatos.

A.3.1 1ª Prática Participativa

Conjeturou-se, antes de partirmos para a primeira prática com os usuários, alguns possíveis caminhos para tratarmos a problemática. A ideia inicial para a solução consistia em sua divisão em duas partes. A primeira, refere-se ao artefato mediador da interação do usuário com o sistema de televisão por meio de uma linguagem de interação baseada em gestos. Para essa parte, optou-se como uma primeira abordagem explorar a utilização de luvas, a fim de verificar se esse artefato se adequaria ao contexto de uso pesquisado. A Figura A.3 apresenta o par de luvas usado durante a 1ª PPB. A segunda parte seria composta de um artefato digital capaz de “ler” os movimentos das mãos do usuário que estiver “vestindo”, o que estávamos

compreendendo serem, as Luvas Interativas (uma versão adaptada das luvas apresentadas na Figura A.3 para funcionar com a TVDI).



Figura A.3: Par de luvas usado na 1ª PPB

Após a definição da luva como artefato físico a ser adaptado ao contexto de uso da TVDI, o passo seguinte foi definirmos a linguagem de interação baseada em gestos mediada por esse artefato. Para trabalharmos esse problema, nossa estratégia inicial foi buscar a definição dos gestos que poderiam vir a representar as funções de interação descritas no Apêndice A.2. Assim, após a definição preliminar desses gestos, partimos para a 1ª PPB.

Após o mediador realizar uma breve explicação sobre o contexto pesquisado aos participantes, passou-se em seguida a um momento de exposição da linguagem de interação previamente formulada com o intuito de, em conjunto com usuários, verificar se essa linguagem poderia vir a ser empregada na TVDI. Portanto, os objetivos de todas as PPBs eram compartilhar ideias cogitadas como potenciais soluções, sem nos restringir apenas à essas propostas, e instigar os usuários a mostrarem possíveis inviabilidades dessa linguagem de interação dos artefatos, por meio de contra-exemplos das propostas.

A ideia inicialmente abstraída foi compor a linguagem de interação por meio de gestos considerando até quatro pontos do Modelo MultIS [68]. Abstraímos que em cada uma das luvas o usuário teria mapeado dois pontos. Assim, a formulação dos gestos deveria considerar a aproximação e o distanciamento desses pontos sem considerar o fator tempo, o que entendíamos permitir a composição de uma nova linguagem de interação com a TVDI utilizando a luva como artefato físico de interação.

Seguem as respostas inicialmente definidas para tratar as questões apresentadas no Apêndice A.2, que foram os insumos básicos das discussões da 1ª PPB:

- **Questão 1a: Qual linguagem poderia vir a representar as seguintes ações básicas com a televisão: a) ligar/desligar?** Uma primeira proposta para ligar a televisão foi juntar quatro pontos (E1+E2+D1+D2), sendo dois de cada mão (Figura A.4a), e realizar o seguinte movimento: mantendo juntos os pontos superiores E2+D2 e inferiores E1+D1 estender, respectivamente, para cima e para baixo esses pares de pontos (Figura A.4b). Logo em seguida, separar horizontalmente esses pontos para a esquerda E1 e E2 e para a direita D1 e D2 mantendo, então, os quatro pontos separados e alinhados (Figura A.4c). Por fim, juntar os pontos E1+E2 e D1+D2 (Figura A.4d). A proposta para desligar a televisão foi exatamente essa na sequência inversa dos movimentos;

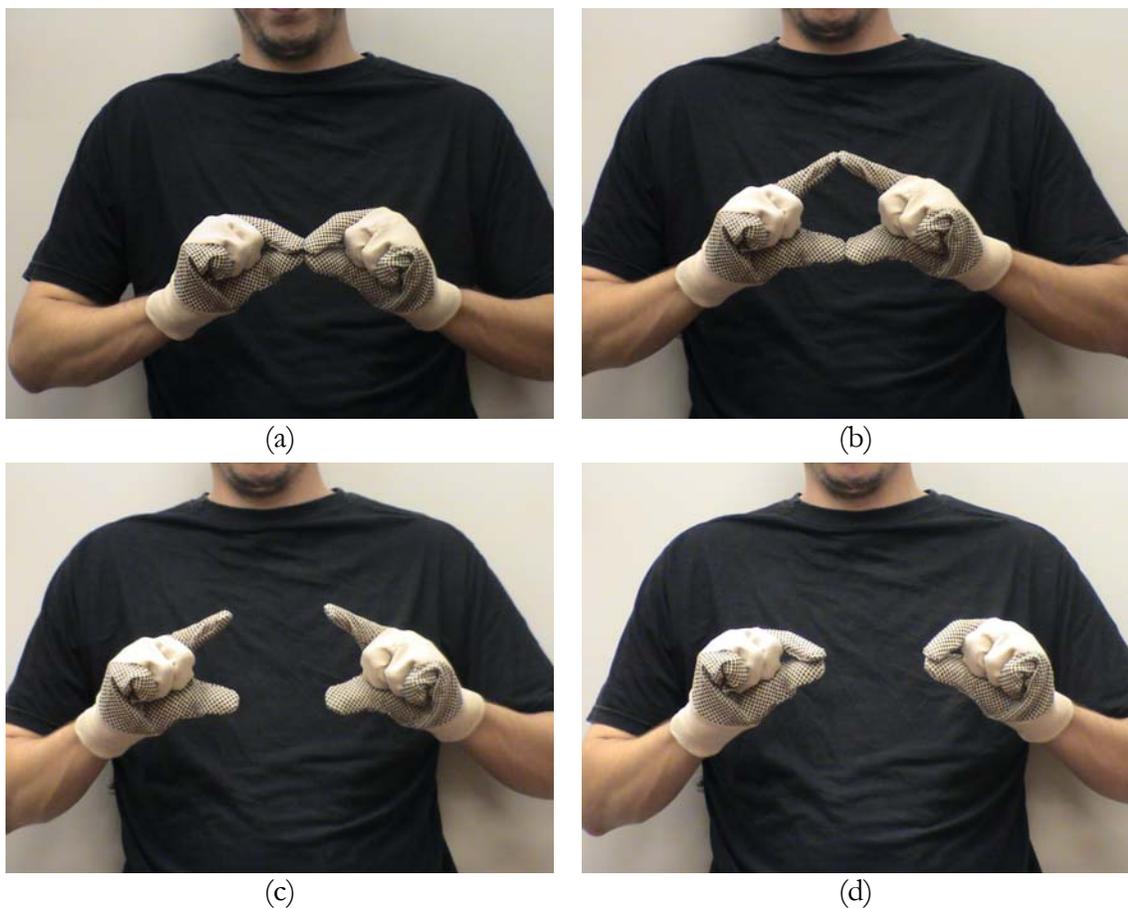


Figura A.4: Sequência de gestos para ligar a televisão com as Luvas Interativas

- **Questão 2: Qual linguagem poderia vir a representar a ação de se ativar um determinado elemento de interface?** Juntar dois pontos com o cursor sobre o elemento de interface a ser ativado. Logo em seguida, separar esses pontos. Com a utilização da luva como artefato físico de interação, isso poderia ser realizado com as

duas mãos ou com apenas uma, de forma independente, bastando que se encoste um dedo no outro. Vale lembrar que em cada uma das mãos do usuário, dois dos cinco dedos seriam mapeados como pontos do Modelo MulTIS. Assim, alguns exemplos possíveis com as duas mãos são: E2+D2 (Figura A.5a) ou E3+D2; e com apenas uma das mãos, por exemplo, a mão direita: D1+D2 (Figura A.5b) ou D1+D3 (Figura A.5c) ou D2+D3 (Figura A.5d);

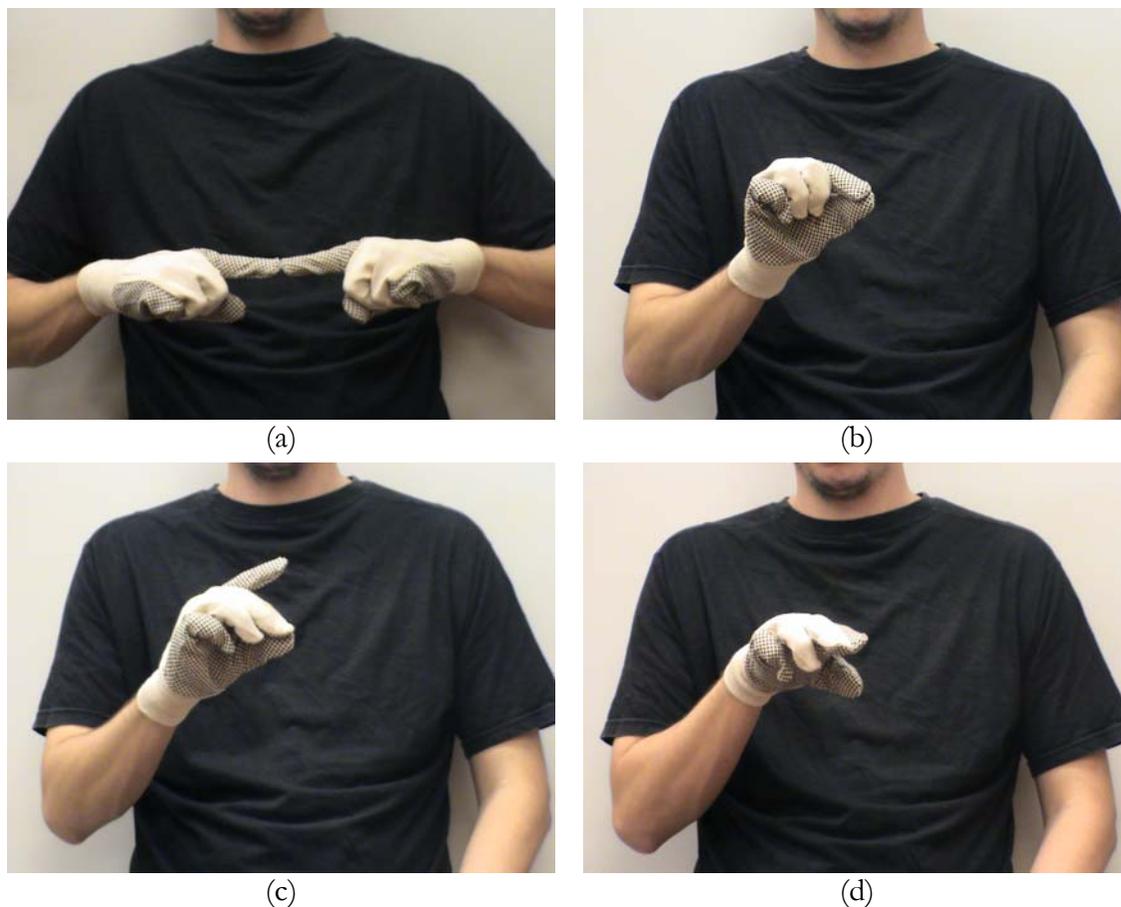


Figura A.5: Quatro diferentes gestos para ativar um elemento de interface com as Luvas Interativas

- **Questão 3: Qual linguagem poderia vir a representar a ação de se deslocar um elemento de posição na interface?** Ativar o elemento que se deseja deslocar, e mantendo esse elemento ativado, movimentar o elemento até a nova posição. Ao chegar na posição almejada, não manter mais o elemento ativado, isto quer dizer, separando os dois pontos só após o elemento estar na nova posição;
- **Questão 4: Como tratar a entrada de texto?** Uma solução possível é o uso de teclado virtual. Fato também entendido por outros autores que realizam pesquisas na

área de TVDI como, por exemplo, Chorianopoulos *et al.* [16]. Assim pensamos, inicialmente, que o teclado virtual poderia funcionar da seguinte maneira: com o teclado virtual em uma área da interface, o usuário levaria o cursor até o dígito que deseja utilizar, por exemplo, algum caractere alfanumérico, procedendo, então, a ativação desse dígito. O sistema entenderia, portanto, a ativação do dígito como uma entrada de dados;

- **Questão 5: Como tratar na linguagem a navegação com movimentação livre por usuários com deficiência motora e com paralisia cerebral?** Especificação de uma linguagem estendida com atalhos dos movimentos mais complexos para contemplar esses usuários. A solução é que, qualquer usuário, independente de possuir ou não algum tipo de restrição motora também poderia vir a utilizar esses atalhos caso sentisse vontade e/ou necessidade. Essa solução está alinhada com os shortcuts descritos para o Modelo MulTIS.

Após o mediador apresentar essa proposta inicial aos usuários, iniciamos uma série de discussões buscando identificar se a proposta seria adequada ao contexto de uso da TVDI. Seguem alguns dos itens relevantes discutidos nesta PPB, incluindo algumas novas propostas e barreiras identificadas pelos usuários (os itens foram agrupados buscando sua melhor contextualização):

- **Artefatos físicos de interação (Luvas)**
 - A simples dificuldade de se comer pipoca ao ver televisão com as luvas usadas na prática se configura como uma forma de barreira, além de questões que dizem respeito à higiene pessoal do uso desse artefato;
 - Um dos usuários comentou que caso a luva venha a ser utilizada, de fato, como artefato físico de interação deverão existir Luvas Interativas de diversos tamanhos, visto que normalmente esse artefato não possui flexibilidade para se adaptar de forma confortável às mãos de todos os usuários. Uma possibilidade levantada foi adaptar luvas de látex, semelhantes às utilizadas em cirurgias, que se ajustam melhor às mãos dos usuários, e também possuem uma escala de tamanhos padronizados;
 - O artefato não está em consonância com as considerações apontadas sobre o contexto de uso da televisão (Tabela A.1), principalmente pelo fato desse artefato ter que ser utilizado nas duas mãos do usuário, uma vez que em alguns casos a linguagem de interação formulada considerou gestos com as duas mãos como, por exemplo, para ligar/desligar a televisão.
- **Linguagem de interação**
 - Durante a PPB uma nova ideia surgiu para tentar responder a Questão 2, mas que nessa mesma prática constatou-se que tal proposta poderia não funcionar adequadamente. Contudo, consideramos relevante apresentá-la. A ideia de um dos

participantes foi ativar um elemento da interface permanecendo com o cursor parado sobre o elemento por um certo período de tempo. Na sequência, outro usuário questionou que essa proposta também pode não funcionar adequadamente no ambiente de uso da televisão, pois o usuário pode ficar com o dedo parado no espaço e isso não significa que esteja desejando ativar o elemento sobre o qual o cursor estiver incidindo. Essa proposta, parece análoga à interface de alguns artefatos tecnológicos, onde o fator tempo é considerado na linguagem de interação como, por exemplo, em alguns modelos de automóveis que possuem painéis com um único botão, mas que com apenas esse botão é possível regular as horas/minutos do relógio do automóvel;

- Um dos usuários comentou que a linguagem não deve considerar a distância física entre dois ou mais pontos, visto que isso pode ser de difícil medição, além de que, pode ser complicada a reprodução de tamanhos iguais para pessoas com diferentes características antropomórficas como, por exemplo, crianças e idosos. Assim, para esse usuário, a linguagem poderia ser composta pelo número de vezes que os pontos se aproximam e/ou distanciam em um determinado período de tempo, permitindo a formalização da linguagem de interação considerando dois componentes, ou seja, espaço e tempo. No que concerne ao componente tempo, estamos falando do tempo entre movimentos – *delay* – e não no tempo para realizar os movimentos, uma vez que sabemos que pode haver possíveis restrições do público-alvo para realizar movimentos corporais. Assim, visando exemplificar, estamos falando do tempo que dois pontos permanecem juntos e não o tempo necessário para se juntar os dois pontos;
- Em seguida, outro participante cogitou que a linguagem de interação poderia ser composta de forma semelhante ao Código Morse. Ou seja, cada toque do citado Código representaria a junção de dois dedos no espaço. Algumas questões sobre essa abordagem foram levantadas como, por exemplo, a necessidade de se memorizar uma grande combinação de “códigos”, o que mostrou a provável dificuldade dos usuários usarem uma linguagem baseada nesse Código;
- Um possível conflito foi levantado em relação à linguagem formulada e o artefato definido. Um usuário comentou que ao encostar, sem querer, um dedo no outro enquanto estiver usando as Luvas Interativas o sistema iria ativar o elemento sobre o qual o cursor estiver incidindo. Esse usuário perguntou: “Se eu apertar a mão de alguém com as Luvas Interativas em frente à televisão o sistema vai responder mesmo que esteja claro, para mim, que essa tarefa não tem nada a ver com uma possível vontade de interação com o sistema de televisão?”;

- Com o andamento da PPB novas ideias surgiram como, por exemplo, a possibilidade da linguagem considerar a aproximação entre os pontos ou o movimento de rotação com um dos pontos fixos e o outro móvel. Logo após o usuário apresentar essa sugestão surgiram dúvidas relacionadas com essa ideia como, por exemplo: Como tratar rotação e translação na linguagem? Qual a influência dos pontos com os cursores na interface?
- Continuando nessa mesma linha de raciocínio outra discussão interessante surgiu; um usuário tentou arrumar uma forma de viabilizar a manipulação direta de objetos da interface de forma mais imersiva fazendo uso de suas mãos. Tentando demonstrar essa viabilidade, logo em seguida, apresentou um exemplo de uma garrafa que, presente na interface de uma aplicação interativa, poderia ser manipulada pelas suas laterais, como ocorre na vida real. Inicialmente, essa proposta pareceu interessante, mas logo em seguida outros participantes questionaram a proposta por meio de uma série de perguntas: Como tratar o espaço para representar objetos maiores do que o tamanho da tela da televisão? Como pegar esse objeto pelas suas laterais, se o mesmo nem cabe na tela? Como pegar um objeto maior do que a envergadura do usuário? Como mapear a dimensão do espaço em que vivemos no espaço 2D da tela da televisão? Deve ou não ser proporcional?
- Outro usuário indagou ao mediador sobre a questão dos dois pontos, perguntando se os dois pontos seriam mapeados como dois cursores na tela da televisão. Nesse sentido, esse usuário realizou uma série de perguntas sobre essa questão: “Existirão dois cursores na interface? Cada ponto representa um cursor? O movimento do cursor é 1:1 com o dedo do usuário? Então, para ligar e desligar a televisão, são necessários quatro pontos/cursores?”;
- O movimento de aproximar ao mesmo tempo as duas mãos para juntar dois dedos poderia vir a dificultar o correto apontamento no elemento de interface a ser ativado. No caso da ativação de elementos com apenas uma mão, por meio de algumas simulações com os usuários da prática, na sua maioria destros, verificamos que a tendência natural seria apontar para o elemento com o D2, mas na hora de juntar esse dedo/ponto com outro dedo/ponto o movimento mais natural é deslocar o D2 em direção ao D1, o que mudaria o cursor de posição, provavelmente, para uma área fora do elemento que se gostaria de utilizar;
- Usar quatro pontos com duas mãos como previamente pensado para ligar e desligar a televisão entra em conflito com a função de ativar, pois antes de desligar, algum elemento de interface poderia ser ativado sem que essa seja a real vontade do usuário;

- No contexto de uso da TVDI, para tratar a Questão 2, usar D2+D3 pode ser um problema, pois desse modo o usuário poderia ativar algum elemento de interface de forma acidental.

Ao final desta PPB concluímos que uma linguagem de interação baseada em quatro pontos poderia ser complicada em sua utilização por diversos motivos como, por exemplo, a necessidade de quatro cursores na tela para mapear os quatro pontos poderia causar dificuldades de entendimento e uso por usuários com algum nível de deficiência motora. Portanto, nessa prática, após intensas discussões foram apresentados alguns exemplos que demonstram a inviabilidade da formulação de uma linguagem de interação baseada em quatro pontos, dado o que foi discutido sobre o ambiente de uso da televisão e sobre o público-alvo que se almeja beneficiar com esta pesquisa. Também, ficou claro nessa PPB que a solução deveria considerar menos pontos na composição da linguagem e, talvez, considerar além do componente espaço, o componente tempo.

Vale destacar que a ordem para tentar formular a linguagem de interação até esse momento do trabalho foi começar a partir da função de interação mais primitiva com a televisão, ou seja, ligar/desligar. Na Figura A.6, apresentamos o quadro branco ao final dessa PPB¹³.



Figura A.6: Quadro branco ao final da 1ª Prática

¹³ Os resultados que foram apresentados no Apêndice A.3.1 são derivados desse quadro.

Depois de concluída a 1ª PPB, percebemos o quão complexo seria formalizar uma linguagem baseada em gestos para o contexto almejado, pois movimentos esperados nessa interação podem acontecer de forma não intencional. Além disso, vários problemas em relação as luvas como artefato físico foram levantados, que não parecia bem se adaptar ao contexto de uso da TVDI, como apresentado anteriormente.

Após algum tempo de reflexão e análise desta PPB, uma nova proposta de artefato e linguagem foi definida. Assim, partimos para a 2ª PPB.

A.3.2 2ª Prática Participativa

Partimos para a 2ª PPB, mantendo a mesma ideia da arquitetura abstraída para a solução, isto é, dividi-la em dois artefatos, sendo um deles, o artefato físico mediador da interação entre o usuário e o sistema de televisão e, o outro, o artefato capaz de “ler” os gestos realizados pelo usuário que estivesse usando o artefato físico de interação.

Tendo em vista o que foi discutido na 1ª PPB sobre a luva como artefato físico de interação, partimos para a 2ª PPB com a definição de uma nova proposta de artefato físico de interação que entendíamos ser mais natural que a luva: o dedal. A Figura A.7 apresenta os dedais usados durante a 2ª PPB.



Figura A.7: Dedais usados na 2ª PPB

Inicialmente, havíamos pensado em utilizar três Dedais Interativos (uma versão adaptada dos dedais apresentados na Figura A.7 para funcionar com a TVDI), sendo que na interface só seriam mapeados dois desses dedais. Entendíamos que com essa configuração, estaríamos promovendo uma maior flexibilidade de utilização dos artefatos físicos de interação, isto quer dizer, o usuário poderia escolher se iriam usar os dedais em uma ou nas duas mãos, além de ter o poder de escolher em qual dos dedos das mãos iria usar tal artefato para comandar a TVDI mediante a linguagem gestual. Chegamos, também, a cogitar em manter o mapeamento dos quatro pontos com a utilização do dedal como artefato físico de interação por meio, por exemplo, do seu uso em E1, E2, D1 e D2. Contudo, baseado nas discussões geradas na 1ª PPB e na evidente dificuldade de usuários com severas restrições motoras de

usar uma linguagem de interação baseada em quatro pontos, essa ideia foi totalmente descartada.

Apesar de termos buscado a composição de uma linguagem considerando dois pontos, também ponderamos que a linguagem deveria ser utilizável se os dois pontos fossem mapeados vindos de uma ou das duas mãos do usuário, pois para o contexto de uso da televisão entendemos não ser adequado especificar uma linguagem de interação que necessite, obrigatoriamente, fazer uso das duas mãos. Esse entendimento mais apurado do ambiente de uso da televisão foi relevante para a especificação da proposta inicial antes de partirmos, efetivamente, para a prática participativa com os usuários.

Com essa configuração, dois dos três dedos seriam mapeados como pontos do Modelo MulTIS que seriam usados para a composição da linguagem de interação, o que parecia ser uma vantagem em relação a abordagem realizada na 1ª PPB, visto que nessa configuração a formulação da linguagem de interação poderia considerar apenas dois pontos, e não mais quatro pontos como anteriormente explorado.

Então, partimos para a composição da linguagem de interação mediada pelos Dedais Interativos. A aproximação e o distanciamento desses dois pontos, considerando nesta abordagem também o componente tempo, comporiam a sintaxe da linguagem, que representaria as diversas funções possíveis de interação com a TVDI. Essa nova abordagem considera além da dimensão do espaço, isto é, uma linguagem mapeada pela rotação, translação, aproximação e distanciamento entre os pontos, também a dimensão do tempo. Vale lembrar que essa ideia partiu de um dos usuários durante a realização da 1ª PPB. Nesse estágio da pesquisa, explorávamos, ainda, metáforas da vida real para compor a linguagem gestual.

Seguem algumas das respostas iniciais para tratar as questões apresentadas no Apêndice A.2, e que foram os insumos básicos das discussões iniciais da 2ª PPB:

- **Questão 1a: Qual linguagem poderia vir a representar a seguinte ação básica com a televisão: a) ligar/desligar?** Os gestos correspondentes a essa funcionalidade envolviam usar a metáfora do movimento de abrir e fechar as cortinas de um teatro que indicam, respectivamente, o início e o fim de uma peça. Logo, a proposta de linguagem baseada nessa ideia foi, por exemplo, usando as duas mãos: juntar E2+D2 e permanecer com esses dois pontos juntos por 3 segundos (Figura A.8a), depois separar horizontalmente esses pontos mantendo-os ainda alinhados, e permanecer com esses dois pontos parados no mesmo lugar no espaço por mais 3 segundos (Figura A.8b). A proposta para desligar a TV foi exatamente essa na sequência inversa dos movimentos. Cabe sinalizar que essa mesma linguagem pode ser utilizada com apenas uma das mãos, por exemplo, com a mão direita só que com o D3 no lugar do E2 (Figura A.8c e Figura A.8d);

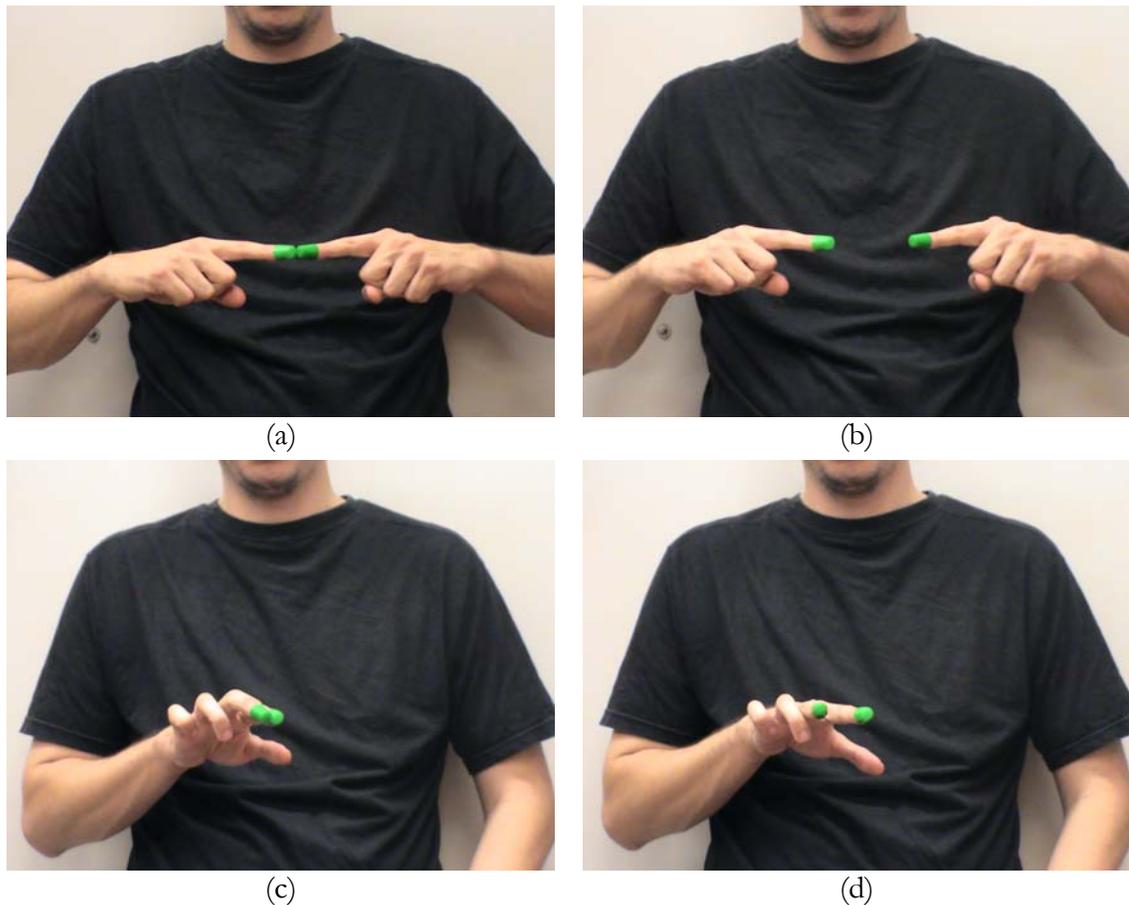


Figura A.8: Duas diferentes seqüências de gestos para ligar a televisão com os Dedais Interativos. (a) (b) Com duas mãos (c) (d) Apenas com uma das mãos

- **Questão 2: Qual linguagem poderia vir a representar a ação de se ativar um determinado elemento de interface?** O que diferenciou da proposta feita na 1ª PPB foi a maneira com que o usuário junta os dois pontos pelo novo artefato físico de interação (dedal). Com esse novo artefato algumas configurações são possíveis, por exemplo, com apenas uma mão: E1+E2 (Figura A.9a) ou E1+E3 (Figura A.9b) ou D1+D2 (Figura A.9c) ou D1+D3 (Figura A.9d) ou D2+D3 (Figura A.8c). Outra possibilidade é o uso das duas mãos, por exemplo, E2+D2 (Figura A.8a). Ainda há a necessidade de primeiro o usuário levar um cursor até o elemento que se deseja ativar e aproximar o outro ponto/dedo em direção a esse elemento de modo que o cursor não venha a ter sua posição alterada podendo dificultar, assim, a ativação do elemento correto;

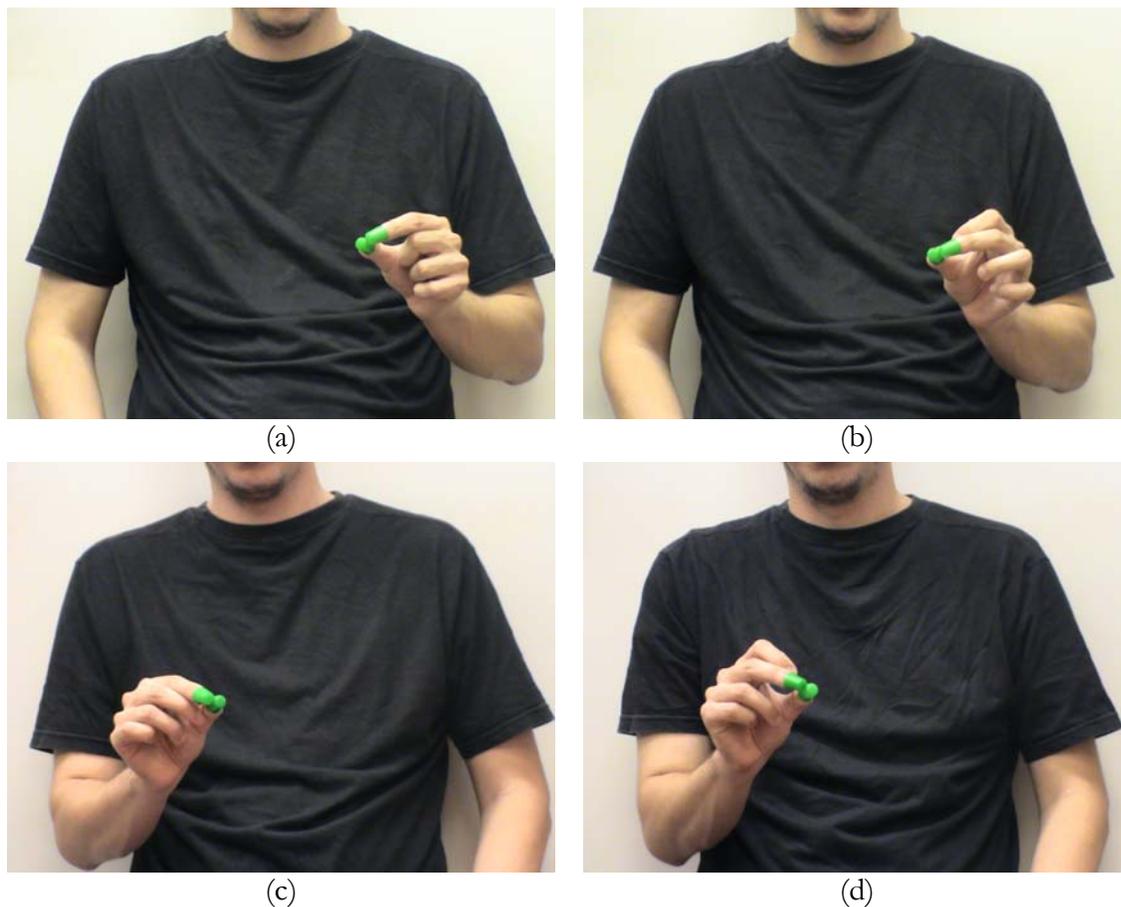


Figura A.9: Quatro diferentes gestos para ativar um elemento de interface com os Dedais Interativos

- **Questão 3: Qual linguagem poderia vir a representar a ação de se deslocar um elemento de posição na interface?** Também para essa questão vale a proposta apresentada na 1ª PPB que, no caso do dedal como artefato físico de interação, uma possibilidade com apenas uma mão seria usar, por exemplo, D2+D3 (Figura A.8c);
- **Questão 4: Como tratar a entrada de texto?** Foi mantida a solução apresentada na 1ª PPB;
- **Questão 5: Como tratar na linguagem a navegação com movimentação livre por usuários com deficiência motora e com paralisia cerebral?** A apresentada na 1ª PPB segue sem alterações.

Após apresentação da proposta, os usuários começaram uma série de discussões buscando identificar se as soluções apresentadas seriam utilizáveis no contexto de uso almejado. Seguem alguns dos itens relevantes discutidos nessa PPB (esses itens foram agrupados buscando sua melhor contextualização):

- **Artefatos físicos de interação (Dedais)**

- Para o contexto da interação com a TVDI e ações paralelas, por exemplo, comer pipoca (1ª PPB), o cenário aplicando esse novo artefato não foi alterado, logo, esse se mostrou igualmente pouco adequado;
- Foi comentado por um dos usuários que os dedais são artefatos fáceis de serem perdidos devido ao seu reduzido tamanho;
- Com o uso dos dedais, apresentados na Figura A.7, durante a PPB um dos usuários comentou que esse artefato pode cair de forma não proposital dos dedos das mãos;
- Outra proposta foi colocar uma espécie de botão no dedal. Contudo, alguns problemas foram levantados com a inserção desse botão no artefato como, por exemplo, a dificuldade do dedo polegar chegar até a ponta do dedo onde estaria o artefato – dedal – com o botão. Outro problema levantado foi que o movimento dos dedos para fazer essa ação, muito provavelmente, mudaria a posição do cursor na interface;
- Para este artefato, também, seriam necessários dedais com múltiplos tamanhos de modo a se adaptar a qualquer dedo e a qualquer usuário, ou algo que resolva o problema mecânico de ajuste desse artefato nos dedos das mãos dos usuários. Além disso, surgiu a questão relativa a como um deficiente motor poderia usar esse artefato;
- Quanto ao mapeamento do ponto/dedal com o cursor da interface, foi comentado que o cursor não deveria ser identificado, isto quer dizer, não sinalizar que o cursor na interface pertence a um determinado dedal, visto que isso poderia ser difícil de ser implementado em *hardware*, assim como, o usuário conseguir mapear qual que é cada um apenas olhando para o cursor na interface. Visto o que foi discutido entendemos que a linguagem, portanto, não deveria ser formulada com nenhum tipo de precedência entre os pontos a serem movimentados, de modo a prover flexibilidade;
- Outro usuário identificou uma possível barreira com a utilização de uma linguagem baseada no mapeamento da leitura de pontos em cada um dos dois dedais, isto quer dizer, que esse usuário entende que se a abordagem for trabalhar com distanciamento entre esses dois pontos, existiria a necessidade de calibragem do sistema toda vez que fosse utilizar a televisão. Segundo esse usuário, isso está intrinsecamente relacionado com *hardware* que promove reconhecimentos diversos no espaço. Ele entende, assim, que o sistema também deveria prover funcionalidades de configuração que mapeie a quantidade de espaço percorrido no ar com a quantidade de pixels deslocados na interface como ocorre, por exemplo,

no ambiente de computadores com o *mouse* (dpi x pixels) e com o Palm para calibrar a precisão da caneta do tipo Stylus sob sua tela *touch screen*;

- Entendendo o dedal como um artefato para se adaptar na ponta do dedo, uma nova sugestão comentada nessa PPB foi usar band-aids no lugar dos dedais, visto que em geral band-aids se adaptam melhor ao formato dos dedos, além de possibilitar seu uso em dedos de diferentes tamanhos. Após apresentação dessa ideia alguns questionamentos surgiram a esse respeito como, por exemplo: “O artefato, então, seria descartável?”. Além dessa questão, algumas outras também são relevantes para esse artefato no contexto desta pesquisa: Quais são os *affordances* [88,91] desse artefato? Quais seriam os *social signifiers* [90] com o emprego desse artefato?

- **Linguagem de interação**

- Um usuário comentou que da forma como foi especificada a linguagem, a função ligar até poderia funcionar, mas a função desligar não iria funcionar adequadamente, pois antes que a televisão seja desligada, algum elemento de interface poderia ser ativado de forma não intencional, uma vez que ao juntar dois pontos, rapidamente, para proceder com o desligamento da televisão, estaríamos também ativando algum elemento de interface. Portanto, a solução inicialmente abstraída para a Questão 1 acabou entrando em conflito com a solução pensada para a Questão 3;
- Durante essa PPB existia um consenso de que juntar os dois pontos/dedais corresponderia à função de ativar o elemento de interface ao qual os dois cursores estivessem incidindo, no instante em que esses dedais/cursores se encontrassem, respectivamente, no espaço real/virtual;
- A cada nova tentativa de estender mais a linguagem de interação gestual para contemplar mais funções de interação, mais conflitos ocorriam com a linguagem, porque uma nova formulação entrava em conflito com outra anteriormente definida. Após intensas discussões, uma nova proposta surgiu; um dos usuários passou a entender a necessidade de, no domínio da televisão, realizar alguma forma de desabilitar a “leitura” do movimento do artefato físico de interação, desabilitando seu mapeamento com o cursor presente na interface. A ideia é que o hardware continue sendo “lido” pelo sistema, mas a sua movimentação não deve ser mapeada na interface. O usuário buscando exemplificar comentou que se uma pessoa estiver assistindo a um filme ou conversando com alguém – nessa conversa a pessoa pode estar gesticulando com os dedais nas mãos – não existe a necessidade de ficar o cursor passeando pela interface, uma vez que os movimentos

das mãos nesses casos não correspondem a uma vontade de interação do usuário com o sistema de televisão;

- Todas as novas propostas discutidas durante a PPB estavam entrando em conflito com propostas anteriores. Assim, as questões eram: Como criar gestos que considerem apenas duas dimensões sem conflitos? Quão diferentes devem ser os movimentos para que não entrem em conflito, mas que sejam fáceis de serem reproduzidos para toda a diversidade de usuários que estamos querendo beneficiar com esta pesquisa?
- Permanecia o conflito da realização dos gestos por parte dos usuários durante, por exemplo, uma conversa na frente da televisão sem que esses gestos fossem entendidos como uma vontade de interação do usuário com o sistema de televisão. Para resolver esse impasse, uma solução proposta foi adotar um gesto para representar a habilitação/desabilitação do que na PPB chamamos de Modo Comando (MC). Ao ativar esse modo os gestos passam a ser mapeados pelo sistema como gestos de interação, e ao desabilitar o MC o sistema passa a não mais considerar os gestos realizados pelo usuário;
- Uma proposta para iniciar o MC foi apresentada por um usuário: juntar e separar dois pontos, três vezes consecutivas, em um intervalo de um segundo. Após apresentação dessa proposta, outro usuário comentou que essa linguagem para entrar no MC não é adequada, pois iria entrar em conflito com a funcionalidade de ativação, provavelmente ativando algum elemento de interface de forma indiscriminada;
- Durante esta PPB não obtivemos um consenso de como deveria ser a linguagem de interação para realizar as funções de aumentar/diminuir o volume do som e avançar/retroceder um canal, visto que todas as propostas pensadas estavam gerando algum tipo de conflito com as soluções previamente discutidas. Este fato impulsionou a proposta de criação de um gesto para representar a habilitação/desabilitação do MC de forma a deixar mais explícito para o sistema a vontade de interação do usuário. A ideia inicial para o MC compreendia que ao habilitar esse modo, o cursor da interface não ficaria mais visível, e o sistema responderia a vontade de interação do usuário baseado nos gestos realizados, por exemplo, para mudar o volume do som e o canal da televisão;
- Uma nova proposta para a Questão 1a foi apresentada por um usuário. A ideia era que para ligar a televisão bastaria juntar os dois pontos. Após apresentar essa ideia, outro participante questionou: “Se alguém da minha casa me pedir para eu passar o dedal e eu colocar um dedal dentro do outro e, logo em seguida, jogar os dedais

para essa pessoa na frente da televisão, o aparelho vai ligar? Desligar? Ligar/Desligar?”;

- Um dos usuários achou interessante a proposta de usar três dedais e só mapear dois cursores na interface, visto que dessa forma, diferentes modos de interação com os dedais são possíveis de serem realizados como, por exemplo, usando os Dedais Interativos em E2, D1 e D2 (Figura A.10a) ou E2, D2 e D3 (Figura A.10b). Contudo, levantamos alguns questionamentos acerca dessa proposta: Como informar ao sistema quais dedais devem ser mapeados? Como mudar o status de cada dedal de mapeado para não mapeado e vice-versa? Durante uma reflexão sobre as questões levantadas uma ideia para tratar esse problema foi sugerida. A ideia foi colocar uma espécie de botão no dedal que ao ser pressionado informa ao sistema que este dedal deveria ser mapeado pelo sistema, ou seja, ativar um cursor na interface que mapeie o movimento do dedal ativo. Depois dos comentários acerca dos dedais ativos, optamos por seguir a PPB considerando apenas o uso de dois dedais;

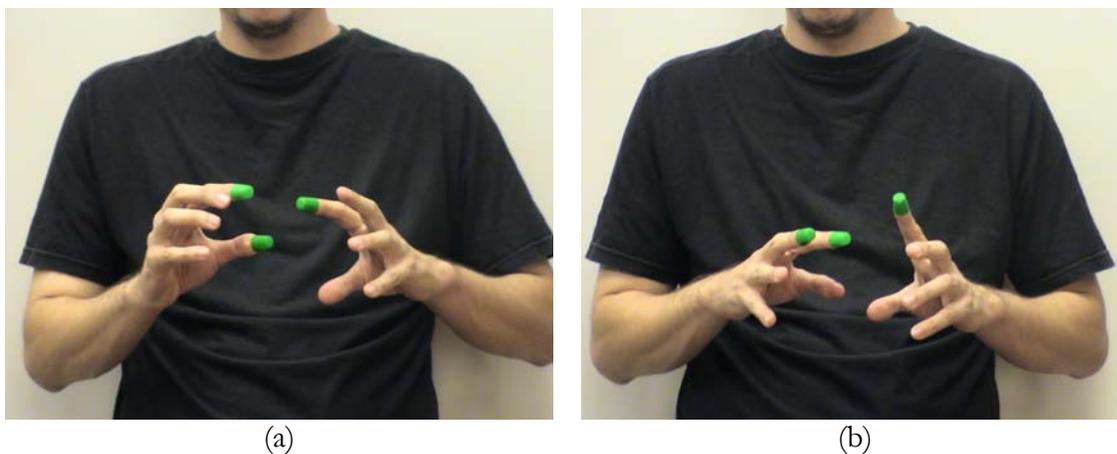


Figura A.10: Duas diferentes configurações de uso dos Dedais Interativos

- Ainda seguindo a linha das propostas para o MC, novas sugestões foram discutidas. Um dos usuários vislumbrou que os possíveis MCs seriam: Iniciar e Terminar, sendo que o Terminar não, necessariamente, seria explícito. Poderia existir algum tipo de time-out para encerrar o MC após certo período de inatividade de gestos enquanto o MC estiver ativo. Além disso, foi considerado que quando o sistema estivesse no MC o conteúdo da interface poderia ser apresentado sobre algum nível de transparência para explicitar ao usuário que o sistema está no MC, isto quer dizer, que o sistema está esperando que gestos sejam realizados pelo usuário representando funções específicas de interação com o sistema como, por exemplo, mudar o volume do som ou o canal da televisão. Além disso, foi comentado que

esse *feedback* do modo comando na interface – por exemplo, com o uso da transparência – é útil para que o usuário não perca o foco da aplicação. Um dos usuários opinou corroborando a ideia de que os *feedbacks* de interação deveriam ser visíveis na interface e não, necessariamente, no artefato físico de interação;

- Um comentário adicional sobre o MC foi realizado por um usuário que estava visualizando que com a televisão desligada não existiria a necessidade de ativar esse modo para ligar a televisão, uma vez que com a televisão desligada não existe interferência dos gestos com a interface. Assim, o gesto correspondente a ligar deveria ser algum que não pudesse ser realizado de forma não intencional enquanto o usuário está na frente da televisão;
- Outro comentário importante sobre a solução foi explicitada por um participante que entendeu que com a televisão desligada ou o MC ativado o cursor poderia sumir da interface, pois o cursor nessas duas situações não é necessário, uma vez que os comandos são realizados apenas através da aproximação/distanciamento entre os dedos. Nesse momento outro participante suscitou a questão de como usuários com deficiência motora conseguiriam fazer movimentos dessa natureza;
- Um usuário levantou a questão de uma possível dificuldade de uma linguagem que considere determinados gestos realizados em um período de tempo fixo por usuários com algum tipo de deficiência cognitiva, uma vez que reproduzir gestos em períodos de tempos pré-definidos e exatos pode ser difícil de ser realizado;
- Em relação aos gestos foi comentado por um usuário que lugares onde as pessoas normalmente gesticulam muito como, por exemplo, na casa de italianos, poderiam existir muitos conflitos entre o que são os gestos de comandos para a televisão e o que são os gestos usados no contexto social do ambiente em que se assiste TV;
- Seguindo a linha de problemas relacionados aos conflitos dos gestos realizados no ambiente de uso da televisão, mas que não são direcionados como uma vontade de interação com o sistema de televisão, outra questão apareceu: Como tratar os gestos realizados por uma família que estiver assistindo uma partida de futebol?
- Um dos usuários entende que dois cursores na tela pode ser uma grande mudança de paradigma e que isso pode causar muitos problemas de interação. Esse mesmo usuário chegou a comentar: “Imagina uma tela com quatro cursores, para qual deles deveria ser direcionado o foco do usuário?”;
- Um participante comentou que pode existir a necessidade de remover temporariamente o cursor da interface das aplicações interativas. Esse usuário fez um paralelo com a utilização de aplicações em computadores, onde alguns programas permitem ou, até mesmo, efetuam essa desativação temporária de forma automática para não atrapalhar a realização de uma tarefa como, por exemplo,

assistir a um DVD. As perguntas que ficaram, pois essa funcionalidade não havia sido pensada anteriormente como necessária no contexto de uso da televisão são: Como ativar e desativar o cursor da interface? Quais gestos representam essa funcionalidade? Esse mesmo usuário chegou a dizer que uma possível visualização constante desses dois cursores na interface poderia vir a incomodar os usuários;

- Durante essa PPB duas novas propostas para a Questão 1a foram apresentadas. A primeira proposta consistia de juntar E2+D2 e permanecer com esses dois pontos juntos por 3 segundos (Figura A.11a), depois separar horizontalmente esses pontos mantendo-os ainda alinhados e permanecer com esses dois pontos parados no mesmo espaço por mais 3 segundos (Figura A.11b), logo em seguida, juntar novamente esses pontos deslocando-os para o centro (Figura A.11c). O problema identificado nessa proposta é que seria necessário 9 segundos para ligar/desligar a televisão, que é muito parecida com a proposta inicialmente pensada para essa PPB, que por sua vez demorava 6 segundos para ligar/desligar a televisão. Todavia, foi mencionado por um dos usuários que hoje, no sistema convencional usando o controle remoto, é quase instantânea a resposta do aparelho ao pressionar o botão do controle remoto para essas funções. A segunda proposta estava relacionada com a realização de uma rotação entre dois pontos, isto quer dizer que, por exemplo, com a mão direita, seria inverter D2 que, inicialmente, está a esquerda de D3 (Figura A.12a) para a direita de D3 (Figura A.12b), e depois voltar esse movimento, sendo 180° para cada lado. Uma das vantagens identificadas nessa proposta é não usar o componente tempo, permitindo que a televisão seja desligada sem que seja necessário ficar esperando alguns segundos. Além disso, o movimento para ligar seria exatamente esse só que na sequência inversa, o que mantém a proposta consistente com as diretrizes de gestos e o Modelo MulTIS. Contudo, essa especificação é de difícil realização por deficientes motores, e tem maior custo de implementação por haver não só a rotação dos pontos, mas também a translação.

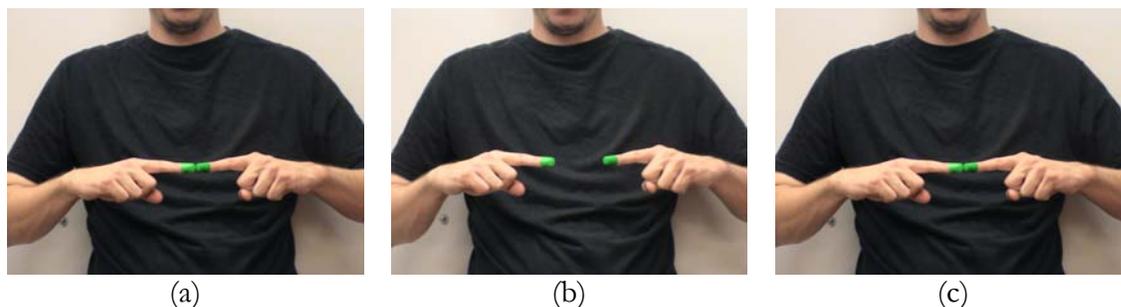


Figura A.11: Sequência de gestos usando o componente tempo para ligar/desligar a televisão com os Dedais Interativos

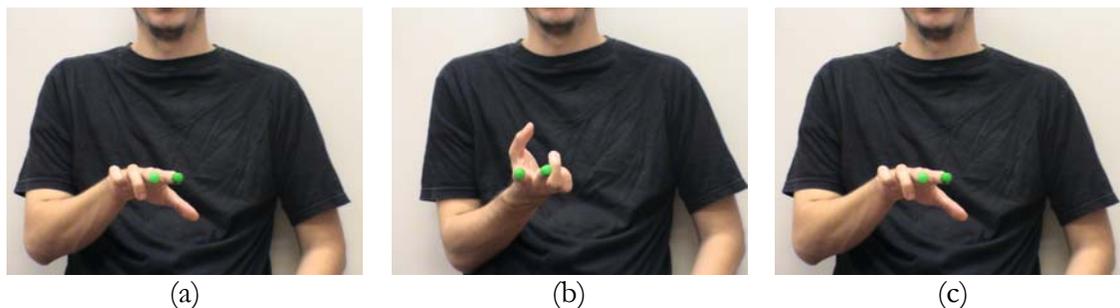


Figura A.12: Sequência de gestos usando rotação de pontos para ligar/desligar a televisão com os Dedais Interativos

Ao final da 2ª PPB, observamos que a ordem para tentar definir a linguagem ainda era buscar a definição dos gestos que iriam compor as funções mais primitivas de interação com a televisão, ou seja, ligar/desligar. Entretanto, percebemos que o foco mais importante seria primeiro definir os gestos que representariam a função de ativar e deslocar um elemento de interface, por essas duas funcionalidades sempre apresentarem conflitos com as outras funcionalidades necessárias. A Figura A.13 ilustra o quadro branco ao final dessa PPB¹⁴.



Figura A.13: Quadro branco ao final da 2ª Prática

¹⁴ Os resultados que foram apresentados no Apêndice A.3.2 são derivados desse quadro.

Cabe sinalizar que ainda durante essa PPB o uso do *band-aid* foi descartado como possível artefato físico de interação por socialmente representar convalescência, o que demonstra a necessidade de um entendimento mais apurado dos *social signifiers* dos artefatos. Todavia, sua anatomia foi importante para a escolha do novo artefato escolhido para ser utilizado na 3ª PPB.

Observamos que nessa PPB as questões estavam mais relacionadas ao artefato físico de interação e não mais, quase que exclusivamente, sobre a linguagem de interação. Ainda, chegamos à conclusão que o componente tempo traria mais dificuldades do que benefícios, logo deveria ser empregado com cautela. Também, ao concluir essa PPB, ficou nítido que um artefato simples, por exemplo, sem nenhum botão, poderia não dar conta de criar uma solução. Teríamos, então, que explorar ainda melhor o *hardware* de interação, sem perder de vista a simplicidade das soluções, ou seja, dos artefatos digitais e de sua linguagem de interação.

A.3.3 3ª Prática Participativa

Após duas semanas de reflexões acerca da 2ª PPB, partimos para a 3ª PPB. Continuamos nessa PPB seguindo o mesmo modelo adotado, isto é, dividir a solução em duas partes. Todavia, com uma nova proposta de artefato para ser explorado, que julgamos ser mais transparente do que o artefato explorado na 2ª PPB: o anel. Esse anel deveria ser adaptado, de forma a identificar pressão mecânica, ou seja, se o anel foi pressionado. Ressaltamos que na proposta inicial não foi cogitada a inserção de nenhum tipo de botão no artefato. A Figura A.14 apresenta os anéis usados durante a 3ª PPB.



Figura A.14: Anéis usados na 3ª PPB

A solução do anel com um botão, o que chamamos nesta PPB de Anel Interativo, veio do problema consensual entre os participantes das duas primeiras práticas de que o comando correspondente à função de ativar um elemento de interface seria representado por juntar dois pontos do Modelo MuTIS. Essa definição inicial estava inviabilizando, por conta de conflitos, a concepção de movimentos para as outras funcionalidades, pois em qualquer outra combinação, em algum momento, os pontos iriam acabar se juntando, o que também resultaria na função descrita acima (ativar um elemento de interface). Além disso, essa

solução também apresentou algumas vantagens iniciais em relação ao dedal como artefato físico de interação como, por exemplo, a não obrigatoriedade do dedo do usuário ficar apontado em direção a tela da televisão.

Destacamos uma frase proferida por um dos usuários durante a 2ª PPB que impulsionou a especificação do novo artefato e da nova linguagem de interação antes de partirmos, de fato, para uma outra prática com os usuários. Um dos usuários da 2ª PPB diante das dificuldades apresentadas em se propor uma nova solução para o contexto pesquisado disse: “Eu não vejo movimento que possa representar a ação de desligar a televisão sem empurrar um botão de desligar na tela como no Windows e Linux”. Nesse momento, o mediador das PPBs lembrou que soluções criativas como, por exemplo, a sugestão de linguagem para as funções de ligar/desligar a televisão baseado no rotacionamento dos pontos, demonstram que ideias criativas podem, de fato, trazer soluções para os problemas que parecem não poder ser resolvidos.

Visto os problemas identificados nas duas práticas anteriores com os usuários a proposta inicial dos anéis, visando a concepção de soluções para todas as funções de interação com a TVDI, foi dividir os anéis em três tipos distintos: 1) movimentação; 2) ativação; e 3) opções. A intenção foi que todos os tipos de anéis fossem identificados por uma cor, respectivamente, amarelo, verde e azul. Esses foram os tipos inicialmente vislumbrados para uma possível solução que viesse a adotar anéis como artefatos físicos de interação para o contexto de uso da TVDI. Nessa PPB, os anéis utilizados na prática já se encontravam nas cores definidas.

Seguem algumas das respostas inicialmente definidas para tratar as questões apresentadas no Apêndice A.2, e que foram os insumos básicos das discussões da 3ª PPB:

- **Questão 1a: Qual linguagem poderia vir a representar a seguinte ação básica com a televisão: a) ligar/desligar?** Para ligar ou desligar, pressionar o anel azul (Tipo 3) por, no mínimo, dois segundos (Figura A.15);



Figura A.15: Anel azul sendo pressionado

- **Questão 2: Qual linguagem poderia vir a representar a ação de se ativar um determinado elemento de interface?** Pressionar e em seguida deixar de pressionar o anel verde (Tipo 2) (Figura A.16);



Figura A.16: Anel verde sendo pressionado

- **Questão 3: Qual linguagem poderia vir a representar a ação de se deslocar um elemento de posição na interface?** Também para essa questão vale a proposta apresentada na 1ª PPB, mas que no caso dos anéis poderia ser realizado enquanto o anel verde estiver pressionado com o cursor sob o elemento de interface a ser deslocado de posição, e o anel amarelo estiver sendo movimentado;
- **Questão 4: Como tratar a entrada de texto?** Igualmente, vale o que foi apresentado na 1ª PPB;
- **Questão 5: Como tratar na linguagem a navegação com movimentação livre por usuários com deficiência motora e com paralisia cerebral?** Aplicação de um modelo estendido dos três tipos básicos definidos.

Além das questões recorrentes das outras PPBs, esse artefato físico de interação permitiu atendimento a outras funcionalidades necessárias, pois conflitos impactantes no processo foram resolvidos. Dessa forma, insumos adicionais para serem apresentados nesta PPB foram preparados como, por exemplo, as linguagens utilizadas para:

- **Aumentar o volume:** Pressionar o anel azul – relativo às opções – e deslocar o anel amarelo para a direita;
- **Diminuir o volume:** Semelhante a aumentar o volume, devendo o usuário ao invés de deslocar o anel amarelo para a direita, deslocar esse anel para a esquerda;
- **Avançar um canal:** Pressionar o anel azul e deslocar o anel amarelo para cima;
- **Retroceder um canal:** Semelhante a avançar um canal, devendo o usuário ao invés de deslocar o anel amarelo para cima, deslocar esse anel para baixo.

Como visto, inicialmente definimos que o deslocamento no eixo horizontal do anel amarelo representaria mudança no volume do som da televisão e o deslocamento no eixo vertical corresponderia a mudanças nos canais da televisão. Ainda, propomos que em cada anel fosse gravado em Braille o número referente ao seu tipo com a ideia de facilitar sua identificação por usuários com deficiência visual.

Assim, após apresentação da proposta descrita anteriormente, os usuários começaram uma série de discussões buscando identificar se as soluções trazidas para a prática seriam pertinentes no contexto de uso almejado. Os itens mais relevantes discutidos nessa PPB – os itens foram agrupados buscando sua melhor contextualização – são expostos a seguir:

- **Artefatos físicos de interação (Anéis)**

- Um usuário comentou que uma solução consistindo de um dedal mais dois anéis seria uma solução mais ergonômica do que três anéis, uma vez que esse usuário entende que com essa configuração não seria necessário ficar com a mão espalmada em direção à televisão. A ideia seria poder mesclar uma combinação dos artefatos, conforme o gosto do usuário;
- Outro usuário chegou a especificar uma solução mista composta de anéis e dedais. A ideia desse participante seria usar dois anéis – ativação e opções – e um dedal no lugar do anel de movimentação por achar que o dedal, devido ao seu formato, é uma melhor opção para apontar onde na interface se deseja manipular;
- Deduzimos a partir dos debates que não era suficiente permitir que a pressão mecânica fosse efetuada em qualquer ângulo dos anéis, pois poderia haver ativação sem intenção. Assim, uma solução seria a existência de um pequeno botão em alguma parte do anel;
- Um dos usuários comentou que pessoas daltônicas podem, talvez, ter problemas para identificar as cores inicialmente propostas para os anéis;
- Um usuário comentou, após ver a proposta de linguagem para ligar/desligar a televisão via anéis, que alguns tocadores de MP3 e celulares também usam a linguagem de pressionar algum botão por alguns segundos para ligar/desligar o artefato digital;
- Foi sugerido que os anéis fossem reguláveis para que esse artefato possa, mais facilmente, adaptar-se aos dedos das mãos dos usuários sem que para isso haja a necessidade de se produzir anéis de diferentes tamanhos;
- A gravação em Braille referente ao número do tipo foi questionada, visto que poderia trazer dificuldades para os usuários memorizarem/lembrarem quais funções estão associadas a cada tipo;
- Nessa PPB chegamos a cogitar a utilização de pulseiras no lugar do anel, mas percebemos que a localização física da pulseira no braço não permitiria tanta

flexibilidade de interação do artefato como no caso dos anéis quando, por exemplo, consideramos a necessidade de termos um botão no artefato o que, no caso da pulseira, poderia trazer problemas na interação;

- Outro usuário observou que o anel como artefato físico de interação parece ser uma solução interessante, pois não existe a necessidade do usuário ficar segurando o artefato, apenas colocá-lo no dedo. Logo em seguida, houve uma rápida comparação dos anéis com os outros artefatos das práticas anteriores. No caso do dedal foi comentado que esse artefato poderia ficar caindo do dedo e que, diferentemente da luva, o anel traz flexibilidade para ser utilizado no dedo que melhor se adaptar ao usuário, além do fato desse artefato ser bem mais transparente do que os artefatos usados nas duas práticas anteriores;
 - Um usuário questionou como resolver o problema da área de cobertura dos anéis e o mediador esclareceu que a arquitetura da solução, dividida em duas partes complementares, ajuda nessa questão;
 - Um dos usuários achou que tendo apenas um anel com o seu movimento mapeado só existirá a necessidade de um único cursor, o que se configura como uma vantagem perante as propostas das práticas anteriores;
 - Um usuário disse visualizar a utilização desse artefato enquanto estiver deitado;
 - Alguns usuários entendiam que devido às características mecânicas dos anéis, provavelmente, seu uso e ajuste serão realizados de forma mais facilitada.
- **Linguagem de interação**
 - Sobre a proposta de linguagem de interação para a realização de mudanças relativas ao volume do som e troca de canais, os usuários presentes nessa prática entendiam que a proposta deveria ser ao contrário, ou seja, inverter os eixos inicialmente propostos para mudanças relativas a essas funcionalidades. Durante essa PPB ficou nítido que poderiam existir duas propostas, como apresentadas na Figura A.17a e na Figura A.17b. Após algumas discussões a esse respeito, chegamos ao consenso de que a Figura A.17a representa melhor essas duas possibilidades, isto quer dizer, o eixo horizontal referente ao Canal e o eixo vertical ao Volume. Essa definição foi motivada pela ideia de que aumentar ou diminuir o volume do som lembra, respectivamente, subir e descer, e para avançar ou retroceder um canal lembram, respectivamente, ir para o próximo (direita) e ir para o anterior (esquerda). Entendemos que essa confusão em relação aos eixos para volume/canal tem origem nos problemas de *design* relativos aos controles remotos que causam confusão no seu uso como descrito, por exemplo, por Nielsen [84]. Para mostrar exemplos dessa confusão, selecionamos dois controles remotos (Figura A.18). Na Figura A.18a temos um controle remoto onde as mudanças de canais e volume são

ambas realizadas por setas para baixo/cima e na Figura A.18b não temos como identificar qual dos eixos é usado para essas funcionalidades sem consultar o manual do controle;



Figura A.17: Duas opções diferentes para canal e volume em relação aos eixos



(a)



(b)

Figura A.18: Dois diferentes controles remotos encontrados no mercado

- A solução inicialmente pensada para ligar/desligar a televisão foi questionada pelos usuários, que levantaram a possibilidade dessa proposta entrar em conflito com as opções de mudar o volume do som e trocar de canal, uma vez que antes de desligar a televisão outras funcionalidades poderiam ser ativadas de forma não intencional caso o usuário pressione o anel azul e desloque o anel amarelo de posição;
- Um dos usuários comentou que a solução dos anéis parece ser melhor do que a dos dedais, pois com a configuração dos três diferentes anéis o cursor provavelmente não alterará sua posição durante o processo de ativação do elemento de interface sob o qual o cursor estiver incidindo;

- Foi observado que a solução com três anéis isolando funcionalidades permitem sua melhor combinação pela linguagem de interação de modo a contemplar todas as funções de interação com a TVDI;
- Um dos participantes lembrou-se do problema em relação à formulação de uma linguagem que considere o fator tempo, que pode não ser adequada a idosos, crianças e deficientes motores. Além de que, realizar movimentos em períodos de tempo exatamente iguais pode ser de difícil reprodução.

Ao final da 3ª PPB concluímos que uma linguagem de interação baseada, quase que exclusivamente em gestos seria bem complexa para não causar conflitos, principalmente, devido ao ambiente de uso da televisão. Nesse ambiente o MC provavelmente seria necessário, mas com o avanço do artefato físico de interação, a proposta ficou equilibrada com apenas um botão no artefato. Na Figura A.19 apresentamos o quadro branco ao final dessa PPB¹⁵.



Figura A.19:Quadro branco ao final da 3ª Prática

Compreendendo as potencialidades do artefato e da linguagem, e visando um melhor balanceamento entre o artefato e a linguagem gestual, principalmente, devido ao contexto de

¹⁵ Os resultados que foram apresentados no Apêndice A.3.3 são derivados desse quadro.

uso e ao público-alvo que queremos beneficiar com as soluções geradas a partir deste trabalho partimos, então, para a sua completa formalização e detalhamento adicionais necessários.

A.3.4 Reflexão sobre as Práticas Participativas

Após concluirmos as três PPBs, ficou explícita a dificuldade de encontrarmos uma nova linguagem de interação para o contexto pesquisado, principalmente, devido aos incontáveis fatores que influenciam o ambiente de uso da televisão. Essa mesma consideração é válida e ampliada para propostas que estão buscando considerar os gestos realizados pelos usuários como mais um mecanismo de entrada de dados para a TVDI.

Durante a 2ª PPB notamos que a ênfase do trabalho estava sendo direcionada, quase que exclusivamente, para a formulação dos gestos que poderiam vir a compor a linguagem, com o intuito de definir os movimentos que viessem a representar as diferentes funções de interação com a TVDI. Por esse motivo, na 1ª PPB, não foram exploradas em exaustão questões relacionadas com o artefato físico de interação.

Entre cada PPB as modificações na linguagem eram significativas, mas o artefato físico de interação não evoluía na mesma dimensão, apesar de termos trabalhado diferentes artefatos físicos de interação em cada uma das PPBs. Logo, ao finalizarmos a 2ª PPB observamos que as duas vertentes dessa pesquisa não estavam sendo exploradas de forma balanceada, ou seja, os artefatos físicos de interação e a linguagem de interação baseada em gestos. Assim, durante as reflexões realizadas entre a 2ª PPB e a 3ª PPB esse novo olhar foi aplicado, o que fez toda a diferença no resultado final do presente trabalho.

Na Tabela A.3 apresentamos – de forma sequencial – os diferentes artefatos explorados ao longo das PPBs, que vislumbrávamos poderem ser adaptados a fim de compor o artefato físico mediador da interação entre os usuários e a TVDI via uma nova linguagem de interação baseada em gestos.

Tabela A.3: Propostas de artefatos físicos de interação

Artefato	Mão	Ponto a ser mapeado (máximo)	Cursor na interface
2 luvas	2 mãos	4 pontos	4 cursores
2 luvas	2 mãos	2 pontos	2 cursores
4 dedais	2 mãos	4 pontos	4 cursores
3 dedais	2 mãos	3 pontos	2 cursores
2 dedais	1 mão ou 2 mãos	2 pontos	2 cursores
2 <i>band-aids</i>	1 mão ou 2 mãos	2 pontos	2 cursores
3 anéis	1 mão ou 2 mãos	1 ponto	1 cursor
1 pulseira	1 mão	1 ponto	1 cursor

Enfatizamos que ao selecionarmos os anéis como artefato físico de interação não estamos invalidando a utilização dos outros artefatos – luva, dedal, *band-aid* e pulseira – como instrumento mediador da interação entre os usuários e sistemas digitais. Apenas gostaríamos de esclarecer que, visto o que foi apresentado e discutido nas PPBs, esses outros artefatos não se configuraram como os artefatos mais adequados, por conta de um dos objetivos da nossa pesquisa que é de especificar um novo artefato físico de interação e sua sintaxe de uso acessíveis e utilizados por todos, na maior extensão possível.

Seguem algumas considerações pontuais sobre os diferentes focos aplicados em cada um das práticas:

- **1ª PPB:** Na primeira prática o foco foi discutir com os usuários uma proposta de linguagem de interação baseada na composição de gestos com o uso de luvas. Assim, o objetivo foi buscar definir uma linguagem gestual através do mapeamento de pontos que estavam dispostos nas luvas. Nessa prática o artefato físico de interação pouco foi trabalhado, carregando em complexidade na formulação dos gestos, de modo que toda a extensão da linguagem de interação fosse formulada sem a existência de conflitos. Essa complexidade estava dificultando a criação de uma linguagem baseada em gestos que fosse, de fato, acessível para a abrangência do público-alvo que almejamos beneficiar com esta pesquisa;
- **2ª PPB:** Antes do início dessa prática, vislumbrando obter melhores resultados, substituímos o artefato usado na 1ª PPB por dedais. Durante a prática continuamos a explorar a formulação de gestos para composição da linguagem. Contudo, no decorrer dessa atividade notamos que a ênfase da busca de soluções estava direcionada à linguagem e pouco ao artefato. Da rica discussão, foi extraída a proposta de uso de uma espécie de *band-aid* como um novo artefato físico de interação, mas descartada devido a dificuldade de adaptação ao contexto da pesquisa;
- **3ª PPB:** Partindo das informações das PPBs anteriores, realizamos nova prática com outro artefato com características que resolviam problemas mencionados nas outras PPBs: o anel. Assim, foi pensado em três tipos de anéis fisicamente ajustáveis, coloridos, e com identificação em Braille, além de uma linguagem de interação simples e de fácil aprendizado. Essas características permitem o atendimento das questões levantadas junto ao público-alvo configurando, portanto, o anel como um possível artefato a ser adaptado ao contexto de uso da TVDI.

As práticas participativas contribuíram de modo substancial para o amadurecimento das ideias e de um melhor entendimento dos fatores que influenciam esse contexto de uso. Essas práticas possibilitaram que nossas propostas fossem mais bem exploradas e postas a prova diretamente com os representantes do público-alvo. Entendemos, também, que a evolução

da solução ganhou outra magnitude com a participação ativa dos usuários na fase inicial de definição da nova linguagem de interação.

A.4 Conclusão

A maioria dos potenciais usuários de TVDI no Brasil ainda não estão familiarizados com o uso cotidiano de interfaces digitais. Experimentos realizados pelo nosso grupo de pesquisa, com representantes do público-alvo em outros contextos de pesquisa, demonstraram a dificuldade dos usuários de entendimento das interfaces digitais [5,82]. Caminhos para um uso efetivo e para um diálogo mais fluente com essa nova mídia vão depender diretamente do artefato físico de interação com a TVDI.

Neste trabalho apresentamos práticas participativas realizadas com usuários para identificar um artefato para mediar a interação dos usuários com as aplicações de TVDI. Baseado no que foi discutido durante essas atividades, selecionamos a proposta do anel para ser detalhada. Desse modo, o objetivo inicialmente proposto para esse trabalho foi alcançado ao chegarmos à definição de um artefato e termos clarificado o contexto de uso da TVDI com suas implicações no design de soluções futuras.

Vale lembrar que em nossa pesquisa entendemos que uma interação mais direta com a TVDI passa pela necessidade do artefato físico de interação ser mais transparente ao usuário, de modo que o foco da interação se dirija à interface das aplicações interativas e não ao artefato em si. Uma linguagem de interação por gestos sob o Modelo MulTIS via anéis poderá proporcionar uma interação mais natural, viabilizando diálogos em conformidade com as formas e intenções de interação almejadas pelos usuários.

Como continuidade desta pesquisa destacamos a realização das especificações do design do produto e da linguagem de interação de um novo artefato digital para a TVDI baseado no conceito de anel.

A.5 Apêndice A: Partes Interessadas

Na Figura A.20 apresentamos o artefato da Semiótica Organizacional denominado Partes Interessadas. Essa figura explicita na camada Mercado alguns artefatos utilizados para interação dos usuários com sistemas digitais em geral. Cabe salientar que o Partes Interessadas apresentado nessa figura é uma versão atualizada do disponível em [74].

Apêndice B

Anéis Interativos Ajustáveis: Design de um Novo Artefato Físico de Interação para a TVDI^Δ

B.1 Introdução

Gawlinski [33] define televisão interativa como um conjunto de artefatos tecnológicos que permitem o estabelecimento de um diálogo entre o usuário – ou telespectador – com um canal de TV, programa ou serviço. Assim sendo, entendemos que o apelo das aplicações interativas oferecidas a um determinado perfil de usuário bem como a adequação da tecnologia usada no equipamento do usuário pode tornar esse diálogo mais ou menos efetivo.

A digitalização da transmissão da televisão terrestre no Brasil e, conseqüentemente, a possibilidade de maior oferta de interatividade na televisão estabelece um novo paradigma de interação do telespectador com essa mídia com extremo potencial de impacto social para a população brasileira. A televisão no Brasil é o principal meio de informação e entretenimento da população [96], estando presente em 95,7% dos lares [45]. Entretanto, compreendemos que a digitalização da televisão terrestre não implica, necessariamente, na existência de uma

^Δ Esta é a versão final de um relatório técnico que será publicado pelo IC/UNICAMP após resultado do pedido de depósito de patente (Anexo B.1): L.C. Miranda e M.C.C. Baranauskas, “Anéis Interativos Ajustáveis: Design de um Novo Artefato Físico de Interação para a TVDI,” Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Brasil, Relatório Técnico, 2010, a ser publicado [62].

rede bi-direcional. Portanto, a possibilidade de interatividade plena não está completamente garantida.

O controle remoto, principal artefato físico de interação com o sistema de televisão, nos moldes atuais não é suficiente para uma interação mais constante e dinâmica dos usuários com a Televisão Digital Interativa (TVDI), tendo em vista os problemas já identificados e discutidos na literatura por diversos autores como, por exemplo, em [7,8,13,14,84]. Sendo assim, enfatizamos a necessidade de se pensar em desenvolver e/ou adaptar novos artefatos físicos de interação para a TVDI, para não acabarmos subutilizando a riqueza da natureza interativa que essa nova mídia pode proporcionar. Acreditamos que uma solução para o contexto brasileiro poderia ser aplicada em outros países, dada a diversidade de habilidades e competências da população em foco.

Embora o Brasil tenha adotado um dos padrões mundiais de televisão digital como base tecnológica para o Sistema Brasileiro de Televisão Digital Terrestre (SBTVD-T), isso não significa que o SBTVD-T atende a todas as nossas necessidades na perspectiva de como o usuário interage com a televisão. O contexto de uso da televisão digital no Brasil é diferente da dos países de primeiro mundo, pois vivemos grandes diferenças socioeconômicas e culturais, bem como de acesso, em geral, à tecnologia e ao conhecimento nas diferentes regiões do país. Dentro desse cenário, pensamos que é essencial analisar e propor artefatos para facilitar a interação dos usuários com a TVDI, e assim maximizar a utilização dessa nova mídia como uma importante ferramenta de socialização de informação e conhecimento para os cidadãos brasileiros. Em assim sendo, nossa pesquisa está alinhada com o desafio n° 4 da Sociedade Brasileira de Computação [6].

Visto o exposto, desde 2006 investigamos o design da interação entre os usuários e a TVDI focados na ótica dos artefatos físicos de interação. Logo, para este trabalho, partimos de resultados anteriores já alcançados em nossa pesquisa [63,65,68,74,76]. Em assim sendo, o foco deste relatório técnico é apresentar os resultados alcançados com a continuidade de nossa investigação sob as duas vertentes desta pesquisa, ou seja, artefatos e linguagens de interação com a TVDI. Alinhados com o Design Socialmente Responsável [5] e com o Design para Todos [17] e, também, com base em resultados obtidos em práticas participativas realizadas com usuários [63], neste trabalho, especificamos novos artefatos digitais para a TVDI e formalizamos a linguagem de interação desses artefatos.

Este relatório técnico está organizado em quatro seções: no Apêndice B.2 apresentamos nossas propostas de design do produto e linguagem de interação de novos artefatos digitais para a TVDI; no Apêndice B.3 apresentamos os resultados de uma avaliação preliminar da solução proposta neste trabalho; e no Apêndice B.4 tecemos considerações finais e indicamos trabalhos que poderão promover a sua continuidade.

B.2 Proposta de Um Novo Artefato Digital para a TVDI

Apresentamos nesta seção uma proposta de *design* de um novo artefato digital para a TVDI e a formalização da linguagem de interação desse artefato. As soluções descritas nesta seção foram embasadas em resultados prévios desta pesquisa, estando as soluções em consonância com: 1) as recomendações de uso dos artefatos físicos de interação com a TVDI [76]; 2) as diretrizes para novos artefatos físicos de interação com a TVDI [74]; 3) o Modelo MulTIS de interação baseado em gestos [68]; e 4) as *guidelines* de *design* para novos artefatos físicos de interação com a TVDI [65]. Nossa proposta também está baseada em resultados anteriores obtidos com a realização de práticas participativas, cujo intuito foi prospectar um novo artefato físico de interação para a TVDI em conjunto com usuários¹⁶.

Cabe ainda ressaltar que a solução apresentada neste relatório técnico já trata diferentes questões que foram levantadas e discutidas em uma prática participativa realizada em um cenário de diversidade de perfis de usuários. Tal atividade, denominada de Prática dos Anéis (PA), nos proporcionou um *feedback* diretamente com os usuários potenciais da solução apresentada neste trabalho, além de ter gerado novos *insights* para prosseguirmos com a nossa pesquisa (como será visto no Apêndice B.3). No contexto desta pesquisa, vale também mencionar que a solução apresentada a seguir representa uma instanciação possível do Modelo MulTIS.

Assim, impulsionados pela meta de construir uma solução para todos¹⁷, nossa proposta de novo artefato digital – *hardware* – para a TVDI envolve sua divisão em dois elementos principais (Figura B.1b e Figura B.1c), que trabalham de forma conjugada:

- **1º Elemento:** O primeiro elemento é composto por um conjunto de artefatos físicos de interação, que correspondem a parte mais leve¹⁸ das soluções de *hardware* e que estarão em contato físico direto com os usuários (Figura B.1b), que na maioria dos casos da proposta, serão usados nos dedos das mãos;
- **2º Elemento:** O segundo elemento é o dispositivo responsável pela comunicação eletrônica – interfaceamento – entre os artefatos físicos de interação e o receptor de TVDI (Figura B.1c). Esse *hardware* possui a capacidade de identificar o movimento no espaço de um tipo específico de artefato físico de interação considerando os componentes descritos no Modelo MulTIS e receber os sinais de radiofrequência (RF)

¹⁶ Foram realizadas três práticas participativas com usuários, intituladas de Práticas Participativas de Brainstorming (PPB). Os resultados obtidos nessas atividades estão detalhados em [63].

¹⁷ Quando neste trabalho usamos o termo “por/para todos” não estamos nos referindo a sua expressão, mas ao conceito, subliminar a este vocábulo, que está norteando a geração das soluções alicerçadas por esta pesquisa.

¹⁸ No sentido de peso.

transmitidos pelos diferentes tipos de artefatos físicos de interação nas suas respectivas faixas de trabalho. Assim, todos esses sinais serão processados nesse dispositivo e transmitidos para o receptor de TVDI. Esse novo artefato digital foi batizado como: Módulo de Interfaceamento com o Receptor ou, em inglês, *Receiver Interfacing Module* (RIM).

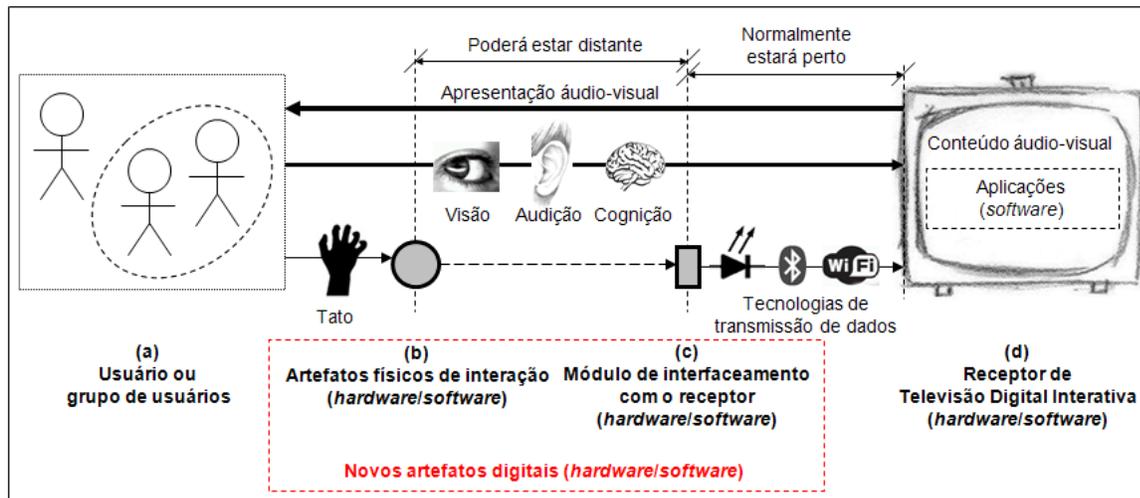


Figura B.1: Interação entre os usuários e o sistema de televisão via artefatos físicos de interação mais transparentes aos usuários

Com base no que foi discutido em [63], o artefato escolhido para ser adaptado ao contexto de uso da TVDI como artefato físico de interação foi o anel. Portanto, definimos esse novo artefato digital como: Anel Interativo Ajustável ou, em inglês, *Adjustable Interactive Ring* (AIR), pelos motivos expostos a seguir:

- **Anel:** A utilização conjugada de mais de um anel possibilita flexibilidade para compor diferentes soluções, visto que funcionalidades estanques podem ser (re)combinadas de formas distintas¹⁹. Além disso, tal artefato está presente no cotidiano das pessoas e sua utilização diária, por muitas vezes, passa despercebida;
- **Interativo:** O anel é adaptado eletronicamente com os recursos necessários de modo a se constituir em artefato físico que viabiliza, de fato, a interação dos usuários com sistemas digitais;
- **Ajustável:** Esse termo foi empregado com o intuito de expressar algumas características da solução, a saber: 1) Física: o anel é fisicamente ajustável, isso quer dizer, possui flexibilidade para se acomodar, a priori, nos dedos das mãos de qualquer

¹⁹ Os AIRs para o contexto de uso da TVDI foram divididos em três grupos, cada um com uma finalidade específica. A composição básica dos AIRs para a TVDI está descrita, detalhadamente, na próxima subseção.

usuário. Ainda nessa vertente, vale também considerar que esse artefato é ambidestro; e 2) Modularidade: a solução possibilita múltiplas configurações, dependendo do contexto de uso²⁰ e perfil do usuário.

A proposta de uma nova linguagem de interação com a TVDI baseada em gestos sob o Modelo MULTIS via os Anéis Interativos Ajustáveis poderá ser usado pelos usuários de forma mais natural, mantendo o seu foco de atenção direcionado para a tela da TVDI e, portanto, na tarefa a ser executada e não parcialmente no artefato físico de interação. Essa proposta, deste modo, se diferencia da tradicional forma de interação dos usuários com a TVDI via controle remoto, onde muitas vezes o usuário necessita olhar para o controle a fim de identificar o botão que deseja apertar. Vale ressaltar que num contexto de uso da televisão onde não ocorre muita interação esse fator não é, de fato, um problema, mas com a disponibilização de aplicações interativas na TVDI o diálogo passa a ser mais constante e dinâmico, e o foco deverá estar na tela da televisão (tarefas). Além disso, como previamente identificado em [74], a forma de navegabilidade através do apontamento do local que se deseja manipular diretamente na interface pode vir a trazer benefícios para as aplicações interativas, visto que se pode diminuir a necessidade de passar por diversos menus de opções para executar alguma tarefa.

Caminhando em direção à abordagem por nós proposta uma mudança de paradigma deve ocorrer na interação dos usuários com o sistema de televisão, pois o foco da interação deve passar a ser a interface da TVDI – canal de TV, programa ou serviço –, e não mais, parcialmente, o artefato físico de interação.

B.2.1 Composição Básica

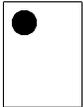
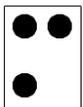
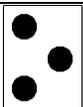
A composição básica dos AIRs para a TVDI corresponde à solução que deverá ser utilizada por todos os usuários. Essa configuração da solução é composta por um conjunto de três tipos distintos de Anéis Interativos Ajustáveis: **A**tivação, **M**ovimentação e **O**pções, respectivamente, em inglês, **A**ctivation, **M**ovement e **O**ptions, conforme descritos na Tabela B.1. Vale destacar que todos os tipos de AIRs são pressionáveis, isto quer dizer que existe algum tipo de chaveador eletrônico como, por exemplo, um botão de tamanho reduzido no artefato físico de interação. Além disso, cada tipo de AIR possui gravado uma marca – uma letra²¹ em Braille – fisicamente acessível. A existência dessa marca no artefato físico de interação foi motivada pela necessidade de viabilizar um modo de identificar o tipo de cada

²⁰ A solução dos AIRs foi projetada inicialmente para ser utilizada no contexto de uso da TVDI, mas nada impede sua extensão para outros domínios.

²¹ Uma letra em Braille é representada numa célula de seis pontos.

AIR por usuários que não possam realizar essa identificação pela cor dos artefatos, tais como, usuários com deficiência visual. Cabe ainda comentar que a letra que representa os diferentes tipos corresponde à principal função de cada tipo.

Tabela B.1: Características gerais da composição básica dos AIRs para a TVDI

AIR	Principais Funções	Funções Secundárias	Cor	Marca
Ativação (A)	Ativar e deslocar um elemento de interface	Ampliar/reduzir uma área da interface	Verde	
Movimentação (M)	Movimentar o cursor na interface	(Des)ativar a visualização do cursor na interface, acessar/sair do menu principal, e (des)ligar a televisão	Amarelo	
Opções (O)	Opções de volume +/- e canal +/-	Trocar para um canal específico	Azul	

Segue a formalização da linguagem de interação dos AIRs para diversas funções de interação com a TVDI: ligar/desligar o aparelho de televisão, regular o volume do som, trocar de canal (próximo, anterior e acesso direto), acessar/sair do menu principal, movimentar o cursor na interface, habilitar/desabilitar a visualização do cursor na interface, ativar um elemento de interface, deslocar um elemento de interface, e ampliar/reduzir uma área da interface. É importante notar que essas funcionalidades são providas diretamente pela linguagem de interação da configuração básica dos AIRs para a TVDI, isto quer dizer que, se essas funcionalidades estiverem disponíveis na TVDI, as mesmas podem ser executadas diretamente pelo hardware dos AIRs sem necessidade de sua ativação pela interface. Para cada função é apresentada uma descrição geral da tarefa, os AIRs envolvidos, a linguagem de interação dos AIRs para executar a função, o *feedback* das ações, além de algumas informações adicionais. Vale comentar, ainda, que quando dizemos que determinado AIR deve ser pressionado estamos nos referindo ao pressionamento do único botão disponível em cada tipo de AIR.

- **Ligar/desligar**
 - **Descrição:** Ligar e desligar o aparelho de televisão.
 - **AIRs envolvidos:** AIR-M.
 - **Linguagem de interação dos AIRs para executar as funções:** Pressionar por, no mínimo, dois segundos o AIR-M.
 - **Feedback da ação:** Liga a televisão caso o equipamento esteja desligado ou desliga a televisão caso o equipamento esteja ligado.
 - **Informações adicionais:** Para essa ação não existe a necessidade de apontar o AIR-M para o RIM.

- **Regular o volume do som**
 - **Descrição:** Regular o volume do som da televisão.
 - **AIRs envolvidos:** AIR-M e AIR-O.
 - **Linguagem de interação dos AIRs para executar a função:** Pressionar o AIR-O e mantendo-o pressionado deslocar o AIR-M para cima ou para baixo, respectivamente, para aumentar ou diminuir o volume.
 - **Feedback da ação:** Aumenta ou diminui o volume do som caso o AIR-M tenha se deslocado, respectivamente, para cima ou para baixo. Vale considerar, além do *feedback* sonoro natural dessa ação o surgimento temporário, enquanto da realização dessa ação, de um scroll na interface demonstrando que o volume do som da televisão está sendo aumentado ou diminuído, conforme o caso.
 - **Informações adicionais:** Após o AIR-O ter sido pressionado e o AIR-M ter sido deslocado para cima ou para baixo não existe a necessidade de ficar deslocando o AIR-M continuamente para cima ou para baixo. O volume do som vai aumentando ou diminuindo até que o AIR-O deixe de ser pressionado. Além disso, vale observar que quando o AIR-O é pressionado o cursor da interface terá o seu mapeamento com o AIR-M temporariamente desabilitado enquanto o AIR-O permanecer pressionado; e que quando o AIR-O deixar de ser pressionado o cursor volta a aparecer no mesmo local da interface que estava aparecendo antes do AIR-O ter sido pressionado. Pensa-se que o espaço mínimo de deslocamento no espaço (Δs) para cima ou para baixo a partir do ponto de referência – ponto virtual criado pelo sistema a partir do momento do pressionamento do AIR-O – poderá ser personalizado pelo usuário de modo que o sistema entenda, de fato, a vontade de interação do usuário com o sistema de televisão.
- **Trocar de canal (próximo e anterior)**
 - **Descrição:** Mudança sequencial entre canais.
 - **AIRs envolvidos:** AIR-M e AIR-O.
 - **Linguagem de interação dos AIRs para executar a função:** Pressionar o AIR-O e mantendo-o pressionado deslocar o AIR-M para a direita ou para a esquerda, respectivamente, para avançar ou retroceder um canal ativo²².
 - **Feedback da ação:** Muda para o próximo canal ou para o anterior caso o AIR-M tenha se deslocado, respectivamente, para a direita ou para a esquerda. Além disso,

²² Entende-se que essa mudança não é necessariamente sequencial, por exemplo, do canal 1 para o 2, do 2 para o 3, do 3 para o 4 etc. A mudança é realizada diretamente de um canal com sinal para outro canal com sinal que, por exemplo, poderia ser do canal 1 para, diretamente, o canal 4.

vale observar a possibilidade de uma identificação numérica, textual ou mesmo auditiva para melhor identificar o novo canal ativo na interface.

- **Informações adicionais:** Após o AIR-O ter sido pressionado e o AIR-M ter sido deslocado para a direita ou para a esquerda não existe a necessidade de ficar deslocando o AIR-M continuamente para a direita ou para a esquerda. Os canais vão avançando ou retrocedendo até que o AIR-O deixe de ser pressionado. Vale observar que quando o AIR-O é pressionado o cursor da interface terá o seu mapeamento com o AIR-M temporariamente desabilitado enquanto o AIR-O permanecer pressionado; e que quando o AIR-O deixar de ser pressionado o cursor volta a aparecer no mesmo local da interface que estava aparecendo antes do AIR-O ter sido pressionado. Além disso, a mudança sequencial entre canais considerando ou não o canal ativo poderá ser configurado pelo usuário. Pensa-se também que o espaço mínimo de deslocamento no espaço (Δs) para a direita ou para a esquerda a partir do ponto de referência – ponto virtual criado pelo sistema a partir do momento do pressionamento do AIR-O – poderá ser personalizado pelo usuário de modo que o sistema entenda, de fato, a vontade de interação do usuário com o sistema de televisão. Também vale observar a possibilidade do usuário configurar o tempo para realizar a mudança entre cada canal, isto é, o tempo que a interface da aplicação interativa de cada canal permanece visível na tela da televisão antes de mudar para o próximo canal, como também, mais especificamente o tempo para iniciar a mudança do primeiro canal (o tempo para a mudança do primeiro canal poderá ser diferente da mudança dos demais canais).
- **Trocar de canal (acesso direto)**
 - **Descrição:** Trocar para um canal específico.
 - **AIR envolvido:** AIR-A, AIR-M e AIR-O.
 - **Linguagem de interação do AIR para executar a função:** Após pressionar o AIR-O por duas vezes consecutivas num curto espaço de tempo surge um teclado virtual sob a interface da aplicação interativa. Assim, o usuário tem a possibilidade de informar ao sistema o número correspondente ao canal que deseja acessar através da ativação dos números que compõem o canal.
 - **Feedback da ação:** O canal correspondente passa a ficar visível na interface após o número do canal ter sido informado ao sistema.
 - **Informações adicionais:** O tempo necessário para realizar os dois pressionamentos consecutivos no AIR-O poderá ser configurado pelo usuário numa área de configurações dos AIRs.
- **Menu principal**
 - **Descrição:** Acessar e sair do menu principal da televisão.

- **AIR envolvido:** AIR-M.
- **Linguagem de interação do AIR para executar as funções:** Pressionar o AIR-M duas vezes consecutivas num curto espaço de tempo.
- **Feedback da ação:** Torna o menu principal visível caso não esteja visível na interface ou sai do menu principal caso esteja visível na interface.
- **Informações adicionais:** Para essa ação não existe a necessidade de se apontar o AIR-M para o RIM. Vale observar que ao sair do menu principal a interface volta a mostrar o canal que estava ativo antes do acesso ao menu principal.
- **Movimentar o cursor**
 - **Descrição:** Movimentar o cursor na interface.
 - **AIR envolvido:** AIR-M.
 - **Linguagem de interação do AIR para executar a função:** Deslocar livremente o AIR-M no espaço.
 - **Feedback da ação:** Caso o cursor esteja habilitado, o cursor é movimentado na interface na mesma direção que o movimento do AIR-M considerando duas dimensões do espaço, ou seja, os eixos X e Y.
 - **Informações adicionais:** O cursor na interface é mapeado de forma 1:1 com o AIR-M, isto é, ao mover o AIR-M para cima, o cursor sobe na interface, ao mover o AIR-M para baixo, o cursor desce na interface, e assim sucessivamente. Vale lembrar que a referência de movimentação pode variar conforme a disposição do RIM. Pensa-se também que a sensibilidade do mapeamento correspondente ao deslocamento no espaço do AIR-M com o movimento do cursor na interface poderá ser personalizado pelo usuário, de modo a proporcionar uma melhor adaptação às características motoras de cada usuário e ao ambiente de uso da TVDI.
- **Visualização do cursor**
 - **Descrição:** Habilitar e desabilitar a visualização do cursor na interface.
 - **AIR envolvido:** AIR-M.
 - **Linguagem de interação do AIR para executar as funções:** Pressionar e soltar na sequência, uma única vez, o AIR-M.
 - **Feedback da ação:** Mostra o cursor na posição central da interface – horizontalmente e verticalmente – caso o cursor esteja desabilitado ou inibe o cursor da interface caso o cursor esteja habilitado.
 - **Informações adicionais:** Se o cursor for desabilitado, as funções principais e secundárias do AIR-A, conforme resumido na Tabela B.1, ficam também temporariamente desabilitadas, porém ainda é possível usar as funções do AIR-O, por exemplo, para mudar o volume do som ou trocar de canal.

- **Ativação**
 - **Descrição:** Ativar o elemento de interface sob o qual o cursor estiver incidindo.
 - **AIRs envolvidos:** AIR-A e AIR-M.
 - **Linguagem de interação dos AIRs para executar a função:** Movimentar o cursor na interface por meio da movimentação do AIR-M no espaço até o cursor ficar sob o elemento ao qual se deseja ativar, em seguida, pressionar e soltar na sequência, uma única vez, o AIR-A.
 - **Feedback da ação:** Depende do elemento que for ativado.
 - **Informações adicionais:** Essa funcionalidade é diferente da ação de se pressionar e manter pressionado o AIR-A por um período de tempo contínuo.
- **Deslocamento**
 - **Descrição:** Deslocar um elemento de interface para uma outra posição.
 - **AIRs envolvidos:** AIR-A e AIR-M.
 - **Linguagem de interação dos AIRs para executar a função:** Movimentar o cursor na interface por meio da movimentação do AIR-M no espaço até o cursor ficar sob um elemento que possa ser deslocado da interface, em seguida, pressionar o AIR-A e mantendo-o pressionado deslocar o elemento por meio da movimentação do AIR-M no espaço até o local desejado na interface. Após isso, deixar de pressionar o AIR-A.
 - **Feedback da ação:** O elemento deve estar na nova posição da interface.
 - **Informações adicionais:** Essa funcionalidade é diferente da ação de se pressionar e logo em seguida soltar o AIR-A.
- **Ampliação/redução da interface**
 - **Descrição:** Ampliar e reduzir – *zoom in/out* – a área onde o cursor estiver incidindo na interface.
 - **AIRs envolvidos:** AIR-A e AIR-M.
 - **Linguagem de interação dos AIRs para executar as funções:** Pressionar o AIR-A com o cursor em uma área que não pode ser ativa da interface e mantendo-o pressionado deslocar o AIR-M para a direita ou para a esquerda, respectivamente, para ampliar ou reduzir a área onde o cursor estiver incidindo na interface.
 - **Feedback da ação:** Realiza uma ampliação ou redução da área sobre a qual o cursor estiver incidindo caso o AIR-M tenha se deslocado, respectivamente, para a direita ou para a esquerda.
 - **Informações adicionais:** Após o AIR-A ter sido pressionado e o AIR-M ter sido deslocado para a direita ou para a esquerda não existe a necessidade de ficar deslocando o AIR-M continuamente para a direita ou para a esquerda. A área vai

sendo ampliada ou reduzida até que o AIR-A deixe de ser pressionado. Além disso, vale observar que quando o AIR-A é pressionado o cursor da interface terá o seu mapeamento com o AIR-M temporariamente desabilitado, mas permanecendo visível no centro da região que estiver sendo ampliada/reduzida, enquanto o AIR-A permanecer pressionado. Além disso, a velocidade desse *zoom in/out* poderá ser configurado pelo usuário. Pensa-se também que o espaço mínimo de deslocamento no espaço (Δs) para a direita ou para a esquerda a partir do ponto de referência – ponto virtual criado pelo sistema a partir do momento do pressionamento do AIR-A – poderá ser personalizado pelo usuário de modo que o sistema entenda, de fato, a vontade de interação do usuário com o sistema de televisão.

Seguem algumas considerações acerca da nova linguagem de interação proposta para a TVDI via Anéis Interativos Ajustáveis:

- O protocolo de interação dos AIRs para a TVDI foi concebido para ser utilizado com apenas uma das mãos, dado o contexto de uso da televisão e as possíveis limitações motoras de uma parcela do público-alvo;
- A formulação da linguagem de interação dos AIRs para a TVDI considerou o pressionamento individual de cada AIR em instantes de tempos diferentes, pois não é viável acionar o botão de mais de um AIR, ao mesmo tempo, em dedos diferentes;
- A maioria das funções simétricas como, por exemplo, “acessar/sair” possuem a mesma linguagem de interação;
- A linguagem de interação formulada para os AIRs da TVDI não considera a velocidade com que o usuário realiza os movimentos, mas sim a distância deslocada pelo AIR-M no espaço, consideradas possíveis limitações motoras de uma parcela do público-alvo;
- Apesar de termos evitado usar ao máximo o fator tempo na linguagem de interação, visto o que foi discutido em [63], para as ações de ligar/desligar a televisão optou-se por fazer uso desse componente visando tentar diminuir as chances dos usuários desligarem acidentalmente a televisão, por exemplo, ao pressionar o AIR-M. Vale ainda destacar que a linguagem de interação para essas ações está alinhada com um comentário realizado por um dos participantes da 3ª PPB [63], que lembrou que alguns artefatos digitais como, por exemplo, tocador de MP3 e celular, são ligados/desligados usando uma linguagem semelhante;
- Foram agrupadas diversas funcionalidades que não necessitam do componente gestos como funções secundárias do AIR-M visando tornar a solução acessível. Essa configuração é fundamental para que usuários com, por exemplo, severas restrições motoras, também possam fazer uso da nova linguagem de interação para a TVDI via AIRs, como será visto em detalhes mais a frente, e assim poder aproveitar o potencial

da TVDI como uma importante ferramenta aliada da sua inclusão social. Desse modo, para usar essas funcionalidades não é necessário apontar o AIR-M para o RIM;

- A existência de uma função para habilitar/desabilitar o cursor da interface foi motivada pelos comentários realizados por um dos participantes da 2ª PPB [63] sobre possíveis conflitos dos gestos realizados pelos usuários no ambiente de uso da televisão. Além disso, em alguns momentos a apresentação do cursor na interface pode incomodar os usuários. Dessa forma, no contexto de uso da televisão pode ser relevante desabilitar temporariamente o mapeamento do cursor da interface com o AIR-M;
- A linguagem de interação formulada para as funções descritas anteriormente não especifica onde os AIRs devem ser usados – por exemplo, nos dedos das mãos ou dos pés, preso a alguma parte do corpo etc. –, apenas são definidas as ações a serem realizadas sob estes artefatos como, por exemplo, deslocar o AIR-M em alguma direção ou acionar o botão de um dos AIRs;
- A solução do AIR, do ponto de vista do design deste artefato, não é necessariamente para uso coletivo ou individual, uma vez que de posse de vários AIRs, nada impede que um usuário utilize um tipo, outro usuário use outro tipo etc. Entendemos que não é o artefato em si, ou seja, o AIR que predefine se o seu uso será individual ou coletivo, mas o uso diferenciado que possam vir a fazer para esse novo artefato físico de interação.

Na Figura B.2 apresentamos uma representação visual das características que compõem os AIR.

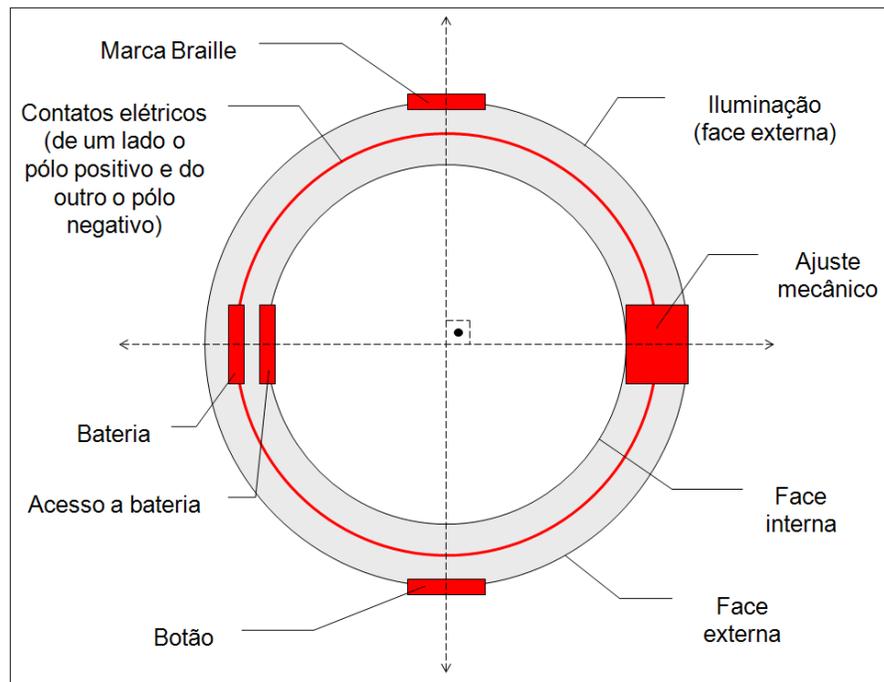


Figura B.2: Configuração física bidimensional do AIR

Na Figura B.4 e na Figura B.5 apresentamos o design do produto dos AIR²³. Seguem as decisões de design que compõem as características físicas dos Anéis Interativos Ajustáveis para a TVDI:

- **Cores:** As cores escolhidas para distinguir os diferentes tipos de AIRs para a TVDI levaram em consideração questões relacionadas a dificuldade de percepção de cores por daltônicos. Assim, por exemplo, optou-se por não usar a cor vermelha, pois essa cor pode ser de difícil diferenciação em relação a cor verde;
- **Um único botão visualmente explícito:** O AIR foi concebido com apenas um botão visto o que foi comentado pelos usuários da PA (Apêndice B.3) em relação às dificuldades de uso do controle remoto e que, posteriormente, foram corroboradas em experimento [65]. Além disso, o design do AIR com o botão explicitamente visível, sem perder de vista a suavidade e delicadeza do artefato físico de interação, foi motivado por questões relacionadas aos *affordances* [88,91] de anéis, uma vez que anéis do cotidiano não sugerem ao usuário que os mesmos possam ser acionados. Como observado na Figura B.2, esse botão fica do lado oposto da marca Braille, tentando

²³ No Apêndice B.5 apresentamos a evolução do design do produto dos AIRs ao longo desta pesquisa.

sugerir para o usuário que a marca Braille é uma espécie de adorno, ou seja, a marca Braille visível no dorso da mão e o botão visível na palma da mão;

- **Marca Braille:** O Braille foi usado no artefato motivado pela concepção do Design para Todos. Dessa forma, existe no artefato uma marca fisicamente acessível – uma letra em Braille – que corresponde à principal função de cada tipo, de modo que usuários com, por exemplo, deficiência visual ou no escuro possam identificar o AIR. Para a configuração básica dos AIRs para a TVDI está gravado no AIR-A, AIR-M e AIR-O, respectivamente, a letra A, M e O. Assim, imaginamos que a marca em Braille deve ajudar nessa identificação. Optou-se por não disponibilizar a gravação em Braille sobre o único botão do artefato visando minimizar as chances dos usuários acionarem o botão do AIR enquanto estiverem tentando identificar o tipo de AIR pela marca Braille. Vale comentar que tais marcas não simbolizam, necessariamente, a funcionalidade que será disparada ao pressionar o botão, mas sim uma das funções do AIR. Logo, por exemplo, para movimentar o cursor na interface não é necessário pressionar o botão do AIR-M. Essa solução foi inspirada em outros artefatos tecnológicos do cotidiano que adotam estratégia semelhante, como pode ser observado na Figura B.3. Tal figura apresenta um fone de ouvido, que no lado direito – *right* – possui a letra “R” gravada em Braille e no lado esquerdo – *left* – possui a letra “L” gravada em Braille;



Figura B.3: Fone de ouvido com gravações em Braille para apoiar a identificação dos lados direito e esquerdo do fone por usuários com deficiência visual

- **Ausência de texto:** Alinhou-se a concepção do design do produto do AIR em uma solução sem texto, visto que a existência de texto no artefato poderia impactar em algumas barreiras de interação para uma parcela do nosso público-alvo como, por exemplo, usuários com baixo letramento e/ou com algum nível de deficiência visual. Essa característica foi reforçada positivamente por alguns comentários realizados pelos usuários da PA (Apêndice B.3);
- **Fisicamente ajustável:** O AIR possui característica mecânica que permite o seu ajuste a diferentes tamanhos de dedos;
- **Peso:** A especificação indica que seu peso será semelhante ao de um anel de adorno;

- **Iluminação:** Incorporado ao design para facilitar sua localização. Essa característica surgiu como uma necessidade relatada pelos participantes da PA (Apêndice B.3);
- **Fonte de energia elétrica:** A bateria que fornece corrente elétrica para os componentes eletrônicos do AIR fica localizada no lado oposto do ajuste mecânico, e nas laterais do AIR existem contatos elétricos que permitem que a bateria do AIR seja recarregada quando o AIR estiver guardado em um compartimento próprio no RIM;
- **Espessura única:** Optou-se por manter o AIR com uma espessura única de modo a evitar que os usuários viessem a usar a parte mais larga, provavelmente onde ficaria localizado o botão, visível no dorso da mão. Essa forma de uso poderia implicar em alguns problemas de usabilidade da solução. Dessa forma, o AIR fica mais parecido com uma aliança;
- **Bordas arredondadas:** As bordas foram arredondadas para não machucar os dedos dos usuários.

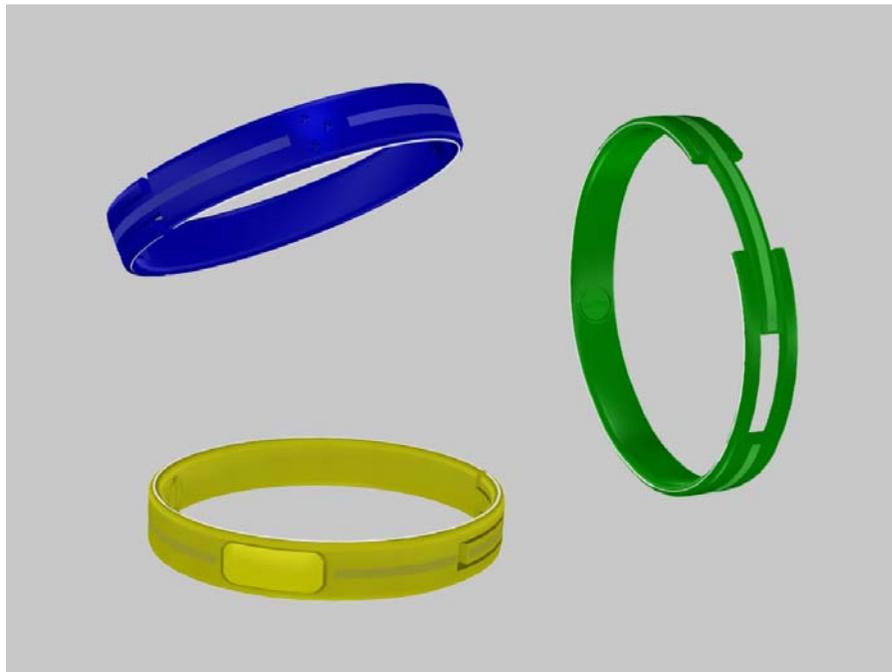


Figura B.4: Design do produto da composição básica dos AIRs para a TVDI em três diferentes perspectivas

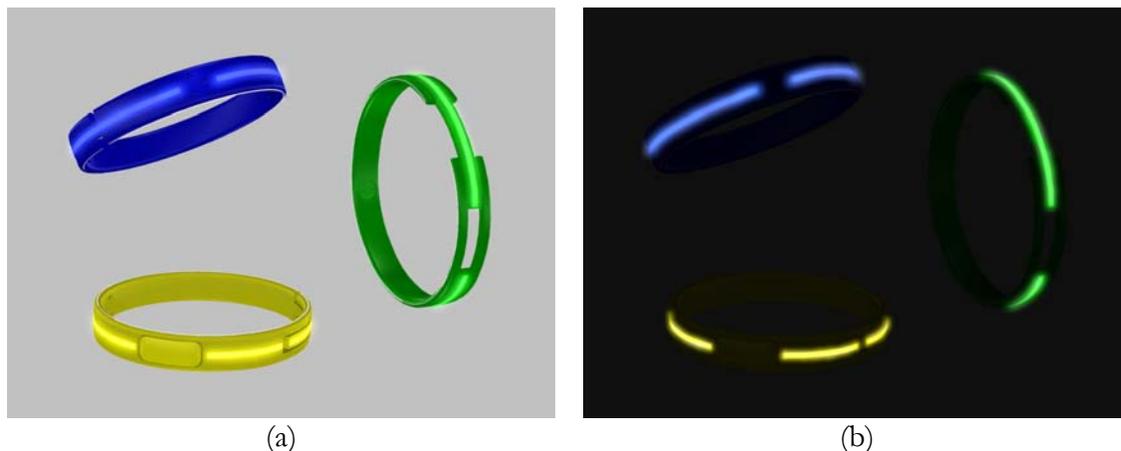


Figura B.5: AIRs acesos em três diferentes perspectivas. (a) Em ambiente iluminado (b) Em ambiente com pouca iluminação

Segue a formalização da linguagem de interação do RIM. Para cada função são apresentados os mesmos detalhes descritos para a linguagem de interação dos AIRs para a TVDI.

- **Acender/Apagar apagar os AIRs**
 - **Descrição:** Acender e apagar os AIRs que estão fora do compartimento dos AIRs no RIM.
 - **Linguagem de interação do RIM para executar as funções:** Pressionar e soltar na sequência, uma única vez, o botão localizado na parte superior.
 - **Feedback da ação:** Acendem os AIRs que estiverem apagados e fora do compartimento dos AIRs no RIM ou apagam os AIRs que estiverem acesos e fora do compartimento dos AIRs no RIM.
 - **Informações adicionais:** Os AIRs que estiverem dentro do compartimento dos AIRs no RIM não acendem/apagam.
- **Ligar/desligar a sinalização sonora**
 - **Descrição:** Ligar e desligar a sinalização sonora do RIM.
 - **Linguagem de interação do RIM para executar as funções:** Deslocar o botão localizado na lateral direita do RIM para a direita ou para a esquerda, respectivamente, para ligar ou desligar a sinalização sonora do RIM.
 - **Feedback da ação:** Liga ou desliga a sinalização sonora do RIM caso o botão localizado na lateral direita do RIM tenha sido deslocado, respectivamente, para a direita ou para a esquerda.
 - **Informações adicionais:** O botão para ligar/desligar a sinalização sonora do RIM é diferente do botão usado para acender/apagar os AIRs (botão localizado na parte

superior do RIM). Além disso, vale observar que 1 (um) silvo longo é emitido ao ligar a sinalização sonora do RIM.

Na Figura B.6 e na Figura B.7 apresentamos representações visuais das características que compõem o RIM.

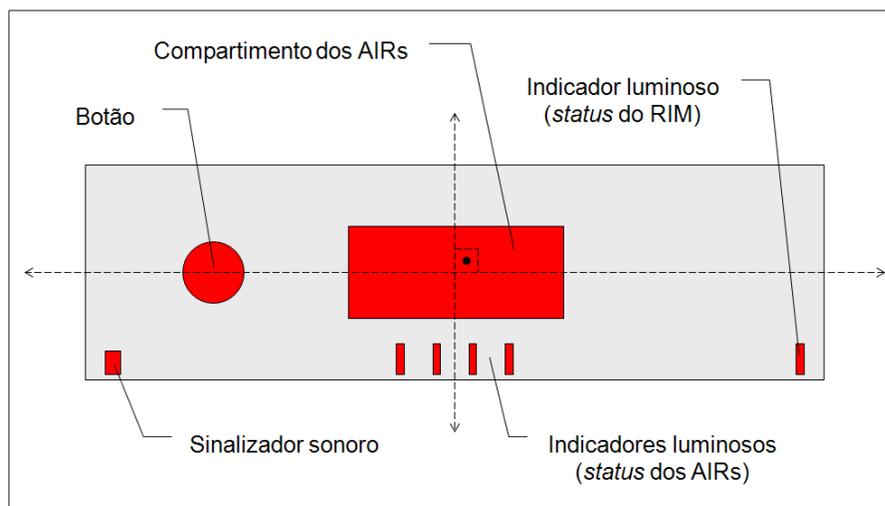


Figura B.6: Configuração física bidimensional – vista superior – do RIM

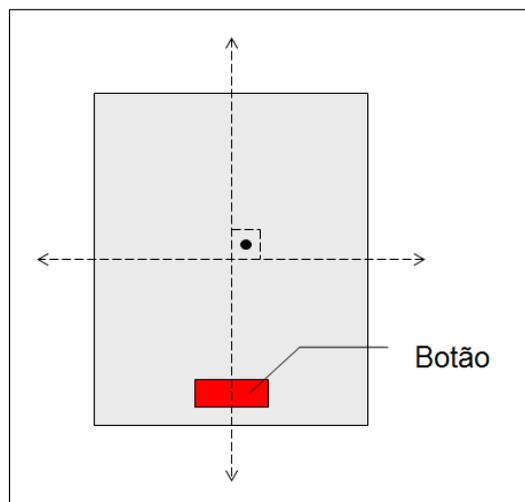


Figura B.7: Configuração física bidimensional – lateral direita – do RIM

Na Figura B.8, Figura B.9 e na Figura B.10 apresentamos o design do produto do RIM em diferentes perspectivas²⁴. Seguem as características que compõem o design do Módulo de Interfaceamento com o Receptor:

²⁴ No Apêndice B.5 apresentamos a evolução do design do produto do RIM ao longo desta pesquisa.

- **Dois botões:** Incluídos no artefato para permitir ao usuário remotamente acender/apagar os AIRs e ligar/desligar a sinalização sonora do RIM;
- **Compartimento dos AIRs:** Local usado para guardar e, caso necessário, recarregar os AIRs, visto que se os mesmos ficarem soltos podem, mais facilmente, serem perdidos. Essa característica surgiu como uma necessidade relatada pelos usuários da PA (Apêndice B.3);
- **Indicadores luminosos:** Indicam os *status* dos diferentes AIRs, ou seja, verde, amarelo, azul e branco para, respectivamente, AIR-A, AIR-M, AIR-O e AIR-E, assim como, para os status do RIM (vermelho);
- **Sinalizador sonoro:** Incorporado ao artefato para permitir que usuários que não possam identificar os *status* dos AIRs e do RIM pelos seus respectivos indicadores luminosos como, por exemplo, usuários com deficiência visual, também possam saber os *status* dos AIRs e do RIM por meio da emissão de silvos curtos e longos;
- **Braille:** Usado no artefato para apoiar usuários com deficiência visual a identificar e trabalhar com o botão que permite ligar/desligar a sinalização sonora do RIM. Na Figura B.10 apresentamos a lateral direita do RIM. Nessa figura é possível observar o uso do Braille sobre o símbolo que visa representar a existência do sinalizador sonoro no RIM (nesse local está escrito a palavra “som” em Braille), assim como, sobre as letras que representam as possíveis posições de trabalho do botão usado para (L)igar e (D)esligar a sinalização sonora do RIM (sobre a letra “L” e “D” está gravado, respectivamente, cada letra em Braille). Esse *design* exemplifica o emprego do Design para Todos na solução.

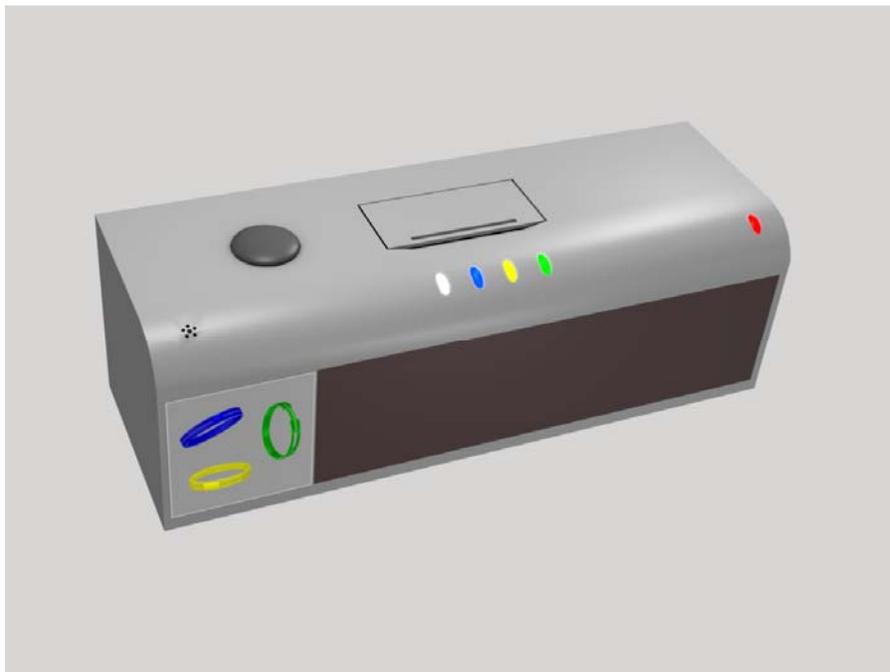


Figura B.8: Design do produto do RIM – vista frontal – com os AIRs fora do compartimento

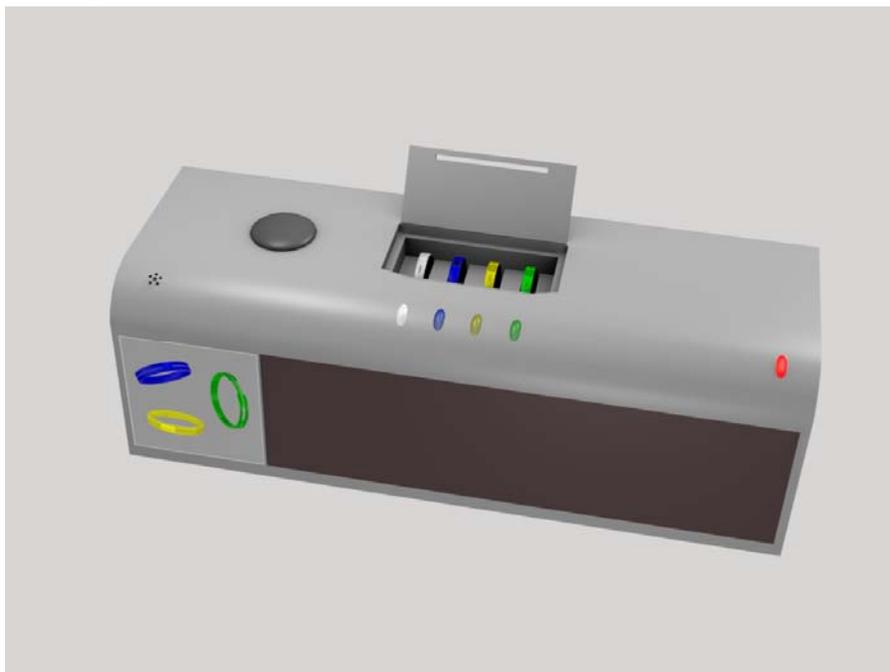


Figura B.9: Design do produto do RIM – vista frontal – com os AIRs dentro do compartimento



Figura B.10: Design do produto – lateral direita – do RIM

Vale comentar que a inclusão de um rótulo com imagem dos AIRs na parte frontal – lado esquerdo – tem o intuito de sugerir ao usuário o uso conjugado do RIM com os AIRs, estando este *design*, deste modo, em consonância com a *guideline* n° 1 definida em [65].

A seguir apresentamos os diferentes significados das luzes e sons emitidos pelo RIM: na Tabela B.2 os *status* do RIM pelo indicador vermelho; na Tabela B.3 os *status* do RIM sinalizados por meio da emissão de silvos curtos (SCs) e longos (SLs); na Tabela B.4 os *status* dos diferentes AIRs – AIR-A, AIR-M, AIR-O e AIR-E – quando estão dentro do compartimento dos AIRs no RIM pelos indicadores, respectivamente, verde, amarelo, azul e branco; na Tabela B.5 os *status* dos AIR quando estão fora do compartimento dos AIR no RIM pelos indicadores luminosos; e na Tabela B.6 os *status* dos AIRs sinalizados por meio da emissão de silvos.

Tabela B.2: Status do RIM pelo indicador luminoso

Indicador luminoso	Significado
Aceso	Ligado
Apagado	Desligado
Piscando	Sem comunicação com o receptor de TVDI

Tabela B.3: Status do RIM pela sinalização sonora

Sinalização sonora	Significado
1 (um) SC	Sem comunicação com o receptor de TVDI
1 (um) SL	O sinalizador sonoro do dispositivo foi ligado

2 (dois) SLs	Dispositivo foi ligado
--------------	------------------------

Tabela B.4: Status dos AIRs dentro do compartimento no RIM pelos indicadores luminosos

Indicadores luminosos	Significado
Apagado	Com carga máxima
Piscando	Sendo carregado

Tabela B.5: Status dos AIRs fora do compartimento no RIM pelos indicadores luminosos

Indicadores luminosos	Significado
Apagado	Sem carga ou fora da área de cobertura do RIM
Aceso	Em funcionamento
Piscando	Com bateria fraca (necessita de carga)

Tabela B.6: Status dos AIRs pela sinalização sonora

Sinalização sonora	Significado
2 (dois) SCs	Com bateria fraca (necessita de carga)

Seguem algumas considerações sobre aspectos tecnológicos e de implementação das soluções propostas neste trabalho. Conjetura-se que essas questões não trazem nenhuma característica não factível com a tecnologia atual, visto que um dos nortes deste trabalho foi buscar especificar artefatos digitais que quando licenciados e produzidos em escala industrial venham a ter um custo acessível para que, de fato, a população brasileira possa a vir ter acesso a essa tecnologia:

- A comunicação eletrônica dos diferentes tipos de AIRs com o RIM é realizado por RF, visto que essa tecnologia consome menos corrente elétrica se comparada com outras tecnologias de comunicação sem fio como, por exemplo, Wi-Fi (IEEE 802.11);
- A comunicação eletrônica do RIM com o receptor de TVDI pode ser implementada, por exemplo, com o uso de *infrared* (IR), Bluetooth (IEEE 802.15), Wi-Fi ou qualquer outra tecnologia de transmissão sem fio. Entendemos que as novas soluções deverão usar comunicação eletrônica sem fio sem direcionamento, como recomendado em [76]. Contudo, pode-se usar IR visando manter compatibilidade com os atuais equipamentos;
- O RIM não necessariamente deverá estar acoplado ao receptor de TVDI. Recomenda-se desenvolvê-lo desacoplado do receptor de forma a flexibilizar o uso dos AIRs como, por exemplo, permitir que o usuário venha a realizar os gestos com a palma da mão virada para baixo em direção ao chão;
- Para realizar o reconhecimento do movimento no ar do AIR-M – o único AIR que tem seu movimento mapeado pelo RIM – poderá ser empregado o uso de acelerômetro ou sensor de IR;
- Os botões dos AIRs e o botão localizado na parte superior do RIM são do tipo push button, ou seja, após serem pressionados voltam ao mesmo estado que estavam antes

de sofrer pressão mecânica e o contato eletrônico entre seus pólos permanece estabelecido enquanto o botão estiver pressionado;

- O formato e funcionamento do botão usado para ligar/desligar a sinalização sonora do RIM é semelhante ao existente na fonte de computadores, usado para chavear a voltagem da rede elétrica;
- Todos os indicadores luminosos do RIM podem ser implementados, por exemplo, utilizando LED (Diodo Emissor de Luz ou, em inglês, *Light Emitting Diode*);
- O sinalizador sonoro do RIM pode ser implementado, por exemplo, empregando *buzzer*;
- Nas laterais do AIR deve existir algum tipo de “fio” condutor para, ao colocar o AIR no RIM, o AIR poder ser recarregado; outra alternativa seria utilizar alguma “tinta” condutora eletrônica. Essa característica está explícita de modo sutil no design do produto do AIR. Na Figura B.4, Figura B.16 e Figura B.17 podemos observar que as laterais do AIR possuem uma “linha” com cor diferente – tendendo a branco – da cor de cada tipo de AIR, o que visa representar no *design* a existência dessa propriedade;
- O AIR deve ser fabricado com material que estimule a repulsa de qualquer pessoa, principalmente crianças, a colocar o artefato na boca ou mesmo ingerí-lo. Essa tecnologia é utilizada em massas para crianças e, até mesmo, em borrachas;
- O AIR deve ser fabricado com materiais que o deixe a prova d’água;
- A Figura B.11 apresenta a curva de decisão de interação considerando os componentes do Modulo MulTIS. Assim, o espaço mínimo de deslocamento (Δs) para a direita, esquerda, cima ou baixo, deve ser considerado na sua implementação de *software*.

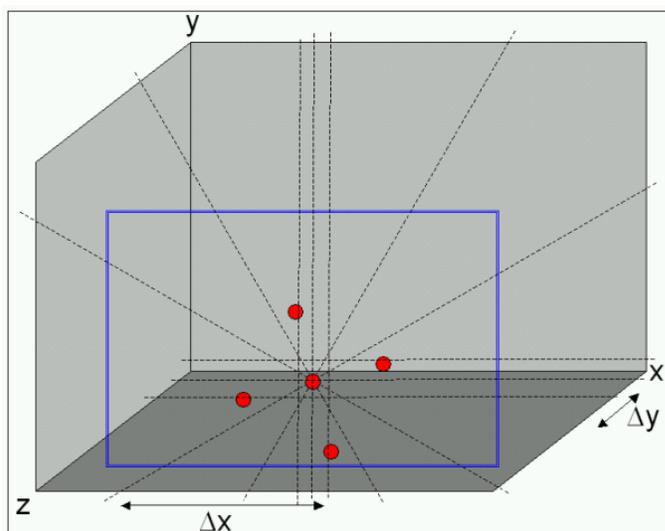


Figura B.11: Curva de decisão de interação do Modelo MulTIS

Como neste trabalho nosso intuito foi explorar a criação de uma nova linguagem de interação com a TVDI baseada em gestos via os AIRs, apresentamos na Figura B.12 mãos com códigos identificando cada dedo, visando proporcionar um melhor entendimento do uso dos artefatos que serão descritos a seguir.

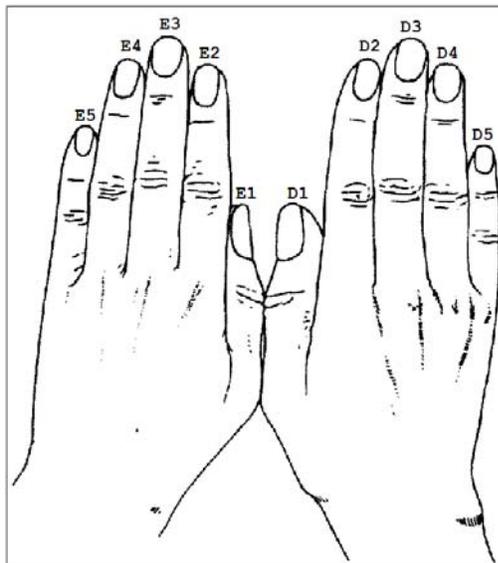


Figura B.12: Códigos utilizados para identificar os dedos das mãos

Na Tabela B.7, apresentamos uma descrição textual dos códigos empregados para identificar cada dedo.

Tabela B.7: Códigos utilizados para identificar os dedos das mãos

Código	Dedo	Mão
E1	polegar	esquerda
E2	dedo indicador	
E3	dedo médio	
E4	anelar	
E5	dedo mínimo	
D1	polegar	direita
D2	dedo indicador	
D3	dedo médio	
D4	anelar	
D5	dedo mínimo	

Visto o que foi apresentado, múltiplas formas de utilização dos AIRs são possíveis, o que demonstra flexibilidade da solução para ser usado como melhor se adaptar aos usuários. Os usuários, inclusive, não são obrigados a fazer uso dos AIRs apenas nos dedos das mãos. A Tabela B.8 apresenta algumas possibilidades de uso da composição básica com as mãos. Vale observar que os dedos D1 e E1 não aparecem nessa tabela visto que, na maioria das vezes,

serão esses os dedos utilizados pelos usuários para apertar o botão dos AIRs. Esse foi um dos atributos explorados no design do produto do AIR, que buscou considerar uma das mais relevantes características que diferenciou a evolução da espécie humana, ou seja, a existência de um dos dedos da mão – polegar – mais afastado dos outros quatro (polegar opositor). Essa propriedade permite sua posição mais oponível possibilitando que o dedo polegar possa, por exemplo, encostar nos outros dedos, em quase todos os ângulos, com certa facilidade.

Tabela B.8: Diferentes possibilidades de uso da composição básica dos AIRs para a TVDI

Composição	(A)tivação	(M)ovimentação	(O)pções
1	D2	D3	D4
2	E2	D3	D4
3	E2	D2	D3
4	E2	D3	D2
5	E3	D2	D3
6	E3	D3	D2
7	E4	D2	D3
8	E4	D3	D2
9	D2	E2	E3
10	D2	E3	E2
11	D3	E2	E3
12	D3	E3	E2
13	D4	E2	E3
14	D4	E3	E2
15	E2	E3	E4

Na Figura B.13 apresentamos uma imagem que representa como seria o uso dos AIRs para a TVDI com a composição n° 1 apresentada na Tabela B.8, ou seja, com dedos somente da mão direita (D2, D3 e D4). Nessa configuração o AIR-A, AIR-M e AIR-O está, respectivamente, no dedo indicador, médio e anelar da mão direita.



Figura B.13: Exemplo de uso dos AIR para a TVDI com a composição nº 1

Na Figura A.14 apresentamos uma imagem que representa como seria o uso dos AIRs para a TVDI com a composição nº 15 apresentada na Tabela B.8, ou seja, com dedos somente da mão esquerda (E2, E3 e E4). Nessa configuração o AIR-A, AIR-M e AIR-O está, respectivamente, no dedo indicador, médio e anelar da mão esquerda.



Figura B.14:Exemplo de uso dos AIRs para a TVDI com a composição nº 15

No que tange aos resultados preliminares já alcançados com esta pesquisa, vale observar que essa “nova” forma de “Entrada de Dados” na TVDI – gestos – não invalida a taxonomia previamente formulada em [76], apenas traz a tona à necessidade de uma extensão desta taxonomia de modo a contemplar a “Gesticulação” como mais uma das formas de “Entrada de Dados”, conforme taxonomia atualizada e apresentada na Figura B.15.

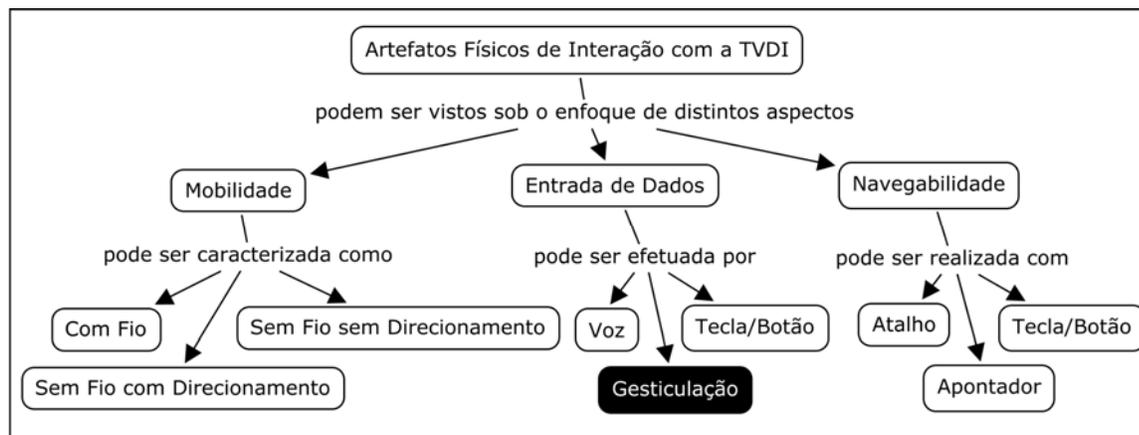


Figura B.15:Taxonomia atualizada para os artefatos físicos de interação com a TVDI

Apresentamos na Tabela B.9 a classificação dos Anéis Interativos Ajustáveis segundo a taxonomia supramencionada.

Tabela B.9: Classificação dos AIRs usando a taxonomia para os artefatos físicos de interação com a TVDI

Mobilidade	Entrada de Dados	Navegabilidade
Sem Fio sem Direcionamento	Botão e Gesticulação	Apontamento e Atalho

B.2.2 Composição Estendida

A composição estendida dos AIRs para a TVDI corresponde à solução que será empregada por usuários com algum tipo de restrição física mais acentuada. Contudo, vale destacar que a linguagem de interação dos artefatos permanece inalterada, o que é coerente com a nossa proposta. O que é alterado é a forma como os usuários irão fazer uso dos AIRs. Além disso, nessa configuração da proposta AIRs adicionais são disponibilizados, criados a partir das necessidades específicas de cada usuário. Os AIRs adicionais são entendidos como os *shortcuts* do Modelo MultIS.

Para o caso de um usuário apresentar, por exemplo, severas restrições motoras, um AIR adicional é composto na solução (AIR-E). Vale comentar que esse AIR apenas congrega algumas funções do AIR-M (da composição básica). Assim, entendemos que usuários com severas restrições motoras, por exemplo, poderão usar o AIR-M preso à cabeça com alguma espécie de cinta e os outros AIRs ficariam dispostos perto da ponta dos seus dedos (AIR-A, AIR-O e AIR-E), de modo que o usuário possa interagir com o sistema de televisão usando a mesma linguagem de interação. Essa configuração da solução deverá, portanto, ser composta pela composição básica mais um novo tipo (Energia, respectivamente, em inglês, Energy), conforme descrito na Tabela B.10.

Tabela B.10: Características gerais da composição estendida dos AIRs para a TVDI

AIR	Principais Funções	Funções Secundárias	Cor	Marca
Energia (E)	(Des)ligar a televisão	(Des)ativar a visualização do cursor na interface, acessar/sair do menu principal	Branco	

Na Figura B.16, Figura B.17 e na Figura B.18 apresentamos o design do produto do AIR-E de diferentes formas.



Figura B.16: Design do produto do AIR-E



Figura B.17: Design do produto do AIR-E em outra perspectiva



Figura B.18: AIR-E aceso. (a) Em ambiente iluminado (b) Em ambiente com pouca iluminação

B.3 Avaliação Preliminar dos Anéis Interativos Ajustáveis para a TVDI

Foram realizadas durante a 6ª Oficina do Projeto e-Cidadania [23], em Março/2009, dois momentos com atividades relacionadas com o contexto desta pesquisa, tendo como meta principal obtermos um *feedback* inicial a respeito das soluções descritas neste trabalho, diretamente, com os potenciais usuários finais dessas soluções. Vale destacar que tais atividades foram gravadas em áudio/vídeo com prévio consentimento dos usuários, de modo a facilitar a análise dessas atividades pós-Oficina.

O primeiro momento foi caracterizado como a realização de experimento com os usuários, de forma individualizada, por meio de atividades concretas de interação com a televisão. Assim, via controle remoto, os usuários tinham que realizar as seguintes tarefas com a televisão, na sequência que se segue: 1) ligar a televisão; 2) diminuir o volume do som, até o volume ficar do agrado do usuário; 3) trocar de canal: do canal 2 para o canal 12, que na região de Campinas (SP) onde foi realizada a citada Oficina apresenta a programação, respectivamente, da Rede Record e da Rede Globo/EPTV; 4) Acessar o menu de configuração do aparelho; e 5) desligar a televisão. A realização desse experimento foi motivada pela necessidade de se buscar respostas para algumas questões de pesquisa relacionadas ao contexto de uso da televisão e corroborar as barreiras de uso do controle remoto citadas pelos usuários durante entrevistas realizadas na 4ª Oficina do Projeto e-Cidadania. Assim, tal prática nos permitiu *in loco* realizar observações a respeito do uso do controle remoto, de fato, por um maior espectro de usuários, além de tentar garantir um

prévio entendimento por parte dos usuários do que seria realizado no segundo momento. Em [65] apresentamos os resultados dessa atividade.

O segundo momento, denominado de Prática dos Anéis (PA), foi caracterizado como a apresentação do novo artefato físico de interação para a TVDI – os Anéis Interativos Ajustáveis – e uma exposição da linguagem de interação dos AIRs, como descrita em detalhes no Apêndice B.2, aos participantes da PA. A Figura B.19 exhibe alguns usuários no ambiente onde foi realizada essa atividade.



Figura B.19: Alguns usuários no ambiente de realização da PA

Primeiramente, o mediador de tal atividade, o primeiro autor deste relatório técnico, comentou sobre a intenção de substituir o controle remoto pelos AIRs no contexto de uso da TVDI, demonstrando o uso da nova linguagem por meio de tarefas concretas que podem ser realizadas com a televisão. Cabe destacar que as tarefas realizadas foram, exatamente, as mesmas que os usuários já haviam concretizado via controle remoto durante o primeiro momento, e que a televisão respondeu aos comandos do mediador via AIRs, isto quer dizer, por exemplo, que ao seguir o protocolo de interação para trocar de canal, a televisão respondia ao comando do mediador alternando entre os canais. A geração desse *feedback* no receptor foi de suma importância para que os usuários da PA pudessem vislumbrar a solução, associando as ações realizadas com os AIRs com seu efeito na televisão. A Figura B.20 exhibe o momento em que o mediador da prática demonstrou aos usuários da PA como trocar o canal da televisão usando os AIRs.



Figura B.20: Apresentando aos usuários da PA a linguagem de interação dos AIRs para a TVDI

Os onze usuários participantes dessa avaliação preliminar das soluções propostas neste trabalho, diferentemente dos participantes das PPBs [63], vêm de diferentes regiões do Brasil – Regiões Sul, Sudeste, Norte e Nordeste – e possuem diferentes vivências com o uso de tecnologias; desde instrutores de informática até pessoas que nunca haviam usado computador e que possuem dificuldades para usar caixa eletrônico de banco, celular e outros artefatos digitais. Na Tabela B.11 apresentamos mais algumas informações sobre esses usuários. Neste relatório técnico identificamos os participantes da PA como U1, U2, ..., U10, U11.

Tabela B.11: Dados etnográficos dos usuários da PA

Usuário	Idade	Sexo	Formação	Profissão
U1	32	M	Ensino Superior Incompleto	Coordenador de Cursinho
U2	22	M	Ensino Superior Completo	Monitor de Informática
U3	55	F	Ensino Médio Completo	Arte educadora
U4	55	F	Ensino Fundamental Completo	Faxineira
U5	46	F	Ensino Médio Completo	Cooperada/ faz salgadinhos/ faz depilação
U6	49	F	Ensino Fundamental Incompleto (até a 2ª Série)	Faxineira
U7	55	F	Ensino Médio Incompleto	Artesã e cuidadora de idosos
U8	58	F	Ensino Superior Completo	Cooperada/ artesã
U9	51	F	Ensino Fundamental Completo	Cooperada/ faz bordados
U10	57	F	Ensino Médio Completo	Aposentada
U11	49	F	Ensino Superior Completo	Antropóloga

O primeiro contato desses usuários com as soluções propostas neste trabalho foi na PA. Por esse motivo, durante a atividade, buscou-se explicar em detalhes a composição da solução dos AIRs para a TVDI. Descreveu-se aos usuários, por exemplo, que os AIRs foram divididos em três tipos, sendo que cada tipo realiza funções específicas, possuindo cores distintas para melhor facilitar sua identificação, assim como, que todos os AIRs, independente do tipo, são “pressionáveis”. Comentou-se, ainda, a respeito da dificuldade de uso do controle remoto da televisão por pessoas com deficiência motora, e que os AIRs foram projetados para serem utilizados por todos, sem discriminação.

Após a demonstração de uso dos AIRs para realizar as cinco tarefas descritas anteriormente, passou-se a um momento de discussão da solução. Seguem alguns tópicos relevantes a esta pesquisa que foram debatidos/comentados pelos usuários da PA (os itens foram agrupados visando uma melhor contextualização):

- **Comercialização**
 - **U7:** Queria saber sobre o custo dos AIRs buscando uma comparação de preço com o controle remoto: “Esse vai ser mais barato que o controle?”;
 - **U8:** Perguntou se a solução já estava sendo comercializada no mercado.
- **Contexto de uso**
 - **U3:** Mostrou-se angustiada com a possibilidade de crianças colocarem os AIRs na boca ou mesmo ingerir esses artefatos;
 - **U4:** Questionou sobre a possibilidade dela vir a ter dificuldades com os AIRs, caso os utilize enquanto estiver fazendo alguma refeição que necessite usar talheres. O U1 comentou, nessa mesma linha de raciocínio, especificamente sobre o uso de garfos e facas, uma vez que estava imaginando que pudesse acionar o botão de um dos AIRs ao cortar um pedaço de carne (bife);
 - **U4:** Perguntou se os AIRs ficarão soltos. Tal pergunta foi motivada pelo receio de perder os AIRs. Também ficou interessada em saber como achar os AIRs se um ou mais de um for perdido. Comentou que, possivelmente, em casa com crianças os AIRs serão mais facilmente perdidos, visto que até mesmo os controles remotos que possuem um tamanho considerável, somem de vez em quando. Outra questão levantada foi como executar a função de um AIR que vier a se perder;
 - **U5:** Comentou sobre a questão de esquecer os AIRs nos dedos ao ir lavar a mão ou mesmo para tomar banho;
 - **U7:** Mostrou-se preocupada sobre quem em sua residência ficaria com os AIRs, além de levantar a questão da praticidade de se passar o “controle” da televisão para outra pessoa (nesse caso os AIRs). A U4, complementando, lembrou que algumas residências possuem um número razoável de moradores;

- **U8:** Perguntou sobre a possibilidade de se comandar a televisão a partir de outro cômodo da casa. Especificamente, estava interessada em saber se poderia controlar da cozinha a televisão que está na sala.
- **Design do produto**
 - **U3:** Levantou a questão de uma possível dificuldade para pessoas daltônicas identificarem os diferentes tipos de AIRs pela sua cor;
 - **U3/U4:** Ficaram preocupadas com o tamanho físico dos AIRs, visto que cada pessoa possui os dedos das mãos de tamanho diferente, além de que algumas pessoas, em determinados períodos, podem sofrer alterações temporárias na espessura dos dedos, por exemplo, quando o dedo está inchado;
 - **U5:** Sugeriu que colocássemos algum tipo de corrente entre os AIRs visando mantê-los juntos. Nessa mesma linha de raciocínio, a U3 sugeriu a adoção de um tipo de chaveiro para prender os AIRs.
- **Linguagem de interação**
 - **U1:** Durante a prática explicitou qual foi o seu entendimento sobre a proposta dos AIRs: “então a ideia do anel, basicamente, seria tirar um pouco dessa passividade que é ter um controle remoto do seu lado”. Ao final da PA, retomou a temática da passividade dos usuários frente à TV, exemplificando uma proposta de transposição dessa passividade, conforme havia assistido no filme “O Mundo de Andy”;
 - **U4:** Comentou sobre a necessidade prévia de saber sobre qual AIR deve pressionar o botão e fazer o gesto correspondente para, por exemplo, trocar de canal ou ajustar o volume do som da televisão. Após esse aprendizado, segundo essa usuária, seu uso ficaria mais natural. Ainda nessa vertente, comentou que pode vir a ter dificuldades para lembrar as funções e como usar cada diferente tipo de AIR. Especificamente, tocou no ponto relacionado a como relembrar as funções de cada AIR baseado em suas cores;
 - **U10:** Disse, ao comentar a diferença que ela observou para realizar as tarefas com o controle remoto e como foram demonstradas com os AIRs: “Eu acho que facilita”;
 - **U11:** Perguntou por qual motivo se optou por realizar a mudança de canal considerando os gestos no eixo horizontal – direita/esquerda – e para regular o volume do som da televisão considerando os gestos no eixo vertical – acima/abaixo. Ela estava curiosa em saber porquê não se adotou o padrão contrário, isto quer dizer, eixo vertical para alteração mudança de canal e eixo horizontal para regular o volume do som.
- **Navegação**

- **U2:** Mostrou-se interessado em como iria percorrer o menu de configuração do aparelho para, por exemplo, sintonizar canais e alterar o brilho ou o contraste da imagem;
- **U3:** Comentou que a solução parece seguir a forma de uso da tela do Fantástico. Estava se referindo a tela Multi-Touch que os apresentadores do Programa da Rede Globo utilizam ao mostrar determinados trechos do citado programa e que fica ao fundo do cenário.
- **Ecologia**
 - **U7:** Estava interessada em saber qual seria a fonte de energia dos AIRs. Nessa mesma vertente o U1 perguntou se a bateria usada no AIR será comum ou recarregável, e ainda indagou: “A bateria será ecológica?”.

Após debate com os participantes da PA sobre os AIRs, foi distribuído um formulário de opinião com apenas duas perguntas. A seguir apresentamos, na íntegra, o que foi escrito pelos participantes da PA para a primeira pergunta: “O que você acha da ideia de utilizar anéis ao invés do controle remoto para usar a televisão?”:

- **U1:** “Uma idéia um pouco extravagante, digo isso porque odeio adornos e, diga-se de passagem, principalmente anéis, logo, imagino que outras pessoas também tenham aversão por anéis, esse já é um problema para tentar universalizar o controle”;
- **U2:** “Muito útil, para novas aplicações e para televisão digital, que exige uma interatividade muito grande, sendo esta inviável com controle remoto convencional”;
- **U3:** “Achei interessantíssimo”;
- **U4:** “Acho muito legal e as funções são práticas, mas a única preocupação* é perder os anéis por qualquer motivo”;
- **U5:** “A idéia de anéis é mais confortável pelo fato dos mesmos ficarem nos dedos e não precisar se perder com vários botões”;
- **U6:** “Vai ser bom mais vai ser meio difícil por que é um tal de perder anel”;
- **U7:** “Eu achei muito prático. Só fiquei com medo de perder”;
- **U8:** “Você é um gênio para mim. Vou jogar todos os controles de casa. Acho que facilita inclusive quem não sabe ler, memorizar as cores fica + fácil”;
- **U9:** “Eu acho que seria uma ótima idéia, mas se tivesse uma base para procurar”;
- **U10:** “Eu achei ótimo. Pois eles serão mais leves e pode evitar ler. A única preocupação é perder um dos anéis”;
- **U11:** “Acho ótima, uma inovação para ser usada por adultos que conseguem usar e guardar com cuidado”.

A seguir apresentamos, na íntegra, o que foi escrito pelos usuários da PA para a segunda pergunta: “Pelos exemplos demonstrados, você acha que vai ser mais fácil ou mais difícil usar a TV com os anéis do que com o controle remoto? Porquê?”:

- **U1:** “Não, pois alguns problemas foram levantados, como um daltônico não reconhecer as cores, crianças pegando, engolindo, jogando na privada e etc”;
- **U2:** “Fácil pela interatividade, o fato de ter que utilizar um controle para acessar Internet na televisão, já é, um motivo para deixar mais flexível a interação entre usuário e a TV digital”;
- **U3:** “Muito mais fácil e bem mais simplificado o comando”;
- **U4:** “Mais fácil* por não precisar ler e sim só memorizar”;
- **U5:** “De acordo com exemplos, na minha opinião vai ser mais fácil, porque não vamos precisar olhar os botões para desligar a TV. É só mexer os dedos”;
- **U6:** “O anel, eu creio que vai ser melhor do que o controle por que onde tiver de frente a televisão podemos levar”;
- **U7:** “Achei mais fácil, não precisa levantar para pegar o controle, pois já está nos dedos”;
- **U8:** “Vai ser + fácil. Prefiro os anéis pelo que eu pude perceber para mim será mais fácil porque não tenho que decifrar as letras minúsculas do controle remoto”;
- **U9:** “Sim, porque no controle tem nomes que a gente não entende desde que fosse uma coisa maior”;
- **U10:** “Achei muito fácil. O controle remoto tem muita informação que a maioria não usa”;
- **U11:** “Muito mais fácil porque os comandos são básicos e simples. Mas como resolve o problema da distância entre o controle e a TV? Faltam testes, tais como: Usar para ligar e desligar eletrodomésticos, TVs, computador”.

Das respostas dos usuários para as duas perguntas do questionário valem algumas considerações. A U4 nas suas duas respostas colocou um asterisco ao lado de determinadas palavras, mas não fez nenhum comentário adicional sobre tais indicações do seu texto. No caso do formulário preenchido pela U3, no canto inferior direito existia escrito: “comentário ->”. Esse texto indicava que a U3 gostaria de falar algo sobre a solução, mas não quis fazê-lo no espaço destinado a resposta das duas perguntas. No verso do formulário em papel estava escrito: “Minha preocupação é com relação dos pequeninos; por serem pequenos os anéis, talvez facilitasse a ingestão dos mesmos. Obrigada, [nome da U3]”. Podemos observar ainda, especificamente sobre as respostas da primeira pergunta, que seis dos onze participantes comentaram acerca do receio de perder os AIRs, e que dois dos onze usuários realizaram observações positivas pela ausência de texto na solução.

Por fim, gostaríamos de ressaltar a importância dessa prática participativa com esses usuários, que nos proporcionou um *feedback* diretamente com os usuários potenciais das soluções descritas neste relatório técnico, além de ter gerado novos insights para prosseguirmos com esta pesquisa. Cabe destacar ainda, que a solução descrita neste relatório técnico já trata diversas das questões levantadas e discutidas na PA.

B.4 Conclusão

Potenciais usuários de TVDI no Brasil ainda não estão familiarizados com o uso cotidiano de interfaces digitais. Experimentos realizados pelo nosso grupo de pesquisa, com representantes do público-alvo em outros contextos de pesquisa, demonstraram a dificuldade dos usuários no entendimento das interfaces digitais [5,82]. Caminhos para um uso efetivo e para um diálogo mais fluente com essa nova mídia vão depender diretamente do artefato físico de interação com a TVDI que os usuários vierem a utilizar.

Neste trabalho apresentamos o design do produto e a linguagem de interação de novos artefatos digitais, que funcionam de forma conjugada, para a TVDI: os Anéis Interativos Ajustáveis (AIRs) e o Módulo de Interfaceamento com o Receptor (RIM). Vale destacar que esses artefatos foram concebidos e especificados com base em resultados anteriores de nossa pesquisa [63,65,68,74,76] e que a especificação apresentada já trata diferentes questões discutidas em uma atividade de avaliação preliminar dos AIRs com usuários (Apêndice B.3).

O objetivo inicialmente proposto para este trabalho foi alcançado e a solução proposta apresenta: 1) artefatos físicos de interação acessíveis (AIR) e transparentes aos usuários com flexibilidade de uso, podendo ser utilizado em uma ou nas duas mãos, e no(s) dedo(s) das mãos que ao usuário melhor se adaptar; 2) um protocolo de interação para os AIRs com comandos simples que funciona independente da disposição feita pelo usuário dos AIRs; e 3) possibilidade de manipulação direta dos elementos de interface das aplicações interativas.

Essas três características da solução, inspiradas no Design para Todos e numa abordagem socio-técnica para tratamento do problema/solução, evidenciam seu diferencial perante outras propostas da literatura, além de demonstrar sua adequação ao contexto de uso da TVDI e a abrangência de usuários que buscamos beneficiar com esta pesquisa, incluindo usuários com severas restrições motoras e com baixo nível de letramento. Assim, o design do produto do AIR e a linguagem de interação dos AIRs para TVDI compõem o que estamos definindo ser: Artefatos Digitais para Todos ou, em inglês, Digital Artifacts for All (*e-Artifacts for All*). Destacamos que as soluções criadas neste trabalho não são dependentes diretamente de marca e/ou modelo em particular de hardware/software, o que se configura como uma de suas vantagens, pois garante sua independência tecnológica e não restringe sua instanciação.

Como continuidade desta pesquisa destacamos a implementação dos protótipos do RIM e dos AIRs necessários à viabilização da interação dos usuários com o sistema de televisão por meio desse novo artefato digital, procedimento em curso em nossos laboratórios, e nova exposição à validação junto aos usuários finais. Também sugerimos que atividades de avaliação de cunho quantitativo e qualitativo sobre o uso dos AIRs sejam realizadas, além de comparar os resultados dessa utilização com resultados já obtidos com o uso do controle remoto para a realização de algumas tarefas [65]. Ainda, alinhado com os referenciais teórico-metodológicos empregados no âmbito desta pesquisa, outras formas de avaliação devem ser feitas, por exemplo, a avaliação hedônica para explorar questões relacionadas a pragmática do uso dos artefatos digitais propostos neste trabalho, buscando identificar a aceitação ou não dos AIRs pelo público-alvo, além das emoções e sentimentos despertados com o uso dos AIRs pelos usuários, dentre outras.

A proposta dos Anéis Interativos Ajustáveis foi concebida para o contexto de uso da TVDI, mas devido as suas características de projeto, por exemplo, a unicidade de suas partes e a possibilidade de (re)configuração dos AIRs via software maximizam futuras customizações e adaptações de tais artefatos, tornando-os flexíveis para serem utilizados em outros domínios²⁵ como em ambientes imersivos. Conjeturamos, mais especificamente, o potencial de utilização dos AIRs também como artefatos mediadores da interação entre os usuários e sistemas digitais em geral, apesar de possuímos pleno entendimento das diferenças dos seus contextos de uso.

Vislumbrando o potencial das soluções geradas neste trabalho, no presente momento, trabalhamos na direção de depositarmos a patente desta solução junto às instâncias competentes para assim, mais facilmente, convertemos as tecnologias desenvolvidas na Universidade em benefício social para a população brasileira por meio do licenciamento futuro desta invenção. Esse fato demonstra que ao darmos mais um passo a frente no Estado da Arte desse domínio, podemos de modo concreto contribuir também com o Estado da Técnica. Por fim, destacamos que a solução descrita apresenta: 1) uma novidade em relação ao Estado da Técnica/Arte dos artefatos físicos de interação com a TVDI; 2) uma solução inovadora, principalmente considerando a diversidade de potenciais usuários dessas soluções no Brasil e ao redor do mundo; e 3) potencial de aproveitamento pela indústria de eletroeletrônico, sabendo que os mercados de Televisão Digital Interativa no Brasil e no mundo estão em franca expansão.

²⁵ Em outros contextos onde os requisitos de projeto sejam diferentes dos trabalhados nesta pesquisa, entendemos que outras configurações dos AIRs podem ser realizadas. Logo, os AIRs poderiam ser empregados de forma diferente da especificada neste trabalho, inclusive de modo unitário.

B.5 Apêndice A: Evolução do Design do Produto dos AIRs e do RIM para a TVDI

As figuras apresentadas neste Apêndice correspondem a evolução do design do produto dos AIRs e do RIM para a TVDI. Tais figuras mostram como as características que compõem esses artefatos digitais foram ganhando maturidade ao longo desta pesquisa.

Na Figura B.21 e na Figura B.22 apresentamos a primeira versão do AIR. Note que na versão inicial o AIR ainda era “aberto”.

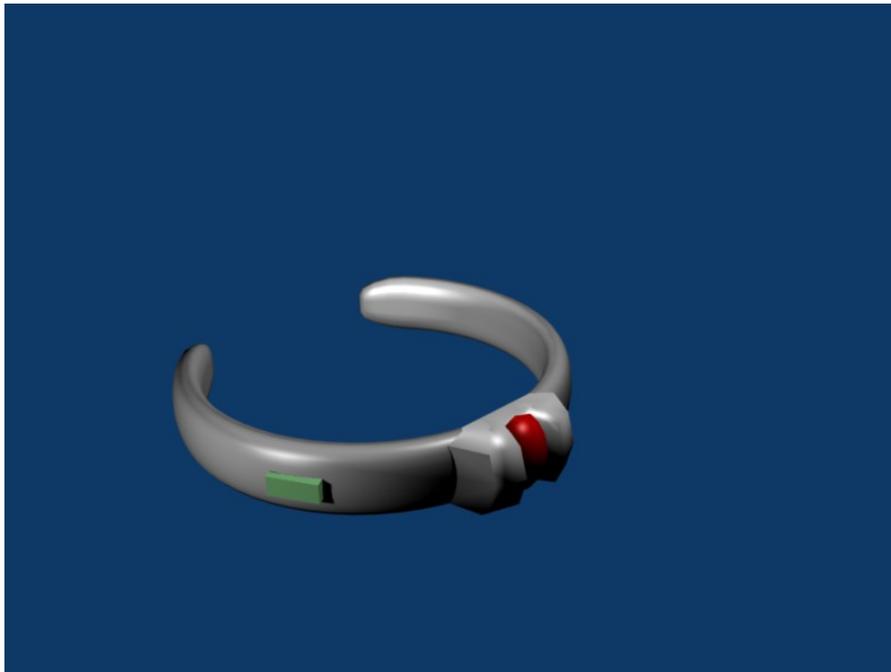


Figura B.21:1ª versão do AIR



Figura B.22: 1ª versão do AIR em outra perspectiva

Na Figura B.23 apresentamos a segunda versão do AIR. Essa versão já trata alguns problemas identificados com a primeira versão como, por exemplo, o problema de acessibilidade relativo à identificação dos diferentes tipos de AIRs por usuários com deficiência visual.



Figura B.23: 2ª versão do AIR em três diferentes perspectivas

Na Figura B.24 apresentamos a terceira versão dos AIRs. Essa nova versão já trata alguns problemas identificados com a segunda versão como, por exemplo, o problema de usabilidade decorrente do AIR não possuir uma espessura única, como foi explorado no Apêndice B.2. Além disso, apesar da 2ª versão já tratar a questão da identificação dos diferentes tipos de AIRs por usuários com deficiência visual, identificamos um problema de usabilidade da solução empregada na 2ª versão, uma vez que os “traços” que diferenciavam cada tipo de AIR poderiam ser de difícil associação com o tipo de cada AIR.

Uma solução pensada, inicialmente, foi usar figuras geométricas coloridas, tais como, círculo verde, triângulo amarelo e quadrado azul para representar cada tipo. Essa proposta foi descartada devido a uma potencial dificuldade dos usuários com deficiência visual conseguir pelo tato diferenciar os formatos desses objetos.

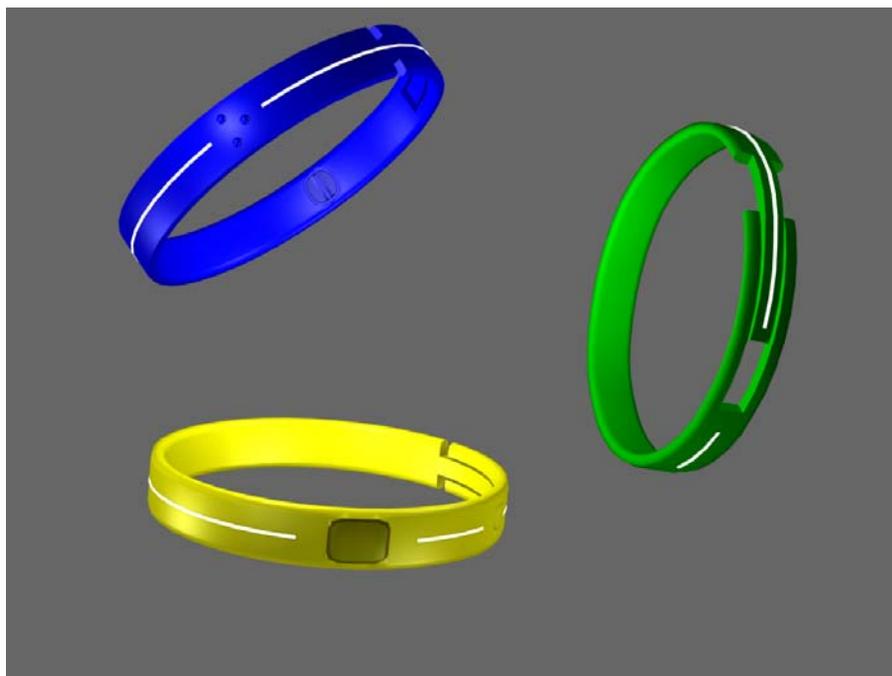


Figura B.24: 3ª versão do AIR em três diferentes perspectivas

A Figura B.25 e a Figura B.26 apresentam a última versão dos AIRs para a TVDI. Essa versão já trata alguns problemas identificados na terceira versão como, por exemplo, problemas de usabilidade do produto devido a pequena área de contato para o botão. Ainda na 3ª versão foram identificados alguns problemas de ordem tecnológica como, por exemplo, a bateria ter sido inicialmente disposta atrás do botão. Impulsionado por este problema, as diferentes características que compõem o AIR foram distribuídas ao longo dos seus quatro “eixos”, como está representado na Figura B.2.

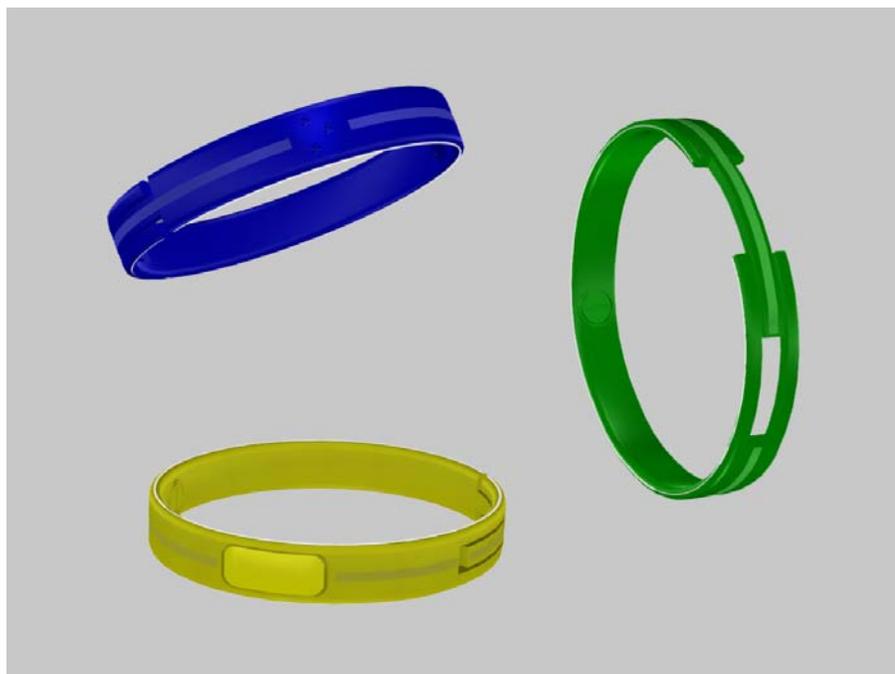


Figura B.25: Última versão da composição básica dos AIRs para a TVDI em três diferentes perspectivas



Figura B.26: Última versão do AIR-E com alguns destaques. (a) AIR aceso, marca Braille, acesso a bateria e ajuste mecânico (b) AIR apagado e botão

Na Figura B.27 apresentamos a versão inicial do RIM. Note que nessa versão o RIM ainda não possuía indicadores luminosos para indicar aos usuários os *status* dos AIRs (apenas para o próprio RIM).



Figura B.27: 1ª versão do RIM

Na Figura B.28 e na Figura B.29 apresentamos a segunda versão do RIM. Nessa versão já são tratados alguns problemas identificados na primeira versão como, por exemplo, problemas de acessibilidade da solução, uma vez que nessa versão não existiam sinalizações sonoras para os usuários. Na 2ª versão também foi incluído no RIM um compartimento próprio para guardar os AIRs, visto o que foi comentado pelos usuários da PA em relação ao receio de perder os AIRs, como foi descrito no Apêndice B.3. Além disso, indicadores luminosos para cada AIR foram adicionados no dispositivo.



Figura B.28: 2ª versão do RIM com os AIRs fora do compartimento



Figura B.29: 2ª versão do RIM com os AIRs dentro do compartimento

A Figura B.30 e a Figura B.31 apresentam a última versão do RIM. Essa versão já incorpora novas características ao artefato digital como, por exemplo, permitir ao usuário

ligar/desligar a sinalização sonora do RIM e a existência de um indicador luminoso – mais a direita – que permite aos usuários indentificarem os *status* do RIM, além do uso do Braille também nesse artefato conforme descrito no Apêndice B.3.

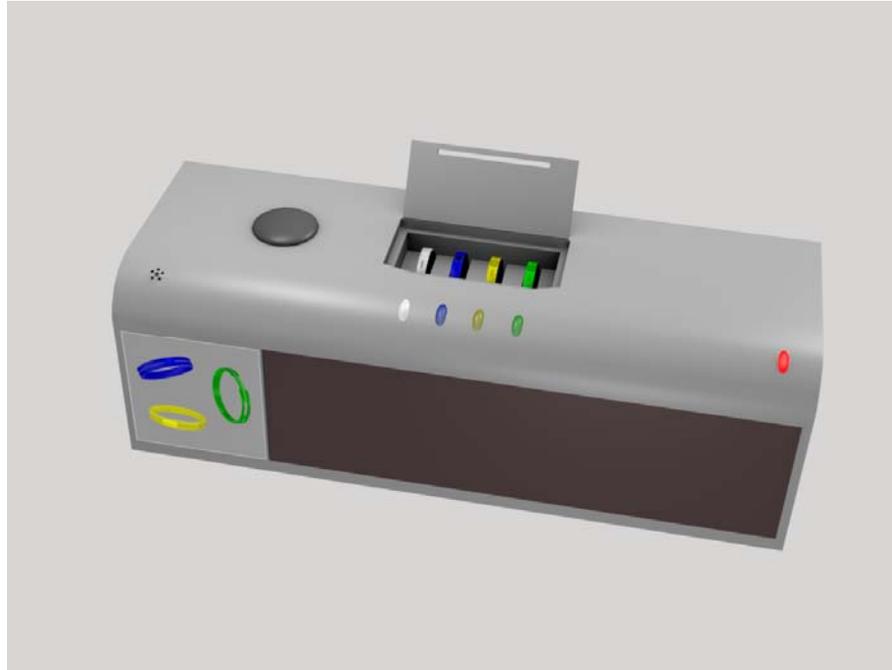


Figura B.30: Última versão do RIM com os AIR no compartimento

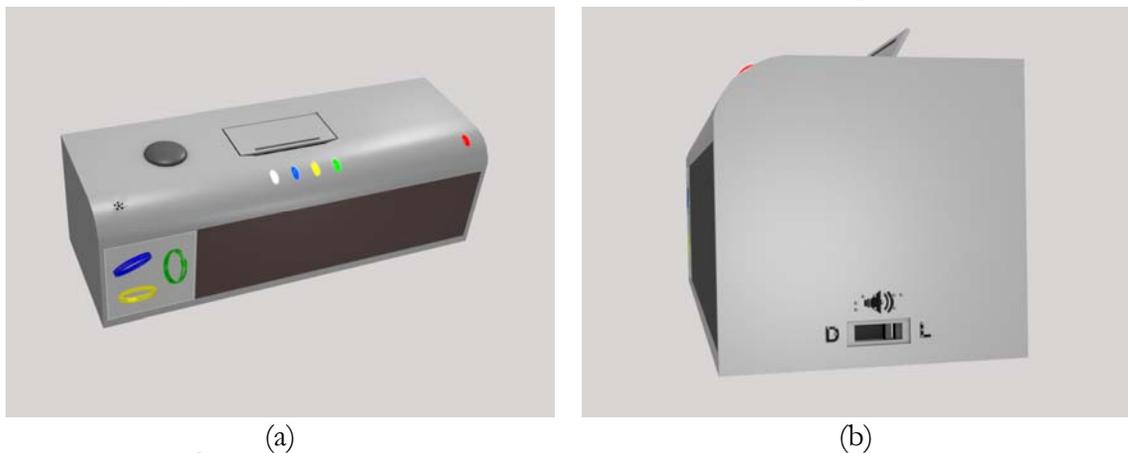


Figura B.31: Última versão do RIM. (a) Com os AIR fora do compartimento (b) Lateral direita

Referências Bibliográficas

1. ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9241-11 - Requisitos Ergonômicos para Trabalho de Escritórios com Computadores - Parte 11: Orientações sobre Usabilidade**, 2002, 21 p.
2. ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15604:2007 - Televisão Digital Terrestre - Receptores**, Versão C, 2008. 68 f.
3. ALMEIDA, L.D.A.; NERIS, V.P.A.; MIRANDA, L.C.; HAYASHI, E.C.S.; BARANAUSKAS, M.C.C. **Designing Inclusive Social Networks: A Participatory Approach**. In: 3rd International Conference on Online Communities and Social Computing (OCSC) / 13th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI), 2009, San Diego, United States. Proceedings of the 3rd International Conference on Online Communities and Social Computing (Lecture Notes in Computer Science, v. 5621). Heidelberg, Germany: Springer, 2009. p. 653-662. DOI=http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-02774-1_70.
4. ATSC. **Advanced Television Systems Committee (ATSC)**. Disponível em: <<http://www.atsc.org>>. Acesso em: 28 mar. 2008. 4h43.
5. BARANAUSKAS, M.C.C., HORNING, H.H.; MARTINS, M.C. **Design Socialmente Responsável: Desafios de Interface de Usuário no Contexto Brasileiro**. In: XXXV Seminário Integrado de Software e Hardware (SEMISH) / XXVIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (CSBC), 2008, Belém, PA. Anais do XXVIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. Porto Alegre, RS: SBC, 2008. p. 91-105.
6. BARANAUSKAS, M.C.C.; SOUZA, C.S. Desafio nº 4: Acesso Participativo e Universal do Cidadão Brasileiro ao Conhecimento. **Computação Brasil**. SBC, Porto Alegre, RS, ano VII, nº 23, p. 7, Set./Out./Nov. 2006. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.sbc.org.br/download.php?paper=514>>. Acesso em: 18 dez. 2006. 18h04.
7. BARROS, G.G. **A Consistência da Interface com o Usuário para a TV Interativa**. São Paulo, SP, 2006. 218 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2006.
8. BERGLUND, A. **Augmenting the Remote Control: Studies in Complex Information Navigation for Digital TV**. Linköping, Sweden, 2004. 42 f. Thesis

- (Ph.D. in Computer Science) - Department of Computer and Information Science, Linköping University, Linköping, Sweden, 2004.
9. BRASIL, 2003. **Decreto nº 4.901, de 26 de Novembro de 2003. Institui o Sistema Brasileiro de Televisão Digital - SBTVD, e dá outras Providências.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 27 nov. 2003. Seção 1, p. 7.
 10. BRASIL, 2006. **Decreto nº 5.820, de 29 de Junho de 2006. Dispõe sobre a Implantação do SBTVD-T, Estabelece Diretrizes para a Transição do Sistema de Transmissão Analógica para o Sistema de Transmissão Digital do Serviço de Radiodifusão de Sons e Imagens e do Serviço de Retransmissão de Televisão, e dá outras Providências.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 jun. 2006. Seção 1, p. 51.
 11. BÜHLER, C. Empowered Participation of Users with Disabilities in Universal Design. **Universal Access in the Information Society.** Springer, Heidelberg, Germany, v. 1, n. 2, p. 85-90, Oct. 2001. DOI=<http://dx.doi.org/10.1007/s102090100011>.
 12. CAPES. COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. **Capex Discute Formação de Recursos Humanos para o Sistema Brasileiro de TV Digital.** Disponível em: <http://www.capes.gov.br/servicos/salaimprensa/noticias/noticia_0549.html>. Acesso em: 28 fev. 2007. 19h33.
 13. CESAR, P.; BULTERMAN, D.C.; JANSEN, A.J. **Usages of the Secondary Screen in an Interactive Television Environment: Control, Enrich, Share, and Transfer Television Content.** In: 6th European Conference on Interactive Television (EuroITV), 2008, Salzburg, Austria. Proceedings of the 6th European Conference on Interactive Television. Heidelberg, Germany: Springer, 2008. p. 168-177. DOI=http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-69478-6_22.
 14. CESAR, P.; CHORIANOPOULOS, K.; JENSEN, J.F. Social Television and User Interaction. **ACM Computers in Entertainment (CiE).** ACM, New York, United States, v. 6, i. 1, p. 1-10. May 2008. DOI=<http://dx.doi.org/10.1145/1350843.1350847>.
 15. CHORIANOPOULOS, K. **Interactive TV Design that Blends Seamlessly with Everyday Life.** In: 9th ERCIM Workshop on User Interfaces for All (ERCIM UI4ALL Ws), 2006, Königswinter, Germany. Proceedings of the 9th ERCIM Workshop on User Interfaces for All. Heidelberg, Germany: Springer, 2007, p. 43-57. DOI=http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-71025-7_4.
 16. CHORIANOPOULOS, K.; LEKAKOS, G.; SPINELLIS, D. **Intelligent User Interfaces in the Living Room: Usability Design for Personalized Television Applications.** In: 8th International Conference on Intelligent User Interfaces (IUI), 2003, Miami, United States. Proceedings of the 8th International Conference on Intelligent User Interfaces. New York, United States: ACM, 2003. p. 230-232. DOI=<http://dx.doi.org/10.1145/604045.604083>.

17. CONNELL, B.R.; JONES, M.; MACE, R.; MUELLER, J.; MULLICK, A.; OSTROFF, E.; SANFORD, J.; STEINFELD, E.; STORY, M.; VANDERHEIDEN, G. **The Principles of Universal Design**. Disponível em: <http://www.design.ncsu.edu/cud/about_ud/udprinciplestext.htm>. Acesso em: 17 nov. 2008. 21h09.
18. DARNELL, M.J. How do People Really Interact with TV? Naturalistic Observations of Digital TV and Digital Video Recorder Users. **ACM Computers in Entertainment (CiE)**. ACM, New York, United States, v. 5, i. 2, p. 1-12. Aug. 2007. DOI=<http://dx.doi.org/10.1145/1279540.1279550>.
19. DARNELL, M.J. **Making Digital TV Easier for Less-Technically-Inclined People**. In: 1st International Conference on Designing Interactive User Experiences for TV and Video (UXTV), 2008, California, United States. Proceeding of the 1st International Conference on Designing Interactive User Experiences for TV and Video. New York, United States: ACM, 2008. p. 27-30. DOI=<http://dx.doi.org/10.1145/1453805.1453812>.
20. DIAS, F.A.S.; LEITE, N.J. **Fuzzy Data for Video Image Object Tracking**. 2005. 13 f. Relatório Técnico (IC-05-024), Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2005.
21. DIBEG. **Digital Broadcasting Experts Group (DiBEG)**. Disponível em: <<http://www.dibeg.org>>. Acesso em: 28 mar. 2008. 4h13.
22. DVB. **Digital Video Broadcasting (DVB) Project**. Disponível em: <<http://www.dvb.org>>. Acesso em: 28 mar. 2008. 4h36.
23. E-CIDADANIA. **Projeto e-Cidadania: Sistemas e Métodos na Constituição de uma Cultura Mediada por Tecnologias de Informação e Comunicação**. Disponível em: <<http://www.nied.unicamp.br/ecidadania>>. Acesso em: 13 nov. 2008. 18h24.
24. ENNS, N.R.; MACKENZIE, I.S. **Touchpad-Based Remote Control Devices**. In: Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI), 1998, Los Angeles, United States. Conference Summary on Human Factors in Computing Systems. New York, United States: ACM, 1998, p. 229-230. DOI=<http://dx.doi.org/10.1145/286498.286717>.
25. ERONEN, L. **Combining Quantitative and Qualitative Data in User Research on Digital Television**. In: 1st Panhellenic Conference with International Participation on Human-Computer Interaction (PC-HCI), 2001, Patras, Greece. Proceedings of the 1st Panhellenic Conference with International Participation on Human-Computer Interaction. Patras, Greece: Typorama Publications, 2001. p. 51-56.
26. ERONEN, L. **User Centered Design of New and Novel Products: Case Digital Television**. Espoo, Finland, 2004. 113 f. Thesis (Ph.D. in Technology) - Department of Computer Science and Engineering, Helsinki University of Technology, Espoo, Finland, 2004.

27. FAN, N. **Remote Control for Interactive Television**. United States Patent 6,535,198 B1. 28 mar. 1999, 18 mar. 2003. USPTO.
28. FLAKE, G.W.; ARCAS, B.A.; BREWER, B.D.; DRUCKER, S.; FAROUKI, K.; LAZIER, A.J.; LAWLER, S.L; LINDSAY, D.J. **Device Interaction with Combination of Rings**. United States Patent 2009/0251407 A1. 03 apr. 2008, 08 oct. 2009. USPTO.
29. FORSYTH, D.A.; PONCE, J. **Computer Vision: A Modern Approach**. Prentice Hall, 2003. 693 p. ISBN: 9780130851987.
30. FORTES, R.S. **Sistema Cossack: Uma Plataforma para Gerenciamento de Aplicações Hipermídia Distribuídas**. São José dos Campos, SP, 2004. 184 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrônica e Computação) - Instituto Tecnológico da Aeronáutica, São José dos Campos, SP, 2004.
31. FREEMAN, W.T.; WEISSMAN, C.D. **Hand Gesture Machine Control System**. United States Patent 5,594,469. 21 feb. 1995, 14 jan. 1997. USPTO.
32. FUJITA, K.; KUWANO, H.; TSUZUKI, T.; ONO, Y.; ISHIHARA, T. A New Digital TV Interface Employing Speech Recognition. **IEEE Transactions on Consumer Electronics (T-CE)**. IEEE Consumer Electronics Society, New York, United States, v. 49, i. 3, p. 765-769, Aug. 2003. DOI=<http://dx.doi.org/10.1109/TCE.2003.1233816>.
33. GAWLINSKI, M. **Interactive Television Production**. Oxford, England: Focal Press, 2003. 288 p. ISBN: 9780240516790.
34. GINGA. **Middleware Ginga**. Disponível em: <<http://www.ginga.org.br>>. Acesso em: 28 mar. 2008. 5h21.
35. GOLDBERG, D.; RICHARDSON, C. **Touch-Typing with a Stylus**. In: Conference on Human Factors in Computing Systems (INTERCHI 1993), 1993, Amsterdam, The Netherlands. Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems. New York, United States: ACM, 1993, p. 80-87. DOI=<http://dx.doi.org/10.1145/169059.169093>.
36. GOMES, F.J.L.; LIMA, J.V.; NEVADO, R.A. **O Papel Comum como Interface para TV Digital**. In: VII Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC), 2006, Natal, RN. Anais do VII Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais. New York, United States: ACM, 2006. p. 29-32. DOI=<http://dx.doi.org/10.1145/1298023.1298056>.
37. GOMES, F.J.L.; LIMA, J.V.; NEVADO, R.A. **Uma Interface Multimodal para Objetos de Aprendizagem Visualizados na TV Digital**. In: VIII Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC), 2008, Porto Alegre, RS. Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (ACM International Conference Proceeding Series, v. 378). Porto Alegre, RS: SBC, 2008. p. 284-287. DOI=<http://doi.acm.org/10.1145/1497470.1497508>.

38. GONZALEZ, R.C.; WOODS, R.E. **Digital Image Processing**. 3. ed. Prentice Hall, 2008. 954 p. ISBN: 9780131687288.
39. HAYASHI, E.C.S.; NERIS, V.P.A.; ALMEIDA, L.D.A.; MIRANDA, L.C.; MARTINS, M.C.; BARANAUSKAS, M.C.C. **Clarifying the Dynamics of Social Networks: Narratives from the Social Context of e-Cidadania**. 2008. 33 f. Relatório Técnico (IC-08-030), Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2008.
40. HAYASHI, E.C.S.; NERIS, V.P.A.; RODRIGUEZ, C.L.; MIRANDA, L.C.; HORNUNG, H.H.; SANTANA, V.F.; PEREIRA, R.; MARTINS, M.C.; BARANAUSKAS, M.C.C. **Preliminary Evaluation of Vila na Rede: An Inclusive Social Network System**. 2009. 64 f. Relatório Técnico (IC-09-40), Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2009.
41. IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2000 - Características Gerais da População: Resultados da Amostra**. Rio de Janeiro, RJ, 2000. 178 p. ISSN: 01043145.
42. IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2000 - Educação: Resultados da Amostra**. Rio de Janeiro, RJ, 2000. 232 p. ISSN: 01043145.
43. IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: Síntese de Indicadores 2006**. Rio de Janeiro, RJ, 2007. 271 p. ISBN: 9788524039621.
44. IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: Síntese de Indicadores 2005**. Rio de Janeiro, RJ, 2006. 263 p. ISBN: 8524039019.
45. IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: Síntese de Indicadores 2009**. Rio de Janeiro, RJ, 2010. 288 p. ISBN: 9788524041419.
46. IBRAHIM, A.; JOHANSSON, P. **Multimodal Dialogue Systems for Interactive TV Applications**. In: 4th IEEE International Conference on Multimodal Interfaces (ICMI), 2002, Pittsburgh, United States. Proceedings of the 4th IEEE International Conference on Multimodal Interfaces. IEEE, 2002, p. 117-122. DOI=<http://dx.doi.org/10.1109/ICMI.2002.1166979>.
47. IPEA. INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Radar Social 2006**. Brasília, DF, 2006. 86 p.
48. IPM. INSTITUTO PAULO MONTENEGRO. **Indicador Nacional de Alfabetismo Funcional 2009**. 2009. 18 p.
49. ISO. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 9241-11 - Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (VDTs) - Part 11: Guidance on Usability**, 1998, 22 p.

50. IWARSSON, S.; STAHL, A. Accessibility, Usability and Universal Design - Positioning and Definition of Concepts Describing Person-Environment Relationships. **Disability and Rehabilitation**. Informa Healthcare, v. 25, n. 2, p. 57-66, Jan. 2003.
51. KIM, S.; OK, J.; KANG, H.J.; KIM, M.; KIM, M. **An Interaction and Product Design of Gesture Based TV Remote Control**. In: Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI), 2004, Vienna, Austria. Extended Abstract on Human Factors in Computing Systems. New York, United States: ACM, 2004. p. 1548. DOI=<http://dx.doi.org/10.1145/985921.986124>.
52. LEMOS, A.L.M. **Anjos Interativos e Retribalização do Mundo: Sobre Interatividade e Interfaces Digitais**. Disponível em: <<http://www.facom.ufba.br/ciberpesquisa/lemos/interativo.pdf>>. Acesso em: 13 nov. 2008. 16h54.
53. LESSITER, J.; FREEMAN, J.; MIOTTO, A.; FERRARI, E. **A Comparative Study of Remote Controls for Digital TV Receivers**. In: 6th European Conference on Interactive Television (EuroITV), 2008, Salzburg, Austria. Proceedings of the 6th European Conference on Interactive Television. Heidelberg, Germany: Springer, 2008. p. 318-322. DOI=http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-69478-6_42.
54. LIN, C.; CHEN, M. **On Controlling Digital TV Set-Top-Box by Mobile Devices via IP Network**. In: 7th IEEE International Symposium on Multimedia (ISM), 2005, Irvine, United States. Proceedings of the 7th IEEE International Symposium on Multimedia. IEEE, 2005. p. 1-8. DOI=<http://dx.doi.org/10.1109/ISM.2005.85>.
55. LIU, K. **Semiotics in Information Systems Engineering**. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, 2000. 230 p. ISBN: 9780521593359.
56. MACHIN, A.P.; ALLEN, R. **Remote Controller Ring for User Interaction**. United States Patent 2006/0164383 A1. 15 dec. 2005, 27 jul. 2006. USPTO.
57. MACKLIN, B. **What Every Marketer Needs to Know About iTV**. New York, United States: eMarketer, Inc. 2002. 44 p.
58. MENDES, G. **Interface Gestual Ultrassônica**. Campinas, SP, 1999. 84 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1999.
59. MIRANDA, L.C. **RoboFácil: Especificação e Implementação de Artefatos de Hardware e Software de Baixo Custo para um Kit de Robótica Educacional**. Rio de Janeiro, RJ, 2006. 124 f. Dissertação (Mestrado em Informática) - Instituto de Matemática, Núcleo de Computação Eletrônica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2006.
60. MIRANDA, L.C.; ALMEIDA, L.D.A.; HAYASHI, E.C.S.; NERIS, V.P.A.; BARANAUSKAS, M.C.C. **A Participatory Practice for Designing Inclusive Social Networks in the e-Cidadania Project**. 2009. 24 f. Relatório Técnico (IC-09-015), Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2009.

61. MIRANDA, L.C.; BARANAUSKAS, M.C.C. **Anéis Interativos Ajustáveis: Uma Proposta de Artefato Físico de Interação para a TVDI**. In: 4th Latin American Conference on Human-Computer Interaction (CLIHC) / 7th Latin American Web Congress (LA-WEB), 2009, Merida, Mexico. Extended Proceedings of the 4th Latin American Conference on Human-Computer Interaction. Ensenada, Mexico: UABC, 2009. p. 16-23.
62. MIRANDA, L.C.; BARANAUSKAS, M.C.C. **Anéis Interativos Ajustáveis: Design de um Novo Artefato Físico de Interação para a TVDI (a ser publicado)**. 2010. Relatório Técnico, Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2010.
63. MIRANDA, L.C.; BARANAUSKAS, M.C.C. **Prospectando um Novo Artefato Físico de Interação para a TVDI**. 2010. 37 f. Relatório Técnico (IC-10-21), Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2010.
64. MIRANDA, L.C.; HAYASHI, E.C.S.; BARANAUSKAS, M.C.C. **An Experimental Scenario to Investigate the Remote Control as Artifact for Interaction with Television**. 2009. 17 f. Relatório Técnico (IC-09-22), Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2009.
65. MIRANDA, L.C.; HAYASHI, E.C.S.; BARANAUSKAS, M.C.C. **Identifying Interaction Barriers in the Use of Remote Controls**. In: 4th Latin American Conference on Human-Computer Interaction (CLIHC) / 7th Latin American Web Congress (LA-WEB), 2009, Merida, Mexico. Proceedings of the 7th Latin American Web Congress. Los Alamitos, United States: IEEE Computer Society, 2009. p. 97-104. DOI=<http://dx.doi.org/10.1109/LA-WEB.2009.23>.
66. MIRANDA, L.C.; HORNUNG, H.H.; BARANAUSKAS, M.C.C. **Adjustable Interactive Rings for iDTV (to be published)**. **IEEE Transactions on Consumer Electronics (T-CE)**. IEEE Consumer Electronics Society, New York, United States, v. 56, i. 3, p. 1-9. Aug. 2010.
67. MIRANDA, L.C.; HORNUNG, H.H.; BARANAUSKAS, M.C.C. **MulTIS: A Gesture Based Interaction Model for iDTV**. 2009. 14 f. Relatório Técnico (IC-09-004), Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2009.
68. MIRANDA, L.C.; HORNUNG, H.H.; BARANAUSKAS, M.C.C. **Prospecting a Gesture Based Interaction Model for iDTV**. In: IADIS International Conference on Interfaces and Human Computer Interaction (IHCI) / IADIS Multi Conference on Computer Science and Information Systems (MCCSIS), 2009, Algarve, Portugal. Proceedings of the IADIS International Conference on Interfaces and Human Computer Interaction. Lisbon, Portugal: IADIS Press, 2009. p. 19-26.
69. MIRANDA, L.C.; HORNUNG, H.H.; ROMANI, R.; BARANAUSKAS, M.C.C.; LIESENBERG, H.K.E. **Laptops Educacionais de Baixo Custo: Propostas de Diretrizes Visando o Desenvolvimento Comunitário**. 2007. 12 f. Relatório Técnico

- (IC-07-030), Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2007.
70. MIRANDA, L.C.; HORNUNG, H.H.; ROMANI, R.; BARANAUSKAS, M.C.C.; LIESENBERG, H.K.E. **Desenvolvimento Comunitário Nucleado a partir de Laptops Educacionais de Baixo Custo**. In: XVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), 2007, São Paulo, SP. Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Porto Alegre, RS: SBC, 2007. p. 1-4.
 71. MIRANDA, L.C.; HORNUNG, H.H.; ROMANI, R.; BARANAUSKAS, M.C.C.; LIESENBERG, H.K.E. **Estendendo a Idéia do Projeto UCA ao Desenvolvimento Comunitário: Reflexão e Estratégias**. In: XIV Workshop sobre Informática na Escola (WIE) / XXVIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (CSBC), 2008, Belém, PA. Anais do XXVIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. Porto Alegre, RS: SBC, 2008. p. 107-116.
 72. MIRANDA, L.C.; HORNUNG, H.H.; SOLARTE, D.S.M.; ROMANI, R.; WEINFURTER, M.R.; NERIS, V.P.A.; BARANAUSKAS, M.C.C. **Laptops Educacionais de Baixo Custo: Análise Preliminar Baseada na Escada Semiótica**. 2007. 24 f. Relatório Técnico (IC-07-019), Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2007.
 73. MIRANDA, L.C.; HORNUNG, H.H.; SOLARTE, D.S.M.; ROMANI, R.; WEINFURTER, M.R.; NERIS, V.P.A.; BARANAUSKAS, M.C.C. **Laptops Educacionais de Baixo Custo: Prospectos e Desafios**. In: XVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), 2007, São Paulo, SP. Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Porto Alegre, RS: SBC, 2007. p. 358-367.
 74. MIRANDA, L.C.; PICCOLO, L.S.G.; BARANAUSKAS, M.C.C. **Artefatos Físicos de Interação com a TVDI: Desafios e Diretrizes para o Cenário Brasileiro**. In: VIII Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC), 2008, Porto Alegre, RS. Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (ACM International Conference Proceeding Series, v. 378). Porto Alegre, RS: SBC, 2008. p. 60-69. DOI=<http://doi.acm.org/10.1145/1497470.1497478>.
 75. MIRANDA, L.C.; PICCOLO, L.S.G.; BARANAUSKAS, M.C.C. **Taxonomia e Recomendação de Utilização de Artefatos Físicos de Interação com a TVDI**. 2007. 17 f. Relatório Técnico (IC-07-016), Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2007.
 76. MIRANDA, L.C.; PICCOLO, L.S.G.; BARANAUSKAS, M.C.C. **Uma Proposta de Taxonomia e Recomendação de Utilização de Artefatos Físicos de Interação com a TVDI**. In: Workshop on Perspectives, Challenges and Opportunities for Human-Computer Interaction in Latin America (CLIHC) / 11th IFIP TC 13 International Conference on Human-Computer Interaction (INTERACT), 2007, Rio de Janeiro, Brazil. Proceedings of the Workshop on Perspectives, Challenges and

- Opportunities for Human-Computer Interaction in Latin America. Rio de Janeiro, Brazil, 2007. p. 1-14.
77. MONTEIRO, M.S.M. **TV Interativa e Seus Caminhos**. Campinas, SP, 2002. 84 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Computação) - Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2002.
78. MONTEZ, C.; BECKER, V. **TV Digital Interativa: Conceitos, Desafios e Perspectivas para o Brasil**. 2. ed. rev. e ampl. Florianópolis, SC: Editora da Universidade Federal de Santa Catarina, 2005. 201 p. ISBN: 8532803288.
79. NERIS, V.P.A.; ALMEIDA, L.D.A.; MIRANDA, L.C.; HAYASHI, E.C.S.; BARANAUSKAS, M.C.C. **Towards a Socially-Constructed Meaning for Inclusive Social Network Systems**. In: 11th International Conference on Informatics and Semiotics in Organisations (ICISO), 2009, Beijing, China. Proceedings of the 11th International Conference on Informatics and Semiotics in Organisations. Sydney, Australia: Aussino Academic Publishing House, 2009. p. 247-254.
80. NERIS, V.P.A.; ALMEIDA, L.D.A.; MIRANDA, L.C.; HAYASHI, E.C.S.; BARANAUSKAS, M.C.C. Collective Construction of Meaning and System for an Inclusive Social Network (to be published). **International Journal of Information Systems and Social Change (IJISSC)**. IGI Publishing, Hershey, United States, v. 2, i. 1, p. 1-22. Jan./Feb./Mar. 2011.
81. NERIS, V.P.A.; HORNING, H.H.; MIRANDA, L.C.; ALMEIDA, L.D.A.; BARANAUSKAS, M.C.C. **Building Social Applications with an Agile Semio-Participatory Approach**. In: IADIS International Conference on WWW/Internet (ICWI), 2009, Rome, Italy. Proceedings of the IADIS International Conference on WWW/Internet (v. 1). Lisbon, Portugal: IADIS Press, 2009. p. 3-10.
82. NERIS, V.P.A.; MARTINS, M.C.; PRADO, M.E.B.B.; HAYASHI, E.C.S.; BARANAUSKAS, M.C.C. **Design de Interfaces para Todos - Demandas da Diversidade Cultural e Social**. In: XXXV Seminário Integrado de Software e Hardware (SEMISH) / XXVIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (CSBC), 2008, Belém, PA. Anais do XXVIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. Porto Alegre, RS: SBC, 2008. p. 76-90.
83. NEWELL, A.F.; GREGOR, P. **User Sensitive Inclusive Design - In Search of a New Paradigm**. In: ACM Conference on Universal Usability, 2000, Arlington, United States. Proceedings of the ACM Conference on Universal Usability. New York, United States: ACM, 2000, p. 39-44. DOI= <http://dx.doi.org/10.1145/355460.355470>.
84. NIELSEN, J. **Remote Control Anarchy**. Disponível em: <<http://www.useit.com/alertbox/20040607.html>>. Acesso em: 29 mar. 2007. 2h07.
85. NIELSEN, J. **TV Meets the Web**. Disponível em: <<http://www.useit.com/alertbox/9702b.html>>. Acesso em: 08 mar. 2009. 20h07.

86. NIELSEN, J. **Why Consumer Products Have Inferior User Experience**. Disponível em: <<http://www.useit.com/alertbox/20040315.html>>. Acesso em: 29 mar. 2007. 2h09.
87. NINTENDO. **Nintendo's Wii Video Game System**. Disponível em: <<http://www.nintendo.com/wii>>. Acesso em: 26 nov. 2008. 19h10.
88. NORMAN, D.A. Affordances, Conventions, and Design. **Interactions**. ACM, v. 6, n. 3, p. 38-43, May/Jun. 1999. DOI=<http://dx.doi.org/10.1145/301153.301168>.
89. NORMAN, D.A. **Emotional Design: Why We Love (or Hate) Everyday Things**. New York, United States: Basic Books, 2003. 272 p.
90. NORMAN, D.A. Signifiers, Not Affordances. **Interactions**. ACM, v. 15, n. 6, p. 18-19, Nov./Dec. 2008. DOI=<http://dx.doi.org/10.1145/1409040.1409044>.
91. NORMAN, D.A. **The Design of Everyday Things**. New York - United States: Doubleday, 1990. 272 p. ISBN: 9780385267748.
92. NORMAN, D.A. **The Design of Future Things**. New York, United States: Basic Books, 2007. 240 p.
93. NORMAN, D.A.; DRAPER, S.W. **User Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction**. Hillsdale, United States: Lawrence Erlbaum Associates Inc., 1986. 526 p. ISBN: 9780898598728.
94. OMOJOKUN, O.; PIERCE, J.S.; ISBELL, C.L.; DEWAN, P. Comparing End-User and Intelligent Remote Control Interface Generation. **Personal and Ubiquitous Computing**, v. 10, n. 1-2, p. 136-143, Jan. 2006. DOI=<http://dx.doi.org/10.1007/s00779-005-0019-6>.
95. PHIFER, J. **Ergonomic Television Remote Control**. United States Patent 7,170,420 B2. 13 nov. 2003, 30 jan. 2007. USPTO.
96. PICCOLO, L.S.G. **Interação na TV Digital: Estudo e Proposta de Aplicação em Governo Eletrônico**. Campinas, SP, 2008. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2008.
97. PICCOLO, L.S.G.; BARANAUSKAS, M.C.C. **Desafios de Design para a TV Digital Interativa**. In: VII Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC), 2006, Natal, RN. Anais do VII Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais. New York, United States: ACM, 2006. p. 1-10. DOI=<http://dx.doi.org/10.1145/1298023.1298025>.
98. PICCOLO, L.S.G.; MELO, A.M.; BARANAUSKAS, M.C.C. **Accessibility and Interactive TV: Design Recommendations for the Brazilian Scenario**. In: 11th IFIP TC 13 International Conference on Human-Computer Interaction (INTERACT), 2007, Rio de Janeiro, Brazil. Proceedings of the 11th IFIP TC 13 International Conference on Human-Computer Interaction. Heidelberg, Germany: Springer, 2007, p. 361-374. DOI=http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-74796-3_34.

99. PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. **Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction**. 2. ed. New York, United States: John Wiley & Sons, 2007. 800 p. ISBN: 9780470018668.
100. PROPER, K.W. **Computer Mouse**. United States Patent 2002/0067342 A1. 05 dec. 2000, 06 jun. 2002. USPTO.
101. RAFFLE, H.S. **Sculpting Behavior: A Tangible Language for Hands-On Play and Learning**. Cambridge, United States, 2008. 192 f. Thesis (Ph.D. in Media Arts and Sciences) - Department of Architecture, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, United States, 2008.
102. RICE, M.; ALM, N. Designing New Interfaces for Digital Interactive Television Usable by Older Adults. **ACM Computers in Entertainment (CiE)**. ACM, New York, United States, v. 6, i. 1, p. 1-20. May. 2008. DOI=<http://dx.doi.org/10.1145/1350843.1350849>.
103. ROCHA, H.V.; BARANAUSKAS, M.C.C. **Design e Avaliação de Interfaces Humano-Computador**. Campinas - SP: NIED/UNICAMP, 2003. 244 p.
104. ROIBÁS, A.C.; SALA, R.; AHMAD, S.N.A.S.; RADMAN, M. **Beyond the Remote Control: Going the Extra Mile to Enhance iTV Access via Mobile Devices & Humanizing Navigation Experience for those with Special Needs**. In: 3rd European Conference on Interactive Television (EuroITV), 2005, Aalborg, Denmark. Proceedings of the 3rd European Conference on Interactive Television. Aalborg, Denmark, 2005. p. 133-141.
105. SANTANA, V.F.; SOLARTE, D.S.M.; NERIS, V.P.A.; MIRANDA, L.C.; BARANAUSKAS, M.C.C. **Redes Sociais Online: Desafios e Possibilidades para o Contexto Brasileiro**. In: XXXVI Seminário Integrado de Software e Hardware (SEMISH) / XXIX Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (CSBC), 2009, Bento Gonçalves, RS. Anais do XXIX Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. Porto Alegre, RS: SBC, 2009. p. 339-353.
106. SAUL GREENBERG. **Saul Greenberg**. Disponível em: <<http://www.cpsc.ucalgary.ca/~saul>>. Acesso em: 10 dez. 2009.
107. SBC. SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO. **Grand Challenges in Computer Science Research in Brazil: 2006-2016**. Disponível em: <http://sistemas.sbc.org.br/ArquivosComunicacao/Desafios_ingles.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2006. 17h24.
108. SBC. SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO. **Grandes Desafios da Pesquisa em Computação no Brasil: 2006-2016**. Disponível em: <<http://www.sbc.org.br/index.php?language=1&subject=8&content=downloads&id=272>>. Acesso em: 18 nov. 2006. 17h23.
109. SBC. SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO. **Moção sobre o Sistema Brasileiro de TV Digital Terrestre (SBTVD-T)**. Disponível em:

- <<http://www.sbc.org.br/index.php?language=1&subject=10&content=downloads&id=280>>. Acesso em: 21 nov. 2006. 19h37.
110. SCHULER, D.; NAMIOKA, A. **Participatory Design: Principles and Practices**. Hillsdale, United States: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., 1993. 312 p. ISBN: 9780805809510.
 111. SEGAL, J.A.; YATES, W.A.; BRANTON, S.B.; MOSSONTTE, J. **Home Entertainment Device Remote Control**. United States Patent 2001/0035860 A1. 28 jun. 2001, 01 nov. 2001. USPTO.
 112. SKYPE. **Skype**. Disponível em: <<http://www.skype.com>>. Acesso em: 15 nov. 2008. 21h21.
 113. SOHN, M.; LEE, G. SonarPen: An Ultrasonic Pointing Device for an Interactive TV. **IEEE Transactions on Consumer Electronics (T-CE)**. IEEE Consumer Electronics Society, New York, United States, v. 50, i. 2, p. 413-419, May 2004. DOI=<http://dx.doi.org/10.1109/TCE.2004.1309402>.
 114. STAMPER, R.K. **Information in Business and Administrative Systems**. New York, United States: John Wiley & Sons, 1973. 362 p. ISBN: 9780471820451.
 115. STAMPER, R.K. Organisational Semiotics: Informatics without the Computer? In: LIU, K; CLARKE, R.J.; ANDERSON, P.B.; STAMPER, R.K. (Eds.) **Information, Organisation and Technology**. Massachusetts, United States: Kluwer Academic Publishers, 2001. pp. 115-172.
 116. STAMPER, R.K.; ALTHAUS, K.; BACKHOUSE, J. MEASUR: Method for Eliciting, Analyzing and Specifying User Requirements. In: OLLE, T.W.; VERRIJIN-STUART, A.A.; BHABUTS, L. (Eds.) **Computerized Assistance During the Information Systems Life Cycle**. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier Science, 1988. pp. 67-116.
 117. STAMPER, R.K.; LIU, K.; HAFKAMP, M.; ADES, Y. Understanding the Roles of Signs and Norms in Organizations - A Semiotic Approach to Information Systems Design. **Behaviour and Information Technology**. Taylor & Francis, v. 19, n. 1, p. 15-27, 2000.
 118. STORY, M.F. Maximising Usability: The Principles of Universal Design. **Assistive Technology**. v. 10, n. 1, p. 4-12, 1998.
 119. TEIXEIRA, C.A.C.; MELO, E.L.; CATTELAN, R.G.; PIMENTEL, M.G.C. **User-Media Interaction with Interactive TV**. In: 24th Annual ACM Symposium on Applied Computing (SAC), 2009, Honolulu, Hawaii. Proceeding of the 24th Annual ACM Symposium on Applied Computing. New York, United States: ACM, 2009. p. 1829-1833. DOI=<http://dx.doi.org/10.1145/1529282.1529690>.
 120. TRUCCO; VERRI, A. **Introductory Techniques for 3-D Computer Vision**. Prentice Hall, 1998. 343 p. ISBN: 9780132611084.

121. TRUYENQUE, M.A.Q. **Uma Aplicação de Visão Computacional que Utiliza Gestos da Mão para Interagir com o Computador**. Rio de Janeiro, RJ, 2005. 100 f. Dissertação (Mestrado em Informática) - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2005.
122. UCA. **Projeto Um Computador por Aluno (UCA) na UNICAMP**. Disponível em: <<http://www.nied.unicamp.br/ucaunicamp>>. Acesso em: 28 set. 2010. 17h32.
123. VALDESTILHAS, A.; ALMEIDA, F.A. **A Usabilidade no Desenvolvimento de Aplicações para TV Interativa**. In: Workshop de TV Digital e Interativa / XVIII Simpósio Brasileiro de Computação Gráfica e Processamento de Imagens (SIBGRAPI), 2005, Natal, RN. Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Computação Gráfica e Processamento de Imagens. Porto Alegre, RS: SBC, 2005. p. 1-6.
124. VASCONCELOS, P.; SOARES, P.H.; FURTADO, M.E.S. **Propostas de Melhorias nas Formas de Interação para Garantir a Inclusão Digital aos Usuários de Televisão Digital Interativa**. In: Workshop sobre Novas Tecnologias, 2005, Fortaleza, CE.
125. WAISMAN, T. **Usabilidade em Serviços Educacionais em Ambiente de TV Digital**. São Paulo, SP, 2006. 201 f. Tese (Doutorado em Ciências da Comunicação) - Escola de Comunicação e Artes, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2006.
126. WINOGRAD, T. From Computing Machinery to Interaction Design. In: DENNING, P.; METCALFE, R. (Eds.) **Beyond Calculation: The Next Fifty Years of Computing**. Heidelberg, Germany: Springer, 1997. p. 149-162.
127. WITTENBURG, K.; LANNING, T.; SCHWENKE, D.; SHUBIN, H.; VETRO, A. **The Prospects for Unrestricted Speech Input for TV Content Search**. In: Working Conference on Advanced Visual Interfaces (AVI), 2006, Venezia, Italy. Proceedings of the Working Conference on Advanced Visual Interfaces. New York, United States: ACM, 2006. p. 352-359. DOI=<http://dx.doi.org/10.1145/1133265.1133338>.
128. ZHENG, X.; TRAN, D.V; AHN, S.H. **System and Method for Television Control Using Hand Gestures**. United States Patent 2009/0217210 A1. 25 feb. 2008, 27 aug. 2009. USPTO.
129. ZUFFO, M.K. **TV Digital Aberta no Brasil - Políticas Estruturais para um Modelo Nacional**. Disponível em: <<http://www.lsi.usp.br/~mkzuffo/repositorio/politicaspUBLICAS/tvDigital/TVDigital.pdf>>. Acesso em: 16 fev. 2007. 3h59.

Anexo A

Autorizações para Publicação

A.1 Sociedade Brasileira de Computação

Leonardo Cunha

De: Supervisão Administrativa [supervisao@sbc.org.br]
Enviado em: quarta-feira, 16 de junho de 2010 10:26
Para: Leonardo Cunha
Cc: Sociedade Brasileira de Computação
Assunto: Re: [Fwd: Autorização para incorporar artigo em Tese de Doutorado]

Leonardo,

Não há problema algum. A tese de doutorado é de tua autoria. Está ok.

Atenciosamente,
Adriana

Em 16/6/2010 09:41, Sociedade Brasileira de Computação escreveu:

----- Mensagem original -----

Assunto: Autorização para incorporar artigo em Tese de Doutorado
Data: Mon, 14 Jun 2010 20:45:18 -0300
De: Leonardo Cunha <lcunha@ic.unicamp.br>
Responder a: <lcunha@ic.unicamp.br>
Para: <sbc@sbc.org.br>

Sociedade Brasileira de Computação (SBC),

Nos próximos meses defenderei o Doutorado em Ciência da Computação no Instituto de Computação da Universidade Estadual de Campinas (IC/UNICAMP). Por este motivo, envio este e-mail com o intuito de solicitar autorização da SBC para incorporar o artigo que foi publicado no IHC 2008 no corpo de minha Tese de Doutorado. Seguem maiores informações sobre o artigo supracitado.

Título: "Artefatos Físicos de Interação com a TVDI: Desafios e Diretrizes para o Cenário Brasileiro";
Autores: Leonardo Cunha de Miranda, Lara Schibelsky Godoy Piccolo e Maria Cecília Calani Baranauskas;
Publicação: Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC 2008);
Páginas: 60-69;
ISBN: 978-85-7669-203-4;
Publisher: SBC.

Atenciosamente,

Leonardo Cunha de Miranda
Doutorando em Ciência da Computação
IC/UNICAMP

--
Paloma Grimaldi
Secretaria SEC
Sociedade Brasileira de Computação
Caixa Postal 15012 CEP 91501-970 Porto Alegre Brasil
Tel: +55 51 3308 6835 Fax: +55 51 3308 7142
Msn: paloma-sbc@hotmail.com
E-mail: sbc@sbc.org.br

--
Adriana Leandro Nowicki
Supervisão Administrativa
Sociedade Brasileira de Computação - SBC
Caixa Postal 15012 CEP 91501-970 Porto Alegre RS Brasil
Tel: +55 51 3308 7740 Fax: +55 51 3308 7142
E-mail: supervisao@sb.org.br

A.2 International Association for Development of the Information Society

Leonardo Cunha

De: iadis.org@gmail.com em nome de IADIS Secretariat [secretariat@iadis.org]
Enviado em: quarta-feira, 16 de junho de 2010 07:17
Para: lcunha@ic.unicamp.br
Assunto: Re: Permission to incorporate a paper into a Ph.D. Thesis

Dear Author,

After analysing your request we are informing that we grant the reprint permission of the paper "Prospecting a Gesture Based Interaction Model for iDTV". We only request that a clear mention is made to the fact that this is a reprint from a paper published in the Proceedings of the IADIS International Conference on Interfaces and Human Computer Interaction (IHCI 2009 with a link to IADIS, <http://www.iadis.org> .

Best regards,
Sandra Santos

2010/6/15 Leonardo Cunha <lcunha@ic.unicamp.br>

International Association for Development of the Information Society (IADIS),

In the forthcoming months I will defend my Ph.D. in Computer Science in the Institute of Computing at University of Campinas (IC/UNICAMP). For this reason I send this email in order to request the permission from IADIS to incorporate an article that was published in MCCSIS/IHCI 2009 into the body of my Ph.D. Thesis. Below please find more information about the article.

Title: "Prospecting a Gesture Based Interaction Model for iDTV";

Authors: Leonardo Cunha de Miranda, Heiko Horst Hornung, and Maria Cecília Calani Baranauskas;

Publication: Proceedings of the IADIS International Conference on Interfaces and Human Computer Interaction (IHCI 2009);

Pages: 19-26;

ISBN: 978-972-8924-85-0;

Publisher: IADIS Press.

Best regards,

Leonardo Cunha de Miranda

Ph.D. Student in Computer Science

IC/UNICAMP

--

IADIS Secretariat

URL: <http://www.iadis.org/>

Visit our page and join us on Facebook:

<http://www.facebook.com/IADIS>

and on Twitter <http://twitter.com/IADIS>

A.3 Institute of Electrical and Electronic Engineers

Leonardo Cunha

De: j.hansson@ieee.org
Enviado em: quarta-feira, 23 de junho de 2010 15:02
Para: Leonardo Cunha
Assunto: Re: Permission to incorporate a paper into a Ph.D. Thesis

Comments/Response to Case ID: 00675295

ReplyTo: Copyrights@ieee.org

From: Jacqueline Hansson Date: 06/23/2010

Subject: Re: Permission to Send To: "Leonardo Cunha"
 incorporate a paper <lcunha@ic.unicamp.br>
 into a Ph.D. Thesis

cc:

Dear Leonardo Cunha de Miranda :

We are happy to grant you this permission to reprint this IEEE copyrighted paper in your thesis and, if you wish, have it placed on your university's website. We have only two requirements that must be satisfied before we can consider this permission final:

(1) The following copyright/credit notice must appear prominently either on the first page of the reprinted material or prominently in the references of the reprinted paper, with the appropriate details filled in:
 © [year] IEEE. Reprinted, with permission, from [IEEE publication title, paper title, and author names].

(2) Additionally, if your thesis is to appear on the university's website, the following message should be displayed either at the beginning of the credits or in an appropriate and prominent place on the website:
 This material is posted here with permission of the IEEE. Such permission of the IEEE does not in any way imply IEEE endorsement of any of the University of Campinas' products or services. Internal or personal use of this material is permitted. However, permission to reprint/republish this material for advertising or promotional purposes or for creating new collective works for resale or redistribution must be obtained from the IEEE by writing to pubs-permissions@ieee.org. By choosing to view this material, you agree to all provisions of the copyright laws protecting it.

Sincerely,

 Jacqueline Hansson
 © © © © © © © © © © © © © © © © IEEE Intellectual Property Rights Office
 445 Hoes Lane
 Piscataway, NJ 08855-1331 USA
 +1 732 562 3966 (phone)
 +1 732 562 1746 (fax)

IEEE-- Fostering technological innovation and excellence for the benefit of humanity.

© ©

Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE),

In the forthcoming months I will defend my Ph.D. in Computer Science in the Institute of Computing at University of Campinas (IC/UNICAMP). For this reason I send this email in order to request the permission from IEEE to incorporate an article that was published in CLIHC/LA-WEB 2009 into the body of my Ph.D. Thesis. Below please find more information about the article.

Title: "Identifying Interaction Barriers in the Use of Remote Controls";

Authors: Leonardo Cunha de Miranda, Elaine Cristina Saito Hayashi, and Maria Cecília Calani Baranauskas;

Publication: Proceedings of the 7th Latin American Web Congress (LA-WEB 2009);

Pages: 97-104;

ISBN: 978-0-7695-3856-3;

Publisher: IEEE Computer Society.

Best regards,

Leonardo Cunha de Miranda

Ph.D. Student in Computer Science

IC/UNICAMP

Anexo B

Aceitação de Artigo para Publicação

B.1 IEEE Transactions on Consumer Electronics

Leonardo Cunha

De: w.luplow@ieee.org
Enviado em: quarta-feira, 25 de agosto de 2010 14:26
Para: lcunha@c.unicamp.br
Assunto: IEEE Transactions on CE - Author Notification (#7516)

Dear Leonardo Miranda,

This is to inform you that your paper entitled "Adjustable Interactive Rings for iDTV" will be published in the August 2010 issue of the IEEE Transactions on Consumer Electronics of which a complimentary copy will be sent to all authors.

Thank you for your interest in the Consumer Electronics Society of the IEEE.

Sincerely,

WAYNE C. LUPLOW
Editor-in-Chief
IEEE Transactions on Consumer Electronics

Anexo C

Análise de Patenteabilidade

C.1 Agência de Inovação da UNICAMP

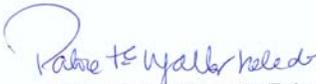
	UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS AGÊNCIA DE INOVAÇÃO	
---	--	--

DECLARAÇÃO

A AGÊNCIA DE INOVAÇÃO INOVA UNICAMP situada na Rua Roxo Moreira, 1831 – Caixa Postal 6131 - 13084-971 – Campinas – SP. Telefone (19) 3521-5201 - Fax (19) 3521-5210, vem por meio deste instrumento particular **declarar** para os devidos fins, que o Sr Leonardo Cunha de Miranda, inscrito no RG nº 10.982.170-2 IFP/RJ e CPF nº 072.767.217-79, residente e domiciliado na Rua Barão de Itambi, 7 - apartamento 510, Botafogo, na cidade de Rio de Janeiro – Estado de Rio de Janeiro, aluno do Instituto de Computação, UNICAMP, RA nº 066954, um dos inventores da tecnologia intitulada "Anel Interativo Ajustável: Artefato Físico de Interação para a Televisão Digital Interativa", processo 434_DIGITAL INTERATIVA, que está em trâmite na Agência de Inovação Inova Unicamp para análise dos requisitos de patenteabilidade objetivando futuro depósito de pedido de patente perante o Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI, pela UNICAMP.

Estas informações, inclusive a presente declaração, devem permanecer em sigilo pelo prazo legal.

Campinas, 05 de julho de 2010.


Patrícia Magalhães de Toledo
Diretora
Inova Unicamp

AGÊNCIA DE INOVAÇÃO DA UNICAMP
Rua Roxo Moreira, 1831 – Caixa Postal 6131 - 13084-971 – Campinas – SP
Fone (19) 3521-5201 - Fax (19) 3521-5210 Site - <http://www.inova.unicamp.br>