

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

Leonardo Cunha de Miranda¹, Lara Schibelsky Godoy Piccolo^{1,2}, e
M. Cecília C. Baranauskas¹

¹ Departamento de Sistemas de Informação
Instituto de Computação – Caixa Postal 6.176
Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP
13.083-970, Campinas, SP, Brasil

² Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações – CPqD
Rodovia Campinas Mogi-Mirim, Km 118,5
13.086-902, Campinas, SP, Brasil

professor@leonardocunha.com.br, lpiccolo@cpqd.com.br, cecilia@ic.unicamp.br

Abstract. The digitalization of the terrestrial TV transmission and the potential demand for interactivity on TV establish a new interaction paradigm, of extreme social importance, especially for the population of Brazil. The present work approaches this topic under the perspective of the interaction design, a subject hardly explored in literature on Interactive Digital Television (iDTV), mainly in Brazil. The article presents a taxonomy for the physical devices of interaction – composed by hardware and software components – and a proposal of ways of using the traditional device for interaction with the iDTV. The proposal has basis in the nature of the interactive applications and in a profile of potential users. Results of this work could guide the choice and the formulation of proposals for new digital devices for interaction with iDTV.

Keywords: TV Digital Interativa, Design da Interação, Artefatos Digitais, Interação Humano-Computador.

1 Introdução

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

Segundo o IBGE [8], nos resultados divulgados da última Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), 91,4% dos domicílios brasileiros possuem televisão. De acordo com Zuffo [27], 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 TV [...]”. Nessa mesma linha de pensamento, Fortes [6] 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) também reconhece a relevância social da definição de um Sistema Brasileiro de Televisão Digital (SBTV) e considera que “as contribuições e participação da academia garantem o domínio da tecnologia, essencial para a independência tecnológica do Brasil [...]” [23].

Visto o exposto e considerando o potencial da TV Digital Interativa (TVDI) como um importante instrumento de disseminação de informação e conhecimento ao cidadão brasileiro, 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” [22].

As pesquisas na área de TVDI são relativamente embrionárias no Brasil, principalmente no que concerne aos aspectos de *design* da interação entre o usuário e o sistema de televisão. Apenas no final de 2003, com a criação do SBTV, pelo Governo Federal [35], 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) a “[...] falta de recursos humanos qualificados é um dos entraves que cercam a implantação da televisão digital no Brasil.” [3].

Gawlinski *apud* Piccolo e Baranauskas [19], define TV 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* e *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 segunda seção apresenta e discute um modelo de interação entre usuário e a TVDI. A terceira seção relata o estado da arte nos tópicos supracitados. A quarta seção 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. Na quinta seção tecemos nossas considerações finais e indicamos trabalhos que poderão promover a sua continuidade.

2 Interação do usuário ou grupo de usuários com a TVDI

Atualmente, a TV 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. Em ambos os casos, a interação do usuário com a TV ocorre por meio de um “mediador eletrônico”, usualmente o controle remoto.

A Figura 1 apresenta uma abstração de modelo desse novo paradigma de interação entre o(s) usuário(s) e a TVDI. O usuário ou grupo de usuários (a) interage com a TVDI através da visão, audição, cognição (possui 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 (b). Por sua vez a televisão (c) responde aos comandos do usuário através de mudanças visuais e sonoras no conteúdo áudio-visual ou via interface das aplicações interativas (*software*).

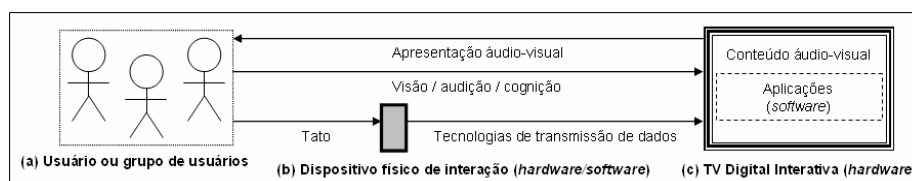


Figura 1. Modelo de interação entre o usuário ou grupo de usuários e a TVDI.

O modelo apresentado (Figura 1) 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 (alternativas 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 (infravermelho, *wireless*, *bluetooth* etc.); e 4) Aplicações interativas – compostas de textos, gráficos etc. – o diálogo entre o(s) usuário(s) e o sistema de televisão torna-se mais dinâmico e complexo, expondo o(s) usuário(s) 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 [1,19,21]. Sendo assim, dadas as especificidades desse artefato, pesquisas têm buscado entender melhor o *design* da interação entre o usuário e a TVDI, mediado por esse dispositivo. Por essa razão, é necessário analisar sua concepção e utilização. A invenção desse mediador promoveu benefícios/comodidades as pessoas, resultando em dispositivos cada vez com mais funcionalidades e, conseqüentemente, com maior complexidade no uso. 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 do usuário 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.

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.

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 (televisor, vídeo-cassete, DVD *player*, aparelho de som, ventiladores etc.). De certa forma, isso implica em um “problema”, pois num mesmo ambiente (sala de estar, auditórios etc.) coabitam vários equipamentos eletrônicos cada qual com o seu controle.

Para Nielsen [16,17] 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 [1] 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 [18].

Segundo Berglund [2], o controle remoto como conhecemos hoje não é apropriado para a maioria dos serviços viabilizados pela TV Digital, e para Smith *apud* Eronen [5] 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 [19] afirmam que “[...] novas convenções para o *design* da interação devem ser edificadas para que todo o potencial dessa tecnologia [TV Interativa] seja aproveitado.”. Para Fortes [6], 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 o(s) usuário(s) e a TVDI. A Tabela 1 resume uma relação de tecnologias propostas que podem ser empregadas.

Tabela 1. Dispositivos de entrada de dados utilizados em aplicações de TVDI.

Referência	Dispositivos citados
[9]	Reconhecimento de voz
[7,26]	Controle remoto com reconhecimento de voz
[19]	Controle remoto e teclado sem fio
[24]	Caneta ultra-sônica
[11]	PDA, <i>laptop</i> , <i>pocketPC</i> e celular
[21]	<i>Wireless keyboard</i> , controle remoto com dispositivos apontadores incorporados, tais como, <i>mini-trackball</i> ou <i>mini-joystick</i> , e microfone com reconhecimento de voz

Por acreditarem que o controle remoto seja um dispositivo limitado para interação com as aplicações interativas de TVDI, Lin e Chen [11] sugeriram uma solução alternativa, descrevendo uma arquitetura que possibilita a utilização de dispositivos móveis que possuem *browser* – tais como, PDAs, *laptops*, *pocketPCs* e celulares – para controlar o *set-top box* da TVDI. Para Sohn e Lee [24] 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. [7] 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, com o reconhecimento de voz, ao usuário controlar o sistema de televisão através da fala. 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. [21] 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, como o *mini-trackball* ou *mini-joystick* (equivalente ao *touch pad*). Também comentam a possibilidade de realizar comandos para controlar a TVDI por meio de microfones que capturam a fala e via reconhecimento de voz executam os comandos apropriados. Os trabalhos de Wittenburg et al. [26] e Ibrahim e Johansson [9] também seguem a mesma linha de reconhecimento de fala.

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

3.2 Natureza das aplicações interativas para TVDI

As aplicações interativas correspondem à parte lógica da solução de TV Digital Interativa (TVDI). Através desses *softwares* são viabilizados os ambientes – via interfaces – que permitem a interação do usuário com o sistema de televisão. 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 o *design* e, conseqüentemente, a navegação do usuário poder ser diferenciada em cada tipo de aplicação. Alguns trabalhos têm explorado os conceitos de *affordance* 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 inclui considerações sobre o artefato físico de interação com as aplicações para TVDI.

Segundo Piccolo e Baranauskas [19] 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 [13,19]. Uma visão global das diferentes taxonomias utilizadas pelos autores pode ser vista na Figura 2: o mapa conceitual que representa as propostas e utilizações de classificações das aplicações para TVDI ao longo dos anos realizada por distintos autores.

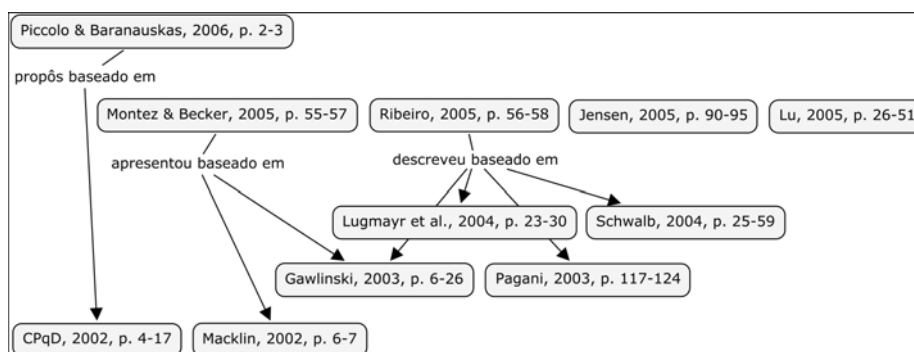


Figura 2. Autores que fizeram uso das taxonomias de aplicações para TVDI.

Conforme mostra a Figura 2, vários autores que apresentaram classificações nos seus trabalhos usam como referencial ou parte do referencial o trabalho de Gawlinski. Entretanto, vale sinalizar que Piccolo e Baranauskas [19] estabelecem uma nova taxonomia para as aplicações de TVDI mais flexível e com base em aspectos técnicos relevantes na implementação de cada uma, 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).

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 1), tais como a solução proposta por Fujita et al. [7] 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 apresenta alguns trabalhos que contribuem com classificações para o perfil dos usuários de TVDI.

Tabela 2. Perfil dos usuários de TVDI utilizado por diferentes autores.

Referência	Perfil dos usuários de TVDI citados
[4]	Pioneers, Hard-Workers, High-Fliers, Comfort-Lovers, Nondescripts, Committed, Active e Traditionalists
[25]	Curiosos Entusiastas, Curiosos Reticentes, Medrosos com Orientação e Medrosos Desmotivados
[1]	Torcedor Antenado, Mãe Ocupada, 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), 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 de acordo com as capacidades físicas e com o nível de alfabetização dos usuários, baseada no Censo Demográfico de 2000 do IBGE [28,29]. 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 nível básico e pleno).

Tabela 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 (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 (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 nível básico	Esse grupo de usuários possui poucas habilidades em 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

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 instrumento de interação entre o(s) usuário(s) e o sistema de televisão (Tabela 1), apresentamos 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 a TVDI. A entrada de dados diz respeito a métodos que o usuário pode utilizar para fornecer dados para a TVDI. A

navegabilidade se refere aos métodos utilizados para que o usuário navegue nas aplicações interativas de TVDI.

Para melhor visualização, apresentamos na Figura 3 o mapa conceitual que representa a taxonomia proposta neste trabalho com base na revisão de literatura; na Tabela 4 detalhes desta taxonomia são apresentados.

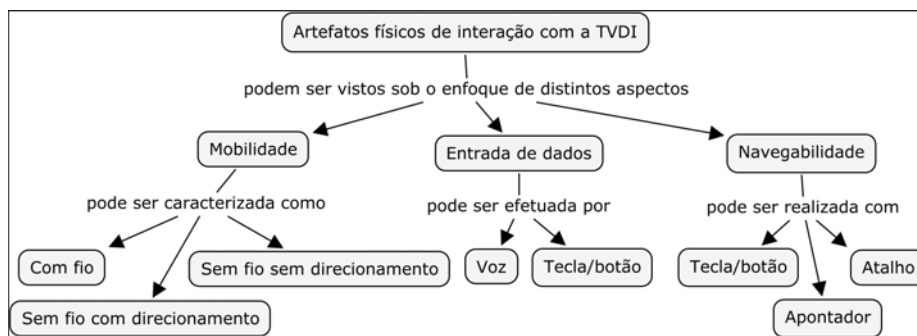


Figura 3. Taxonomia definida para os artefatos físicos de interação com a TVDI.

Tabela 4. Taxonomia definida para os artefatos físicos de interação com a TVDI.

Aspecto	Característica	Descrição
Mobilidade	Com fio	Artefatos físicos conectados com o receptor de TV através de cabos elétricos, por exemplo, teclado com fio e <i>mouse</i> 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, por exemplo, dispositivos <i>wireless</i> e <i>bluetooth</i> . Esses dispositivos possuem uma 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, <i>mouse</i> e <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, por exemplo, através do uso de <i>mouse</i> 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 (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 4 podemos então classificar os diferentes tipos de dispositivos físicos de interação utilizados na TVDI. A Tabela 5 apresenta o elenco desses dispositivos com sua respectiva classificação.

Tabela 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 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 [19];
3. **Perfil dos usuários de TVDI:** Se comparado aos demais, o perfil apresentado na Seção 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 4 – para cada natureza de aplicação interativa (Tabela 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 7). Podemos supor que a melhor opção de artefato de interação com a TVDI para usuários que se enquadre no perfil definido na Seção 3.3 de “Deficiência motora” seriam utilizar tecnologia sem fio e sem direcionamento (mobilidade), 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 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 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	Sem fio sem direcionamento	Voz, tecla e botão	Atalho, tecla e botão
Deficiência auditiva	Sem fio sem direcionamento	Tecla e botão	Tecla, botão e atalho
Sem Deficiência	Sem fio sem direcionamento	Voz, tecla e botão	Tecla, botão, apontador e atalho
Analfabeto	Sem fio sem direcionamento	Voz	Apontador
Alfabetizado nível básico	Sem fio sem direcionamento	Voz	Apontador e tecla
Alfabetizado pleno	Sem fio sem direcionamento	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 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.

5 Considerações finais e trabalhos futuros

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 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 de 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 TV 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.

Agradecimentos. Esta pesquisa é parcialmente financiada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) através da bolsa de doutorado do primeiro autor deste artigo (DS-00014/07-9). Agradecemos também ao apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) ao Projeto 476381/2004-5.

Referências bibliográficas

1. Barros, G.G., 2006. A consistência da interface com o usuário para a TV interativa. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo.
2. Berglund, A., 2004. Augmenting the Remote Control: Studies in Complex Information Navigation for Digital TV. Doctoral Thesis (Linköping Studies in Science and Technology) – Linköping University.
3. CAPES, 2007. Capes 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.
4. Eronen, L., 2001. Combining Quantitative and Qualitative Data in User Research on Digital Television. In: Proceedings of the 1st Panhellenic Conference with International Participation on Human-Computer Interaction.
5. Eronen, L., 2004. User Centered Design of New and Novel Products: Case Digital Television. Doctoral Thesis (Doctor of Science in Technology) – Helsinki University of Technology.
6. Fortes, R.S., 2004. Sistema Cossack: Uma plataforma para gerenciamento de aplicações hipermédia distribuídas. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrônica e Computação) – Instituto Tecnológico da Aeronáutica.
7. Fujita, K., Kuwano, H., Tsuzuki, T., Ono, Y. e Ishihara, T., 2003. A new digital TV interface employing speech recognition. Consumer Electronics, IEEE Transactions on.
8. IBGE, 2006. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: Síntese de Indicadores 2005.
9. Ibrahim, A. e Johansson, P., 2002. Multimodal Dialogue Systems for Interactive TV Applications. In: Proceedings of the 4th IEEE International Conference on Multimodal Interfaces.
10. Jensen, J.F., 2005. Interactive television: new genres, new format, new content. In: Proceedings of the Second Australasian Conference on interactive Entertainment. ACM International Conference Proceeding Series.
11. Lin, C. e Chen, M., 2005. On controlling digital TV set-top-box by mobile devices via IP network. Multimedia, Seventh IEEE International Symposium on.
12. Lu, K.Y., 2005. Interaction design principles for interactive television. Master Thesis (Information Design and Technology) – Georgia Institute of Technology.
13. Macklin, B., 2002. What Every Marketer Needs to Know about iTV.
14. Monteiro, M.S.M., 2002. TV Interativa e Seus Caminhos. Dissertação (Mestrado Profissional em Computação) – Universidade Estadual de Campinas.
15. Montez, C. e Becker, V., 2001. TV digital interativa: conceitos, desafios e perspectivas para o Brasil. 2. ed. rev. e ampl. Florianópolis: Editora da UFSC.
16. Nielsen, J., 2007a. Remote Control Anarchy. Disponível em: <<http://www.useit.com/alertbox/20040607.html>>. Acesso em: 29 mar. 2007.
17. Nielsen, J., 2007b. Why Consumer Products Have Inferior User Experience. Disponível em: <<http://www.useit.com/alertbox/20040315.html>>. Acesso em: 29 mar. 2007.
18. Omojokun, O., Pierce, J.S., Isbell, C.L. e Dewan, P., 2006. Comparing end-user and intelligent remote control interface generation. Personal Ubiquitous Comput.
19. Piccolo, L. e Baranauskas, M.C.C., 2006. Desafios de Design para a TV Digital Interativa. Anais do VII Simpósio de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais.
20. Ribeiro, J.H.R., 2005. TV Digital Interativa e Hipermédia: jogos e narrativas interativas na TVi. Dissertação (Mestrado em Comunicação e Semiótica) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.
21. Roibás, A.C., Sala, R., Ahmad, S.N.A.S. e Radman, M., 2005. Beyond the remote control: Going the extra mile to enhance iTV access via mobile devices & humanizing navigation

- experience for those with special needs. In: Proceedings of the 3rd European Conference on Interactive Television.
22. SBC, 2006a. Grandes Desafios da Pesquisa em Computação no Brasil: 2006-2016. Disponível em: <http://143.54.83.4/ArquivosComunicacao/Desafios_portugues.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2006.
 23. SBC, 2006b. Moção sobre o Sistema Brasileiro de TV Digital Terrestre (SBTVD-T). Disponível em: <http://143.54.83.4/ArquivosComunicacao/oficio_e_mocao_assembleia.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2006.
 24. Sohn, M. e Lee, G., 2004. SonarPen: an ultrasonic pointing device for an interactive TV. Consumer Electronics, IEEE Transactions on.
 25. Valdestilhas, A. e Almeida, F.A., 2005. A usabilidade no desenvolvimento de aplicações para TV Interativa. Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Computação Gráfica e Processamento de Imagens.
 26. Wittenburg, K., Lanning, T., Schwenke, D., Shubin, H. e Vetro, A., 2006. The prospects for unrestricted speech input for TV content search. In: Proceedings of the Working Conference on Advanced Visual Interfaces. ACM Press.
 27. Zuffo, M.K., 2007. 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.
 28. IBGE, 2000a. Censo Demográfico 2000 – Características Gerais da População: Resultados da Amostra.
 29. IBGE, 2000b. Censo Demográfico 2000 – Educação: Resultados da Amostra.
 30. CPqD, 2002. Elenco de Serviços e Aplicações. Versão AB. PD.30.11.67A.0011A/RT-04-AB (consulta sob solicitação).
 31. Lugmayr, A., Niiranen, S. e Kalli, S., 2004. Digital Interactive TV and Metadata: New Paradigms in Interactive Broadcast Media. Springer.
 32. Schwalb, E.M., 2004. iTV Handbook: Technologies and Standards. Prentice Hall.
 33. Gawlinski, M., 2003. Interactive Television Production. Focal Press.
 34. Pagani, M., 2003. Multimedia and Interactive Digital TV: Managing the Opportunities Created by Digital Convergence. Irm Press.
 35. 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, 27 de nov. 2003. Seção 1, p. 7.