

Capítulo

1

Avaliação Multidimensional da Usabilidade de Interfaces para Aplicações Móveis e Multimodais

Ana Esther Victor Barbosa, Danilo de Sousa Ferreira, José Eustáquio Rangel de Queiroz

Abstract

This mini-course will provide usability practitioners, HCI students and lecturers with a description of a multidimensional approach for the evaluation of mobile application and multimodal application user interfaces. Each dimension of this approach focus on the problem from a different perspective: (i) the user's perspective, which is expressed as views on the product gathered from an inquiry-based approach; (ii) the specialist's perspective, which is expressed by a specialist analysis of the user performance during the usability evaluation; and (iii) the usability community's perspective, which is expressed by a specialist analysis, based on standards inspection. Since the multidimensional approach is based on qualitative and quantitative usability data, a more reliable and complete product appraisal results from the combination of the above-mentioned perspectives.

Resumo

O presente minicurso visa apresentar uma abordagem multidimensional de avaliação da usabilidade de interfaces para aplicações móveis e multimodais, destinando-se a estudantes, professores e profissionais de usabilidade. Cada uma das dimensões foca os problemas de usabilidade a partir de diferentes perspectivas, a saber: (i) a perspectiva do usuário, expressa mediante a sondagem de sua satisfação no tocante ao produto avaliado; (ii) a perspectiva do especialista, expressa a partir da análise da mensuração do desempenho do usuário ao utilizar o produto avaliado; e (iii) a perspectiva da comunidade de usabilidade, expressa por meio da inspeção da conformidade do produto a padrões. Tais dimensões complementam-se, a fim de produzir um diagnóstico mais confiável e completo da usabilidade do produto avaliado, uma vez que se fundamenta em dados de usabilidade de natureza quantitativa e qualitativa.

1.1 Introdução

Nos últimos anos, com a evolução das tecnologias, constata-se a presença cada vez mais efetiva de sistemas computacionais (aplicações de *software* ou *hardware*) nas atividades cotidianas dos indivíduos. Devido à revolução dos computadores pessoais e à redução dos custos de *hardware*, que tem tornado os sistemas computacionais cada vez mais acessíveis a um número cada vez maior e mais diversificado de usuários, as interfaces usuário-computador tornaram-se entidades muito mais significativas do que costumavam ser, há pouco mais de duas décadas. Enquanto há algum tempo apenas usuários experientes em sistemas computacionais desenvolviam sistemas para uso próprio ou para outros usuários experientes, nos dias atuais os sistemas computacionais vêm se tornando praticamente onipresentes e contemplam cada vez mais o segmento crescente de usuários principiantes, atuantes nas mais diversas áreas do conhecimento humano [Queiroz, 2001].

A *interface usuário-computador*, também denominada *interface com o usuário*, *interface homem-computador* ou simplesmente *interface*, é um fator determinante para a aceitação de produtos interativos, uma vez que proporciona o elo de comunicação entre o usuário e um dado sistema computacional, exercendo influência no modo como o usuário visualiza e entende a funcionalidade de um sistema. Tal fato vincula sua concepção a aspectos do sistema com os quais o usuário interage física e cognitivamente [Barbosa, 2009]. Assim sendo, faz-se necessário que a interface comporte-se de maneira consistente e adequada, não bastando apenas que a funcionalidade esteja correta, pois se a utilização do produto não proporcionar conforto e bem-estar ao usuário, seu desempenho ao usá-lo tenderá a cair, pois a satisfação na realização de uma tarefa é um fator que impacta diretamente na produtividade.

Vários autores (e.g., [Queiroz, 2001], [Tidwell, 2005], [Seffah e Metzker, 2009]) consideram que, no âmbito da qualidade de *software*, a usabilidade tem se tornado uma necessidade competitiva para o sucesso comercial dos produtos de *software*, além de vir sendo incorporada cada vez mais efetivamente aos processos de desenvolvimento, com o propósito de melhorar a qualidade dos produtos.

Deste modo, a avaliação da usabilidade de produtos interativos vem ganhando um espaço cada vez mais bem delineado no domínio da comunicação mediada por computadores, constituindo uma etapa essencial e integral do projeto e desenvolvimento da interação usuário-computador.

1.1.1 Introdução à Usabilidade

Shackel (1991), Nielsen (1993) e a Parte 11 do padrão ISO 9241 (1998a) descreveram visões da usabilidade nas quais levantam questionamentos, em um nível operacional, sobre objetivos de usabilidade e sobre a relação entre a usabilidade, a utilidade, a aceitação de produtos e questões relativas ao processo interativo. A seguir, são apresentadas as visões de Nielsen (1993) e do padrão ISO 9241 (1998a).

Nielsen (1993) considerou que a aceitação de um sistema podia ser mensurada a partir de vários critérios, e.g. aplicabilidade (*usefulness*), confiabilidade, custos, compatibilidade. A aplicabilidade foi associada à utilidade e à **usabilidade** do produto. O autor empregou alguns critérios para esclarecer o conceito de usabilidade, a saber:

- **Facilidade de aprendizado:** aprender a utilizar um novo sistema deve ser suficientemente fácil para que o usuário comece a usá-lo rapidamente;

- **Eficiência:** o sistema deve ser eficiente de tal forma que os usuários possam atingir uma alta produtividade;
- **Facilidade de memorização:** um usuário ocasional do sistema não precisa reaprender a utilizar o sistema, o sistema precisa ser intuitivo;
- **Tolerância a erros:** o sistema deve possibilitar ao usuário a fácil recuperação em situações de erros;
- **Satisfação:** o usuário deve ficar satisfeito com o uso do sistema.

A Parte 11 (Especificações de usabilidade) do padrão internacional ISO 9241 (1998a), *Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals*, define usabilidade como a *eficácia*, *eficiência* e *satisfação* com as quais usuários específicos atingem metas específicas em ambientes específicos, i.e. em um contexto de uso específico. Tais dimensões foram associadas pela ISO a:

- **Eficácia:** precisão e completude com a qual os usuários alcançam metas específicas;
- **Eficiência:** recursos necessários para que os usuários alcancem suas metas com completude e precisão;
- **Satisfação:** conforto e aceitação do uso do sistema pelos usuários.

A incorporação da usabilidade no desenvolvimento de um produto conduz a uma variedade de benefícios potenciais, a saber [Bias & Mayhew, 1994], [Bosert, 1991], [Nielsen, 1993]: (i) redução tempo de desenvolvimento, devido à diminuição de retrabalhos; (ii) redução nos custos de concepção, pois mudanças são antecipadas; (iii) redução nos custos com manutenção e correção de erros, uma vez que menos erros serão encontrados; (iv) redução no tempo/custos de treinamento; (v) redução do número de chamadas ao suporte; (vi) redução no número de consultas à ajuda (manual ou *help online*); (vii) aumento da satisfação dos usuários, conseqüência do aumento de produtividade (eficiência, eficácia, menor taxa de erros cometidos); e (viii) aumento nas vendas do produto, em virtude do aumento da satisfação.

1.1.2 Métodos de Avaliação de Interfaces Usuário-computador

Avaliação da usabilidade consiste em qualquer estudo de natureza analítica ou empírica de um sistema ou protótipo, cuja meta de avaliação seja fornecer um diagnóstico do produto ou sistema avaliado.

Os processos de avaliação podem ser de natureza *formativa* ou *somativa*. *Avaliações formativas* (*formative evaluation*) ocorrem durante o ciclo de desenvolvimento do produto, inclusive durante a fase de projeto. O objetivo dos estudos formativos é identificar aspectos no produto, seja um protótipo ou versões de teste, que podem ser melhorados, i.e. sugerir mudanças a serem incorporadas ao produto final.

Por sua vez, as *avaliações somativas* (*summative evaluation*) têm o propósito de fornecer diagnósticos da interface ao término de diferentes etapas de seu desenvolvimento. Este tipo de avaliação geralmente ocorre no fim do processo de desenvolvimento, quando se testa o produto para avaliar se as metas de usabilidade foram atingidas.

Preece *et al.* (2005) identificaram quatro paradigmas centrais de avaliação, a saber: (i) *métodos rápidos* (*quick-and-dirty methods*) e *econômicos* (*discount methods*); (ii) *testes de usabilidade*; (iii) *estudos de campo*; e (iv) *avaliação preditiva*.

Métodos rápidos e *econômicos* envolvem a aquisição, de forma rápida e barata,

de opiniões dos usuários ou consultores sobre o produto, podendo ser adotados em qualquer etapa do ciclo de desenvolvimento. **Testes de usabilidade** envolvem, por sua vez, a avaliação do desempenho de usuários típicos na realização de tarefas típicas.

Estudos de campo caracterizam-se por serem realizados em ambientes reais ou próximos do real, tendo como objetivo principal maximizar o entendimento acerca de como os usuários agem e de como a tecnologia impacta em suas atividades. Por fim, **avaliações preditivas** caracterizam-se pela análise do produto por especialistas, com base em heurísticas ou recomendações de usabilidade, sem o envolvimento de usuários no processo.

Independentemente de sua natureza, os estudos de avaliação da usabilidade têm como objetivo principal analisar um produto sob a perspectiva dos aspectos que impactam diretamente no seu uso. Todavia, é importante considerar tal tarefa pode envolver uma ou mais técnicas adequadas aos objetivos da avaliação.

Diversas iniciativas de categorizar técnicas de avaliação podem ser encontradas na literatura clássica de HCI (*Human-Computer Interaction*). Uma das classificações mais conhecidas é aquela que categoriza os métodos em **empíricos** e **analíticos**.

Os métodos **empíricos** caracterizam-se pelo envolvimento dos usuários no processo avaliatório. Tais métodos podem ser informais, e.g. observação de usuários ao utilizar protótipos do sistema, ou formais, e.g. observação em ambiente laboratorial controlado [Rosson & Carroll, 2002].

Os métodos **analíticos** fundamentam-se na análise das interfaces por avaliadores (ergonomistas, engenheiros de *software* ou de usabilidade) que investigam aspectos da usabilidade do produto baseado em recomendações, padrões ou heurísticas.

Os métodos e técnicas podem ainda serem enquadrados, segundo Nielsen (1993), como pertencentes a uma das seguintes categorias: (i) **ensaios de usabilidade** (*usability testing*) ou (ii) **inspeções de usabilidade** (*usability inspections*).

Ensaio de usabilidade consistem basicamente de estudos de um processo interativo usuário-computador específico, em condições "reais" ou "controladas", nos quais especialistas em interfaces coletam dados sobre eventos relacionados com a interação propriamente dita e problemas afins ocorridos durante o uso da aplicação por uma amostra da comunidade usuária [Nielsen, 1993], [Dix, 2003]. Envolve uma gama de técnicas que se diferenciam segundo o grau de especialidade necessário, a formalidade do procedimento e os custos associados [Dix, 2003].

Em geral, **inspeções de usabilidade** são estratégias fundamentadas na análise e julgamento de projetos por avaliadores (ergonomistas, engenheiros de *software*, engenheiros de usabilidade), que investigam aspectos relativos à usabilidade segundo um conjunto de critérios, recomendações, normas ou heurísticas.

As principais estratégias adotadas em ensaios de usabilidade são sintetizadas no Quadro 1, enquanto as principais estratégias que se enquadram na categoria inspeções de usabilidade são sumariadas no Quadro 2. Técnicas adaptativas ou inovadoras vêm sendo pesquisadas e continuamente propostas, uma vez que o surgimento de novas tecnologias, de *hardware* ou *software*, têm imposto novas formas de interação com o usuário.

Quadro 1 – Estratégias usualmente adotadas em Ensaios de Usabilidade.

Métodos	Variantes	Descrição	Observações
Observações (Observation)	Observação Cooperativa do Usuário	Consiste na observação, por uma equipe de especialistas, de usuários interagindo com o produto-alvo.	Registros em áudio e vídeo são utilizados para coleta de dados.
	Observação em Ambiente Controlado (laboratorial)	Usuários de teste são observados, por especialistas, durante a execução de tarefas pré-definidas. Os avaliadores podem observá-los na mesma sala ou através de uma superfície refletora unidirecional.	Geralmente, registros em áudio e vídeo são utilizados como instrumentos de coleta de dados.
	Observação em Ambiente Natural (de Campo)	Consiste na observação de usuários realizando tarefas em seu ambiente natural (e.g. ambiente de trabalho).	Os questionários podem ser <i>abertos</i> ou <i>fechados</i> .
Questionários (Questionnaires)	Questionário Conduzido por um Entrevistador	Entrevistadores treinados conduzem tais questionários, permitindo um melhor controle no processo de aquisição de dados e maior interação com os usuários.	O registro de áudio, com posterior transcrição, pode ser feito em substituição às anotações.
	Questionário Autodirigido	Os próprios usuários fazem o preenchimento do questionário.	
Entrevistas (Interviews)	Entrevista Aberta Padronizada	Aplicação de um mesmo conjunto de questões para uma amostra de usuários.	O registro de áudio, com posterior transcrição, pode ser feito em substituição às anotações.
	Entrevista Estruturada ou Guiada	Entrevistador conduz um questionamento mais formal para os participantes sobre o tema em questão.	
	Entrevista Não-estruturada ou Informal	Entrevistador adapta as questões, a fim de respeitar as diferenças individuais e/ou acompanhar mudanças comportamentais.	
Verbalização de Procedimentos (Thinking aloud)		Consiste na verbalização, por parte do usuário de teste, de todos os procedimentos, idéias, encadeamentos lógicos e opiniões indispensáveis à conclusão da tarefa.	
Interação Construtiva (Constructive interaction)		Consiste em dois usuários operando conjuntamente o produto-alvo da avaliação. É denominada também de <i>aprendizagem por compartilhamento de descobertas (codiscovery learning)</i> .	
Ensaio Retrospectivo (Retrospective testing)	Ensaio Retrospectivo Clássico	Consiste no registro em vídeo da sessão de teste e na análise posterior do transcurso da sessão sem a presença do usuário.	Câmeras de vídeo devem registrar pelo menos eventos ocorridos em tela, expressões faciais e mãos do usuário de teste.
	Covisualização	Consiste no registro em vídeo da sessão de teste e na análise posterior do transcurso da sessão com a presença do usuário.	
Captura Automática (Automatic logging)		Consiste na monitoração e coleta automática de informações relativas ao uso do produto sob avaliação.	Vários dados podem ser coletados, e.g. ações com o <i>mouse</i> , teclas acionadas.
Discussões em Grupo (Focus groups)		Consiste na reunião, mediada por um moderador, de seis a nove usuários. Utilizada para coletar informações sobre as necessidades e opiniões dos usuários.	
Ensaio de Usabilidade Remoto (Remote usability testing)		Consiste num ensaio de usabilidade conduzido em situações nas quais avaliadores e usuários de teste encontram-se fisicamente separados.	Há várias opções para conduzir testes remotos, e.g. vídeo-conferência, relatórios <i>on-line</i> .

Fonte: Adaptado de [Queiroz, 2001].

Quadro 2 - Estratégias usualmente adotadas em Inspeções de Usabilidade.

Método		Variantes		Descrição	
Revisão Sistemática (Walkthrough)	Revisão Sistemática Tradicional			Consiste na análise estruturada de um produto por uma equipe de especialistas.	
	Revisão Sistemática Cognitiva (Cognitive walkthrough)			Consiste na avaliação, por um grupo de especialistas, das diferenças existentes entre as metas e expectativas dos usuários e os procedimentos requisitados pela aplicação.	
	Revisão Sistemática Cognitiva Automatizada (Automated cognitive walkthrough)			As várias respostas e questões relativas às ações do usuário são coletadas automaticamente.	
	Revisão Sistemática Pluralista de Usabilidade (Pluralistic usability walkthrough)			Revisão na qual tanto a população usuária, como os projetistas do produto e os especialistas em fatores humanos agem de forma colaborativa.	
	Jogthrough			Revisão conduzida em um “ritmo mais acelerado”, i.e. tal técnica apresenta-se como uma versão abreviada da Revisão Sistemática Tradicional.	
Inspeção (Inspection)	Inspeções baseadas em Diretrizes de Projeto			Diretrizes de projeto são sugestões e recomendações técnicas que sumarizam princípios bem conhecidos aplicáveis a projetos de interface de usuário.	
	Inspeções baseadas em Guias de Estilo			Guias de estilo são documentos que sumarizam padrões industriais e contém informações prescritivas, ao invés de sugestivas.	
	Inspeções baseadas em Padrões			Os padrões especificam como as interfaces deveriam ser apresentadas ao usuário. Representam um consenso.	
	Avaliações Heurísticas			Consiste num estudo conduzido por especialistas a partir de heurísticas que guiam as atividades dos avaliadores.	

Fonte: Adaptado de [Queiroz, 2001].

1.1.3 Caracterização dos Dispositivos Móveis e Multimodais

Nos últimos anos, o cotidiano de indivíduos do mundo inteiro vem exigindo cada vez mais a incorporação de aplicações e/ou dispositivos computacionais às mais diversas atividades, os quais são utilizados como ferramentas de trabalho, pesquisa, compra, entretenimento, comunicação, etc.

Os avanços no desenvolvimento de tecnologias de *hardware* tornaram os computadores cada vez mais complexos e capazes de proporcionar soluções a uma ampla variedade de problemas, melhorando a qualidade de vida dos seres humanos. Todavia, a mesma tecnologia que simplifica a vida, provendo um maior número de funcionalidades em um objeto, também pode complicá-la, tornando essa tecnologia muito mais difícil de aprender e usar, o que exige, muitas vezes, dos usuários a mudança de hábitos e a adaptação aos novos métodos de trabalho.

Segundo Rosson e Carroll (2002), as tecnologias atuais têm evoluído na direção da computação ubíqua¹ (e.g. *handhelds*, *palmtops* e celulares). Estes dispositivos integram a computação móvel, i.e. atividades fundamentadas no uso de computadores (*computer-based activities*), as quais podem ser executadas quando os usuários não estão nos seus locais de trabalho.

Diante da evolução dos dispositivos computacionais e das tecnologias de um conceito estático² para um contexto móvel, torna-se perceptível uma maior adoção de dispositivos móveis do que dispositivos não-móveis, e.g. os celulares, que têm se tornado bastante populares. Além do mercado de telefonia celular e dos seus serviços, constata-se um aumento considerável na comercialização de PDA (*Personal Digital Assistants*) e *smartphones*³.

Ao avaliar a diversidade de dispositivos móveis disponíveis hoje no mercado, constata-se o emprego cada vez maior de interfaces multimodais em tais dispositivos (MUI – *Multimodal User Interfaces*). As MUI são uma evolução das interfaces gráficas com o usuário (*Graphical User Interfaces*) no sentido de melhorar o processo interativo homem-computador (*Human-Computer Interaction – HCI*) [Oviatt, 2003].

A demanda crescente por sistemas com elevado grau de usabilidade e que não interfiram significativamente na maneira como as pessoas realizam suas tarefas, i.e., que sejam minimamente intrusivos, resultaram no desenvolvimento de interfaces computacionais que suportam formas mais naturais de comunicação, por meio da fala, visão, toque, gestos manuais, etc. [Inácio Jr., 2007]. As MUI surgiram para tirar proveito dos diferentes modos de interação existentes, possibilitando o aumento da largura de banda na comunicação a partir do processamento simultâneo de diferentes tipos de entrada [Dix *et al.*, 2003], [Bernhaupt *et al.*, 2007].

Ao contrário das habituais GUI, caracterizadas pelo uso do teclado, *mouse* e janelas, as MUI processam um conjunto de modalidades de entrada do usuário, tais como reconhecimento de voz, gestos, escrita manual, movimentos de cabeça ou *mouse*, rastreamento de movimentos oculares (*eye-tracking*), etc., de uma maneira integrada e

¹ Em 1991, Weiser [Weiser, 1991] usou o termo *computação ubíqua* para descrever uma visão do futuro, na qual os computadores estariam integrados ao mundo que nos cerca, auxiliando-nos nas tarefas diárias.

² Sem mobilidade, sem portabilidade.

³ Dispositivos que agregam funcionalidades de PDA e de telefones celulares.

coordenada com a saída multimídia do sistema [Wahlster, 2006], [Oviatt & Cohen, 2000 apud Inácio Jr., 2007]. Tais modalidades permitem aos usuários a interação com os computadores, a partir de diferentes modos ou canais de comunicação.

As MUI também possibilitam aos usuários com diferentes níveis de habilidades a escolha do modo de interação mais adequado às suas necessidades e preferências, proporcionando uma maneira mais natural e flexível para a realização de tarefas, permitindo maior interação de usuários humanos com computadores e possibilitando a escolha de qual modalidade usar, como também a combinação de diferentes modalidades de interação [Maybury, 2001], [Inácio Jr., 2007], [Stanciulescu *et al.*, 2007], [Blumendorf *et al.*, 2008]. A integração de modalidades resulta em uma comunicação mais eficiente (execução de tarefas de forma mais rápida e com menor esforço) e eficaz (seleção de tarefas e diálogos mais direcionados ao contexto do usuário) [Maybury, 2001]. O objetivo das MUI é assemelhar a interação homem-computador àquela segundo a qual os humanos interagem entre si e com o ambiente [Dix *et al.*, 2003].

Uma vez que o desenvolvimento de MUI não é *per si* um indicativo da garantia de sua usabilidade, a simples adição de novas modalidades não garante o aumento da qualidade de uma interface, sendo necessário que haja uma integração adequada para que a nova modalidade agregue algum valor ao processo interativo.

I Dispositivos Móveis

Algumas divergências são encontradas quanto às terminologias e classificações adotadas por diferentes pesquisadores em relação aos dispositivos móveis. Portanto, o objetivo desta subseção é caracterizar precisamente a categoria de dispositivos móveis considerada no escopo deste mini-curso.

Móvel é a habilidade de estar em movimento, é uma característica de algo que pode ser utilizado em movimento. Portanto, a característica móvel pode ser empregada em um dispositivo computacional se tal dispositivo pode ser facilmente transportado de um local para outro enquanto o usuário interage com ele. Ou seja, a mobilidade é um atributo tanto do dispositivo quanto do usuário.

Dispositivos que podem ser transportados para qualquer local, mas exigem que o usuário permaneça parado (sem movimentação) durante a interação são classificados como **portáteis** (i.e. de fácil transporte) [Gorlenko & Merrick, 2003]. Em muitos casos, conforme Mallick (2003), os termos **móvel** e **sem fio** são utilizados de forma inversa. **Sem fio** (*wireless*) refere-se à transmissão de dados através de ondas de rádio.

Na Figura 1 é ilustrado o relacionamento entre a conceituação dos termos **móvel**, **sem fio** e **portátil**. Há dispositivos (i) móveis sem acesso à transmissão de dados, seja com fio (*wired*) ou sem fio (*wireless*) (e.g. jogos eletrônicos, câmeras e reprodutores de MP3); (ii) apenas portáteis, mas com transmissão de dados sem fio (e.g. *laptop* com acesso *wireless* à Internet); (iii) *desktop* (dispositivos estacionários) com acesso sem fio. A classificação adotada neste documento baseia-se em dois tipos de categorizações: primeiramente, serão categorizados os dispositivos de computação pessoal; e, em seguida, no âmbito da categoria alvo de computação pessoal, serão apresentados os tipos de dispositivos que se enquadram nesta categoria.

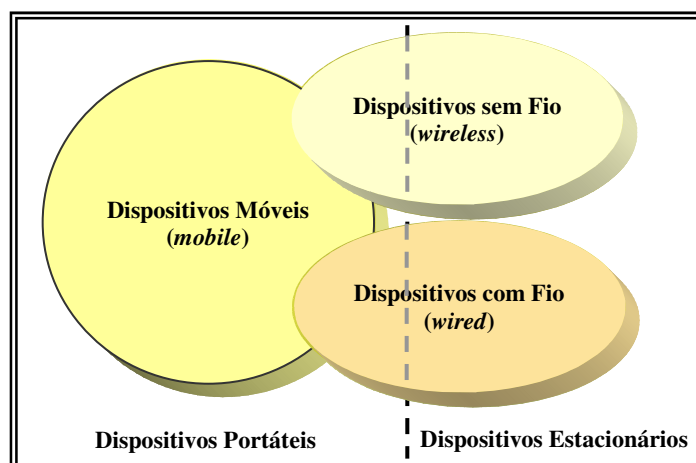


Figura 1 - Relacionamento dos termos *móvel*, *portátil* e *sem fio*.

Na Figura 2, ilustra-se a classificação da computação pessoal, concebida por Gorlenko & Merrick (2003), baseados na classificação feita por Weiss (2002), através de 5 categorias distintas de dispositivos.

Observa-se, a partir da Figura 2, que o tamanho do dispositivo diminui à medida que o grau de mobilidade aumenta. Adicionalmente, conforme ressaltado por Weiss (2002), pode-se perceber que a fronteira entre as categorias é tênue. Esta interseção entre as categorias mostra que algumas dificuldades podem ser encontradas ao tentar classificar determinados dispositivos em apenas uma das categorias. As categorias identificadas na Figura 2 foram diferenciadas conforme aspectos de dimensão, peso e grau de mobilidade. Este último aspecto permite analisar a influência de tal aspecto no modo de interação.

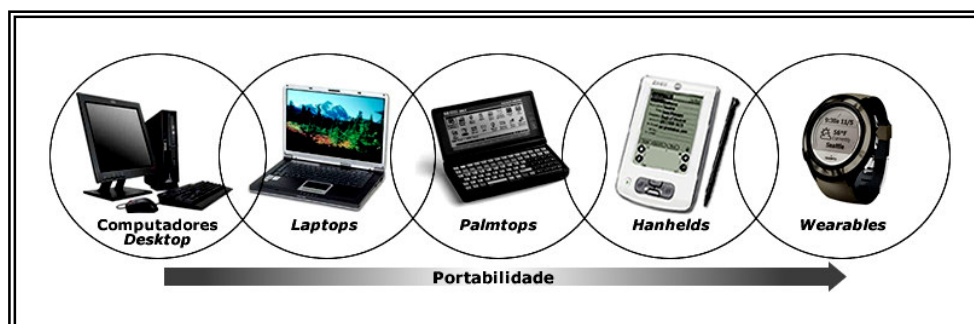


Figura 2 - Classificação da computação pessoal.

Fonte: [Gorlenko & Merrick, 2003].

No Quadro 3 são sumariadas as principais características das cinco categorias de dispositivos supracitadas, quanto ao grau de mobilidade, o tamanho e peso, o modo de interação e a modularidade de seus componentes. Os dispositivos-alvos desta pesquisa, cujo objetivo é propor uma metodologia de avaliação da usabilidade, são aqueles enquadrados na categoria *handheld*. Ao longo deste documento, o emprego do termo dispositivo móvel se referirá aos dispositivos contemplados na categoria *handheld*, a qual engloba várias famílias de dispositivos, a saber: telefones celulares, *paggers*, PDAs (*Personal Digital Assistants*), *smartphones* e *tablets*. No Quadro 4, sumarizam-se as principais características dos dispositivos classificados neste documento como dispositivos móveis.

Quadro 3 – Classificação dos dispositivos computacionais.

Categoria do Dispositivo	Tamanho Físico	Grau de Mobilidade	Modo de Interação	Modularidade
Desktop	Grande	Fixo	Estacionário	Completamente modularizado
Laptop	Médio	Portátil	Estacionário	Módulo único
Palmtop	Pequeno	Portátil	Predominantemente estacionário	Módulo único
Handheld	Médio/Pequeno	Móvel	Móvel	Módulo único
Wearable	Pequeno	Móvel	Móvel	Completamente modularizado

Fonte: [Gorlenko & Merrick, 2003].

Quadro 4 – Diferenças entre telefones celulares, pagers, PDAs, smartphones e tablets.

Dispositivo	Principal Função	Mecanismo de Entrada	Dimensões da Tela	Porte
Telefone Celular	Ligações telefônicas	Teclado Numérico	Muito pequena. Geralmente, 12 caracteres por 4 linhas	Pequeno
Pager	Envio de mensagens textuais	Teclado QWERTY	Varia de 1 linha por 16 caracteres até 160 x 160 pixels	Pequeno
PDA	Armazenamento e recuperação de informação	Tela sensível ao toque	160 x 160 pixels é comum, mas são geralmente maiores	Médio
Smartphone	Ligações telefônicas; Armazenamento e recuperação de informação	Teclado Numérico; Teclado para entrada de dados textuais	De 640 x 200 a 320 x 240 pixels	Médio
Tablet	Armazenamento e recuperação da informação	Tela sensível ao toque	Até 1024 x 768 pixels	Grande

Fonte: [Weiss, 2002].

II Interfaces Multimodais

As interfaces com o usuário são tradicionalmente unimodais, i.e., oferecem apenas uma modalidade de entrada ao usuário (e.g., teclado e *mouse*). Por outro lado, as MUI integram informações de “vários modos”, oferecendo “múltiplas modalidades de interação” (e.g., fala, gestos, escrita manual, movimentos de cabeça ou *mouse*, rastreamento de movimentos oculares), cada uma das quais pode corresponder a um dos cinco sentidos físicos utilizados na comunicação e à seleção dos pares adequados modalidade/técnica de interação (e.g., fala/reconhecimento de voz, escrita manual/manipulação direta (interação via caneta)).

As MUI processam um conjunto de modalidades de entrada do usuário de uma maneira integrada e sincronizada com a saída multimídia do sistema [Oviatt & Cohen, 2000 apud Inácio Jr., 2007].

Apesar de multimodalidade está geralmente associada com a possibilidade de o usuário utilizar vários dispositivos de entrada, multimodalidade refere-se também à saída de um processo interativo usuário-sistema. Um aspecto específico das MUI é que as técnicas de interação, os dispositivos de entrada e saída e os canais sensoriais estão intimamente relacionados [Bernhaupt *et al.*, 2007]. Uma técnica de interação pode envolver um ou mais dispositivos de entrada ou combinações de dispositivos, e.g., uma tela sensível ao toque pode ser utilizada como um dispositivo de entrada para várias técnicas de interação, tais como reconhecimento de escrita, manipulação direta, teclado virtual e interação por gestos.

1.1.4 Usabilidade de Dispositivos Móveis e Multimodais

Em se tratando do mercado de dispositivos móveis, principalmente de telefones celulares, a usabilidade pode tornar-se um importante diferencial competitivo.

A usabilidade inadequada de um dispositivo móvel pode implicar várias consequências no tocante ao usuário, dentre as quais: (i) a incapacidade de completar tarefas de interesse; (ii) a incapacidade de utilizar serviços; e (iii) a insatisfação com o produto. Infelizmente, nem sempre os usuários podem distinguir se o problema é causado pela interface do produto, pela conexão de rede ou pelo serviço utilizado. Para as operadoras de telefonia e para os provedores de serviço, falhas na usabilidade levam à redução drástica do uso dos serviços. Para os fabricantes, isto vem a culminar com a redução significativa das vendas dos dispositivos [Ketola; Røykkee, 2002].

Há uma grande variedade de aspectos em telefones celulares carentes de investigação, tais como: facilidades de reconhecimento de voz [Zhu, 2004], estrutura de menus [St. Amant *et al.*, 2004]; [Klockar *et al.*, 2003], recomendações e diretrizes para o conteúdo da Internet Móvel [Duda *et al.*, 2001]; [Grant, 2004] e utilização do espaço reduzido mais eficientemente [Kamba *et al.*, 1996].

Kjeldskov (2002) identificou três obstáculos principais de usabilidade que podem ser encontrados no projeto de aplicações para dispositivos móveis, a saber: (i) visor bastante reduzido; (ii) mecanismos de entrada de dados limitados; e (iii) contextos de uso dinâmicos.

Algumas pesquisas (vide e.g. Croasmun (2004)) sugerem que a maioria dos celulares disponíveis no mercado tem teclas de tamanho adequado ao dedo de uma criança de 5 anos de idade. E, com a miniaturização cada vez maior destes dispositivos,

outros mecanismos de entrada de dados precisam ser fornecidos aos usuários.

St. Amant *et al.* (2004) relataram que o projeto de menus hierárquicos para telefones celulares é um problema não trivial devido a alguns fatores: (i) necessidade de ações de seleção discreta, sob a forma de ativação das teclas, para o movimento de um item de menu para outro, uma vez que a maioria dos telefones celulares carece de facilidades de seleção mais direta (e.g. um mouse ou uma tela sensível ao toque); (ii) dimensões reduzidas das telas de celulares, o que permite a visualização de somente um item de menu por vez; e (iii) pouca padronização em nível de hardware de suporte à navegação via menus para telefones celulares quando comparada às iniciativas de padronização para computadores *desktop*.

No que diz respeito às interfaces multimodais, pode-se destacar como principal vantagem oriunda da integração de modalidades, o aumento de eficiência no tratamento de erros, de acordo com os erros provenientes do usuário ou do sistema. Oviatt *et al.* (2000) (apud Inácio Jr., 2007) descrevem que algumas das razões para que tal vantagem exista são, dentre outras: (i) a escolha pelo usuário do modo de interação menos propenso a erros, em função da natureza da tarefa; (ii) a tendência do usuário de alterar o modo de interação após o cometimento de erros, o que favorece o aprendizado dos diferentes modos de interação disponíveis; (iii) a simplificação da linguagem do usuário ao interagir multimodalmente, o que reduz a complexidade do processamento de linguagem natural e, portanto, diminui erros de reconhecimento; e (iv) o suporte de arquiteturas multimodais à desambiguação mútua das entradas, nas quais a informação semântica de uma modalidade funciona como entrada parcial para a desambiguação da outra.

As novas modalidades de interação vêm se tornando essenciais para suportar os estilos atuais de interação e proporcionar experiências mais ricas para o usuário. É neste ponto que as interfaces multimodais têm se sobressaído, pois possibilitam um aumento na eficiência com que a informação pode ser obtida/gerada, além de permitir entradas paralelas da maneira que o usuário considerar mais conveniente. A usabilidade e a acessibilidade aprimorada dos sistemas multimodais os torna passíveis de acomodar um grande número de tarefas nos mais diversos ambientes [Inácio Jr., 2007].

Estudos de Dillon *et al.* (1990) e Kjeldskov & Stage (2004) revelaram que a simples adição de novas modalidades não garante o aumento da qualidade de uma interface, ou seja, que a interação será mais fácil e eficiente, pois as MUI mal projetadas não aportam ganho, se comparadas a interfaces com o usuário que adotem uma modalidade de interação convencional (e.g., teclado e *mouse*).

Para determinar a contribuição das modalidades na interação homem-computador, muitos estudos empíricos têm sido realizados em termos de investigar *como*: (i) a usabilidade e a aceitação do usuário têm sido influenciadas por novos dispositivos e técnicas de interação [Hinckley *et al.*, 1998]; [Bowman *et al.*, 2002]; [Nedel *et al.*, 2003]; [Poupyrev *et al.*, 1998]; (ii) a usabilidade percebida está sendo influenciada pela natureza das tarefas executadas [Dybkjær *et al.*, 2004b]; [Jöst *et al.*, 2005] e pelo contexto de uso (e.g., condições laboratoriais versus campo, mobilidade versus estacionariedade) [Baille & Schatz, 2005]; e (iii) a precisão da interação multimodal se dá para determinadas tarefas [Balbo *et al.*, 2003]; [Kaster *et al.*, 2003].

1.1.5 Abordagens para a Avaliação da Usabilidade de Dispositivos Móveis e Multimodais

No tocante à condução de ensaios de interação, podem ser percebidas algumas

estratégias-chave utilizadas, tanto dentro quanto fora de um ambiente laboratorial, (Quadro 5) na investigação da usabilidade de dispositivos/ sistemas móveis.

Quadro 5 – Principais estratégias para realização de ensaios de interação com dispositivos móveis.

Ensaio de Interação	Ambiente	Estratégias
	Laboratório	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Uso de tripé de fixação; ▶ Limitação da área de movimentação; ▶ Usuário sentado e avaliador posicionado com câmera de vídeo atrás do usuário;
	Campo	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Uso de micro-câmera; ▶ Avaliador segue usuário com câmera de vídeo.

De uma forma mais abrangente, Hagen *et al.* (2005) apresentaram um *framework* das metodologias emergentes na área de interação homem-máquina para sistemas/ dispositivos móveis (Quadro 6).

Quadro 6 – Métodos emergentes para avaliação de dispositivos e sistemas móveis.

Abordagem	Descrição	Técnicas
Coleta de Dados Mediada	Usuários e equipamentos móveis mediam a coleta de dados sobre o uso em ambientes naturais.	
Faça	Participantes fazem a coleta de dados.	<i>Self-reporting</i> , diários
Use	Participantes fazem uso da tecnologia e os dados são capturados automaticamente.	Ferramentas de <i>logging</i> .
	Participantes seguem sua rotina diária, mas fazem uso de dispositivos de registro (e.g. sensores ou câmeras).	Ferramentas de <i>logging</i> , registros em vídeo.
Simulações e Ensaios	Simulações e ensaios são usados para tornar disponíveis informações do contexto real de uso.	
Simulações	Suporte físico, ergonômico ou ambiental são usados mais frequentemente dentro do laboratório para simular aspectos de uso do mundo real.	Testes laboratoriais, cenários, heurísticas, protótipos, emuladores, simuladores.
Ensaios (<i>Enactments</i>)	<i>Role-playing</i> tradicional é estendido para situações nas quais a tecnologia é utilizada.	Cenários, encenação (<i>role-playing</i>), <i>storyboarding</i> , prototipação
Combinações	Métodos já existentes, e/ou coleta de dados mediada e/ou simulações e decretos são combinados para permitir acesso a dados complementares.	

Fonte: Adaptado de [Hagen, 2005].

A dimensão multimodal traz à luz questões relevantes para os métodos de avaliação usabilidade. Na verdade, cada elemento envolvido no projeto da interface com o usuário pode ter um impacto grande sobre a sua usabilidade. Por exemplo, os resultados dos estudos empíricos das aplicações multimodais revelaram problemas intrínsecos referentes à avaliação da usabilidade de uma MUI, no que diz respeito a diversas dimensões, tais como o uso e interpretação das modalidades, as preferências individuais do usuário por uma modalidade, o contexto de uso (e.g., avaliação laboratorial e/ou de campo, dispositivos móveis), a escolha dos dispositivos de entrada e saída e as técnicas de interação [Bernhaupt *et al.*, 2007].

Para a avaliação da usabilidade de uma aplicação multimodal, é imprescindível avaliar não somente a interface com o usuário em si, mas considerar o(s) modo(s) de

interação existente(s) e os dispositivos de entrada e saída disponíveis. Assim como o projeto de MUI requer a seleção dos pares adequados (dispositivo, técnica de interação), a avaliação tem que abordar esta questão, apesar de que muitas MUI têm na redundância (se disponibilizada) a possibilidade de permitir aos usuários interagirem com a aplicação de várias maneiras para acionar o mesmo comando ou inserir os mesmos dados. Em tais casos, o par (dispositivo, técnica de interação) selecionado pelo usuário poderá ser diferente de um usuário para outro, bem como para o mesmo usuário entre duas tarefas ou usos sucessivos da aplicação [Bernhaupt *et al.*, 2007].

Constata-se na literatura da área (e.g., [Lai, 2004]; [Baille & Schatz, 2005]; [Reis *et al.*, 2008], [Jöst *et al.*, 2005]) que a maioria dos estudos da usabilidade das MUI explora algum teste com usuário, cujas atividades dos usuários são observadas e registradas, enquanto os usuários estão executando tarefas pré-definidas. Teste com usuário é a estratégia preferida de avaliação, uma vez que permite a investigação de como os usuários interagem e adaptam as tecnologias multimodais, fornecendo valiosas informações sobre a usabilidade e a experiência do usuário.

Há uma série de estudos que discutem a questão de saber se a avaliação das aplicações móveis multimodais deve ser realizada em contexto laboratorial e/ou de campo (e.g., [Lai, 2004]; [Baille & Schatz, 2005]; [Reis *et al.*, 2008]), sugerindo que aplicações móveis multimodal deverão ser avaliadas e estudadas no campo por usuários finais, em contextos reais, e com limitações reais.

Os métodos de inspeção (através do uso de *diretrizes de projeto*, *guias de estilos* e *padrões*) podem ser aplicados nas fases iniciais do processo de desenvolvimento de MUI a partir da análise dos esboços (*mock-ups*) e protótipos. A falta de conhecimento ergonômico disponível pode explicar porque os métodos de inspeção têm sido menos freqüentemente empregados com uma exceção de Bowman *et al.* (2002). Os métodos de inspeção têm sido menos utilizados devido à falta de conhecimento não somente em termos de experiência dos especialistas para a concepção de sistemas multimodais, como também devido à falta de diretrizes para cobrir todas as modalidades e combinações potenciais que podem ser encontradas nas MUI.

Bernhaupt *et al.* (2007) se utilizam da revisão sistemática cognitiva para avaliar uma MUI, adaptando-a as especificidades da interface.

Questionários têm sido empregados extensivamente para obter o retorno qualitativo dos usuários (por exemplo, a satisfação, a usabilidade percebida do sistema, e as preferências do usuário por uma modalidade) [Kaster *et al.*, 2003] e a carga de trabalho cognitiva (especialmente utilizando o método NASA-TLX) [Brewster *et al.*, 1994]; [Kjeldskov & Stage, 2004]; [Trevisan *et al.*, 2006]. Frequentemente, questionários têm sido usados em combinação com as técnicas de testes com usuários, tal como apresentado em [Jöst *et al.*, 2005].

Mais recentemente, a simulação e verificação baseada em modelos de especificações de sistema tem sido utilizada para prever problemas de usabilidade, tais como estados inacessíveis do sistema ou detecção de conflito de eventos necessários para fusão. Paternò & Santos (2006) propuseram a combinação de modelos de tarefa baseados na notação CTT (*Concurrent Task Tree*) com múltiplas fontes de dados (e.g., dados do rastreamento de movimentos oculares, vídeos, registros de voz) para melhor compreensão da interação com o usuário.

Bernhaupt *et al.* (2007) apresentaram uma abordagem que combina a verificação baseada em modelos (baseado na simulação de extração de cenários dos modelos) e métodos empíricos para avaliação da usabilidade, com a utilização de um caso de estudo para demonstrar como testes com usuário e verbalização de procedimentos (*thinking aloud*), podem ser adaptados para atender as peculiaridades e necessidades para avaliação de MUI.

Um resumo dos aspectos supramencionados, relacionados a trabalhos desenvolvidos no âmbito de MUI, é apresentado no Quadro 7.

Quadro 7 – Resumo dos principais aspectos das avaliações de usabilidade observados na literatura revisada.

Autor(es)	Aspectos Relevantes
Klein <i>et al.</i> , 2001	Avaliação da usabilidade de MUI centrada nas ações do usuário, dentro de um contexto uso específico e através de uma metodologia tradicional integrando simuladores.
Schapira & Sharma, 2001	Experimento formal para a avaliação de processos interativos usuário-computador a partir de interfaces de voz e gestos manuais. Com a adoção da Parte 9 do padrão ISO 9241 para a avaliação de dispositivos de apontamento.
Oviatt, 2003	Investigação dos fundamentos da ciência cognitiva na interação multimodal e do papel essencial que a modelagem centrada no usuário tem desempenhado na concepção das MUI e a descrição do papel desempenhado pelas metodologias e métricas de avaliação no desenvolvimento de MUI.
Dybkjær <i>et al.</i> , 2004a	Verificação da existência de lacunas sobre o conhecimento da interação unimodal, referente à avaliação da usabilidade de SLDSs (<i>Spoken Language Dialogue Systems</i>) e constatação da necessidade de concepção de novas métricas de avaliação, em face tanto à contínua evolução (sofisticação) destes sistemas quanto à utilização desses sistemas associada a outras modalidades de interação.
Taib & Ruiz, 2005	Discussão sobre a falta de conformidade dos padrões estabelecidos pela indústria para o desenvolvimento de MUI e o conseqüente impacto na concepção de aplicações envolvendo processos interativos multimodais; Proposição de uma abordagem para a identificação das preferências do usuário final durante a fase de desenvolvimento e avaliação dos custos.
Petridis <i>et al.</i> , 2006	Avaliação da usabilidade de MUI centrada no usuário, através da comparação de diferentes dispositivos de gestos manuais 2D/3D, como entrada do sistema. Com a condução do processo avaliatório a partir de métricas baseadas na tarefa e relacionadas à facilidade de memorização e ao nível de satisfação do usuário.
Stanciulescu <i>et al.</i> , 2007	Avaliação de MUI baseado em regras ergonômicas quando da combinação de modalidade de voz e caneta magnética; Como as <i>guidelines</i> são limitadas e apenas algumas foram validadas, foi realizada a abstração dos resultados deste estudo em uma base de conhecimento de regras ergonômicas sobre especificações de interface aplicada automaticamente em uma ferramenta (tendo já sido validado para as GUI).
Bernhaupt <i>et al.</i> , 2007	Abordagem que combina a verificação baseada em modelos (baseado na simulação de extração de cenários dos modelos) e métodos empíricos para avaliação da usabilidade, com a utilização de um caso de estudo para demonstrar como testes com usuário e verbalização de procedimentos (<i>thinking aloud</i>), podem ser adaptados para atender as peculiaridades e necessidades para avaliação de MUI.

1.2 Avaliação Multidimensional de Usabilidade

As estratégias de avaliação podem ser classificadas como pertencentes a uma de quatro grandes categorias, a saber: (i) *centrada na interação usuário-produto*, a qual engloba métodos de observação, entrevistas, verbalização de procedimentos, discussões em grupo, captura automática, dentre outros; (ii) *centrada na inspeção do produto por*

especialistas, composta pelas avaliações heurísticas, diretrizes de projeto, revisões sistemáticas e inspeções formais, de consistência, de características e de padrões; (iii) *centrada em modelos*, na qual se enquadram os métodos de avaliação cognitivos, lingüísticos, físicos e de interação; e (iv) *híbrida (ou adaptativa)*, caracterizada pela integração de duas ou mais categorias previamente citadas [Queiroz, 2001].

A abordagem multidimensional para a avaliação da usabilidade de interfaces para aplicações móveis e multimodais é fundamentada tanto *na interação usuário-produto* quanto *na inspeção do produto por especialistas*. Conforme visualizado na Figura 3, a abordagem fundamenta-se em três dimensões de avaliação, a saber: (i) *inspeção de conformidade do produto a padrões*, expressa na forma de um diagnóstico do processo interativo por um especialista, com base em recomendações consensuais de um padrão ou um conjunto de padrões internacionais; (ii) *mensuração do desempenho do usuário*, expressa sob a forma de análise do desempenho do usuário durante a avaliação da usabilidade; e (iii) *sondagem da satisfação subjetiva do usuário*, expressa pela visão do usuário sobre o processo interativo homem-computador.

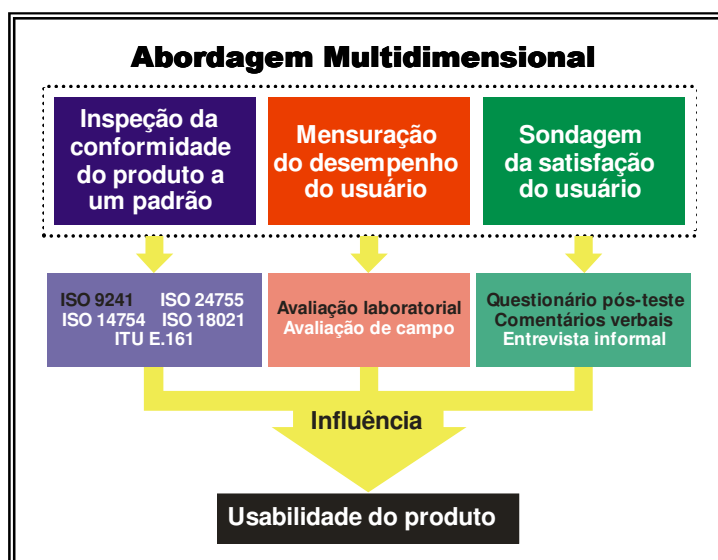


Figura 3 – Descrição da abordagem multidimensional para avaliação da usabilidade de interfaces para aplicações móveis e multimodais.

As dimensões de avaliação que compõem a abordagem multidimensional se complementam, a fim de produzir uma avaliação mais completa do que se aplicadas separadamente, pois possibilita a identificação de falhas de diferentes naturezas.

É importante destacar que a abordagem multidimensional aqui apresentada foi proposta originalmente por Queiroz (2001) e, posteriormente, adaptada aos contextos dos dispositivos móveis por Ferreira (2007) e das interfaces multimodais por Barbosa (2009). As adaptações efetuadas na abordagem original de Queiroz (2001) fundamentaram-se principalmente na escolha: (i) dos padrões, guias de estilo, diretrizes de projeto, etc. a serem adotados; (ii) das técnicas a serem empregadas para a mensuração do desempenho e na definição dos indicadores quantitativos e qualitativos a serem considerados; (iii) dos aspectos a serem levantados a partir dos questionários de sondagem; e (iv) de indicadores objetivos e subjetivos mais significativos para o contexto da avaliação. Cada um destes níveis de escolha depende do contexto, do produto-alvo e das metas e interesses de avaliação [Barbosa, 2009], [Ferreira, 2007].

A abordagem híbrida permite que os enfoques *inspeção de conformidade e mensuração do desempenho* detectem problemas de usabilidade de naturezas distintas, enquanto a *sondagem da satisfação do usuário* possibilita corroborar ou refutar os problemas de usabilidade detectados, indicando inclusive o impacto das falhas nas tarefas.

Nas subseções seguintes, são descritos sucintamente a importância e os benefícios consequentes da adoção de cada enfoque.

1.2.1 Inspeção da Conformidade do Produto a Padrões

Nos últimas décadas, a indústria de *software* tem se mostrado mais preocupada com a padronização de algumas partes do *software* (e.g. *linguagens ou protocolos de comunicação*) como já se fazia com itens de *hardware*.

Várias argumentações têm sido utilizadas para justificar a importância da padronização voltada para a ergonomia de produtos de *software*, dentre as quais: (i) a focalização na consistência tanto em nível da facilidade de aprendizado quanto da facilidade de memorização dos mecanismos de interação pelo usuário; (ii) a otimização das práticas de projeto e avaliação de interfaces, o que pode conduzir à disponibilização de produtos de software mais usáveis e, por conseguinte, melhores do ponto de vista do mercado de consumo; (iii) o aumento do conforto e bem-estar do usuário e, por conseguinte, de sua satisfação; (iv) a priorização apropriada das questões relativas à interface usuário-computador no contexto do desenvolvimento do produto; (v) o cumprimento de requisitos legais, e.g. segurança e saúde no trabalho com dispositivos de visualização; e (vi) o aumento da produtividade do usuário, promovido pela otimização da usabilidade do produto [Ferreira, 2007].

Foram utilizados, no âmbito da abordagem multidimensional, os seguintes padrões:

- ▶ ISO 9241 – *Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (VDTs)* [ISO, 2001] - tem por objetivo principal auxiliar projetistas no desenvolvimento de sistemas com terminais de visualização de acordo com regras ergonômicas.

- ▶ ISO 14754 – *Pen-Based Interfaces – Common gestures for Text Editing with Pen-Based Systems* [ISO, 1999b] - define os comandos gestuais básicos e ações para execução de tais comandos para edição de texto em sistemas baseados em reconhecimento de escrita, e.g. seleção, exclusão, quebra de linha, cópia, colagem, recorte, desfazimento e refazimento de ações;

- ▶ ISO 18021 – *User interfaces for mobile tools for management of database communications in a clientserver model* [ISO, 2002] - define funções da interface com o usuário para gerenciar a comunicação com banco de dados do lado cliente de um MBT (*MoBile Tool*) capaz de trocar informações com um servidor;

- ▶ ISO 24755 – *Screen icons and symbols for personal mobile communication device* [ISO, 2006b] - define e recomenda um conjunto de ícones e símbolos que, normalmente, estão presentes em dispositivos de comunicação móvel pessoal. Suas recomendações de ícones e símbolos estão relacionadas às características de configuração do próprio dispositivo (e.g. teclado, bateria, toques e sons) e às suas aplicações (e.g. catálogo de endereços, imagens, filmes, áudio, acesso à *Web*, jogos, agenda, mensagens); e

► E.161 – *Arrangement of digits, letters and symbols on telephones and other devices that can be used for gaining access to a telephone network* [ITU, 2001], define recomendações relacionadas ao posicionamento dos dígitos, letras e símbolos em telefones e outros dispositivos móveis.

As tarefas de escritório (*office tasks*) citadas no padrão ISO 9241 incluem uma grande variedade de tarefas de processamento de texto e de dados. Devido à similaridade destas tarefas com as tarefas executadas em outros ambientes, e.g. científico, de telecomunicação, salas de controle e acesso público, os requisitos especificados neste padrão mostram-se apropriados para tais ambientes. Portanto, algumas partes deste padrão podem ser aplicadas para o contexto das tarefas executadas com aplicações móveis e multimodais, e.g., reconhecimento de escrita, reconhecimento de voz, teclado virtual. Uma vez que não havia, no âmbito das organizações internacionais de padronização, um padrão equivalente ao padrão ISO 9241, que envolvesse requisitos ergonômicos para o trabalho com dispositivos móveis e MUI, investigou-se a adequação do padrão ISO 9241 – *Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (VDTs)* [ISO, 2001] – a processos de avaliação de dispositivos com aplicações móveis e multimodais e ao escopo delimitado para o produto-alvo. Foram utilizadas, no âmbito da abordagem multidimensional, as partes 11 [ISO, 1998a], 14 [ISO, 1997], 16 [ISO, 1999a] e 17 [ISO, 1998b] do padrão ISO 9241.

O padrão ISO 9241 está dividido em 32 partes. No Quadro 8, são apresentadas algumas partes que compõem atualmente o padrão, dado que novas partes foram criadas e outras já se tornaram obsoletas.

Quadro 8 – ISO 9241 – Essência das partes constituintes.

ISO 9241 <i>Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs)</i>	
Partes	Essência
1:1997	Considerações introdutórias
2:1992	Orientação sobre requisitos de tarefas
4:1998 9:2000	Considerações ergonômicas relativas ao <i>hardware</i>
5:1998 6:1999	Considerações ergonômicas relativas a estações de trabalho e ambientes
11:1998 12:1998 13:1998 14:1997 15:1997 16:1999 17:1998	Considerações ergonômicas relativas ao <i>software</i>

Fonte: Adaptado de [Queiroz, 2001].

A Parte 11, *Especificações de usabilidade (Guidance on usability)* foi escolhida como referência para a escolha das estratégias de avaliação envolvidas como um todo, a partir da orientação fornecida sobre a avaliação da usabilidade de interfaces em termos de medidas de desempenho e satisfação do usuário. As demais partes, dentre as quais consideramos os modos de interação - *menus, manipulação direta e formulários*, respectivamente tratados nas *Partes 14, 16 e 17* do padrão ISO 9241, são direcionadas para o processo de inspeção de conformidade do produto, ou seja, dos modos de interação oferecidos pelo produto avaliado à luz das recomendações da ISO.

É importante destacar que tais padrões, apesar de serem, em geral, adequados às interfaces de aplicações móveis e multimodais, estão intimamente associados ao alvo da avaliação, i.e. a aplicabilidade do padrão está ligada ao produto-alvo da avaliação, assim

como ao aspecto que se deseja avaliar.

1.2.2 Mensuração do Desempenho do Usuário

A mensuração do desempenho consiste em avaliar o uso do produto-alvo por um conjunto representativo de usuários, durante a realização de um conjunto de tarefas típicas. Além da coleta de dados quantitativos, ainda é possível coletar dados de natureza qualitativa através dos comentários verbais feitos pelos próprios usuários de teste durante as sessões.

A mensuração do desempenho dos usuários ao interagir com produtos de *software* é imprescindível por diversas razões, dentre elas: (i) apóia a verificação de produtos, no tocante à adoção de especificações de usabilidade; (ii) auxilia nas tomadas de decisões de projeto; e (iii) possibilita a quantificação das metas da usabilidade (*eficiência, eficácia, facilidade de aprendizado, facilidade de memorização, prevenção e recuperação de erros*).

Uma vez que aspectos relacionados às dimensões, à mobilidade e ao contexto de uso dos dispositivos móveis mostra-se significativamente distinto do contexto de uso de dispositivos/sistemas *desktop*, a metodologia prevê a mensuração do desempenho dos usuários típicos tanto em laboratório quanto no campo. Desta forma, aproxima-se o ambiente de teste do ambiente real de uso de aplicações dotadas de MUI em dispositivos móveis. No tocante ao contexto de uso, ainda é possível incluir variações no ambiente de teste de maneira a considerar níveis distintos de ruído (e.g., *silencioso, normal e ruidoso*).

No tocante aos indicadores quantitativos, são considerados na metodologia: (i) o *tempo de conclusão da tarefa*; (ii) o *número de ações incorretas*; (iii) o *número de escolhas incorretas*; (iv) o *número de erros repetidos*; (v) o *número de consultas à ajuda*; (vi) o *número de ações de reconhecimento dos comandos de voz incorretas*; e (vii) o *número de ações incorretas, erros repetidos e consultas à ajuda associadas às modalidades de entrada de dados* (e.g., *reconhecimento de escrita*).

Quanto aos indicadores qualitativos são considerados: (i) *facilidade de uso do produto*; (ii) *facilidade de uso dos mecanismos de entrada de dados*; (iii) *facilidade de uso dos modos de entrada de texto*; (iv) *facilidade de compreensão dos termos e símbolos do produto*; (v) *facilidade de compreensão das mensagens de erro/advertência do produto*; (vi) *eficácia da ajuda*; e (vii) *facilidade de uso da aplicação que permite o modo de interação por voz*.

Esta dimensão mostra-se também pertinente, pois avalia o produto sob o ponto de vista do usuário final, expondo suas expectativas e necessidades ao usar o produto.

1.2.3 Sondagem da Satisfação Subjetiva do Usuário

A satisfação subjetiva do usuário também deve ser empregada como fator de avaliação de produtos, pois a satisfação está diretamente ligada ao aumento da produtividade, ao uso agradável e a aceitabilidade do produto pelo usuário.

A estratégia mais empregada nas avaliações para análise das atitudes, opiniões e preferências dos usuários tem sido o uso de questionários como instrumentos para o *delineamento do perfil* e a *sondagem da satisfação subjetiva do usuário*.

No âmbito desta abordagem multidimensional, a aplicação de questionários para o delineamento do perfil dos participantes do ensaio de usabilidade propicia a coleta de

séries de dados qualitativos concernentes a características (i) *físicas*; (ii) *associadas ao conhecimento e à experiência*; e (iii) *associados à tarefa e ao trabalho* do usuário de teste. Por outro lado, a sondagem da opinião dos usuários de teste sobre o produto avaliado produziu séries de dados qualitativos referentes (i) *ao uso e navegação*; (ii) *à documentação online e offline*; e (iii) *a impressões pessoais*.

Indicadores de satisfação também são adquiridos a partir (i) das *respostas verbais coletadas nas entrevistas não estruturadas (debriefing)* realizadas ao final das sessões de teste; (ii) do *índice de satisfação* obtido a partir da administração eletrônica do questionário de sondagem da satisfação do usuário (ferramenta *WebQuest* [Queiroz, 2005]; [Oliveira, 2005]; [WebQuest, 2009]); e (iii) dos *comentários verbais de opiniões feitos pelos participantes durante as sessões de teste*.

1.2.4 A Abordagem Multidimensional e o Padrão ISO 9241-11

Conforme citado na subseção 1.1.1, a Parte 11 do padrão ISO 9241 [ISO, 1998a] define usabilidade como a *eficácia, eficiência e satisfação* com as quais usuários específicos atingem metas específicas em ambientes específicos, i.e. em um contexto de uso específico. Para determinar o nível de usabilidade alcançado, é necessário medir o desempenho e a satisfação dos usuários durante o uso do produto, mensurando a usabilidade com pelo menos um indicador em cada um dos aspectos (eficácia, eficiência, satisfação).

A abordagem multidimensional atende aos requisitos de usabilidade definidos na Parte 11 do padrão internacional ISO 9241 [ISO, 1998a], uma vez que, principalmente, os enfoques *Mensuração do Desempenho* e *Sondagem da Satisfação Subjetiva do Usuário* são consoantes ao que é definido no padrão. A *Inspeção de Conformidade* também se associa positivamente a esta definição, uma vez que se a inspeção for realizada antes da Mensuração do Desempenho, os resultados advindos do processo de inspeção poderão auxiliar na definição dos objetivos da mensuração do desempenho, focando áreas-alvo a serem observadas quando do uso do produto pelo usuário.

Conforme pode ser visto na Figura 4, no tocante à eficiência, o indicador adotado é o *tempo de execução das tarefas*. No que diz respeito à *eficácia*, os indicadores utilizados serão o *número de ações incorretas*, o *número de opções incorretas*, o *número de erros repetidos*, o *número de consultas à ajuda* e o *número de ações de reconhecimento de voz incorretas*. Como indicadores de satisfação, a metodologia utiliza, além dos *comentários verbais* (feitos pelos usuários durante as sessões de teste), as *respostas verbais coletadas na entrevista não estruturada* e o *índice de satisfação* obtido a partir dos dados coletados pela aplicação do questionário de satisfação.

Dependendo do contexto de uso do produto-alvo e das metas e interesses de avaliação, as adaptações podem ser efetuadas na escolha: (i) do(s) padrão(ões), guia(s) de estilo, diretriz(es) de projeto, etc., a ser(em) utilizado(s); (ii) da(s) técnica(s) a ser(em) adotada(s) nos processos de definição dos indicadores quantitativos e qualitativos e de mensuração do desempenho; e (iii) dos aspectos a serem investigados por meio dos questionários de sondagem do perfil do usuário e da satisfação subjetiva do usuário.

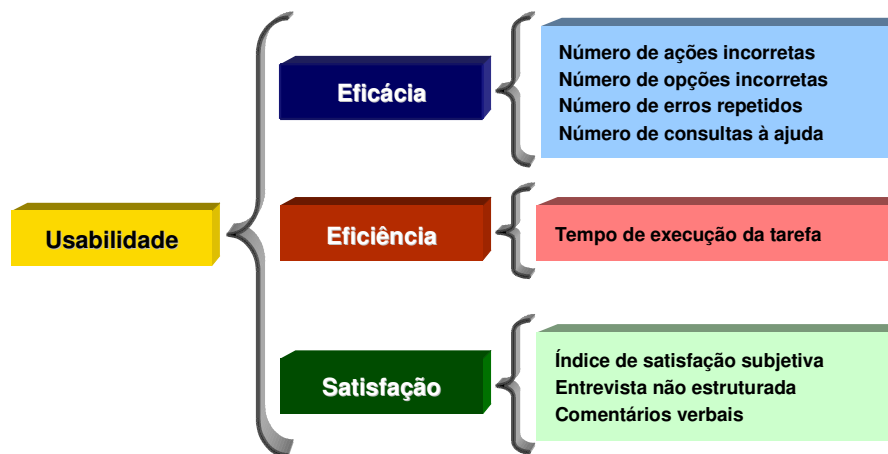


Figura 4 - Indicadores de usabilidade da abordagem híbrida adotada.

1.3 Metodologia de Avaliação

A metodologia é composta por 6 etapas, a saber: (i) *planejamento dos experimentos avaliatórios*; (ii) *treinamento do universo amostral*; (iii) *elaboração do material do ensaio*; (iv) *condução do ensaio e coleta de dados*; (v) *tabulação e análise dos dados*; e (vi) *apresentação dos resultados*. Cada uma destas etapas são apresentadas nas subseções seguintes.

Diversas categorias de produtos já tiveram sua usabilidade avaliada a partir desta metodologia dentre as quais podem ser citadas: (i) aplicações *desktop* (e.g. *MatLab*); (ii) dispositivos móveis (e.g. *Nokia 770 Internet Tablet*, *HP iPAQ 910c*); e (iii) interfaces multimodais (e.g. *HP Touchsmart PC*). No entanto, no escopo deste mini-curso os exemplos apresentados estão relacionados ao estudo de caso efetuado com o *smartphone* HP iPAQ 910c (Figura 5). Quando necessário, serão apresentados tais exemplos ao final das subseções seguintes.



Figura 5 – HP iPAQ 910c Business Messenger.

Fonte: (HP, 2009) © 2009 Hewlett-Packard Development Company, L.P.

1.3.1. Planejamento dos Experimentos Avaliatórios

A etapa de planejamento dos experimentos avaliatórios é composta por 10 subetapas, conforme pode ser visualizado a seguir. Nesta etapa, encoraja-se também a realização da inspeção de conformidade do produto-alvo a padrões de forma a auxiliar no planejamento dos ensaios com usuários de teste.

Subetapa 1: Definição do produto e do escopo de avaliação

O primeiro passo para dar início ao processo de avaliação da usabilidade consiste na seleção do produto-alvo e na definição do escopo de avaliação, i.e., decidir quais aspectos de *software*, *hardware*, *mecanismos de entrada e saída de dados*, *dentre outros*, serão focalizados.

Subetapa 2: Definição das Metas e Interesses

Consiste na definição dos objetivos gerais e específicos que fundamentarão a condução da avaliação.

Subetapa 3: Seleção de padrões para a Inspeção de Conformidade

Consiste na seleção dos padrões adequados ao produto-alvo, ao escopo da avaliação e aos objetivos gerais e específicos do processo avaliatório.

Subetapa 4: Realização da Inspeção de Conformidade

Embora a inspeção de conformidade possa ser realizada em outro momento, encoraja-se sua realização nesta subetapa da metodologia, pois os resultados advindos de tal inspeção poderão direcionar, de maneira mais eficaz, a condução da mensuração do desempenho e da sondagem da satisfação subjetiva do usuário. A realização da inspeção proporcionará ao avaliador maior conhecimento do produto, permitindo sua focalização em problemas-alvo, além de uma seleção mais adequada de cenários de teste para a subetapa de mensuração do desempenho do usuário e um melhor direcionamento das questões durante a sondagem de sua satisfação subjetiva. Ao final da inspeção de conformidade, conforme recomendado pela ISO, deverá ser calculada a *taxa de adoção* do produto às recomendações contidas no padrão. Foram utilizados os padrões ISO 9241 (partes 14, 16 e 17), ISO 14754 e ISO 24755.

Subetapa 5: Caracterização do Universo Amostral

Consiste na especificação das características relevantes para o delineamento do(s) perfil(s) dos usuários de teste, tais como faixa etária, grau de escolaridade, nível de conhecimento em informática, nível de conhecimento prévio do produto, familiaridade com outros idiomas, dentre outros.

Subetapa 6: Levantamento dos Usuários de Teste Potenciais

Consiste no mapeamento do contingente de potenciais usuários de teste e na sondagem informal da disponibilidade e interesse de participação nos ensaios de testes, levando-se em consideração as características do universo amostral que foram pré-definidas.

Subetapa 7: Definição do Modo de Recrutamento dos Usuários

Compreende a definição e estruturação de uma estratégia de recrutamento dos participantes, e.g. envio de correspondências, aplicação de questionário pré-teste, contato telefônico e/ou email, mediante a qual a sondagem da disponibilidade de interesse dos usuários potenciais dos produtos-alvo será formalizada.

Subetapa 8: Definição do Número de Participantes do Ensaio de Avaliação

Decisão do número de participantes com base nos resultados da sondagem do universo

de potenciais usuários de teste. Nesta subetapa, é necessário dividir a amostra de usuários participantes em categorias, conforme a natureza da avaliação, e definir os ambientes de teste (e.g., laboratório e campo, ambiente silencioso e ruidoso), caso se queira verificar a influência do ambiente no uso do produto avaliado (vide Quadro 15).

Subetapa 9: Seleção das Técnicas de Avaliação

Consiste na definição das técnicas (veja Quadro 1) que serão empregadas para avaliar os produtos-alvo a partir da Mensuração do Desempenho e da Sondagem da Satisfação, fundamentadas tanto em função dos recursos humanos, físicos, orçamentários, materiais e de prazo disponíveis, quanto das informações coletadas nas subetapas anteriores.

Subetapa 10: Definição dos Indicadores Objetivos e Subjetivos

Consiste na escolha dos indicadores objetivos e subjetivos mais significativos para o contexto do processo de avaliação, em função das técnicas de avaliação e dos objetivos geral e específicos previamente selecionados.

Exemplo 01: Planejamento Geral do Processo de Avaliação

Os quadros apresentados a seguir apresentam as decisões tomadas em cada uma das subetapas supradescritas. Nos Quadros 9 a 12, apresenta-se um sumário dos aspectos relacionados ao planejamento geral da avaliação.

O Quadro 9 contém informações que caracterizam o produto e o escopo do processo de avaliação.

Quadro 9 – Escopo da Avaliação.

PRODUTO E ESCOPO DA AVALIAÇÃO	
Produto	<i>HP iPAQ 910c (smartphone)</i>
Escopo de Avaliação	<i>Hardware</i> <ul style="list-style-type: none"> i. tamanho e peso do dispositivo; ii. localização e facilidade de uso dos botões; iii. localização e facilidade de uso da caneta <i>stylus</i>; iv. brilho/reflexo da tela de visualização; v. capacidade e velocidade de processamento.
	<i>Software</i> <ul style="list-style-type: none"> i. tela inicial do dispositivo (tela Today); ii. aplicativo Internet Explorer Mobile; iii. aplicativo Calendar; iv. aplicativo HP Voice Commander; v. aplicativo de correio eletrônico; vi. editor de texto (Office Mobile Word); vii. chamada telefônica; viii. aplicativo de reprodução de mídia de áudio (Windows Media Player).
	<i>Modalidades de Interação</i> <ul style="list-style-type: none"> i. reconhecimento de voz, ii. reconhecimento de escrita, iii. teclado virtual, iv. manipulação direta via tela sensível ao toque; e v. teclado

No Quadro 10, enunciam-se os objetivos geral e específicos do processo de avaliação, enquanto o Quadro 11 contém um sumário das técnicas de avaliação adotadas em cada

indicadores de usabilidade objetivos e subjetivos considerados no experimento.

Quadro 10 – Objetivos Geral e Específicos da Avaliação.

OBJETIVOS DA AVALIAÇÃO	
Objetivo Geral	Diagnóstico objetivo e subjetivo do processo interativo homem-produto.
Objetivos Específicos	<ul style="list-style-type: none"> i. Observação da <i>facilidade de uso do produto</i>; ii. Observação da <i>facilidade de execução das tarefas</i>; iii. Observação da <i>facilidade de uso dos mecanismos de entrada de dados</i>; iv. Observação da <i>eficiência dos modos de entrada de texto</i>; v. Observação da <i>clareza dos termos e símbolos</i> utilizados no produto; vi. Observação da <i>facilidade de uso da aplicação que permite o modo de interação por voz</i>; vii. Mensuração do <i>tempo de conclusão</i> das tarefas; viii. Mensuração do <i>número de opções incorretas</i> durante a execução da tarefa; ix. Mensuração do <i>número de ações incorretas</i> durante a execução da tarefa; x. Mensuração do <i>número de erros repetidos</i> durante a execução das tarefas; xi. Mensuração do <i>número de consultas</i> à ajuda durante a execução das tarefas; xii. Número de <i>ações de reconhecimento de voz incorretas</i>.

Quadro 11 – Técnicas de Avaliação Selecionadas.

TÉCNICAS DE AVALIAÇÃO & INDICADORES		
Técnicas de Avaliação	Inspecção de Conformidade	Padrões selecionados: <ul style="list-style-type: none"> i. ISO 9241 – Partes 14, 16 e 17; ii. ISO 14754; iii. ISO 24755;
	Mensuração do Desempenho	<ul style="list-style-type: none"> i. Observação direta com registro em vídeo (ambiente laboratorial e de campo) ii. Verbalização das ações (<i>thinking aloud</i>).
	Sondagem da Satisfação Subjetiva	<ul style="list-style-type: none"> i. Questionários; ii. Anotações de comentários verbais; iii. Entrevista não estruturada. Observação: Para apoiar o processo de coleta de dados, por meio de questionários, foi utilizada a ferramenta <i>WebQuest</i> [Queiroz <i>et al.</i> , 2005]; [Oliveira, 2005]; [WebQuest, 2009].
Indicadores Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> i. Tempo de execução das tarefas; ii. Número de opções incorretas; iii. Número de ações incorretas; iv. Número de erros – <i>Writing Pad</i>; v. Números de erros repetidos – <i>Writing Pad</i>; vi. Número de consultas à ajuda – <i>Writing Pad</i>; vii. Número de erros – <i>On-Screen Keyboard</i>; viii. Números de erros repetidos – <i>On-Screen Keyboard</i>; ix. Número de consultas à ajuda – <i>On-Screen Keyboard</i>; x. Número de erros – <i>Character Pad</i>; xi. Números de erros repetidos – <i>Character Pad</i>; xii. Número de consultas à ajuda – <i>Character Pad</i>; xiii. Número de erros repetidos; xiv. Número de consultas à ajuda. 	
Indicadores Subjetivos	<ul style="list-style-type: none"> i. Facilidade de uso do produto; ii. Facilidade de uso dos mecanismos de entrada de dados; iii. Facilidade de uso dos modos de entrada de texto; iv. Facilidade de compreensão dos termos e símbolos do produto; v. Facilidade de compreensão das mensagens de erro/advertência do produto; vi. Eficiência da ajuda. 	

Por sua vez, os Quadros 12 a 14 contêm aspectos relacionados ao planejamento do universo amostral de usuários participantes do processo de avaliação.

Quadro 12 – Planejamento do Universo Amostral.

Caracterização do Universo Amostral	
Universo Amostral	Usuários principiantes e intermediários
Usuários de Teste Potenciais	90 usuários
Modo de Recrutamento dos Usuários	Contato pessoal por telefone e/ou e-mail.
Número de Participantes	74 usuários (72 + 2 usuários para sessões piloto)

Quadro 13 – Características dos perfis dos usuários de teste.

Características	Principiantes	Intermediários
Conhecimento em informática	Básico/Intermediário	Intermediário/Avançado
Experiência com produtos similares	Não	Sim
Familiaridade com a língua inglesa	Sim	Sim

Quadro 14 – Distribuição das amostras de usuários para o HP iPAQ PC.

Ambiente	Categoria	Quantidade
Laboratório	Principiantes	18
	Intermediários	18
Campo	Principiantes	18
	Intermediários	18

1.3.2 Treinamento do Universo Amostral

A segunda etapa da metodologia envolve a capacitação do universo amostral de teste.

Subetapa 11: Familiarização dos usuários de teste com o produto-alvo

Consiste em fornecer aos usuários de teste selecionados para os ensaios um nível mínimo de familiarização com o produto-alvo a fim de evitar comportamentos divergentes entre os usuários. Dependendo do produto-alvo e do universo amostral esta subetapa pode ser suprimida da abordagem metodológica, i.e. quando não houver necessidade da realização de treinamento. O treinamento dos usuários pode ocorrer de forma individual ou em grupo. Além disso, pode ocorrer neste momento ou, posteriormente, no início da sessão de teste, imediatamente após a introdução do participante no ambiente de avaliação. Neste último caso, recomenda-se o envio antecipado de material instrucional sobre o produto por meio eletrônico.

1.3.3 Elaboração do Material do Ensaio

Esta etapa compreende a elaboração e validação de todo o material que será utilizado na condução dos ensaios com os usuários.

Subetapa 12: Planejamento e Estruturação das Tarefas de Teste

Consiste na elaboração das tarefas que serão relevantes ao contexto de uso do produto-alvo da avaliação, tendo-se principalmente como base o escopo de avaliação do produto, os objetivos geral e específicos da avaliação e os indicadores objetivos e subjetivos predefinidos.

Subetapa 13: Elaboração de Documentos

Consiste na elaboração de 3 documentos principais, a saber: (i) *ficha cadastral do participante* (Figura 6a), cujo propósito é coletar informações pessoais do usuário; (ii) *documento de aceitação das condições de teste* (Figura 6b), que trata das questões éticas relacionadas ao registro em vídeo da sessão de teste; e (iii) *termo de confidencialidade* (Figura 6c), que está relacionado à divulgação de informações relacionadas ao produto.




 <p style="text-align: center;">Cadastro de Participação LIHM – Laboratório de Interface Homem-Máquina www.lihm.paqtc.org.br</p> <p style="text-align: center;">Dados Pessoais</p> <p>Nome _____</p> <hr/> <p>Endereço Residencial</p> <p>Logradouro _____ Número _____</p> <p>Complemento _____</p> <p>Bairro _____ CEP _____</p> <p>Cidade _____ Estado _____</p> <p>Telefone _____ Celular _____</p> <p>E-mail _____</p> <hr/> <p>Endereço Profissional</p> <p>Empresa/Instituição _____</p> <p>Logradouro _____ Número _____</p> <p>Complemento _____</p> <p>Bairro _____ CEP _____</p> <p>Cidade _____ Estado _____</p> <p>Telefone _____ Celular _____</p> <p>E-mail _____</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Endereço Preferencial para Contato</p> <p><input type="checkbox"/> Residencial <input type="checkbox"/> Profissional</p> <hr/> <p>Nível de Instrução</p> <p><input type="checkbox"/> Ensino médio incompleto Área de Formação (Nível Superior)</p> <p><input type="checkbox"/> Ensino médio completo</p> <p><input type="checkbox"/> Superior incompleto</p> <p><input type="checkbox"/> Superior completo</p> <p><input type="checkbox"/> Outro</p> <p>Observações: _____</p>	 <p style="text-align: center;">LIHM – Laboratório de Interface Homem-Máquina www.lihm.paqtc.org.br</p> <p style="text-align: center;">Autorização</p> <p>Autorizo a utilização das imagens e sons registrados durante a sessão de teste com produto HP IPAQ 910c Business Messenger, realizada em ____ de ____ de ____.</p> <p>Saliento que tais imagens e sons poderão ser utilizados para fins de análise de dados e geração de relatórios.</p> <p>Campina Grande, ____ de ____ de ____.</p> <p>_____</p> <p>Nome: _____ CPF: _____ RG: _____</p>
(a)	(b)
	 <p style="text-align: center;">LIHM – Laboratório de Interface Homem-Máquina www.lihm.paqtc.org.br</p> <p style="text-align: center;">Termo de CONFIDENCIALIDADE</p> <p>Comprometo-me a manter completo e absoluto sigilo, em relação a quaisquer dados, materiais, informações transmitidas, documentos, especificações técnicas ou comerciais, de que venha a ter conhecimento, ou acesso de forma verbal e/ou escrita; ou que a mim venha a ser confiado em razão deste teste com o produto HP IPAQ 910c Business Messenger, realizado em ____ de ____ de ____.</p> <p>Não podendo, sob qualquer pretexto, reproduzir, divulgar, ceder, vender, doar, explorar, comercializar, revelar, utilizar ou dele dar conhecimento a terceiros estranhos.</p> <p>Declaro estar ciente de que, na forma da lei, sou responsável civilmente pela divulgação indevida, descuidada ou incorreta utilização das informações de natureza confidencial que me tenham sido reveladas.</p> <p>Campina Grande, ____ de ____ de ____.</p> <p>_____</p> <p>Nome: _____ CPF: _____ RG: _____</p>
(c)	(c)

Figura 6 – Documentos principais: (a) Ficha cadastral do participante; (b) Documento de aceitação das condições de teste; e (c) Termo de confidencialidade.

Subetapa 14: Elaboração do Material Necessário à Condução do Processo de Avaliação

Compreende a elaboração dos seguintes materiais: (i) *questionários pré e pós-teste*; (ii) *roteiros das tarefas de teste* (para o usuário e para o avaliador); (iii) *fichas de registro de eventos*; e (iv) *guia para a entrevista não-estruturada*.

O questionário *pré-teste*, usualmente destinado ao delineamento do perfil do usuário, envolve tipicamente questões relacionadas às características físicas (e.g., faixa etária, sexo, grau de instrução, acuidade visual) e às habilidades e conhecimentos dos usuários (e.g., nível de conhecimento em informática e do produto, habilidades de

idioma).

O questionário *pós-teste*, usualmente destinado à sondagem da satisfação subjetiva do usuário, baseou-se, na metodologia ora descrita, em duas premissas: (i) questionamentos alinhados ao escopo e às tarefas pré-definidas, de maneira a confrontar tais dimensões; e (ii) limitação no número de questões, a fim de não causar cansaço ou desconforto ao usuário.

É importante destacar que o *Roteiro das Tarefas de Teste* deve conter tarefas em um nível mais alto, evitando, por exemplo, fornecer indicações de acionamento de teclas, botões ou opções de menu. Recomenda-se a elaboração de duas versões de tal roteiro, uma para o usuário e outra para o avaliador. A versão do avaliador diferencia-se daquela destinada ao usuário por conter indicações de quais objetivos específicos e/ou indicadores objetivos e subjetivos estão sendo avaliados em cada tarefa.

A *Ficha de Registro de Eventos* auxilia o avaliador na documentação dos eventos importantes associados aos indicadores objetivos e subjetivos ocorridos durante a sessão de teste.

O *Guia para a Entrevista Não Estruturada* é composto por tópicos ou questionamentos específicos a serem abordados após a execução das tarefas de teste pelo usuário. Por se tratar de uma entrevista não estruturada e, por conseguinte, informal, o avaliador tem a liberdade de fazer adaptações, de acordo com o comportamento do usuário e o andamento da sessão de teste.

Subetapa 15: Validação do Material Elaborado

Consiste na condução de teste(s)-piloto com objetivo de detectar problemas nos métodos planejados, no material de teste elaborado, no produto e em sua documentação. Esta subetapa compreende também as atividades associadas aos ajustes que devem ser efetuados nos materiais do ensaio e talvez no próprio planejamento dos ensaios. A execução do teste piloto deve seguir as subetapas apresentadas na subseção 1.3.4 (condução do ensaio e coleta de dados).

Exemplo 02: Tarefas de Teste e Artefatos Utilizados na Aquisição de Dados

As tarefas de teste para o *HP iPAQ 910c* foram planejadas de forma a contemplar desde a inicialização do dispositivo até o uso dos seus principais aplicativos e funções, assim como os diversos modos de interação disponibilizados (e.g., tela sensível ao toque, teclado, reconhecimento de voz, reconhecimento de escrita). Além disto, foram considerados os resultados preliminares obtidos a partir da Inspeção de Conformidade do produto aos padrões selecionados. Assim sendo, foram planejadas, inicialmente, 7 tarefas de teste.

A condução dos testes-piloto, dentre outros aspectos considerados, possibilitou constatar que as tarefas de teste foram subdimensionadas, ultrapassando 60 minutos e tornando-se contraproducentes do ponto de vista do usuário. Assim sendo, as tarefas foram reestruturadas, sendo reduzidas para 6. No Quadro 15, apresenta-se uma síntese das tarefas de teste em sua versão final.

Quadro 15 – Síntese do planejamento das tarefas de teste.

Planejamento das Tarefas de Teste			Número de Tarefas de Teste
Natureza do Ensaio	Laboratorial		06
	De Campo		06
Especificação das Tarefas	Laboratorial (36 usuários)	Tarefa 00	Inicialização do dispositivo
		Tarefa 01	Consulta e agendamento de compromissos
		Tarefa 02	Entrada de dados textuais
		Tarefa 03	Uso do aplicativo de mensagens (<i>e-mail</i>)
		Tarefa 04	Chamada telefônica
	De Campo (36 usuários)	Tarefa 00	Inicialização do dispositivo
		Tarefa 01	Consulta e agendamento de compromissos
		Tarefa 02	Entrada de dados textuais
		Tarefa 03	Uso do aplicativo de mensagens (<i>e-mail</i>)
		Tarefa 04	Chamada telefônica
	Tarefa 05	Uso do aplicativo de reprodução de áudio	

Foram necessários à condução do processo de avaliação: (i) um *Questionário Pré-teste* (Figuras 7a); (ii) um *Questionário Pós-teste* (Figura 7b); (iii) um *Roteiro de Testes* (Figura 8a); (iv) uma *Ficha de Registro de Eventos* (Figura 8b); e (v) um *Guia para a Entrevista Não Estruturada* (Figura 9).

A subetapa de Validação do Material Elaborado se deu a partir da condução de duas sessões de teste-piloto, uma no laboratório e outra em campo, as quais resultaram, conforme supramencionado, em ajustes na quantidade e na reestruturação das tarefas de teste.


 <p>LIHM - Laboratório de Interface Homem-Máquina www.lihm.paqtc.org.br</p> <p>1 - Seu grau de instrução:</p> <p><input type="radio"/> Ensino Médio Incompleto <input type="radio"/> Superior Completo</p> <p><input type="radio"/> Ensino Médio Completo <input type="radio"/> Pós-graduação Incompleta</p> <p><input type="radio"/> Superior Incompleto <input type="radio"/> Pós-graduação Completa</p> <p>2 - Você é do sexo:</p> <p><input type="radio"/> Masculino <input type="radio"/> Feminino</p> <p>3 - Você é:</p> <p><input type="radio"/> Destro (Direito) <input type="radio"/> Ambidestro (Direito e Esquerdo)</p> <p><input type="radio"/> Canhoto (Esquerdo)</p> <p>4 - Você usa óculos ou lentes de contato:</p> <p><input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não</p> <p>5 - Você tem problemas de audição? Caso sua resposta seja Não, passe para a questão 7.</p> <p><input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não</p> <p>6 - Você usa aparelho auditivo:</p> <p><input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não</p> <p>7 - Você pertence à faixa etária de:</p> <p><input type="radio"/> Menos de 18 anos <input type="radio"/> 30 - 35 anos</p> <p><input type="radio"/> 18-23 anos <input type="radio"/> Acima de 35 anos</p> <p><input type="radio"/> 24-29 anos</p>	<p>USE Questionário da Satisfação Subjetiva do Usuário</p> <p>Use e Navegação</p> <p>1. Uso do produto na realização de tarefas de interesse. <input type="radio"/> Muito fácil <input type="radio"/> Fácil <input type="radio"/> Nem fácil nem difícil <input type="radio"/> Difícil <input type="radio"/> Muito difícil</p> <p>2. Comunicação com o produto (terminologia, simbologia, linguagem, realimentação da informação e das ações em geral). <input type="radio"/> Muito fácil <input type="radio"/> Fácil <input type="radio"/> Nem fácil nem difícil <input type="radio"/> Difícil <input type="radio"/> Muito difícil</p> <p>3. Localização dos itens de <i>menu</i> associados às tarefas. <input type="radio"/> Muito fácil <input type="radio"/> Fácil <input type="radio"/> Nem fácil nem difícil <input type="radio"/> Difícil <input type="radio"/> Muito difícil</p> <p>4. Visualização das instruções e advertências do produto. <input type="radio"/> Muito fácil <input type="radio"/> Fácil <input type="radio"/> Nem fácil nem difícil <input type="radio"/> Difícil <input type="radio"/> Muito difícil</p> <p>5. Compreensão das instruções e advertências do produto. <input type="radio"/> Muito fácil <input type="radio"/> Fácil <input type="radio"/> Nem fácil nem difícil <input type="radio"/> Difícil <input type="radio"/> Muito difícil</p> <p>6. Navegação pelas janelas de diálogo do produto. <input type="radio"/> Muito fácil <input type="radio"/> Fácil <input type="radio"/> Nem fácil nem difícil <input type="radio"/> Difícil <input type="radio"/> Muito difícil</p> <p>7. Recuperação de situações de erro. <input type="radio"/> Muito fácil <input type="radio"/> Fácil <input type="radio"/> Nem fácil nem difícil <input type="radio"/> Difícil <input type="radio"/> Muito difícil</p> <p>8. Compreensão das mensagens de erro apresentadas. <input type="radio"/> Muito fácil <input type="radio"/> Fácil <input type="radio"/> Nem fácil nem difícil <input type="radio"/> Difícil <input type="radio"/> Muito difícil</p> <p>9. Navegação através das diferentes opções do <i>menu</i>, janelas de diálogo e barras de ícones do produto. <input type="radio"/> Muito fácil <input type="radio"/> Fácil <input type="radio"/> Nem fácil nem difícil <input type="radio"/> Difícil <input type="radio"/> Muito difícil</p>
(a)	(b)

Figura 7 – Excertos dos questionários: (a) *pré-teste*; e (b) *pós-teste*.











































<p align="center">Roteiro das Tarefas do Usuário</p> <p>Roteiro: Uma amiga está aniversariando no dia de hoje e você organizou uma festa surpresa para comemorar. Então, primeiramente, você verificará que o aniversário é hoje, em seguida, enviará um cartão virtual de aniversário e ligará para sua amiga. Tais tarefas serão executadas através do dispositivo móvel HP iPAQ 910c Business Messenger.</p> <p align="center">Tarefa 0 (Pré-Tarefa)</p> <p>Tarefa 0: Inicialização do dispositivo.</p> <p>Roteiro: Você irá participar da execução de algumas atividades que envolvem o uso do dispositivo móvel HP iPAQ 910c Business Messenger. Nesta tarefa, você irá ligar o dispositivo, de forma a colocá-lo em operação, para que as tarefas seguintes possam ser executadas.</p> <p>Instruções:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ligue o dispositivo HP iPAQ 910c Business Messenger; • Obedeça as seguintes condições, antes de passar para a tarefa subsequente: <ul style="list-style-type: none"> o Aguarde a inicialização do Windows Mobile® 6.1 Professional; o Encontre a caneta stylus e a remova, a fim de tê-la em mãos para que as tarefas seguintes possam ser executadas. • Configure o aplicativo Voice Commander: <ul style="list-style-type: none"> o Digitas (Start > Settings > Personal > Voice Commander Settings > Digit Training); o Selecione "Use adapted model". <p>Observações:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sinta-se à vontade para consultar o manual do produto em qualquer instante que julgar pertinente e/ou necessário; 	<table border="1"> <tr> <td>Produto: HP iPAQ 910c Business Messenger Roteiro das Tarefas do Usuário</td> <td>Usuário:</td> </tr> <tr> <td>Data da Sessão: (dd/mm/aaaa)</td> <td>Categoria do Usuário: o Iniciante o Intermediário o Experiente</td> </tr> <tr> <td>Natureza: o Laboratorial o Campo</td> <td>Ambiente: o Silencioso o Normal o Ruidoso</td> </tr> <tr> <td>Início: (hh:mm)</td> <td>Fim: (hh:mm)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Tempo para Questionários</td> </tr> <tr> <td>Delineamento do Perfil: (mm:ss)</td> <td>Sondagem da Satisfação: (mm:ss)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Indicadores Quantitativos - Legenda</td> </tr> <tr> <td> Tempo de Leitura</td> <td> N° de Ações Incorretas</td> </tr> <tr> <td> Tempo de Execução</td> <td> N° de Opções Incorretas</td> </tr> <tr> <td> N° de Consultas à Ajuda on-line</td> <td> N° de Erros Repetidos</td> </tr> <tr> <td> N° de Consultas à Ajuda off-line</td> <td> N° de Ações de Reconhecimento de Voz Incorretas</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Registro de Eventos de Teste</td> </tr> <tr> <td align="center">TAREFA _____</td> <td></td> </tr> <tr> <td align="center">EVENTO</td> <td align="center">COMENTÁRIOS</td> </tr> <tr> <td>     </td> <td></td> </tr> </table>	Produto: HP iPAQ 910c Business Messenger Roteiro das Tarefas do Usuário	Usuário:	Data da Sessão: (dd/mm/aaaa)	Categoria do Usuário: o Iniciante o Intermediário o Experiente	Natureza: o Laboratorial o Campo	Ambiente: o Silencioso o Normal o Ruidoso	Início: (hh:mm)	Fim: (hh:mm)	Tempo para Questionários		Delineamento do Perfil: (mm:ss)	Sondagem da Satisfação: (mm:ss)	Indicadores Quantitativos - Legenda		 Tempo de Leitura	 N° de Ações Incorretas	 Tempo de Execução	 N° de Opções Incorretas	 N° de Consultas à Ajuda on-line	 N° de Erros Repetidos	 N° de Consultas à Ajuda off-line	 N° de Ações de Reconhecimento de Voz Incorretas	Registro de Eventos de Teste		TAREFA _____		EVENTO	COMENTÁRIOS	     	
Produto: HP iPAQ 910c Business Messenger Roteiro das Tarefas do Usuário	Usuário:																														
Data da Sessão: (dd/mm/aaaa)	Categoria do Usuário: o Iniciante o Intermediário o Experiente																														
Natureza: o Laboratorial o Campo	Ambiente: o Silencioso o Normal o Ruidoso																														
Início: (hh:mm)	Fim: (hh:mm)																														
Tempo para Questionários																															
Delineamento do Perfil: (mm:ss)	Sondagem da Satisfação: (mm:ss)																														
Indicadores Quantitativos - Legenda																															
 Tempo de Leitura	 N° de Ações Incorretas																														
 Tempo de Execução	 N° de Opções Incorretas																														
 N° de Consultas à Ajuda on-line	 N° de Erros Repetidos																														
 N° de Consultas à Ajuda off-line	 N° de Ações de Reconhecimento de Voz Incorretas																														
Registro de Eventos de Teste																															
TAREFA _____																															
EVENTO	COMENTÁRIOS																														
     																															
(a)	(b)																														

Figura 8 – Excertos: (a) do Roteiro de Testes; (b) da Ficha de Registro de Eventos.

<p>Entrevista Informal ou Coloquial</p> <p>Sobre o produto:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 – Uso da Ajuda on-line e off-line. 2 – O que você achou do modo de interação? Uso dos botões; Caneta stylus e Comandos de voz 3- O que você achou dos modos de entradas de dados textuais? Uso do teclado virtual Uso do teclado Uso do reconhecimento de escrita (Letter Recognizer; Block Recognize; Transcriber) 4 – O que você achou da apresentação da interface? Menus, ícones, cores... 5 – O que você achou do layout do dispositivo? (Tamanho, peso, botões, caneta stylus) 6 - O que você achou do acesso à Web através deste dispositivo? 7 – O que você achou da leitura de informações através deste dispositivo? 8 – De forma geral, gostou ou não do produto? <p>Sobre a sessão de teste:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 – O ambiente é agradável? Você acha que, de alguma forma influenciou na execução das tarefas? 2 – O equipamento de gravação lhe incomodou? Influenciou na sua forma de interação? 3 – O que você achou das tarefas de teste?

Figura 9 – Guia para a entrevista não estruturada.

1.3.4. Condução do Ensaio e Coleta de Dados

Esta subetapa da metodologia caracteriza-se pela: (i) aplicação das técnicas pré-

definidas de avaliação da usabilidade; e (ii) coleta de indicadores objetivos e subjetivos. Uma sessão típica de teste compreende as subetapas descritas a seguir.

Subetapa 16: Introdução do Participante no Ambiente de Teste

Consiste no esclarecimento de tópicos sobre usabilidade, do propósito do teste e dos procedimentos a serem seguidos durante a sessão. Além da abordagem das questões éticas envolvidas. Para o avaliador, destaca-se o comprometimento com o sigilo e anonimato dos usuários, quanto aos seus dados pessoais e ao relatório de falhas. Para os usuários, o compromisso em não divulgar informações do produto testado, por meio da assinatura do *Termo de Confidencialidade*. Na ocasião, os usuários devem optar (ou não) pela autorização do uso do áudio e vídeo de sua sessão para elaboração de relatórios multimídia, a partir do *Documento de Aceitação das Condições de Teste*.

Subetapa 17: Realização de Treinamento para o Fornecimento de mais Informações sobre o Produto

O avaliador descreve as principais funções e formas de uso do produto ao usuário. Nesta ocasião, são esclarecidas as potenciais dúvidas do usuário, relacionadas a cada produto, nas suas respectivas sessões de teste. Caso já tenha ocorrido um treinamento prévio ou não seja necessário, dado o contexto do produto e da categoria de usuários participantes, esta subetapa pode ser suprimida da abordagem.

Subetapa 18: Aplicação de Questionário para Delineamento do Perfil do Usuário (Pré-Teste)

Consiste na administração de um questionário para coletar dados sobre o perfil dos usuários (e.g. sexo, faixa etária, grau de instrução, experiência computacional prévia, familiaridade com a língua inglesa) e dados relacionados ao conhecimento prévio do usuário com o produto avaliado. O questionário pode ser aplicado em formato impresso ou eletrônico, a partir de uma ferramenta de administração de questionários (e.g., [WebQuest, 2009]).

Subetapa 19: Execução do Roteiro das Atividades de Teste

Descrição: Corresponde à execução das tarefas de teste pelos usuários a partir do uso do roteiro criado para avaliação, com o registro em vídeo e coleta de indicadores objetivos pré-definidos e comentários relativos aos indicadores subjetivos (por meio da Ficha de Registro de Eventos). O avaliador exerce o papel de observador, interrompendo minimamente na execução das tarefas pelo usuário.

Subetapa 20: Aplicação de Questionário para Sondagem da Satisfação Subjetiva do Usuário (Pós-Teste)

Consiste na coleta de dados relativos à satisfação do usuário ao utilizar o produto, à navegação pela interface, à interação pelos diferentes modos de comunicação e à documentação. O questionário pode ser aplicado em formato impresso ou eletrônico por meio de uma ferramenta de administração de questionários (e.g., [WebQuest, 2009]).

Subetapa 21: Realização de Entrevista Não Estruturada

Consiste na condução de uma entrevista informal, a fim de coletar mais informações

sobre as impressões do usuário e esclarecer comportamentos e/ou comentários ocorridos durante a sessão de teste.

Exemplo 03: Descrição do(s) Ambiente(s) de Teste e do Material Utilizado

No estudo de caso ora apresentado, optou-se pela condução do ensaio em dois contextos de uso, no laboratório e no campo. A Figura 10 contém uma vista de topo do ambiente laboratorial utilizado – o *Laboratório de Interfaces Homem-Máquina* (LIHM) do Centro de Engenharia Elétrica e Informática (CEEI) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). O ambiente de campo compreendeu a infraestrutura predial do Departamento de Sistemas e Computação (DSC) da UFCG.

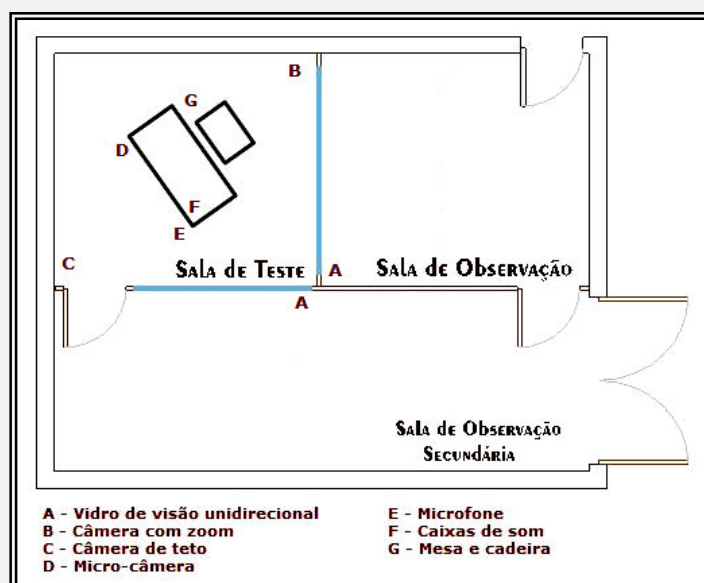


Figura 10 – Vista de topo do LIHM/CEEI/UFCG.

No Quadro 16, lista-se o material utilizado em ambos os ambientes de avaliação.

Quadro 16 – Síntese do material utilizado nas sessões de teste.

Material		
	Laboratório	Campo
Hardware	HP iPAQ 910c Business Messenger; Computadores (2); Câmeras de vídeo (2); Microfones (2).	HP iPAQ 910c Business Messenger; Computadores (2); Mico-câmera de vídeo sem fio (1); Aparato para fixar micro-câmera ao produto; (1); Adaptador de vídeo USB 2.0 (1).
Software	VNC (<i>Virtual Network Computing</i>) - software para captura da tela do produto; CamStudio – software para registro em vídeo da tela do produto; WebQuest – ferramenta de automação de questionários pré-teste e pós-teste.	
Outros	Manual do HP iPAQ 910c Business Messenger; Cronômetro (1); CDs/DVDs para backup dos vídeos; Ficha Cadastral do Participante; Documento de Aceitação das Condições de Teste; Termo de Confidencialidade; Roteiro das Tarefas de Teste (versão do usuário e do avaliador); Ficha de Registro de Eventos; Guia para Entrevista Não Estruturada.	

O registro em vídeo das sessões de teste realizadas em campo foi auxiliado por um segundo equipamento de suporte, destinado a acoplar a micro-câmera sem fio ao dispositivo avaliado (Figura 11).

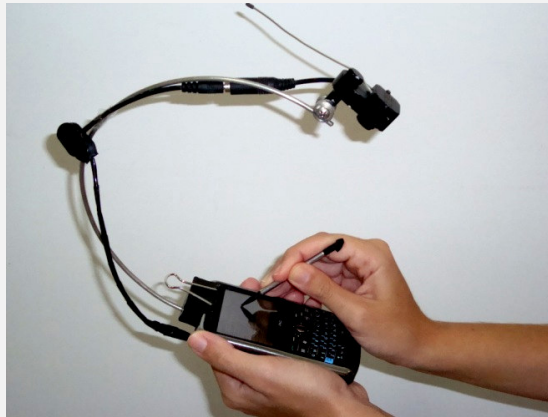


Figura 11 – Aparato para acoplamento da micro-câmera ao dispositivo testado durante a realização dos testes de campo.

1.3.5. Triagem, Análise e Triangulação dos Dados

Esta subetapa consistiu nas atividades associadas à análise, triagem e síntese dos dados coletados na subetapa anterior, tendo sido dividida em quatro subetapas, a saber:

Subetapa 22: Triagem Preliminar dos Dados

Execução de uma análise preliminar dos dados coletados, a fim de detectar problemas colaterais não previamente evidenciados (e.g., se for o caso, desconsiderar os dados coletados em uma sessão de teste atípica).

Subetapa 23: Tabulação e Síntese dos Dados

Consiste na tabulação dos dados obtidos na inspeção de conformidade, durante a mensuração do desempenho do usuário e na sondagem da satisfação subjetiva dos participantes do teste. Recomenda-se a sumarização em tabelas dos seguintes dados: (i) taxas de adoção do produto aos padrões; (ii) indicador de satisfação subjetiva dos usuários; e (iii) síntese da sondagem do perfil dos usuários.

Nesta subetapa, caso seja pertinente, recomenda-se a realização de análises estatísticas nos dados quantitativos sumarizados, como por exemplo, valores mínimo e máximo, média, desvio padrão, variância. Além disto, pode-se optar pelo uso do *teste F ANOVA fator único* [Levine *et al.*, 2000] para verificar a existência de diferenças entre as médias de grupos de dados. Uma vez que este teste evidencia apenas diferenças entre médias, não possibilitando comparações entre pares de grupos, é necessário utilizar adicionalmente, para este propósito, o *procedimento Tukey-Kramer* [Levine *et al.*, 2000]. Por outro lado, para verificar a existência de diferenças estatisticamente significativas entre as médias de dois grupos considerados, pode-se utilizar o teste *t de Student*.

Subetapa 24: Organização dos Problemas Listados

Compreende a organização dos problemas de usabilidade evidenciados a partir da condução dos processos de avaliação, a saber: (i) falhas detectadas na inspeção de conformidade; (ii) falhas detectadas durante a mensuração do desempenho dos usuários; (iii) falhas detectadas no processo de sondagem da satisfação subjetiva dos usuários. Recomenda-se ainda a categorização das falhas encontradas e a elaboração de pareceres parciais do produto sob a perspectiva de cada dimensão de avaliação. Uma sugestão de categorização é apresentada no Quadro 17.

Quadro 17 – Síntese da Classificação dos Problemas.

NÍVEL	CLASSE DO PROBLEMA	DESCRIÇÃO
1	Superficial	Causa desconforto ao usuário, porém não compromete a execução das ações, exigindo-lhe apenas um processo de adaptação. Tal fato não implica que o problema de usabilidade não deva ser solucionado, partindo do pressuposto que não é o usuário quem deve se "amoldar" às características do produto e, sim, o inverso (e.g., falta de clareza em mensagens de erro, ausência de realimentação no processo interativo).
	Intermediário	Causa desconforto ao usuário, além de forçá-lo a alterar o curso de suas ações, e.g., uma falha no acesso de uma opção ou sub-opção do menu de uma interface multimodal (menus, linguagem de comandos e manipulação direta) destinados a diferentes categorias de usuários.
	Grave	Causa grande desconforto ao usuário, por comprometer seriamente a execução das ações, e.g., travamento de uma função que exija o reinício do processo (<i>parcial</i>) ou de todo o sistema (<i>total</i>).
2	De consistência	Relativo a conflitos entre partes do sistema, tanto em nível estrutural e estético, quanto semântico e operacional, e.g., apresentação de mensagens de erro referentes à mesma função ou funções afins em diferentes regiões da tela em cores distintas (estrutura e estética) e/ou apresentação de mensagens de erro semanticamente divergentes relativas à mesma função ou funções afins (semântica e operacional).
	Recorrente	Interfere no processo interativo a cada vez que se repetem determinadas operações, e.g., a "quebra" do retorno de informações ao usuário cada vez que este solicita a aquisição de parâmetros estatísticos relativos a uma imagem analisada em um sistema de processamento de imagens.
	Geral	Afeta várias partes do sistema, e.g., falhas que induzem panes parciais ou totais no sistema.

Fonte: Adaptado de [Queiroz, 2001].

A fim de evidenciar a importância da condução dos ensaios em ambientes distintos, e.g., laboratório e campo, pode-se realizar comparações relacionadas à natureza e ao número de falhas encontrados em cada um dos ambientes.

Subetapa 25: Triangulação dos dados

Consiste na confrontação das três categorias de dados coletados, i.e., os dados relacionados à *mensuração do desempenho*, *sondagem da satisfação* e *inspeção de conformidade* foram confrontados, de maneira a detectar problemas adicionais não evidenciados durante a triagem isolada dos dados obtidos a partir de cada enfoque considerado, além de inconsistências nos dados.

Exemplo 04: Síntese de Resultados

A Triagem Preliminar dos Dados consistiu na totalização de tempos de execução de tarefas, de erros repetidos, de opções e ações incorretas, de consultas a diferentes mecanismos de ajuda, comentários verbais, opiniões, falhas detectadas na inspeção dos produtos-alvo e o de ações incorretas de reconhecimento de voz. Em seguida, foi levada a efeito a análise dos dados selecionados, de forma a detectar problemas não identificados diretamente durante as sessões de teste. Os principais produtos gerados a partir da Tabulação e Síntese dos Dados podem ser visualizados na Tabela 1 e no Quadro 18. Para apresentar os dados relacionados ao perfil dos usuários, recomenda-se o uso de gráficos (Figura 12).

Tabela 1 – Taxas de Adoção no HP iPAQ 910c.

PADRÃO	#P	#S	TA(%)
ISO 9241 Part 14	64,0	69,0	92,75%
ISO 9241 Part 16	32,0	34,0	94,12%
ISO 9241 Part 17	54,0	57,0	94,74%
ISO 14754	6,0*	11,0	54,54%
ISO 24755	10,0**	17,0	58,82%

P — Recomendações adotadas pelo produto
S — Recomendações aplicáveis ao produto avaliado
 TA — Taxa de adoção

Quadro 18 – Síntese da mensuração da satisfação dos usuários com o HP iPAQ 910c.

Mensuração da Satisfação dos Usuários com o HP iPAQ 910c	
Laboratório	Campo
0,39	0,36
Bastante Satisfeito	Bastante Satisfeito
Escala de satisfação Subjetiva	
Intervalo	Descrição
0,67 a 1,00	Satisfação Máxima
0,33 a 0,66	Bastante Satisfeito
0,01 a 0,32	Pouco Satisfeito
0,00	Neutro
-0,01 a -0,32	Pouco Insatisfeito
-0,33 a -0,66	Bastante Insatisfeito
-0,67 a -1,00	Insatisfação Máxima

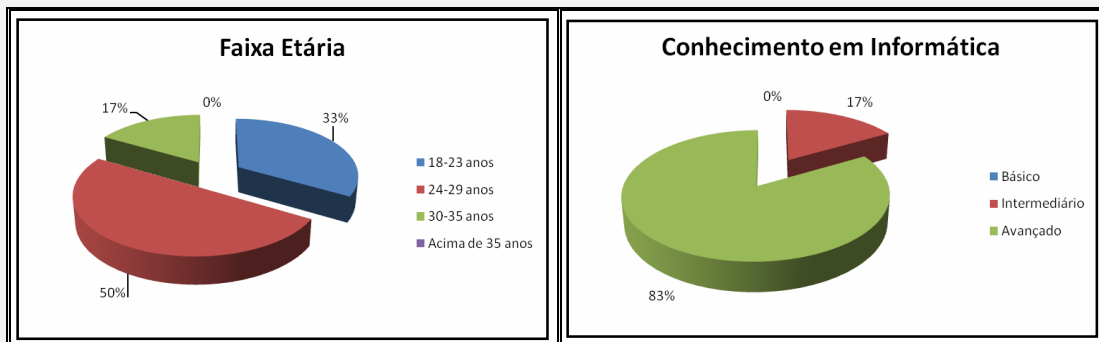


Figura 12 – Excerto do Delineamento do Perfil dos Usuários.

Um excerto dos problemas encontrados a partir da inspeção de conformidade e da mensuração do desempenho é apresentado, respectivamente, nos Quadros 19 e 20. Por fim, um excerto da triangulação dos dados é exibido no Quadro 21.

Quadro 19 – Falhas e Parecer sobre o HP iPAQ 910c com base na inspeção de conformidade.

PADRÃO	# DA FALHA	DESCRIÇÃO
ISO 9241 Part 14	01	As opções de <i>menu</i> mais importantes devem ser listadas primeiro, assim a sub-opção <i>New</i> deveria ser a primeira opção do painel <i>menu</i> nas aplicações <i>Excel Mobile</i> e <i>Word Mobile</i> .
	02	Presença de um ícone sem função na aplicação <i>Calendar</i> .
ISO 14754	03	O comando via reconhecimento de escrita para exclusão não foi adotado.
	04	O comando via reconhecimento de escrita para mover não foi adotado.
ISO 24755	05	Ícone de configurações com projeto distinto do que recomendado no padrão.
	06	Ícone de aplicação de vídeo com projeto distinto do que recomendado no padrão.

PARECER: Considerando os padrões utilizados, constata-se que, apesar de algumas falhas não comprometer de forma significativa o processo de execução das tarefas, tais falhas necessitam ser corrigidas, a fim de que o processo de interação seja melhorado e torne-se mais ágil par o usuário.

Quadro 20 – Sumário das falhas detectadas na mensuração do desempenho do HP iPAQ 910c.

ID	Descrição
01	Ausência de uma indicação visual mais nítida para o botão ligar.
02	Dificuldade para retirar a caneta <i>stylus</i> .
03	Controle de volume está distante de sua indicação visual.
04	Ausência de indicação visual para a caneta <i>stylus</i> .
05	Após uso prolongado, dispositivo apresenta concentração de calor.
06	Ausência de destaque visual no local de inserção dos dados de reconhecimento de escrita.

PARECER: Apesar da maioria das falhas serem superficiais, e não ter sido detectada nenhuma falha grave, as correções precisam ser implementadas de maneira a não comprometer o processo de interação do usuário com o produto.

Quadro 21 – Confronto dos resultados obtidos a partir dos diferentes enfoques de avaliação no HP iPAQ 910c.

ID	NÍVEL GENÉRICO	NÍVEL ESPECÍFICO	IC	MD	SS
01	Localização e seqüência das Opções de menu	As opções de <i>menu</i> mais importantes devem ser listadas primeiro, assim a sub-opção <i>New</i> deveria ser a primeira opção do painel <i>menu</i> nas aplicações <i>Excel Mobile</i> e <i>Word Mobile</i> .	V		X
		O painel <i>menu</i> associado a <i>One Note Mobile</i> não mantém a ordem convencional das sub-opções. A opção <i>Rename</i> deveria ser lista primeiro que a opção <i>Delete</i> .	V		
02	Navegação por menus	Presença de um ícone sem função na aplicação <i>Calendar</i> .	V		
		Não há consistência entre o ícone <i>Calendar</i> na tela <i>Today</i> e o utilizado no teclado.	V	V	
03	Voz	Há palavras utilizadas para a seleção de opções por voz que não são foneticamente distintas.	V		V
		O comando " <i>Compose email to</i> " não é reconhecido facilmente, porém a abreviação do comando para " <i>email to</i> " é aceito		V	

1.3.6 Elaboração do Relatório de Avaliação

A etapa final do processo de avaliação compreende a definição do modo de divulgação dos resultados obtidos e a elaboração do documento final que contém a apresentação e discussão dos resultados da avaliação.

1.4 Considerações Finais

Uma análise dos dados coletados nas avaliações de produtos que seguiram a metodologia ora apresentada permite evidenciar que determinadas categorias de problemas de usabilidade são mais facilmente detectadas por determinada dimensão ou técnica de avaliação, conforme pode ser visualizado no Quadro 21 do Exemplo 04.

Além disso, os dados advindos das avaliações laboratoriais e de campo não têm se mostrado divergentes, mas complementares. Reforçando, assim, a relevância de uma abordagem metodológica multidimensional para a avaliação da usabilidade de interfaces para aplicações móveis e multimodais.

Referências

- Baille, L., and Schatz, R. (2005) “Exploring Multimodality in the Laboratory and the Field”, In: International Conference On Multimodal Interfaces (ICMI’2005), Trento, Italy. Proc. New York: ACM Press, 2005. p. 100-107.
- Balbo, S., Coutaz, J. and Salber, D. (2003) “Towards automatic evaluation of multimodal user interfaces”, *Intelligent User Interfaces, Knowledge-Based Systems*, v. 6, no. 4, p. 267–274.
- Barbosa, A. E. V. (2009) “Abordagem Híbrida para a Avaliação de Interfaces Multimodais”, Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Pós-graduação em Informática, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.
- Bernhaupt, R.; Navarre, D.; Palanque, P.; Winckler, M. (2007) “Model-Based Evaluation: A New Way to Support Usability Evaluation of Multimodal Interactive Applications”, In: Law, E.; Hvannberg, E.; Cockton, G. *Maturing Usability: Quality in Software, Interaction and Value*. Berlin: Springer-Verlag, pp. 96-119, *Human-Computer Interaction Series*.
- Bias, R. G. and Mayhew, D. J., *Cost-justifying usability*. Boston, MA: Academic Press, 1994.
- Blumendorf, M., Feuerstack, S. and Albayrak, S. (2008) “Multimodal Smart Home User Interfaces”, New York: ACM Press, Disponível em: <http://www.uni-koblenz.de/~confesc/IUI/proceedings/data/workshops/w2_04.pdf>. Acessado em: maio 2009.
- Bosert, J. L., *Quality Functional Deployment: A Practitioner's Approach*. ASQC Quality Press, New York, 1991.
- Bowman, D., Gabbard, J. and Hix, D. (2002) “A survey of usability evaluation in virtual environments: Classification and comparison of methods”, *Presence: Teleoperators and Virtual Environment*, v. 11, no. 4, p. 404-424.
- Brewster, S. A., Wright, P. C., and Edwards, A. D. N. (1994) “The design and evaluation of an auditory-enhanced scrollbar”, In: *Conference On Human Factors In Computing Systems (CHI’94)*. Proc. New York: ACM Press, pp. 173-179.

- Croasmun, J. (2004) “Are Ergonomists Really Consulted in Mobile Phone Design?” Ergoweb, 17 Jul. 2004, Disponível em: <<http://www.ergoweb.com/news/detail.cfm?id=961>>. Acesso em: 04 Jun. 2005.
- Dillon, R. F., Edey, J. D., and Tombaugh, J. W. (1990) “Measuring the true cost of command selection: techniques and results”, In J. C. Chew & J. Whiteside (Eds.), ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI’90), Seattle, Washington, ACM Press, pp. 19-25.
- Dix, A. J., Finlay, J. E., Abowd, G. D., Beale, R. Human-Computer Interaction. 3. ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 2003.
- Duda, S., Schiel, M., and Hess, J. M. (2002) “Mobile Usability”. Empfehlungen für die Entwicklung benutzerfreundlicher mobiler Datendienste.
- Dybkjær, L., Bernsen, N. O. and Minker, W. (2004a) “Evaluation and usability of multimodal spoken language dialogue systems”, Speech Communication, 2004, v. 43, pp. 33-54.
- Dybkjær, L., Bernsen, N. O., and Minker, W. (2004b) “New challenges in usability evaluation – Beyond task-oriented spoken dialogue systems”, In: International Conference On Spoken Language Processing (ICSLP 2004), Jeju Island, Korea, v. 3, p. 2261–2264.
- Ferreira, D. S. (2007) “Abordagem Híbrida para a Avaliação da Usabilidade de Dispositivos Móveis”, Dissertação (Mestrado em Informática) – Pós-graduação em Informática, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.
- Grant, J. (2004) “Developing usability principles and guidelines for web content on PDAs”. SIMS Research Students’ Colloquium 2004.
- Gorlenko, L. and Merrick, R. (2003) “No wires attached: Usability challenges in the connected mobile world”, IBM Systems Journal, vol. 42, n. 4, p. 639-651.
- Hagen, P., Robertson, T., Kan, M. and Sadler, K. (2005) “Emerging research methods for understanding mobile technology use”, In Proc. of OZCHI 2005, Australia.
- Hinckley, K., Pausch, R., Proffitt, D. and Kassel, N. F. (1998) “Two-handed virtual manipulation”, ACM Trans. on Computer-Human Interaction, v. 5, no. 3, p. 260-302.
- HP – HP iPAQ 910c Business Messenger. 2009. Disponível em: <<http://h10010.www1.hp.com/wwpc/br/pt/ho/WF05a/215348-215348-64929-3352590-3352590-3551665.html>>. Acessado em: Jun. 2009.
- Inácio Jr., V. R. (2007) “Um framework para desenvolvimento de interfaces multimodais em aplicações de computação ubíqua”, Dissertação (Mestrado em Ciências de Computação e Matemática Computacional) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.
- ISO – International Organization for Standardization. ISO 9241 – Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (VDTs) – *Part 1: General introduction*. Suécia, 2001.
- ISO – International Organization for Standardization. ISO 9241 Ergonomics requirements for office work with visual displays terminals (VDTs) - *Part 11: Guidance on usability*. International Standard. Suécia, 1998a.

- ISO – International Organization for Standardization. ISO 9241 – Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (VDTs) – *Part 14: Menu Dialogues*. Geneva, 1997.
- ISO – International Organization for Standardization. ISO 9241 – Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (VDTs) – *Part 16: Direct manipulation dialogues*. Geneva, 1999a.
- ISO – International Organization for Standardization. ISO 9241 – Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (VDTs) – *Part 17: Form filling dialogues*. Geneva, 1998b.
- ISO – International Organization for Standardization. ISO 14754 – Pen- Based Interfaces – Common gestures for Text Editing with Pen- Based Systems. Geneva, 1999b.
- ISO – International Organization for Standardization. ISO 18021 – User interfaces for mobile tools for management of database communications in a client-server model. Geneva, 2002.
- ISO – International Organization for Standardization. ISO 24755 – Screen icons and symbols for personal mobile communication device. Geneva, 2006b.
- ITU – International Telecommunication Union. *E.161 - Arrangement of digits, letters and symbols on telephones and other devices that can be used for gaining access to a telephone network*. 2001.
- Jöst, M., Haubler, J., Merdes, M., and Malaka, R. (2005) “Multimodal interaction for pedestrians: an evaluation study”, In: International Conference On Intelligent User Interfaces (IUI'2005), San Diego, California, USA. Proc. New York: ACM Press. p. 59-66.
- Kamba, T.; Elson, S. A.; Harpold, T.; Stamper, T. Sukaviriya, P. N. (1996) “Using small screen space more efficiently”, In Proc. of CHI'96, April, p.383-390.
- Kaster, T., Pfeiffer, M. and Bauckhage, C. (2003) “Combining speech and haptics for intuitive and efficient navigation through image database”. In: S. Oviatt (Ed.), International Conference On Multimodal Interfaces (ICMI'2003), Vancouver, British Columbia, Canada. Proc. New York: ACM Press. p. 180-187.
- Ketola, P. and Røykkee, M. (2002) “The three facets of usability in mobile handsets”, Disponível em: <http://www.cs.colorado.edu/~palen/chi_workshop/papers/ketola.pdf>, Acessado em: 06 Jun. 2005.
- Kjeldskov, J. and Stage, J. (2004) “New techniques for usability evaluation of mobile systems”, International Journal on Human-Computer Studies, v. 60, no. 5, pp. 599-620.
- Kjeldskov, J. (2002) “Just-in-place Information for Mobile Device Interfaces”, In Proc. of the 4th International Symposium on Mobile Human-Computer Interaction, p. 271-275.
- Klein, A., Schwank, I., Genreux, M. and Trost, H. (2001) “Evaluating Multi-modal Input Modes in a Wizard-of-Oz Study for the Domain of Web Search” In: Conference On People And Computers (HCI'01), Lille, France. Proc. Springer, 2001. pp. 475-484.

- Klockar, D.; Carr, D. A.; Hedman, A.; Johansson, T. Bengtsson, F. (2003) “Usability of mobile phones”, In Proc. of the 19th International Symposium on Human Factors in Telecommunications, December, p. 197-204.
- Lai, J. (2004) “Facilitating Mobile Communication with Multimodal Access to Email Messages on a Cell Phone”, In Proc. of CHI'04. ACM Press, New York, pp. 1259-1262.
- Levine, D. M., Berenson, M. L.; Stephan, D. 2000 Estatística: Teoria E Aplicações - Usando Microsoft Excel Português. LTC.
- Mallick, M. Mobile and Wireless Design Essentials, Canada: Wiley Publishing, Inc., 2003.
- Maybury, M. (2001) “Coordination and Fusion in Multimodal Interaction”, Disponível em: <http://www.mitre.org/work/tech_papers/tech_papers_01/maybury_coordination/maybury_coordination.pdf>, Acessado em: jan. 2008.
- Nedel, L., Freitas, C. M. D. S., Jacob, L. and Pimenta, M. (2003) “Testing the use of egocentric interactive techniques in immersive virtual environments”, In: M. Rauterberg, M. Menozzi & J. Wesson (Eds.), IFIP Conference on Human-Computer Interaction (INTERACT'2003), Zurich, Switzerland. IOS Press, p. 471-478.
- Nielsen, J., Usability Engineering, Cambridge: Academic Press, 1993.
- Oliveira, R. C. L. de. (2005) “WebQuest: Uma Ferramenta Web Configurável para a Sondagem da Satisfação Subjetiva do Usuário”, Dissertação (Mestrado em Informática) – Pós-graduação em Informática, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.
- Oviatt, S. L. (2003) “Multimodal Interfaces”, In: JACKO, J.; SEARS, A. (Eds.). Handbook of Human-Computer Interaction. New Jersey: Lawrence Erlbaum, pp. 286-304.
- Paternò, F. and Santos, I. (2006) “Designing and developing multi-user, multi-device web interfaces”, In G. Calvary & J. Vanderdonck (Eds.), Conference On Computer-Aided Design Of User Interfaces (CADUI2006), Bucharest. Proc. Springer Verlag, 2006. pp. 111-122.
- Petridis, P., Mania, K., Pletinckx, D. and White, M. (2006) “Usability evaluation of the EPOCH multimodal user interface: designing 3D tangible interactions”, In: Symposium On Virtual Reality Software And Technology (VRST'06), 2006, Limassol, Cyprus. Proc. New York: ACM Press, 2006. pp. 116-122.
- Poupyrev, I., Weghorst, S., Billinghurst, M. and Ichikawa, T. (1998) “Egocentric object manipulation in virtual environments: empirical evaluation of interaction techniques”, In N. Ferreira & M. Göbel (Eds.), Proc. of Computer Graphics Forum (EUROGRAPHICS'98). Malden, MA: Blackwell Publishers, p. 41-52.
- Preece, J., Rogers, Y. and Sharp, H., Design de Interação: além da interação homem-computador, Porto Alegre: Bookman, 2005.
- Queiroz, J. E. R. De; Oliveira, R. C. L. De; Turnell, M. F. Q. V. (2005) “WebQuest: A Configurable Web Tool to Prospect the User Profile and User Subjective Satisfaction”. In: HCI International 2005. Las Vegas, Nevada. July 22-27. Volume 2 - The Man. of Information: E-Business, the Web, and Mobile Computing.
- Queiroz, J. E. R. (2001) “Abordagem Híbrida para a Avaliação da Usabilidade de Interfaces com o Usuário”, Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Pós-graduação em

- Engenharia Elétrica, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande.
- Reis, T., Sá, M. and Carriço, L. (2008) “Multimodal Artefact Manipulation: Evaluation in Real Contexts”, 3rd International Conference On Pervasive Computing And Applications, Alexandria, Egypt. Marwan Al-Akaidi, Lizhen Cui, Bin Hu, Bo Hu, Zongkai Lin, Yong Zhang (Eds.), Proc. IEEE Press, 2008. pp. 570-575.
- Rosson, M. B. and Carroll, J. M., Usability Engineering: Scenario-based development of human-computer interaction, San Francisco: Academic Press, 2002.
- Schapiro, E. and Sharma, R. (2001) “Experimental Evaluation of Vision and Speech based Multimodal Interfaces”, In: Workshop On Perceptive User Interfaces, 2001, Orlando, Florida. Proc. New York: ACM Digital Library, 2001. pp. 1-9.
- Seffah, A., and Metzker E., Adoption-centric Usability Engineering: Systematic Deployment, Assessment, and Improvement of Usability Methods in Software Engineering, Springer, 2009.
- Shackel, B., Human Factors for Informatics Usability, University Press, Cambridge, 1991.
- Stanciulescu, A., Vanderdonckt, J. and Macq, B. (2007) “Automatic Usability Assessment of Multimodal User Interfaces Based on Ergonomic Rules”. Praud, S. (Ed.), Disponível em: <<http://www.isys.ucl.ac.be/bchi/publications/2007/Stanciulescu-EMODE2007.pdf>>.
- St. Amant, R.; Horton, T. E.; Ritter, F. E. (2004) “Model-based evaluation of cell phone menu interaction”, In Proc. of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'04), April, p. 343-350.
- Taib, R. and Ruiz, N. (2006) “Multimodal interaction styles for hypermedia adaption”, In: International Conference On Intelligent User Interfaces (IUI'06), 2006, Sydney, Australia. Proc. New York: ACM Press, 2006. pp. 351-353.
- Tidwell, J., Designing Interfaces, O'Reilly Media, Inc., USA, 2005.
- Trevisan, D. G., Nedel, L. P., Macq, B. and Vanderdonckt, J. (2006) “Detecting interaction variables in a mixed reality system for maxillofacial-guided surgery”, In: SBC Symposium On Virtual Reality (SRV'2006), 2006, Belém. Proc. SBC Press, 2006. pp. 39-50.
- Wahlster, W. Dialogue systems go multimodal: the SmartKom experience. In: WAHLSTER, W. (ed.), SmartKom: foundations of multimodal dialogue systems. Secaucus, NJ, USA: Springer, 2006. pp. 3-27.
- WebQuest – Portal do WebQuest. 2009. Disponível em: <<http://webquest.paqtc.org.br>>. Acesso em: 18 Jun. 2009.
- Weiser, M. (1991) “Some computer science problems in ubiquitous computing”, In: Communications of the ACM 36, n. 7, p. 75-84.
- Weiss, S. Handheld Usability, New York: John Willey & Sons, Ltd., 2002.
- Zhu, M. A speech recognition interface for PDAs and cell phones. Drexel University, Philadelphia, 2004.