



**FUNDAÇÃO EDSON QUEIROZ
UNIVERSIDADE DE FORTALEZA – UNIFOR
MESTRADO EM INFORMÁTICA APLICADA - MIA**

LUIZ CÉSAR SILVA

**Um Método de Escolha de Equipamentos Móveis
Considerando o Contexto de Uso**

FORTALEZA, 2004



**FUNDAÇÃO EDSON QUEIROZ
UNIVERSIDADE DE FORTALEZA – UNIFOR**

**Um Método de Escolha de Equipamentos Móveis
Considerando o Contexto de Uso**

Dissertação apresentada ao
Curso de Mestrado em
Informática da Universidade
de Fortaleza, como requisito
parcial para obtenção do título
de Mestre em Informática.

ORIENTADOR: Prof. José Bezerra da Silva Filho, Dr.

FORTALEZA, 2004

**Um Método de Escolha de Equipamentos Móveis
Considerando o Contexto de Uso**

Banca Examinadora

Prof. Orientador

Prof. Dr.

Prof. Dr.

Silva, Luiz César.

Um Método de Escolha de Equipamentos Móveis Considerando o Contexto de Uso. Fortaleza. Universidade de Fortaleza (UNIFOR). Dissertação de Mestrado. 2004.

110 p. : il. 210 x 297 mm (MIA/UNIFOR, M.Sc. Ciência da Computação)

1. Usabilidade.
2. Usabilidade produto
3. Qualidade do produto.
4. Equipamentos Móveis.

I. MIA/UNIFOR

II. Título CDU 004

Toda Escritura é divinamente inspirada e proveitosa para ensinar, para repreender, para corrigir, para instruir em justiça.

II Timóteo 3:16.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a meus pais, Luiz Gonzaga Silva e Maria Benjamim Silva, pela educação familiar que me foi dada através do conhecimento do verdadeiro Deus e pelos sábios conselhos que me encaminharam aos estudos.

AGRADECIMENTOS

Para realização deste trabalho muitos contribuíram. Em primeiro lugar, devo a Deus as bênçãos que permitiram a sua conclusão: a saúde, a paz, a tranquilidade e a motivação nos momentos em que pensei em desistir.

À minha esposa Hiramisa e meu filho Rafael, pelo apoio e compreensão nos momentos em que precisei dedicar maior atenção ao trabalho.

Ao Banco do Nordeste do Brasil, pela visão de utilizar a capacitação como instrumento de desenvolvimento da empresa e do Nordeste, possibilitando assim minha participação no curso.

Ao professor José Bezerra da Silva Filho, pela lúcida e competente orientação.

À professora Elisabeth Arruda Furtado, que reconheceu a validade da minha proposta e prontamente colocou-se à disposição para me auxiliar. Sem o seu incentivo e orientação, este trabalho não teria sido concluído.

Ao professor Plácido, pelo tratamento dado aos alunos na coordenadoria do Curso de Mestrado em Informática Aplicada da Universidade de Fortaleza.

Aos colegas do curso, pelo companheirismo e colaboração.

ABSTRACT

The main objective of this job is to describe a method that helps people involved in mobile computing systems developing to choose devices for an application. This method is based in two principles. The first one is that the quality of use is an important factor to be successful when using a mobile device. The second one is that it is possible to measure the quality of use of a mobile device, by analyzing the parameters from the context of its use.

One considered, besides, that the context of use for a mobile device must consists of four items at least: the environment of application, the user's profile, the characteristics of the device and the characteristics of the task.

RESUMO

O objetivo do trabalho é descrever um método que auxilie os profissionais envolvidos no desenvolvimento de sistemas de computação móvel a escolher equipamentos para aplicações específicas de computação. Esse método baseia-se em duas premissas. A primeira é que a qualidade de uso do equipamento é fator preponderante para o sucesso de uso de um equipamento móvel. A segunda é que é possível medir a qualidade de uso de um equipamento móvel através da análise de variáveis oriundas do contexto de uso do equipamento. Considerou-se também que o contexto de uso para um equipamento móvel deve ser composto de pelo menos quatro aspectos: o ambiente da aplicação, o perfil do usuário, as características do equipamento e as especificidades da tarefa.

SUMÁRIO

| | Página |
|--|---------------|
| Lista de Ilustrações..... | 13 |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 15 |
| 1.1 Motivação..... | 16 |
| 1.2 Objetivo geral..... | 17 |
| 1.3 Objetivos específicos..... | 17 |
| 1.5 Hipóteses do trabalho..... | 18 |
| 1.4 Apresentação..... | 18 |
| 2 EMBASAMENTO TEÓRICO..... | 19 |
| 2.1 Mobilidade..... | 19 |
| 2.1.2 Ambiente móvel..... | 22 |
| 2.1.3 Restrições de mobilidade..... | 23 |
| 2.1.3.1 Restrições de conectividade..... | 24 |
| 2.1.3.2 Restrições do dispositivo móvel..... | 25 |
| 2.1.4 Tendências..... | 26 |
| 2.1.4.1 Computador como acessório pessoal..... | 27 |
| 2.1.5 Interface em equipamentos móveis..... | 28 |
| 2.1.5.1 Interface em pequenas áreas de display..... | 28 |
| 2.1.5.2 Interfaces baseadas em Zoom contínuo..... | 30 |
| 2.1.5.3 Interface baseada em compressão e expansão de objetos..... | 31 |
| 2.1.5.4 Internet em pequenas telas..... | 32 |
| 2.1.5.5 Alternativas de Entrada de Dados..... | 33 |
| 2.1.6 Cliente Móvel..... | 38 |

| | |
|---|-----------|
| 2.1.7 Considerações..... | 39 |
| 2.2 Usabilidade..... | 41 |
| 2.2.1 ISO 9241-11..... | 42 |
| 2.2.2 ISO/CD 20282..... | 44 |
| 2.2.3 Usabilidade em equipamentos móveis..... | 44 |
| 2.2.4 Avaliação de usabilidade..... | 49 |
| 2.2.5 Métodos de avaliação..... | 50 |
| 2.2.5.1 Inspeção..... | 50 |
| 2.2.5.2 Teste com o usuário..... | 54 |
| 2.2.5.3 Análise comparativa dos métodos..... | 57 |
| 2.2.6 Avaliação de dispositivo móvel..... | 61 |
| 2.2.7 Análise do Contexto de uso..... | 63 |
| 2.3 Considerações..... | 65 |
| | |
| 3 PROPOSTA..... | 70 |
| | |
| 3.1 Laboratório em campo..... | 70 |
| | |
| 3.2 Método..... | 72 |
| 3.1.1 Especificação do contexto de uso..... | 75 |
| 3.1.2 Descrição das variáveis de usabilidade..... | 77 |
| 3.1.3 Avaliação dos equipamentos..... | 77 |
| 3.1.4 Escolha do equipamento..... | 82 |
| | |
| 3.3 Considerações..... | 83 |

| | |
|---|------------|
| 4 APLICAÇÃO DO MÉTODO NUM EXEMPLO..... | 85 |
| 4.1 Especificação do contexto de uso..... | 86 |
| 4.2 Descrição das variáveis de usabilidade..... | 90 |
| 4.3 Avaliação dos equipamentos..... | 96 |
| 4.4 Escolha do equipamento..... | 102 |
| 5 CONCLUSÃO..... | 103 |
| 6 REFERÊNCIAS..... | 105 |

Lista de Ilustrações

| Quadros | Página |
|--|---------------|
| Quadro 1 – Métodos de avaliação..... | 60 |
| Quadro 2 – Exemplo de análise de contexto..... | 65 |
| Quadro 3 – Questionários de avaliação de usabilidade e heurística..... | 81 |
| Quadro 4 – Graus de importância..... | 96 |
| Quadro 5 – Graus de importância aplicados às variáveis..... | 101 |
| Quadro 6 – Resultado final..... | 101 |

Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Arquitetura de ambiente móvel..... | 23 |
| Figura 2 - Três perspectivas de restrições de mobilidade..... | 24 |
| Figura 3 – Otimização por subconjunto de tarefas..... | 29 |
| Figura 4 – Event horizon: compressão e expansão..... | 31 |
| Figura 5 – Segmentação de textos..... | 33 |
| Figura 6 – Dimensões do Cliente Móvel: conectividade x mobilidade..... | 39 |
| Figura 7 – Modelo de Aceitabilidade (Nielsen)..... | 42 |
| Figura 8 - Esquema do conceito de usabilidade (ISO 9241-11, 1998)..... | 43 |
| Figura 9 – Interface do usuário para telefones celulares..... | 46 |
| Figura 10 – Critérios de usabilidade em um dispositivo móvel..... | 47 |
| Figura 11 – Modelos de sistema de aceitabilidade para telefones celulares..... | 48 |
| Figura 12 – Rigor versus Relevância..... | 58 |
| Figura 13 – Métodos móveis e métodos de laboratório..... | 62 |
| Figura 14 – Fatores do contexto que podem influenciar a qualidade de uso..... | 64 |
| Figura 15 – Contexto de uso e usabilidade da proposta em estudo..... | 68 |

| | |
|--|-----|
| Figura 16 – Etapas do método..... | 74 |
| Figura 17 – Caso de uso de agenda de compromissos..... | 87 |
| Figura 18 – Ambiente técnico geral..... | 88 |
| Figura 19 – Ambiente técnico local..... | 89 |
| Figura 20 – Questionário específico..... | 97 |
| Figura 21 – Consolidação da variável peso para o equipamento coletor de dados..... | 100 |

Tabelas

| | |
|--|-----|
| Tabela 1 – Avaliação segundo as variáveis de usabilidade e graus de importância..... | 100 |
|--|-----|

1 INTRODUÇÃO

A abrangência das tarefas que podem ser executadas por um computador vem saindo de dentro dos escritórios. Os celulares, *paggers* e *personal digital assistants* (PDA) estão executando as tarefas onde elas ocorrem.

A tendência por mobilidade motiva a indústria de equipamentos para a produção de novos dispositivos ou para adaptação de alguns equipamentos móveis já existentes, como os *notebooks* e os *handhelds*. Um exemplo dessa tendência são os telefones celulares, que hoje são fabricados trazendo o serviço tradicional de comunicação de voz em segundo plano.

Os novos equipamentos móveis já chegam ao mercado disponibilizando os serviços tradicionais dos computadores pessoais, como o acesso à internet, a transmissão de dados, o tráfego de imagens e a possibilidade de executar aplicativos em Java.

Em geral, o desenvolvimento de computadores e *softwares* tem sido tradicionalmente guiado primeiramente para a necessidade de processadores mais velozes e acréscimo de bancos de memória. A acelerada redução dos tamanhos dos equipamentos diminui as áreas de *display* e dificulta o uso dos mecanismos de entrada e saída de dados, acarretando inevitáveis quedas de desempenho e insatisfação dos usuários.

É visível o avanço tecnológico dos novos *hardwares*. Entretanto, o nível de usabilidade desses equipamentos não tem progredido na mesma proporção. A utilização de um dispositivo móvel por longo período de tempo exige do usuário concentração e esforço físico, causando desconforto, insatisfação, decrescendo o desempenho geral, e, como consequência, os dispositivos deixam de ser totalmente utilizados.

A dificuldade de uso dos equipamentos é em grande parte causada pela escolha não harmoniosa entre o equipamento e o tipo de aplicação a ser desenvolvido. A questão a ser discutida neste trabalho é saber qual equipamento se deve utilizar quando se propõe uma solução de computação móvel para um contexto de uso específico.

A inexistência de um método que auxilie a escolha de equipamentos para aplicação em computação móvel tem trazido dificuldades para as empresas – principalmente as pequenas – interessadas em soluções que requeiram o uso desses tipos de equipamento.

Neste estudo, considera-se que a escolha do equipamento adequado para um sistema de computação móvel pode ser feita através de uma avaliação de variáveis de usabilidade.

Para isso, propõe-se um método de escolha de equipamento a partir de uma série de variáveis de usabilidade, coletadas dentro do contexto de uso da aplicação. Devido à forte

constatação da influência do contexto na qualidade de uso em computação móvel, coletam-se para avaliação algumas variáveis que tradicionalmente não seriam consideradas variáveis de usabilidade, como, por exemplo, peso do equipamento e liberdade de movimentos. O método é construído a partir do mundo real da aplicação, envolvendo o perfil dos usuários, a especificidade das tarefas, as características dos equipamentos e os ambientes físico e organizacional. Os resultados gerados podem trazer menor rigor científico pela não-exigência da presença de especialistas na realização do método; entretanto, estão repletos de relevância com a realidade.

1.1 Motivação

Em 2001, o Banco do Nordeste iniciou um projeto-piloto de computação móvel para o programa de microcrédito. O projeto previa a automação das funções realizadas pelos assessores na análise de propostas de concessão de crédito, nos bairros das capitais do Nordeste.

A proposta inicial era bastante simples: desenvolvimento de uma aplicação para automatizar a agenda de compromissos dos assessores num *Palm Pilot*, em substituição à tradicional agenda em papel.

Desenvolveu-se a aplicação de agenda eletrônica de compromissos, e todos os testes foram efetuados emulando-se os equipamentos em *desktops* dentro do escritório, seguindo-se os testes de campo. Apesar da simplicidade da proposta, ao final de dois meses de testes, os assessores não utilizavam mais os equipamentos para executar a tarefa de controle das visitas aos clientes, retomando uso da agenda tradicional em papel.

Efetuuou-se o levantamento dos motivos da não-utilização, e o resultado mostrou problemas de usabilidade causados principalmente pelas restrições impostas pelo ambiente, pelo tipo de tarefa e pela interação humana com o equipamento.

Surgiu então a necessidade de avaliar a influência dos fatores externos ao ambiente de escritório no uso dos equipamentos móveis. Durante essa pesquisa, percebeu-se que era necessário, para avaliar o uso de um dispositivo móvel, levar em conta indicadores de desempenho sensíveis às variações do contexto de uso. Essa necessidade deu origem à definição dos objetivos deste trabalho.

1.2 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é propor um método que auxilie os profissionais envolvidos no desenvolvimento de sistemas de informática a escolher o equipamento mais adequado para uma certa aplicação de computação móvel. Esse método está baseado na premissa de que a usabilidade do equipamento é fator preponderante para o sucesso do uso de um equipamento móvel e que as variáveis para medição da satisfação do usuário devem ser originadas do contexto de uso.

1.3 Objetivos específicos

- estudar os conceitos de mobilidade e usabilidade existentes na literatura;
- evidenciar a importância de considerar fatores relativos ao contexto de uso na utilização de equipamentos móveis;
- propor novos atributos no conceito de usabilidade de equipamentos móveis oriundos da influência do contexto de uso;
- desenvolver um método para auxiliar os profissionais desenvolvedores de sistemas de informática na escolha de dispositivos móveis a partir de variáveis de usabilidade; e
- Exemplificar o método desenvolvido aplicando-o no sistema de microcrédito do Banco do Nordeste.

1.4 Hipóteses do trabalho

A proposição desse método fundamenta-se em duas hipóteses:

1. a usabilidade do equipamento é fator preponderante para o sucesso da implementação de uma aplicação de computação móvel;
2. é possível escolher um equipamento adequado para uma aplicação de computação móvel através de um método que avalie sua usabilidade. Entretanto, o conceito de usabilidade deve ser acrescido de novas variáveis, originadas de um contexto de uso.

1.5 Apresentação

Na introdução, comenta-se sobre a necessidade de resolver o problema da escolha de dispositivos móveis. No segundo capítulo, descrevem-se o embasamento teórico sobre mobilidade e a avaliação de usabilidade. No terceiro capítulo, apresenta-se a proposta de solução. No quarto capítulo, relata-se a aplicação do método num exemplo. No quinto, são apresentadas as considerações finais.

2 EMBASAMENTO TEÓRICO

Este capítulo se destina ao estudo de dois conceitos fundamentais para realização desse trabalho: mobilidade e usabilidade.

2.1 Mobilidade

De acordo com Bass (2001):

“As forças que movimentam a interação com computadores para longe do desktop são parcialmente técnicas e parcialmente sociais. As técnicas são bem conhecidas, a redução do tamanho e aumento do poder dos componentes de um computador moderno. As forças sociais são bem menos conhecidas, elas incluem o aumento da quantidade de tempo que um trabalhador white-collar gasta viajando, a extensão das aplicações de computador para os trabalhadores blue-collar e difusão de aplicações de computadores a toda a população.”.

Lindroth (2001) argumenta que definir mobilidade é uma tarefa difícil, já que as pessoas estão em movimento o tempo todo; mesmo quando se está trabalhando sentado na frente de um computador, tem-se algum grau de mobilidade. Ele cita no seu artigo três modalidades de mobilidade para um indivíduo que interage com um sistema de computação: *vagando*, *visitando* e *viajando*.

Ele argumenta que enquanto se está sentado diante de um computador, numa mesa, está-se *vagando*, porque eventualmente se sai para executar tarefas complementares ou para tomar um café, por exemplo. A segunda modalidade – *visitando* – cita o exemplo de um vendedor que trabalha visitando clientes e utiliza os computadores instalados nas empresas. A terceira modalidade – *viajando* –, ele define como pessoas que utilizam um dispositivo móvel, deslocando-se por diversos ambientes, a pé, de ônibus, carro ou avião.

Marques (2001) caracteriza computação móvel como sendo um dispositivo com capacidade de processamento, em ambiente *wireless*. Esse ambiente tem características diferentes daquelas encontradas em redes fixas: maior taxa de erro, menor taxa de transmissão, taxa de transmissão variável de acordo com a localização do dispositivo. Além disso, os dispositivos móveis freqüentemente têm limitação de processamento e energia.

Para oferecerem serviços aceitáveis nesse ambiente, os dispositivos móveis precisam gerenciar, de alguma forma, as alterações do ambiente e reagir a essas mudanças. O problema

pode ser resolvido através da adaptação desse dispositivo. Adaptação é a capacidade que um algoritmo tem de fornecer diferentes saídas válidas, dependendo das características do ambiente onde se encontra o dispositivo móvel. Existem três alternativas de adaptação: a chamada *laissez-faire*, onde a aplicação é responsável por toda a adaptação; a *application-transparent*, em que o sistema é responsável pela adaptação; e a *application-aware*, onde a adaptação é feita pela aplicação e pelo sistema. Numa rede fixa, onde as condições são praticamente estáveis, isso não é comum; numa rede móvel, no entanto, é uma alternativa de solução.

Forman (1994) diz que a computação móvel consiste no uso de um computador portátil capaz de trabalhar em uma rede de comunicação sem fio. Além disso, uma aplicação de computação móvel precisa suportar três propriedades essenciais: comunicação, mobilidade e portabilidade.

Masliah (1998) define computação móvel com base nas restrições das tarefas executadas em movimento. Entender as requisições de um cliente móvel no campo é primeiro entender a necessidade da tarefa como um conjunto de atividades a ser realizado pelo usuário em movimento para completá-la. Além da perspectiva da tarefa, devem ser observadas restrições que dificultem sua execução, como o ambiente onde será executada e a interação humana realizada através dos métodos de entrada e saída de informação. Em outras palavras, a computação móvel deve sempre levar em conta a análise da tarefa no tocante à localização do usuário e do processamento da informação. Essa abordagem leva a alguns tipos de situação:

- O usuário se encontra em uma localização e a informação desejada está em outra; nesse caso, a informação deve ser deslocada até o usuário.
- O usuário e a informação encontram-se no mesmo lugar, mas o processamento da informação está em outro; então, comandos são enviados remotamente para conclusão do processamento.

E também a questões como:

- Qual a mobilidade permitida pelo método de interação do usuário com o equipamento?
- Quando e onde o usuário deverá carregar ou descarregar as informações?
- Qual a localização do cliente móvel?

Essas situações e questões definem o cliente móvel em duas dimensões: mobilidade e conectividade.

A mobilidade é avaliada pelo grau de flexibilidade permitido pelo equipamento para executar tarefas em movimento em qualquer ambiente. E não consiste apenas em executar uma tarefa enquanto se anda; refere-se também ao grau de liberdade do corpo, das mãos, braços, pernas e olhos para execução de outras tarefas.

A conectividade está relacionada à carga e descarga de informações do equipamento móvel para a base de dados. Essa dimensão diferencia um equipamento móvel de um cliente móvel (MASLIAH, 1998). Um PDA é definido claramente como sendo um equipamento móvel; entretanto, só será um cliente móvel na medida em que se possa efetuar processamento a partir de uma base de dados remota. A conectividade do equipamento tem clara implicação para alcançar a tarefa requerida por um usuário móvel. Schroder (2001) afirma que a interação do dispositivo dentro de um contexto e sua participação dentro da vida de um usuário tornaram-se importantes. Resumindo, o sucesso de uma aplicação móvel está fortemente ligado à qualidade da interação humana com o dispositivo e a sua conectividade com o mundo.

A princípio, a maioria dos projetos de interface leva em conta apenas a utilização dos equipamentos e *softwares* por trabalhadores em funções executadas em um escritório e sentados diante de um *desktop*.

A larga utilização de computadores distribuídos em ambientes diversos requer, cada dia mais, automação das funções dos trabalhadores que se movimentam dentro de um ciclo de execução de tarefas. Esses novos equipamentos móveis requerem uma interface cujo projeto seja fortemente influenciado pelo ambiente e pelos tipos de tarefas que serão executadas; interface apta a superar problemas como:

1. Grau de mobilidade da tarefa – a interface deve ser compreendida pelo usuário durante o movimento;
2. Luz – a interface deve estar preparada para ambientes com diversos graus de luminosidade;
3. Usuários com baixa capacitação – a interface deve ser fácil de aprender;
4. Clima – Os equipamentos devem ser construídos com materiais resistentes às variações climáticas; e
5. Resistência a choques – Os equipamentos móveis devem suportar os possíveis choques decorrentes do processo de transporte do equipamento pelo usuário.

2.1.2 Ambiente móvel

O conceito de ambiente móvel apresenta principalmente duas partes: a estática ou fixa e a parte móvel. A parte fixa consiste numa rede conectada a um conjunto de servidores denominados *fixed host*. Em alguns casos, esses servidores são acrescidos de dispositivos *wireless*, chamados de Estações Bases (EB) ou Estações de Suporte Móvel (ESM), que agem como ponte entre a parte móvel e a parte fixa. A parte móvel é composta pelas Unidades Móveis (UM), que se deslocam para qualquer lugar, mantendo conectividade com a parte fixa.

De acordo com Zeitoun (1999), a arquitetura de ambiente de computação móvel mais aceita tem a configuração mostrada na Figura 1.

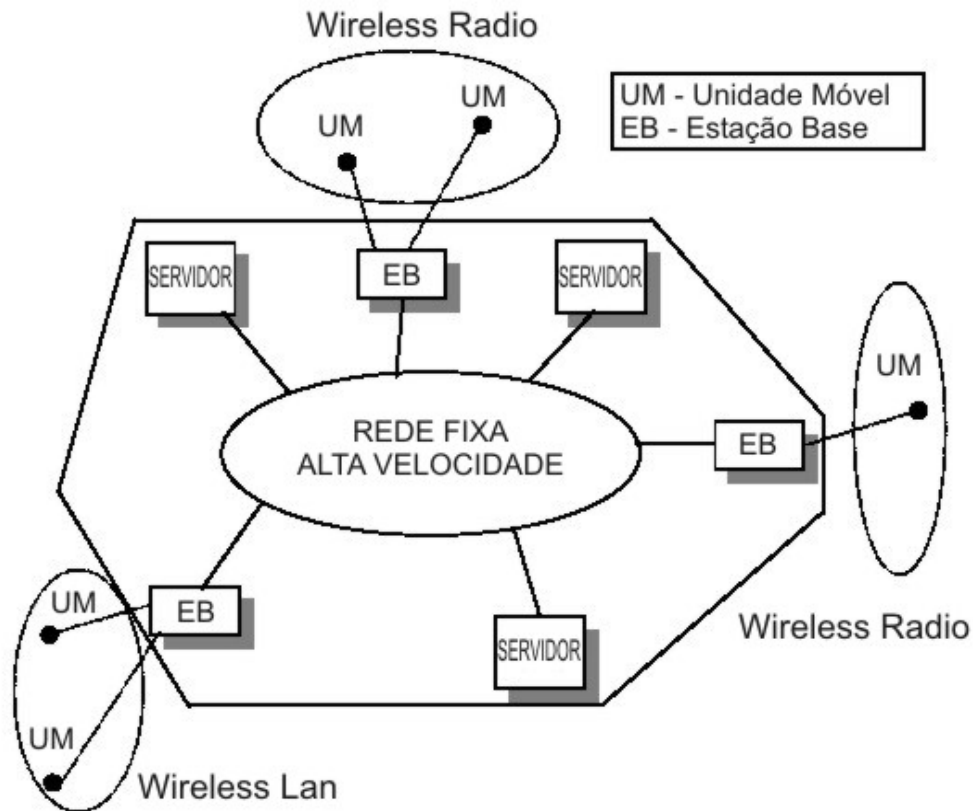


Figura 1. Arquitetura de ambiente móvel

2.1.3 Restrições de mobilidade

Masliah (1998) afirma que o sucesso de uma aplicação móvel não reside no nível de tecnologia do equipamento, mas na qualidade da interação do dispositivo com o usuário. A interação em ambientes móveis deve ser analisada pelo ponto de vista das restrições impostas à usabilidade natural das pessoas. Essas restrições são descritas em três perspectivas (Figura 2): da tarefa, através das especificações; do ambiente, na análise de condições como conectividade, luminosidade e temperatura; e da interação humana, através do perfil dos usuários e características dos equipamentos.

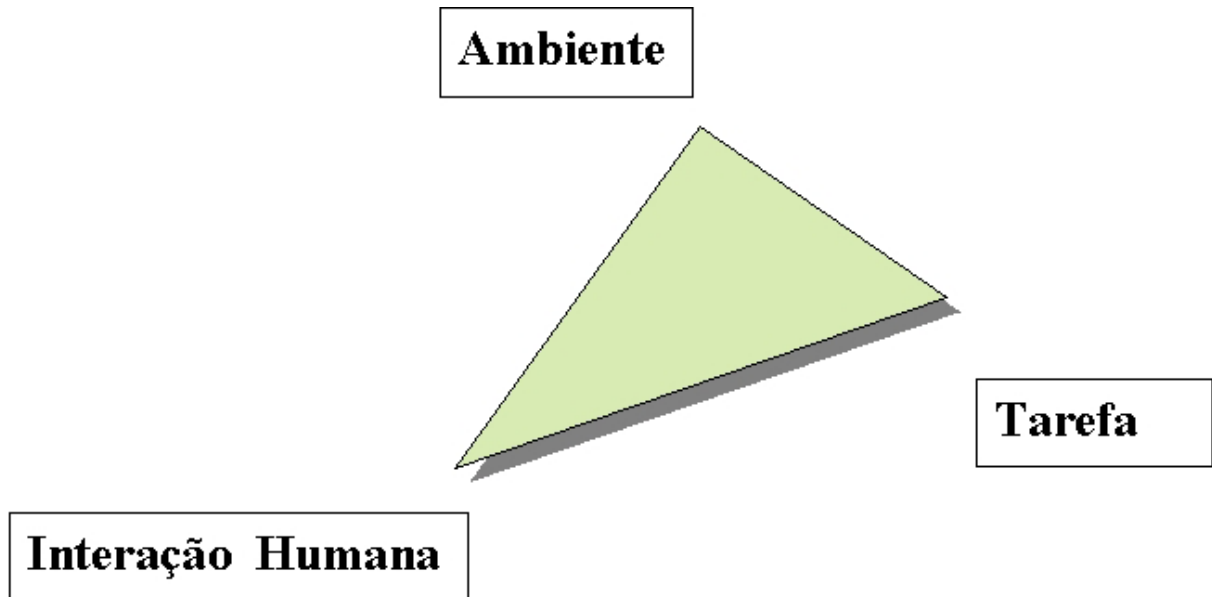


Figura 2. Três perspectivas de restrições de mobilidade

Em ambientes móveis, as principais restrições que precisam ser analisadas estão nas características de usabilidade e conectividade do equipamento.

2.1.3.1 Restrições de conectividade

A comunicação sem fio é muito mais difícil de administrar, porque tudo que cerca o ambiente pode afetar o sinal de comunicação, principalmente na interferência de ecos e ruídos, resultando em conexão de baixa qualidade.

Largura de banda variável – Além de a rede sem fio entregar uma baixa largura de banda, os dispositivos móveis precisam trabalhar com largura de banda variável, dependendo da disponibilidade de comunicação no local onde se encontra o equipamento.

Alta taxa de erros – A produção de sinais de transmissão enfrenta as dificuldades do ambiente externo. Sinais propagados pelo ar podem ser bloqueados, refletidos ou sofrer interferência de outros sinais, fazendo com que uma parte relevante desses sinais não seja recuperada pelos receptores, sendo, por conseguinte, descartada.

Desconexão – Pela própria característica de movimento, os equipamentos móveis podem perder a conexão ou sofrer degradação de sinal. Isso acontece pela saída da área de cobertura ou pela entrada em áreas de interferência.

Escalabilidade – Diferentemente do que ocorre na rede fixa, o número de unidades móveis dentro de uma área de cobertura varia dinamicamente, de acordo com o tempo. É possível ter momentos de grande concentração de uso, como, por exemplo, em uma tarde de domingo num estádio de futebol, e nenhuma já no dia seguinte no mesmo local. É necessário ter escalabilidade, para aumento e redução da força de comunicação

2.13.2 Restrições do dispositivo móvel

Computação em qualquer lugar pode ser superficialmente considerada o oposto da realidade virtual. Enquanto a realidade virtual tenta levar as pessoas para dentro de um mundo digital gerado por um computador, na computação móvel os equipamentos são levados a conviver com o mundo real das pessoas. Enquanto realidade virtual é um problema de capacidade de computação, a mobilidade enfrenta dificuldade de considerar os fatores humanos, envolvendo ciência da computação, engenharia e ciências sociais, que acrescentam mais restrições de uso do equipamento.

Carga das baterias – Todos os dispositivos móveis, como *handhelds*, PDAs, *notebooks* e *laptops*, usam baterias recarregáveis como fonte de energia. Essas baterias podem prover carga por um espaço de tempo limitado. A mobilidade do equipamento depende de quanto tempo a unidade consegue manter-se ativa para executar suas funções.

Desconexão freqüente – Dispositivos móveis trabalham com desconexão freqüente. Geralmente se estabelece uma conexão com a base, a comunicação é efetuada, executa-se a tarefa e o dispositivo entra em modo desconectado. Limitado pela baixa carga das baterias, o desenvolvimento de aplicações móveis geralmente utiliza esse cenário.

Tamanho e capacidade de armazenamento – Os usuários transportam os dispositivos durante sua rotina diária. Logo, o tamanho e o peso têm um grande impacto na mobilidade e na portabilidade. Devido às limitações de tamanho e carga das baterias, a capacidade de

armazenamento é limitada. Por isso, geralmente um *handheld* executa uma ou duas aplicações simultaneamente. Essa restrição reduz o tamanho e o número de aplicações simultâneas.

Interface do usuário – As restrições de tamanho requerem pequenas interfaces, e novas tecnologias providenciam equipamentos com interface mais natural, como *touch screen* e comandos de voz. Neste estudo, aborda-se a usabilidade dos dispositivos móveis na interação com o usuário.

Segurança dos dados – Devido à mobilidade, o equipamento fica exposto a uma variedade de riscos. O dispositivo pode ser perdido, ou os dados podem ser danificados. Quando ocorre algum problema, geralmente os dados são armazenados nas estações-base e replicados para as unidades móveis.

2.1.4 Tendências

As tendências nessa área, em primeira instância, são influenciadas pelo avanço da tecnologia dos computadores, que a cada dia indica novas possibilidades de uso. Hewett (2002) relaciona alguns dos principais avanços:

1. redução dos custos de *hardware*, indicando máquinas com mais memória e sistemas mais velozes;
2. miniaturização do *hardware*, favorecendo a mobilidade;
3. especialização do *hardware*, indicando possibilidades de novas funções;
4. utilização de computadores em ambientes externos;
5. incremento da rede mundial de comunicação (Internet), estendida a diversos dispositivos móveis;
6. interesse social em garantir aos deficientes físicos o acesso a computadores;
7. novas técnicas de entrada de dados, como toque digital, voz, caneta; e
8. novas formas de *display*.

Hewett (2002) afirma ainda que o futuro da mobilidade de *hardware/software* na interação homem-máquina acena com alguns avanços nas características e facilidades de uso, destacando-se:

1. comunicação em qualquer lugar através de redes de alta velocidade, mediante uso de tecnologias como infravermelho, telefonia móvel e ultra-som;
2. sistemas capazes de serem utilizados por pessoas com baixa capacitação;
3. disponibilização em massa de processamento rápido de imagem, voz, som e textos, incorporando técnicas de manipulação virtual direta;
4. monitores menores e mais finos, com luminosidade adequada ao ambiente e baixo consumo de energia elétrica; e
5. *hardware* resistente a ambientes hostis, como diversidade de climas, presença de materiais corrosivos e alta pressão atmosférica.

2.1.4.1 Computador como acessório pessoal

Em sua tese de Ph.D, Rosemberg (1998) afirma que as tendências dos projetos de computadores móveis avançam na construção de *wearable computer*, um equipamento pequeno o bastante para ser usado como uma roupa ou um acessório. Entretanto, a portabilidade do *wearable computer* pode ser prejudicada, se a forma e a qualidade da interação do usuário com o computador continuam as mesmas. O conceito principal dentro dessa abordagem é que, para o computador *wearable* ser efetivo, é necessário jogar fora as interfaces de *mouse* e teclado, em favor de um novo estilo de interface. Essas novas interfaces seriam projetadas para propiciar transporte fácil, acesso rápido, uso fácil dentro de uma variedade de ambientes e causar o mínimo de dificuldade nas interações do usuário com mundo real.

2.1.5 Interface em equipamentos móveis

Esse tipo de interface tem que ser construído, com observância de duas premissas: a primeira é a análise do formato do dispositivo, *design*, tamanho e peso, fatores essenciais para a usabilidade do equipamento. A segunda é a análise da interação do indivíduo com a máquina. Aaron (2002) cita como maior dificuldade para a usabilidade e utilidade de um dispositivo móvel a construção de interfaces com pequenas áreas de *display*. Para superar essa limitação, Aaron propõe ainda três princípios: a *consciência contextual*, onde o *input-output* é automaticamente assistido pelo dispositivo, como, por exemplo, um telefone poder discar para uma empresa em horas pré-selecionadas; *consciência de localização*, para manter o usuário informado da sua localização em relação aos locais mais próximos para executar tarefas, além da capacidade do equipamento; *time-shifting*, que providencia a execução de tarefas do tipo *start now, finish later*, segmentando tarefas longas, priorizando-as. O desafio é identificar e executar apenas o considerado essencial, e sinalizar aquilo que o usuário pode esperar até poder acessar uma estação-base.

2.1.5.1 Interface em pequenas áreas de *display*

A tendência da tecnologia móvel aponta para equipamentos menores e, conseqüentemente, com reduzidas áreas de *display*. O maior desafio dessa tendência é como mostrar e organizar uma grande quantidade de informações e objetos numa pequena tela.

Forman (1994) relata que a restrição do tamanho da tela requer uma interface específica, pois o modelo de janelas atende perfeitamente aos *desktops*, sendo, no entanto, inadequada para *handhelds*.

Em um *display* de tamanho reduzido, é impraticável ter várias janelas abertas ao mesmo tempo, independentemente da resolução da tela, além de se tornar muito difícil a utilização de *device point* para ícones e janelas espacialmente amontoados.

Existem algumas alternativas para resolver os problemas do pouco espaço de *display*. Uma delas é reduzir o número de objetos simultaneamente visíveis. Isso pode ser conseguido criando-se uma hierarquia de objetos organizada em níveis de apresentação, com o sistema apresentando um nível a cada vez. Esse método é frequentemente utilizado nas interfaces gráficas tradicionais, mediante *janelas* e *ícones*. Outra, é o alargamento da tela através da

extensão virtual do *display*. Adiante, são apresentadas algumas possibilidades de implementação desse tipo de *virtual screen* e alternativas de segmentação de textos e tarefas, como na Figura 3, que demonstra um modelo de apresentação otimizado por subconjuntos de tarefas específicas. A área reduzida de tela tem encaminhado os projetistas a sacrificar os botões do modelo *windows*, substituindo-os pela antiga interação através de comandos de usuários. Entretanto, a interação baseada em comandos é incrementada por técnicas de reconhecimento de escrita, de gestos e de voz. O reconhecimento e a geração de voz seriam as interfaces ideais para computadores móveis, pois essa estratégia não exige área de *display*, e permite operar o dispositivo com mãos e olhos livres.

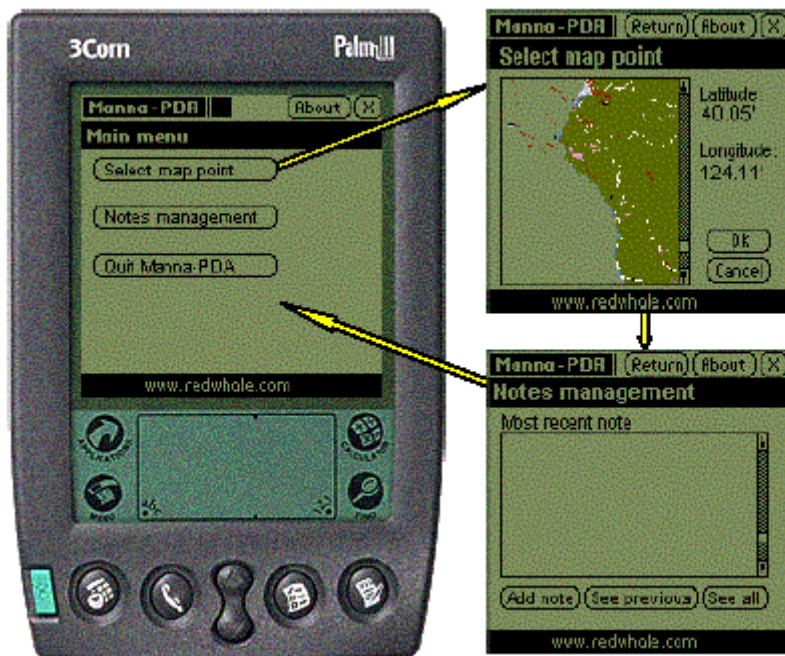


Figura 3 – Otimização por subconjunto de tarefas

2.1.5.2 Interfaces utilizando zoom contínuo (ZUI)

Estudos como em Silva Filho (1998) e Benderson (2000) têm apresentado o *zoom contínuo* como alternativa para navegação e extensão virtual da tela. O *zoom* pode ser providenciado por JAZZ, um sucessor do PAD ++ escrito em Java. Essa alternativa pode controlar o número de objetos visíveis na tela, aumentando e reduzindo objetos ou aumentando e reduzindo todo o *display*, produzindo níveis de detalhe com alta definição, como em Hochheiser (2000). As ZUIs, ou interfaces baseadas em *zoom*, são descritas por Carneiro (2002) como interfaces hierárquicas que apresentam para o usuário um “espaço de informação”. No primeiro nível, a informação é apresentada de forma incompleta, em uma escala que permite caber no espaço de uma tela. O usuário pode então aumentar o objeto, focando nas seções de seu interesse. À medida que os objetos gráficos aumentam de tamanho podem ser substituídos por outros de mesma semântica, com o objetivo de melhor detalhá-los. Também defende que as interfaces ZUI devem ser providas de uma camada de contexto, no sentido de melhorar sua usabilidade.

A interação do usuário com as interfaces ZUI ocorre principalmente através de três operações básicas: (1) *zoom-in*, que corresponde ao aumento da escala dos objetos gráficos, podendo resultar na exclusão de objetos da janela visível; (2) *zoom-out*, que corresponde à redução da escala dos objetos gráficos, permitindo a inclusão de novos objetos na janela visível; e (3) *pan*, que consiste no deslocamento da janela dentro do “espaço da informação”, com o objetivo de focalizar áreas de interesse, sem necessariamente levar à alteração da escala dos objetos.

Estudos têm apresentado o *zoom contínuo* como alternativa para extensão virtual da tela, gerando alguns sistemas, como o PAD++, o *Workscape*, o *Web forager* e o *Data Mountain*. Esses sistemas podem controlar o número de objetos visíveis na tela, aumentando e reduzindo objetos ou aumentando e reduzindo todo o *display*. Os problemas de implementação dessa alternativa são: a necessidade de monitores de alta definição, para dar visibilidade aos objetos que forem reduzidos; e a dificuldade de se encontrar um equilíbrio de apresentação, de modo que o usuário possa ver muitas informações sem ter que ficar aumentando e reduzindo o *display* constantemente.

2.1.5.3 Interface baseada em compressão e expansão de objetos

Esse tipo de interface é baseado na colocação de um pequeno círculo no meio da tela, conhecido como *event horizon*. Nesse modelo sugerido por Taivalsaari (1999), os objetos são armazenados quando a interface é comprimida ou expandida. Existem tão somente dois comandos: *comprimir* e *expandir*. Quando o *display* é comprimido, todos os objetos movem-se radialmente para o centro da tela, até desaparecerem no *event horizon*. Quando o *display* é expandido, todos os objetos saem radialmente de dentro do *event horizon*. A compressão e a expansão tornam a tela praticamente infinita. A Figura 4 mostra os comandos de comprimir e expandir.

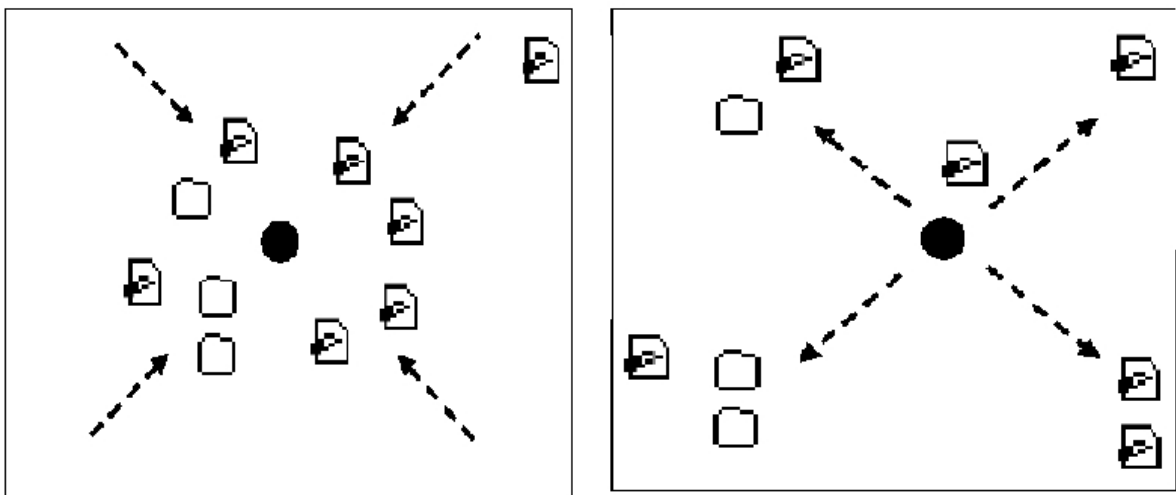


Figura 4 – Event horizon: compressão e expansão

Um dos maiores benefícios da abordagem é a visualização de um número ilimitado de objetos, de forma organizada, em uma tela virtualmente muito larga, apesar de fisicamente muito pequena. O movimento radial dos objetos assegura ao usuário uma visão geral de todos os objetos navegando numa mesma dimensão, diferente das abordagens tradicionais, em que freqüentemente o usuário tem que rolar a tela em duas diferentes direções (para cima e para baixo, para a esquerda e para a direita) para visualizar todos os objetos. Além disso, a proposta pode ser usada em combinação com outros conceitos de interface, dando maior flexibilidade.

Um potencial problema da interface é o gerenciamento do comportamento dos objetos quando estes estão próximos ao círculo central. Nos casos de superposição, por exemplo, os objetos podem simplesmente desaparecer, complicando a navegação.

2.1.5.4 Internet em pequenas telas

O acesso *wireless* à Internet já é uma facilidade largamente presente nos serviços dos *handhelds*, alimentando o rápido crescimento da comunidade de usuários da Web através de equipamentos móveis. Os meios de acesso *on-line* estão presentes nos *shoppings*, nas conversas telefônicas e nas ruas, onde geralmente não há disponibilidade de *desktop*. Entretanto, as estratégias atuais para telas pequenas têm gerado *sites* na Internet extremamente confusos para os usuários, haja vista terem sido desenhados e otimizados para usuários de *desktop* e de banda larga. Seguem algumas alternativas para superar o problema de *web browsing* para *handhelds*.

Segmentação de textos

Buyukkokten (2001) propõe como alternativa dividir-se a página de Internet original em unidades semânticas de texto, ou *Semantic Textual Units* (STU). Em resumo, a página é dividida em parágrafos, linhas ou *labels* que descrevem imagens.

O autor aponta três principais técnicas de sumarização de textos, a saber:

- sumarização de página – a página é apresentada por linhas de rótulos representativos de blocos de textos organizados como uma árvore hierárquica;
- sumarização dirigida a palavras-chave - a página de textos é subdividida em palavras –chave que podem ser acessadas diretamente ; e
- transição automatizada de visão – a página de textos é subdividida em várias telas e a transição entre as telas é realizada sem causar desorientação.

Buyukkokten (2001) avalia que a técnica de sumarização de textos – *accordion summarization* – melhora a velocidade do *browser* em 57% e leva à redução de esforço de entrada de dados em 75%. A Figura 5 mostra exemplos de segmentação de textos para *palms* e telefones celulares.



Figura 5 – Segmentação de textos

Personalização de sites

Anderson (2001) propõe a configuração da interface de acordo com o tipo de usuário. O *site* a ser mostrado é avaliado juntamente com o comportamento do usuário, e seu conteúdo é automaticamente adaptado para o usuário e tipo de equipamento utilizado. A adaptação pode ser prevista porque os usuários geralmente visitam um mesmo conjunto de *links*, conteúdos similares de informações e mantêm esse comportamento por longos períodos de tempo.

2.1.5.5 Alternativas de entrada de dados

Um dos maiores obstáculos à utilização dos PDAs é a dificuldade de implementar uma entrada de dados volumosa, tanto numericamente, como de edição de textos, tão eficientemente executada por um *desktop*. Atualmente, existem vários métodos para equipamentos móveis, tais como:

- A redução física do teclado; que é normalmente feita com a miniaturização do teclado do *desktop*. Um dos problemas dessa estratégia é que a redução impede a utilização das duas mãos na digitação, diminuindo significativamente a *performance*. Outro método consiste em utilizar teclas com várias funções e representando vários caracteres, já muito comum em telefones celulares. A

estratégia simplifica o uso, requerendo, no entanto, maior tempo de aprendizado, para uma melhor *performance*.

- O reconhecimento da escrita manual; que corresponde a simulação da escrita natural numa tela de computador, ainda está sujeito a elevadas taxas de erros, haja vista que a legibilidade da escrita diminui à medida que aumenta a velocidade da entrada de textos.
- O reconhecimento de voz; quando usado para entrada de textos tem sido a alternativa de maior expectativa. Entretanto, apesar do grande avanço nessa tecnologia, a experiência tem demonstrado que o elevado volume de dados que precisam ser armazenados para proporcionar o reconhecimento com baixa taxa de erros impede, por enquanto, a extensão dessa tecnologia à entrada de dados em equipamentos móveis.
- Teclados virtuais; quando o teclado físico é simulado no equipamento onde toques na tela substituem a tradicional digitação

A seguir descreveremos com mais detalhes as alternativas de entrada de dados mais usadas nos dispositivos móveis.

Teclados

Segundo Goldstein (1999), o dispositivo mais comum de entrada de dados ainda é o teclado. Com efeito, a cada dia milhões de pessoas fazem cursos de informática, adquirindo experiência em digitação. A educação básica de informática a partir do *desktop* dificulta a mudança do paradigma de entrada de dados através de teclados nos dispositivos móveis. Os teclados permitem alternativas de acréscimo de letras e símbolos quando se pressionam duas teclas simultaneamente. A tecla SHIFT, por exemplo, permite a introdução de letras maiúsculas e as teclas CTRL e ALT proporcionam a introdução de novos símbolos ou funções.

Uma maior velocidade pode ser alcançada com a utilização de acordes que, a partir da digitação de várias teclas ao mesmo tempo, permitem representar novos caracteres ou palavras. Escrivães da Justiça utilizam essa estratégia para digitar textos ditados; essa

facilidade exige meses de treinamento e freqüente uso, para o aprendizado do complexo conjunto de acordes, comumente utilizado em teclados de instrumentos musicais.

O tamanho e a disposição das teclas são fatores de grande influência na satisfação dos usuários. Teclados com grande número de teclas dão a impressão de complexidade, tornando-se uma grande ameaça à usabilidade dos iniciantes. Teclados pequenos e compactos parecem limitados para alguns e atraentes para outros, enquanto os modelos ajustáveis aos movimentos das mãos, reduzindo o estresse e o esforço, são cada dia mais populares.

Tipos de teclados

O tipo QWERTY tem o nome derivado das primeiras seis letras da primeira linha alfabética do teclado tradicional dos computadores pessoais. Shneiderman (1998) relata o paradigma como uma inteligente localização de pares de letras, que permitia digitar a maioria das palavras em inglês com reduzido deslocamento dos dedos. O sucesso do paradigma definiria o padrão de entrada de dados não só para a língua inglesa, mas para todo o mundo.

O leiaute *dvorak*, lançado pela IBM em 1920, apresenta o teclado dividido em vários setores: numérico, de teclas de controle de cursor e de teclas com funções especiais. Mesmo com muitos adeptos, esse leiaute não chegou a ter igual aceitação.

O estilo *ABCDE* apresentava as 26 letras do alfabeto colocadas em ordem, supondo-se que os iniciantes facilmente encontrariam as letras durante o processo de composição das palavras. Entretanto, poucos terminais de entrada de dados utilizam essa disposição.

A forma mais comum para dispositivos móveis é a miniaturização do teclado QWERTY de forma virtual no *display* do *handheld*, utilizando técnicas de *touchscreen*, através de *penbased*, como em Poupyrev (2002) e Matushita (2000). Várias alternativas de melhoria leiaute do teclado QWERTY são testadas em Zhai (2000).

Adaptação do paradigma QWERTY para dispositivos móveis

A utilização do paradigma QWERTY significa utilizar o modelo criado em 1836 pelo inglês Henry Thomas para as máquinas de datilografia. O modelo foi concebido com fundamento na utilização das duas mãos, levando-se em conta a língua inglesa e suas palavras mais relevantes.

A redução do teclado desktop incorpora a cópia de quase todo o leiaute do teclado. A grande vantagem da utilização dessa estratégia é que esse paradigma tornou-se padrão não apenas para a língua inglesa, porquanto neste momento, em todos os países, milhares de usuários despendem tempo no aprendizado e desenvolvimento dessa forma de introduzir dados. Essa solução implica baixa velocidade de entrada de dados, já que a miniaturização restringe a digitação a apenas uma das mãos, embora a redução do tamanho possibilite maior mobilidade. A utilização do QWERTY, mesmo reduzindo a velocidade de entrada de dados, pode ser justificada pelo aproveitamento do conhecimento já dominado pelos iniciantes. Apesar do padrão QWERTY ser uma forma reconhecidamente não natural de entrada de dados, qualquer tecnologia que siga um modelo diferente tem que ser facilmente assimilável e de boa *performance*, como forma de compensar a não-utilização do conhecimento existente daquele tipo de teclado.

A redução do teclado com utilização de acordes constitui uma alternativa de simplificação do teclado-padrão, onde um caractere pode ser representado por uma tecla ou por um conjunto de teclas pressionadas simultaneamente, denominado acorde. A estratégia permite um número bem maior de caracteres, reduz o número de teclas e conseqüentemente o tamanho do teclado. A principal vantagem é a possibilidade de gerar um teclado para apenas uma mão. Da mesma forma que o aprendizado de um instrumento musical, além de liberar uma das mãos para outra tarefa, a alternativa facilita a utilização por deficientes visuais e por pessoas que tenham apenas uma das mãos. A maior desvantagem é a necessidade de treinamento, dificultando a utilização por usuários ocasionais.

A marking interface é conceituada como uma alternativa de utilização de software que simula na tela o teclado QWERTY, sendo os caracteres acionados diretamente no visor, mediante leve toque utilizando-se uma caneta especialmente projetada. Essa alternativa tem apresentado mais sucesso utilizando paradigma não QWERTY.

Uma luva de digitação QWERTY foi apresentada por Goldstein (1999) como alternativa de entrada de dados, em substituição ao teclado, associada a uma linguagem para reconhecer, através da digitação em uma superfície compacta, que palavras o usuário deseja editar.

Ambientes de toque (ambient touch)

Segundo Poupyrev (2002), o projeto de interface para handhelds ainda está impregnado com a herança da GUI - Interface Gráfica de Usuários, assumindo e gerando expectativas de suas características, particularmente dando maior atenção ao rico visual da interação e menor atenção para a tarefa do usuário. Poupyrev propõe ainda uma interface tátil, onde o projetista dedica especial atenção ao tipo de tarefa executada no mundo real. Ele acredita que a interface tátil tornar-se-á uma importante facilidade para o futuro dos dispositivos móveis, por propiciar mais conforto, mais efetividade e uma interação mais amigável.

Reconhecimento de escrita manual

Trata-se de mais uma alternativa ao paradigma QWERTY, utiliza uma interface que simula a forma natural de escrever através de lápis ou caneta. A interface reconhece as letras através da digitação, com caneta, de um alfabeto digital que tem uma relação bem próxima com o alfabeto ocidental. Apesar de a velocidade de entrada de dados ser três vezes menor que a do teclado tradicional, a alternativa elimina o teclado como dispositivo físico, aumentando a portabilidade do equipamento. Baseada em canetas, a escrita manual é a abordagem adotada por quase todos os PDAs.

Reconhecimento de voz

O discurso é o mais conveniente meio de comunicação e a forma mais eficiente de se alcançar a comunicação entre pessoas e computadores. Entretanto, a variação de tonalidades de voz, quando as pessoas estão emocionadas, tensas e nervosas, reduz a *performance* do reconhecimento pelos computadores. A tecnologia de reconhecimento de voz ainda tem muito que avançar até atingir o estado de uma conversa natural entre homens e máquinas, devido à dificuldade de construção de padrões de reconhecimento de voz através de computadores. A facilidade de interpretações erradas direciona esse tipo de proposta para aplicações onde os resultados da comunicação não sejam críticos.

As maiores vantagens do reconhecimento de voz seriam a liberdade de movimentos e a naturalidade da comunicação, o que dispensaria treinamentos. As desvantagens seriam a dificuldade de trabalhar em ambientes ruidosos, o comprometimento da privacidade dos ambientes, e, finalmente, por causa da natureza organizacional do armazenamento dos dados, o discurso dificulta a consistência de informações de natureza crítica. Mas a interface de voz certamente será utilizada no futuro. As atuais limitações do projeto são analisadas em Snheiderman (2000).

2.1.6 Cliente móvel

Embora existam vários equipamentos que permitem diferentes graus de mobilidade ao usuário na execução de tarefas, um dispositivo móvel somente torna-se útil para uma aplicação de computação móvel quando, além da mobilidade, apresenta capacidade de conectividade. De acordo com Masliah (1998), a definição de mobilidade não está restrita apenas ao fato de o usuário poder conduzir o equipamento; o maior grau de mobilidade consiste em poder executar a tarefa quando em movimento, deixando mãos, pernas e olhos livres para executar outras atividades. Como dito anteriormente, a conectividade é a capacidade de o equipamento fazer carga e descarga de informações em qualquer ambiente. Isso significa poder de comunicação com o resto do mundo. Enquanto uma calculadora eletrônica é claramente portátil e geralmente definida como um dispositivo móvel, ela somente será um cliente móvel se puder, por exemplo, manipular dados conectada a uma base corporativa remota.

Na Figura 6 são mostradas as duas dimensões que definem a evolução do grau de mobilidade de um equipamento móvel. Nessa perspectiva, o equipamento ideal seria aquele que permitisse o máximo de mobilidade com alta conectividade.

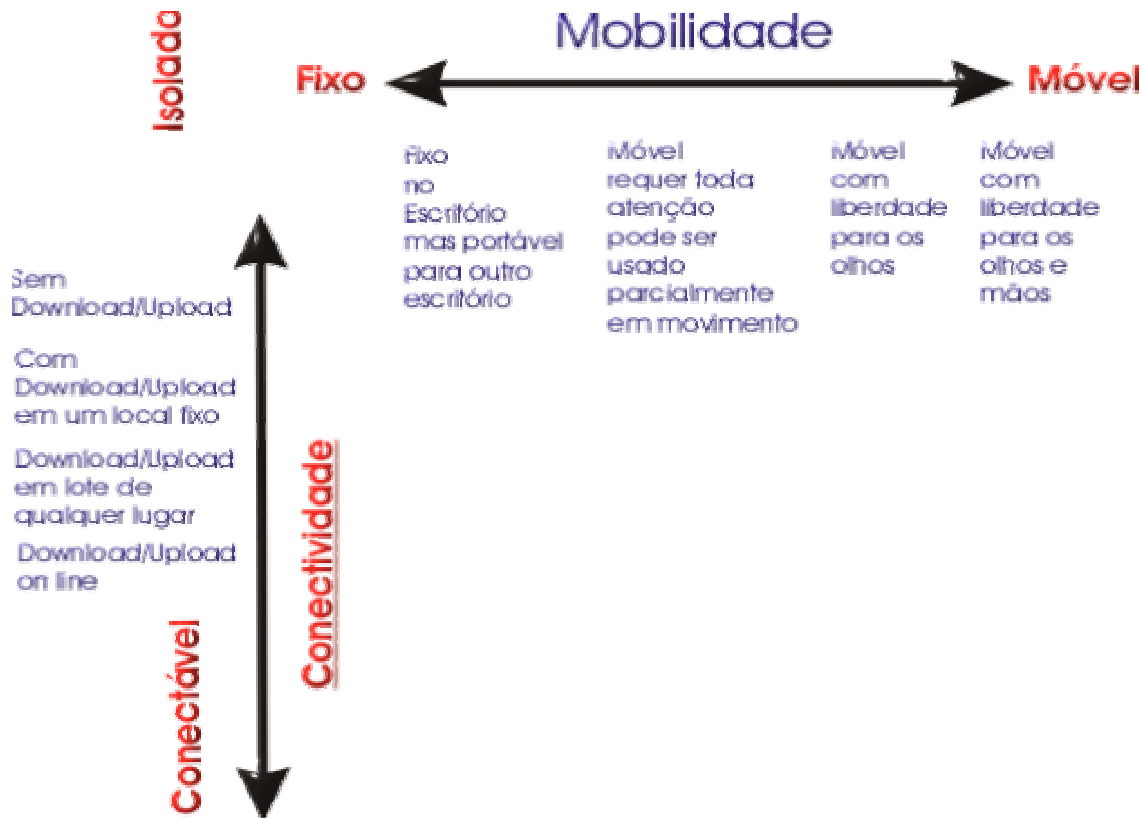


Figura 6 – Dimensões do Cliente Móvel: conectividade x mobilidade

2.1.7 Considerações

Abordaram-se neste capítulo os conceitos mais utilizados de mobilidade, fundamentando a influência do contexto de uso na utilização de equipamentos móveis. Quando integrados como parte de uma aplicação de computação móvel, esses equipamentos devem ser analisados como clientes móveis; isto é, o equipamento deve ser analisado como um sistema integrado com o ambiente e a estrutura que dá suporte ao seu uso durante o movimento.

Segundo Preguiça (1999), a computação móvel é caracterizada por restrições de conectividade, carga de baterias e recursos de *hardware*, e, de acordo com Masliah (1998), a mobilidade deve levar em consideração as restrições do ambiente de execução da ação.

Neste estudo, propõe-se considerar atributos adicionais como peso e conectividade, que geralmente não são considerados de usabilidade, para auxiliar na escolha de dispositivos móveis para aplicações específicas. Isto porque a insatisfação do usuário com esse tipo de variável pode inviabilizar o uso de um equipamento. Esses atributos devem cobrir a

usabilidade específica do dispositivo, como também as restrições impostas ao equipamento pelo contexto de uso onde as tarefas são executadas.

A seguir, analisam-se os conceitos de usabilidade, as avaliações tradicionais de usabilidade e citam-se alguns métodos de avaliação de usabilidade mais correntemente usados.

2.2 USABILIDADE

Usabilidade define-se coloquialmente como a facilidade de utilização, quer seja de um equipamento, de uma aplicação de informática ou de qualquer outro sistema que interaja com o usuário. Nielsen (1993) a define como a conjunção de cinco atributos:

- *Aprendizado fácil*: o sistema deve permitir que o usuário aprenda a executar suas tarefas no tempo mais curto possível.
- *Eficiência*: uma vez dominado pelo usuário, o sistema permite um alto grau de produtividade.
- *Memorabilidade*: o sistema deve ser facilmente lembrado mesmo pelo usuário casual, de modo que o retorno ao sistema não requeira reaprendizado extensivo.
- *Minimização de erros*: o sistema deve apresentar uma baixa taxa de erros. Além disso, os erros dos usuários devem ser facilmente recuperáveis (volta a um estado seguro), não podendo ocorrer erros catastróficos.
- *Satisfação*: o sistema deve ser agradável de usar; ou seja, os usuários ficam subjetivamente satisfeitos com ele.

Ainda de acordo com Nielsen, a usabilidade é um conceito mais restrito, se comparado à abrangência do *sistema de aceitabilidade*, que aborda uma questão maior, verificando se um sistema é capaz de satisfazer todas as necessidades dos usuários. A aceitabilidade é a combinação da aceitabilidade social com a aceitabilidade prática. A aceitabilidade social está ligada à aceitação ética, moral e cultural do sistema pela comunidade de usuários, enquanto a prática inclui os custos, o suporte, a compatibilidade e a usabilidade.

Nielsen propõe um modelo de sistema de aceitabilidade, contendo o conceito de usabilidade da aceitabilidade prática, de acordo com a Figura 7.

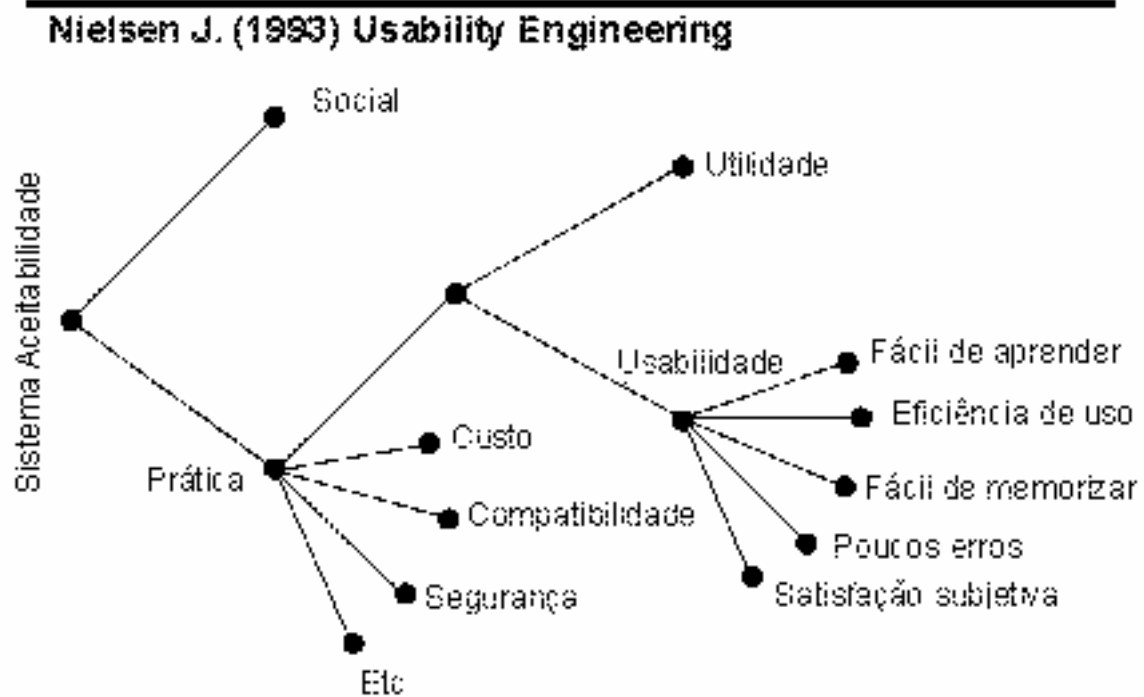


Figura 7 – Modelo de Aceitabilidade (Nielsen)

2.2.1 ISO 9241-11

A Internacional Standard Organization (ISO) dispõe de duas definições de usabilidade: a ISO/IEC 9126 diz que *"a usabilidade refere-se à capacidade de um software de ser compreendido, aprendido, utilizado e ser atrativo para o utilizador, em condições específicas de utilização"*. Essa definição dá ênfase aos atributos internos e externos do produto, os quais contribuem para sua usabilidade, funcionalidade e eficiência. *"A usabilidade depende não só do produto, mas também do usuário. É por essa razão que um produto não é em nenhum caso intrinsecamente usável; ele só terá a capacidade de ser utilizado num contexto particular e por utilizadores particulares"*.

A usabilidade não pode ser valorada estudando-se um produto de forma isolada. A ISO/IEC 9241 utiliza o conceito de qualidade de utilização; isto é, refere-se à maneira como o usuário realiza tarefas específicas em cenários específicos com efetividade; mais especificamente, diz que *"usabilidade é a efetividade, eficiência e satisfação com que um produto permite atingir objetivos específicos a usuários específicos num contexto de utilização específico"*. Esse conceito de usabilidade passa a considerar mais o ponto de vista do usuário e seu contexto de uso, do que as características ergonômicas do produto.

Para melhor compreensão desse enunciado, a norma também esclarece outros conceitos, conforme mostrados abaixo:

Usuário – pessoa que interage com o produto.

Contexto de uso – é composto pelos usuários, as tarefas que eles realizam, equipamentos (*hardware, software* e materiais) e o ambiente físico e social em que o produto é usado.

Eficácia – precisão e completeza com que os usuários atingem objetivos específicos, acessando a informação correta ou gerando os resultados esperados. A precisão é uma característica associada à correspondência entre a qualidade do resultado e o critério especificado, enquanto a completeza corresponde à proporção da quantidade-alvo atingida.

Eficiência – precisão e completeza com que os usuários atingem seus objetivos, em relação à quantidade de recursos gastos.

Satisfação – conforto e aceitabilidade do produto, medidos por meio de métodos subjetivos e objetivos. As medidas objetivas de satisfação podem basear-se na observação do comportamento do usuário (postura e movimento corporal) ou no monitoramento de suas respostas fisiológicas. As medidas subjetivas, por sua vez, são produzidas pela quantificação das reações, atitudes e opiniões subjetivamente expressas pelos usuários.

Estes conceitos são apresentados de forma esquemática na Figura 8.

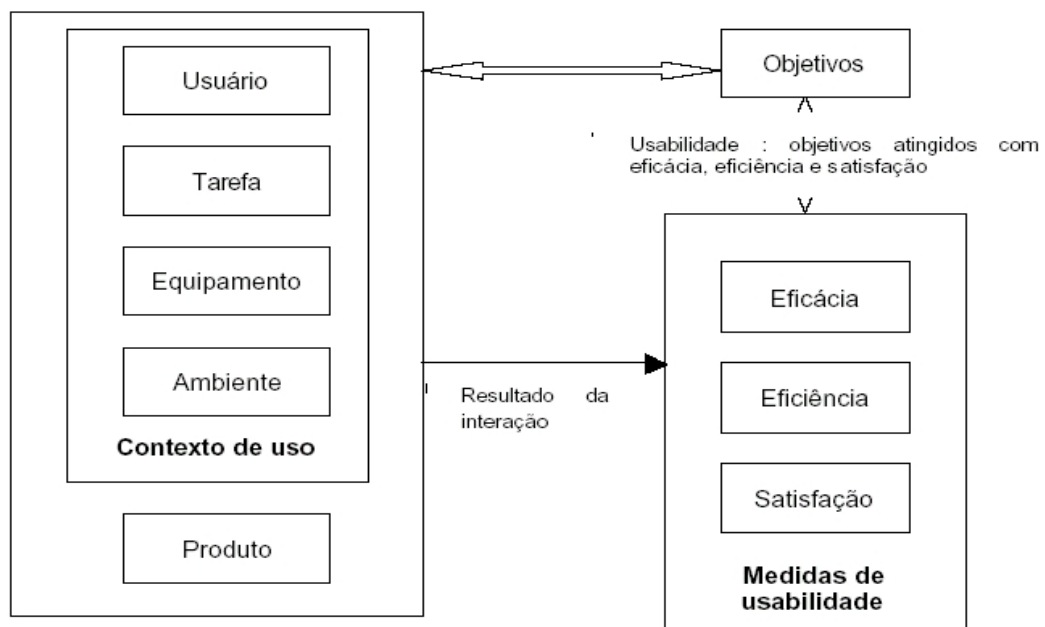


Figura 8. Esquema do conceito de usabilidade (ISO 9241-11, 1998)

2.2.2 ISO/CD 20282

De acordo com Schoeffel (2003), a ISO/CD 20282 objetiva ir além do conceito de usabilidade estabelecido na ISO 9241, para desenvolvimento de requerimentos e recomendações relativas ao projeto e avaliação de produtos cotidianos utilizados pelo público em geral. O objetivo é providenciar um guia de como projetar produtos que podem ser utilizados intuitivamente considerando o contexto de uso e guidelines. Isso então providencia um método-padrão para avaliação e teste, que permite aos desenvolvedores e organizações compradoras medir se um produto é usável o bastante para permitir que o usuário execute suas principais funções.

O processo é correntemente previsto em quatro etapas:

1. Características dos usuários e do contexto de uso – essa etapa descreve todos os fatores contextuais que seriam considerados quando se tenta assegurar a facilidade de operação de um produto cotidiano comercializado globalmente;
2. Método de teste – essa etapa é posterior ao desenvolvimento do produto e provê um método para medir a usabilidade, isto é, facilidade, eficiência e satisfação de uso do produto;
3. Classificação – etapa que determina padrões de medição que permitem comparações e avaliações de um produto; e
4. *Guidelines* – etapa que disponibiliza os princípios para direcionar os usuários na aplicação dos padrões de usabilidade do produto definidos na ISO 20282.

2.2.3 Usabilidade em equipamentos móveis

A interação do usuário com um computador sofre alterações com a mobilidade, na proporção em que o ambiente onde está ocorrendo a ação exerce grande influência na grande variedade de contextos possíveis. Newcomb (2003) afirma que existem muitos desafios para testar a usabilidade em um ambiente móvel, principalmente pela dificuldade de monitorar as interações do usuário com o equipamento. No teste de uso de um *handheld*, por exemplo, a constante movimentação dificulta a especificação das ações do usuário, principalmente porque é importante saber como as interrupções acontecem na execução da tarefa e que ação o usuário executa durante essas paradas. Em seu teste de usabilidade de um PDA numa loja de doces, Newcomb usou um gravador, questionários e entrevistas durante a execução das

atividades, para captar os comentários dos participantes. Segundo Ketola (2001), “*a deficiência na usabilidade de um dispositivo móvel é fator de fracasso na utilização da aplicação, porque incapacita o usuário de executar algumas tarefas e de usar os serviços disponíveis, gerando insatisfação com todo o sistema. Infelizmente, o usuário final não pode distinguir se o problema é causado pelo dispositivo ou pela aplicação; o que realmente importa é que ele está impedido de executar suas tarefas*”. Uma pobre usabilidade indica grande prejuízo nas aplicações de negócios, a partir do decréscimo na utilização dos serviços, do baixo número de vendas e do desperdício do investimento. Por esse motivo, Ketola propõe novos atributos para avaliação da usabilidade: integração das funcionalidades; disponibilidade; utilidade e facilidade do uso dos serviços; utilidade do material de apoio; e interoperabilidade. Existe um grande número de outros atributos que podem ser utilizados para avaliação da usabilidade de equipamentos. Masliah (1998), por exemplo, sugere para avaliação: velocidade de uso, taxa de aprendizagem, fadiga, tensão muscular, portabilidade e preferência de uso. De acordo com Buxton (2000), todo equipamento tem suas forças e fraquezas, assim como cada aplicação tem a sua própria e única demanda. O que deve ser obtido é uma combinação de critérios que maximize as forças do equipamento, com o atendimento da necessidade da aplicação, partindo da análise de requisitos da aplicação e do ambiente onde as tarefas serão executadas.

De acordo com Ketola (2001), uma seqüência de chamadas para telefone celular é considerada completa quando o usuário pode executar o processo facilmente. Isso inclui a disponibilidade da rede de telefonia e a captação das chamadas com boa qualidade de voz. Embora a qualidade de áudio seja uma facilidade da rede de serviços externa, ela é percebida pelo usuário como se fosse parte do telefone celular. A experiência de satisfação do usuário é com a comunicação bem sucedida, e a insatisfação é com a falha da comunicação causada pela deficiência de cobertura da rede de telecomunicações. Resumindo, freqüentemente o usuário relata esse tipo de falha como problema de usabilidade do equipamento, e não da rede de serviços.

A usabilidade para dispositivos móveis tem que levar em conta a influência do contexto de uso na viabilidade de execução da tarefa. A medição da satisfação do usuário em computação móvel deve incluir atributos externos ao *design* da interface do equipamento, como disponibilidade dos serviços de comunicação, variações do ambiente e perfil dos usuários. Ketola (2001) amplia os conceitos básicos de usabilidade de Nielsen (1993),

organizando novas interfaces para telefones celulares, de acordo o esquema ilustrado na Figura 9.

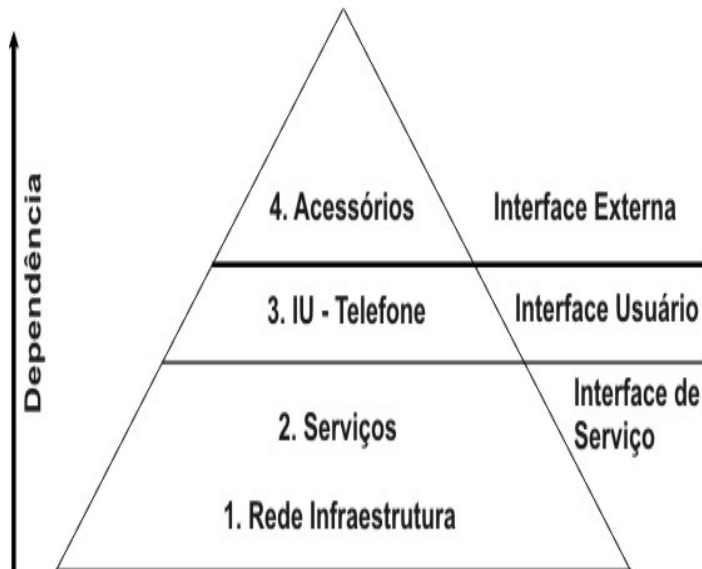


Figura 9 – Interface do usuário para telefones celulares

A avaliação da usabilidade de um telefone celular requer a análise de três interfaces, com os seguintes atributos:

Interface externa – disponibilidade dos serviços da rede;

Interface do usuário – utilidade dos serviços e disponibilidade de uso; e

Interface de serviços – configurações, material de suporte, acessórios, interoperabilidade.

As camadas de interfaces na citada figura são dependentes entre si. Por exemplo, serviços não podem ser usados sem a interface de usuário do telefone, e os acessórios não funcionam sem o aparelho telefônico. Em vários testes de usabilidade, tem-se observado que a maioria dos problemas é freqüentemente direcionada para os mais altos níveis da hierarquia. Por exemplo, no uso normal do telefone, os problemas de conexão da rede ou serviços de uso são freqüentemente apontados como problemas da interface do usuário que está situada numa camada superior da pirâmide da Figura 9. Entretanto, se o usuário tem problemas com o fone de ouvido, o acessório específico é facilmente responsabilizado pelo problema.

Em seu artigo, Ketola utiliza como exemplo a usabilidade em um telefone celular (Figura 10), para demonstrar os atributos característicos de equipamentos móveis.



Figura 10 – Critérios de usabilidade em um dispositivo móvel

O modelo de aceitabilidade de Nielsen (ver Figura 7, pg. 39) é ampliado por Ketola (2001), conforme esquema ilustrado na Figura 11, onde se percebe que o nó de usabilidade foi dividido inicialmente em dois ramos: *usabilidade esperada* e *usabilidade percebida*.

Usabilidade esperada – tem maior impacto no comportamento do usuário, especialmente quando os iniciantes são considerados. Por essa razão, Ketola (2001) define os seguintes atributos:

- Crenças cognitivas: atitudes, expectativas e emoções; e
- Valores: preferências éticas e morais.

Usabilidade percebida – esse ramo inclui a visão de usabilidade do usuário para telefones móveis: interface do usuário, interface externa e serviços de interface.

A categoria *Interface do usuário* inclui métodos de entrada e saída de dados, *design* mecânico e industrial e a aplicação. A categoria de *Interface externa* é formada por elementos que dão suporte ao uso, como os acessórios, conectividade e *softwares* adicionais. A

categoria *Serviços de interface* é a visão do usuário com relação à disponibilidade e utilidade dos serviços ou provedor de serviços num dispositivo móvel.

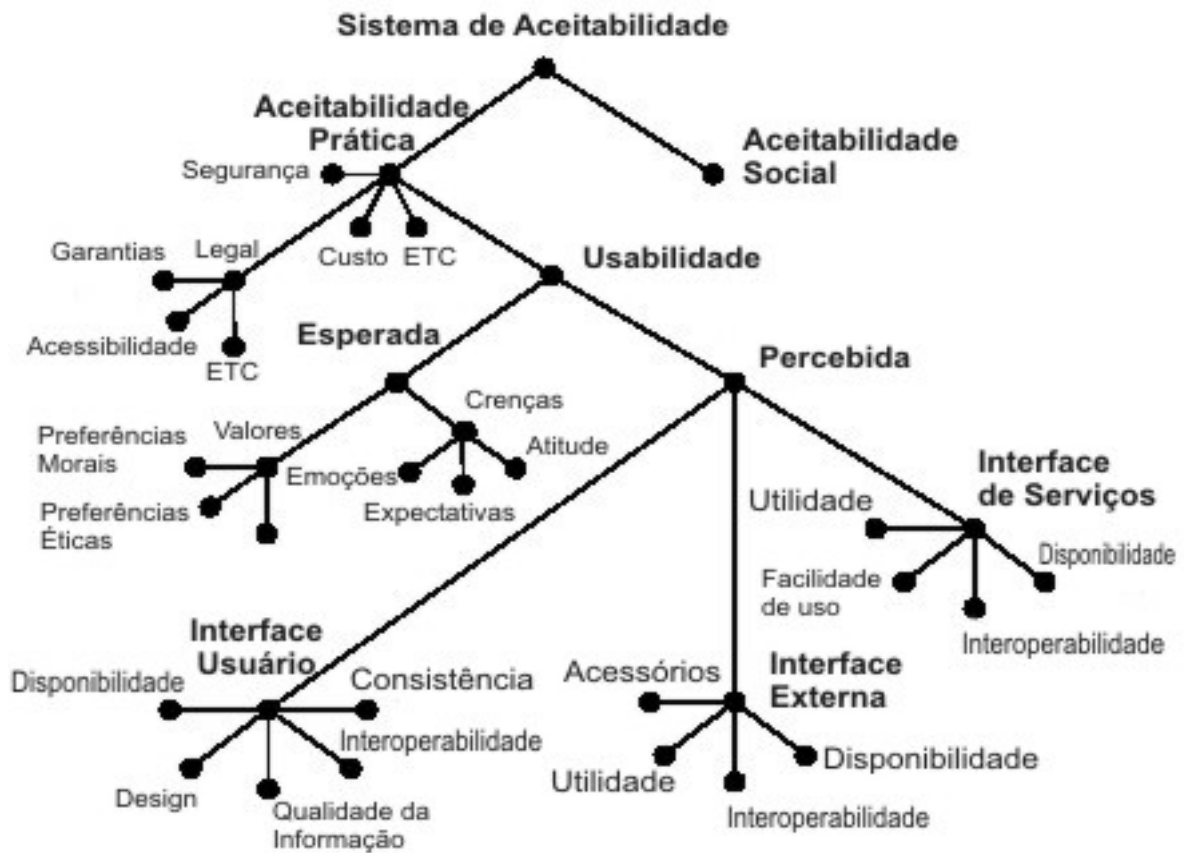


Figura 11 – Modelo de sistema de aceitabilidade para telefones celulares

Conforme descrito no Capítulo 1, neste trabalho objetiva-se incluir novos atributos para cobrir usabilidade em equipamentos móveis. Esta ampliação diz respeito ao conceito da interface externa em *ambiente físico e tecnológico*, onde, além das características do dispositivo, como áudio e voz, também seja tratada, como atributo de usabilidade, a capacidade de uso do equipamento em condições climáticas, atmosféricas, localização, segurança do trabalho e outras relacionadas ao contexto de uso, que não dependem da tecnologia escolhida. Além disso, propõe-se a ampliação de atributos da interface do usuário, para permitir a avaliação da mobilidade do equipamento, assim como de variáveis como peso e resistência a choques, que estão relacionadas ao formato e tipo de material com que o equipamento foi construído.

Medir velocidade de entrada de dados, taxa de erros e consistência do produto é muito pouco para avaliar o efeito causado pelo contexto de uso na utilização de um dispositivo

móvel. O usuário é influenciado pelo mundo real, onde existem sons e ocorrem mudanças de condições climáticas e geográficas que impedem a execução da tarefa.

A seguir descrevem-se as avaliações de usabilidade tradicionalmente utilizadas.

2.2.4 Avaliação de usabilidade

Segundo Yvory (2001), usabilidade é a extensão para que um sistema de computador permita ao usuário, num dado contexto de uso, alcançar objetivos específicos de forma eficiente e eficaz, e ao mesmo tempo promover sentimentos de satisfação. Yvory afirma ainda que a avaliação é importante quando feita em todo o processo de construção da interface do usuário, que deve ser formado por ciclos iterativos de desenvolvimento, determinados por prototipação e avaliação.

Existem diversas técnicas de avaliação, mas apenas um subconjunto delas é usado correntemente. Algumas delas, como testes formais do usuário, só podem ser aplicadas depois do projeto de interface ou após o protótipo ter sido implementado. Outras, como as avaliações heurísticas, podem ser aplicadas em estágio de desenvolvimento. Cada técnica tem seus próprios requerimentos, e, geralmente, diferentes técnicas não cobrem diferentes problemas de usabilidade.

A avaliação da usabilidade pode variar quando efetuada por avaliadores diferentes, mesmo quando usam a mesma técnica (JEFFRIES, 1991; MOLICH, 1998). Isso é resultado da carência de sistematização das avaliações. Além disso, a avaliação de usabilidade cobre apenas um subconjunto das possibilidades de ações do usuário.

De acordo com Ribeiro (1998), a avaliação de usabilidade na verdade descreve um conjunto de métodos de avaliação de produtos e *designs* de produtos, que apresentam três características em comum:

1. usam-se pessoas representativas da população para a qual o produto é dirigido;
2. requerem que essas pessoas realizem tarefas “típicas” ou “críticas” com o produto;
- e
3. recolhem-se dados sobre essa atividade.

Segundo Dias (2002), os efeitos de um problema de usabilidade se fazem sentir diretamente sobre o usuário e indiretamente sobre a sua tarefa. Para avaliar a usabilidade de um sistema, é necessário analisar seu contexto de uso e identificar um método de avaliação de usabilidade adequado para o contexto analisado.

2.2.5 Métodos de avaliação

Os métodos de avaliação podem ser subdivididos em dois grandes grupos: métodos de inspeção e métodos de teste com o usuário.

2.2.5.1 Inspeção

Os métodos de inspeção caracterizam-se pela não-participação direta dos usuários do sistema na avaliação. Geralmente, os avaliadores que adotam esses métodos são especialistas em usabilidade ou projetistas de sistemas, e se baseiam em regras, recomendações, princípios e/ou conceitos previamente estabelecidos, para identificar os problemas de usabilidade que provavelmente afetam a interação dos usuários reais com o sistema. O conhecimento ergonômico e a experiência dos avaliadores, assim como a apreciação prévia do contexto de uso do sistema, são fatores significativos para o sucesso da avaliação por meio dos métodos de inspeção. A seguir, são apresentados os principais métodos de inspeção identificados.

Inspeção de usabilidade formal

Essa modalidade de inspeção é, na verdade, uma adaptação para a avaliação de usabilidade da metodologia tradicional de inspeção de *software*. As inspeções de *software*, também chamadas de inspeções de códigos, surgiram na International Business Machines (IBM) como um método para formalização e registro de problemas ou defeitos de *software*, conhecidos no jargão de informática como *bugs* (HOM, 1996). Por suas características, esse método é geralmente adotado nas fases preliminares de desenvolvimento dos sistemas, para detecção inicial de defeitos ou problemas de usabilidade. A confiabilidade e a validade de seus resultados são, no entanto, consideradas desconhecidas no levantamento sobre métodos de avaliação de usabilidade realizado por Melchior (1995).

Percurso pluralístico

Idealizado na IBM, esse método de inspeção constitui uma extensão dos métodos de inspeção formais, mediante reuniões entre usuários, projetistas de sistemas e especialistas em usabilidade, em que são analisados os cenários das tarefas e avaliados um a um os elementos da interação do usuário com o sistema. Os dados coletados por esse método são essencialmente subjetivos, pois representam opiniões ou preferências dos participantes da discussão. A inspeção pluralística pode ser usada antes de o sistema ser disponibilizado e até mesmo antes de um protótipo. Como materiais de apoio à avaliação, são utilizados esquemas, anotações, desenhos, painéis e cartões para representar as diversas telas do sistema. Por essa característica, a inspeção pluralística é mais empregada nos estágios iniciais de desenvolvimento de um sistema. Antes de sua aplicação, no entanto, assim como nas inspeções formais, faz-se necessário definir os cenários em que as tarefas serão realizadas. Tal como acontece na inspeção formal, a confiabilidade e a validade dos resultados da inspeção pluralística não puderam ser comprovadas em outros estudos.

Inspeção de componentes

Esse tipo de inspeção analisa apenas um conjunto de componentes, características ou módulos do sistema envolvido na realização de uma determinada tarefa. A partir de um cenário preestabelecido, são identificados e analisados os componentes do sistema que seriam utilizados na realização da tarefa. A preocupação dessa análise é verificar a disponibilidade, facilidade de compreensão e utilidade de cada componente. Segundo Hom (1996), esse método é indicado para os estágios intermediários de desenvolvimento de sistemas, sendo necessário conhecer previamente as funções do sistema e os componentes utilizados pelos usuários para completar determinada tarefa. Esse método de inspeção busca saber se tais componentes são facilmente utilizáveis pelos usuários. Segundo Melchior (1995), não há registros de estudos que comprovem a confiabilidade e a validade dos resultados da inspeção de componentes.

Inspeção de consistência

Esse método tem como objetivo garantir a consistência de um conjunto de sistemas relacionado a uma tarefa ou cenário. Geralmente, a equipe de inspeção, constituída de membros das equipes de desenvolvimento de cada sistema, reúne-se para analisar os pontos fortes e fracos das interfaces de cada um dos sistemas, com o intuito de identificar as melhores opções, para serem implantadas consistentemente em todo o conjunto. Aplicada pela Digital Equipment Corporation (DEC) desde 1987, e também conhecida como revisão de projeto, a inspeção de consistência é mais empregada nas fases preliminares de desenvolvimento, quando os sistemas ou projetos ainda não adquiriram uma forma tal que requeira sua reestruturação completa para atingir o padrão desejado. O momento ideal de aplicação desse método é quando a especificação de cada sistema individual já se encontra praticamente pronta e antes do efetivo início de seu desenvolvimento como produto. A confiabilidade e a validade de seus resultados, no entanto, são consideradas desconhecidas no levantamento sobre métodos de avaliação de usabilidade realizados por Melchior (1995).

Percurso cognitivo

A inspeção cognitiva é uma técnica de revisão, desenvolvida em 1992 por Polson, Lewis, Rieman e Wharton (MELCHIOR, 1995), em que os avaliadores constroem cenários de tarefas, a partir de uma especificação ou protótipo, e “percorrem” a interface como se fossem um usuário em seu primeiro contato com o sistema. Os principais enfoques desse método são a avaliação da facilidade de aprendizado proporcionada pelo sistema e a identificação dos processos cognitivos que se estabelecem quando o usuário realiza a tarefa interativa pela primeira vez. Esse método é indicado para os estágios iniciais de desenvolvimento, já que pode ser adotado mesmo quando existem apenas especificações do sistema a ser avaliado. Para sua realização, é preciso conhecer com antecedência os cenários das tarefas, os tipos de usuários, o contexto de uso e a seqüência de ações necessárias para o usuário completar as tarefas. Ainda segundo Melchior, não há registros de estudos que comprovem a confiabilidade e a validade dos resultados dessa modalidade de inspeção.

Inspeção baseada em padrões

Esse tipo de inspeção verifica a conformidade do sistema ou produto em relação aos padrões da indústria, sendo adotado por especialista em usabilidade com conhecimento em cada padrão específico. A inspeção é realizada por meio da confrontação de cada elemento do produto com o padrão ou requisito correspondente. Os padrões verificados na avaliação de um sistema interativo podem pertencer a um conjunto de regras ou recomendações estabelecidas por organismos internacionais, tais como ISO e Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), normas técnicas de âmbito nacional, como é o caso da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), no Brasil, e dos institutos norte-americanos American National Standards Institute (ANSI) e National Institute of Standards and Technology (NIST), ou ainda parâmetros do ambiente informatizado, estabelecidos, por exemplo, pelo fornecedor do sistema operacional. Segundo Hom, essa modalidade de inspeção é adequada para os estágios intermediários de desenvolvimento de um sistema, cujo projeto baseou-se, desde o princípio, em um ou mais dos padrões existentes. Nesse caso, a inspeção baseada em padrões seria uma atividade contínua ao longo do desenvolvimento do sistema. É importante ressaltar, no entanto, que a conformidade de um sistema a um ou mais padrões, apesar de desejável, não garante um alto grau de usabilidade do produto. Para tanto, devem ser aplicados outros métodos mais voltados ao contexto de uso. Na avaliação de usabilidade de sistemas interativos, o padrão internacional mais comum é a norma ISO 9241, com destaque para sua parte 10 (ISO, 1996), que trata de princípios de diálogo como requisitos ergonômicos para trabalho de escritório em terminais de vídeo. Outras partes dessa norma são igualmente importantes, tais como a parte 11, que define o termo usabilidade e outros conceitos, e partes que tratam de requisitos de teclados, reflexões da tela de vídeo, menus, formulários, etc.

Avaliação heurística

A avaliação heurística é um método de inspeção sistemático da usabilidade de sistemas interativos, com o objetivo de identificar problemas de usabilidade que, posteriormente, serão analisados e corrigidos ao longo do processo de desenvolvimento do sistema. Esse método envolve a participação de um pequeno grupo de avaliadores na análise do fluxo de interação

necessário para iniciar e completar tarefas reais, e no julgamento dos elementos interativos do sistema, em relação a princípios reconhecidos de usabilidade, designados também como "heurísticas" (NIELSEN, 1993). Dadas as suas características, esse método pode ser empregado em qualquer estágio do ciclo de desenvolvimento de um sistema interativo. O sistema em avaliação pode estar pronto ou ser apenas uma especificação em papel ou um protótipo. Embora a avaliação heurística possa ser realizada por pessoas com pouca ou nenhuma experiência em usabilidade, Nielsen (1993) sugere que é preferível usar especialistas em usabilidade como avaliadores, para obter um desempenho melhor com um número menor de avaliadores. Se além de serem especialistas em usabilidade, esses avaliadores também possuem conhecimento significativo da área de atuação do sistema, tanto melhor. Os resultados das avaliações heurísticas dependem diretamente da carga de conhecimento e experiência que as pessoas trazem para as avaliações e do tipo de estratégia com que percorrem a interface.

2.2.5.2 Teste com o usuário

Os métodos de teste com usuários caracterizam-se, como o próprio nome sugere, pela participação direta dos usuários do sistema na avaliação. Esses métodos podem ser prospectivos, como questionários e entrevistas, ou empíricos, ao adotar técnicas de observação ou monitoramento do uso do sistema em situações reais. A seguir, são apresentados os principais métodos de teste identificados.

Entrevistas e questionários

As entrevistas e questionários permitem ao avaliador de usabilidade conhecer as experiências, opiniões e preferências dos usuários ao utilizarem determinado sistema. A partir de perguntas relacionadas ao objetivo do teste, o avaliador interage diretamente com os usuários, no caso de entrevistas individuais e grupos focais, facilitando a discussão dos temas sugeridos pelas perguntas; ou envia um questionário e aguarda suas respostas, sem interagir com os usuários participantes do teste. As entrevistas são consideradas técnicas mais informais, geralmente não estruturadas, tornando difícil a aferição da confiabilidade e validade de seus resultados. Por outro lado, são capazes de medir a ansiedade, a satisfação

subjetiva e a percepção dos usuários com maior riqueza de detalhes do que os questionários ou outras técnicas objetivas. Em contrapartida, os questionários são úteis quando se tem uma grande quantidade de usuários, dispersos geograficamente ou segmentados por perfil. Com esse instrumento, pode-se identificar indícios de problemas de uso do sistema por certo tipo de usuário, em determinado ambiente operacional ou realizando certa tarefa. Dentre as classes de entrevistas e questionários existentes na área de usabilidade, destacam-se os grupos focais e os questionários específicos para medir a satisfação dos usuários. Neste estudo, utilizou-se esse método para avaliar a usabilidade dos equipamentos.

Grupo focal – O objetivo central do grupo focal é identificar percepções, sentimentos, atitudes e idéias dos participantes a respeito de determinado assunto, produto ou atividade. Seu objetivo é aprender como os participantes interpretam a realidade, perceber seus conhecimentos, experiências e dificuldades, além de obter indícios do grau de satisfação dos usuários com o sistema em teste. O grupo focal se realiza por meio de discussões entre seis a dez pessoas, administradas por um moderador, que pode interferir na troca de idéias e comentários. Podem ainda participar das reuniões observadores que apenas presenciam e/ou registram as discussões. De acordo com Johnson (1998), os adeptos dessa técnica baseiam-se no pressuposto de que a energia gerada pelo grupo resulta em maior diversidade e profundidade de respostas; ou seja, o esforço combinado do grupo produz mais informações, e com maior riqueza de detalhes do que o somatório das respostas individuais. Resumindo, a sinergia entre os participantes leva a resultados que ultrapassam a soma das partes individuais. Na área de usabilidade, o grupo focal tem sido empregado para identificar como os usuários costumam utilizar um produto, por meio da experimentação concreta durante a discussão. Para testar um novo sistema, por exemplo, pode-se levar para a reunião do grupo focal a versão atual do sistema e um ou mais protótipos. O moderador e os observadores presenciam como os usuários efetivamente utilizam aquele tipo de sistema, podendo avaliar as vantagens e desvantagens de um projeto em relação aos outros.

Questionários específicos para medir a satisfação dos usuários – Os questionários de satisfação, desenvolvidos a partir de técnicas psicométricas, apresentam estimativas conhecidas e quantificáveis de confiabilidade e validade, sendo resistentes a fatores como fingimento, influência positiva ou negativa nas respostas. Dentre os questionários com confiabilidade e validade comprovadas, desenvolvidos especificamente para medir a satisfação dos usuários, destacam-se: *Questionnaire for User Interface Satisfaction (QUIS)*,

idealizado em 1987, por Shneiderman, da Universidade de Maryland, nos Estados Unidos; *Software Usability Measurement Inventory* (SUMI), elaborado em 1990, pelo Human Factors Research Group (HFRG), liderado pelo pesquisador Kirakowski, da Universidade de Cork, Irlanda; e *Web Analysis and Measurement Inventory* (WAMMI), desenvolvido em 1996, pelo HFRG e a empresa sueca Nomos Management AB.

Testes empíricos de usabilidade

Também conhecidos como ensaios de interação, os testes empíricos de usabilidade têm origem na Psicologia Experimental e são capazes de coletar dados quantitativos e/ou qualitativos a partir da observação da interação homem-computador. Nesses testes, participam pessoas representativas da população-alvo do sistema, tentando realizar tarefas típicas de suas atividades. Para identificar essas tarefas e os usuários típicos, é necessária a prévia análise do contexto de uso do sistema.

De acordo com Hom (1996), a cada dia os pesquisadores da área de usabilidade têm dado mais ênfase à coleta de dados qualitativos, usando técnicas como a verbalização e a co-descoberta, em detrimento dos dados quantitativos, coletados por métodos de medida de desempenho, por exemplo, analisando o caso de testes de usabilidade de *websites*. Os métodos qualitativos se tornaram mais populares por serem fáceis de aprender e aplicar, e por serem capazes de descobrir aspectos valiosos sobre a usabilidade nesse tipo de ambiente operacional. Na maioria das vezes, o teste é feito na própria sala onde o usuário costuma trabalhar, com seus equipamentos e materiais. Entretanto, em função do objetivo da avaliação e do rigor experimental desejado, pode ser necessária a realização do teste em laboratórios de usabilidade, especificamente preparados para esse fim. Dependendo dos tipos de dados que se quer coletar, podem ser instalados no ambiente de teste câmeras de vídeo, gravadores de áudio, espelhos de face única, *softwares* de monitoramento, para registrar automaticamente todos os passos seguidos pelos usuários durante a interação com o sistema, seus erros, acertos e dificuldades.

Verbalização ou protocolo verbal – Essa técnica é freqüentemente empregada durante testes empíricos de usabilidade, em que os usuários são solicitados a verbalizar seus pensamentos, sentimentos e opiniões enquanto realizam uma ou mais tarefas no sistema em avaliação. Em função dos tipos de dados que se deseja coletar e do perfil pessoal do usuário, a verbalização pode ocorrer simultaneamente, no momento em que o usuário interage com o sistema, ou em

entrevista logo após a realização do teste. Essas duas modalidades são denominadas, respectivamente, simultânea e verbalização consecutiva. A capacidade do usuário para responder corretamente às perguntas pode indicar partes do sistema que estão bem claras, óbvias para o usuário, ou então confusas ou inexistentes. Independentemente da forma de sua implementação (verbalização simultânea, consecutiva ou estimulada), essa técnica pode ser utilizada em qualquer estágio do desenvolvimento de um sistema, sendo considerada uma boa ferramenta para coleta de informações subjetivas durante o teste empírico de usabilidade.

Co-descoberta – Trata-se de uma técnica empregada em testes empíricos, similar à verbalização, em que dois participantes realizam, juntos, tarefas designadas pelo avaliador e verbalizam seus pensamentos, dificuldades e opiniões. Observa-se na co-descoberta uma ajuda mútua na resolução de problemas com a interface do sistema.

Método de medida de desempenho – O método de medida de desempenho foi desenvolvido pelo National Physical Laboratory (NPL) com o objetivo principal de coletar dados quantitativos a respeito do desempenho (eficácia e eficiência) dos usuários típicos, interagindo com o sistema na realização de tarefas específicas, identificadas na análise do contexto de uso. Para utilizá-lo, é preciso que os objetivos de teste sejam quantificáveis e válidos; ou seja, o teste deve ser planejado de tal forma que sejam eliminados todos os fatores que possam influenciar negativamente o comportamento da variável quantitativa dependente. Esse método pode, em sua forma simplificada, concentrar-se apenas na aferição do tempo total gasto pelo usuário típico para completar uma ou mais tarefas específicas (eficiência) e na verificação se ele conseguiu realizá-las de forma correta e completa (eficácia).

2.2.5.3 Análise comparativa entre os métodos de avaliação

Neste embasamento teórico, busca-se um método que possibilite avaliar a usabilidade de um dispositivo móvel medindo sua qualidade de uso. Nesse sentido, faremos uma análise comparativa dos métodos até aqui descritos.

Nesta análise comparativa, são utilizados para a comparação os seguintes atributos: rigor científico, relevância com a realidade, participação direta de especialistas, participação direta de usuários e facilidade de execução em ambiente natural, conforme descrição a seguir.

Rigor e relevância

De acordo com Mason (1988), existem dois atributos primários do conhecimento em experimentos controlados: rigorosidade de controle e riqueza de realidade. Esses atributos são geralmente tomados como opostos; ou seja, quanto maior a coleta de dados para conseguir riqueza de atributos da realidade, menor será a capacidade de efetuar controles em busca do rigor científico. Quando se tem um grande número de fatores sob controle em um experimento, maior rigor científico deve ser enfatizado. Quanto mais natural a configuração experimental, mais relevante e aplicável será o resultado (Figura 12).

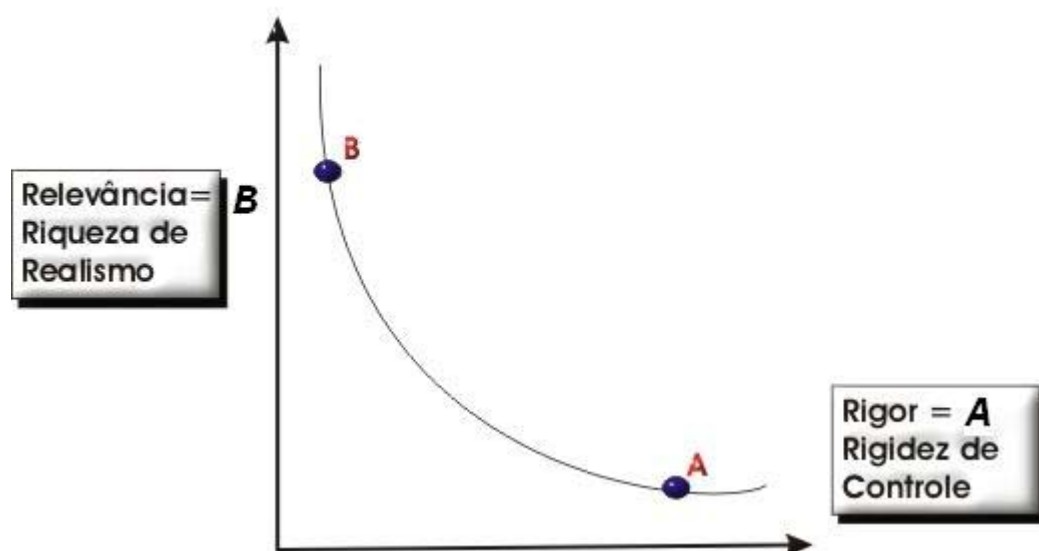


Figura 12 – Rigor versus relevância

Um método de avaliação de usabilidade para escolha de dispositivos móveis não pode basear-se apenas na avaliação técnica de uma grande quantidade de atributos do equipamento; ele precisa avaliar também o desempenho do usuário na utilização do equipamento móvel ao executar uma atividade do mundo real. Geralmente a avaliação da usabilidade do usuário dentro do contexto de uso real tem menor rigor científico devido a dificuldade de realização de medições em situações de constantes deslocamento por ambientes diversos; entretanto, tem maior riqueza de realismo, como foi demonstrado no gráfico da Figura 12.

Participação direta de especialistas e usuários

Para a escolha de um equipamento baseada na usabilidade do usuário, é necessário comparar a dependência da avaliação dos especialistas. Os métodos que dependem da participação direta dos especialistas em todo o processo de avaliação aumentam a complexidade de implementação e, por consequência, demandam maior custo.

Possibilidade de uso em ambiente real

Pela sua própria característica, os dispositivos móveis apresentam problemas de usabilidade, principalmente quando estão sendo utilizados em ambiente natural, onde enfrentam situações reais. Por consequência, os métodos que possibilitam executar a avaliação no próprio ambiente de uso têm prioridade, na medida em que proporcionam maiores possibilidades de verificação dos problemas de usabilidade no cotidiano do usuário.

Quadro-resumo

No Quadro 1 é apresentado um quadro comparativo consolidando os métodos a partir dos critérios até aqui relacionados.

| MÉTODO | | | | | Participação de Especialistas | Participação de Usuários |
|-----------------|---|-------|------------|----------|-------------------------------|--------------------------|
| | | Rigor | Relevância | Ambiente | | |
| INSPEÇÃO | | | | | | |
| 7 | Avaliação Heurística | x | | | x | |
| 5 | Percurso Cognitivo | x | | | x | |
| 1 | Inspeção de Usabilidade Formal | x | | | x | |
| 2 | Percurso Pluralístico | | x | x | x | |
| 3 | Inspeção de Componentes | x | | | x | |
| 4 | Inspeção de Consistência | x | | | x | |
| 6 | Inspeção Baseada em Padrões | x | | | x | |
| TESTE | | | | | | x |
| 18 | Grupo Focal | | x | | | x |
| 19 | Questionários Específicos para Medir Satisfação | | x | | | x |
| 10 | Verbalização ou Protocolo Verbal | | x | x | | x |
| 11 | Co-descoberta | | x | x | | x |
| 12 | Medida de Desempenho | x | | | | x |

Quadro 1 – Métodos de avaliação

Considerações

Analisando-se o Quadro 1, encontram-se entre os métodos de testes com usuários aqueles mais adequados para medição de usabilidade de equipamentos num ambiente de uso. São eles o grupo focal, os questionários específicos para medir satisfação, a verbalização ou protocolo verbal, a co-descoberta e a medida de desempenho. Esses métodos são mais adequados pela característica de intensa participação dos usuários, pela facilidade de serem executados em ambiente real e ainda por poderem ser implementados com menor custo.

De acordo com Nielsen (1993), podem ser adotadas várias combinações de métodos de usabilidade. Cada novo projeto pode precisar de uma diferente combinação; tudo vai depender de suas características particulares.

Na abordagem proposta, a coleta dos dados que avaliam um dispositivo requer a utilização dos questionários específicos. Quando a empresa possui especialistas em usabilidade, recomenda-se o uso do método heurístico na avaliação das variáveis definidas dentro do contexto de uso.

2.2.6 Avaliação de dispositivo móvel

Os métodos convencionais são suficientes para avaliar a usabilidade de dispositivos móveis? Existe a necessidade de se criar um novo método para avaliar a usabilidade de equipamentos móveis? Há a necessidade de extensão dos métodos existentes?

Seguem-se algumas opiniões recolhidas em Lindroth (2001), para análise do tema:

“...Comunicação humano computador com equipamentos fixos é diferente da comunicação com equipamentos móveis, logo exige diferentes métodos. A escolha do método dependerá do objetivo”.

“O maior problema é provavelmente criar uma situação de usuário perto da realidade. Equipamentos móveis são usados pelas pessoas em todo lugar. Então a primeira coisa para analisar é como e quanto o contexto afeta a usabilidade dos diferentes equipamentos”.

Em Lindroth (2001), foram ainda avaliados dispositivos móveis através de cinco métodos tradicionais de testes com o usuário: medida de desempenho, co-descoberta, percurso

pluralístico, entrevistas com especialistas e entrevistas informais. Na avaliação dos equipamentos, foram observadas as seguintes deficiências:

- medidas calculadas em certas situações precisam ser reconsideradas quando mudam as condições;
- é impossível testar um equipamento em todas as situações, e certamente isso não é necessário;
- métodos tradicionais de usabilidade avaliam situações em que possivelmente o equipamento seria utilizado;
- na maioria dos métodos, é muito difícil, quando não impossível, executá-los em ambiente externo;
- usuários utilizam os equipamentos de formas diferentes, dependendo de cada situação ou contexto;
- a maior dificuldade não é a avaliação, mas a coleta dos dados.

Na Figura 13, visualiza-se como o contexto de uso influencia a avaliação de dispositivos móveis. Os métodos tradicionais cobrem grande parte do que pode ser medido dentro de um laboratório, mas enfrentam dificuldades em cobrir um contexto de uso externo, onde o ambiente é instável. Um método adequado para equipamentos móveis deve cobrir ambientes externos, embora com menos rigor do que os métodos tradicionais.

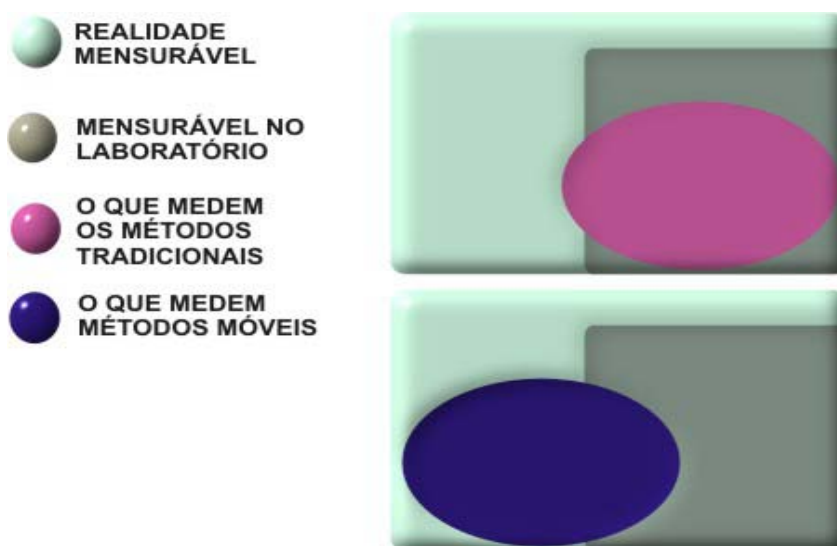


Figura 13 – Métodos móveis e métodos de laboratório

Avaliação de telefone celulares

Para reforçar a necessidade de uma avaliação de usabilidade diferenciada para dispositivos móveis, mostrar-se-á como a usabilidade da aplicação está entrelaçada com o uso do aparelho. Para avaliar a usabilidade da aplicação, é preciso avaliar concomitantemente a usabilidade do dispositivo móvel ao usuário executar uma tarefa. Daí a necessidade de critérios adicionais, que precisam ser observados além da avaliação tradicional das aplicações.

Ketola (2001) afirma que tradicionalmente a usabilidade tem sido definida como uma interação do homem com o computador; entretanto o uso de dispositivos móveis excede a esse conceito e propõe novos atributos para avaliação da usabilidade.

2.2.7 Análise do contexto de uso

Ao avaliar a usabilidade de um sistema ou produto, é importante que as condições de teste sejam representativas do seu real contexto de uso. Para isso, realiza-se um levantamento de informações a respeito dos usuários, das tarefas e do ambiente onde ocorre a interação do usuário com um sistema. Em termos gerais, é necessário avaliar a qualidade de uso do dispositivo.

De acordo com Bevan (1995), a qualidade de uso é determinada não apenas pelo produto, mas também pelo contexto em que é utilizado, compreendendo usuários específicos, tarefas e meio ambiente. A qualidade de uso como medida de usabilidade é resultado da interação do usuário com o produto, executando uma tarefa em um ambiente organizacional técnico, físico e social. Medidas de qualidade de uso podem ser empregadas para avaliar a qualidade de uso do produto para um contexto particular. Entretanto, as medidas de qualidade de uso também dependem da natureza do usuário, da tarefa e do ambiente; eles são propriedade de todo o sistema (Work system ISO 1981). Um aspecto relevante da qualidade de *software* deve contribuir para a qualidade de uso; mas, para um *software* interativo, a facilidade de uso geralmente é um ponto crucial. A Figura 14 mostra os fatores do contexto de uso que podem influenciar na utilização de um produto.

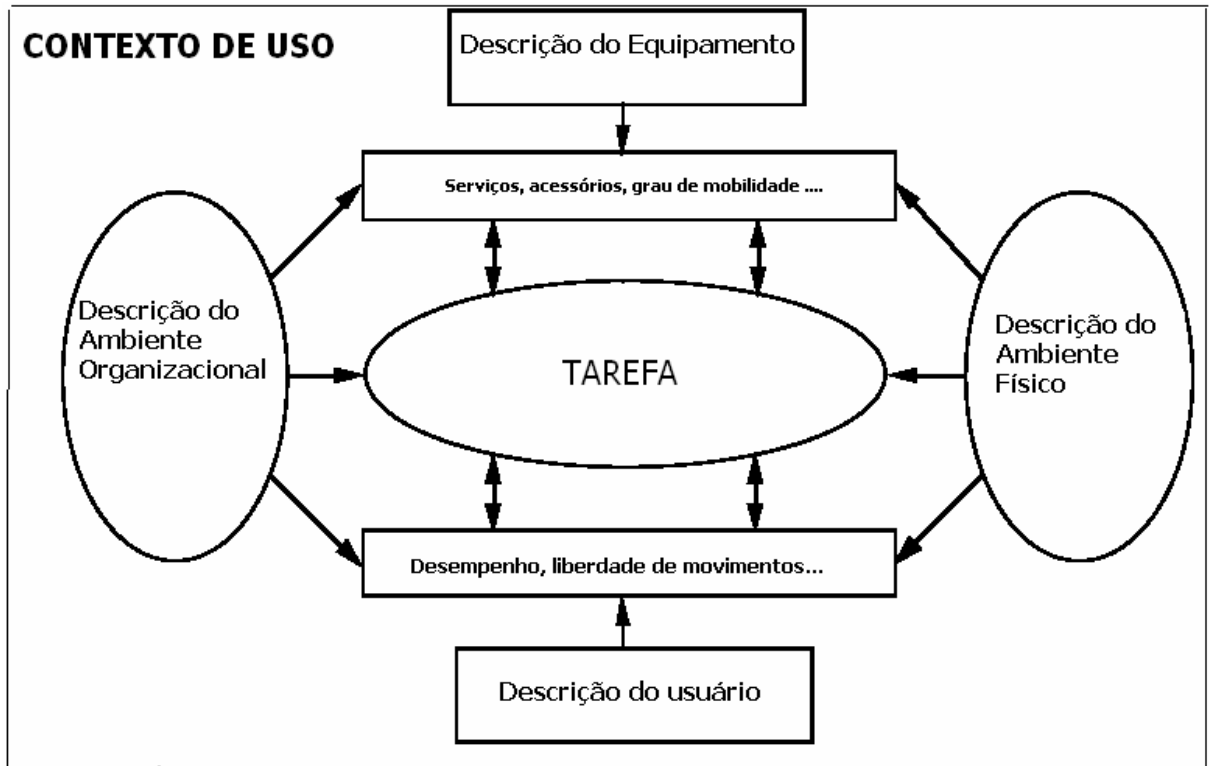


Figura 14 – Fatores do contexto que podem influenciar a qualidade de uso

Sobre o contexto de uso, Dias (2001) informa que, para avaliar a usabilidade de um sistema ou produto, é essencial que as condições de avaliação sejam representativas do real contexto de uso. Para isso, realiza-se um levantamento de informações a respeito dos usuários potenciais do equipamento ou produto, da tarefa a ser realizada e das possíveis variações do ambiente onde ocorre a interação do usuário com o equipamento, bem como do próprio equipamento e do sistema em interação. Exemplos dos tipos de informações levantadas para cada uma dessas categorias estão ilustrados no Quadro 2: os usuários, com suas características pessoais e habilidades técnicas; a descrição das tarefas; o ambiente físico e organizacional onde está inserido o usuário; e os equipamentos que serão utilizados.

| Usuários | | Tarefas |
|--|--|--|
| Dados pessoais | Habilidades técnicas | Detalhamento da tarefa |
| Faixa etária | Nível de escolaridade | Objetivo da tarefa |
| Sexo | Experiência com o sistema | Frequência e duração da tarefa |
| Limitações físicas e mentais | Experiência com computadores | Importância da tarefa em relação aos objetivos institucionais e a outras tarefas |
| Habilidades intelectuais | Experiência com interfaces gráficas | Dependência de outras tarefas |
| Motivações | Experiência profissional | Riscos associados a erros na tarefa |
| Atitude em relação à tecnologia | Experiência específica na tarefa | Flexibilidade da tarefa |
| Ambiente | | Equipamentos |
| Organizacional | Físico | Configuração de hardware |
| Objetivos organizacionais | Condições atmosféricas e climáticas | Configuração de software |
| Quantidade de horas de trabalho | Espaço físico e mobiliário | Materiais necessários |
| Funções profissionais | Condições auditivas e visuais | |
| Estrutura gerencial | Localização da estação de trabalho | |
| Flexibilidade do trabalho | Segurança do trabalho | |
| Atividades individuais ou em equipe | | |
| Política de uso de computadores | | |
| Informações adicionais sobre o sistema | | |
| Quantidade de usuários atendidos pelo sistema | Nível de participação dos usuários no projeto do sistema | |
| Tipos diferentes de usuários | Última avaliação realizada | |
| Tamanho do sistema (quantidade de módulos, páginas etc.) | Plano de remodelagem ou alterações significativas no sistema | |

Quadro 2 – Exemplo de análise de contexto

As informações ilustradas no Quadro 2 são representativas do contexto a ser utilizado. Particular atenção deve ser dispensada àquelas informações que causam impacto relevante na qualidade de uso de todo o sistema, como por exemplo, as habilidades e limitações dos usuários, frequência e duração da tarefa e configuração de *hardware* e *software*. Nos casos onde não é possível selecionar todos os componentes do contexto de uso durante a avaliação, um particular cuidado deve ser tomado para não generalizar os resultados do estudo.

2.3 Considerações

Tomando-se como base o referencial teórico deste trabalho, verifica-se que, até o momento, inexistem métodos que proponham, aos desenvolvedores e empresas, diretrizes para escolha de um equipamento móvel adequado a sua demanda, levando em consideração o contexto de uso. Verifica-se também que não existe uma proposta única sobre os atributos de usabilidade que contemplem a avaliação para a escolha de um equipamento. Este estudo

propõe um método que utiliza um quadro de variáveis de usabilidade específicas e determinadas a partir do contexto de uso de uma aplicação.

Neste capítulo, descreveu-se a necessidade de inclusão de variáveis oriundas do contexto de uso para cobrir os aspectos de usabilidade característicos da mobilidade. As variáveis de usabilidade adicionalmente propostas estão baseadas na definição de usabilidade idealizada por Nielsen (1993), contemplada na ISO 9241; no conceito de usabilidade proposto pela ISO/CD 20282; e na ampliação da usabilidade para telefones celulares proposta em Ketola (2001), segundo o qual a avaliação da qualidade de uso de um dispositivo móvel exige a análise de uma entidade que vai além do equipamento: um sistema que inclui a mobilidade, a conectividade e a especificidade das tarefas executadas.

Mostrou-se também que a usabilidade de um equipamento está diretamente ligada à qualidade de uso definida por Bevan (1995); isto é, que a usabilidade é o resultado da interação de um usuário com um dispositivo móvel na execução de uma tarefa dentro de ambientes organizacionais técnicos, físicos e sociais.

Usabilidade e contexto de uso

A partir do embasamento teórico, observou-se que a expressão *contexto de uso* e o termo *usabilidade* foram definidos a partir de várias abordagens. Por isso, tornam-se oportunas algumas considerações e opções de abordagem a respeito desses conceitos, que são fundamentais para este estudo.

Usabilidade tradicional

Existem algumas abordagens para determinar se um produto é usável e que não são consideradas dentro do termo *usabilidade*.

No embasamento teórico, percebeu-se que três visões relatam como a usabilidade seria mensurada:

- visão orientada ao produto, onde a usabilidade pode ser medida a partir dos atributos ergonômicos do produto;

- Visão orientada ao usuário, onde a usabilidade pode ser medida com base no esforço físico e mental, atitudes e características do usuário; e
- Visão da *performance* do usuário, onde a usabilidade pode ser medida pela avaliação de como o usuário interage com o produto, com particular ênfase na facilidade de uso ou na aceitação do produto no mundo real do usuário.

Neste estudo, utiliza-se a visão de usabilidade do produto orientada ao contexto de uso. Para isso, são utilizados os conceitos de contexto de uso e de usabilidade descritos no Projeto MUSIC (Metrics for Usability Standards In Computing), por Bevan (1995), Dias (2001) e Schoeffel (2003), conforme destacado a seguir.

Usabilidade de um produto móvel – É a função da facilidade de uso e aceitabilidade de um produto ou um sistema para uma particular classe de usuários, realizando tarefas específicas num ambiente específico. Dentro dessa abordagem, a usabilidade sinaliza se o produto ou sistema será ou não usado. A usabilidade avalia se o produto é usável, se o produto será usado e como será usado. Constitui contribuição deste trabalho fazer a associação do conceito de usabilidade associado ao contexto de uso. Essa associação é melhor representada na Figura 15, que ilustra o conceito de aceitabilidade de Nielsen (1993), acrescido dos atributos para telefones celulares de Ketola (2001).

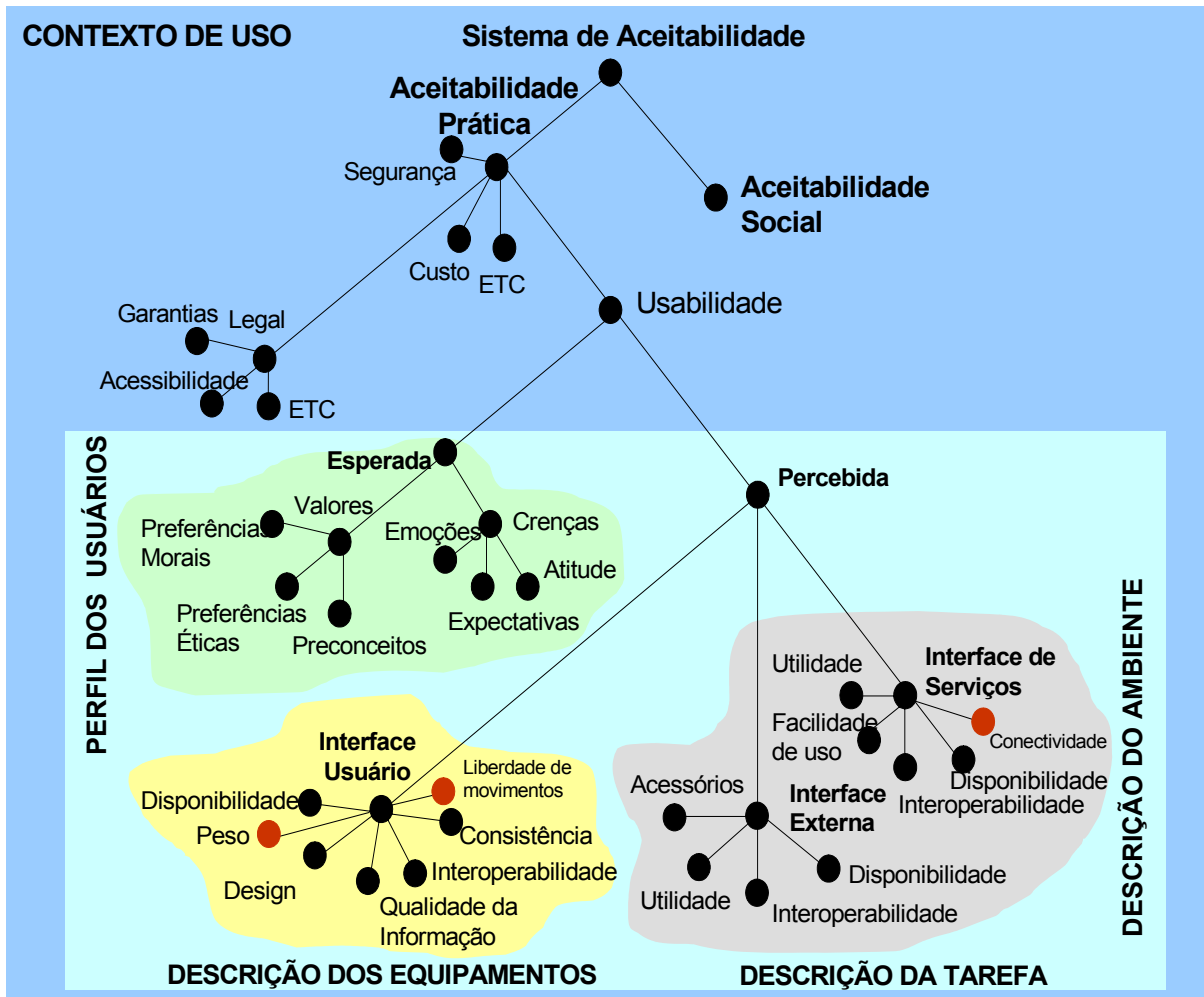


Figura 15 – Contexto de uso e usabilidade da proposta em estudo

- Fatores relativos à descrição do ambiente.
- Fatores relativos às características dos usuários.
- Fatores relativos à descrição dos equipamentos.
- Fatores que incidem sobre a execução da tarefa sendo realizada pelo usuário, num ambiente usando determinado equipamento.
- Exemplos de variáveis propostas por esse trabalho para medição de usabilidade em equipamentos móveis.

Contexto de uso – O contexto de uso é composto de usuários, equipamentos, tarefas e ambientes físico e organizacional. O contexto de uso contém variáveis que podem subsidiar a avaliação da usabilidade de um produto. A partir do contexto de uso, é possível escolher variáveis que contemplam a definição de usabilidade anteriormente descrita, variáveis essas que sinalizarão se um produto será usado.

Verifica-se, portanto, que todo o contexto de uso influencia na eficácia, eficiência e satisfação do usuário na utilização de um dispositivo móvel. No próximo capítulo, mostrar-se-á a proposta deste estudo: um método para a escolha de um equipamento móvel a partir da avaliação de variáveis selecionadas do contexto de uso.

3 PROPOSTA

A tendência por mobilidade motiva a indústria de equipamentos para a produção de novos dispositivos ou para adaptação de alguns equipamentos móveis já existentes, como os *notebooks* e os PDAs. Um exemplo dessa tendência são os telefones celulares, que hoje são fabricados trazendo serviços de processamento de dados e imagens. A linha de frente dos novos produtos apresenta serviços tradicionais dos *desktops*, como o acesso à Internet, à transmissão de dados, o tráfego de imagens e a possibilidade de executar aplicativos em Java. Por outro lado, a miniaturização dos *notebooks* e o avanço dos *handhelds*, que permitem um leque imenso de alternativas de equipamentos para solucionar problemas de mobilidade, dificultam a escolha do dispositivo ideal para tarefas específicas. A decisão por um equipamento inadequado pode inviabilizar projetos e trazer prejuízos à organização.

A inexistência de técnicas que auxiliem na escolha de equipamentos para aplicação em computação móvel tem trazido dificuldades para as empresas interessadas em soluções que requeiram o uso desses tipos de equipamentos.

Nessa abordagem, considera-se que a escolha do equipamento adequado para um sistema móvel é influenciada pela qualidade da interação humana com o equipamento. Para isso, propõe-se uma série de variáveis de usabilidade, coletadas dentro do contexto de uso da aplicação, para mensurar a qualidade da interação e auxiliar na escolha do produto. A coleta dessas variáveis será feita de acordo com diretrizes previstas no método proposto neste estudo.

Neste capítulo, descrevem-se em detalhes a proposta do método para a escolha de dispositivos móveis, utilizando variáveis de usabilidade que darão suporte à escolha do equipamento a partir de um caso prático.

3.1 Laboratório no campo

Para simplificar a implementação da proposta, procurou-se seguir algumas diretrizes para um teste de usabilidade móvel. De acordo com Rowley (1994), um teste de usabilidade móvel em campo pode ser feito a um baixo custo, coletando-se as informações diretamente da estrutura da própria empresa. Três diretrizes podem ajudar a tornar isso possível:

1. envolver os desenvolvedores diretamente na formulação do material necessário para conduzir o teste, o que inclui protótipos, descrição de tarefas, cenários de usos e outras documentações de suporte;
2. limitar o investimento apenas para o dispositivo que será testado, adaptando as ferramentas às necessidades da avaliação do processo; e
3. utilizar os recursos disponíveis na organização para providenciar suporte e coordenação das funções necessárias para acompanhamento dos testes em campo. Isso inclui lojas, vendedores e serviços prestados pelas sucursais.

3.2 Método

De acordo com Richardson (1999), o conceito de método em pesquisa científica significa a escolha de procedimentos para descrição e explicação de fenômenos. Galliano (1998) define um método como um conjunto de etapas, ordenadamente dispostas, a serem vencidas na investigação da verdade. Ele considera ainda que, em linhas gerais, um método científico é um instrumento utilizado pela ciência na sondagem da realidade, onde os problemas são formulados e as hipóteses são examinadas.

Na utilização de um método, todo trabalho deve ser planejado e executado de acordo com as normas requeridas por cada método de investigação. Em vista disso, faz-se necessário enfatizar que o método precisa estar apropriado ao tipo de estudo que se deseja realizar. Entretanto, a natureza do problema ou seu nível de aprofundamento é que, de fato, determina a escolha do método. Richardson define ainda métodos quantitativos e qualitativos, na forma descritos a seguir.

Métodos quantitativos – Caracterizam-se pelo emprego da quantificação tanto nas modalidades de coleta de informações, quanto no seu tratamento, por meio de técnicas estatísticas, podendo utilizar desde as mais simples, como percentual médio, desvio-padrão, até as mais complexas, como coeficiente de correlação, análise de regressão e outras.

Amplamente utilizado na condução de pesquisas, o método apresenta, em princípio, a intenção de garantir a precisão dos resultados, evitar distorções de análise e interpretação, possibilitando, conseqüentemente, uma margem de segurança quanto às inferências. É freqüentemente aplicado nos estudos descritivos, em especial naqueles que procuram

descobrir e classificar a relação entre variáveis, bem como a relação de causalidade entre fenômenos.

Métodos qualitativos –Em tese, diferem dos quantitativos à medida que não empregam instrumental estatístico como base do processo de análise de um problema. A abordagem qualitativa se justifica por ser uma forma adequada para entender a natureza de um fenômeno social. A princípio, pode-se afirmar que, em geral, as investigações voltadas para a análise qualitativa têm como objeto situações complexas ou estritamente particulares. Os estudos que empregam metodologia qualitativa podem descrever a complexidade de determinado problema; analisar a interação de certas variáveis; compreender e classificar processos dinâmicos vividos por grupo; e possibilitar, em maior nível de profundidade, o entendimento das particularidades do comportamento dos indivíduos.

Diante dos conceitos comentados acima, optou-se por uma abordagem quantitativa para o método proposto, devido à necessidade de identificação, ordenação e classificação dos fenômenos para analisar as variáveis que influenciam ou causam o aparecimento dos fenômenos.

a) Objetivos do método

- prover os analistas de sistemas e desenvolvedores um método que facilite a escolha do equipamento mais adequado dentre as alternativas ofertadas no mercado para solução de uma aplicação móvel;
- evitar que a escolha errada do equipamento seja a causa do insucesso de um projeto em sua fase de implantação;
- reduzir os custos para testar a usabilidade do produto:
 - . o método não necessita da presença de especialistas em usabilidade durante a avaliação no ambiente externo; e

. todos os recursos são encontrados dentro da própria empresa. Por exemplo, numa loja, os vendedores e os serviços podem ser utilizados na execução do método.

. permitir que empresas possam testar um dispositivo com uma avaliação de baixo custo;

- permitir que a avaliação de usabilidade possa ser utilizada como uma técnica para escolher qualquer equipamento, seja um dispositivo móvel selecionado para automação de uma tarefa, seja na compra de produtos cuja utilização exija uma forte carga de interação com os usuários; e

- oferecer aos analistas de sistemas e de negócios envolvidos numa escolha de equipamentos móveis uma avaliação de usabilidade simplificada, que utilize os recursos do próprio ambiente de trabalho.

b) Pressuposto

O método tem como pressuposto o fato de que os analistas e desenvolvedores devem ter selecionado as possíveis soluções de equipamentos e a tarefa do usuário que será executada pelo equipamento em avaliação.

c) Fluxo do método

As etapas do método podem ser representadas na forma de fluxo de procedimentos, de acordo com o fluxograma proposto na Figura 16.

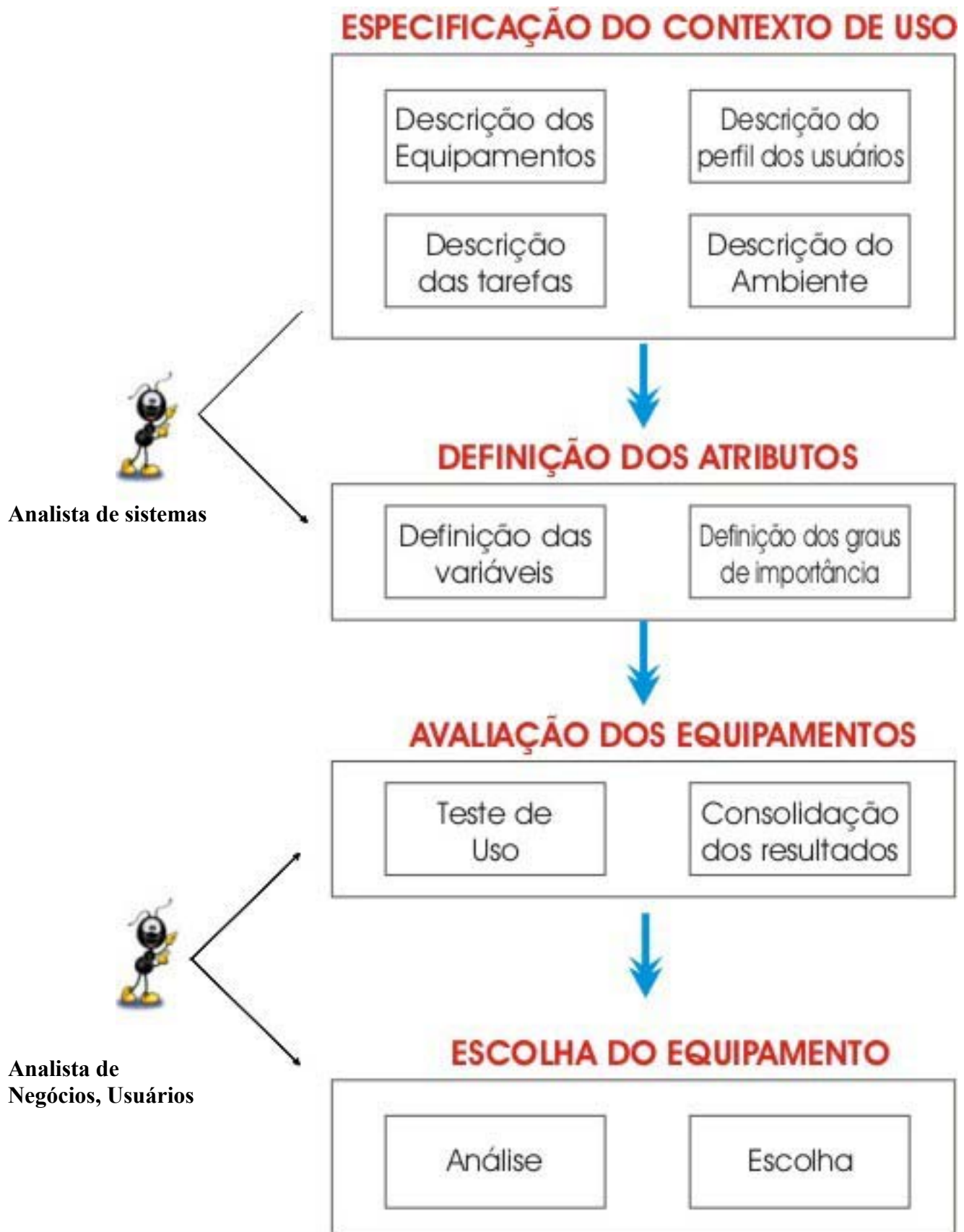


Figura 16 – Etapas do método

Para a escolha do equipamento utilizando o método de usabilidade ora proposto, tem-se a presença de três categorias de participantes: o analista de negócios, o analista de sistemas e os usuários reais dos equipamentos.

Analista de Sistemas – Funcionário da área de desenvolvimento de sistemas da própria empresa, responsável pela especificação do contexto de uso e pela definição dos atributos da avaliação.

Analista de Negócios – Funcionário da área de negócios da empresa, responsável pelo acompanhamento da parte operacional do método (captura dos dados e escolha do equipamento). O analista deve conhecer todo o fluxo do processo de negócio da empresa que será automatizado pela utilização do equipamento móvel.

Usuários – São os funcionários que utilizarão o equipamento móvel na realização de tarefas reais da empresa. Geralmente são recrutados nas equipes de campo, principalmente promoção e vendas.

Os próximos parágrafos são destinados à explicação de cada uma das fases do método proposto.

3.1.1 Especificação do contexto de uso

Conforme Schroder (2003), a introdução de equipamentos móveis levou à execução das tarefas automatizadas em contextos diversos, onde o ambiente de trabalho pode ser trocado com frequência e os usuários podem não estar atentos à operação do dispositivo. O contexto de interação e a situação do usuário tornaram-se extremamente importantes na qualidade de uso. O significado da presença do equipamento na vida do usuário deve ser levado em conta, porque o dispositivo pode representar um objeto estranho que pode ser rejeitado pelo mundo real do usuário.

Nesta etapa, são identificados os equipamentos, os usuários típicos, as tarefas mais frequentes executadas pelos usuários e os ambientes físico e tecnológico. A identificação dessas informações tem por objetivo fazer com que o contexto definido para avaliação seja representativo do contexto de uso do mundo real.

A especificidade do contexto de uso é geralmente construída pelos analistas de sistemas durante a fase de desenvolvimento de uma aplicação. Para a utilização desse método, pode-se empregar a documentação de contexto de uso, produzida na própria empresa durante o desenvolvimento de uma aplicação. Esta documentação pode ser expressa através de casos de uso, cenários, descrição de requisitos, contendo informações pertinentes. Nos casos onde não existe esse tipo de documentação sobre o contexto de uso, ela deve ser gerada para dar suporte à construção dos requisitos do método que são descritos a seguir.

a) Descrição dos equipamentos

O analista de sistemas descreve os equipamentos que serão avaliados, compreendendo:

Características – nome do produto, identificação, descrição, principal área de aplicação, funções principais; e

Especificações – *hardware*, *software*, material principal de que é confeccionado.

b) Descrição do perfil dos usuários

O analista de sistemas descreve as características dos personagens envolvidos na execução da tarefa selecionada para ser realizada, compreendendo:

Detalhes pessoais – tipos de usuários, usuários secundários e clientes;

Habilidades e conhecimentos – experiência com o dispositivo, experiência com informática e experiência com a tarefa; e

Atributos pessoais – idade, sexo, capacidades e limitações físicas, habilidades intelectuais, atitude e motivação.

c) Descrição das tarefas

Define-se por tarefa uma seqüência de procedimentos efetuados para se atingir um objetivo, como, por exemplo, buscar um endereço em uma agenda.

Nessa fase, o analista descreve em detalhes as características da tarefa a ser executada pelo usuário para avaliação do dispositivo.

Características da tarefa: nome, objetivo, frequência, duração, esforço físico e mental necessário para completar a tarefa, descrição das dependências de outras tarefas para completar toda a tarefa.

Antes de se dar início à execução do método, cada participante deve realizar a tarefa que foi definida pelo analista de sistemas a partir das atividades normais de trabalho do usuário.

A tarefa escolhida deve fazer parte da rotina de trabalho do usuário. A única diferença é que o usuário realizará a tarefa com o equipamento selecionado para automatizar toda ou parte da tarefa.

d) Descrição do ambiente

O analista descreve as condições do ambiente que podem influenciar a execução de uma tarefa e a *performance* do dispositivo. Existem três tipos de ambientes a serem observados: organizacional, técnico e físico.

Organizacional – descreve-se o ambiente da empresa envolvido na execução de uma tarefa, bem como a estrutura disponível para a avaliação de um dispositivo, compreendendo:

Estrutura – horas de trabalho, grupo de trabalho, interrupções, forma de gerenciamento, funções profissionais e estrutura de comunicação; e

Atitude e cultura da empresa – Política de uso dos computadores, envolvimento organizacional.

Técnico – refere-se à plataforma de *hardware* e *software* que dá suporte à utilização do dispositivo, como; Intranet, Internet, sistemas operacionais e sistema de comunicação de dados.

Físico - refere-se às condições climáticas onde a tarefa é executada, condições auditivas e visuais, segurança do trabalho e transportes utilizados.

Uma vez descrito o contexto de uso, a próxima etapa é a definição dos atributos de avaliação dos equipamentos, as variáveis e respectivos graus de importância.

3.1.2 Descrição das variáveis de usabilidade

Uma vez descrito o contexto de uso, esta etapa contempla a definição dos atributos de avaliação dos equipamentos, as variáveis e respectivos graus de importância.

As variáveis definidas para uma avaliação descrevem as características de um produto ou equipamento a medir. De acordo com Richardson (1999), variáveis podem ser definidas como as características mensuráveis de um fenômeno, e apresentam duas características fundamentais: elas são as partes observáveis do experimento; e elas devem apresentar variações ou diferenças em relação ao experimento ou a outra realização de experimento.

Nessa etapa, o analista de sistemas define e descreve as variáveis, a classificação segundo uma determinada escala de medição e como será procedida essa medição. Neste estudo, propõe-se que as variáveis sejam escolhidas a partir do contexto de uso da aplicação.

a) Identificação das variáveis

Somente algumas variáveis do contexto de uso terão influência na qualidade de uso do equipamento, cabendo aos analistas identificar quais variáveis são relevantes para a satisfação do usuário no momento da utilização do dispositivo. Para um dispositivo que será utilizado em ambientes abertos, a variável *grau de luminosidade permitido pelo display* deverá ser avaliada, pois a deficiência nesse atributo poderá inviabilizar a execução da tarefa em dias claros ou em uso noturno.

Existem variáveis do ambiente que normalmente não seriam consideradas como avaliadoras de usabilidade – pois dizem respeito às condições ambientais –, como, por exemplo, a conectividade. Entretanto, quando variáveis desse tipo não são atendidas, ocasionam alterações na forma natural e cognitiva de uso dos dispositivos pelas pessoas. Dessa forma, as variáveis selecionadas precisam cobrir conceitos ergonômicos, cognitivos e ambientais, como, por exemplo, a carga das baterias, resistência ao clima e o peso do equipamento.

b) Definição conceitual das variáveis

Uma vez identificadas as variáveis, é importante efetuar a definição conceitual de cada uma delas. Por exemplo, se quiser saber se um equipamento tem conectividade, primeiro tem-se que definir conceitualmente o que é estar conectado. O acesso à internet significa conectividade? Ter um canal de transmissão e recepção de voz significa estar conectado? A definição deve ser efetuada a partir do grau de necessidade de comunicação do usuário para executar a tarefa dentro da aplicação. A quantidade de variáveis deve ser definida a partir da complexidade do equipamento e do tipo de tarefa. O número de variáveis a ser analisado deve ser o menor possível entretanto, suficiente para permitir a avaliação dos equipamentos. Uma avaliação com mais de dez variáveis pode ser perigosa para um nível de avaliação onde não é exigida a presença de especialistas.

c) Definição da escala de medição

Definir a escala de medição de uma variável é uma atividade operacional em que se estabelecem os parâmetros de avaliação, através da atribuição de valores às variáveis. Suponha-se, por exemplo, que no contexto de uso de uma aplicação o peso do equipamento seja uma variável escolhida para medição. Definem-se, assim, os níveis de medição aceitáveis para a tarefa a ser executada. Por exemplo: leve para dispositivos que pesem até 200 gramas; aceitável para dispositivos pesando até 400 gramas; pesado para dispositivos com mais de 500 gramas. Neste estudo, utilizam-se números para representar a escala de usabilidade dos equipamentos.

d) Graus de importância

De acordo com Buxton (1995), todo equipamento tem suas forças e fraquezas, assim como cada aplicação tem a sua própria e única demanda; o que deve ser obtido é uma combinação de variáveis que maximizem as forças do equipamento com o atendimento da necessidade da aplicação. Por esse motivo, torna-se necessário criar graus de importância para diferenciar, dentre as variáveis de usabilidade, aquelas que trariam mais conforto na utilização do equipamento. Por exemplo, se para completar a tarefa exige-se um grande

volume de entrada de dados, e o não-atendimento dessa variável impede a realização da tarefa, pode ser necessário ressaltar essa variável dentre as outras, atribuindo-lhe um valor maior para que equilibre a escolha do equipamento. Para dar valores aos graus de importância, utiliza-se uma escala de Likert (LIKERT, 1932), variando de 1 a 3, com nível 1 representando o grau de menor importância, e o nível 3 representando o grau mais relevante.

Após se definirem as variáveis e graus de importância, o próximo passo consiste em descrever a forma de capturar dados relativos ao ambiente de uso.

3.1.3 Avaliação de uso dos equipamentos

Os objetivos dessa fase são os seguintes:

- especificar o instrumento de coleta de informações e seus conteúdos, como, por exemplo, questionários, entrevistas, fichas ou formulários de entrada de dados;
- especificar como coletar os dados;
- testar o uso dos equipamentos em ambiente real; e
- consolidar as variáveis de usabilidade capturadas.

a) Instrumentos de coleta

Para essa fase, sugere-se a utilização de questionários específicos na coleta dos dados, valoração dos critérios selecionados e validação dos graus de importância de cada critério. A definição dos questionários é específica para coletar as medições de cada variável. As questões devem ser simples e evitar expressões e termos eruditos. O formato ideal é um formulário onde os usuários assinalem apenas um valor para cada uma das variáveis selecionadas.

b) Teste de uso dos equipamentos em ambiente real

Nessa fase, o analista de negócios executa cinco passos fundamentais: seleciona os usuários que utilizarão os dispositivos, que serão a amostra para a avaliação; mostra os objetivos da avaliação; discute detalhadamente o questionário com os usuários para produzir um certo nível de padronização no processo de obtenção dos dados; realiza um pré-teste; e

realiza a coleta de dados, através da utilização dos equipamentos pelos usuários em ambiente real do trabalho cotidiano.

Propõe-se também efetuar de forma rápida um pré-teste com os seguintes objetivos: evitar distorções contidas nas questões; incluir questões não percebidas; possibilitar a familiarização dos usuários com os questionários; e verificar a capacidade dos usuários como coletores de dados.

Os questionários específicos devem coletar os dados quantitativos das variáveis, podendo haver a necessidade de o analista fazer algumas entrevistas, para corrigir as distorções de avaliação que possam existir entre a parte numérica e a qualidade da satisfação.

Segundo Lima (2002), existem questionários de comprovada validade, especificamente projetados para avaliar aspectos de usabilidade. Para realizar esse método, pode-se utilizar os questionários formais de usabilidade (alguns deles são descritos no quadro 3) questionários de avaliação de usabilidade e heurísticas.

| Acrônimo | Instrumento | Referência | Instituição |
|-----------------|---|-------------------|--------------------|
| QUIS | Questionário para Satisfação de Interface com o Usuário | CHIN et al., 1988 | Maryland |
| PUEU | Utilidade e Facilidade de Uso Percebidos | DAVIS, 1989 | IBM |
| NHE | Avaliação Heurística de Nielsen | NIELSEN, 1993 | Bellcore |

Quadro 3 – Questionários de avaliação de usabilidade e heurística

Ao final do ciclo de tarefa, isto é, quando todos os procedimentos que compõem uma tarefa forem totalmente executados por todos os participantes, os questionários deverão ser aplicados pelo analista de negócios, obtendo-se, assim, a medição de cada variável percebida pelos participantes.

c) Consolidação dos resultados

Nessa etapa, os dados devem ser consolidados a partir das respostas coletadas nos questionários aplicados nos usuários dos dispositivos após um ciclo de execução da tarefa selecionada para avaliação. A consolidação deve combinar as medições coletadas das

variáveis com os respectivos graus de importância. Nesse momento, verifica-se a consistência de conteúdo das variáveis, isto é, se os valores são compatíveis com as dificuldades ou facilidades do usuário em iniciar e completar tarefas reais.

d) Tabela comparativa

Uma tabela comparativa é produto final dessa etapa; ela possibilita avaliar os dispositivos a partir de suas respectivas variáveis, utilizando os valores atribuídos na coleta de dados, através dos questionários, e determinados na fase de definição da escala de medição. Utiliza-se a escala de valores baseada no intervalo de 0 a 4, considerado de mais fácil utilização. Nessa escala, a analogia é que, ao obter o valor 0, o equipamento não atende aos critérios de medição da variável; o valor 1 atende precariamente; o valor 2 atende razoavelmente; o valor 3 atende totalmente; e o valor 4 supera as expectativas.

Após a construção da tabela, o analista dispõe de todas as informações necessárias para, na próxima fase, efetuar a escolha do equipamento.

3.1.4 Escolha do equipamento

Um dos princípios da abordagem é a utilização dos recursos existentes na própria organização, para avaliação do dispositivo. Esse fato indica que, provavelmente, não haverá um especialista de avaliação de usabilidade participando da análise. Dessa forma, para simplificar o trabalho dos analistas e usuários, sugere-se que na consolidação dos dados seja realizada uma classificação das variáveis por equipamento, através de uma tabela comparativa construída na etapa de captura dos dados. Quando a empresa dispõe de especialistas de usabilidade, sugere-se então o recurso à avaliação heurística para comparar e classificar os equipamentos a partir dos padrões anteriormente definidos para as variáveis.

A consolidação através da classificação de atendimento das variáveis pelos equipamentos, na ordem crescente, foi escolhida para permitir que a avaliação fosse realizada por pessoas com pouca ou nenhuma experiência em usabilidade, desde que se tenha determinado objetivamente todas as medições das variáveis. Esse método envolve a participação de um pequeno grupo de avaliadores na análise do fluxo de interação, necessário

para iniciar e completar tarefas reais. Outra vantagem é que, esse método pode ser usado em qualquer estágio do ciclo de desenvolvimento de um sistema interativo. A escolha desse método se deu também pelo fato de não exigir a presença de especialistas, ele torna-se fácil de implementar e pouco oneroso.

Na abordagem proposta, utiliza-se para avaliação das variáveis de usabilidade, um método de medição de atitudes, porque as atitudes são similares aos interesses, mesmo quando estes se referem especificamente a sentimentos ou preferências com respeito a atividades de uma pessoa (RICHARDSON, 1999). Como já foi descrito anteriormente, utilizou-se a escala de atitudes de Likert (LIKERT, 1932).

Os questionários, combinados com entrevistas informais, ausência de especialistas e de equipamentos de medição, proporcionam à avaliação menor rigor científico. Entretanto, a utilização dos equipamentos por usuários reais em ambientes reais produz resultados com maior relevância da realidade.

a) Análise

Essa fase tem por objetivo principal verificar como os dispositivos móveis respondem à medição de usabilidade das variáveis de contexto selecionadas. Os dispositivos serão testados na rotina diária das pessoas que farão uso dos equipamentos, tornando a avaliação mais próxima da realidade de uso. De acordo com Nielsen (1993), a avaliação de usabilidade, que utiliza como laboratório testes realizados no próprio ambiente de uso, terá uma importante visão da realidade de uso, desde que seja providenciada a informação consistente e direta acerca da forma de utilização do equipamento. Nesse caso, os problemas encontrados serão reflexos exatos de uso do dispositivo móvel. Em uma avaliação de usabilidade, Bevan (1995) adverte para a consistência das medições de eficiência. Quando a qualidade de uso é baixa e a eficiência de uso é alta, torna-se necessário rever as variáveis de medição, porque os objetivos do usuário estão incompatíveis com as medidas de eficiência.

b) Escolha do equipamento

Nessa fase, analisam-se os dados consolidados numa tabela descrita na fase de consolidação dos dados, o que facilita a comparação entre os equipamentos, através das informações obtidas durante a realização, pelos usuários, das tarefas descritas na etapa de

especificação do contexto de uso. Para se escolher o equipamento, usa-se o resultado da avaliação heurística dos dispositivos. A pontuação definida para cada equipamento, combinada com os graus de importância, determinará o equipamento mais adequado para execução da tarefa do ponto de vista da usabilidade.

3.3 Considerações

O método proposto utiliza os recursos existentes na empresa, propiciando o envolvimento direto dos desenvolvedores de sistemas com os usuários na construção da solução. Segundo Rowley (1994), o envolvimento da equipe de sistemas com a equipe de usuários no planejamento e condução dos testes proporciona o senso de integração do processo de desenvolvimento, facilitando a implementação do projeto atual e favorecendo experiências para projetos futuros.

Neste capítulo, foram apresentadas as diretrizes dos procedimentos da abordagem proposta para avaliação. A escolha é determinada pela comparação dos dispositivos móveis, através da medição das variáveis do contexto de uso.

Todas as etapas do método estão descritas em detalhes no próximo capítulo e exemplificam a proposta através de um caso prático de escolha de equipamentos.

4 UM EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO MÉTODO

Introdução

Apresenta-se neste capítulo um exemplo da aplicação do método proposto, baseado na escolha de um equipamento para o sistema de concessão de microcrédito do Banco do Nordeste. Descreve-se o exemplo de acordo com os conceitos e princípios apresentados no capítulo anterior, seguindo-se as etapas e fases definidas na Figura 16 – Etapas do método.

Concessão de microcrédito

De acordo com Barone (2002), microcrédito é a concessão de empréstimos de baixo valor a pequenos empreendedores informais e microempresas sem acesso ao sistema financeiro tradicional, principalmente por não terem como oferecer garantias reais. As características principais são: o aval solidário, baseado na formação de grupos de pessoas da comunidade atendida, que se responsabilizam mutuamente pelos empréstimos; e a análise e o acompanhamento dos tomadores de empréstimos, realizados por uma pessoa especialmente capacitada: o agente de crédito.

O assessor de crédito realiza quase todo o seu trabalho diretamente nos locais dos empreendimentos. Essa característica exige uma movimentação diária e constante dentro da sua área de atuação.

A tarefa exige a utilização de formulários que são preenchidos e analisados para posterior digitação na agência. O desafio é a automação do processo, que tem por característica um pesado volume de entrada de dados e alto grau de mobilidade num ambiente com clima bastante árido. Os objetivos do banco na procura por tecnologia móvel era aumentar a velocidade de expansão do programa, que era baixa, com os procedimentos de campo automatizados de forma centralizada dentro das agências de crédito. Com a tecnologia móvel, pretende-se alcançar os seguintes objetivos: maior produtividade na contratação dos empréstimos; menor volume da documentação impressa a ser levada para os trabalhos em campo, através da automação dos formulários; melhor organização da rotina de trabalho; e redução do deslocamento do assessor de crédito entre a agência e os bairros de sua atuação.

Fazendo-se a opção por uma solução móvel, a dificuldade reside na escolha do equipamento adequado, dentre tantas novidades nessa indústria em expansão, para esse tipo de aplicação.

Nos próximos parágrafos cada uma das etapas do método proposto será aplicada para este domínio de estudo.

4.1 Especificação do contexto de uso

O contexto de uso de uma aplicação de microcrédito é definido pela tarefa a ser executada pelo assessor, pelo ambiente onde ela será executada e pela interação do usuário com o equipamento, através dos métodos de entrada e saída de dados. Como a avaliação é de campo, os critérios não estão intrinsecamente ligados às habilidades dos usuários com os aplicativos do equipamento. O estudo aborda com mais relevância as restrições impostas pela mobilidade na utilização de um dispositivo para executar uma tarefa em um ambiente determinado.

a) Descrição dos equipamentos

Os equipamentos móveis capazes de solucionar o problema da aplicação são os seguintes:

Notebook – Processador Intel Pentium III 600 MHz, memória de 64 Mb, peso 2,2 Kg, bateria recarregável, sistema operacional Windows, placa de modem 56 kb, suporte a qualquer tipo de aplicação e *softwares* mais utilizados no mercado.

Coletor de dados – Placa microprocessadora, *display*, teclado alfanumérico e de funções com 45 teclas, bateria recarregável, placa de comunicação serial, memória de 512 Kb, sistema operacional particular, programável em linguagem C, peso em torno de 0,5 Kg.

Handheld – Processador Motorola EZ 20 MHz, caneta *touch screen*, fonte de pilhas comuns, comunicação serial e infravermelho, placa de modem 56 kb, memória de 2 Mb, peso 120 g, sistema operacional Palm OS.

b) Descrição dos usuários

Os usuários dos equipamentos são cinco assessores de crédito do Programa Crediamigo, sendo três mulheres e dois homens, todos contratados pelo Banco do Nordeste.

Atributos pessoais – Jovens, com idade variando entre 19 e 25 anos, com instrução de nível médio, todos com boa atitude e motivação para aplicar o método proposto neste estudo.

Habilidades e conhecimentos – Os assessores não possuem experiência anterior com os equipamentos. Todos têm habilidade com informática na operação de computadores pessoais. Possuem prática na utilização de planilhas, editores de textos e Windows.

Detalhes pessoais – Os assessores são usuários consolidados de telefones celulares, todos com experiência em diversão com equipamentos de jogos eletrônicos.

c) Descrição das tarefas

A tarefa escolhida é a agenda de compromissos de visitas a clientes, e contempla as principais atividades de acompanhamento dos clientes realizadas pelo assessor em campo. A agenda permite que o assessor consulte os compromissos, altere-os e agende novos eventos. O principal desafio do equipamento móvel, relacionado com a tarefa, é substituir a tradicional agenda em papel do assessor de crédito. A Figura 17 ilustra o caso de uso da tarefa escolhida.

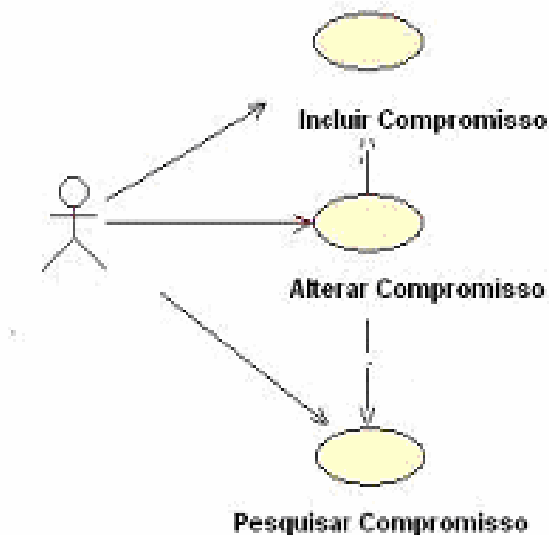


Figura 17 – Caso de uso de agenda de compromissos

d) Descrição do ambiente

Nessa fase, descrevem-se o ambiente organizacional, o ambiente técnico e o ambiente físico que podem influenciar diretamente na *performance* do dispositivo e na qualidade de uso.

Ambiente organizacional

Estrutura – Os assessores de crédito trabalham oito horas por dia, com intervalo para o almoço, sem limites para início e fim de expediente. O trabalho é efetuado diretamente nos bairros, em visitas a pequenos empreendedores. Os assessores têm como base uma agência do Programa, de onde saem para os bairros e aonde retornam para concretizar os empréstimos. Esse período pode durar um dia ou até uma semana. A comunicação entre o assessor de crédito e a agência se dá através de telefones fixos e telefones celulares.

Ambiente Técnico Geral

Na Figura 18 é mostrada a configuração do ambiente geral em que estará contida a aplicação de concessão de microcrédito, de onde foi retirada a tarefa agenda de compromissos, para melhor exemplificar o modelo em estudo.

O *hardware* é composto por servidores e estações IBM, com uma rede interna Windows NT e estações com sistema operacional Windows 98, podendo o equipamento móvel ter acesso através de linha privada ou pela Internet.

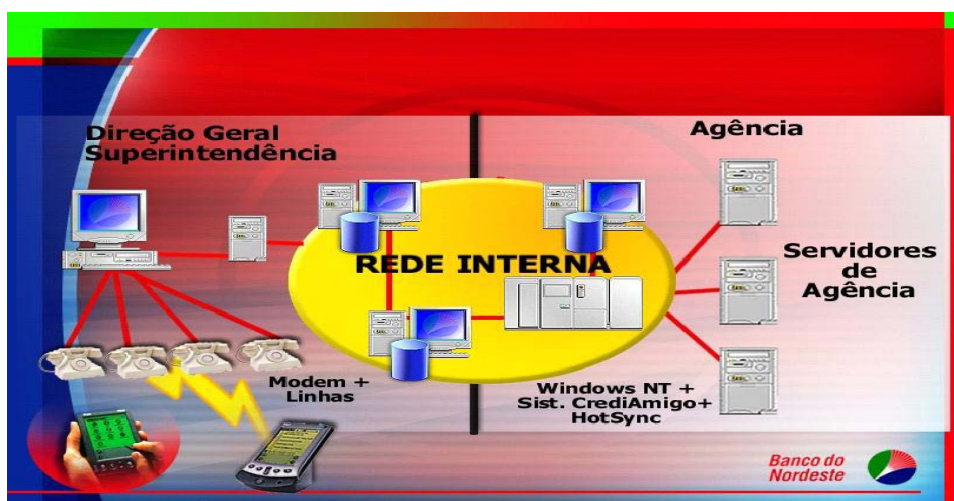


Figura 18 – Ambiente técnico geral

Ambiente da agência local

Na Figura 19 é mostrado o ambiente das unidades de microcrédito, composto por um servidor Windows NT, com estações de trabalho com Windows 98.



Figura 19 – Ambiente técnico local

Físico – A tarefa é executada na região Nordeste, ao ar livre, fazendo com que os equipamentos tenham que enfrentar climas bastante diferenciados, como, por exemplo, temperaturas de 40 graus no sertão de clima semi-árido, chuvas intensas da região equatorial e o frio do sul da Bahia. As condições visuais são principalmente de luminosidade muito alta, característica do sol nordestino, podendo os assessores, no entanto, enfrentar baixas luminosidades quando efetuam visitas noturnas. As condições auditivas podem ser relevantes nas visitas a clientes realizadas nas grandes feiras e mercados.

Dessa forma, o ambiente físico, o organizacional e o técnico, onde é executada uma tarefa, demonstram um grande número de restrições que os equipamentos devem superar para obter um bom desempenho. As características do ambiente de uso, como o clima semi-árido, a alta luminosidade, o calor e a seca nordestina, são elementos hostis para equipamentos eletrônicos; logo, essas características podem ser utilizadas como sinalizadoras de parte das variáveis que serão avaliadoras da usabilidade dos equipamentos.

4.2 Definição das variáveis de usabilidade

Nessa etapa, selecionam-se as variáveis que irão compor a avaliação da qualidade de uso dos equipamentos. O analista de sistemas utiliza a especificação do contexto de uso para extrair indicadores que podem sinalizar a vontade dos usuários em continuar utilizando os equipamentos. Como já citado, não é necessário efetuar o levantamento de todas as variáveis do contexto de uso. As variáveis selecionadas são identificadas, conceituadas e definidas em suas respectivas escalas de medição. Como já mencionado, a medição se dá por uma escala de Likert (LIKERT, 1932), com variação de 0 a 4.

a) Identificação das variáveis

Seguindo-se o fluxo do método para encontrar as variáveis, analisar-se-á, dentro do contexto de uso, inicialmente a descrição dos equipamentos, seguindo-se o perfil dos usuários, vindo depois a descrição da tarefa, finalizando com a descrição do ambiente.

i) Identificação das variáveis a partir da descrição dos equipamentos

O freqüente deslocamento do assessor exige que o equipamento não seja muito pesado; conseqüentemente, o peso constitui fator importante na satisfação do usuário.

O formato de entrada e saída dos dados também é um critério relevante, porquanto o assessor de crédito necessita digitar nomes e endereços durante a marcação dos compromissos.

A seguir serão identificadas e definidas de forma conceitual as seguintes variáveis: peso, dispositivo de entrada e saída de dados, luminosidade, conectividade.

Conceito de Peso – Considera-se pesado o equipamento que causa desconforto ao ser transportado pelo usuário durante seus deslocamentos entre os micronegócios. Os parâmetros do ambiente a considerar seriam os objetos que o assessor conduz durante o trabalho. Segundo a experiência adquirida pelo usuário, considerou-se leve o aparelho celular, que pesa

em torno de 150 gramas; e como pesada a sua pasta com formulários, que pesa em torno de 3.000 gramas. Os valores servem como referência, devendo, porém, o assessor de crédito informar na coleta de dados a sensação de pesado e leve.

Escala de medição – 0 = pesado; 4 = leve.

Conceito para o dispositivo de entrada dados – De acordo com as habilidades dos nossos usuários com os *desktops*, a forma mais aceitável de entrada de dados nos equipamentos seria aquela baseada no teclado de padrão QWERTY, valendo lembrar que o tamanho e a disposição das teclas são fatores de grande influência na satisfação dos usuários. Teclados com grande número de teclas dão a impressão de complexidade, tornando-se uma grande ameaça à usabilidade dos iniciantes. Teclados pequenos e compactos parecem limitados para alguns e atraentes para outros, enquanto os modelos ajustáveis aos movimentos das mãos, reduzindo o estresse e o esforço, são cada dia mais populares. Avaliar a entrada de dados na utilização de um dispositivo seria perguntar sobre a facilidade de digitar nome e endereço de um cliente no momento de incluir ou alterar um compromisso na agenda.

Escala de medição – 4 = mais rápido que com caneta e papel; 0 = muito difícil, requerendo bastante treinamento.

Conceito para a saída e entrada de dados (luminosidade) – A saída de dados a ser avaliada para concessão de microcrédito é o *display*, que é a saída comum para os três equipamentos relacionados. A característica principal é a capacidade de superar a luminosidade variável do ambiente de uso. Espera-se que o assessor de crédito possa visualizar as informações ao ar livre, com alta luminosidade, em ambientes fechados e durante a noite, com pouca luminosidade.

Escala de medição 4 = visualização com qualquer nível de luminosidade; 0 = difícil visualização em qualquer ambiente.

Conceito de conectividade – Um equipamento móvel se torna útil para uma aplicação quando apresenta alternativas de *download* e *upload* de informações dentro de um

determinado contexto de uso. Para o presente estudo, a conectividade será a capacidade de conexão do equipamento com a base central remota de forma *wireless*, através de telefone, via Internet, ou apenas conectando-se à rede privada da empresa.

Escala de medição 4 = conecta sem fio em qualquer ambiente; 0 = não consegue conexão.

ii) Identificação das variáveis a partir do perfil dos usuários

O nível de escolaridade dos assessores exige que as instruções de ajuda estejam escritas em português.

Existe uma diferença de perfis entre os usuários da capital e os do interior, razão pela qual o dispositivo deve apresentar padrões de interface que permitam fácil aprendizado.

O manuseio já consolidado de telefones celulares, a formação adquirida com equipamentos de jogos eletrônicos e a faixa de idade entre 19 e 25 anos conduzem a medição de satisfação para equipamentos que tenham uma interface baseada nesses fatores.

As variáveis identificadas foram as seguintes: tipo de interface / facilidade de aprendizado da interface, em que se avaliou a relação entre elas.

Conceito da variável *tipo de interface / facilidade de aprendizado* – A partir do perfil dos usuários, as interfaces, que têm em seus *designs* princípios semelhantes aos dos telefones celulares e jogos eletrônicos, requererão menor esforço de aprendizado do usuário. A escala de medição procura avaliar o aprendizado e a forma natural com que os dispositivos são utilizados.

Escala de medição 4 = uso imediato de forma natural; 0 = precisa de treinamento.

iii) Identificação das variáveis a partir da descrição da tarefa

O assessor de crédito promove a concessão de crédito deslocando-se pelas ruas da periferia da cidade, visitando de 20 a 30 micronegócios por dia. Essa tarefa exige do

equipamento a execução de tarefas em movimento. A utilização do equipamento pode acontecer dentro de um veículo em movimento ou mesmo na rua.

O volume de entrada de dados para a concessão de crédito é relevante; conseqüentemente, o dispositivo requer um bom suporte, para um grande volume de entrada e saída de informações.

O assessor precisa consultar informações *on-line*, nas bases de restrições de clientes, exigindo do equipamento facilidade de conexão a redes.

As variáveis relativas à realização de uma tarefa foram: facilidade da entrada de dados, liberdade de movimentos.

Conceito da variável *facilidade da entrada de dados* – O trabalho exige o preenchimento de formulários com campos de nomes e endereços. É essencial que os métodos de entrada de dados dos dispositivos sejam fáceis de aprender. A dificuldade em realizar a digitação dos dados leva os usuários a incluírem dados inconsistentes.

Escala de medição – 4 = Não exige treinamento; 0 = exige treinamento formal.

Conceito da variável *liberdade de movimentos* – O trabalho exige um alto grau de concentração no negócio-alvo da concessão do crédito; logo, o manuseio do equipamento não deve desviar a atenção do usuário durante a execução da tarefa. É essencial a facilidade de seu uso com toda a liberdade de movimentos.

Escala de medição – 4 = utilização com total liberdade de movimento; 0 = uso apenas parado, tomando toda a atenção.

iv) Identificação das variáveis a partir da descrição do ambiente

O ambiente onde será executada a tarefa demonstra o grande número de restrições que o equipamento terá que superar:

- o Programa de Microcrédito do Banco do Nordeste alcança todos os estados da região Nordeste, onde o clima semi-árido, com sua alta luminosidade, altas temperaturas, períodos de seca e de quadra chuvosa, é bastante hostil para equipamentos móveis eletrônicos;
- deficiência da capacidade instalada de comunicação e o seu alto custo nos municípios do interior nordestino; e
- as longas distâncias e o péssimo estado das estradas dificultam a implantação de um serviço eficiente de manutenção dos equipamentos.

As variáveis consideradas foram: luminosidade, resistência ao clima, conectividade, serviço de manutenção, segurança dos dados e custo do equipamento.

Conceito da variável *serviço de manutenção* – O dispositivo será utilizado em vários estados e municípios. A falta de suporte imediato a falhas no equipamento pode comprometer a usabilidade.

Escala de medição – 4 = suporte em todos municípios do Nordeste; 0 = inexistência de suporte.

Conceito da variável *segurança dos dados* – O suporte do equipamento (baterias de longa duração e recarga sem a destruição dos dados) para recuperação dos dados locais a partir de uma falha de *hardware/software* constitui variável importante, devido à insatisfação causada pelo processo de redigitação das informações. Nessa variável, pode-se também incluir a avaliação da resistência do equipamento ao clima e à freqüente movimentação, que acarreta a perda de dados por danificação do dispositivo.

Escala de medição - 4 = sem perda da informação; 0 = freqüente redigitação dos dados.

De acordo com o contexto de uso, algumas variáveis serão mais críticas para o processo, caso os equipamentos respondam com baixo desempenho às suas medições. Para isso, o próximo passo consiste em atribuir graus de importância para as variáveis que o

analista de negócios considera críticas para a satisfação dos usuários na utilização do equipamento. Essa segmentação das variáveis em ordem crescente de importância ajuda a calibrar o método de escolha do equipamento.

b) Atribuição de graus de importância

De acordo com Buxton (1995), todo equipamento tem suas forças e fraquezas, assim como cada aplicação tem a sua própria e única demanda, devendo ser obtida uma combinação de critérios que maximizem as forças do equipamento com o atendimento da necessidade da aplicação. Por esse motivo, foi necessário diferenciar, dentre os critérios de usabilidade, aqueles que trariam mais conforto na utilização do equipamento, avaliando como 3 o grau mais relevante e como 1 o de menor importância.

Para atender às condições necessárias, os equipamentos precisariam responder positivamente aos critérios. Após a consolidação dos dados, aplicam-se os graus de importância. O quadro 4 apresenta os resultados obtidos.

| Contexto de Uso | Variável | Grau de Importância | Descrição |
|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------|--|
| <i>Ambiente e tarefas</i> | <i>Peso</i> | 3 | Devido à característica do processo, o assessor de crédito conduz o equipamento por longos períodos |
| <i>Equipamentos</i> | <i>Entrada e saída de dados</i> | 3 | Deve suportar o processo com elevada entrada de dados e com <i>display</i> de boa visibilidade |
| <i>Ambiente e equipamentos</i> | <i>Conectividade</i> | 3 | O equipamento selecionado será utilizado em todas as cidades de atuação do banco no Nordeste, não obstante necessita de alta Conectividade |
| <i>Equipamentos e usuários</i> | <i>Facilidade de aprendizado</i> | 2 | O equipamento deve ser extremamente fácil de utilizar, sem necessidade de treinamento |
| <i>Tarefas</i> | <i>Liberdade de movimentos</i> | 2 | O equipamento deve permitir a inclusão de compromissos em movimento |

| | | | |
|--------------------------------|----------------------------------|---|---|
| <i>Ambiente</i> | <i>Serviço de Manutenção</i> | 1 | Dispositivos que demandem muita manutenção dificultam a usabilidade |
| <i>Ambiente e equipamentos</i> | <i>Segurança dos dados/Risco</i> | 1 | O equipamento deve ter memória de armazenamento e resistência para assegurar que os dados não serão redigitados com frequência. No caso desse tipo de aplicação, a segurança também se refere ao risco de perder ou ter o equipamento roubado |

Quadro 4 – Graus de importância

4.3 Avaliação dos equipamentos

Utiliza-se um questionário específico para a avaliação de usabilidade a partir das variáveis definidas. Com os questionários, efetua-se a coleta dos dados, atribuindo-se valores aos critérios selecionados.

a) Questionário

Segundo Lima (2002), as vantagens de uso de questionários específicos na pesquisa de usabilidade são: *feedback* do ponto de vista do usuário; facilidade de consolidação dos dados; facilidade e rapidez de aplicação. A Figura 20 mostra um exemplo de questionário específico para essa aplicação

| Avaliação de Usabilidade | Equipamento: Notebook | | | | |
|--|-----------------------|---|---|---|--------|
| | Pior | | | | Melhor |
| Variável/Pergunta | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso | | | | | |
| 1. O equipamento tem pouco peso, não causando desconforto ao ser conduzido? | 0 | | | | |
| | | | | | |
| Entrada de dados | | | | | |
| 2. O equipamento exige esforço para digitação de textos (endereços/nomes)? | | | | 3 | |
| | | | | | |
| Luminosidade | | | | | |
| 3. O equipamento possibilita a visualização do <i>display</i> em qualquer local e hora do dia? | | 1 | | | |

| | | | | | |
|--|---|---|---|---|--|
| | | | | | |
| Conectividade | | | | | |
| 4. É fácil a transmissão de dados para a Central? | | | 3 | | |
| | | | | | |
| Facilidade de aprendizado | | | | | |
| 5. O equipamento necessita de treinamento para ser usado? | | | | 4 | |
| | | | | | |
| Liberdade de movimentos | | | | | |
| 6. É possível utilizar o equipamento em movimento? | 0 | | | | |
| | | | | | |
| Serviço de Manutenção | | | | | |
| 7. Quando o equipamento apresenta problemas, é facilmente substituído? | | 1 | | | |
| | | | | | |
| Segurança | | | | | |
| 8. Os dados digitados nunca são perdidos? | | | | 4 | |

Figura 20 – Questionário específico

A fase de preparação das informações encerra-se com a definição do questionário. O próximo passo é a coleta de dados, onde se definem os procedimentos para utilização dos equipamentos.

b) Teste de uso dos equipamentos em ambiente real

Como descrito anteriormente, nessa etapa são executados cinco passos fundamentais: seleção dos funcionários que utilizarão os dispositivos; orientação sobre os objetivos da avaliação; discussão detalhada dos procedimentos para a coleta dos dados; pré-teste; e experimento.

Escolha dos funcionários

Os usuários selecionados são os funcionários da empresa que utilizarão os equipamentos, proporcionando, assim, um *feedback* direto da satisfação do usuário na utilização dos equipamentos. No caso dessa aplicação, uma agência-modelo de microcrédito é escolhida, sendo selecionados quatro assessores do seu quadro para realizar a avaliação de usabilidade.

Orientação sobre os objetivos

Nesse passo, o analista de negócios informa aos assessores todos os benefícios que poderão ser alcançados pela empresa com a nova tecnologia; e motiva os funcionários, ressaltando a grande importância dada pela empresa ao selecioná-los para a avaliação. Essa etapa é muito importante, porque a motivação dos usuários é relevante na produção dos resultados obtidos. No exemplo, os benefícios esperados, segundo o analista de negócios, são, principalmente: redução do volume de formulários a serem preenchidos pelos assessores na concessão do crédito; redução do peso transportado obtido pela redução do volume de papéis; maior número de clientes visitados; e, conseqüentemente, maior remuneração.

Procedimentos

Nesse passo, o analista de negócios demonstra detalhadamente aos usuários como será feita a escolha do equipamento; como serão distribuídos os equipamentos; quais os dias em que serão coletados os dados; e como serão tiradas todas as dúvidas.

Nesse exemplo, a aplicação é apenas a automação de um compromisso; ou seja, o assessor de crédito simula em sua agenda tradicional a anotação do compromisso de visita ao cliente.

O experimento dura uma semana para cada tipo de equipamento, ao final do qual cada assessor preenche o questionário específico para o equipamento utilizado.

O procedimento compreende os seguintes passos: o assessor de crédito percorre as ruas, entra nos micronegócios, realiza a visita aos clientes e, ao término da visita, marca o compromisso para fazer o fechamento da venda; em seguida ele liga o equipamento e inclui o compromisso na agenda. A inclusão do compromisso consiste na digitação do nome, endereço, CPF e RG do cliente interessado no empréstimo. Ao final do dia, o analista de negócios e o analista de sistemas fazem uma reunião com os usuários, para tirar quaisquer dúvidas que possam surgir. O produto desse passo é prover os usuários com todas as informações para garantir que a parte operacional do método seja executada sem atropelos.

Pré-teste

Objetivando realizar a consistência operacional do método, recomenda-se executar um pré-teste. Nesse momento, avalia-se o entendimento do processo pelos usuários, verifica-se a clareza do questionário e propicia-se um treinamento do usuário na utilização do dispositivo que será levado ao campo. Na aplicação do microcrédito, os usuários fazem a inclusão de vários compromissos na agenda, familiarizando-se com os dispositivos de entrada e saída de dados e com as facilidades específicas do equipamento. Neste exemplo em estudo, aplica-se um pré-teste para cada um dos equipamentos, no início da semana de avaliação.

Os resultados do pré-teste são utilizados para refinamento da operacionalização do método e melhoria do processo de comunicação entre o analista de negócios e assessores de crédito, como avaliadores conjuntos dos equipamentos. Ao final, todos discutem a compreensão do processo de avaliação.

Experimento

Os assessores, como nos dias anteriores, farão os seus trabalhos normalmente; a diferença é que estarão transportando o equipamento em lugar de sua agenda tradicional. No final de cada semana, ao final do dia, são aplicados os questionários.

Ao final da terceira semana, estará completa a coleta de informações de todos os equipamentos restando apenas a etapa da consolidação dos dados.

c) Consolidação dos resultados

O objetivo dessa fase é a construção de uma tabela que possibilita a classificação dos equipamentos a partir dos valores recolhidos durante o preenchimento dos questionários. As variáveis são consolidadas em uma tabela comparativa com a média aritmética dos valores atribuídos a cada uma das variáveis. A Figura 21 mostra como é feita a atribuição da variável *peso* para o equipamento coletor de dados a partir do preenchimento do questionário de coleta de dados.

| Equipamento: Coletor de Dados | Variável: Peso do Equipamento |
|--|--------------------------------------|
| Assessor 1 | 3 |
| Assessor 2 | 4 |
| Assessor 3 | 4 |
| Assessor 4 | 2 |
| Peso do equipamento (valor consolidado) | 3 |

Figura 21 – Consolidação da variável peso para o equipamento coletor de dados

Em seguida, é construída a tabela de avaliação de critérios de usabilidade e graus de importância, relacionando-se todas as variáveis consolidadas por equipamento e incluindo-se os graus de importância as variáveis. O resultado final da construção da tabela de avaliação é mostrado na Tabela 1.

| Variável /Equipamento | Peso do equipamento | Liberdade de movimentos | Entrada de dados | Luminosidade | Conectividade | Aprendizado | Serviço de Manutenção | Segurança/Risco |
|------------------------------|----------------------------|--------------------------------|-------------------------|---------------------|----------------------|--------------------|------------------------------|------------------------|
| Notebook | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 4 | 1 | 1 |
| Coletor de dados | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 |
| Handheld | 4 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 |
| Graus de Importância | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |

Tabela 1 – Avaliação segundo as variáveis de usabilidade e graus de importância

Após a consolidação dos dados, o passo seguinte é a aplicação dos graus de importância pelo analista de negócios, que servem como pesos que equilibram os valores de acordo com as necessidades mais críticas da aplicação. Esse passo é realizado multiplicando-se cada valor da variável pelo seu respectivo grau de importância. Esse procedimento é representado na forma abaixo:

| Variável /Equipamento | Peso do equipamento | Liberdade de movimentos | Entrada de dados | Luminosidade | Conectividade | Aprendizado | Manutenção | Segurança |
|-----------------------|---------------------|-------------------------|------------------|--------------|---------------|-------------|------------|-----------|
| Notebook | 3 | 3 | 6 | 4 | 8 | 8 | 1 | 1 |
| Coletor de dados | 9 | 9 | 9 | 4 | 4 | 6 | 2 | 3 |
| Handheld | 12 | 9 | 6 | 6 | 6 | 4 | 3 | 2 |

Quadro 5 – Graus de importância aplicados às variáveis

Em seguida, somam-se os valores das variáveis, obtendo-se a nota de cada equipamento, realizando-se a classificação por ordem crescente de valor. No quadro 6 é apresentado o resultado dessa aplicação.

| Equipamento | Classificação | Pontuação |
|------------------|---------------|-----------|
| Handheld | 1 | 48 |
| Coletor de dados | 2 | 46 |
| Notebook | 3 | 34 |

Quadro 6 – Resultado final

4.4 Escolha do equipamento

O resultado acima representa quantitativamente o equipamento que ficou mais próximo dos requisitos da aplicação que serviu como exemplo. Nesse momento, os desenvolvedores dispõem de um conjunto de informações que dão um direcionamento para a escolha e compra de equipamentos que tenham uma interação relevante com os usuários.

As variáveis utilizadas nesse exemplo não pretendem ser exaustivas ou completas, apresentando, porém, subsídios de como é possível organizar um modelo técnico para orientar a escolha de um dispositivo móvel.

5 CONCLUSÃO

A partir da participação em um projeto-piloto de utilização de *handhelds* na concessão de microcréditos no Banco do Nordeste, verificou-se que o sucesso de aplicações automatizadas por equipamentos móveis depende muito da qualidade de uso desses dispositivos pelas pessoas que irão interagir com esses equipamentos. Reconhecendo essa realidade, e tendo como responsabilidade a compra de uma grande quantidade de equipamentos a partir da realização do projeto-piloto, este trabalho objetivou suprir e necessidade definindo um método que auxilie os profissionais envolvidos na obtenção de informações de qualidade de uso do equipamento móvel.

As bases principais do estudo para a escolha do equipamento móvel são o contexto de uso e a usabilidade. O contexto de uso é composto dos usuários finais, tarefas e ambientes físico e organizacional. A partir dele, são definidas as variáveis que podem avaliar os atributos de equipamento móvel, o desempenho do equipamento na execução da tarefa e satisfação do usuário pela utilização do equipamento. A usabilidade foi acrescida de variáveis que normalmente na literatura não seriam relacionadas à avaliação de uso, como o peso e a conectividade do equipamento, mas que ao longo do embasamento teórico revelaram-se importantes para o uso de equipamentos móveis.

O estudo propõe um método simples e de baixo custo, porquanto utiliza os recursos disponíveis na própria empresa, e uma documentação básica de contexto de uso que normalmente é encontrada nas áreas de desenvolvimento de sistemas das empresas. Utiliza também como principal recurso a participação dos próprios funcionários, que serão os principais usuários dos equipamentos. A ausência de especialistas no processo produz uma escolha de menor rigor científico, embora a utilização do método produza um resultado com alta relevância e proximidade da realidade.

Trabalhos futuros

Os resultados obtidos nesta pesquisa deverão ser utilizados inicialmente como conhecimento para auxiliar os profissionais envolvidos no desenvolvimento de sistemas em computação móvel na decisão de compra de equipamentos. Entretanto, as diversas visões de usabilidade analisadas sugerem a investigação dos conceitos de usabilidade de produtos do dia-a-dia e usabilidade de produtos ao consumidor, principalmente no questionamento dos padrões gerais para avaliação de usabilidade de produtos do *draft* da ISO 20282. Este padrão é explicitamente rejeitado pelos fabricantes europeus (CECED, 2003), que consideram que a certificação, além de trazer um baixo valor agregado para o consumidor, significa um aumento de custo do produto. Pode-se também investigar a possibilidade de integração do método proposto nas metodologias de desenvolvimento de sistemas como extensão da verificação de usabilidade em aplicações de computação móvel. Os pesquisadores deverão ser estimulados a verificar e implementar o método proposto para determinação de caminhos mais precisos na escolha de equipamentos móveis. Outro trabalho também a ser realizado é a construção de uma ferramenta pra automatizar a realização deste método.

Neste estudo, observou-se que a usabilidade tornou-se um dos fatores que podem causar o sucesso ou fracasso no desenvolvimento de um sistema que precisa utilizar equipamentos móveis. Esta pesquisa disponibiliza material de suporte para que as empresas que buscam impulsionar a área de negócios com a utilização de dispositivos móveis possam decidir as suas compras com base em diretrizes definidas a partir do contexto real de uso.

6 REFERÊNCIAS

AARON, Marcus; CHEN, Eugene. **Designing the PDA of the future:** interactions. Jan./Feb. 2002.

ANDERSON, Corin R.; DOMINGOS, Pedro; WELD, Daniel S. **Personalizing web sites for mobile users.** Digital Libraries ACM 1-58113-348-0/01/0005., 2001.

BARONE, Francisco Marcelo et al. **Introdução ao microcrédito.** Brasília: Conselho da Comunidade Solidária, 2002.

BASS, Len. **User interfaces for all: concepts, methods and tools.** Cap. 5, pg 81 a 113, Constantine Stephanidis, 2001.

BENDERSON, B. B.; MEYER J. GOOD, Lance **Jazz: an extensible zoomable user interface graphics toolkit in java.** 2000 Disponível em:<<http://www.cs.umd.edu/hcil/jazz/learn/papers>> acesso em Junho de 2003.

BEVAN, N. Macleod **Measuring usability as quality of use.** Software Quality Journal, n. 4, p. 115-150, 1995.

BUXTON, W. **Touch, gesture & marking.** Chapter 7. In: BAECKER, R.M.; GRUDIN, J.; GREENBERG, S. S. (eds.). **Readings in human computer interaction** San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, 2000.

BUYUKKOKTEN, O. H.; GARCIA-MOLINA; A PAEPCKE, A. **Seeing the whole in parts: text summarization for web browsing on handheld devices.** Digital Libraries ACM, 2001.

BUYUKKOKTEN, O. H; GARCIA-MOLINA; PAEPCKE, A. **Accordion summarization for end-game on PDAs and cellular phones.** Digital Libraries ACM 1-58113-327-8/01/0003, 2001.

CARNEIRO, Carlos Cristiano et al. **Scalable vector graphics como ferramenta para construção de interfaces baseadas em zoom contínuo**. Fortaleza: Universidade de Fortaleza, 2002.

DENNING, Susan et al. **The value of thinking-aloud protocols in industry: a case study at Microsoft Corporation**. In: **Proceedings of the human factors society 34th annual meeting, test and evaluation**: verbal protocols as a research tool in human factors, v. 2, p. 1285-1289, 1990.

DIAS, C. **Avaliação de usabilidade: conceitos e métodos**. Disponível em: <<http://www.puc-campinas.edu.br>>. Acesso em: Julho 2003

FORMAN, H. George; ZAHORJAN, Jonh. **The chalenges of mobile computing**. Tese de Doutorado. Saint-Jérôme: Faculdade de Ciências e Técnicas de Saint-Jérôme, 1997.

GALLIANO, A. Guilherme **O método científico: teoria e prática**. São Paulo: Harbra, 1999.

GOLDSTEIN, Mikael et al. **Non-keyboard QWERTY touch typing: a portable interface for the mobile user**. Pittsburgh, PA, ACM 0-201-48559-1/99/05, 1999.

HEWETT et al. **ACM SIGCHI curricula for human-computer interaction, likely future development**. Cap. 2. Disponível em <<http://www.acm.org/sigchi/cdg/cdg2.html>>. Acesso em: Dez. 2002.

HOCHHEISER, H., **Browsers with changing parts: a catalog explorer for Philip Glass' website**. Symposium on Designing Interactive Systems, 2000.

HOM, J., **The usability methods toolbox**. Disponível em: <<http://www.best.com/~jthom/usability/>>. Acesso em Jul. 2002.

JOHNSON P. **Usability and mobility: interactions on the move**. Glasgow: First Workshop on Human-Computer Interaction with Mobile Devices, 1998.

JEFFRIES, R. et al. **User interface evaluation in the real world: a comparison of four techniques.** In: Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems (New Orleans, LA, April), p. 119-124. New York: ACM Press, 1991.

KATO, Takashi. **What question-asking protocols can say about the user interface.** In: *International Journal of Man-Machine Studies*, v. 25, n. 6, p. 659-673, 1986.

KENNEDY, Sue. **Using video in the BNR usability lab.** In: *ACM SIGCHI Bulletin*, v. 21, n. 2, p. 92-95, 1989.

KETOLA, P.; ROYKKEE, Mika. **The three facets of usability in mobile handsets.** Tampere: Nokia, Visiokatu 1, FIN-33720, 2001.

KIM, Hoyoung et al. **An empirical study of the use contexts and usability, problems in mobile Internet.** Disponível em <http://www.visagesoft.com>. Acesso em: 2002.

LIMA, Alberto Sampaio. **Uma metodologia para avaliação de usabilidade de interfaces web de sites bancários.** Dissertação de Mestrado. Fortaleza: Universidade de Fortaleza, 2002.

LIMA, Liádina Camargo. **Metodologia para elaborar projeto de ensino integrando recursos tecnológicos a partir de cenários.** Dissertação de Mestrado. Fortaleza: Universidade de Fortaleza, 2002.

LINDROTH, Tomas; STEFAN, Nilsson; RASMUSSEN, Per-Ola. **Mobile usability: rigour meets relevance when usability goes mobile.** Uddevalla: University of Trollhättan, Laboratorium for Interaction Technology, 2001.

MASLIAH, Maurice. **Input-output methods for mobile clients.** Disponível em <http://etclab.rose.utoronto.ca/people/momam/mobile>. Acesso em: março 2003.

MARQUES, Márcio de Castro. **Adaptação em computação móvel**. Dissertação de Mestrado. Belo Horizonte: Departamento de Ciência da Computação, 2001.

MATSUSHITA, V. Ayatsuka; REKIMOTO, J. **Dual touch: a two hands for pen-based PDAs**. Tokyo: Sony Computer Science Laboratories, ACM 1-58113-212-3/00/11, 2000.

MELCHIOR, **Usability study**: handbook for practical usability engineering in IE projects. Disponível em: <<ftp://ftp.ucc.ie/hfrg/baseline/elp105.zip>>. Acesso em: Outubro 2003

MOLICH, R. et al. **Comparative evaluation of usability tests**. In: Proceedings of the UPA Conference, p. 189-200. Chicago: Usability Professionals' Association, p. 362-369. Sydney: 1998.

NEWMAN, M. **Interactive system design**. Addison Wesley Publishing Company, 1995, Cap. 11.

NIELSEN, Jakob. **Usability engineering**. Chestnut Hill: Academic Press, 1993.

NEWCOMB, Erica; PASHLEY, Toni; STASKO, John. **Mobile computing in the retail arena**. Lauderdale: ACM 1-58113-630-7/03/0004, 2003.

POUPYREV, Ivan; MARUYAMA, Shigeaki; REKIMOTO, J. **Ambient touch**: designing tactile interfaces for handheld devices. ACM 1-58113-488-6/02/0010, 2002.

PREGUIÇA N. et al. **Flexible data storage for mobile computing**. Technical Report, Jan. 1998. Lisboa: Dep. Compute Science, New University of Lisbon, 1999.

RIBEIRO, Aloísio Antônio. **Um estudo para a introdução de testes de usabilidade no desenvolvimento de sistemas de engenharia**. Belo Horizonte: UFMG, 1998.

RICHARDSON, Roberto Jarry et al. **Pesquisa social**: métodos e técnicas. São Paulo: Editora Atlas, 1999.

ROSEMBERG, Robert. **Computing without mice & keyboards:** text & graphic input devices for mobile computing. Tese de Doutorado. Londres: Departament of Computer Science University College London, 1998.

ROWLEY, David E. **Usability testing in the field:** bringing the laboratory to the user. Bostom: Human Factors in Computing Systems, CHI, Boston, 1994.

SCHOEFFEL Roland. **The concept of product usability.** ISO Bulletin, March 2003.

SCHRODER, R., **Background:** the new usability, technical report CS02, Department of Computer Science University of Cape Town, 1999.

SHNEIDERMAN, B. **Designing the user interface:** strategies for effective human-computer interaction. 3. ed. Reading, Mass.: Addison-Wesley, Cap. 9 Interactions devices, 1998.

SHNEIDERMAN_B. **The limits of speech recognition.** Communications of the ACM, v. 43.9, September 2000.

SHNEIDERMAN, B. **Universal usability.** Communications of the ACM, v. 43.5, Maio 2000.

SILVA FILHO, José Bezerra da. **O fenômeno da desorientação em hipertexto:** uma solução alternativa através de zoom contínuo. Tese de Doutorado. Campina Grande: UFPB, 1998.

TAIVALSAARI, Antero. **The event horizon user interface model for small devices.** Palo Alto: Sun Microsystems Laboratories, 1999.

YVORY, Melody Y.; HEARST, Marti A. **The state of the art in automating usability evaluation of user interfaces.** University of California, Berkeley, ACM Computing Surveys, v. 33, n. 4, p. 470-516, December 2001.

ZHAY, Hunter M.; SMITH, B. **The metropolis keyboard:** an exploration of quantitative techniques for virtual keyboard design. San Diego, CA, CHI Letters vol. 2,2 ACM 1-58113-212-3/00/11, 2000.

ZEITOUN, Amgad Assaad. **Handling Cache Movement in the Mobile Computing Environment**, Dissertação de Mestrado. Cairo: Universidade de Gaza, 1999.