



MÁRIO ROSADO DE SOUZA

**GUIDELINES DE USABILIDADE:
DISCUSSÕES PARA UMA ABORDAGEM EM
INTERFACES MULTI-TOUCH**

LAVRAS - MG

2010

MÁRIO ROSADO DE SOUZA

**GUIDELINES DE USABILIDADE: DISCUSSÕES PARA UMA
ABORDAGEM EM INTERFACES MULTI-TOUCH**

Monografia de graduação apresentada
ao Departamento de Ciência da Computação da
Universidade Federal de Lavras como parte das
exigências do curso de Ciência da Computação
para obtenção do título de Bacharel em Ciência
da Computação.

Orientador:

Dr. André Luiz Zambalde

LAVRAS - MG

2010

MÁRIO ROSADO DE SOUZA

**GUIDELINES DE USABILIDADE: DISCUSSÕES PARA UMA
ABORDAGEM EM INTERFACES MULTI-TOUCH**

Monografia de graduação apresentada
ao Departamento de Ciência da Computação da
Universidade Federal de Lavras como parte das
exigências do curso de Ciência da Computação
para obtenção do título de Bacharel em Ciência
da Computação.

Aprovada em ____ de _____ de _____

Dra. Ana Paula Piovesan Melchiori UFLA

Ms. Juliana Galvani Greggi UFLA

Dr. André Luiz Zambalde

Orientador

LAVRAS - MG

2010

A meus pais, Hélio e Odélia, pelo constante apoio.

A meus avós, pessoas de visão além de sua própria época.

A toda a minha família, essencial em todo meu crescimento como ser humano.

A meus amigos, que não só apontaram, mas me acompanham no caminho pela virtude.

A todas as pessoas apaixonadas pela tecnologia, que a veem como um belo barco que nos leva ao futuro.

Dedico

“Sometimes I’ve believed as many as six

impossible things

before breakfast.”

Charles Lutwidge Dodgson - Alice in wonderland

RESUMO

Buscou-se no presente trabalho o estudo, proposição e discussão de um conjunto de características de usabilidade para apoio a dispositivos multi-touch. Estas características são os guidelines de usabilidade. A metodologia utilizada foi o levantamento bibliográfico. Este levantamento fundamentou-se na teoria já existente sobre guidelines para dispositivos convencionais como teclado e mouse bem como em publicações relacionadas a dispositivos multi-touch. Como resultados são apresentados onze guidelines para interfaces multi-touch, sendo dois deles específicos para essas interfaces. Conclui-se que em função das potencialidades atuais dos dispositivos multi-touch, estudos de usabilidade e guidelines contribuem para o desenvolvimento de interfaces mais naturais, voltadas ao novo paradigma ubíquo e convergente, composto de dispositivos multi-touch.

ABSTRACT

The objective of this study and work is to propose and discuss a set of usability characteristics to help develop multi-touch interfaces. These characteristics are the usability guidelines. The bibliographical review was the chosen method. This review is based on existing work about standard guidelines to mouse and keyboard interactions, and on published work about multi-touch technology as well. As a result eleven guidelines to the multitouch interaction are listed, two of these are specific for the multitouch interfaces. As a conclusion, it is pointed out that the multi-touch devices contribute for a more natural way to interact with machines.

Keywords: Human-computer Interaction (HCI), interface, multi-touch, guidelines, usability.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	10
1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Contextualização e motivação	11
1.2 Objetivos e estrutura.....	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 Interação homem-computador	14
2.2 Interface gráfica com o usuário (GUI)	15
2.2.1 Janelas.....	15
2.2.2 Ícones.....	16
2.2.3 Menus	17
2.2.4 Ponteiros	17
2.2.5 Área de aplicação do cliente.	17
2.2.6 Outras funcionalidades	18
2.3 A manipulação direta.....	18
2.4 Interface para o usuário web	21
2.5 Interface para dispositivos móveis de mão	23
2.6 Usabilidade	23
2.7 Características fundamentais de usabilidade.....	25
2.8 Multi-touch	30
2.8.1 Resistiva.....	30
2.8.2 Superfície de onda acústica.....	31
2.8.3 Capacitiva	31
2.8.4 Infravermelho.....	31
2.8.5 Frustrated Total Internal Reflection	32
2.9 Aplicações <i>Multi-touch</i>	32
2.9 A interação em interfaces <i>multi-touch</i>	34
2.9.1 Gestos, formas e a interação <i>multi-touch</i>	35
2.9.2 A interpretação de gestos.....	36
2.10 Precisão para modelos <i>multi-touch</i>	36
2.10.1 O experimento de Schedlbauer.....	37
3 METODOLOGIA	39
3.1 Tipo de Pesquisa	39
3.2 Procedimentos.....	40
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4.1 Considerações iniciais	41
4.2 Guidelines multi-touch propostos	42
5 CONCLUSÕES	49
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Microsoft Surface.....	32
Figura 2 – O Iphone.....	32
Figura 3 – Média do tempo por diâmetro.....	37
Figura 4 – Média de erro por diâmetro.....	37
Figura 5 – Exemplo de mapeamento de gestos.....	44
Figura 5 – A interface de chamadas do Iphone.....	46

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização e motivação

Na década de 1980, avanços significativos na área de Interface homem-máquina (IHM) permitiram que as pessoas pudessem utilizar computadores para os mais diversos fins. Esses avanços foram possíveis graças principalmente a novas abordagens, relacionadas fundamentalmente ao que hoje denominamos interface gráfica com o usuário e a um novo dispositivo, o mouse.

O fato é que, desde a popularização do computador pessoal, a forma com que interagimos com o mundo à nossa volta vem mudando de maneira gradual, contínua e marcante.

Ainda mais recentemente, a internet veio elevar o potencial dos computadores a um novo patamar, introduzindo novos conceitos. Sua existência ubíqua, ou seja, integrada a espaços, ações e atividades do dia-a-dia das pessoas hoje, é essencial. Sistemas e tecnologias interconectados, com ou sem fios, disponíveis em qualquer ambiente - do trabalho, à residência e utensílios.

Para ter-se acesso a computadores e internet uma interface entre o homem e a máquina se faz necessária. Esta interface é parte de um sistema interativo responsável por traduzir ações do usuário em ativações das funcionalidades da aplicação, permitir que os resultados possam ser observados e coordenar esta interação. Ela também é responsável pelo mapeamento das ações do usuário sobre dispositivos de entrada em pedidos de processamento à aplicação, e pela apresentação em forma apropriada dos resultados produzidos (ZAMBALDE e ALVES, 2004). Essas ações do usuário podem ser descritas na forma de entrada de dados.

Vários dispositivos podem ser utilizados para entrada de dados em um computador. Teclado e mouse são exemplos destes dispositivos. A escolha do dispositivo de entrada vai influir nas características que a interface deve ter para que a interação possa ser possível (MATSUMOTO, 2007).

Outro tipo de tecnologia de entrada de dados é a *multi-touch* (também denominada multi-táctil ou multi-toque). Esta tecnologia, de interação homem-computador ou homem-maquina, consiste em uma tela táctil capaz de reconhecer múltiplos pontos de contato sobre uma superfície, simultaneamente, possibilitando ao usuário a utilização das mãos ou de outros elementos de toque.

Os desenvolvedores e as organizações de software têm ferramentas já consolidadas para a construção de interfaces que podem ser usadas com teclado e mouse. Estudos que viabilizam a construção de interfaces com boas características de usabilidade são atualmente comuns para a interação com o teclado e o mouse.

Entretanto, devemos observar com cuidado certas características que a interface deve ter para mantermos o nível de qualidade da interação quando utilizamos a tecnologia *multi-touch* para a entrada de dados.

Recentemente, o alcance dessa tecnologia de entrada de dados tem atingido novos níveis, impulsionados por dispositivos móveis com apelo multimídia. A motivação deste trabalho é fruto do potencial desta tecnologia e suas aplicações, considerando fundamentalmente necessidades e possibilidades de estudos e contribuições no âmbito dos guidelines para usabilidade de dispositivos multi-touch.

1.2 Objetivos e estrutura

Este trabalho tem como objetivo principal propor um conjunto de guidelines direcionado ao desenvolvimento de interfaces *multi-touch* considerando estudos e investigações bibliográficas disponíveis, boas práticas e características de usabilidade.

Como objetivos específicos, tem-se:

- Realizar um levantamento bibliográfico relacionado a interfaces, tecnologia *multi-touch* e guias de usabilidade. Este levantamento deve focar principalmente a teoria sobre guidelines de usabilidade, considerando a abordagem específica de revisão de literatura e de boas práticas, foco deste trabalho;
- Investigar a existência de guias de usabilidade direcionadas a interfaces *multi-touch*.
- Combinar os guias de interface existentes propostos na literatura, visando a adequação para *multi-touch*.
- Propor guidelines específicos de usabilidade para interfaces *multi-touch*.

Os Capítulos subsequentes desta monografia estão organizados da seguinte forma: O capítulo 2 aborda os principais conceitos de interface homem-máquina, guidelines, critérios de usabilidade e tecnologia *multi-touch*. Em seguida, o capítulo 3 descreve a metodologia utilizada neste trabalho. O capítulo 4 apresenta os resultados e os discute. O capítulo 5 conclui o presente trabalho e descreve sua colaboração no contexto dos guidelines multi-touch. Finalmente o capítulo 6 mostra o material consultado, ou seja, a bibliografia.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Interação homem-computador

Para Hix e Hartson (1993), a área de IHC (interação homem-computador) é responsável pelo estudo da forma com que homem e máquina interagem. Têm-se em seu escopo, a interface de software e de hardware com o usuário, a modelagem dos sistemas, o estudo da cognição e comportamento humano, estudos empíricos, metodologias, técnicas e ferramentas. O objetivo, na maior parte do tempo, é garantir um bom grau de usabilidade ao usuário.

Como visto em Shneiderman (2005), sob todo o tema de IHC existe a ideia do foco nas pessoas, nos usuários. Suas necessidades, capacidades e preferências para conduzir diversas atividades devem dar norte aos desenvolvedores ao construir uma interface. As pessoas não devem mudar a maneira com que interagem com um sistema para adaptarem-se a ele. Ao invés disso, o sistema deve ser construído para preencher os anseios dos usuários.

Ainda, segundo o autor, hoje em dia as interfaces de software normalmente são produzidas por ferramentas de design de UI (interface do usuário). Essa ação tem permeado na criação de páginas da web. *Websites* estão sempre tentando aumentar seu número de visitantes, assim uma UI bem construída ajuda a atingir este objetivo. Sistemas desktop e móveis também necessitam desta construção organizada em suas interfaces.

O uso de ferramentas para a construção da UI visa à independência da UI em relação às demais partes do software. Separando o software em duas camadas. A camada de UI, responsável pelo desenho preciso de formas na tela e a camada de aplicação, onde todo o restante do programa está. O uso de

ferramentas para construção da UI também auxilia a rápida prototipação da interface (SHNEIDERMAN, 2005).

Torres (2002) aponta que existem vários estilos de UI que são populares na indústria. Entretanto a dominância se dá na forma de GUI (graphical user interface - interface gráfica com o usuário) e suas derivadas.

2.2 Interface gráfica com o usuário (GUI)

Uma GUI (Graphical User interface) ou interface gráfica do usuário é definida segundo Torres (2002, p. 68) como “um estilo de interação usuário-computador que emprega quatro elementos fundamentais: Janelas, ícones, menus e ponteiros”. Devido a esse fato as GUI podem ser chamadas de interfaces WIMP (*windows, icons, menus e pointer*).

Partes importantes na funcionalidade fundamental das GUI são gráficos, suporte ao mouse, ponteiro, uma área para que a aplicação mostre seus dados e manipulação direta (TORRES, 2002).

2.2.1 Janelas

Uma janela é uma subdivisão da área da tela onde um objeto pode ser visualizado, manipulado e onde informações a respeito desse objeto podem ser lidas. Normalmente uma janela tem uma barra com o título, operadores para mudança de posição e tamanho e menus. Janelas são retangulares na maioria das vezes. Janelas também podem ser usadas para exibirem diálogos de ação, mensagens e ajuda (TORRES, 2002).

O uso parcial de um display permite a visualização de múltiplos objetos e diálogos de comando ao mesmo tempo. Também claro na definição de uma janela é o uso de gráficos e visualizações ao invés de informação textual para

indicar quais informações estão disponíveis; por exemplo, o uso de um botão com um x ao invés da palavra fechar (TORRES, 2002).

Para Hix e Hartson (1993, p. 59) “Todas as interações entre um usuário e um sistema ocorre através de uma janela.”. Utilizando janelas o usuário pode organizar suas tarefas e trabalhar em mais de uma tarefa ao mesmo tempo. O sistema não deve forçar o usuário a manipular as janelas de maneira excessiva. Também temos que o comportamento e a aparência das janelas devem ser consistentes. Além disso, as janelas independentes devem ser utilizadas para tarefas independentes.

2.2.2 Ícones

Um ícone (do Grego “eikon” que significa imagem) em computação é uma área do display usada para uma representação em forma de figura visando designar um objeto. Características associadas a ícones incluem um símbolo gráfico para representar um objeto, um título ou nome, e operações de manipulação direta. A ação mais importante realizada sobre um ícone é a de abrir para mostrar uma janela contendo informações detalhadas sobre o objeto (TORRES, 2002).

Para Shneiderman (2005) um ícone é uma imagem, conforme o seu significado Grego sintático, uma figura ou símbolo representando um conceito específico.

Existem vários símbolos gráficos usados nas interfaces gráficas com o usuário que não são ícones de maneira formal. Símbolos gráficos que representam ações (fechar uma janela), um atributo de um objeto (cor), ou status (indicador de novo e-mail, por exemplo) podem ser interpretados como ícones

pelo usuário final; entretanto, esses são considerados botões gráficos pela GUI e desenvolvedores (TORRES, 2002).

2.2.3 Menus

Um menu mostra uma lista de opções das quais um usuário pode escolher. Normalmente, escolhas de menus baseados em GUI são nomes de comandos selecionáveis pelo usuário para a realização de uma ação sobre um objeto. Um exemplo de menu é “Arquivo”, e um comando localizado no menu “Arquivo” como “Imprimir”. Normalmente, menus são mostrados dentro de janelas, mesmo que em alguns casos os menus possam expandir-se para fora delas. Existem vários tipos de barras de menus: barras, expansíveis, pop-up, e em cascata. Para todos os objetivos e propósitos, objetos como barra de tarefas são menus (TORRES, 2002).

2.2.4 Ponteiros

Sistemas gráficos normalmente utilizam aparelhos apontadores na forma de mouse ou *trackpads* (dispositivo eletrônico que simula o mouse). O ponteiro serve para localizar na tela onde um usuário pode realizar comandos de entrada com o aparelho apontador. Um ponteiro é uma figura que mostra na tela a localização onde a entrada será inserida. Ponteiros de GUI consistem de uma seta, um gráfico animado ou um formato de I para texto. Por exemplo, o uso de um ponteiro para realizar a seleção de um texto em uma aplicação de editor de texto (TORRES, 2002).

2.2.5 Área de aplicação do cliente.

Nem sempre considerada uma funcionalidade saliente da GUI, a área do cliente é uma subárea dentro da janela onde informação da aplicação é mostrada. A interação com a informação da aplicação também acontece nessa área.

Exemplos incluem visualizações, campos de entrada, listas de seleção, gráficos, texto e tabelas.

2.2.6 Outras funcionalidades

Mesmo sendo úteis, os mecanismos de área de transferência, teclas de atalho, diálogos e melhorias teclado-mouse não são consideradas funcionalidades essenciais das GUI, incluem-se no contexto de outras funcionalidades.

2.3 A manipulação direta

Segundo Torres (2006, p. 71), “provavelmente a característica mais significativa de uma GUI é a manipulação direta, que permite a interação com objetos pelo uso de um ponteiro”.

Shneiderman (2005) aponta que as ideias centrais sobre o termo de manipulação direta incluem: a visibilidade dos objetos e ações de interesse; ações rápidas, incrementais e reversíveis; e a substituição dos comandos digitados pela ação de apontar elementos alvo.

Segundo Preece (2005) a manipulação direta é um modelo conceitual baseado em atividade.

Modelos Conceituais

Modelo conceitual é uma descrição do sistema proposto. Essa descrição deve ser feita em termos de conceitos integrados, de ideias de como o sistema deve se comportar e como o usuário o utilizará. Existem modelos conceituais baseados em atividades, modelos baseados em objetos e modelos que são uma mistura desses dois (PREECE, 2005).

Modelos conceituais baseados em atividades

Preece (2005) aponta que existem algumas atividades que são as mais comuns e que os usuários normalmente estarão envolvidos. Elas são: instrução, conversação, manipulação e navegação e exploração e pesquisa. Essas atividades não excluem umas as outras, mas cada uma tem propriedades diferentes e sugere maneiras diferentes de ser executada na interface.

Modelo conceitual baseado em atividades do tipo instrução

Este tipo de modelo conceitual envolve o usuário dizer ao sistema o que fazer através de comandos. Dispositivos baseados nesse modelo são videocassetes, aparelhos de som e rádios-relógio, por exemplo. O usuário pode dar instruções de várias maneiras, desde pressionar um botão até a digitação de comandos num terminal de comando.

Modelo conceitual baseado em atividades do tipo conversação

Este modelo conceitual é baseado na conversação entre o sistema e o usuário. O sistema age como um par, para comunicação de duas vias, e não simplesmente obedecendo a comandos do usuário. Este tipo de modelo oferece vantagens para iniciantes que ainda não sabe utilizar o sistema e para organizar algum tipo de ajuda.

Modelo conceitual baseado em atividades do tipo manipulação e navegação

No modelo do tipo manipulação e navegação, a atividade de manipular objetos e navegar por espaços virtuais é descrita. Esse modelo faz uso do conhecimento que os usuários têm de manipular o mundo físico para explorar o ambiente virtual (PREECE, 2005).

Segundo Preece (2005, p. 68), “um exemplo bem conhecido desse tipo de modelo conceitual é a manipulação direta”.

Para Shneiderman (2005), as ideias centrais sobre o termo de manipulação direta incluem: a visibilidade dos objetos e ações de interesse; ações rápidas, incrementais e reversíveis; e a substituição dos comandos digitados pela ação de apontar elementos alvo. Arrastar um arquivo qualquer para a lixeira pode ser um exemplo de manipulação direta.

Shneiderman (2005) apud. Hutchins et al. (1986) reveem os conceitos de manipulação direta e apontam que o usuário fica mais satisfeito ao manipular diretamente um mundo de objetos e comandos representados na tela ao invés de se comunicarem com um intermediário.

O fato das interfaces de manipulação direta proverem melhor *feedback* associado à uma melhor representação do problema em questão na tela permite aos usuários das interfaces de manipulação direta aplicarem intelecto para a resolução das tarefas de maneira mais rápida (SHNEIDERMAN, 2005).

Feedback significa retornar ao usuário informação sobre as ações que foram feitas e quais os resultados obtidos. É um conceito conhecido da teoria da informação e controle. Imagine falar com uma pessoa sem ouvir sua própria voz ou desenhar com um lápis que não risca, ou seja, sem nenhum *feedback* NORMAN (1988).

Existem algumas desvantagens da manipulação direta. O uso intenso de elementos gráficos tornou a interação para pessoas com deficiência visual muito mais complicada. O usuário também é forçado a aprender o significado das representações visuais caracterizando outro problema. Para pessoas experientes na digitação, retirar a mão do teclado e usá-la no mouse a fim de apontar o

objeto de interesse pode consumir mais tempo do que digitar o comando necessário (SHNEIDERMAN, 2005).

Modelo conceitual baseado em exploração e pesquisa

Baseado na ideia de que as pessoas querem explorar o mundo à sua volta e fazer pesquisas como em livros e folhear revistas, este modelo conceitual vale-se da experiência das pessoas em realizar essas atividades. A maneira com que a informação é apresentada e estruturada deve ser muito bem pensada para oferecer suporte a uma navegação efetiva, permitindo as pessoas buscar e encontrar diferentes tipos de informação (PREECE, 2005).

Modelos conceituais baseados em objetos

Essa outra categoria de modelos conceituais utiliza a ideia de se utilizar objetos ou artefatos como ferramentas. Essas ferramentas estão ligadas diretamente ao contexto em que se inserem para sugerir sua funcionalidade. Um exemplo de modelo conceitual baseado em objeto é a planilha, ela se baseia na ideia de um livro caixa (PREECE, 2005).

2.4 Interface para o usuário web

Um estilo básico de interface para o usuário é o WUI (Web User Interface), ou interface para o usuário da WEB (internet). Este estilo utiliza uma apresentação mais visual e uso de hiperlinks. A navegação essencial acontece através de uma ou mais aplicações usando texto ou hiperlinks visuais (TORRES, 2002).

Dependendo da estrutura dos hiperlinks da aplicação, navegação dentro de uma WUI mostra páginas da WEB em uma aplicação hierárquica, uma

página por vez de maneira linear ou não linear dentro da mesma janela de interface gráfica.

Em uma aplicação usando o estilo WUI, conforme Torres (2002):

- A informação normalmente é mostrada em uma única janela de interface gráfica – o navegador. Mesmo que muitas janelas do navegador possam ser usadas por uma aplicação para mostrar informação.
- O navegador provê menus para a aplicação WEB.
- Escolhas de ação são limitadas de maneira que um menu não está diretamente disponível para que aplicações possam acessar sua funcionalidade.
- Uma página da WEB tem pouco controle inerente sobre a área do cliente para a detecção de Menus POP-UP especializados.
- A criação de Menus especializados requer programação adicional.
- Funcionalidades da aplicação devem ser mapeadas para técnicas de invocação de comandos.
- Muitas aplicações usam gráficos e animações para propósitos estéticos e de navegação. Este tem o potencial ruim de poluição visual e tempo de resposta maior para o carregamento e expansão de arquivos gráficos.
- Navegadores e aplicações proveem funcionalidades para desligar os gráficos de páginas da WEB e mostrar versões apenas texto.
- O suporte ao ponteiro é basicamente para a seleção de um click.
- Arrastar e soltar não são suportados exceto por programação especial em alguns ambientes. O botão secundário do mouse é limitado de maneira semelhante.

2.5 Interface para dispositivos móveis de mão

A interface para dispositivos móveis de mão, ou HUI (Handheld User Interface), é normalmente baseada num estilo de interface gráfica, porém com algumas limitações. O fato da tela no dispositivo ser pequena oferece desafios ao desenvolvimento da interface. Levando ao uso de apenas uma janela na maior parte da interação. O mouse é tipicamente substituído pelo dedo do usuário ou uma caneta especial que toca a superfície da tela que reconhece o contato (TORRES, 2002).

2.6 Usabilidade

Para Hix e Hartson (1993) apud. Shneiderman (1992) do ponto de vista técnico, usabilidade é uma combinação de cinco características:

- Facilidade de aprendizado.
- Alto desempenho ao completar uma tarefa.
- Taxas de erro reduzida.
- Satisfação subjetiva do usuário.
- Retenção da informação com o tempo.

Ou seja, a usabilidade está associada com a eficácia e a eficiência da UI. A naturalidade da interface para o usuário também é importante. Esta naturalidade é a facilidade com que ele opera a interface (HIX e HARTSON, 1993).

Segundo Norman (1988) usabilidade é a preocupação em fazer sistemas fáceis de aprender, fáceis de lembrar como utilizá-los, seguros e “bons” de usar. Os principais fatores que afetam a usabilidade são: formato de entrada de dados, *feedback*, visibilidade e *affordance*.

Formato de entrada de dados refere-se ao dispositivo de entrada. Por exemplo, o mouse.

Feedback significa retornar ao usuário informação sobre as ações que foram feitas e quais os resultados obtidos. Imagine falar com uma pessoa sem ouvir sua própria voz ou desenhar com um lápis que não risca, ou seja, sem nenhum *feedback* (NORMAN, 1988).

Segundo Norman (1988), visibilidade é o mapeamento entre controle e efeito. Por exemplo, controles em carros são geralmente visíveis, o volante tem apenas uma função, bom *feedback* e é fácil de entender qual sua função. Telefones celulares geralmente oferecem visibilidade ruim – existe pouco mapa visual entre os controles e os objetivos dos usuários, e os controles podem ter múltiplas funções.

Ainda segundo o autor o *affordance* de um objeto é o tipo de operação que pode ser realizada com ele e como ele pode ser manipulado. Uma porta permite abri-la, uma cadeira oferece suporte. Um fator importante no *design* (projeto) é a *affordance* percebida – o que a pessoa pensa que pode ser feito com o objeto. Por exemplo, o desenho de uma porta sugere que ela deva ser puxada ou empurrada?

A escolha de um bom modelo conceitual é essencial no *design* de uma UI, permite prever o efeito de ações e está diretamente relacionada à usabilidade. Sem um bom modelo conceitual opera-se sob comando, cegamente. Efetuam-se as operações receitadas, sem saber que efeitos esperar ou, o que fazer se as coisas não derem certo. Conforme as coisas vão dando certo, aprende-se a operar. Agora, quando as coisas dão erradas ou quando se depara com situações novas necessita-se de um maior entendimento, de um bom modelo (NORMAN, 1988).

Consideremos o exemplo de uma tesoura, que tem bom modelo conceitual. Mesmo que nunca tenhamos visto uma anteriormente, é claro o seu limitado número de funções possíveis. Os buracos deixam claro que algo deve ser colocado neles, e a única coisa lógica de se colocar e que pode encaixar são os dedos. Os buracos têm *affordances*, que possibilitam os dedos serem inseridos. O tamanho dos buracos proveem restrições que limitam quais dedos podem ser usados: o buraco maior sugere diversos dedos e o menor apenas um. O mapeamento entre os buracos e os dedos é então sugerido e restringido pelos buracos. Entretanto, a operação não é limitada à colocação dos dedos corretos.

2.7 Características fundamentais de usabilidade

Algumas características são fundamentais no desenvolvimento de uma interface para garantir boa usabilidade. Estas características são geralmente especificadas dentro do contexto de guidelines de usabilidade. Estes guidelines são basicamente relacionados a dispositivos comuns, como o teclado e o mouse.

Consistência e simplicidade

Para Hix e Hartson (1993) superficialmente, este guideline é de fácil entendimento. Se algo é feito de certa maneira em uma interface (por exemplo, uma tarefa tem um nome específico, ou um ícone tem certa aparência ou comportamento), os usuários esperam que a mesma coisa possa ser feita da mesma maneira ao longo do resto da interface. Para Sajedi (2008, p. 107) “A consistência numa UI torna possível aos usuários a construção de um modelo mental preciso da maneira com que ela funciona, e este modelo mental levará a redução de tempo de treinamento e custos de suporte”. O sistema deve usar palavras e comandos claros como padrão ao longo de todo o sistema, especialmente se este consiste de subsistemas (SHNEIDERMAN, 2004).

Flexibilidade e eficiência do uso e do usuário

Um usuário iniciante deve interagir com o sistema tão facilmente quanto um usuário experiente, mas de uma maneira diferente. Ambos os usuários devem estar satisfeitos com o mesmo sistema (SAJEDI, 2008).

Uso de cores

Para Sajedi (2008) a cor é uma ferramenta poderosa. O uso de cores deve ser utilizado como uma característica secundária. Os padrões mentais diferem de pessoa para pessoa e de contexto para contexto. Além do mais em torno de 10% dos homens e uma pequena porcentagem das mulheres tem algum tipo de daltonismo.

Desta maneira o desenvolvedor pode utilizar diferentes tipos de gráficos, etiquetas de texto (usando fontes diferentes ou características como negrito ou itálico) para identificar as características em itens diferentes (SAJEDI, 2008).

Deve ser usado um número limitado de cores (no máximo quatro ou cinco cores). As cores devem obedecer a certa regra, sendo usada da mesma forma em todo o sistema para oferecer consistência (SHNEIDERMAN, 2004).

Shneiderman (2004) também aponta que a cor deve ser escolhida de acordo com a tarefa a ser executada. Por exemplo, num aplicativo de planilha a cor verde pode ser usada para valores positivos de resultado e a vermelha para negativos, nunca o inverso. Cuidado deve ser tomado ao combinar as cores. Se uma cor vermelha saturada (pura) aparecer na tela como fundo juntamente com um texto azul, pode ser difícil para o usuário absorver a informação. As cores também podem ser usadas para notificação de mudanças de status.

Latência reduzida

A latência (tempo de resposta) deve ser pequena e em segundo plano. O uso de respostas lentas para o clique em botões deve ser evitado. Sajedi (2008, p.108) aponta que “para ações que durem entre 0.5 e 2 segundos mostre a ampulheta no local do cursor (nas interfaces tradicionais), ou mostre para o usuário de alguma forma que o sistema ainda está a funcionar”. Conforme o autor “mostre a estimativa de espera de tempo para ações que durem mais que 2 segundos”. Essas barras devem ser atualizadas constantemente e o indicador visual de tempo deve ser claro.

Tempos de respostas menores geralmente levam à maior produtividade do usuário (SHNEIDERMAN, 2004).

Metáforas

Metáforas são histórias que criam figuras visíveis na mente do usuário. Elas evocam algo familiar, porém com uma informação adicional. Por exemplo, o MS Windows possui um objeto chamado pasta. Assim como uma pasta do mundo real a pasta do Windows evoca a noção de coleção de itens organizados (SAJEDI, 2008).

Para Nielsen (2000, p.180) as metáforas oferecem vantagens, como por exemplo, “a metáfora pode oferecer uma estrutura unificadora ao design que o fará parecer mais do que uma coleção de itens isolados”. Ou ainda “a metáfora pode facilitar o aprendizado ao permitir que os usuários usem o conhecimento que já têm acerca do sistema de referencia”.

Para Preece (2005, p.76) “metáforas são um modelo conceitual desenvolvido para ser semelhante, de alguma forma, a aspectos de uma entidade física (ou entidades), mas que também tem seu próprio comportamento”.

Ajuda e documentação

Shneiderman (2004) aponta que a ajuda deve ser focada na tarefa do usuário e precisa de passos concretos para ser executada, mas não deve ser muito longa. Para Shneiderman (2004) apud. Carroll (1998) alguns cuidados devem ser tomados no desenvolvimento de ajuda. A informação deve ser apresentada de forma clara, curta, indexada, deve poder ser chamada a partir de um erro e utilizar exemplos reais de como atingir os objetivos. Existem diversas formas de ajuda tais como manuais online, ajuda online, demonstração animada e guias.

Interfaces exploráveis

Para Sajedi (2008) as ações dos usuários no sistema devem poder ser desfeitas. Muitas vezes o usuário está apenas explorando a interface e executa uma ação somente para perceber qual será seu efeito. Assim operações do tipo desfazer são desejáveis.

Minimizar a carga de memória do usuário

Segundo Shneiderman (2004) existe uma limitação na quantidade de informação que o ser humano consegue armazenar na memória de curto prazo. Isso requer que as informações sejam organizadas de forma simples, e o sistema não peça para que o usuário memorize formulários e opções. A informação deve ser preenchida automaticamente no formulário atual e em suas respectivas posições. No caso de tomada de decisões, o processo de tomada de decisão deve ser feito de acordo com o conjunto de informações disponíveis juntamente com as informações previamente armazenadas (SAJEDI, 2008).

A menor quantidade de vocabulário técnico deve ser considerada, dessa maneira ações importantes podem ser feitas por usuários iniciantes (HIX e HARTSON, 1993).

Prevenção de erros

Para Hix (1993) “engenharia para erros” significa prever possíveis erros do usuário. Num bom *design* de interação, quase nenhuma ação do usuário não pode ser antecipada. Uma boa maneira de prevenir que os usuários cometam erro é tornar as opções errôneas indisponíveis.

O desenvolvedor deve prevenir os usuários de entrar num estado que ocasiona erros através de um controle exaustivo. Quando um erro ocorre uma mensagem apropriada e compreensível deve ser mostrada. O trabalho do usuário não deve ser perdido.

As ações que causaram o erro devem ser passíveis de serem desfeitas, mesmo que para isso o sistema mantenha um log das ações dos usuários (SAJEDI, 2008).

Uma maneira de reduzir a perda de produtividade ocasionada pelos erros é melhorar as mensagens de erro providas pela interface. Mensagens de erros melhores podem aumentar a taxa de sucesso na reparação de erros, diminuindo a quantidade de erros futuros e aumentando a satisfação subjetiva.

Mensagens de erro devem ser específicas e construtivas, por exemplo, dizer ao usuário o que fazer ao invés de apenas apontar o problema. Expressões como “operação ilegal” ou “erros de memória” devem ser evitadas. Mensagens de erro aprimoradas proveem apenas ajuda. Uma forma mais efetiva é prevenir que os erros ocorram (SHNEIDERMANN, 2004).

2.8 Multi-touch

Segundo Han (2008) *multi-touch* é uma tecnologia de interação homem-computador (interface) que consiste em uma tela-táctil que reconhece múltiplos contatos que são simultaneamente interpretados pelo sistema, possibilitando vários usuários interagirem com o mesmo computador.

Uma tela *multi-touch* reconhece múltiplos pontos de interação simultâneos, frequentemente incluindo também a pressão de cada um independentemente, assim como a posição. Isso permite gestos e interação através de vários dedos ou mãos, aumentando a qualidade da utilização da tela, contribuindo para a manipulação direta através de gestos intuitivos (*SCIENTIFIC AMERICAN*, 2008). São diversas as abordagens de composição e estudo de telas multi-touch. Estas serão tratadas na sequência de subcapítulos do presente texto.

2.8.1 Resistiva

Uma tela resistiva é composta por diversas camadas. As mais importantes são 2 camadas finas metálicas que conduzem eletricidade e a camada resistiva separadas por um pequeno espaço. Quando algum tipo de objeto toca este tipo de painel, as camadas se conectam em certo ponto. O painel então reage eletricamente como um divisor de voltagem com saídas conectadas. Isso causa uma mudança na corrente elétrica que é registrada como um evento de toque e enviada ao controlador para ser processada.

Telas resistivas são geralmente mais baratas, mas oferecem apenas 75% de claridade. Filmes especiais e acabamentos de vidro permitem até 85%, e a camada pode ser danificada por objetos afiados. Elas não são afetadas por elementos como poeira e água, e são as mais comuns hoje em dia.

2.8.2 Superfície de onda acústica

Superfície de onda acústica (*Surface AcousticWave*, ou SAW) é uma tecnologia que utiliza ondas ultrassônicas sobre o painel. Quando ocorre o toque, uma parte das ondas é absorvida. Essa mudança é registrada como a posição do toque e então o evento é enviado para o controlador para ser processado. Esse tipo de superfície pode ser danificada por elementos naturais como poeira e água.

2.8.3 Capacitiva

Um painel sensível ao toque capacitivo geralmente é feito com um tipo de material especial, geralmente óxido de tinidum que conduz corrente continuamente sobre o sensor. Assim o sensor exibe um campo de elétrons precisamente controlados tanto na vertical como na horizontal – atinge a capacitância. O corpo humano também é um dispositivo elétrico que contém elétrons guardados e por isso exibe capacitância. Quando a capacitância normal do sensor (o estado inicial) é alterada por outro campo de capacitância, por exemplo, o dedo de alguém, os circuitos eletrônicos localizados nos cantos do painel medem essa distorção no formato de ondas características do campo referido e mandam a informação para o controlador para ser processado. Este tipo de dispositivo tem uma definição muito boa e não é afetado por elementos naturais.

2.8.4 Infravermelho

Uma tela sensível ao toque por infravermelho aplica dois diferentes métodos. Um deles utiliza mudanças de temperatura na superfície de resistência. Este método às vezes é lento e requer mãos quentes.

Outro método é um vetor de sensores infravermelhos alinhados verticalmente e horizontalmente e detectam a interrupção de um raio modulado perto da superfície da tela. Estes tipos de sensores são os mais duráveis e são utilizados em aplicações militares que necessitam desse tipo de tecnologia.

2.8.5 Frustrated Total Internal Reflection

Este dispositivo ótico utiliza o princípio da refração interna total para preencher um meio refrativo com luz. Quando um dedo ou algum objeto é pressionado contra a superfície, a refração de luz interna é interrompida, fazendo a luz ser refletida fora do meio, tornando-a assim visível para a câmera por detrás do meio (KIM et al., 2007).

2.9 Aplicações *Multi-touch*

Atualmente, a tecnologia está presente em vários dispositivos disponíveis no mercado. Por exemplo, no Iphone (figura 1) da companhia Apple. Existem também aplicações conceito que estão dando os últimos passos em direção à fase final de protótipo e partindo para a implementação, como por exemplo, a Microsoft Surface. Trata-se de uma “mesa” que nada mais é que uma tela *multi-touch* com um software especial, está implementada nas lojas da empresa de telefonia móvel norte-americana, AT&T. (Figura 2)



Figura 1 - O Iphone

Fonte: Website da Apple (2008).



Figura 2 - Microsoft Surface

Fonte: Website da Microsoft Corp. (2008).

2.9 A interação em interfaces *multi-touch*

A interação natural tem recebido bastante atenção nos últimos anos como visto em Celentano e Minuto (2008) apud. Zachmann (2001) e Valli (2003), devido ao progresso em pesquisa sobre a interação com dispositivos eletrônicos e novas aplicações, em especial voltadas à área de web 2.0.

A computação ubíqua e inteligência do ambiente instigam o desenvolvimento de dispositivos de informação, tentando superar o tradicional paradigma WIMP com interfaces que são uma mistura de modelos conceituais clássicos (CELENTANO E MINUTO, 2008).

O paradigma WIMP é tão bem enraizado que muito trabalho ainda tem que ser feito no sentido de encontrar estilos de interação mais naturais através interpretação de gestos que ainda são baseados em um ponteiro se movendo em uma área limitada, comandando ações como clicar em objetos que representam programas e documentos.

De maneira tradicional, operamos um computador utilizando teclado e mouse. Em interfaces *multi-touch* temos a substituição destes pelo toque com os dedos e em múltiplos pontos.

A interpretação de pontos únicos de contato estático e pontos de contato dinâmicos deve ser feita pela interface. A interpretação do análogo a um clique pode ser visto como o pressionamento em um ponto seguido da retirada do ponto de contato. A interpretação de gestos é mais complexa (MATSUMOTO E SOUZA, 2010).

2.9.1 Gestos, formas e a interação *multi-touch*

Apesar da linguagem de gestos ser independente da tecnologia escolhida, um número de limitações é imposto quando a escolha de uma tecnologia em específico é feita. Por exemplo, o número máximo de pontos de contato reconhecidos, ou a precisão do rastreamento ao longo da borda da superfície.

Soluções mais gerais podem ser implementadas utilizando tecnologias de visão programada que são capazes de rastrear a posição de um número variável de pontos de contato. Na maioria dos casos o toque é revelado por um dispositivo FTIR (descrito na seção 2.8.5), onde o número de pontos de luz simultâneos é limitado apenas pelo tamanho do dispositivo, e o desempenho do dispositivo de visão (CELENTANO E MINUTO, 2008).

A Microsoft Surface, anunciada em 2007 por Microsoft Corp. (2007) também é baseada numa combinação de FTIR e sensibilidade de múltiplas câmeras.

De acordo com Celentano e Minuto (2008, p.137) “uma das desvantagens das interfaces do paradigma WIMP é a falta de correspondência visual entre a visão do usuário e o ponteiro”.

O resultado do movimento da mão do usuário, no caso de um mouse, é diferente do que percebido na tela. Telas sensíveis ao toque podem ser uma solução parcial para este tipo de situação, mas a tecnologia atual limita sua generalização devido a certas limitações de suas características.

2.9.2 A interpretação de gestos

O significado do gesto é definido pela sua evolução dinâmica, variantes na execução podem ser interpretadas como variantes do significado. Por exemplo, desenhar uma forma da direita para a esquerda ou da esquerda para a direita pode levar a resultados diferentes. A maior flexibilidade da linguagem do gesto é paga em termos de má interpretação e erros.

À medida que o gesto é executado sua interpretação deve ser feita em tempo real. Assim, a execução deve ser contínua e coerente. Este processo pode passar por fases onde a ação do usuário pode corresponder a qualquer gesto diferente.

Um exemplo simples é o traço de uma linha curva (um arco) que também pode ser interpretado como o traço inicial de uma figura fechada. A interpretação dinâmica do gesto impacta também na possibilidade de corrigi-lo. Uma vez que a evolução completa do gesto é interpretada é impossível desfazer ou corrigir o gesto (CELENTANO E MINUTO, 2008).

2.10 Precisão para modelos *multi-touch*.

Ryall et al. (2005) observam que elementos tradicionalmente usados para o uso com o mouse necessitam modificações para a interação com os dedos.

Para Matsumoto (2010) a manipulação direta por toque cria dificuldades de oclusão que torna as interfaces tradicionais menos usáveis. Os dedos ocluem o texto de itens de menus ou os botões os quais estão pressionando, tornando necessário o uso do local do texto ligeiramente diferente de onde o usuário toca, ao contrário de com o mouse onde o usuário clica diretamente sobre o texto.

A resolução de um dedo (quando comparado ao de um ponteiro de mouse) é dispersa. Quando acontece a interação com componentes desenhados para interação com o mouse utilizando o dedo muitos problemas são observados. Os dedos das pessoas são de tamanhos variados causando problemas de mira para as pessoas com dedos maiores.

A dimensão padrão das barras de título e outros componentes utilizados em ferramentas padrões de interfaces gráficas com usuários são construídas com a interação do mouse em mente, sendo demasiado pequena em varias situações para a interação com o dedo (MATSUMOTO, 2010).

2.10.1 O experimento de Schedlbauer

Schedlbauer (2007) realizou um experimento onde oito participantes destes foram recrutados. Todos os participantes tinham experiência em utilizar computadores e visão normal. Foi utilizado um computador dotado de tela de 15" sensível ao toque da fabricante *Elo Touch Systems*.

Foi, então, pedido aos participantes que selecionassem na tela diferentes alvos circulares com tamanhos variados entre 6mm e 25mm, o mais rápido possível.

O resultado foi monitorado. Quando os usuários completavam uma e duas tarefas, media-se a taxa e de erro e o tempo para completar cada tarefa.

O resultado do experimento realizado foi apresentado na forma de dois gráficos. A figura 3 relaciona a média do tempo para completar cada tarefa com o diâmetro do alvo. A figura 4 relaciona a taxa de erro com o diâmetro do alvo.

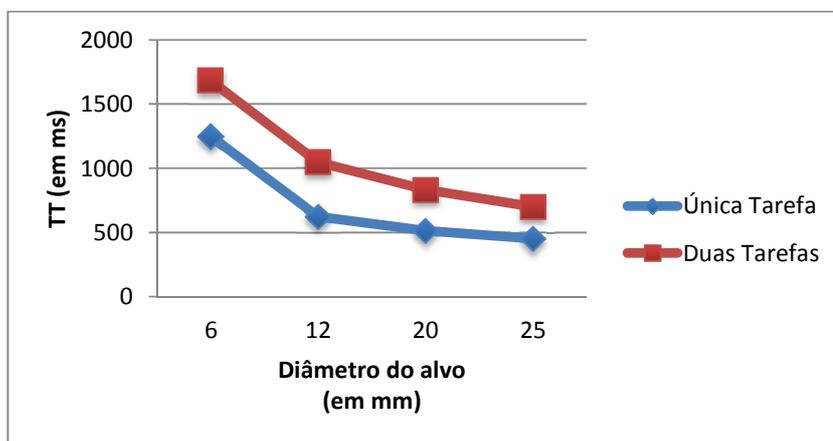


Figura 3 – Média do tempo para completar cada tarefa por diâmetro do alvo. Mostrado com confiança de 95%.

Fonte: Schedlbauer (2007).

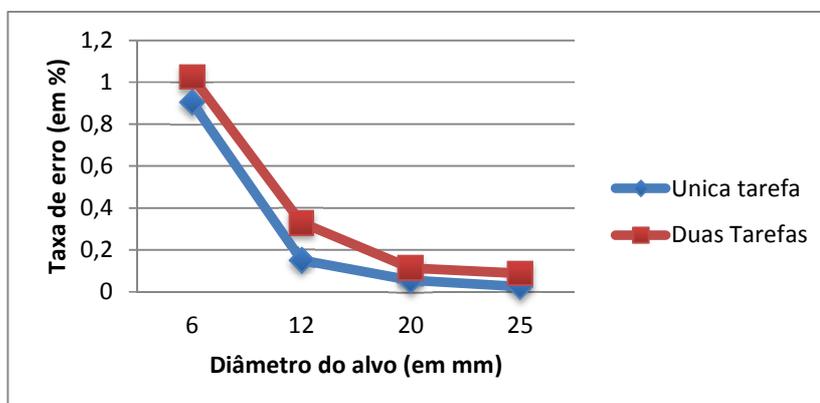


Figura 4 – Média da taxa de erro (em %) para cada tipo de tarefa por diâmetro do alvo. Mostrado com 95% no intervalo de confiança.

Fonte: Schedlbauer (2007).

3 METODOLOGIA

3.1 Tipo de Pesquisa

A presente pesquisa caracteriza-se quanto a sua natureza como pesquisa aplicada. Quanto à abordagem do problema como pesquisa qualitativa, com objetivos de caráter descritivos, utilizando procedimentos de levantamento bibliográfico.

Segundo Pinheiro (2010) a pesquisa aplicada tem como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática, ou seja, problemas e interesses específicos. Enquanto na abordagem qualitativa vislumbra-se a atribuição de significados ao fenômeno de forma descritiva. O pesquisador tende a analisar seus dados indutivamente.

A pesquisa descritiva visa, então, descrever características de determinado assunto ou tema, visando estabelecer relações entre os mesmos. Este tipo de pesquisa assume, em geral, a forma de levantamento. No caso da presente pesquisa, tem-se um levantamento envolvendo, diretamente, estudos e textos de diversos autores, que definiram linhas guias ou guidelines (boas características) relacionadas à usabilidade de interfaces, visando, a partir da combinação desses, a discussão de usabilidade direcionada a interfaces multi-touch.

Trata-se, portanto, de um levantamento bibliográfico elaborado a partir de material já publicado, constituído principalmente de livros, artigos de periódicos, material disponível na internet, dissertações e teses. A citação das principais características de usabilidade permite salientar a contribuição da pesquisa realizada, demonstrar contradições ou reafirmar proposições envolvendo fundamentalmente, para este estudo, guidelines de usabilidade.

3.2 Procedimentos

Este trabalho foi realizado no período de Março de 2008 até Junho de 2010 na Universidade Federal de Lavras. A pesquisa foi desenvolvida a partir de um material elaborado (livros e artigos científicos). As fontes bibliográficas foram:

Livros de leitura corrente (fontes secundárias);

Livros de referência – Informativa (dicionários, enciclopédia e anuários) e remissiva (que remetem a outras fontes, catálogos e repertórios);

Publicações periódicas (jornais e revistas);

Artigos, dissertações e teses.

Impressos diversos.

Websites da internet.

Após a reunião do material, foi realizado estudo sobre conceitos de interface homem máquina, características de usabilidade e tecnologias *multi-touch*. Seguindo o estudo, buscou-se uma composição ou combinação das características de usabilidade tendo-se como base os itens mais referenciados entre os autores, considerando a tecnologia *multi-touch*.

Conforme Takeuchi e Nonaka (2008), “a combinação é um processo de sistematização de conceitos em um sistema de conhecimento. Este modo de conversão do conhecimento envolve a combinação de diferentes corpos de conhecimento explícito. A reconfiguração da informação existente, pela separação, adição, combinação ou classificação do conhecimento explícito, pode levar a um novo conhecimento”.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Considerações iniciais

Este capítulo descreve toda a proposta de guidelines de usabilidade em interfaces *multi-touch* do presente trabalho, partindo de uma abordagem ordenada das características presentes em outros tipos de dispositivos e interfaces, seus componentes, sua relação com a tecnologia *multi-touch* e as características resultantes da interação entre ambas à luz dos estudos em HCI.

Estudos abrangentes e clássicos na área de usabilidade se veem desafiados para adaptação ao estilo de interação mais natural proposto pela tecnologia *multi-touch*.

Na literatura pesquisada encontrou-se muito pouco sobre abordagens relacionadas a guidelines de usabilidade para interfaces multi-touch. Neste sentido, a partir deste trabalho, busca-se uma contribuição preliminar ao tema. Esta contribuição se fundamenta no levantamento bibliográfico realizado, dentro de suas limitações, e nas possibilidades de combinações ou composições de informações sobre guidelines, já explícitas, para outros tipos de dispositivos de interação.

Os paradigmas de desenvolvimento de software são, em sua grande maioria, orientados ao uso do teclado e mouse. A maneira com que as pessoas se relacionam com este novo tipo de tecnologia (multi-touch) é colocado em evidência pelo estudo de interações em casos específicos. Características que são muitas vezes invisíveis ao usuário, mas de fundamental importância para os desenvolvedores fazem parte dos guidelines propostos.

4.2 Guidelines multi-touch propostos

Guidelines podem ser descritos e usados por qualquer organização (governamental ou privada) para tornar as ações de seus empregados e divisões mais previsíveis e presumidamente de melhor qualidade.

Um *guideline* é qualquer documento que tem como objetivo delinear processos em particular de acordo com uma rotina. Por definição, seguir um *guideline* nunca é obrigatório (protocolo seria uma descrição mais apropriada para um processo obrigatório).

Guidelines no contexto de IHC, foco deste trabalho, dizem respeito a características que devem ser observadas ou descritas a um desenvolvedor, projetista ou *webdesigner* que busca engajar-se no processo desenvolvimento de uma interface no contexto de uma organização.

A seguir, as características que compõem os *guidelines* propostos são listadas, suas respectivas relevâncias no contexto de interfaces *multi-touch* são discutidas e quais autores referenciam-as são mostrados.

Cabe observar que se tem um conjunto de 11 (onze) *guidelines* sendo definidas como “propostas”. Dessas, as 9 (nove) primeiras são orientadas tanto a dispositivos convencionais (teclado e mouse, por exemplo) quanto a dispositivos *multi-touch*, ou seja, ocorre a combinação. No levantamento bibliográfico realizado a grande maioria dos autores as citam pelo menos uma vez.

As 2 (duas) últimas características (10 e 11) são as principais propostas contributivas deste trabalho. Estas propostas são baseadas em observações e referências de trabalhos relacionados à *multi-touch*, mas que a princípio não tinham relação com usabilidade ou *guidelines*. São as propostas de caráter de novidade que veem contribuir para os estudos de IHC, usabilidade e *multi-touch*.

1. Consistência e simplicidade (Hix e HARTSON, 1993; SAJEDI (2008); SHNEIDERMAN, 2004)

Se algo é feito de certa maneira em uma interface (por exemplo, uma tarefa tem um nome específico, ou um ícone tem certa aparência ou comportamento), os usuários esperam que a mesma coisa possa ser feita da mesma maneira ao longo do resto da interface.

2. Flexibilidade e eficiência do uso e do usuário (SAJEDI, 2008)

O sistema deve ser flexível o suficiente para que tanto os usuários iniciantes quanto avançados consigam interagir facilmente com o sistema.

3. Uso de cores (SHNEIDERMAN, 2004; SAJEDI, 2008)

As cores podem ser utilizadas para sinalizar como característica secundária dos elementos da interface. Devem ser aplicadas de maneira cautelosa e respeitando características como contraste com o fundo.

4. Latência reduzida (SHNEIDERMAN, 2004; SAJEDI, 2008)

O tempo de resposta do sistema deve ser o mínimo possível, quando o atraso de resposta é inevitável o uso de barras de progresso é essencial. Latência é a diferença de tempo entre o início de um evento e o momento em que seus efeitos tornam-se perceptíveis

5. Metáforas (NIELSEN, 2000; PREECE 2005; SAJEDI, 2008)

Boas metáforas são histórias, criando figuras visíveis na mente do usuário. Metáforas normalmente evocam algo familiar, porém com uma informação adicional. Essa característica pode ser usada para ajudar o usuário a identificar e memorizar qual ação o elemento realiza.

6. Ajuda e documentação (SHNEIDERMAN, 2004)

Um sistema de ajuda é um componente de documentação de um software que explica as funcionalidades do programa e ajuda o usuário compreender suas capacidades. A ajuda tem o propósito de prover respostas às necessidades e perguntas do usuário que o levarão a utilizar o sistema de maneira eficiente.

7. Interfaces exploráveis (SAJEDI, 2008)

As ações do usuário devem poder ser desfeitas. Muitas vezes o usuário está apenas explorando a interface e interage com ela apenas para entender qual o efeito de suas ações. A característica de poder corrigir os erros cometidos logo assim que ocorrem também aumenta a satisfação subjetiva do usuário.

8. Minimizar a carga de memória do usuário (Hix e HARTSON, 1993; SAJEDI (2008); SHNEIDERMAN, 2004)

O sistema deve memorizar as opções, ações e condições das partes anteriores para não forçar o usuário a fazê-lo. A utilização de menos vocabulário técnico também deve ser observada para facilitar o uso para os iniciantes.

9. Prevenção de erros usuário (Hix e HARTSON, 1993; SAJEDI (2008); SHNEIDERMAN, 2004)

O sistema deve ser programado para prever os erros mais comuns de usuários, ocultando comandos que possam causar erros ou que venham confundir o usuário. Quando um erro ocorre uma mensagem apropriada e compreensível deve ser mostrada.

10. Mapeamento dos gestos

Nas interfaces *multi-touch* os gestos devem ser mapeados observando as características de usabilidade. Este mapeamento consiste em programar a interface para reagir a determinados gestos de entrada de forma apropriada. O mapeamento de gestos é próprio para interfaces sensíveis ao toque e é essencial. Esse mapeamento deve ser feito observando-se todas as 9 características anteriores.

Consistência e simplicidade: Os gestos que os usuários devem utilizar para interagir com o sistema devem ser consistentes ao longo de toda a interface. Eles devem ser preferencialmente simples, não complexos. A figura 5 ilustra um possível mapeamento de gestos, com característica de simplicidade.

Exemplo de Mapeamento Multitouch	
Ação do usuário	Interpretação do sistema
A partir de uma certa distância, mova dois dedos ao encontro um do outro sobre uma mesma linha	Realizar maior zoom sobre o elemento foco da interação
A partir de uma distância inicial, mova dois dedos para longe um do outro sobre uma mesma linha	Realizar zoom para fora do elemento foco da interação
Rotacionar ambos os dedos no formato de um círculo	Rotaciona o elemento foco da interação de acordo com a direção do gesto

Figura 5 – Exemplos de mapeamento *multi-touch* que apresentam a característica de simplicidade.

Flexibilidade e eficiência do uso e do usuário: Os usuários iniciantes devem conseguir interagir com o sistema, assim como os usuários avançados, mesmo que utilizando gestos mais simples.

Uso de cores: As cores podem ser utilizadas para prover *feedback* ao usuário (Capítulo 4 - figura 5).

Latência reduzida: O sistema deve responder o mais rápido possível aos gestos realizados pelos usuários, para que a interação possa ocorrer de forma mais natural, sem atrasos.

Metáforas: Gestos que evocam algo familiar podem ser usados como metáforas. Por exemplo, o usuário pode traçar um “X” sobre o item que deseja excluir.

Ajuda e documentação: Todos os gestos que o usuário pode realizar em um contexto devem estar disponíveis na ajuda. Essa ajuda mostra, passo a passo, como executar um gesto e qual o efeito esperado do sistema.

Interfaces exploráveis: As ações que o usuário realizar utilizando gestos devem poder ser desfeitas.

Minimizar a carga de memória do usuário: Um número limitado de gestos deve ser definido, pois uma gama muito grande e complexa deles pode forçar o usuário a memoriza-los.

Prevenção de erros: Dependendo do contexto da informação mostrada ao usuário o sistema deve prevenir de alguma forma que o usuário execute um gesto inapropriado. Por exemplo, navegar para fora da área de uma página da WEB.

11. Precisão para modelos *multi-touch*

Um tamanho mínimo (12mm) de elemento passível de interação deve ser observado, pois o tamanho do dedo e precisão da tecnologia influenciam na interação.

A figura 11 ilustra os conceitos de *feedback* através de cores e tamanho de “teclas” com pelo menos 12mm de diâmetro. A tecla virtual 7 ao ser pressionada pelo usuário torna-se cinza claro, por exemplo, para indicar que o pressionamento foi reconhecido com sucesso.

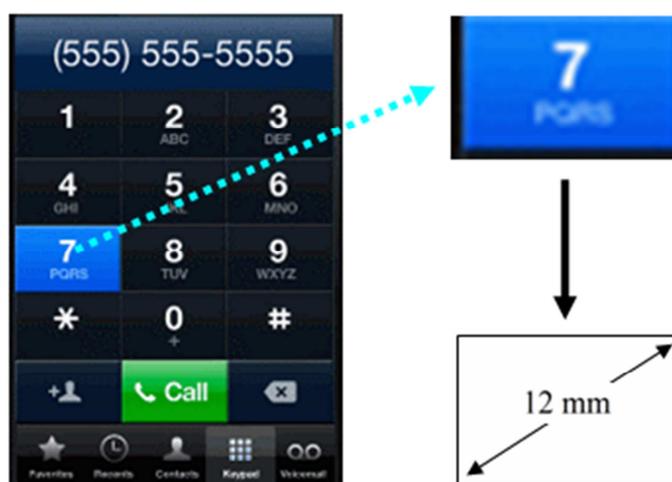


Figura 5 – A interface de chamadas telefônicas do Iphone.

Fonte: website da Apple (2008). Adaptada pelo autor.

A característica de precisão para modelos *multi-touch* é de fundamental importância. O resultado do experimento de Schedlbauer (2007) é abrangente para vários valores de diâmetro. A interpretação dos gráficos (ver Capítulo 2 - Figuras 3 e 4), realizada pelo autor deste trabalho, constata que ao atingir 12mm

tem-se um patamar de erro e tempo para completar as tarefas a partir do qual as taxas decrescem de forma menos acentuada.

Portanto, recomenda-se que os elementos mostrados ao usuário passíveis de interação devem ter um diâmetro mínimo médio aproximado de 12mm para que o tempo de resposta do usuário e sua taxa de erros não sejam comprometidos. Dependendo das limitações de espaço de tela, esses elementos os quais o usuário pode interagir podem ser ainda menores, mas sacrificarão a taxa de acerto e o tempo para completar a tarefa em detrimento do tamanho.

5 CONCLUSÕES

As áreas pesquisadas têm sido bem desenvolvidas recentemente, impulsionadas pela presença marcante da tecnologia em nossas vidas. As características de usabilidade fazem parte do processo de pesquisa e desenvolvimento de softwares e de produtos no mercado e meio acadêmico.

A tecnologia *multi-touch* não é algo recente, pessoas já a implementavam nos anos 80, porém a convergência digital impulsionou o seu uso nos últimos anos. Entretanto, apesar da presença cada vez maior de produtos que empregam características de usabilidade e tecnologias *multi-touch* em nosso dia a dia, a maior parte dos estudos e textos disponíveis ainda é fundamentada em dispositivos convencionais como teclado e mouse.

Os guidelines propostos neste trabalho, especificamente para interfaces *multi-touch* (mapeamento de gestos e precisão) visam impulsionar o desenvolvimento de interfaces mais naturais, associando os conhecimentos de usabilidade e as tecnologias já existentes, ao novo “paradigma convergente gestual”.

Não obstante, as interfaces *multi-touch* proveem uma poderosa ferramenta com características que se adaptam à natureza da informação mostrada nas telas cada vez mais atraentes dos dispositivos eletrônicos. Essas interfaces contexto-sensíveis nos aproximam da informação, tornando nossas tarefas mais simples e ao mesmo tempo estendendo nosso alcance ao interagirmos com as máquinas.

Desta forma este trabalho vem contribuir de maneira preliminar a uma área que guarda grande potencial para toda a computação, pois torna a interação mais natural, mais presente, entre o homem e a máquina.

O presente corpo de conhecimento também pode ser usado para nortear as pessoas que tiverem interesse em desenvolver software com foco em usabilidade e que faça uso de tecnologias *multi-touch*.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APPLE. *The iPhone SDK*; Disponível em <http://developer.apple.com/iphone/program/> Acessado no dia 04 jun/08

CELENTANO, A., MINUTO, A. *Gestures, Shapes and Multitouch Interaction*, 19th International Conference on database and Expert Systems Application, Dipartimento di Informatica, Venezia, Italy. IEEE 2008.

H. REX HARTSON; DEBORAH HIX. *Developing user interfaces, ensuring usability through product & process*. John Wiley & sons, inc. 1993.

HAN, J. Y. *Frustrated Total Internal Reflection - Algorithm for multi-touch interface*. Disponível em <http://www.cs.nyu.edu/~jhan/ftirsense/>, consultado em 10 de maio de 2008

KIM, J. PART, J., KIM, H., LEE, C. HCI. *Using multi-touch tabletop display*. Department of Computer Engineering, Chonnam National University, Gwangju Korea. IEEE 2007.

MATSUMOTO, M., SOUZA, C. *Study on fluent interaction with multi-touch in Traditional GUI Enviroments*, Waseda University, Tokyo, Japan, 2007.

MICROSOFT CORP, Surface, TM 2007. [Online] em <http://www.microsoft.com/surface/index.html> visitada em junho de 2009.

NIELSEN, J. *Projetando Websites*. Editora Campus Ltda. Rio de Janeiro, 2000.

NORMAN, D. A.; *The Design of Everyday Things*. NewYork, Doubleday 1988.

PINHEIRO, J. M. S. **Da Iniciação científica ao tcc: uma abordagem para os cursos de tecnologia**. Rio de Janeiro, Editora Ciência Moderna Ltda. 2010.

PREECE J. **Design de interação** – Porto Alegre, Bookman Editora, 2005.

RYALL, K., MORRIS, M.R., EVERITT, K., FORLINES, C., SEHN, C. *Experiences with and Observations of Direct-Touch Tabletops*. Stanford University, CA, USA. IEEE Computer Society reference 0-7695-2494-X/05, 2005.

SAJEDI, A., MAHDAVI, M., MOHAMMADI, A., NEJAD, M. *Fundamental Usability Guidelines for User Interface Design*. International Conference on Computational Sciences and Its Applications. ICCSA, 2008.

SCIENTIFIC AMERICAN MAGAZINE, edição julho de 2008.

SCHEDLBAUER, M., *Completion Time Predictions of Mobile Touch-Screen interactions in Dual-Task Situations*. Proceedings of the ITI 2007, 29th, Conf. on information Technology Interfaces, June 25-28, 2007, Cavtat Croatia. IEEE Computer Society 2010.

SHNEIDERMAN B. *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction* Addison Wesley March 2004 672pp . Edition Number: 4, 2005.

TAKEUCHI, H., NOKATA, I. **Gestão do conhecimento** . Porto alegre : Bookman, 2008.

TORRES, R. J. *User Interface Design and Development*. Prentice hall Inc, PTR, 2006.

ZAMBALDE, A. L., ALVES, R. M. **Interface homem-máquina e ergonomia**. Lavras/MG: Editora UFLA/FAEPE, 2004.