

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE ARTES E COMUNICAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ERGONOMIA – PPergo
MESTRADO PROFISSIONAL

Sandra Chacon

**Análise Ergonômica da Interposição da Usabilidade
de Software e Hardware em Aparelhos Celulares**

Recife
2015

SANDRA CHACON

**Análise Ergonômica da Interposição da Usabilidade
de Software e Hardware em Aparelhos Celulares**

Dissertação submetida à Coordenação do
Mestrado Profissional em Ergonomia do Centro de
Artes e Comunicação da Universidade Federal de
Pernambuco como requisito parcial para obtenção
do grau de mestre em Ergonomia (Msc).

Recife
2015

Catálogo na fonte
Bibliotecária Maria Valéria Baltar de Abreu Vasconcelos, CRB4-439

C431a Chacon, Sandra
Análise ergonômica da interposição da usabilidade de software e hardware em aparelhos celulares / Sandra Chacon. – Recife: O Autor, 2015.
95 f.: il.

Orientador: André M. Neves.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Artes e Comunicação. Design, 2015.
Inclui referências.

Ergonomia. 2. Sistemas de comunicação móvel - Evolução. 3. Telefone celular. 4. Interação homem - máquina. I. Neves, André M. (Orientador). II. Título.

620.8 CDD (22.ed.) UFPE (CAC 2015-161)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ERGONOMIA

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA
DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ERGONOMIA

*“ANÁLISE ERGONÔMICA DA INTERPOSIÇÃO DA USABILIDADE DE SOFTWARE
E HARDWARE EM APARELHOS CELULARES”*

Área de Concentração: Ergonomia e Usabilidade de Produtos, Sistemas e Produção.

A comissão examinadora, composta pelos professores abaixo, sob presidência primeiro considera o (a) candidato(a) **SANDRA CHACON TAVARES** _____.

Recife, 24 de fevereiro de 2015.

PROF.º DR.: ANDRÉ MENEZES MARQUES DAS NEVES

PROF.º DR.: FÁBIO FERREIRA DA COSTA CAMPOS

PROF.º DR.: ERNESTO VILAR FILGUEIRAS

*Dedico este trabalho a todos aqueles que
de alguma forma torceram por mim.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela força de ter superado tantos obstáculos.

Ao meu orientador André Neves por ter acreditado em mim desde o início do curso, por sua paciência e ética e seu apoio que me foi imprescindível.

Aos meus pais por terem me proporcionado a educação que me permitiu chegar até aqui.

À minha mãe pela sua solicitude durante todo curso.

À minha amada filha pelo incentivo constante.

À minha amiga Jacqueline Oliveira pelo amor de todas as horas.

Ao servidor da UFPE Jorge Luis dos Santos pelo auxílio constante em todos os processos administrativos desde meu primeiro dia na universidade.

À Pró-reitora de Gestão de Pessoas da UFPE, Lenita Almeida, sem a qual não poderia ter realizado esta pesquisa.

À Professora Solange Coutinho pelo apoio de sempre e pela ajuda com minha antiga universidade que ao final me permitiu participar deste mestrado.

Ao meu amigo João Dionísio pelos momentos de risos que me renovaram as energias.

Ao amigo Marcel Scherz, que mesmo distante, sempre torceu por mim, me escutou e me ajudou a finalizar a linha do tempo.

Às funcionárias da secretaria do mestrado, Cláudia e Valéria pelo carinho e atenção.

A todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desta pesquisa.

*“Há duas formas para viver a sua vida:
Uma é acreditar que não existe milagre.
A outra é acreditar que todas as coisas são um milagre.”*

Fernando Pessoa

RESUMO

O principal problema desta pesquisa - como a interface com o software está interferindo na interface com o hardware no uso de aparelhos celulares - é abordado através de uma metodologia de detalhamento dos diferentes estilos de interação dos aparelhos, seguindo alguns passos, que foram: o estudo da usabilidade de software e hardware, em que se verifica a importância da aplicação prática da ergonomia, o desenvolvimento da tecnologia e como ela influenciou a comunicação através de dispositivos móveis, a intervenção do software na mudança brusca do formato dos aparelhos, interrompendo a tendência de miniaturização dos aparelhos que permaneceu até final da década de noventa, compreensão do contexto de uso dos celulares e interpretação das expectativas geradas nos usuários com relação ao lançamento de cada novo modelo. Esses passos foram decisivos para compreender como a usabilidade de software e hardware se interpõem uma a outra, alterando o tamanho e formato dos aparelhos, percepção, expectativas e a interação com os usuários.

Palavras-chaves: usabilidade, telefone celular, interação com o usuário, ergonomia, evolução da telefonia móvel.

ABSTRACT

The main problem of this research - how the interface with the software is interfering in the interface with the hardware in the use of mobile phones - is approached through a methodology of detailing of different styles of interaction of the cellphones, following some steps: the study on the usability of software and hardware, where the importance of the practical application of ergonomics is perceived, the development of technology and how it influenced the communication through mobile devices, the intervention of software in the sudden change of the format of the appliances, interrupting the trend of miniaturization of devices that remained until the late 1990s, understanding the context of use of cellphones, interpretation of the expectations generated on users with respect to the release of each new model. These steps were crucial to understand how the usability of software and hardware stand each other , changing the size and shape of the devices , perception, expectations and interaction with users.

Keywords: usability, mobile phone, user interaction, ergonomics, evolution of mobile telephony.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema móvel de telefonia

Figura 2 - Sistema Wireless

Figura 3 – Aparelho Celular Motorola DynaTAC lançado em 1983

Figura 4 – Aparelho Celular MicroTAC 9800X lançado em 1989

Figura 5 – Aparelho Celular IBM Simon lançado em 1994

Figura 6 – Aparelho Celular NOKIA 8210 lançado em 1999

Figura 7 – Aparelho Celular Sony T68

Figura 8 – Aparelho Celular Motorola Razr – Primeiro modelo considerado ultrafino

Figura 9 – Primeiro iPhone lançado em 2007

Figura 10 – Comparativo de velocidade de download da terceira e da quarta geração de celulares.

Figura 11 - Sistema iOS, Windows Phone e Sistema Android

Figura 12 – Comparativo entre a quantidade de funções do início do lançamento do primeiro celular até o ano de 2014

Figura 13 – Abreu 2005 - Exibição Matricial, exibição por LED e exibição baseada em Pixels

Figura 14 - Foto comparativa entre a resolução de tela do primeiro aparelho com tela colorida e um modelo de 2014

Figura 15 - Aparelho Nokia 2110 com duas softkeys

Figura 16 - Aparelhos Nokia 3110 e 3210 com Navi-key

Figura 17 - Motorola Microtac com teclas rotuladas

Figura 18 – Adaptado de Abreu 2005 - Motorola 310 com modelo híbrido

Figura 19 – Abreu 2005 - Modelos de teclas de navegação

Figura 20 – Aparelho Sony Ericsson W 395 com tecla tipo joystick

Figura 21 – Aparelho Nokia 7110 – o primeiro a utilizar barra de rolagem

Figura 22 – Teclado numérico de um modelo de celular

Figura 23 - Teclado Fasttap utilizado em alguns modelos de celulares

Figura 24 - Teclado Qwerty em aparelho sem a tecnologia de tela sensível ao toque

Figura 25 - Teclado Qwerty em aparelho com a tecnologia de tela sensível ao toque

Figura 26 - Teclado QWERTY com uso de caneta no aparelho Nokia 770

Figura 27 - Reconhecimento de escrita no aparelho Nokia 770

Figura 28 – Teclado Swifkey

Figura 29 – Modelos de formatos de aparelhos celulares

Figura 30 – Modelo Retangular Clean de vários fabricantes

Figura 31 – Modelos com diferentes tamanhos e formatos

Figura 32 – Diversos modelos e formatos no decorrer da história da telefonia móvel
(proporção da escala 1:50)

Figura 33 - Modelos de capas de celulares

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Primeiros aparelhos a incorporar características mais sofisticadas

Quadro 2 – Quadro comparativo entre o primeiro iPhone e outros modelos existentes na época de seu lançamento

Quadro 3 – Modelo de Navegação Baseado em App do Sistema iOS.

Quadro 4 – Modelo de Navegação Baseado em App do Sistema Android

Quadro 5 – Comparativo de tamanho entre vários modelos de Formato Clean (proporção da escala 1:50)

Quadro 5 b – Comparativo simplificado de tamanho com os modelos do Quadro 5 (proporção da escala 1:50)

Quadro 6 – Modelos de celulares com diferentes formatos e tamanhos e seus principais avanços tecnológicos

Quadro 7 – Adaptado de Pearrow (2002) – Delimitação dos níveis de interação do usuário com um aparelho celular

Quadro 8 – Desenho simplificado de alguns modelos de aparelhos para exemplificar os tamanhos do visor até a segunda geração (proporção da escala 1:50)

Quadro 9 – Desenho simplificado de alguns modelos de aparelhos para exemplificar os tamanhos do visor no final da segunda geração e a partir da terceira (proporção da escala 1:50)

Quadro 10 – alguns modelos de aparelhos para exemplificar os tamanhos do visor da terceira (proporção da escala 1:50)

Quadro 11 – Infográfico Linha do Tempo – Resumo das mudanças de hardware e software dos aparelhos celulares de 1983 até 2014

Quadro 12 – Pesquisas para aprimoramento da interação do usuário com o celular com foco na usabilidade de software.

Quadro 12 b – Pesquisas para aprimoramento da interação do usuário com o celular com foco na usabilidade de hardware.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABERGO - Associação Brasileira de Ergonomia

AMOLED - Active-Matrix Organic Light-Emitting Diode - Matriz-Ativa de Emissão de Luz Orgânica por Diodos

AMPS - Advanced Mobile Phone System

AOL - América Online

FCC - Federal Communication Commission

GSM - Global System for Mobile Communication

HSDPA - High-Speed Uplink Packet Access

IEA – International Ergonomics Association

IHC - Interação Humano Computador

ISO - Organização Internacional para Padronização

LCD - Liquid Crystal Display

LTE - Long Term Evolution

NMT 400 - Sistema Nordic Mobile Telephone

NTT - Nippon Telephone and Telegraph Company do Japão

SMS - Short Message System

WAP - Wireless Access Protocol

WCDMA - Wideband Code Division Multiple Access

SUMÁRIO

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	15
1.1 Introdução.....	15
1.2 Motivação e Justificativa da Pesquisa.....	16
1.3 Objeto da Pesquisa.....	16
1.4 Objetivos da Pesquisa.....	17
1.5 Metodologia.....	17
1.6 Organização do Documento.....	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
2.1 Ergonomia.....	19
2.1.1 Interação Humano-Computador (IHC).....	22
2.2 Usabilidade.....	23
2.2.1 Interface e Design de Interação.....	25
2.2.2 Metas: usabilidade e da experiência do usuário.....	26
2.2.3 Interação Humano-Computador - Software.....	26
2.2.4 Interação Humano-Computador - Hardware.....	30
2.3 Conclusão.....	33
3 APARELHO DE TELEFONIA CELULAR.....	35
3.1 Breve Histórico do Surgimento do Celular.....	37
3.2 Evolução dos Aparelhos.....	39
3.2.1 As Gerações dos Celulares.....	39
3.2.1.1 Primeira Geração de Celulares.....	39
3.2.1.2 Sistemas Digitais – 2G.....	41
3.2.1.3 Sistemas Digitais – 3G.....	44
3.2.1.4 Sistemas Digitais – 4G.....	47
3.2.2 Funções.....	49
3.2.3 Tecnologias de exibição das informações.....	51
3.2.4 Modelos de Navegação.....	53
3.2.5 Formas de acesso.....	57
3.2.6 Formatos dos celulares.....	63
3.3 Conclusão.....	65
4 DISCUSSÕES.....	72
4.1 Comportamento do Consumidor.....	72
4.1.2 Obsolescência.....	74
4.2 Contexto de Uso.....	76
4.3 Consumidores e Usabilidade.....	77
4.3.1 Integração Estética e Fatores de Usabilidade em Celulares.....	77
4.4 Conclusão.....	78
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PROPOSIÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	79
5.1 Considerações Finais.....	79
5.2 Proposições para Trabalhos Futuros.....	86
REFERÊNCIAS.....	89

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1.1 Introdução

Segundo DUL e WEERDMEESTER (2004) a ergonomia desenvolveu-se na Segunda Guerra Mundial quando houve a união de profissionais das áreas de tecnologia, ciências humanas e biologia para resolver problemas de equipamentos militares.

Surge dessa perspectiva o enfoque de que o projeto deve ser desenvolvido a partir do homem, ou seja, o projeto de trabalho deve ajustar-se às capacidades e limitações humanas. Projeto de trabalho, neste caso, refere-se a projetos de máquinas, equipamentos, sistemas e tarefas.

Dentro deste papel tão amplo da ergonomia encontram-se os sistemas virtuais aplicados a diversos produtos que, tanto quanto os outros projetos de trabalho, necessitam de eficiência, qualidade e precisam dar satisfação ao seu usuário.

Decorrente dessa necessidade surge a usabilidade. Para Jordan (1998) o termo usabilidade pode ser considerado como quanto é fácil utilizar um determinado produto. Lembrando que a construção de um sistema com usabilidade depende da análise cuidadosa dos diversos componentes de seu contexto de uso e da participação ativa do usuário nas decisões de projeto da interface.

Porém vale ressaltar que essa análise se faz respeitando critérios, princípios ou heurísticas de usabilidade propostos por diversos autores e instituições nas últimas décadas.

A sociedade atual marcada pela transformação e introdução das novas tecnologias da informação e comunicação tem na Internet seu veículo de comunicação e informação mais eficaz e dinâmico. Para Castells (2008) é o meio informacional correlacionado com a intermediação de recursos que podem subsidiar a tomada de decisão em diferentes ramos da atividade humana. Abarca a explosão exponencial da informação e a diversidade de fluxo informacional.

Desse modo cresce a comunicação mediada por computador e através de dispositivos móveis proporcionando de certa forma maior interação social entre os indivíduos.

Uma interação entre humanos e computadores depende das informações que o homem fornece ao sistema e as respostas fornecidas pelo sistema. Por isso, se faz necessário pesquisar o meio, a forma e a ordem com que o usuário interage com esse sistema.

1.2 Motivação e Justificativa da Pesquisa

Uma interação necessita de diálogos e a eficácia desse diálogo depende das informações que o homem fornece ao sistema e as respostas fornecidas pelo sistema. Por isso, se faz necessário pesquisar o meio, a forma e a ordem com que o usuário interage com esse sistema.

O termo usabilidade é empregado para fazer referência às características de um produto que o torne mais fácil de ser usado. A usabilidade pode ser definida de acordo com vários contextos específicos de uso.

Nielsen (1993) considera a usabilidade de um sistema, associada à sua aceitação, ou à sua capacidade de satisfazer as necessidades e exigências do usuário. Para que haja a usabilidade, são necessários três fatores: o usuário, a interação homem-máquina e a interface, propriamente dita.

Quando se pesquisa sobre a evolução do aparelho celular e sua interação com os usuários observa-se que não havia nenhum estilo de interface ou interação de usuário padronizada amplamente utilizado na indústria de telefones celulares. A tecnologia para dispositivos móveis progrediu de maneira rápida e os fabricantes aplicaram diversos tipos de modelos de navegação. A passagem de um telefone para outro, ou de uma operadora para outra, exigia o aprendizado de novos menus e conseqüentemente iniciava-se um novo processo de aprendizagem e várias formas de adaptar o formato dos aparelhos ao avanço tecnológico foram implantadas.

Diante deste cenário a pesquisa mostra sua importância por ter como meta verificar como a interface com o software está interferindo na interface com o hardware no uso de aparelhos celulares, contribuindo com o estado da arte e no desenvolvimento de aparelhos celulares que se adequem melhor aos usuários, não apenas do ponto de vista do software, mas também do hardware.

1.3 Objeto da Pesquisa

A interação homem-máquina dos dispositivos móveis de comunicação ocorre, segundo Pearrow (2001), em três camadas. A camada mais externa dessa interação é a física, onde o usuário ativa e acessa o aparelho. A camada lógica, na qual o usuário utiliza o *software*, permitindo a entrada e saída de dados do dispositivo e a camada cognitiva, na qual o usuário deve ser capaz de compreender o significado do conteúdo da forma mais rápida e fácil possível. Nenhuma das etapas deve apresentar dificuldade ao

usuário, mas para isso os métodos de usabilidade precisam, necessariamente, estar associados com todas as três camadas.

Quando se fala sobre celulares várias limitações nas três camadas citadas gerando falhas na interação homem-máquina com os aparelhos e seus sistemas no decorrer da evolução do mesmo. Algumas estão relacionadas a fatores de restrições tecnológicas, enquanto outras à falta do uso de critérios ergonômicos no projeto de novos aparelhos – formato, peso, tamanho e outras com relação a interface geral do sistema do aparelho.

E para compreender melhor essa interação homem-máquina com os celulares é necessário: investigar como se deu a evolução da tecnologia para dispositivos móveis; qual o caminho percorrido pelos fabricantes de celulares em relação a adequação desse produto aos critérios ergonômicos; entender a expectativa dos usuários em relação ao lançamento de novos produtos, com novas funções e como essa expectativa influenciou o mercado de telefonia móvel e verificar qual estado da arte atual do formato do aparelho celular e como atualmente se dá integração da usabilidade de software/hardware.

Assim esperando contribuir para o atual estado da arte dos aparelhos celulares este estudo investiga a evolução dos celulares focando nas modificações de software e hardware dos aparelhos no decorrer de um período de 40 anos.

1.4 Objetivos da Pesquisa

O objetivo principal desse trabalho é investigar quais principais aspectos da usabilidade de hardware foram modificados em decorrência das modificações da usabilidade de software em aparelhos celulares.

Nesse sentido, faz-se necessário atingir alguns objetivos secundários, pois estes trarão informações preliminares indispensáveis para alcançar o objetivo central. São eles: [1] Analisar a evolução do aparelho celular; [2] Identificar as principais características do processo de interação no uso de celulares; e, [3] Apontar as principais particularidades da mudança de hardware e software nos celulares.

1.5 Metodologia

Com relação à metodologia e às estratégias de ação, o estudo, de caráter explicativo e exploratório, consistiu em pesquisa bibliográfica com análise da amostra do objeto de estudo. Os procedimentos utilizados foram: a) investigação teórica; b) seleção de trabalhos de ergonomia e design que tratam sobre usabilidade em dispositivos móveis,

mais especificamente em aparelhos celulares; c) divisão da amostra de aparelhos celulares de acordo com os modelos de navegação, formatos e evolução das tecnologias aplicadas aos sistemas utilizados nos aparelhos.

A aplicação desta linha de raciocínio foi para estabelecer um guia de entendimento do processo de evolução do aparelho celular e de como a evolução tecnológica interferiu no design dos mesmos. Não houve pretensões de impor uma classificação estanque, mas pelo contrário, objetivou-se disponibilizar um mapeamento das especificidades envolvidas nas práticas de uso do objeto de estudo.

1.6 Organização do Documento

Este documento está dividido em cinco capítulos. Este capítulo (Considerações Iniciais) tem por objetivo situar o leitor acerca da pesquisa e seus elementos: introdução da dissertação; objeto; objetivo geral e específicos e metodologia.

No Capítulo 2, é apresentada uma revisão bibliográfica acerca da definição de ergonomia e usabilidade sob o ponto de vista de alguns autores. Apresenta-se ainda uma revisão na literatura acerca de pesquisas relacionadas à usabilidade de software e hardware de dispositivos móveis.

No Capítulo 3, a evolução tecnológica dos aparelhos celulares é descrita com foco nas etapas da evolução da tecnologia utilizada nos celulares. Alguns conceitos relacionados à área de dispositivos móveis são revisados. É apresentada a evolução de software e hardware dos aparelhos do surgimento aos dias atuais: mudanças na interface; formato e formas de acessos; alteração dos modelos de navegação; evolução das tecnologias de exibição; alteração dos formatos.

No Capítulo 4 são apresentadas discussões acerca do comportamento do consumidor: processo da decisão de compra; elementos que influenciam o consumo de celular; a expectativa do usuário e sua influencia no lançamento de novos modelos; obsolescência e avanço tecnológico; consumidores e usabilidade no design de celulares.

No Capítulo 5 são apresentadas considerações finais e conclusões a respeito do objetivo geral da pesquisa: destaques da pesquisa e proposições para trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo tem como propósito apresentar algumas visões clássicas de usabilidade, introduzir conceitos relacionados ao tema da pesquisa e explicitar questões inerentes à usabilidade de dispositivos móveis. Apresenta-se ainda uma revisão bibliográfica dos critérios ergonômicos da Interação Humano Computador de hardware e software.

2.1 Ergonomia

Segundo Lida (2005), a ergonomia teve seu período de gestação na pré-história, quando o homem escolheu utilizar uma pedra que melhor se adaptasse ao formato e movimento de sua mão.

No final da Primeira Guerra Mundial foi criado o Instituto de Pesquisa da Fadiga Mundial como resultado dos estudos de fisiologistas e psicólogos que pesquisavam como aumentar a produção de armamentos. Em 1929 este instituto passou a ser o Instituto de Pesquisas sobre Saúde no Trabalho.

Para a IEA – *International Ergonomics Association* o começo da ergonomia organizada se dá no pós-Segunda Guerra Mundial. Na época da guerra a complexidade da tecnologia tinha alcançado um nível no qual as habilidades e capacidades dos operadores se tornaram limitadas. Isto sugeriu a necessidade da Ergonomia. Engenheiros, psicólogos e fisiólogos juntam-se para adequar equipamentos, ambientes e tarefas aos operadores que se viam em condições ambientais bastante desfavoráveis e tensas.

Porém, antes do final da Segunda Guerra podia-se notar o ergonomista atuando na relação do homem com produtos, estações de trabalho, ferramentas e equipamentos, programas de produtividade, qualidade, segurança de trabalho e qualidade de mão-de-obra. MUREEL (1978). E complementa:

“As máquinas eram construídas com pouca ou nenhuma consideração pelos indivíduos que iriam trabalhar com elas... Em anos recentes, porém, a situação mudou muito rapidamente; as máquinas tornaram-se cada vez mais sofisticadas e as pessoas que trabalham com elas passaram a atuar cada vez menos como executores, e cada vez mais como controladores. E isto, por sua vez, transferiu a ênfase do aspecto físico do trabalho humano para o aspecto mental”.

Informações sobre os sistemas homens-máquina começaram a ser coletadas antes do aparecimento oficial da Ergonomia, por diversos profissionais - psicólogos, médicos, físicos, etc.- que se preocupavam com a saúde do trabalhador e que estudavam

as atividades relacionadas ao trabalho tentando aumentar o rendimento do homem no trabalho.

Alguns foram considerados precursores da Ergonomia, dentre eles:

- Frederick Winslow Taylor, pai da administração científica do trabalho com a sua obra “Princípios de Administração Científica”;

- Frank B. Gilbreth, que estudou gerência de oficinas e contribuiu com a racionalização do trabalho.

- Lillian Gilbreth, investigou sobre desempenho e fadiga e desenvolveu projetos de estações de trabalho, fez análises sobre equipes de cirúrgicas em hospitais e ainda fez projetos de equipamentos para deficientes.

De acordo com Lida (2005) o nascimento oficial da ergonomia foi em 12 de julho de 1949 e o termo “ergonomia” foi oficializado em 1950 com a fundação da primeira sociedade de Ergonomia - Ergonomics Research Society.

Após a Segunda Guerra a Força Aérea e a Marinha dos Estados Unidos estabeleceram os laboratórios de “engineering psychology”. Em 1949 Ch

apanis, Ganer e Morgan publicam o primeiro livro de fatores humanos – Applied Experimental Psychology: Human Factors in Engineering Design.

Soares (2004) apresenta a evolução da Ergonomia da seguinte maneira:

Anos 1950 - representaram a década da Ergonomia militar;

Anos 1960 – década da Ergonomia industrial;

Anos 1970 – representaram a década da Ergonomia de consumo;

Anos 1980 – década da Ergonomia de software e da interação humano-computador;

Anos 1990 - década da Ergonomia organizacional e cognitiva;

E a primeira década do século XXI caracteriza a era da comunicação global e da eco-Ergonomia.

A Ergonomia pode ser definida como a

[...] disciplina científica relacionada com a compreensão das interações entre os seres humanos e outros elementos de um sistema, é uma profissão que aplica teoria, princípios, dados e métodos de concepção, a fim de otimizar o bem-estar humano e global do sistema de desempenho. Ergonomia contribui para a concepção e avaliação de tarefas, postos de trabalho, produtos, ambientes e sistemas, a fim de torná-las compatíveis com as necessidades, capacidades e limitações das pessoas (INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION, 2000).

No Brasil a Associação Brasileira de Ergonomia (www.abergo.org.br) adota a seguinte definição:

“Ergonomia é o estudo do relacionamento entre o homem e seu trabalho, equipamento, ambiente e particularmente, a aplicação dos conhecimentos de anatomia, fisiologia e psicologia na solução dos problemas que surgem desse relacionamento”.

Neste contexto considera-se trabalho toda ação humana e sua interface seja física, eletrônica ou mecânica.

Derivada do grego *ergon* (trabalho) e *nomos* (regras, normas) para denotar a ciência do trabalho, a ergonomia tem como objetivo:

“sempre a melhor adequação ou adaptação possível do objeto aos seres vivos em geral. Sobretudo, no que diz respeito à segurança, ao conforto e à eficácia de uso ou de operacionalidade dos objetos, mais particularmente, nas atividades e tarefas humanas”.

(GOMES FILHO, 2003, p.17).

Tendo uma visão ampla a ergonomia abrange planejamento, projeto e avaliação se estendendo a todos os aspectos da atividade humana. De maneira geral os domínios de especialização da ergonomia são:

Ergonomia Física – referente às características humanas anatômicas, antropométricas, fisiológicas e biomecânicas, e como estas se relacionam com a atividade física. Tópicos importantes incluem posturas de trabalho, levantamento de material, movimentos repetitivos, distúrbios musculoesquelético relacionados ao trabalho, layout do local de trabalho, segurança e saúde.

Ergonomia Cognitiva – referente aos processos mentais: percepção, memória, raciocínio e respostas motoras. Estuda também como esses processos afetam as interações entre pessoas e outros elementos do sistema. Tópicos relevantes são a carga de trabalho mental, tomada de decisão, interação homem-computador, estresse e treinamento de trabalho da maneira que possam se relacionar com o projeto humano-sistema.

Ergonomia Organizacional – referente à otimização de sistemas sócio técnicos, incluindo suas estruturas organizacionais, políticas e processos. São tópicos importantes comunicação, gerenciamento de recursos humanos, projeto do trabalho, novos paradigmas de trabalho, organizações virtuais, tele trabalho e gerência de qualidade.

HENDRICK (1993) nos mostra que a Ergonomia possui, no mínimo, quatro componentes:

- **Tecnologia da Interface Homem-máquina:** estuda a parte física com suas características e a aplicação destes dados para os espaços de trabalho e design de controles. Representando o início da ergonomia, ainda é o maior enfoque da ergonomia profissional.

- **Tecnologia da Interface Homem-meio:** estuda a relação entre o meio e o homem. Sua importância vem aumentando com a consciência da importância da sustentabilidade.

- **Tecnologia da Interface Usuário-sistema:** referente aos aspectos cognitivos do desempenho humano, da natureza cognitiva do trabalho.

- **Tecnologia da Interface Organização-máquina, ou Macroergonomia:** tem como enfoque o estudo da interface de todo o sistema organizacional e o design do sistema de trabalho com a tecnologia empregada, para aperfeiçoar o funcionamento homem-sistema.

2.1.1 Interação Humano-Computador (IHC)

Segundo MORAES (2002), durante a Segunda Guerra, ficam mais visíveis os conflitos entre o humano e o tecnológico. O maquinário militar exige que o operador pense e decida rapidamente num contexto onde os erros provenientes dessas decisões podem ser fatais.

Segundo BADRE (2002), no final dos anos 50, o interesse nas interfaces homem-computador focou em torno do conceito de simbiose de Licklider que parte do princípio de que o operador humano com seu software formam dois sistemas distintos, mas interdependentes, que cooperam para atingir um objetivo.

Durante os anos 60 e início dos 70, os pesquisadores em Ergonomia deram mais atenção a mapear o processamento da informação e habilidades de decisão do usuário do que a construir uma associação simbiótica entre operadores e sistemas específicos.

O termo *Human Computer Interaction* começou a ser adotado na década 80 para descrever um novo campo de estudo com o objetivo de entender como o uso dos computadores poderia enriquecer a vida pessoal e profissional de seus usuários; um campo de estudo do indivíduo, da tecnologia computacional e de como se influenciam. (MORAES, 2002).

Nesta mesma época os desenvolvedores de interface começam a utilizar métodos para testar softwares e sistemas quanto à facilidade de uso e aprendizagem, isenção de erros e satisfação do usuário. Os gerentes e desenvolvedores tradicionais resistiram de início, dizendo que testar a usabilidade parecia uma boa ideia, mas que as pressões de tempo ou os recursos limitados, dificultavam tais ações.

À medida que aumentam os projetos bem sucedidos devidos aos testes mais cresce a tendência de direcionar os projetos às necessidades dos usuários, estipulando

métodos, conceitos e tecnologias para o desenvolvimento de sistemas interativos, fáceis de utilizar.

A IHC engloba várias disciplinas, cada uma com diferentes ênfases: informática (aplicação de desenho e engenharia de interfaces humana), psicologia (aplicação das teorias dos processos cognitivos e da análise empírica do comportamento do usuário), sociologia e antropologia (interações entre tecnologia, trabalho e organização), e de desenho industrial (produtos interativos) (ACMSIGHI, 2013).

Segundo Preece, Rogers e Sharp (2005), com o propósito de expandir o conceito de IHC, atualmente está sendo utilizado o conceito de Design de Interação ou de Interface. Para esses autores a interação-humano-computador (IHC) preocupa-se com o design, a avaliação e a implementação de sistemas computacionais interativos para o uso humano e com o estudo dos aspectos que os rodeia.

A interação-humano-computador (IHC) diz respeito a um humano e uma máquina em conjunção uns com os outros, portanto projetar uma interface vai requerer o conhecimento tanto do humano quanto da máquina. Por um lado, informações sobre teoria da comunicação, sociais ciências, a psicologia cognitiva, etc são necessários, por outro lado técnicas de computação gráfica, sistemas operacionais, linguagens de programação, etc são obrigatórios.

Quando se pensa em IHC para dispositivos móveis os desafios se relacionam tanto com o software como com o hardware. O principal desafio dos dispositivos móveis atuais, especificamente dos aparelhos celulares, é a tentativa de fornecer aos usuários serviços de computação poderosos e variados através de pequenas interfaces. O tamanho limitado da tela faz com que seja difícil apresentar informações de forma eficiente para que os usuários possam navegar de e para a informação que eles querem. E uma vez que os dispositivos móveis são obrigados a possuir múltiplas funcionalidades, pois a convergência da eletrônica, computação e comunicação se tornou uma necessidade no setor de telefonia móvel.

2.2 Usabilidade

O termo 'Usabilidade' é empregado para se referir aos atributos de um produto que o torne mais fácil de ser usado. O usuário é influenciado pela tecnologia e a influencia num ciclo interativo.

Existem várias definições para o termo 'usabilidade', que vem da Ciência Cognitiva, substituindo o termo "*user friendly*" (amigável), que era considerado vago e subjetivo,

podendo gerar conflitos, visto que para um usuário experiente, ela faz sentido, mas para um usuário inexperiente não. Para Matuzawa (2006), a usabilidade pode ser definida de acordo com vários contextos específicos de uso. Cada literatura abrange um determinado ponto de vista.

Segundo BEVAN, KIROKOWSKI E MAISSEL (1991) há três maneiras pelas quais a usabilidade pode ser medida:

- A visão orientada ao produto: avalia os atributos ergonômicos do produto;
- A visão orientada ao usuário: avalia o esforço mental e da atitude do usuário;
- A visão do desempenho do usuário: avalia como o usuário interage com o produto, com ênfase na facilidade do uso ou na aceitabilidade.

Em 1991, a Usability Professionals Association (UPA) foi fundada com o objetivo de ser uma rede internacional para suporte de profissionais e pessoas interessadas, fornecendo informações sobre métodos e técnicas da profissão e aumentar o conhecimento profissional sobre usabilidade através de congresso, convenções e outros intercâmbios.

A norma ISO 9241 foi criada em 1998 com o objetivo de garantir que os usuários de computadores possam utilizá-los com eficiência e conforto. A ISO 9241 define usabilidade como “a capacidade de um produto ser usado por usuários específicos para atingir objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso”, onde:

- Usuário - pessoa que interage com o produto;
- Contexto de uso - usuários, tarefas, equipamentos (hardware, software e materiais), ambiente físico e social em que o produto é usado;
- Eficácia – grau de realização dos objetivos atingidos pelos usuários esperados;
- Eficiência – quantidade de recursos gastos pelos usuários para atingirem seus objetivos;
- Satisfação – grau de aceitação do produto pelo usuário.

O sistema consiste em usuários, tarefas, equipamentos (software, hardware e material) e o ambiente físico e organizacional que influenciam a interação, ou seja, para que haja a usabilidade, são necessários três fatores: o usuário, a interação humano-computador e a interface, propriamente dita.

2.2.1 Interface e Design de Interação

Segundo Royo (2008), Interface é a área de comunicação entre o homem e a máquina, ou seja, é criado entre o ser humano e um dispositivo virtual ou entre o homem e um dispositivo físico, como qualquer objeto ou mecanismo que se encontra no espaço tridimensional que nos rodeia.

De acordo com Preece, Rogers e Sharp (2005), existem muitas formas de projetar a interação dos usuários com um sistema (menus, comandos, formulários, ícones etc), ou ainda, interações que combinam dispositivos físicos com computação embutida, como brinquedos interativos, geladeiras inteligentes entre outros.

A área responsável por desenvolver interfaces interativas é chamada de Design de Interação ou de Interface que tem como principal preocupação desenvolver produtos interativos fáceis de aprender, eficazes no uso e que proporcionem aos indivíduos uma experiência agradável. “Criar experiências que melhorem a maneira como as pessoas trabalham, se comunicam e interagem” (PREECE; ROGERS; SHARP, 2005).

O Design de Interação procura expandir os objetivos da IHC para permitir sua aplicação em contextos mais variados. (FILENO, 2013).

As principais atividades que envolvem o processo de Design de Interação são:

- a) identificar necessidades e estabelecer requisitos;
- b) desenvolver designs alternativos que preencham esses requisitos;
- c) construir versões interativas dos designs, de maneira que possam ser comunicados e analisados;
- d) avaliar o que está sendo construído durante o processo (PREECE; ROGERS; SHARP, 2005).

Porém para assegurar que estes sistemas e/ou produtos sejam eficientes, agradáveis e fáceis de utilizar, satisfazendo o usuário, é necessário definir metas - de usabilidade e as metas decorrentes da experiência do usuário.

Pode-se concluir da leitura:

“Desta forma é possível verificar que a interação é um fator muito importante para a experiência do usuário. Porém, para que essa se mostre satisfatória, também é necessária a presença de interfaces que funcionem adequadamente, dando suporte aos processos relacionados à interação. Por sua vez, a interface é responsável pela transmissão das informações permitindo assim o devido entendimento e interação”. (NEVES Et Al, 2013).

2.2.2 Metas: usabilidade e da experiência do usuário

A usabilidade otimiza as interações estabelecidas pelos indivíduos com produtos interativos (PREECE; ROGERS; SHARP, 2005). Divide-se nas seguintes metas:

- a) ser eficaz – o quanto um sistema é bom em fazer o que se espera dele;
- b) ser eficiente no uso (eficiência) – como o sistema auxilia o usuário na realização das tarefas;
- c) ser segura no uso (segurança) – proteger o usuário de condições perigosas e situações indesejáveis;
- d) ser de boa utilidade (utilidade) – o quando o sistema propicia o tipo certo de funcionalidade, de maneira que os usuários possam realizar aquilo de que precisam ou que desejam;
- e) ser fácil de aprender (learnability) – o quanto é fácil aprender a utilizar um sistema;
- f) ser fácil de lembrar como se usa (memorizável) - facilidade de lembrar como utilizar o sistema, depois de já ter aprendido como fazê-lo, principalmente para sistema que não são utilizados com frequência (PREECE; ROGERS; SHARP, 2005).

Ainda para estes mesmos autores as metas decorrentes da experiência do usuário são:

- a) satisfatória;
- b) agradáveis;
- c) divertidas;
- d) interessantes;
- e) úteis;
- f) motivadoras;
- g) esteticamente apreciáveis;
- h) incentivadoras de criatividade;
- i) compensadoras;
- j) emocionalmente adequadas.

2.2.3 Interação Humano-Computador - Software

Na primeira norma de usabilidade, ISO/IEC 9126, sobre qualidade de software, o termo usabilidade é definido como “um conjunto de atributos de software relacionado ao esforço necessário para seu uso e para o julgamento individual de tal uso por

determinado conjunto de usuários intensificando-se nas áreas da Tecnologia da Informação e da Interação Homem-Computador”. Esses atributos compreendem:

- Operacionalidade: relacionado ao esforço do usuário para a operação e controle do software (navegação, facilidade de instalação, prevenção contra erros de operação, padronização);
- Aprendizagem: relacionado ao esforço do usuário para aprender a utilizar o software (documentação, mensagens, help, autoinstrução, glossário);
- Compreensibilidade: relacionado ao esforço do usuário para reconhecer o conceito lógico e aplicabilidade do software (mensagens, help).

Schuhmacher (2005) define como interface humano-computador (IHC) o “comportamento interativo do *software* capaz de transformar entradas de usuários, ativando funcionalidades do sistema, promovendo *feedback* e coordenação dessas interações.” Fritom (apud Neves et al 2003), afirma que problemas de software são mais fáceis de consertar se tratados antecipadamente.

Há vasta literatura sobre critérios ergonômicos para Interfaces IHC, entre eles: as Dez Heurísticas de Nielsen, as Regras de Ouro de Ben Shneiderman e os 8 Critérios de Dominique Scapin e Christian Bastien.

As Dez Heurística de Nielsen foram introduzidas por Jakob Nielsen e Rolf Molich no início da década de 1990. São elas:

- a) visibilidade do estado do sistema – o sistema deve sempre manter o usuário informado sobre o que está fazendo (feedback).
- b) ligação entre o sistema e o mundo real - a terminologia da interface deve ser baseada na linguagem do usuário;
- c) liberdade e controle - pode acontecer do usuário escolher alguma função por engano e necessite cancelar ou simplesmente “Sair sem gravar alterações”;
- d) consistência e padronização - devem seguir-se convenções, normas definidas e estabelecidas, que apresentem familiaridade para o usuário na forma de interagir com o sistema;
- e) prevenção de erros - evitar situações de erro;
- f) reconhecer em vez de recordar - minimizar sobrecarga de memória do usuário, deixando as instruções acessíveis facilmente e sempre que necessário.
- g) flexibilidade e eficiência na utilização - além de oferecer uma interface com apenas algumas regras de operações gerais, o usuário experiente deve poder utilizar teclas de atalho para ações mais frequentes aumentando a velocidade de interação;

h) design estético e minimalista - as janelas não devem conter informação irrelevante ou raramente necessária;

i) suporte para os usuários reconhecer, diagnosticar e recuperar erros - as mensagens de erro devem ser expressas numa linguagem comum;

j) ajuda e documentação - mesmo que seja melhor que o sistema possa ser usado sem documentação, esta pode ser necessária. Assim, qualquer informação deve estar acessível para pesquisa.

As regras de ouro de Shneiderman propõem oito itens que evidenciam a questão de que o ser humano precisa ser visto como elemento imprescindível no projeto de produtos ou sistemas (AGNER, 2006). São eles:

- perseguir a consistência - padronização das interfaces, utilização da mesma tipologia, menus e diagramação básica em todas as páginas da interface

- fornecer atalhos;

- fornecer feedback informativo - manter o usuário informado sobre o que ele está fazendo;

- marcar o final dos diálogos - sequências de cliques que indicam que o caminho para o grupo de ações subsequentes estará correto, e por fim sinalizar que o fechamento está sendo feito com sucesso;

- fornecer prevenção e manipulação simples de erros - o sistema deve ser capaz de recusar os erros humanos;

- permitir o cancelamento das ações - as ações devem ser reversíveis;

- fornecer controle e iniciativa ao usuário - os usuários precisam ter a sensação de que controlam o sistema e não ao contrário;

- reduzir a carga de memória de trabalho - limitação da capacidade de processamento da memória humana que deve ser respeitada pelos projetistas de sistemas.

Segundo Bastien e Scapin (1993), "Critérios ergonômicos constituem um conjunto de qualidades ergonômicas que as interfaces humano-computador deveriam apresentar." Os oito critérios desses autores resumem-se em:

a) condução: conduzir o aprendizado e a utilização do sistema por usuários novatos;

b) carga de trabalho: interfaces econômicas sob ponto de vista cognitivo e motor;

c) controle explícito: permitir que o usuário controle as ações;

d) adaptabilidade: a interface deve propor maneiras variadas de realizar as tarefas;

e) gestão de erros – mecanismo que permite evitar ou reduzir a ocorrência de erros e que favoreçam a correção;

f) homogeneidade/consistência - padronização das interface a fim de manter a coerência;

g) significado de códigos e denominações – adequação entre o objeto ou a informação apresentada ou pedida e sua referência na interface;

h) compatibilidade – grau de similaridade entre diferentes sistemas que são executados em um mesmo ambiente operacional;

Os princípios descritos por Norman (2006) são:

a) visibilidade – quanto mais visíveis forem as funções, mais os usuários saberão como proceder;

b) feedback – refere-se ao retorno da informação da ação que foi feita e do que foi realizado pelo usuário;

c) restrições – determina como delimitar o tipo de interação que pode ocorrer em determinando momento. As restrições podem ser classificadas em três categorias: física, lógica e cultural;

d) mapeamento – termo técnico que significa o relacionamento entre duas coisas. Quase todos os produtos necessitam de algum mapeamento entre controles e seus movimentos e os resultados no mundo;

e) consistência – refere-se a projetar interfaces, de modo que tenham operações semelhantes e que utilizem elementos semelhantes para realização de tarefas similares;

f) affordance – quando são fornecidas indicações para operações de objetos. Os objetos simples não devem precisar de rótulos ou instruções, já os objetos complexos podem exigir explicações.

Porém para aplicar esses princípios em dispositivos móveis não se pode esquecer que a usabilidade nesses dispositivos em alguns aspectos é diferente da usabilidade *web* ou aplicações que rodem em *desktops*. O modo como o usuário enxerga os aplicativos e a maneira como navega por ele é o aspecto mais importante da usabilidade móvel:

“Quando pensamos em uma aplicação desktop pensamos em todo o espaço que o mesmo nos oferece, temos a tal área quente que sabemos que fica na esquerda superior, temos o percorrer dos olhos que corta a página da direita superior a esquerda inferior e todo aquele processo já conhecido pelos profissionais da área de TI. Logo a Usabilidade *desktop* está dentro desse contexto, e o que acontece é que muitos arquitetos acabam tentando utilizar esse mesmo processo na área Móvel, o que obviamente não funciona.” (HORVATH, 2012).

Ainda segundo o autor é importante citar alguns fatores necessários a um aplicativo

móvel para que o mesmo tenha uma boa usabilidade:

a) Reduzir a quantidade de conteúdo: os aplicativos móveis devem ser diretos e fáceis de ler.

b) Arquitetura específica para informação: os fluxos de navegação devem ser simplificados, deve-se definir qual conteúdo é importante e qual deve ser descartado em relação à uma possível aplicação com versão desktop, já que o espaço atribuído a um dispositivo móvel, não é tão vasto quanto ao de um desktop.

c) Minimizar a necessidade de entrada de textos: quanto menor a necessidade de digitação, melhor. Para chegar a esse objetivo, você pode adicionar a opção de auto-completar, memorização do que já foi digitado, lembrar usuário e senha, etc.

2.2.4 Interação Humano-Computador - Hardware

Segundo Gomes Filho (2003), de maneira geral podemos dizer que o design aborda três pontos da configuração de um produto: função, estrutura e forma. A primeira etapa na busca da otimização da qualidade do produto final acontece na fase de concepção e de projeto e depende das soluções dadas em relação aos pontos citados.

O design contribui na concepção, inovação, desenvolvimento tecnológico e elaboração de objetos que integrem os diversos fatores relativos à sua metodologia projetual.

A utilização de metodologias de design e conhecimento da ergonomia levam em consideração inúmeros aspectos para que o objeto final alcance a eficiência e eficácia inerentes ao conceito de usabilidade já citado. Sem esquecer que tudo varia de acordo com a categoria, classe e especificidades do produto, de forma genérica, para atingir os requisitos de projeto é preciso levar em consideração:

a) Tarefa

Refere-se à função de uso do objeto (sua utilização) e quais passos são necessários para fazê-lo funcionar ou dele obter vantagens práticas, estéticas, psicológicas etc.

Em relação a esse fator os problemas ergonômicos incluem aqueles com relação a ação de uso, ou seja, que contribuem ou trazem dificuldades quanto à utilização do produto pelo usuário, como, grau de instrução, experiência anterior, características antropométricas, na interface em termos de informação e controles, etc.

As informações referem-se: às interações com o nível sensorial do usuário - canais auditivo, visual e cinestésico; tipos e características dos sinais - intensidade, forma,

frequência, duração, etc; características dos dispositivos de informação - luzes, som, displays visuais, mostradores digitais ou analógicos; controles no nível motor ou das atividades musculares - membros envolvidos no movimento, alcances manuais, características dos movimentos (velocidade, força, precisão e duração) e tipos e características dos instrumentos de controle (botões, teclas, alavancas, volantes, pedais, e outros).

b) Segurança

Abarca as características funcionais, operacionais, perceptíveis, de montagem, de conservação, etc. contra riscos e acidentes eventuais que possam envolver o usuário. É a utilização segura e confiável do objeto.

Dependendo do tipo e da natureza do objeto a segurança se torna crucial, relativa e até inexistente e é desenvolvida a partir da sua importância.

Os problemas ergonômicos são relativos à proteção que o usuário precisa ter com a forma do objeto e seus dispositivos, de aspectos que induzem ao erro no uso e/ou operacionalidade do objeto.

c) Conforto

O conceito de conforto está principalmente ligado à sensação de bem-estar, não apenas no nível físico, mas também no sensorial. Muitas vezes a sensação de conforto está intimamente ligada às condições subjetivas – experiências de vida, modelo comportamental do usuário, etc..

Os problemas ergonômicos surgem quando alguma condição ou situação de uso contraria esse conceito, como por exemplo, movimentos que causem fadiga.

d) Postura

Sendo a postura o resultado da organização dos segmentos corporais no espaço submete-se às características fisiológicas e anatômicas do corpo humano resultando nas mais variadas – em pé, deitado, recostado, reclinado, etc.

A postura se relaciona diretamente com a atividade do indivíduo, pois uma mesma pessoa adotará diferentes posturas para diferentes ações. Variando de acordo com o objeto em uso ou a atividade do usuário observamos ênfase na utilização de determinadas partes do corpo – da boca (na mastigação), da cabeça (no dentista), das mãos e dedos (trabalhos manuais) e assim por diante.

Os problemas derivam de situações de uso em relação à tarefa – descanso, trabalho, lazer – e dizem respeito à facilidade de operacionalidade e/ou acomodação de objetos, principalmente em postos de trabalho.

e) Aplicação de força

Resulta das contrações musculares e é uma informação bastante relevante quando pensamos no esforço dispendido pelo usuário durante a utilização do objeto, pois essa ação motora envolve, entre outros parâmetros, a velocidade e o grau de precisão da ação.

Os problemas se relacionam à projetos que demandem esforços físicos incompatíveis com a capacidade física do usuário.

f) Materiais

E todo e qualquer componente do objeto e a escolha do tipo e natureza do material deve pensar nas características operacionais, de uso, funcionais, técnicas, econômicas, perceptivas, estéticas e tecnológicas.

A escolha inadequada acarreta problemas de incompatibilidade com as exigências técnicas em termos de limpeza, durabilidade, proteção da saúde e segurança do usuário.

g) Ações de manejo

Diz respeito a quase tudo que se relaciona com o manuseio de um objeto. É a ação de uso realizada pelo usuário através de seu corpo ou partes dele – braços, pernas, mãos, etc.- abrangendo operações simples (colocar uma jóia) e complexas (digitar um texto longo).

Para Gomes Filho (2003), devem-se levar em consideração três conceitos básicos: atributos do usuário; nível de qualificação do manejo e do controle do usuário sobre o objeto e a qualificação do manejo.

Atributos do usuário:

1-Habilidade: facilidade e agilidade de manipulação do objeto.

2- Sensibilidade: propriedade de sentir e perceber as ações a serem realizadas e de ação e reação na operacionalidade.

3- Força: necessária para a manipulação do objeto

4- Precisão: capacidade de agir, reagir ou interagir com exatidão durante a tarefa.

5- Compatibilidade: coerência em relação às ações a serem desenvolvidas durante a operação no objeto.

6- Sincronismo: capacidade de agir, reagir ou interagir quando houver simultaneidade de ações.

7- Treinamento: tempo de uso em relação à utilização ou trabalho com um determinado produto

8- Experiência: conhecimentos adquiridos principalmente na prática freqüente.

Nível de qualificação dos manejos e controles:

1- Muito Fino: ligado a uma ação que exige bastante habilidade, precisão e

sensibilidade.

2- Fino: associado a uma ação que exige habilidade, precisão e sensibilidade, pouco menores que a anterior.

3- Médio: entre o manejo fino e o grosseiro. Ação que exige certa habilidade, força, precisão, treinamento e experiência.

4-Grosseiro: ação que exige certa habilidade, um pouco mais de força, certa precisão, porém baixo treinamento e experiência.

5- Muito grosseiro: manejo associado a uma ação que exige certa habilidade, muita força, precisão, treinamento e experiência.

Atributos dos manejos e controles são:

1- Baixíssimo: significa que a exigência da ação de manejo e controle é muito pequena.

2- Baixo: exigência da ação de manejo e controle é pequena.

3- Médio: a exigência da ação de manejo e controle intermediária.

4- Alto: exigência da ação de manejo e controle é um pouco maior.

5- Precisão: capacidade de agir, reagir ou interagir com exatidão às exigências da tarefa.

6- Altíssimo: significa que a exigência da ação de manejo e controle é muito maior.

2.3 Conclusão

Diminuição de mudanças de projeto em estágios avançados, aumento da produtividade do usuário, redução do número de erros cometidos pelos usuários e redução da necessidade de suporte para o usuário são alguns dos fatores positivos decorrentes da análise da usabilidade desde o início do projeto de um novo produto.

Se a interface não se comporta de maneira consistente, apesar da funcionalidade estar correta, o usuário não ficará satisfeito com o uso do produto, consequentemente seu desempenho durante a utilização tende a cair. No caso dos aparelhos celulares a usabilidade é um diferencial competitivo.

De acordo com Lemos (2004), as novas possibilidades de conexão digital trouxeram mudanças na percepção espaço-temporal, nas formas sociais e consequentemente outras formas de produzir e consumir informação. O autor designa o celular, por exemplo, como o controle remoto de cotidiano. Eles viabilizam a interação entre fluxos de informação, permitindo o download de vídeos, músicas, imagens, envio de mensagens de texto, e-mails, entre outros. O celular consegue, desta forma, associar a

interatividade da troca de mensagens em tempo real à portabilidade, conectividade e multifuncionalidade, tornando-se, assim, um veículo de comunicação multimídia e um mediador da relação mensagem-usuário-localidade.

Apesar de dessas vantagens Salazar et al, (2002) identificou três obstáculos principais de usabilidade nos aparelhos celulares: visor bastante reduzido; mecanismos de entrada de dados limitados e contextos de uso dinâmicos.

Algumas pesquisas demonstraram que a maioria dos celulares disponíveis no mercado até o ano de 2006 possuíam teclas de tamanho adequado ao dedo de uma criança de 5 anos de idade. St. Amant *et al.* (2004) relataram problemas nas informações apresentadas através de menus hierárquicos: dificuldade de seleção mais direta, dimensão reduzida das telas permitindo a visualização de apenas um item e a pouca padronização em nível de hardware de suporte à navegação via menus para celulares quando comparadas às padronizações para computadores. E a tendência de miniaturização dos aparelhos cada vez maior obrigou a procura de novas soluções para a entrada de dados, navegação e apresentação da informação.

Segundo Ketola & Røykkee (2002) a usabilidade incipiente acarreta diversos problemas como a incapacidade de completar algumas tarefas, incapacidade para usar um serviço ou simplesmente a insatisfação com o produto. Nem sempre se pode determinar se o problema é causado pela interface do produto, pela conexão ou pelo serviço utilizado. Falhas na usabilidade levam à queda no uso dos serviços para os provedores de serviço e para as operadoras de telefonia. Já para os fabricantes de celulares levam à queda na venda dos aparelhos.

A Ergonomia, com o intuito de compreender melhor como se processa a relação homem-máquina, busca meios que facilitem a interação do usuário com um equipamento/sistema. Os diversos métodos desenvolvidos a partir dos estudos da ergonomia são a base para a realização de avaliações da interface do usuário com o artefato, e das atividades envolvidas nessa interface.

Neste sentido, procurando identificar as principais mudanças de hardware e software dos aparelhos e como se deu a integração entre esses dois elementos e as consequências dessas particularidades para a interação do produto com o usuário, no próximo capítulo consta um levantamento bibliográfico detalhado da evolução do aparelho celular: como a tecnologia interferiu no design, quais os principais modelos de navegação aplicados nos diversos modelos de aparelhos e as gerações de celulares com suas respectivas melhorias tecnológicas e mudanças de interação com o usuário.

3 APARELHO DE TELEFONIA CELULAR

Este capítulo apresenta um breve histórico do surgimento do aparelho celular e as mudanças que aconteceram no design e na interface do sistema do mesmo a partir da possibilidade de aprimoramento das funções existentes e do acréscimo de novas funções em decorrência do surgimento de novas tecnologias e do refinamento das tecnologias já utilizadas.

Antes de iniciar a explanação sobre o assunto, faz-se necessário, deixar clara a definição de determinados termos utilizados nesta dissertação. De acordo com o Dicionário Michaelis da Língua Portuguesa um dos significados da palavra Móvel é “1. Que se pode mover; que não está fixo; móbil,”. Aqui é empregado como um dispositivo que pode ser utilizado em movimento, que pode ser transportado de um lugar para outro enquanto o usuário interage com ele. Portanto, tanto o usuário quanto o dispositivo podem estar em movimento, diferente dos dispositivos portáteis que podem ser facilmente transportados para qualquer lugar, mas que precisam ser utilizados sem movimentação. (Gorlenko & Merrick, 2003).

Nesse sentido, um sistema de telefonia móvel é definido como uma rede de comunicações por rádio que permite mobilidade contínua por meio de diversas células. Um sistema convencional de telefonia móvel seleciona um ou mais canais de Radiofrequência (RF) para utilizarem áreas específicas geograficamente. Esta área conhecida como Área de Cobertura. A Área de Cobertura é planejada para ser a mais ampla possível, com potências de elevações elevadas. Esta área é dividida em regiões chamadas de células, com modos de potência baixa para serem transmitidas em frequências disponíveis e reutilizadas.

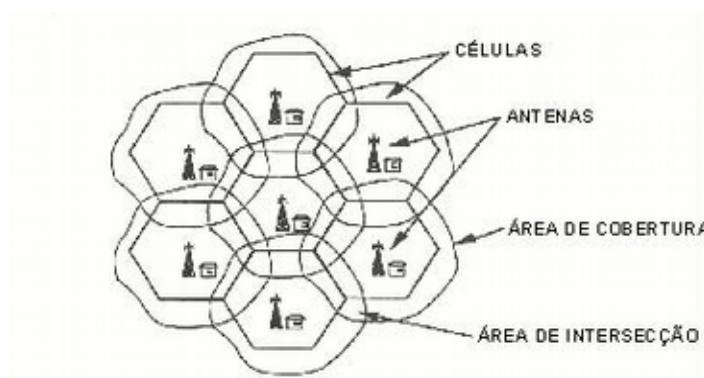


Figura 1 - Sistema móvel de telefonia

Fonte: Disponível em <<http://www.wirelessbrasil.org/>>. Acessado em Janeiro 2015.

Segundo Zeindin, D C *et al.* (2004) Wireless é “conexão sem fios” - tradução direta. É chamada wireless toda conexão que transmite dados e informações, entre dois ou mais pontos e que não faz o uso de fios como o caminho para a passagem dos dados. Ela pode ser de curta ou longa distância, dependendo para isso exclusivamente dos aparelhos envolvidos e da intensidade do sinal gerado. Por exemplo, a conexão do controle remoto e a televisão – pelo infravermelho –, entre a estação de rádio e seu aparelho em casa – pelas ondas de rádio –, e das torres de celular com os aparelhos – radiação eletromagnética similar a do rádio –, são conexões sem fio. Além dessas, existem outros diversos tipos de conexão sem fio, um deles é a wi-fi.



Figura 2 - Sistema Wireless

Fonte: Disponível em <<http://www.oficinadanet.com.br/post/2961-o-que-e-wireless-e-como-funciona>>.

Acessado em Dezembro 2014.

A conexão wi-fi é representada por todo tipo de conexão que obedece ao padrão 802.11 desenvolvido pelo Institute of Electrical and Electronic Engineers - IEEE e todas as suas variantes. Basicamente esse é o padrão que foi definido para que conexões de internet fossem possíveis pelos dispositivos.

A conexão através da wi-fi acontece a partir de um ponto onde existe uma conexão com a internet tradicional, cabeada, e esse ponto é conectado a um transmissor que envia um sinal de internet pelo ar em determinado raio de efetividade, permitindo que a partir de um único ponto diversos computadores acessem a rede. Isso acaba com a necessidade de se fazer uma rede ou de se ter diversos cabos de conexão. A difusão desse sinal pode ser feita de forma aberta ou fechada usando senhas para o acesso.

O nome Wi-Fi foi dado pela WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance), empresa responsável por organizar as questões de normatização, padronização e compatibilidade das tecnologias de comunicação sem fio entre computadores e também o padrão de internet. (ZEINDIN, D C *et al.*, 2003).

Vale lembrar que há dispositivos móveis sem acesso à transmissão de dados, seja com fio ou sem fio, como jogos eletrônicos, câmeras e reprodutores de MP3; dispositivos apenas portáteis, mas com transmissão de dados sem fio como os notebooks com acesso wireless à Internet; dispositivos estacionários com acesso sem fio, como os desktops. Na categoria de dispositivos sem fio estão os telefones celulares.

Também é importante revisar o conceito de smartphone, já que se nota a tendência de desaparecimento de aparelhos com funções básicas. De acordo com Santaella (2005), o smartphone pode ser considerado um telefone inteligente com tela, se levarmos em consideração sua tradução do inglês smart que significa “inteligente”.

Pode-se trabalhar também com o termo a partir da utilização no mercado, no sentido de que tais aparelhos são mais do que simples celulares. Eles agregam características inerentes aos computadores pessoais, como utilização de sistema operacional, acesso à internet sem fio, acesso a ferramentas de mídias sociais, capacidade de sincronização de dados com outros dispositivos, câmera de vídeo e foto, possibilidade de instalação de softwares dos mais variados tipos e utilização de aplicativos de uso pessoal ou para entretenimento baixados diretamente no aparelho, os chamados Apps¹.

3.1 Breve Histórico do Surgimento do Celular

Em 1870 o telégrafo já fazia parte da vida cotidiana, mas não era utilizado em larga escala. Nessa mesma época Graham Bell e outros pesquisadores descobriram que uma enorme gama de tons sonoros poderiam ser mandados de uma só vez usando o fio telegráfico. Em 1875, Bell e seu assistente Thomas Watson, construíram um dispositivo com uma membrana vibratória e uma mola, aquela sendo o transmissor e esta o receptor.

Depois disso, outros dispositivos vieram a aperfeiçoar tecnicamente o novo aparelho. Um dos fatos mais importante na trajetória do telefone veio com Theodore Vail. Um administrador profissional, ele desenvolveu a ideia de um “Sistema Nacional de Telefone”, destacando a importância da rede de comunicação – network. Para isso, deu início a padronização de equipamentos e práticas que serviram para a crescente expansão do sistema telefônico.

Segundo Rowland (1984) em 1878 entra em operação o primeiro telefone mecanizado através de um quadro de distribuição. O quadro de distribuição possibilitou que o usuário pudesse falar de lugar para lugar e estabelecer contatos sociais. “O quadro

1 - Software que tem por objetivo ajudar o seu usuário a desempenhar uma tarefa específica.

telefônico de distribuição foi o sistema chave que fez do mundo um lugar notavelmente mais seguro e previsível” (ROWLAND,1984).

Com o tempo, o amontoado de fios impossibilitava a transmissão isto sem falar nas interferências e nos múltiplos sinais. A solução só veio por volta da metade do século XX quando foi introduzido a amplificação eletrônica e o código de modulação pulse que trouxe com ele o código binário. “A informação binária pôde ser replicada infinitamente com pequenos ou sem erros” (ROWLAND,1984).

Em 1896, Guglielmo Marconi, físico, adquiriu uma patente em Londres para o transmissor e receptor telegráfico sem fio, onde em 1874, fez sua primeira demonstração em Nova York, onde também obteve uma patente para o equipamento.

Em 1912, nasce a Telemetria para monitorar redes elétricas e telefônicas.

Os sistemas de comunicações móveis tiveram seu início nos Estados Unidos em 1921, ainda na fase medieval, onde o Departamento de Polícia da cidade de Detroit (EUA) implantou um sistema móvel unidirecional em 2 MHz, utilizando modulação em amplitude (AM), com a finalidade de prover a transmissão de mensagens para as viaturas policiais. Este sistema, que constituiu o precursor do serviço de rádio busca (paging), representa o marco inicial da telefonia móvel. Porém, instabilidades dos receptores e cobertura limitada foram os principais problemas de expansão deste serviço.

Para corrigir esses problemas a empresa americana Bell Company, em 1947, desenvolveu um sistema que permitia a utilização de telefonia móvel dentro de uma determinada área utilizando o conceito de células, ou áreas de cobertura, derivando deste, o nome celular. Ainda EM 1947, nos Estados Unidos, a AT&T e a Bell propuseram à FCC (Federal Communication Commission) a alocação de um número de frequência de rádio especificamente para comunicação móvel, mas como a FCC disponibilizou apenas poucas frequências e apenas 23 pessoas se conectaram simultaneamente ao sistema de uma determinada área de cobertura, a tecnologia não foi viável comercialmente.

Em 1956, nasceu o primeiro telefone digital. O novo sistema podia carregar vinte e quatro sinais de voz ou 1.5 megabits de informação num par de fios padrão.

Em 1968, as empresas AT&T e Bell definiram o sistema de uso de torres para atender aos usuários por áreas, conforme seu deslocamento, e, desta forma, continuou a propagação do sistema até a cobertura atingida nos dias atuais.

A Bell, em 1973, já possuía um sistema de comunicação instalado em carros de polícia, mas foi a Motorola, naquele mesmo ano, a primeira a incorporar essa tecnologia a um dispositivo móvel de comunicação fora de um veículo, para uso pessoal. Contudo apenas em janeiro de 1979 o sistema foi realmente testado com 200 pessoas em

Chicago.o sistema foi denominado AMPS (Advanced Mobile Phone System).

Na década de 80, surgiram os primeiros telefones celulares. Eles pesavam de 1 a 10 quilos, consumiam muita bateria e tinham baixa qualidade de voz e, além disso, o sinal era analógico.

Em 1983, surgiu o primeiro celular aprovado pelo FCC (Federal Communication Commission), o DynaTAC 8000X, da Motorola - que junto com a empresa Ameritech iniciou o uso comercial da telefonia celular no Estados Unidos e no mundo. Em 1985, o total de usuários no mundo, que possuíam telefonia móvel era de 700.000, chegando próximo a 4 milhões em 1988, 26 milhões em 1993, atingindo mais de 240 milhões no ano de 2000 até os bilhões de usuários nos dias de hoje.

Em 1992, os sistemas analógicos começam a ser substituídos pelos digitais e em 1997, nasce a tecnologia GSM (Global System for Mobile Communication). É importante ressaltar que o altíssimo interesse por sistemas digitais ocorreu após o grandioso desenvolvimento e consolidação dos setores da eletrônica e da computação.

Em 2001, os celulares começam um processo de hibridização incorporando em suas funções mensagens de texto, envio e recebimento de e-mails, etc. A terceira geração de celulares começa a chegar ao Brasil. O aparelho se destaca por ser um terminal multimídia e pela sua maior velocidade de transmissão de dados que pode chegar a 2 Mbps. A tecnologia permite transmitir imagens ao vivo, música, e TV no celular. As telas começam a aumentar, os aparelhos trazem pequenas câmeras de vídeo embutidas, fones de ouvido, saídas de áudio, e browser com acesso à internet e correio eletrônico.

3.2 Evolução dos Aparelhos

3.2.1 As Gerações dos Celulares

3.2.1.1 Primeira Geração de Celulares

Os sistemas de primeira geração foram caracterizados por seus esquemas de modulação analógica e foram projetados principalmente para a entrega de serviços de voz. Nippon Telephone and Telegraph Company do Japão (NTT) implementou o primeiro sistema celular comercial do mundo em 1979.

Sistema Nordic Mobile Telephone (NMT 400), implantado na Europa em 1981, foi o primeiro sistema que apoiou a entrega automática e roaming internacional. Primeiramente esse sistema foi implantado na Dinamarca, Finlândia, Suécia, Noruega, Áustria e Espanha.

Advanced Mobile Phone Service (AMPS)

AMPS foi desenvolvido pela AT & T Bell Labs no final de 1970 e foi implantado pela primeira vez no mercado em 1983 em Chicago e seus subúrbios próximos. O primeiro sistema utilizado grandes áreas celulares e antenas de estação base de omnidirecionais. O sistema coberto 2.100 quilômetros quadrados com apenas dez estações-base, cada um com altura torre de antena entre 150 pés e 550 pés.

Além dos Estados Unidos, AMPS foi implantado em vários países da América do Sul, Ásia e América do Norte.

Esse sistema utilizava Frequência Modulada (FM) para a transmissão de voz e de deslocamento de frequência analógica e mesmo após a implantação de sistemas de segunda geração – (2G) - continuou a ser usado pelos operadores na América do Norte para fornecimento de roaming entre as diferentes redes de operadoras que haviam implantado 2G, mas apresentavam algum problema de incompatibilidade.

Essa primeira geração se caracteriza por aparelhos grandes, porém modestos nas funções marcaram essa primeira geração, pois eles continham funções básicas e eram dotados de poucos recursos tecnológicos para abrigar funções mais sofisticadas.

Ainda nesta primeira geração é lançado para o grande público pela primeira vez o aparelho celular. A Motorola liberou, em 1993, o Motorola DynaTAC ao público. Ele continha um teclado numérico de base, um display de uma linha e uma bateria com apenas uma hora de duração em tempo de conversação e 8 horas em modo de espera. Mesmo assim, era revolucionário para a época, razão pela qual apenas os mais ricos dos ricos podiam pagar para o serviço de voz que custava US\$ 50 por mês.



Figura 3 – Aparelho Celular Motorola DynaTAC lançado em 1983

Mas apesar da revolução na comunicação com o lançamento do DynaTAC, o primeiro telefone celular realmente portátil a chegar ao mercado foi o Motorola MicroTAC 9800X lançado em 1989. Esta foi a introdução do conceito de telefone celular aberto "flip", onde a parte inferior dobrava sobre o teclado. Este modelo lançou na época um desafio para todos os outros fabricantes - fazer um telefone celular que era menor e mais eficiente do que qualquer outro que estivesse disponível no mercado.

A partir deste modelo as empresas começaram a fazer telefones celulares menores e mais poderosos e os designers receberam a missão de criar ao mesmo tempo aparelhos esteticamente agradáveis, mas principalmente funcionais.

O aparelho estava disponível apenas em preto e mediram 195 x 60 45 (altura x largura x espessura) milímetros com uma antena externa extensível e um monitor monocromático.



Figura 4 – Aparelho Celular MicroTAC 9800X lançado em 1989

As Interfaces desses primeiros celulares eram compostas, basicamente, por texto, e não permitiam uma riqueza de detalhes na apresentação das informações no visor do dispositivo, em razão da tecnologia imprópria.

A resolução, responsável pela melhor definição dos textos e formação de desenhos no visor, aumentou gradualmente com a evolução dos aparelhos celulares, assim como a quantidade de cores. Com esta melhora na tecnologia de exibição de informações, os elementos gráficos na tela começaram a ser mais bem representados.

3.2.1.2 Sistemas Digitais – 2G

Avanços nas plataformas de hardware ao longo do tempo permitiram o desenvolvimento de sistemas sem fio - 2G, também destinados principalmente para a transmissão de voz, mas , ao contrário dos sistemas de primeira geração, usando

modulação digital. O mais difundido dos sistemas é o Sistema Global para Comunicações Móveis - GSM.

A mudança do analógico para o digital permitiu várias melhorias no desempenho dos sistemas: a utilização de codecs de voz digital; capacidade de vários usuários no mesmo canal de frequência; download de dados de aplicativos sem fio – e posteriormente evoluindo para suportar serviços de dados por pacote que incluía, por exemplo, entrega de notícias, cotações de ações, previsão do tempo.

Limitações na taxa de transferência de dados em dispositivos móveis significava que as tecnologias especializadas, como o Wireless Access Protocol (WAP), teve que ser desenvolvido para adaptar e distribuir o conteúdo da Internet para dispositivos móveis.

A segunda geração de celulares, já funcionando em redes digitais de melhor qualidade, inaugurou a presença da comunicação escrita nos celulares. A partir das notícias recebidas pelo sistema WAP, começou a ser possível ler no celular o horóscopo do dia ou o placar do último jogo de seu time. Contudo, a baixa qualidade de leitura, navegação e velocidade do Wap impediram um maior sucesso do recurso.

Nesta geração de celulares, além do Wap, apareceu o SMS (Short Message System) para troca de mensagens de texto e troca de imagens, inclusive entre operadoras sem problemas de incompatibilidade, através do sistema GSM (Global Mobile System).

O próximo grande passo no avanço do projeto de telefonia móvel foi a introdução do "Smartphone" um dispositivo que poderia fazer muito mais do que apenas fazer e receber chamadas. Em 1994, depois de um esforço conjunto pela IBM e BellSouth o IBM Simon nasceu. Era um aparelho com tecnologia bastante avançada em seu tempo, pois além de ser um telefone móvel também teve pedidos de calendário, agenda de endereços, relógio mundial, calculadora, bloco de notas, e-mail e até mesmo jogos. Foi também o primeiro telefone celular para trabalhar com a tecnologia touch screen e também mostrar um teclado QWERTY.



Figura 5 – Aparelho Celular IBM Simon lançado em 1994

Junto com a introdução dos mundos primeiro 'Smarthone' veio uma mudança na forma como os telefones móveis podiam ser usados. Um telefone celular não era mais apenas um dispositivo que deu ao usuário a capacidade de comunicar, mas também permitiu que o usuário armazenasse informações, reuniões, memorandos, e enviasse e-mail. Este foi um grande passo na evolução do telefone móvel.

Como os telefones móveis ganharam a capacidade de ser mais do que apenas um dispositivo de comunicação os designers de telefonia móvel enfatizaram a característica de serem portáteis e desenharam aparelhos cada vez menores. Seguindo este raciocínio um dos modelos mais populares foi o Nokia 8210 lançado em 1999. O 8210 foi o, mais leve menor modelo disponível no momento, embora pareça consideravelmente 'robusto' quando comparado com modelos de hoje.






Figura 6 – Aparelho Celular NOKIA 8210 lançado em 1999

A introdução deste aparelho iniciou a fase onde os modelos não só tinham várias funções impressionantes, mas também permanecessem leve e portátil.

Nesta segunda geração de aparelhos a tecnologia permitiu a criação de dispositivos menores. Apesar de, bastante atrativa aos consumidores, esta tendência tecnológica de priorizar a miniaturização implica em problemas ergonômicos de

manipulação do aparelho. Tais problemas aparecem na redução do tamanho das teclas e caracteres no visor, além da redução na quantidade de teclas presentes nos celulares, indo de encontro ao crescente aumento de funções nesses dispositivos.

No ano 2000 os celulares começaram a próxima etapa na evolução dos aparelhos pois os modelos começaram a incorporar em suas funções mensagens de texto, envio e recebimento de e-mails, armazenamento de música, etc.

		
<p>Aparelho Celular T36 Ericsson Primeiro aparelho com Bluetooth</p>	<p>Aparelho Celular Samsung Uproar Primeiro aparelho com Mp3</p>	<p>Aparelho Celular Nokia 7650 Primeiro aparelho com Câmera</p>

Quadro 1 – Primeiros aparelhos a incorporarem características mais sofisticadas

3.2.1.3 Sistemas Digitais – 3G

Os sistemas da primeira e segunda geração (1G e 2G) foram projetados especificamente para transportar voz, porém, com a explosão da Internet e suas constantes e derivadas aplicações que mudaram o estilo de vida e trabalho no cotidiano da sociedade mundial, os dispositivos móveis também deveriam se adaptar a esta realidade. Com esta constante evolução, as redes e os padrões do GSM, também foram atualizados, melhorando cada vez mais.

A evolução para a terceira geração (3G) consiste das tecnologias WCDMA (Banda Larga CDMA) e CDMA 2000 1XEV-DV para pacote HSDPA (High-Speed Uplink Packet Access) e CDMA 2000 1XEV-DO. A tecnologia WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access) é uma evolução do GSM baseada em IP (Protocolo de Internet), suportando voz e dados com taxas máximas de transmissão de dados de até 2mbps. Com o WCDMA é possível a utilização de serviços de dados, aplicativos, jogos, sons e imagens através de uma grande largura de banda. O HSPDA é uma tecnologia de alta velocidade utilizada para transmissão de dados, aumentando a capacidade do WCDMA e

possibilitando velocidades de até 14,4 Mbps para download e de até 5,76 Mbps para upload. A primeira rede WCDMA a entrar em operação foi a da NTT DoCoMo (Japão) em 2001.

Como um resultado de sua rápida evolução, da possibilidade do acréscimo de funções e da diversidade de modelos, os aparelhos celulares começaram a apresentar problemas de sobrecarga cognitiva, pois a todo o momento, novos modelos de aparelhos de celulares são lançados com um conjunto de novas funções.



Figura 7 – Aparelho Celular Sony T68

Um exemplo foi o lançamento em 2001 de um dos primeiros telefones a ter uma tela colorida - o modelo T68 da Sony Ericsson, Designers tinham agora uma gama mais ampla de conceitos para o projeto móvel do que nunca, o que permitiu mais opções de design para ser feita. Telefones celulares contendo MP3 players, câmeras digitais, alarmes e jogos eram todos disponíveis para o público. Muitos fabricantes decidiram, focar em uma característica específica para levar vantagem e isso causou uma divisão entre o telefone celular regular, o telefone inteligente e a câmera do telefone.

Os telefones inteligentes se tornaram cada vez mais populares no mundo dos negócios, devido às múltiplas funções disponíveis, como GPS e e-mail.

A evolução da comunicação e da informática permite mais modificações, como, por exemplo, aparelhos mais leves. Um dos modelos mais populares foi o primeiro a ser considerado ultrafino - o modelo Motorola Razr lançado em 2004. Por causa de sua aparência inusitada e perfil fino, foi um sucesso de vendas, principalmente pelo design diferenciado alcançando mais de 50 milhões de unidades até julho de 2006.



Figura 8 – Aparelho Celular Motorola Razr – Primeiro modelo considerado ultrafino

Com a demanda cada vez maior por comunicação e mobilidade a Apple lança em 2007 o iPhone que faz a convergência entre informática, televisão e telecomunicações. Um aparelho celular multifuncional, que supre mais do que a necessidade de comunicação e contato, atende também a demanda do usuário por mobilidade e conexão.

O iPhone apresentou uma tela multi-touch, câmera impressionante, e acesso à internet como nenhum outro celular. O iPhone também cobriu o aspecto de jogos do celular com milhares de aplicativos para download disponíveis on-line pela loja da Apple.



Figura 9 – Primeiro iPhone lançado em 2007

Na primeira apresentação do produto, Steve Jobs descreveu o iPhone como um celular revolucionário, pois segundo ele a marca estava apresentando três produtos revolucionários:

O primeiro é um iPod de tela larga com controle pelo toque. O segundo é um celular revolucionário. E o terceiro é um aparelho pioneiro de comunicações pela internet [...].

Estão entendendo? Não são três aparelhos separados, é um aparelho só, e ele se chama iPhone. (JOBS apud ISAAC, 2011).

Esse aparelho inevitavelmente mudou o rumo do telefone móvel. Mudou a forma de interação do usuário com o aparelho celular. Não apenas em nível cognitivo, visual, mas também no nível físico. Pelo Quadro 2 podemos notar a diferença entre esse modelo e muitos dos modelos existentes na época de seu lançamento.



Quadro 2 – Quadro comparativo entre o primeiro iPhone e outros modelos existentes na época de seu lançamento

3.2.1.4 Sistemas Digitais – 4G

Funcionando com a tecnologia LTE (Long Term Evolution) - que é uma tecnologia de transmissão de dados baseada na tecnologia WCDMA e GSM, a tecnologia 4G dá prioridade aos dados de internet - já que atualmente a transmissão de dados é bem mais comum que a transmissão de voz - mas, claro, não descarta a ideia de que ainda podemos fazer ligações por voz.

A tecnologia LTE não é a única que pode ser considerada como uma tecnologia 4G, também temos a WiMAX cujo objetivo é promover a compatibilidade e interoperabilidade (funciona em sistemas Linux) entre equipamentos baseados no padrão IEEE 802.16 e por ter como prioridade o tráfego de dados, a rede seria com toda certeza mais rápida e estável.

Em testes realizados por pesquisadores, a tecnologia LTE chegou a uma velocidade de transferência de dados a 20 MHz de 300 Mbps do downstream² e 75 Mbps de upstream³, claro, os testes foram realizados em laboratório, o que maximiza sua potência, a velocidade real de navegação fica entorno de 100 Mbps de download e 50 Mbps de upload e uma latência (PING) de no máximo 30 ms (milissegundos).

² - Velocidade máxima de download (os arquivos e informações que chegam ao seu dispositivo).

³ - Velocidade máxima de upload, ou seja: os arquivos e informações que saem do seu dispositivo

Além de ser mais barata, mais rápida e com uma cobertura bem mais estruturada, a tecnologia LTE a 700MHz pode sustentar de 300 a 400 acessos simultâneos a rede de tráfego de dados, o que é praticamente o dobro da quantidade que as tecnologias 3G suportam.

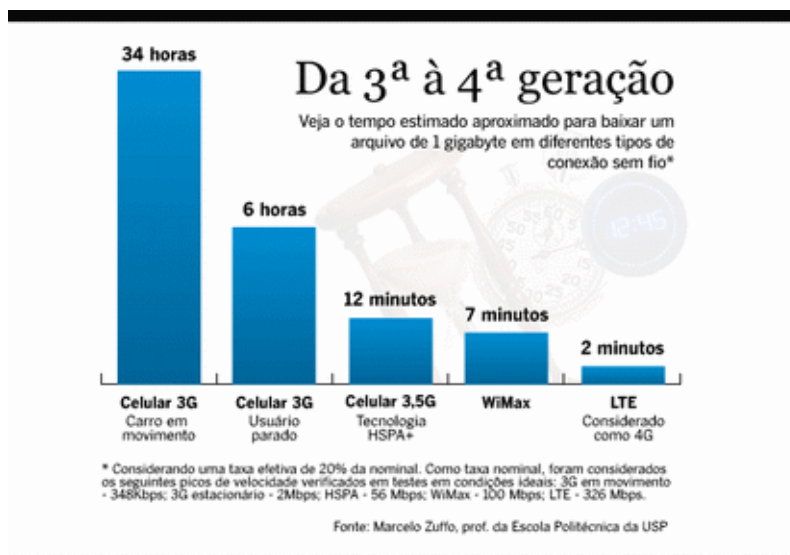


Figura 10 – Comparativo de velocidade de download da terceira e da quarta geração de celulares.

Fonte: Disponível em <<https://universobh.wordpress.com/tag/proteste/>>.

Acessado em Dezembro 2014.

Com relação à interação do usuário com o aparelho celular não aconteceram mudanças que acarretassem no surgimento de algum modelo um formato ou interface diferente do que já existia. Houve sim a consolidação do formato retangular dos aparelhos multimídias, o fortalecimento dos sistemas Android e iOS e o lançamento do Windows Phone⁴.

4 - Sistema operacional móvel, desenvolvido pela Microsoft baseado atualmente na versão do Windows 8 para computadores desktop.



Figura 11 - Sistema iOS, Windows Phone e Sistema Android

3.2.2 Funções

De um dispositivo com funções básicas com a intenção de ser apenas um dispositivo móvel de comunicação de voz, o aparelho celular se transformou num dispositivo que permitiu a ampliação do conceito de comunicação oferecendo novas experiências e gerando novas práticas sociais para o usuário. Uma delas é a de que pouco se fala em aparelho celular atualmente. Desde a utilização de um sistema operacional nos celulares o mercado consumidor prioriza o smartphone.

Funções que hoje parecem simplórias, como tela com visor colorido, seleção de ringtones⁵ ou armazenamento de MP3, tiveram, cada uma, bastante impacto a seu tempo, sendo consideradas grandes diferenciais da época.

Na Figura 12 pode-se observar o acréscimo de funções aos aparelhos – de apenas servir para comunicação de voz até o aparelho com o recurso de FaceTime⁶ introduzido pela Apple em 2010 com o iPhone 4.

⁵ - Campanha de chamada do telefone.

⁶ - Software desenvolvido pela Apple Inc. capaz de realizar chamadas de vídeo e chamadas de áudio para computadores e dispositivos móveis de sua marca com as seguintes configurações mínimas: sistema Mac OS X v10.6 ou posterior, e para dispositivos móveis utilizando o sistema iOS 4.3.3 ou posterior.

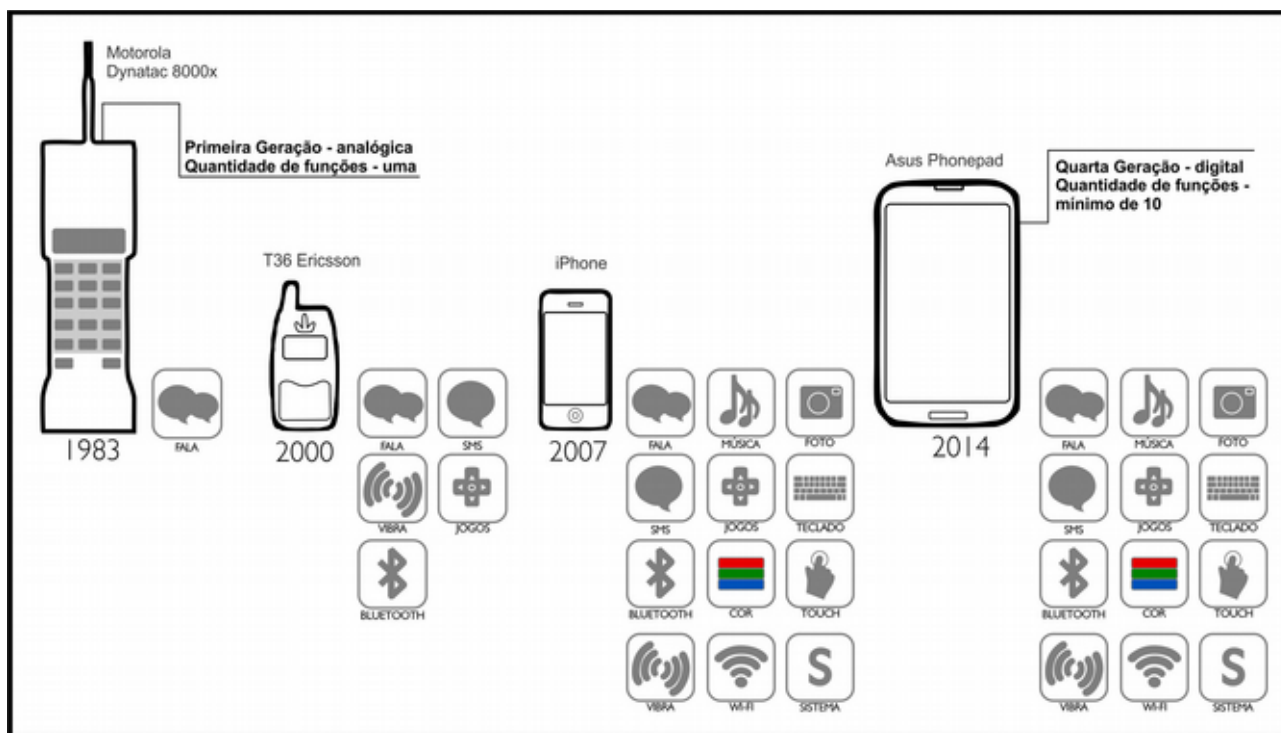


Figura 12 – Comparativo entre quantidade de funções do início do lançamento do primeiro celular até o ano de 2014.

E pelo fato de ser um produto eletrônico de comunicação pessoal e portátil, a cada dia surgem novas possibilidades de utilização dessa tecnologia. As estratégias de inovação contínua dos aparelhos celulares desenvolvidas pela indústria estão bastante focadas em todas as possibilidades da convergência tecnológica associada ao celular.

Algumas das funções que os aparelhos possuem hoje:

Trabalho

- Agendas/Email: sincronia entre o celular, a agenda de contatos e o sistema de mensagens da empresa.
- Sistemas Corporativos: acesso aos dados da empresa e aos arquivos do PC do escritório.

Vida Pessoal

- Internet: navegação em qualquer site da rede.
- Compras: produtos e serviços à venda via celular, que também servirá como meio de pagamento.
- GPS⁷: localização de pessoas e lugares
- Banco: consultas e transações financeiras como no computador.
- Trânsito: informações online sobre congestionamento e os melhores trajetos.

7 - O Sistema de Posicionamento Global (GPS) é um sistema de navegação e localização baseado em um conjunto de satélites orbitando a Terra, que pode ser usado para determinar a posição terrestre, velocidade e hora. GPS é um sistema de propriedade do Departamento de Defesa dos Estados Unidos, mas disponível para uso público global.

- Mensagens: email, mensagens instantâneas, mensagens de texto, multimídia, vídeo e voz.

Bluetooth⁸;

Entretenimento

- TV: transmissão ao vivo e download de programas sob demanda.

- Jogos: Games com gráficos comparáveis aos de PCs e que podem ser jogados online de forma massiva.

- Música: com capacidade de armazenar milhares de arquivos.

- Fotos: câmera que tira fotos de qualidade podendo ser enviadas na hora.

Residência

- Vigilância: acesso em tempo real a imagens de câmera de monitoramento, em casa e no trabalho.

3.2.3 Tecnologias de exibição das informações

Em conformidade com o avanço da tecnologia para dispositivos móveis as informações apresentadas nas telas dos aparelhos celulares foram ganhando mais qualidade. Segundo Abreu (2005) as primeiras versões de celulares empregavam a técnica bastante usada em relógios digitais e calculadoras de posição matricial das informações com cristal líquido. As informações numéricas eram relativamente bem representadas, mas a legibilidade das letras era reduzida em virtude da difícil adaptação a um sistema desenvolvido inicialmente para ser usado apenas para números. Não permitiam flexibilidade de representação de caracteres nem riqueza de detalhes das informações.

Posteriormente foi utilizada a técnica de LED (Light Emiting Diode) em muitos aparelhos. Esta técnica consistia em várias pequenas luzes, quase sempre vermelhas, que formavam composições conforme eram acesas ou apagadas. A qualidade da informação melhorou, assim como a legibilidade e flexibilidade na exibição de números e letras.

A terceira técnica de representação de informações em celulares e em vigor até o presente é de imagens mapeadas por pequenos quadrados denominados pixels (picture elements)⁹.

8 - Bluetooth é uma tecnologia sem fio que torna possível a transmissão de sinais entre telefones, computadores e outros dispositivos, simplificando a comunicação e a sincronização entre eles.

9 - A junção das palavras "Picture" e "Element" – que em tradução livre significa "Elemento da Imagem" –, deu origem ao conceito do que é o pixel. Ou seja, o pixel é a menor parte de uma imagem e também é o único elemento que a compõe.

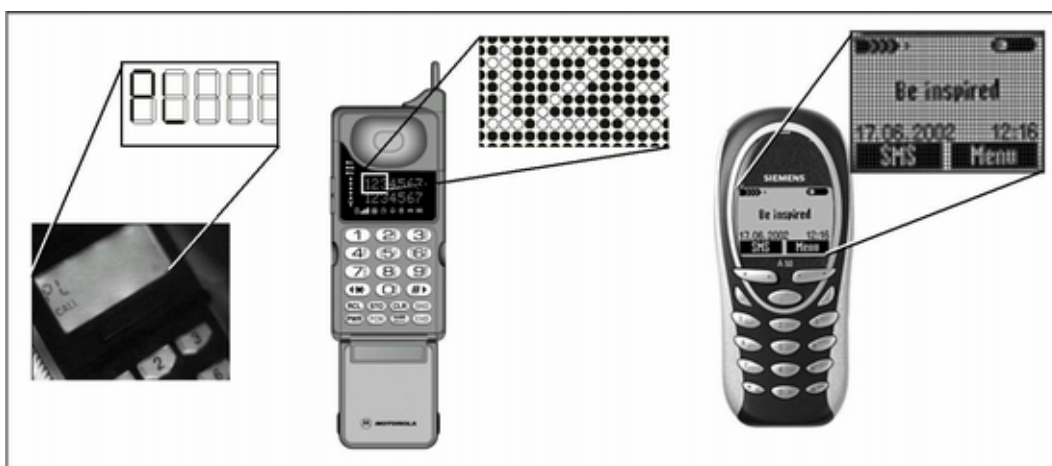


Figura 13 – Abreu 2005 - Exibição Matricial, exibição por LED e exibição baseada em Pixels

Para representar os pixels é utilizado o cristal líquido. Assim que o cristal começou a ser utilizado as telas utilizavam *pixels* de apenas um tom, depois mais tons até as telas com possibilidade de uso de milhares de cores para formar textos e imagens, permitindo a visualização de fotos e filmes com riqueza de detalhes, além de trazer mais elementos típicos de computadores pessoais como papéis de parede e álbum de fotos digitais.

Entretanto, telefones com telas coloridas de cristal líquido tendem a consumir bem mais bateria do que os antigos aparelhos com visores monocromáticos.

A qualidade de uma imagem pode ser medida através da quantidade de pixels existentes na tela (resolução) que a exibe, e também pelo número de pixels em cada unidade de área ocupada pelo monitor (densidade). Conclui-se que os maiores valores possíveis para essas duas características oferecem a melhor imagem possível para uma tecnologia. A qualidade de imagem observada na Figura 14 também se deve aos tipos de telas existentes hoje.



Figura 14 - Foto comparativa entre a resolução de tela do primeiro aparelho com tela colorida e um modelo de 2014

Retina Display é o nome patentado pela Apple para definir todas as telas de cristal líquido usadas em seus produtos cuja resolução e densidade de pixels sejam tão altas que o olho humano se torna incapaz de visualizar pontos individuais a distâncias variáveis. Por exemplo, no iPhone 6, a resolução é de 1.334 x 750 em uma tela de 4,7 polegadas - 13,81 x 6,7 cm - o que corresponde a uma densidade de pixels de 326 ppp (pixels por polegada). Isso significa que, em cada polegada quadrada, temos 326 pixels.

Outra tecnologia que promete imagens mais nítidas e brilhantes, alta distinção de movimentos, cores reais e muito mais variadas do que o normal, menor espessura e maior flexibilidade são as telas AMOLED (Active-Matrix Organic Light-Emitting Diode - Matriz-Ativa de Emissão de Luz Orgânica por Diodos). A iluminação, por exemplo, chega a ser pelo menos 150% melhor do que em uma tela de LCD¹⁰ (Liquid Crystal Display). Já as telas Super AMOLED conseguem amenizar um problema do AMOLED, já que também possui menor quantidade de material refletivo: a dificuldade de visualização da tela em situações de exposição à luz solar, problema que também ocorre com telas LCD.

Observa-se assim o quanto em todos os requisitos os dispositivos móveis têm conseguido evoluir.

3.2.4 Modelos de Navegação

Abreu (2005) divide os modelos de navegação até a segunda geração em três, sendo eles:

a) Modelo de Navegação com *Navi-key* e *Softkey*



Figura 15 - Aparelho Nokia 2110 com softkeys

¹⁰ De maneira simplificada as telas de LCD são feitas de moléculas de cristal líquido distribuídas entre duas lâminas transparentes onde uma recebe polarização horizontal, e a outra, polarização vertical, formando um esquema do tipo "linhas e colunas". As moléculas de cristal líquido são capazes de orientar a luz. Quando uma imagem é exibida em um monitor LCD, elementos elétricos presentes nas lâminas geram campos magnéticos que induzem o cristal líquido a "guiar" a luz oriunda da fonte luminosa para formar o conteúdo visual.

Este modelo se refere ao conceito de uso de duas softkeys, ou seja, teclas com função definida de acordo com a legenda localizada no visor do aparelho.

A Nokia desenvolveu essa solução e colocou em prática pela primeira vez no aparelho 2210 e devido ao sucesso de vendas foi bastante copiada por outros fabricantes. Começava a padronização na navegação dos aparelhos.

Logo vieram as melhorias

- O menor número de teclas possível;
- Ausência de teclas específicas para tratar as ligações;
- O entendimento das teclas da forma mais universal possível.

A percepção do consumidor em relação à usabilidade mudou pois a facilidade de uso começou a ser vista mais claramente, pois o aparelho apresentava design mais limpo e objetivo.

Para Abreu (2005), a diminuição das teclas do modelo apresentou redução do número de pressionamentos errados de teclas.

O conceito de *Navi-Key* foi introduzido pela Nokia no modelo 3110 em 1996.



Figura 16 - Aparelhos Nokia 3110 e 3210 com Navi-key

b) Modelo de Navegação com Teclas Rotuladas

Os primeiros aparelhos apresentavam apenas teclas, que eram nomeadas com intenção de deixar claro quais funções cada tecla rotulada acionava. Com o aumento do número de funções essa abordagem foi adaptada às novas necessidades e apenas algumas teclas permaneceram rotuladas.



Figura 17 - Motorola Microtac com teclas rotuladas

Vale salientar que algumas teclas como *Send* e *End* começaram a aparecer nos aparelhos cada vez mais localizadas na mesma posição. A tecla *Send* sempre verde e à esquerda, e tecla *End* sempre em vermelho à direita. Segundo Abreu (2005) essa é uma das mais importantes padronizações nos aparelhos de telefonia celular. Porém apesar de estar bastante claro qual a função principal de uma tecla rotulada ela possui outras funções. A tecla *Clear*, além apagar os caracteres que apareciam no visor, também funcionava permitindo o usuário voltar um nível no fluxograma do sistema do dispositivo. A tecla *End* é usada para sair do menu do sistema ou da opção selecionada para voltar para tela inicial além de encerrar a tarefa que está sendo executada.

c) Modelo de Navegação Híbrido

Chega-se assim ao modelo híbrido na tentativa de cada vez mais facilitar a IHC:

[...] Utilizaram também as áreas das legendas das *softkeys* com outros fins. Isso tudo gerou uma técnica híbrida de navegação; tal abordagem tornou-se bastante comum, e é vista em muitos aparelhos celulares. Em muitos casos, esse modelo de navegação mistura teclas sem rótulo e teclas com rótulo para acessar as legendas das *softkeys*. Assim como são usadas as áreas das legendas de sotkeys para exibir informações do sistema (ABREU, 2005).



Figura 18 – Adaptado de Abreu 2005 - Motorola 310 com modelo híbrido

Essa abordagem tornou-se comum, pois a mistura de teclas sem rótulo com as teclas rotuladas em um único aparelho contribuiu para padronização de um modelo de navegação onde o usuário já começava a reaplicar a experiência com aparelhos anteriores e já não precisava aprender como usar uma nova interface.

A partir da terceira geração surge outro modelo:

d) Modelo de Navegação Baseado em App


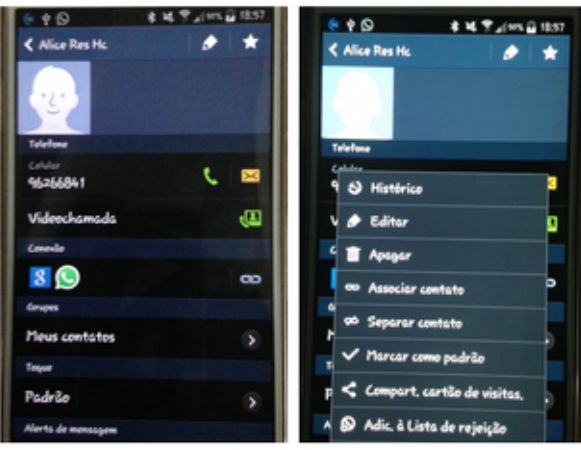

Essa modelo que é usado até o momento atual é baseado no modelo de navegação desktop. No computador pessoal os arquivos e softwares são organizados em pastas e ícones. Desta mesma maneira foi organizada essa interface para os celulares.

App é uma abreviação para “application”, do inglês, que significa aplicativo, programa, software tem por objetivo ajudar o seu usuário a desempenhar uma tarefa específica, como acessar os contatos ou tirar uma foto. Esta definição simples acaba por ser muito genérica se consideramos que existem apps para celulares, tablets, navegadores e até mesmo sistemas operacionais de desktop. Ao se referir aos apps o mais comum é que o assunto seja relacionado aos vários softwares e programas disponíveis para celulares.

Este modelo de navegação revolucionou o mercado de telefonia móvel, pois levar o conceito de navegação desktop para os celulares transformou a forma como os usuários se relacionavam com seus aparelhos. O celular passou a ser um computador em miniatura e apesar de ainda apresentar algumas limitações em relação ao IHC devido ao tamanho da tela, tamanho do teclado, etc., a utilização de ícones para identificar o aplicativo desejado para executar as tarefas se mostrou altamente eficiente e eficaz.

		
Tela Inicial	Tela da interface da Lista de Contatos	Tela da interface do item Configurações do Celular

Quadro 3 – Modelo de Navegação Baseado em App do Sistema iOS

		
Tela Inicial	Tela da interface da Lista de Contatos	Tela da interface do item Configurações do Celular

Quadro 4 – Modelo de Navegação Baseado em App do Sistema Android

3.2.5 Formas de acesso

Os mecanismos de acesso e entrada de dados é um dos aspectos mais importantes da IHC com os dispositivos móveis. Até chegar a forma que temos atualmente ao longo da evolução do aparelho celular foram adotadas várias estratégias, tanto de hardware, como de software para facilitar a interação do usuário com estes dois aspectos do sistema.

a) Teclas de navegação

Até a terceira geração Abreu (2005) aponta que basicamente foram adotadas duas maneiras de colocação das teclas de navegação - em forma de cruz ou em linha. Essas teclas auxiliam na movimentação da seleção do cursor no sistema do aparelho e dependendo do modelo podem ter duas ou quatro direções ou são substituídas por uma tecla maior que funciona como joystick. Ideia trazida do videogame a tecla tipo joystick muitas vezes funciona também como tecla de acionamento da função escolhida quando pressionada para baixo.

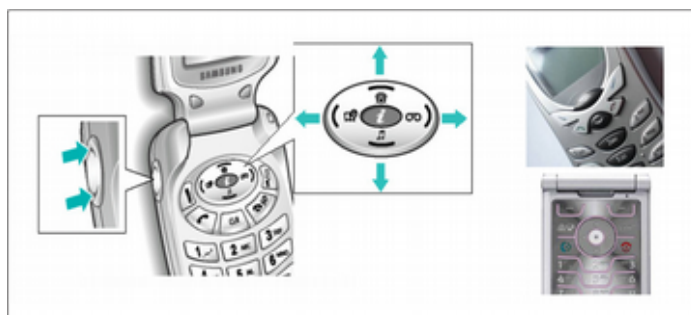


Figura 19 – Abreu 2005 - Modelos de teclas de navegação



Figura 20 – Aparelho Sony Ericsson W 395 com tecla tipo joystick

Outra opção foi a tecla de rolagem. Trazida dos computadores, que adotam a rolagem através do mouse essa abordagem foi aplicada aos aparelhos celulares, pois a lista de opções de funções foi crescendo, mas o visor pequeno impossibilita o aparecimento de muitas informações ao mesmo tempo.



Figura 21 – Aparelho Nokia 7110 – o primeiro a utilizar barra de rolagem

b) Entrada de Dados

Segundo MacKenzie & Soukoreff (2002) as duas formas mais utilizadas para entrada de texto em dispositivos móveis: uso de teclado e uso de tela sensível ao toque. A maioria dos celulares até a segunda geração apresentava teclado de 12 teclas para entrada de dados. Com números de 0-9 e duas teclas adicionais (* e #), esse teclado também era utilizado para inserção de texto, pois as 26 letras do alfabeto eram distribuídas nas teclas 2-9.



Figura 22 – Teclado numérico de um modelo de celular

Esse tipo de teclado é bastante enfadonho para entrada de texto uma vez que cada tecla representa três ou quatro letras. Para Ferreira (2006) é realizada de duas formas: multi-tap e T9 (FERREIRA 2006).

A primeira forma se tornou bem mais difundida. Nesse caso o usuário deve pressionar uma mesma tecla até quatro vezes para inserir o caráter desejado. Por exemplo, a tecla 3 deve ser pressionada uma vez para inserir a letra D, duas vezes para a letra E três vezes para a letra F. Lembrando que o usuário deveria esperar o timeout do sistema se precisasse digitar letras agrupadas em uma mesma tecla. Alguns modelos possuíam uma tecla para pular o timeout (FERREIRA 2006).

A segunda - T9 – foi criada e patenteada pela empresa americana Tegic que foi comprada pela AOL (América Online):

[...] Esta técnica baseia-se em um dicionário de palavras previamente inseridas no dispositivo. Para cada letra que se deseja digitar basta pressionar cada tecla apenas uma vez. Por exemplo, para digitar a palavra “CASA”, basta que o usuário pressione a seguinte sequência de teclas 2, 2, 7, 2, 0. A tecla 0 é utilizada para inserir espaço, indicando o fim da palavra(FERREIRA 2006).

Outra opção de teclado é o Fastap que consiste num teclado onde os caracteres alfabéticos estão em teclas menores e com discretas saliências, enquanto os caracteres numéricos são disponibilizados através de teclas maiores e em depressões.



Figura 23 - Teclado Fasttap utilizado em alguns modelos de celulares

Outra abordagem surge com versões do teclado QWERTY usado nos computadores para os dispositivos móveis. Este tipo de teclado pode ser utilizado pressionando as teclas com as mãos ou em caso de aparelhos com telas sensíveis ao toque - Touchscreen¹¹ - com uma caneta *stylus*¹².

11 - Para que seja feita interação com aparelhos com tela *Touchscreen* deve-se tocar na tela do aparelho para entrar com algum dado ou abrir algum programa, o toque na tela de um *smartphone* com *Touchscreen* é similar a um clique de mouse no computador pessoal.

12 - Caneta para uso em aparelhos eletrônicos que possuem visor sensível ao toque. Sem tinta, usa-se para prevenir o contato da gordura de um dedo à tela, para adição de dados a computadores de mão ou jogos eletrônicos.



Figura 24 - Teclado Qwerty em aparelho sem a tecnologia de tela sensível ao toque



Figura 25 - Teclado Qwerty em aparelho com a tecnologia de tela sensível ao toque

Com a adaptação do teclado QWERTY para os aparelhos celulares o tamanho dos aparelhos começa a crescer, já que aparelhos menores não tem como apresentar os caracteres dispostos dessa forma numa largura de até 8 cm. Saindo desses máximos 8 cm os aparelhos começam a crescer e chegam até a ficar com a largura de aproximadamente 12cm. A oportunidade de incluir uma técnica já aprendida pelos usuários e a possibilidade de diminuição de erros na inserção de dados fez com que esse modelo de teclado fosse bem aceito no mercado.

Com relação às telas sensíveis ao toque os caracteres também podem ser escolhidos diretamente na tela pressionando a caneta no caráter desejado ou dependendo do modelo utilizar o reconhecimento de escrita. Para MacKenzie & Soukoreff (2002) essa técnica apresenta com relação às expectativas dos usuários quanto a taxas de erros aceitáveis.



Figura 26 - Teclado QWERTY com uso de caneta no aparelho Nokia 770



Figura 27 - Reconhecimento de escrita no aparelho Nokia 770

A partir da segunda geração surgem os modelos com reconhecimento vocal como mecanismo para entrada de dados. Porém no início essa técnica foi considerada pouco eficiente pelos usuários (FERREIRA, 2006).

Baseada na técnica em que um dicionário de palavras é previamente inserido no celular, hoje a tecnologia permite o aprimoramento deste tipo de abordagem através dos teclados Swiftkeys - é um teclado inteligente que aprende com você. Ele substitui o teclado integrado do dispositivo por um que se adapta à sua maneira de digitar. O aplicativo aprende seu estilo de escrita para oferecer a previsão de palavras e uma correção automática altamente precisa. Assim, ele se torna mais inteligente ao longo do tempo e faz com que você pressione as teclas menos vezes.

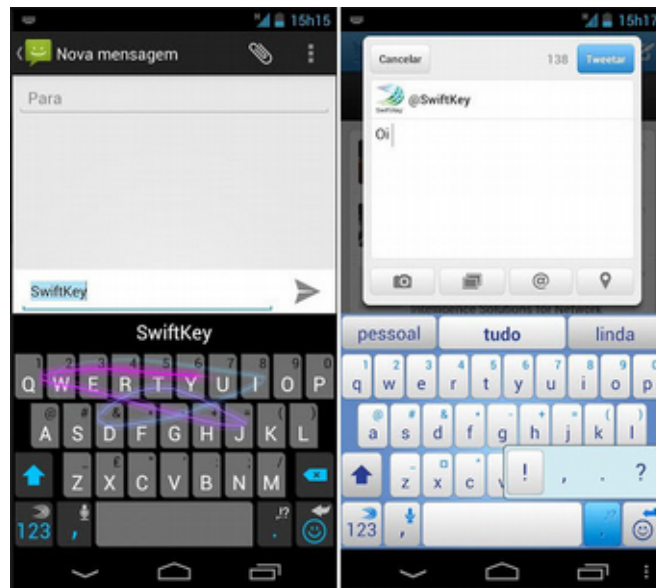


Figura 28 – Teclado Swiftkey

3.2.6 Formatos dos celulares

Abreu (2005) classifica os aparelhos celulares em quatro tipos:

- a) Bar Type - com as teclas e visor expostos
- b) Flip - possui uma tampa que abre e fecha para cobrir as teclas
- c) Clam Shell - possui tela em uma metade e teclado na outra, se dobra ao meio, através de uma articulação presente no aparelho
- d) Slider - utiliza o recurso de deslizar parte do aparelho com o teclado, que se esconde sob a tela do dispositivo.



Figura 29 – Modelos de formatos de aparelhos celulares

A esta classificação pode-se acrescentar o formato que se pode chamar de Formato Clean devido à falta de nomenclatura nas referências atuais. A partir do lançamento do primeiro Iphone da Apple em 2007 os outros fabricantes apenas seguiram não apenas o mesmo formato, mas também a interface desse aparelho.

Diferenciando apenas as dimensões a grande maioria dos modelos de hoje apresentam o mesmo formato retangular.



Figura 30 – Modelo Retangular Clean de vários fabricantes

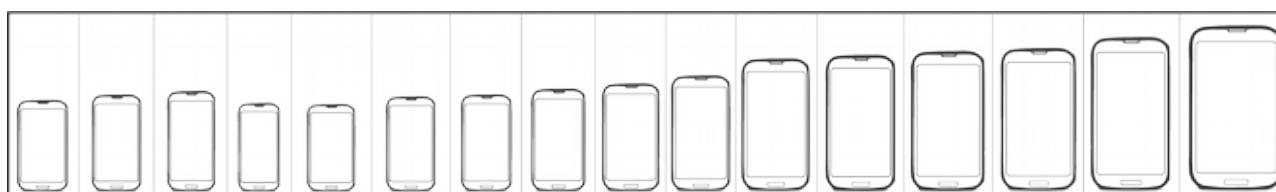
Destacam-se dois aspectos: [a] o formato Clean se transformou no formato mais utilizado para os smartphones, sendo praticamente uma unanimidade; [b] a partir do aparecimento do modelo Clean e da observação de aceitação positiva pelos usuários os fabricantes concentraram seus esforços em resolver os problemas de IHC existente nesse modelo, como melhor resolução de imagem para tela e para captar de imagem e vídeo, aumento de memória, processadores mais rápidos, maior diversidade de aplicativos para celulares, ícones e símbolos menos rebuscados, etc. A partir deste ponto o objetivo principal passa a ser o de facilitar a visualização e acesso a tantas informações e recursos, resultando no aumento cada vez maior do tamanho do visor e consequentemente do aparelho, conforme pode-se observar nos Quadros 5 e 5b.

Segundo Martins et al. (2012) os modelos de smartphone atuais considerados top seguem a tendência de possuir telas que ocupam grande parte da face frontal dos celulares.

							
iPhone 2007 107 x 59 x 13,4 mm	Samsung i900 Omnia 2008 112 x 56,9 x 12,5 mm	T-Mobile G1 2008 117 x 55,7 x 17,1 mm	Nokia 5530 XpressMusic 2009 104 x 49 x 13 mm	Samsung S3650 Corby 2009 103 x 56,5 x 12 mm	LG GM730 Eigen 2009 109,8 x 56,5 x 11,9 mm	LG Optimus One P500 2010 113,5 x 59 x 13,3 mm	Samsung i8700 Omnia 7 2010 122,4 x 64,2 x 11 mm

							
Samsung i9100 Galaxy S II 2011 125,3 x 66,1 x 8,5 mm	Samsung Galaxy Nexus LTE L710 2012 134,6 x 68,6 x 9,4 mm	Samsung Galaxy Note 4 2013 153,5 x 78,6 x 8,5 mm	LG G Flex 2013 160,5 x 81,6 x 8,7 mm	Nokia Lumia 1520 2013 162,8 x 85,4 x 8,7 mm	Samsung Galaxy Mega 6.3 i9200 2013 167,6 x 88 x 8 mm	Sony Xperia Z Ultra 2013 179,4 x 92,2 x 6,5 mm	Asus Phonepad 8 FE380CG 2014 214 x 120 x 8,9 mm

Quadro 5 – Comparativo de tamanho entre vários modelos de Formato Clean (proporção da escala 1:50).



Quadro 5 b – Comparativo simplificado de tamanho com os modelos do Quadro 5 (proporção da escala 1:50).

3.3 Conclusão

O mercado continha diferentes tipos de aparelhos, e estes com diferentes técnicas e exibição de informação e abordagem do sistema. Cada fabricante tentava impor suas características no mercado para se diferenciar da concorrência. O problema surge quando tais características, eventualmente, afetam a facilidade de uso do aparelho. Neste sentido, a tentativa pode ter efeito contrário e causar rejeição ao produto.

De aparelhos pesados, robusto e cinza-escuro o celular tornou-se um artefato atraente, leve e com uma grande variedade de cores e modelos, adequando-se ao gosto do mais exigente consumidor. Vários tipos de teclas, materiais, tamanhos de aparelhos e interfaces foram criadas ao longo dos anos na busca por algo que minimizasse problemas ergonômicos tanto na interação do usuário com software quanto do hardware de seus celulares.

Como se pode observar no Quadro 6 muita coisa mudou no mundo do design de telefonia móvel desde 1973 até o smartphone que temos hoje, esteticamente agradável e mais moderno. O design do aparelho celular passou por várias transformações, desde a perda da antena externa para a introdução de tela sensível ao toque e quase todas as aplicações de design tem uma base nos avanços tecnológicos que estão sendo feitos no setor de telefonia móvel.

Modelo	Características	Ano
 IBM Simon	Primeiro a incluir funcionalidades de PDA: recebia mensagens de pager, enviava mensagens e fax (a partir de um teclado virtual ou uma stylus), possuía calculadora, calendário e lista de contatos. Apresentou pela primeira vez o <i>touchscreen</i> .	1994
 Hagenuk MT-2000	Primeiro celular com jogo - tratis e com antena interna.	1994
 Siemens S10	Primeiro a utilizar quatro cores (vermelho, verde, azul e branco).	1998
 T36 Ericsson	Primeiro modelo com bluetooth	2000
 Samsung Uproar	Com 32 MB de memória e sem a opção de incluir um cartão de memória este celular foi o primeiro com mp3	2000
 Nokia 9210 Communicator	Primeiro celular com tela colorida de LCD e 4096 cores.	2000
 Nokia 7650	Primeiro modelo com câmera - 0.3 megapixel	2001
 BlackBerry	Inicialmente um pager, tornou-se o popular smartphone BlackBerry apenas em 2002	2002
 Moto	Primeiro a ser considerado ultrafino	2004
 Sony Ericsson W 800i	Primeiro modelo lançado como walkman ele apresentava listas de reprodução, equalizador e habilidade de operar apenas como tocador digital, com a parte telefônica do tocador desligada	2005

Quadro 6 – Modelos de celulares com diferentes formatos e tamanhos e seus principais avanços tecnológicos

Em sua dissertação de mestrado Nemer (2006) conclui em sua pesquisa que os usuários de celulares possuem dificuldade tanto de software quanto de hardware. Alguns dos problemas citados:

Software: Incompatibilidade com o modelo do mundo real dos usuários;

Não reconhecimento de que a ação correta foi concluída;

Falta de controle da aplicação para prevenir e recuperar erro cometido pelo usuário.

Hardware: Problema de acessibilidade com o teclado;

Não visibilidade da tecla de menu;

Aparelhos não seguem um padrão comum aos usuários.

A pesquisa mostra ainda que as limitações da tecnologia para dispositivos móveis são encontradas nas características das: quantidades de cores dos displays, as dimensões de telas, a quantidade de memória do hardware do aparelho, a tipografia específica para este tipo de dispositivo e os gráficos, símbolo e ícones utilizados.

Segundo Nemer (2006) o aparelho celular, possui mais limitações que os computadores por possuírem dispositivos de saída (displays ou telas) menores e já estabelecidos pelos fabricantes, enquanto que no uso dos PCs isso não acontece, pois o proprietário tem a opção de escolher seu tamanho de tela. Desta forma a quantidade de informação obtida por estes usuários em uma interface precisa ser de forma objetiva e reduzida a fim de facilitar a compreensão.

A navegação pela interface do dispositivo móvel é a maneira que se tem de acessar informações nele contidas e deveria ser natural e fácil. Pessoas possuem diferentes estilos de aprendizados e carregam diferentes experiências, que tornam desafiante a interface do sistema de navegação e o tamanho desses dispositivos.

Para usabilidade do sistema, é importante manter, por exemplo, um padrão de navegação: os elementos de navegação deveriam operar as mesmas ações para que o usuário não gaste tempo e energia pensando nas possíveis consequências de suas ações ou, o que é pior, se confundindo com elementos de uma interface que não possuem comportamento padronizado. Para a usabilidade de hardware devem-se evitar situações onde a acessibilidade das funções, como pré-requisito de seu uso, não seja comprometido.

Usuários tendem a buscar sistemas com lógicas similares, a fim de evitar um novo aprendizado. Modelos mentais nos permitem entender experiências prévias tão bem quanto a previsão de futuras e também nos guiam e assistem no conhecimento do que é esperado e como responder em situações novas ou perigosas.

Observa-se a partir da leitura deste capítulo que com o objetivo de cruzar o conhecimento e aproveitando o ganho de experiências passadas a interface gráfica dos sistemas dos computadores pessoais foi usada como referência para apresentação dos elementos nos celulares.

Seguindo a lógica utilizada por Steve Jobs (2008) design não é apenas o sinônimo de aparência, e sim a alma de tudo que é criado pelo homem e acaba se demonstrando em todas as camadas de um produto ou serviço. Desta forma, o projeto não precisa ter apenas uma admirável criação, mas também funcionalidade e usabilidade simples e descomplicadas. Somando-se aos problemas de navegação mencionados, muitos modelos no decorrer da evolução dos aparelhos expressam o desejo dos fabricantes de diferenciar seus produtos através de um design exclusivo, mas nem, sempre eficiente. (KILJANDER, 2004).



Figura 31 – Modelos com diferentes tamanhos e formatos

Pensando em um produto que pudesse solucionar todos esses problemas de usabilidade o iPhone é lançado em 2007. No início do capítulo pode-se ler sobre as gerações dos celulares. Esta denominação decorre da tecnologia utilizada nos aparelhos em seus respectivos períodos com o objetivo de aumentar o número de funções e a rapidez na troca de informações.

Conclui-se que a evolução dos aparelhos caminha juntamente com a evolução tecnológica do setor. O primeiro iPhone foi lançado com a meta de ter em um único aparelho tudo que a tecnologia de sua época permitisse: mensagem, voz, música, foto, calendário, etc., com a maior qualidade possível.

Podendo ser considerado como um dos marcos no mercado de celulares esse modelo de aparelho inovou o mercado de telefonia móvel por apresentar IHC – tanto de software quanto de hardware - diferente do que existia no mercado. A necessidade de

uma experiência maior por parte dos usuários passou a ser comprovada e o aprimoramento das tecnologias de mobilidade e acessibilidade que já estavam à disposição colaboraram para suprir essa demanda.

O celular passa a funcionar como navegador de internet, câmera fotográfica, agenda, diário, relógio e tocador de música. Desta forma, não podia mais ser considerado um simples produto, mas uma plataforma de desenvolvimento. Kiljander, 2004, após um estudo rápido e informal, que mostra como os telefones têm canibalizado o relógio de pulso - 23% de usuários de telefones celulares usam o telefone ao invés do relógio - denomina essa tendência de canibalização - situação onde produtos trazidos para dentro do telefone celular causa uma diminuição de interesse/aquisição do produto original.

Evidencia-se a partir deste momento a convergência digital – vários aparelhos em um – o avanço da tecnologia de telecomunicações auxiliou a evolução da telefonia móvel e o progresso tecnológico permitiu que a usabilidade de software influenciasse na usabilidade de hardware na procura de modelos de aparelhos com funcionalidade ideal diante da complexidade de um dispositivo com inúmeras aplicações.

Porém como foi mostrado neste capítulo a ausência ou o mau emprego de alguns critérios ergonômicos de usabilidade pode afetar a eficiência das tarefas e em alguns casos a eficácia.

Tamanhos e formatos inusitados de aparelhos nem sempre significavam facilidade de uso. Na busca de um tamanho e formato que conseguisse facilitar o uso dessa convergência digital o capítulo mostra o surgimento do Formato Clean.

Pode-se ainda depreender da leitura que o formato Clean tornou-se um padrão na indústria de telefonia móvel, mas ainda não há um consenso quanto ao tamanho ideal para o aparelho celular. Na Figura 32 pode-se observar tanto o fato de como formato e tamanho dos modelos de celulares sofreram bruscas variações até a data de lançamento do Modelo de Navegação Baseado em App, quanto o fato de que apesar do formato Clean estar sendo adotado em quase 100% dos modelos atuais seu tamanho sofre variação.

Até a segunda geração os aparelhos passaram por um período de miniaturização tão extrema que, como exemplificado no capítulo, surgiram modelos que cabiam na palma da mão fechada. Observa-se que nesse período o celular tinha como objetivo principal ser um meio de comunicação de voz.

A partir da terceira geração com o avanço da tecnologia e a incorporação de funções cada vez mais refinadas e que exigiam maior carga cognitiva por parte do usuário os modelos voltaram a aumentar seus tamanhos e atualmente estão chegando quase ao

tamanho do primeiro celular de 1983 com 33 cm de altura. Pode-se dizer que a indústria de telefonia móvel hoje passa pela fase de gigantismo dos aparelhos.



Figura 32 – Diversos modelos e formatos no decorrer da história da telefonia móvel (proporção da escala 1:50)

Por fim, de acordo como que foi apresentado nos capítulos anteriores conclui-se que a mudança de formato e tamanho dos aparelhos está diretamente ligada às inovações tecnológicas. Quanto mais sofisticado o sistema do aparelho mais esse sistema interfere na usabilidade de hardware do celular. Na Figura 32 pode-se observar a mudança de formatos e tamanhos alterando a forma de interação com o usuário.

No próximo capítulo, são apresentadas as discussões acerca da relação do consumidor com a rápida transformação tecnológica para dispositivos móveis e como essa relação influenciou a expectativa dos usuários e o design dos aparelhos.

4 DISCUSSÕES

Este capítulo tem o objetivo de traçar algumas considerações sobre as práticas de consumo, de forma a facilitar a compreensão do impacto sociocultural da adoção da tecnologia de telefonia móvel, bem como a expectativa do consumidor pode influenciar o design desse tipo de artefato.

4.1 Comportamento do Consumidor

O caráter emblemático do telefone celular na contemporaneidade tem sido pesquisado por diversos autores. Um dos principais motivos é o fato de que o desenvolvimento da tecnologia móvel serviu de suporte para a expansão da globalização alterando as noções de tempo e espaço ao mesmo tempo suprimindo a necessidade de integração social.

Ao escolher determinado modelo de aparelho celular uma pessoa comunica algo sobre sua personalidade. Por isso, a análise de sua adoção e uso, bem como das atitudes associadas, permite a visualização de questões sociais mais amplas (LING apud Zacar, 2010).



Figura 33 - Modelos de capas de celulares

Fonte: Disponível em <<http://www.tribofashion.net/nao-deixe-de-conferir-lindas-capas-para-celular/>>.

Acessado em Jan 2015.

Silva (apud ZACAR, 2010) reforça este ponto de vista argumentando que as questões acerca das práticas de consumo - como as dinâmicas de moda, a busca pela distinção e a construção de identidades - são centrais também para entender a difusão do uso de telefones celulares.

Para Kotler (2000) o processo de compra acontece em cinco estágios:

a) Reconhecimento do problema - consumidor identifica um problema ou uma necessidade, através de uma motivação interna ou externa.

b) Busca de informações - o consumidor consegue mais informações do produto que lhe interessou através de fontes pessoais (muito citada pelos consumidores de aparelhos celulares que ouvem e seguem conselhos de pessoas próximas a respeito de experiências bem ou mal sucedidas, para preferir ou evitar determinados modelos de celulares), comerciais (vendedores e propagandas que facilitam para que os consumidores saibam os detalhes técnicos do aparelho), públicas (os meios de comunicação de massa e os grupos de interesse de consumo permitem ao comprador conseguir não somente informações técnicas detalhadas, mas também opiniões de usuários) ou fontes experimentais (abrange o manuseio, testes e o próprio uso do produto nos próprios pontos de venda possibilitando ao consumidor contato físico com o produto, além de testá-lo de acordo com suas necessidades).

c) Avaliação de alternativas – é o momento em que o consumidor faz seu julgamento, considera uma série de atributos e pesos diferentes de acordo com seu perfil, necessidades e condições na hora da compra. Algumas características dos aparelhos celulares comumente analisados pelos compradores são tamanho, estética, funções, preço e marca.

d) Decisão de compra – dois fatores pesam nessa decisão: a atitude dos outros (nível de influência que uma pessoa próxima exerce sobre o comprador) e fatores situacionais imprevistos (situações que podem ocorrer e que fazem com que o consumidor altere sua intenção de compra).

e) Comportamento pós-compra – o consumidor define se sua experiência é satisfatória ou não. Quanto maior a distância entre a expectativa, gerada pelas informações recebidas e o desempenho efetivo do produto, a partir da experiência do uso real, maior a insatisfação do consumidor (Kotler, 2000).

Sobre o comportamento pós-compra Silva apud Zacar (2010) aponta que o celular atua como marca de diferenciação social influenciando a forma com que as pessoas são interpretadas pelos outros atores sociais. Fica clara a expressiva função do celular no contexto de uma sociedade marcada pela mobilidade, conectividade e interatividade, onde não estar conectado significa deixar de registrar sua presença no mundo.

É evidente que o uso dos celulares contribui para o desenvolvimento de novas práticas sociais e construção de novos hábitos assumindo papel central na vida de milhares de pessoas.

4.1.2 Obsolescência

A pesquisa de Nascimento (2004) sobre o uso do celular compara dois grupos de adolescentes: jovens da classe média alta e de camadas populares. Ambos os grupos valorizam os aspectos simbólicos e veem o celular como um requisito para integrar grupos, além de ser um diferencial social.

Júnior (2005) concluiu em sua pesquisa que quanto maior o número de produtos inovadores possuídos pela amostra pesquisada, menor é a adoção de celulares com funções básicas.

Meyer (2007) em sua dissertação de mestrado verificou que, se por um lado o aspecto técnico dos produtos tem aumentado significativamente, por outro, a satisfação com os produtos, manifestada através de índices como a redução do tempo de permanência, tem reduzido gradativamente. Este estudo concluiu também, que a relação entre sujeito e meio material afeta diretamente o bem-estar dos indivíduos. Com relação a motivação para compra, 83% dos entrevistados compraram seu último celular pelas funcionalidades do aparelho. Outros 17% foram movidos pelo design. Sobre a troca do aparelho celular, o tempo médio foi de 18 meses.

Perez (2010) em seu artigo publica o resultado de sua pesquisa realizada com 111 usuários de smartphones. Ele divide seu resultado em três fatores-chave que influenciam no momento da aquisição do aparelho: 1) Conforto e qualidade percebida; 2) Status e 3) Ofertas e oportunidades. Dentro do primeiro fator estão as características mais votadas: conforto e praticidade no dia a dia, modernidade e o avanço tecnológico.

Lipovetsky (1989) comenta sobre o ciclo de vida de produtos industriais e afirma que empresas que não desenvolvem novos modelos, perdem força no mercado e enfraquece sua marca, pois vivemos em uma sociedade onde o novo é superior ao antigo. Também comenta sobre a importância das características técnico funcionais, mas acredita que produtos ganham atenção dos consumidores à medida que, destacam-se em suas propriedades estéticas e simbólicas.

Esses dados chamam atenção para uma discussão importante sobre uso de novas tecnologias: a obsolescência.

Neste trabalho, entende-se o conceito de obsolescência a partir dos aspectos tecnológicos, aspectos relacionados ao desejo e qualidade. Segundo Packard (apud ZACAR 2010) a obsolescência da tecnologia ocorre quando um produto se torna obsoleto devido a avanços tecnológicos. Já a obsolescência da qualidade ocorre quando os produtos são projetados para vidas úteis curtas, com estragos relativamente prematuros e

a obsolescência do desejo se dá quando os produtos se tornam obsoletos em nível psicológico.

Granberg (apud COOPER, 2004) diferencia formas de obsolescência funcional e psicológica. A obsolescência funcional ocorre quando a decisão de substituir um produto é feita a partir de critérios objetivos, como depreciação econômica, mudança tecnológica e novas situações que afetam a necessidade do usuário. A obsolescência psicológica é originada de uma mudança subjetiva na percepção de um produto, e está associada a experiências anteriores, à obtenção de status, à moda e à qualidade estética.

Essa análise se torna especialmente pertinente ao se considerar a adoção em larga escala, em diversos contextos sociais e culturais, dessa tecnologia, pois proporcional à evolução dos aparelhos aconteceu um expressivo aumento no consumo desse tipo de artefato. Porém também nota-se crescimento na quantidade de aparelhos descartados e uma diminuição do seu tempo de vida médio – atualmente estimado numa média de 12 meses - evidenciando que os telefones celulares estão sujeitos a um processo acelerado de obsolescência (MING apud Zacar 2010). De acordo com o autor o mercado de aparelhos celulares é o chamado mercado de reposição, isto é, aquele voltado a pessoas que comprem um novo celular para substituir o aparelho que já tem.

Zacar (2010) conclui em sua pesquisa que a qualidade e variedade das funções de uso são fatores que influenciam bastante não só o processo de escolha de um novo aparelho, mas também a substituição do telefone. Isto ocorre, por exemplo, no caso de mudanças ou ampliações das necessidades do usuário, tais como maior capacidade de memória e melhor resolução de câmeras (ZACAR, 2010).

O desenvolvimento da tecnologia se mostra um fator relevante para a substituição de aparelhos. Este desenvolvimento pode tanto estar ligado às mudanças no sistema de telefonia, como no caso da transição de tecnologias – 2G, 3G, 4G e assim por diante - quanto às alterações e incrementos nos próprios aparelhos.

Estes incrementos fazem com que alguns usuários tenham uma percepção de defasagem e troquem seus aparelhos em função das novidades tecnológicas. O processo de obsolescência desses artefatos está estreitamente ligado aos aspectos tecnológicos e aos ciclos de inovações das empresas e do setor de telefonia móvel (ZACAR, 2010).

4.2 Contexto de Uso

Sob a perspectiva da interação homem-máquina, o contexto de uso tem uma grande importância no entendimento e no desenvolvimento de sistemas computacionais interativos. Segundo a ISO (1998), a usabilidade é dependente do contexto de uso, e o nível de usabilidade a ser atingido depende das circunstâncias específicas nas quais um produto é utilizado.

Para melhorar a ergonomia de um sistema, ou avaliá-la, algumas tarefas devem ser seguidas, dentre elas, a especificação dos requisitos ergonômicos. Estes requisitos estão relacionados aos objetivos de usabilidade, saúde e segurança, e ao contexto de uso do sistema, incluindo características dos usuários, das tarefas e do ambiente.

Kim et al. (2002) definiram contexto móvel como qualquer informação pessoal e ambiental que pode influenciar um indivíduo ao utilizar a Internet Móvel. Aspectos emocionais e físicos (contexto pessoal), localização do usuário e a quantidade de pessoas no ambiente (contexto ambiental) podem causar impacto no uso. Ao pesquisarem sobre o contexto de uso na Internet Móvel, os autores concluíram que: as pessoas não utilizam a Internet Móvel em qualquer contexto possível; a disponibilidade das mãos, o movimento das pernas e o nível de distração têm um impacto significativo durante o uso; os diferentes problemas de usabilidade são causados, mais frequentemente, por diferentes contextos de uso.

Quando se fala mais especificamente de uso de aparelho celular Ketola (2002) enfatiza que a interface com o aparelho deve ser construída de acordo com diversos fatores – familiaridade da forma, olhar e sentir e a usabilidade do aparelho. Durante o uso é preciso lembrar que existe muitas vezes a utilização simultânea de áudio, entrada e saída de dados, rede, funcionalidade e feedback.

Para Pearrow (2002) quando se observam as dimensões entre o usuário e o dispositivo de interação nota-se que existem níveis nos quais a interação ocorre. Um primeiro nível que é o físico – onde o usuário pressiona, abre, aperta, manipula. O próximo nível é o lógico – onde o usuário navega e utiliza o software. O último é o nível cognitivo – o usuário é capaz de entender o significado do conteúdo no dispositivo com o menor tempo e grau de esforços possíveis. Se algum desses níveis apresentarem dificuldades para o usuário, então isto pode significar que o dispositivo, como um todo, apresenta falha e prejudica a usabilidade do aparelho (PEARROW, 2002).

Formas de interação com os usuários	
Formas de Entrada de Dados (funcionalidade, design mecânico e industrial)	Nível Físico/ Hardware
Visor	Nível Físico/ Hardware
Áudio, Voz	Nível Lógico/ Hardware
Ergonomia Produto	Nível Físico/ Hardware
Partes destacáveis	Nível Físico/ Hardware
Ergonomia Software	Nível Lógico e Nível Cognitivo/ Software
Métodos de Comunicação	Nível Lógico/ Software
Aplicações	Nível Lógico/ Software
Suporte do usuário	-----
Assessórios	Nível Físico/ Hardware
Suporte de software	-----
Serviços	-----

Quadro 7 – Adaptado de Pearrow (2002) – Delimitação dos níveis de interação do usuário com um aparelho celular.

4.3 Consumidores e Usabilidade

4.3.1 Integração Estética e Fatores de Usabilidade em Celulares

Como citado em capítulos anteriores os fabricantes de dispositivos móveis tem procurado superar problemas com relação à limitação quanto à dimensão de suas telas, memória de hardware e de cores, fontes, símbolos, e ícones que facilitem a interface com o usuário.

Com relação às cores percebe-se uma melhoria significativa a partir do momento em que a memória dos aparelhos tornou possível que as telas tivessem o mesmo padrão de visualização de cores da web – cores compostas de luz projetada por pixel em vez de pigmento de tinta e porcentagens de retícula.

Símbolos, ícones, tipografias, gráficos, etc., necessitam usar os critérios de legibilidade e leitura para passar a mensagem com eficácia usando como base a dimensão da tela. Desta forma, a usabilidade assim como a aplicação da ISO 9241 mostra-se importante, uma vez que esta tem por objetivo a análise sobre o ponto de vista do usuário, apontando os seguintes efeitos: a área em que o usuário é sobrecarregado pelos elementos visuais e quais são as dificuldades existentes no processo de aprendizado de utilização do sistema.

Se no início da telefonia móvel a usabilidade não era uma presença considerada importante pelos usuários, com o passar do tempo a percepção do consumidor foi mudando. Segundo Shneiderman (2002) diferente de um micro-ondas ou uma geladeira, os usuários começaram a notar diferenças de uso de uma marca para outra de celular com as trocas de aparelhos que se tornaram cada vez mais constantes. Novos estilos de interfaces e formatos de aparelhos foram sendo criados para apoiar alguma nova tecnologia emergente como, por exemplo, os visores coloridos de melhor resolução e as câmeras digitais que foram incorporadas aos aparelhos (SHNEIDERMAN, 2002).

Segundo Zacar (2010) as funções de uso muitas vezes se sobrepõem à questão do design e aparência no momento da compra, porém atuam também como elementos de distinção social. Esses fatores realmente se mostraram importantes para a construção da imagem pessoal dos indivíduos, sendo o seu desgaste considerado uma importante motivação para substituição do aparelho.

Para Silva (2007) a função da aparência do aparelho como fator de construção da imagem social das pessoas é explicitada pelo sentimento de vergonha associado a um celular “feio”, deixando clara também a questão da humanização dos aparelhos, aos quais é conferida a capacidade de incitar sentimentos como a vergonha.

Para Shneiderman (2002) é necessário imaginar um futuro onde as necessidades humanas moldem mais diretamente o avanço tecnológico e esta necessidade se torna cada vez mais latente a partir da pressão pública por um bom design – software e hardware.

No caso dos aparelhos celulares o consumidor passou a exigir não apenas uma caixa padrão, mas algo que, além de fácil de manusear, pudesse se adequar às suas características, necessidades e desejos.

4.4 Conclusão

A necessidade de diferenciação, considerada uma das fortes características humanas nas relações sociais, é uma principais características que ajudam a entender as dinâmicas de consumo, materializando-se por meio da diversificação dos objetos adquiridos pelos consumidores.

Essa diversificação é também incentivada pela vigente economia de mercado, na qual a competição entre companhias e a busca pelo aumento nos lucros promove o constante desenvolvimento de novos produtos e a diferenciação daqueles já existentes.

Multifuncional e polivalente, que vem alterando as noções de espaço-tempo, as relações sociais e a construção das subjetividades, o telefone celular pode ser considerado representativo para as discussões relacionadas ao consumo, tecnologia e sociedade.

Da leitura deste capítulo apreende-se que decorrente do contínuo desenvolvimento tecnológico a constante modificação na interface dos sistemas e a necessidade de rápida adaptação do design dos aparelhos às novas tecnologias devido a ânsia do consumidor por novidade provocou uma série de lançamentos de novos modelos de celulares sem levar em consideração os critérios e objetivos da usabilidade.

A rápida adaptação dos modelos às novas tecnologias causou no consumidor uma expectativa e uma necessidade de renovação contínua dos seus modelos de aparelhos, porém com a difusão da tecnologia o usuário se tornou experiente em tecnologia móvel exigindo cada vez mais um aperfeiçoamento completo dos aparelhos celulares - combinação de convenções de interação, aparência áudio-visual-tátil e interface de *hardware*.

No próximo capítulo serão apresentadas as conclusões advindas da análise dessa investigação para formulação de sugestões de temas para trabalhos futuros nesta linha de pesquisa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PROPOSIÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Neste capítulo, são apresentadas as questões finais acerca deste trabalho de pesquisa. Inicialmente, retoma-se o contexto de desenvolvimento deste trabalho, apresentando as motivações e justificativas para seu desenvolvimento. Em seguida, apresentam-se as conclusões advindas da investigação. E, por fim, apresentam-se algumas proposições para trabalhos futuros.

5.1 Considerações Finais

Nossa pesquisa abordou o mundo dos telefones móveis motivado por um estudo sobre a usabilidade desses dispositivos focando na relação entre software e hardware dos mesmos diante das novas tecnologias que surgiram desde o lançamento do primeiro celular até o momento presente bem como das funcionalidades decorrentes dessas tecnologias, que foram inseridas nesses artefatos.

Como apoio ao nosso estudo buscou-se estudar os conceitos básicos de ergonomia e usabilidade. No Referencial Teórico vimos que usabilidade se refere a como os usuários podem usar um produto/sistema de forma eficiente e agradável e diante desse referencial o aparelho celular torna-se um desafio.

O telefone celular é um dispositivo móvel que abrange qualquer tipo de usuário em qualquer faixa etária, portadores ou não de alguma necessidade especial, de qualquer classe social. Isso aumenta a heterogeneidade dos seus usuários e a dificuldade de fazer dele um dispositivo que qualquer pessoa em potencial possa utilizar hardware e software com a mesma facilidade.

No Capítulo 3 estudamos como se deu a evolução desse aparelho: como surgiu a comunicação móvel, o início da expansão dessa tecnologia e seu progresso até hoje, o aumento de funções inseridas nos aparelhos, as mudanças nos modelos de navegação, as variações de tamanhos e formatos.

Podemos concluir com a leitura deste capítulo que procurando um diferencial no mercado competitivo oferecendo o novo constantemente os fabricantes de celulares diversificaram em modelos, cores e sistemas de navegação personalizados para seus aparelhos. Porém os modelos que foram lançados sem utilizar os conceitos de usabilidade apresentaram diversas falhas na ergonomia de hardware e software.

Com a evolução da tecnologia para dispositivos móveis foi possível aumentar consideravelmente a quantidade de funções que um aparelho celular é capaz de executar. Porém o nível de dificuldade para seguir os parâmetros da usabilidade da ISO 9241 foi crescendo proporcionalmente ao aprimoramento dessa tecnologia e em busca de um aparelho que pudesse satisfazer às necessidades de um público tão variado, que seguisse os parâmetros da ISO 9241 e que ao mesmo tempo conseguisse acompanhar e incorporar a evolução da indústria mobile os fabricantes testaram várias maneiras de fazer os usuários interagirem com seus celulares.

No período de 1973 a 2013 o modelo de navegação foi radicalmente alterado. Podemos destacar:

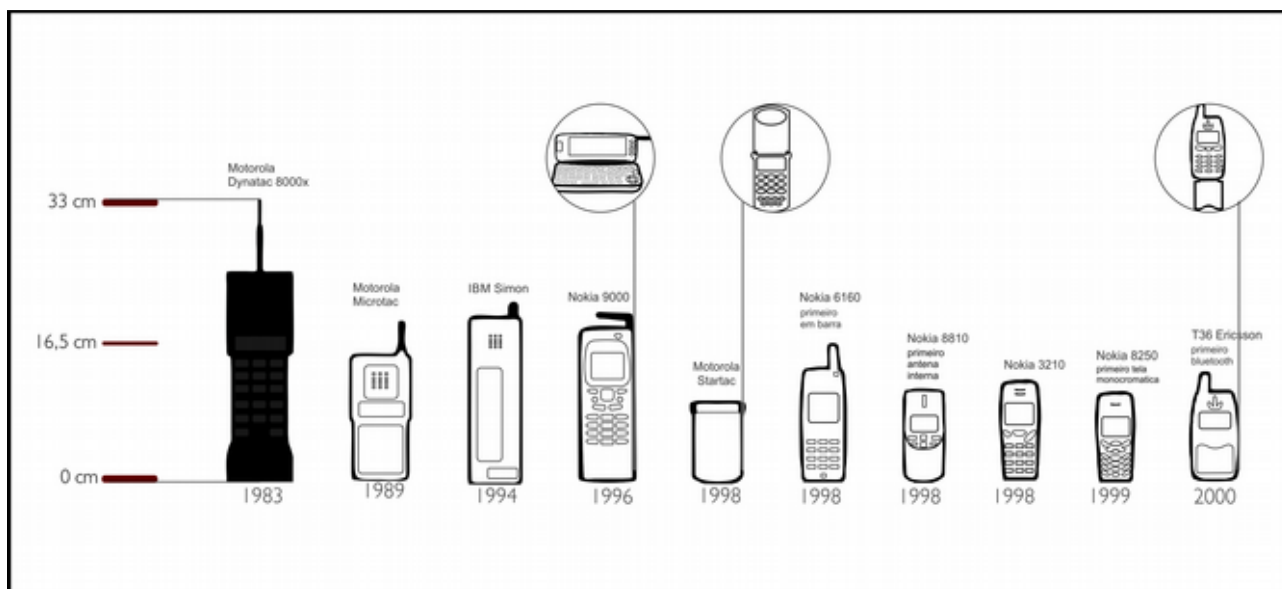
[1] Evolução da usabilidade de software - nas três primeiras gerações de celulares existe uma diversidade de modelos de navegação, sistemas e interfaces gerando alguns problemas: os fabricantes além de não aprimorarem seus sistemas visando sua facilidade de uso, alteram completamente a lógica de operação de um modelo para outro e o usuário quando adquire outro modelo da mesma marca tem o risco de não poder utilizar o conhecimento prévio de seu aparelho anterior em função da lógica completamente diferente do novo dispositivo. Os usuários precisam desenvolver estratégias para sugerir

ou hipotetizar sobre como um sistema provavelmente responde a uma dada situação, baseado em modelos parciais ou entendimento.

Diante desse contexto a necessidade de se utilizar parâmetros de design gráfico também se tornou cada vez mais evidente. Norman (2006) TROCAR quando nos fala sobre usabilidade de software ressalta que é de fundamental importância que os elementos da interface sigam padrões, relacionados à tipografia, cor, alinhamento, contraste e outros elementos visuais, a fim de facilitar a navegação e fazer com que o usuário sinta-se mais familiarizado com a interface, potencializando sua experiência e minimizando as possibilidades de frustração e desistência.

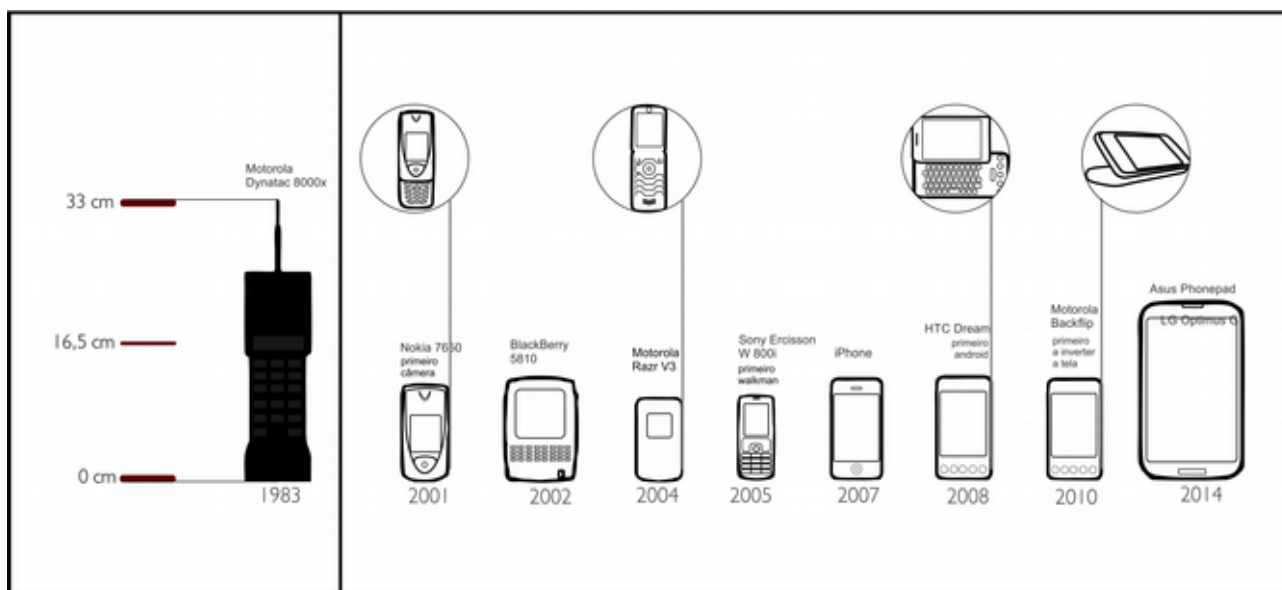
Para superar essas barreiras a indústria de celulares apoiada pela tecnologia móvel conseguiu concentrar cada vez mais uma quantidade maior de recursos computacionais – e a partir disso, de aplicações possíveis – a um dispositivo móvel que no início se destinava somente à conversação. A tecnologia passou de analógica para digital permitindo a migração da mesma lógica de navegação do computador - organização de arquivos em pastas e utilização de ícones para escolher um programa para execução de uma tarefa específica. Pode-se dizer que essa foi a principal mudança na usabilidade de softwares dos celulares – a migração do sistema de navegação desktop para o celular.

[2] Principais mudanças na usabilidade de hardware - a partir dos aparelhos pesquisados, concluímos que surgiram variados tamanhos e formatos de aparelhos, e que de acordo com a tendência do mercado houve a inclinação para diminuir (no caso dos aparelhos até a segunda geração) ou aumentar (a partir da terceira geração) o tamanho dos celulares. Em sua pesquisa Nemer (2006) constata que as telas dos dispositivos móveis apresentam mais limitações que as telas dos computadores principalmente por apresentarem problema de acessibilidade com o teclado e dificuldade de visibilidade do menu, conforme observado no Quadro 8.



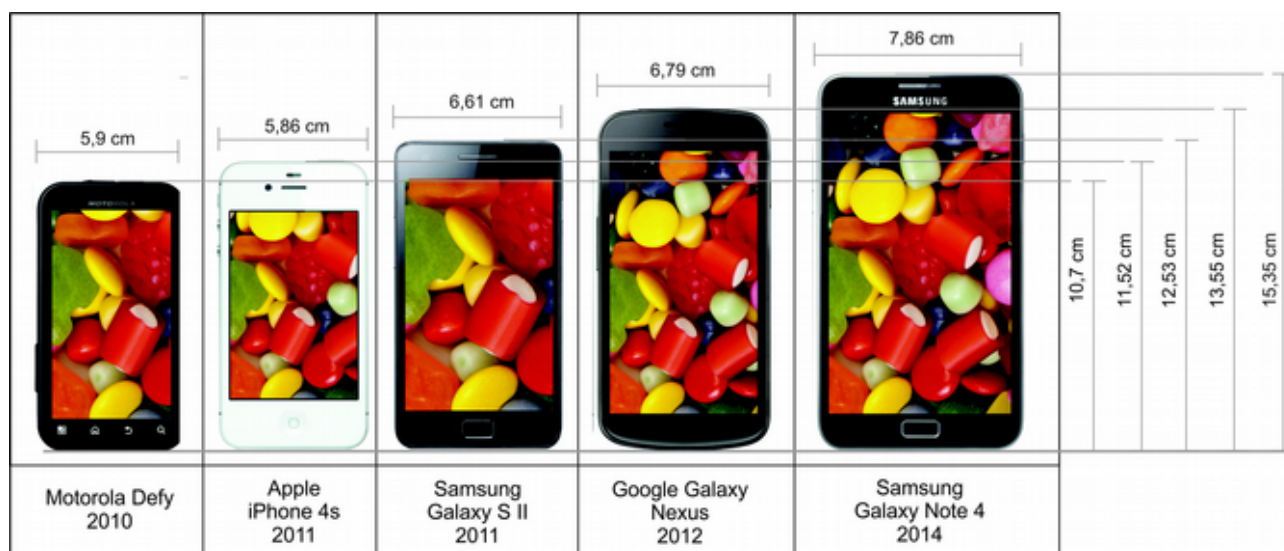
Quadro 8 – Desenho simplificado de alguns modelos de aparelhos para exemplicar os tamanhos do visor até a segunda geração (proporção da escala 1:50)

A partir da terceira geração a tecnologia móvel permite a metamorfose da função primordial do aparelho celular com outras funções. Desse ponto se fez necessário um formato de aparelho que comportasse e permitisse que o usuário conseguisse usufruir com tranquilidade e satisfação de todas as funções disponíveis. Com o aprimoramento da tecnologia para a comunicação móvel o tamanho da tela dos aparelhos cresceu e alterou diretamente o formato dos celulares.



Quadro 9 – Desenho simplificado de alguns modelos de aparelhos para exemplicar os tamanhos do visor no final da segunda geração e a partir da terceira (proporção da escala 1:50)

A tendência de aumento permanece atualmente: com o intuito de maximizar a área útil de apresentação e melhorar a ergonomia para os toques o tamanho do visor dos aparelhos continuar a crescer e a influenciar seu tamanho como podemos observar abaixo.



Quadro 10 – alguns modelos de aparelhos para exemplificar os tamanhos do visor da terceira
(proporção da escala 1:50)

[3] Principais mudanças na interação dos usuários com os aparelhos celulares – Até a segunda geração de celulares a forma de interagir com o aparelho é através de teclas, botões e/ pequenas barras de rolagem para efetuar operações como confirmação ou cancelamento de ação e para se digitar uma mensagem usavam-se as teclas numéricas do teclado do aparelho.

De acordo com Ketola (2001), a interface do aparelho celular(mesmo as operações hoje consideradas mais simples) é construída de vários fatores: detalhes da familiaridade da forma, olhar e sentir e, finalmente, a usabilidade do aparelho. Por exemplo, as chamadas telefônicas consistem em atividade de uso da interface dos aparelhos celulares utilizando simultaneamente áudio, entrada e saída de dados, rede, funcionalidade e feedback da pessoa para quem se está ligando.

A navegação pela interface do dispositivo móvel é a maneira que se tem de acessar informações nele contidas e deveria ser natural e fácil. Pessoas possuem diferentes estilos de aprendizados e carregam diferentes experiências, que tornam desafiante o *design* do sistema de navegação nesses dispositivos. O usuário pode não entender a estrutura do sistema se ele(a) não entende em que ponto está durante a

navegação pela interface. Nesse sentido, é importante manter, por exemplo, um padrão de navegação: os elementos de navegação deveriam operar as mesmas ações para que o usuário não gaste tempo e energia pensando nas possíveis conseqüências de suas ações ou, o que é pior, se confundindo com elementos de uma interface que não possuem comportamento padronizado.

Nielsen (2003) recomenda que os telefones celulares (*smartphones*) devem ser projetados segundo o paradigma de interfaces humano-computador igual ao dos computadores pessoais. Segundo Kiljander (2004) entender o que o usuário quer e precisa, e desenvolver interfaces usáveis são elementos-chaves a serem considerados diante da crescente convergência de aplicações nos celulares. Para Araújo (2003) o processo da miniaturização dos dispositivos móveis (até a segunda geração) apresentou desvantagens, tais como: a diversidade em resoluções de tela e a capacidade limitada de entradas de dados.

A partir das recomendações de usabilidade de vários autores e projetando com uma atenção maior às necessidades dos usuários a interface dos aparelhos celulares foi radicalmente alterada a partir do momento em que as características dos desktops foram levadas para os aparelhos. Uma das principais mudanças no decorrer da evolução dos celulares foi que a interação antes feita mais com o hardware passou a mais ser realizada com o software ao mesmo tempo que com o hardware. Por exemplo, Martins et al. (2012) nos lembra que a evolução tecnológica e as tendências da microeletrônica para dispositivos móveis levaram à substituição dos teclados físicos e botões por telas sensíveis ao toque.

Apesar de, atualmente, a grande maioria dos smartphones ter o formato Clean em tendência crescente de tamanho ainda há variações de proporção, densidades de tela, orientação (retrato / paisagem), ou seja, o usuário precisa lidar com as relações métricas do hardware. E como aparelho celular hoje é um sistema de comunicação integrado a interação com seu sistema exige do usuário um conhecimento prévio de modelos similares e de atenção constante pela característica móvel dos aparelhos.

No Capítulo 4 estudamos o comportamento do consumidor, sua relação com os dispositivos móveis, a mudança na percepção da usabilidade no uso de aparelhos celulares, o contexto de uso dos mesmos, a expectativa do consumidor diante da contínua inserção de novas funções e sua necessidade de conectividade constante.

Com a incorporação do celular no cotidiano este dispositivo se transformou numa extensão corporal de seu usuário que teve a necessidade de que o aparelho demonstrasse características de sua personalidade.

5.2 Proposições para Trabalhos Futuros

Hoje chegamos ao ponto do aparelho celular ser um computador e com essa abrangência da convergência de tecnologias podemos propor alguns estudos em continuidade com este presente trabalho:


a) Continuar os estudos de usabilidade deste trabalho fazendo uma pesquisa quantitativa para verificar se esse modelo Clean que hoje é praticamente um consenso entre os fabricantes consegue atingir a eficácia e eficiência – de software e hardware – na interação com os usuários. Será que esse formato é realmente o mais adequado?

b) Um estudo do impacto da convergência digital na usabilidade de dispositivos móveis responderia diversos questionamentos: Este aparelho que conhecemos hoje permanecerá por quanto tempo no mercado mobile? Diante de tantas possibilidades até onde podemos chegar aliando tecnologias? Como a convergência digital pode auxiliar a IHC?

No Quadro 12 e 12b pode-se observar as mais recentes pesquisas que estão sendo realizadas no mercado de telefonia móvel.

Modelo	Características - Software
	Os smartphones terão varredura ocular.
	Em cinco anos os smartphones serão mais poderoso do que os desktops de hoje.
	Seu smartphone vai responder a você ou outras vozes designadas. Processadores mais poderosos irão permitir que você converse com o seu celular e transforme seu telefone em um tradutor universal.
	Tudo em um só aparelhos: pagar despesas diversas, inclusive acessar o transporte público, entrar em eventos, acessar luz, ar condicionado, TVs inteligentes, abrir a porta da nossa casa, etc.
	Os aparelhos terão RTLS (sistema de localização em tempo real), pode localizar uma pessoa dentro de um shopping, hospital, aeroporto ou no escritório.

Quadro 12 – Pesquisas para aprimoramento da interação do usuário com o celular com foco na usabilidade de software.

Modelo	Características - Hardware
 <p>Nokia 888</p>	<p>Primeiro a incluir funcionalidades de PDA: recebia mensagens de pager, enviava, recebia emails e fax (a partir de um teclado virtual ou uma stylus), possuía calculadora, calendário e lista de contatos.</p> <p>Apresentou pela primeira vez o touchscreen.</p>
 <p>BenQ Siemens</p>	<p>O telefone-relógio de pulso da Siemens enrola-se automaticamente quando damos um tapa no pulso com o aparelho.</p>
 <p>Apple Watch</p>	<p>Com o relógio é possível ver mapas, ver mensagens, atender ligações telefônicas do iPhone e ver o calendário. Há previsão do tempo, contador de passos, sensor de frequência cardíaca, etc.</p>
	<p>O smartphone futuro pode ser capaz de torcer e dobrar.</p>
	<p>Duas tecnologias em desenvolvimento podem produzir células de energia: célula de hidrogênio e microbaterias de lítio-ion.</p>

Quadro 12 b – Pesquisas para aprimoramento da interação do usuário com o celular com foco na usabilidade de hardware.

REFERÊNCIAS

ABREU, L. M., **Usabilidade de Telefones Celulares com base em Critérios Ergonômicos** (dissertação de mestrado em Design), Departamento de Artes e Design, PUC-RIO, 2005.

ACM SIGCHI. Disponível em: <<http://www.sigchi.org/>>. Acesso em: nov. 2013

BADRE, A.N. **Shaping Web Usability**. Boston: Addison-Wesley, 2002.

BASTIEN, J. M. Christian; SCAPIN, Dominique L. **Ergonomic criteria for the evaluation of human-computer interfaces**. INRIA, Rocquencourt, France, 1993.

BEVAN, N; KIRAKOWSKI, J.; MAISSEL, J. **What is Usability?**, 1991. Disponível em: <<http://www.usability.serco.com/papers/whatis92.pdf>>. Acessado em: set. 2013.

COOPER, T. **Inadequate life? Evidence of consumer attitudes to product obsolescence**. Journal of Consumer Policy, n. 27, 2004. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/225964634_Inadequate_LifeEvidence_of_Consumer_Attitudes_to_Product_Obsolescence>. Acessado em Jan 2015.

CROASMUN, J. **Are Ergonomists Really Consulted in Mobile Phone Design?** *Ergoweb*, 17 Jul. 2004, Disponível em: <<http://ergoweb.com/are-ergonomists-really-consulted-in-mobile-phone-design/>>. Acessado em: Jan. 2013.

DIAS, L. Et Al. **A Revolução da Mobilidade – de símbolo de status a instrumento de cidadania**. São Paulo: Telesp, 2002.

FERREIRA, D. S., **Abordagem Híbrida para Avaliação da Usabilidade de Dispositivos Móveis** (dissertação de mestrado em Informática), Coordenação de Pós-Graduação em Informática, Universidade Federal de Campina Grande - PB, 2007.

AGNER, L. **Ergonomia e Arquitetura de Informação**. Rio de Janeiro: Quartet, 2006

FILENO, E. **Design de Interação: Em busca de um lugar ao sol** . Design Brasil. Centro de Design do Paraná. Disponível em: <<http://www.designbrasil.org.br/entre-as-pas/design-de-interacao-em-busca-de-um-lugar-ao-sol/#.UqxpZPRDuSo>> . Acessado em: Set. 2013.

GOMES FILHO. **Ergonomia do objeto: sistema prático de leitura ergonômica**. São Paulo: Escrituras Editora, 2003.

GORLENKO, L.; MERRICK, R. No wires attached: **Usability challenges in the connected mobile world**. 2003, Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/224101759_No_wiresattached_Usability_challenges_in_the_connected_mobile_world>. Acesso em: dez. 2014.

HENDRICK, Hal W., **Macroergonomics: a new approach for improving productivity, safety and quality of work life**. In Anais do Segundo Congresso Latino Americano e Sexto Seminário Brasileiro de Ergonomia. Florianópolis, ABERGO, 1993.

HORVATH, E. **Usabilidade Mobile – Introdução**. 2012. Disponível em: <<http://www.dclick.com.br/2012/01/18/usabilidade-mobile-introd%C3%A7%C3%A3o/>>. Acessado em: Jan. 2015.

IG. **O que é tela Retina?** 2013. Disponível em: <<http://tecnologia.ig.com.br/dicas/2013-10-23/o-que-e-tela-retina.html>>. Acesso em: Fev. 2015.

IIDA, I. **Ergonomia: Projeto e Produção**. 2 ed. São Paulo: Ed. Blücher Ltda., 2005.

JOBS, Steve. **Design Feast Growing webliography of design**. Disponível em: <<http://www.designfeast.com/thoughts/default.htm>>. Acessado em: Jan 2015.

JUNIOR, F. P. P. ; PRADO, P. H. M., **Adoção de inovação em produtos de alta tecnologia pelos jovens: o caso do telefone celular**. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/diversos/trabalhos/EnANPAD/enanpad_2005/MKT/2005_MKT2357.pdf>. Acessado em: Dez. 2015.

KARASINSKI, E. **O que são telas AMOLED?** 2009. Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/video/2892-o-que-sao-telas-amoled-.htm>>. Acesso em: Fev. 2015.

KETOLA, P.; RÖYKKEE, M. **The three facets of usability in mobile handsets**. 2002, Disponível em: <www.cs.colorado.edu/~palen/chi_workshop/papers/ketola.pdf>. Acesso em: Jun. 2014.

KIM, H. Et Al. **An empirical study of the use of contexts and usability problems in mobile internet**. Disponível em: <<http://www.cin.ufpe.br/~mlearning/intranet/contextual/02-HICSS-An%20Empirical%20Study%20of%20the%20Use%20Contexts%20an%20Usability%20Problems%20in%20mobile%20internet.pdf>>. Acesso em: Mai. 2014.

KILJANDER, Harri; **Evolution and Usability of Mobile Phone Interaction Styles**, Helsinki University of Technology – Publications in Telecommunications Software and Multimedia, 2004.

KOTLER, P. **Administração de Marketing**. São Paulo: Prentice Hall, 2000.

LE MOS, André. **Cibercultura e Mobilidade: a Era da Conexão**. Razon y palabra, n.41, ano 9, out./nov. 2004. p. 1-18. Disponível em: <<http://www.razonypalabra.org.mx/antecedentes/n41/alemos.html>>. Acesso em: jan.2014

LIPOVESTSKY, G. **O império do efêmero: a moda e seu destino nas sociedades modernas**. São Paulo: companhia das letras, 1989.

MACKENZIE, I. C.; SOUKOREFF, R. W. **Text entry for mobile computing: models and methods, theory and practice**. Human-Computer Interaction, p. 147-198, 2002.

MARTINS, Claudinei, Et Al. **Modelo de interação inclusivo para smartphones com tela sensível ao toque (touchscreen)**. 2012. Disponível em: <http://www.cpqd.com.br/cadernosdetecnologia/Vol8_N2_jul_dez_2012/pdf/artigo5.pdf>. Acessado em: Jan. 2015.

MEYER, G. C. **A relação entre o incremento técnico do aparelho celular e a satisfação dos jovens estudantes de Blumenau**. Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento Regional. Universidade Regional de Blumenau. 2007.

MUREEL, Hywel, **Homens e Máquinas**, Zahar Editores, Rio de Janeiro. Tradução de Eduardo D'Almeida, 1978. Traduzido da primeira edição inglesa, publicada em 1976 por Methuen & Co. Ltd., de Londres, Inglaterra, na série *Essential Psychology*, dirigida por Peter Herriot, p. 15 e 16.

MORAES, A., **Design e Avaliação de Interface**, IUsEr, Rio de Janeiro, 2002

NASCIMENTO, F. S. **Os Últimos Serão dos Primeiros: uma análise sociológica do uso do telefone celular**. Dissertação de Mestrado em Sociologia. Universidade Federal do Ceará. 2004.

NEMER, A. C., **Estudo de Usabilidade em Telefones Celulares**, (dissertação de mestrado em Engenharia da Computação), Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas, 2006.

NEVES, André Et Al .**Avaliação de Usabilidade no Processo de Desenvolvimento de Jogos**: definição de métodos de acompanhamento de qualidade para Game Design. 2004. Disponível em: < <http://www.cin.ufpe.br/~sbgames/proceedings/aprovados/23634.pdf>>. Acesso em: jan.2015.

_____, André At Al . **Design da informação nos jogos digitais**. 2013. Disponível em: <http://www.academia.edu/7338655/Design_da_informa%C3%A7%C3%A3o_nos_jogos_digitais>. Acesso em: out.2014.

NIELSEN, J. **Usability 101: Introduction to Usability**. 2003. Disponível em: <<http://www.useit.com/alertbox/20030825.html>>. Acesso em: 1 nov. 2013.

PEARROW, M. **The Wireless Web Usability Handbook**. Massachusetts: Charles River Media, 2001.

PEREZ, G.Et Al. **Fatores que Determinam a Aquisição de Smartphones pelos Consumidores**. Disponível em: <<http://www.ead.fea.usp.br/semead/13semead/resultado/trabalhosPDF/842.pdf>>. Acessado em: Jan. 2015.

PREECE, Jennifer; ROGERS, Yvonne; SHARP, Helen. **Design de interação: além da interação humano-computador**. Trad. Viviane Possamai. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ROYO, Javier. **Design Digital**, São Paulo: Rosari, 2008.

Salazar, Luiz Henrique A. Et Al. **Customizando Heurísticas de Usabilidade para Celulares**. 2012. Disponível: <http://www.gqs.ufsc.br/wp-content/uploads/2012/11/ResumoDRAFT_Customizando_Her%C3%ADsticas_de_Usabilidade_para_Celulares.pdf>. Acessado em: Nov. 2014.

SANDERS, M.S.; McCORMICK, E. J. **Human Factors in Engineering and Design**. 7 ed. New York: McGraw-Hill, 1993.

SANTAELLA, Lucia. **Matrizes da linguagem e pensamento sonora visual verbal: aplicações na hipermídia**. 3. ed. São Paulo: Iluminuras FAPESP, 2005.

SCHUHMACHER, Vera Niedersberg. **Comunicação visual para web**. Palhoça: UnisulVirtual, 2005.

SHNEIDERMAN, B. **Leonardo's Laptop: Human Needs and the New Computing Technologies**. Massachusetts: MIT Press, 2002.

SILVA, D. M. L. da. **O processo de escolha de serviço de telefonia celular por jovens em Curitiba**. 2006. Dissertação (Mestrado em Administração), Centro de Pesquisa e Pósgraduação em Administração, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

SOARES, M. M. **21 anos da ABERGO: a Ergonomia brasileira atinge a sua maioria**. ABERGO – Associação Brasileira de Ergonomia, 2004.

ST. AMANT, R.; HORTON, T. E.; RITTER, F. E. **Model-based evaluation of cell phone menu interaction**. In Proceedings of the ACM Conference on 174 Human Factors in Computing Systems (CHI'04), April, 2004. VERIFICAR SE ESTÁ CORRETO

ZEINDIN, D C, Et Al. **A Tecnologia do Futuro Wi-Fi (Wireless Fidelity)**. 2003. Disponível em: <http://www.inf.furb.br/~zamba/artigos/Artigo_Wireless_Uniplac_2003_V1.pdf>. Acessado em: Jan. 2015.