Um estudo sobre o design, a
implementação e a avaliação de interfaces
flexíveis para idosos em telefones celulares

Vinícius Pereira Gonçalves

SERVIÇO DE PÓS-GRADUAÇÃO DO ICMC-USP

Data de Depósito:

Assinatura: _____

Um estudo sobre o design, a implementação e a avaliação de interfaces flexíveis para idosos em telefones celulares

Vinícius Pereira Gonçalves

***Orientador:* Prof. Dr. Jó Ueyama**

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação - ICMC-USP, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências - Ciências de Computação e Matemática Computacional. *VERSÃO REVISADA.*

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Achille Bassi
e Seção Técnica de Informática, ICMC/USP,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

G635e Gonçalves, Vinicius Pereira
Um estudo sobre o design, a implementação e a
avaliação de interfaces flexíveis para idosos em
telefones celulares / Vinicius Pereira Gonçalves;
orientador Jó Ueyama. -- São Carlos, 2012.
171 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em
Ciências de Computação e Matemática Computacional) --
Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação,
Universidade de São Paulo, 2012.

1. Interação humano-computador. 2. Design
universal. 3. Software reconfigurável. 4. Avaliação
de interface flexível. 5. Idoso. I. Ueyama, Jó,
orient. II. Título.

“Quando olho um idoso, não vejo uma pessoa com vários anos, mas sim, vários anos, histórias e conhecimentos, em uma única pessoa”.
Paulo Henrique Lima, pensador.

RESUMO

A população idosa cresce no Brasil e cada vez mais se faz necessário desenvolver tecnologias de informação e comunicação adequadas a esse público. Com o barateamento dos telefones celulares, muitas famílias gostariam que seus idosos fossem usuários desses dispositivos visando ter contato com os mesmos quando esses estão fora de suas casas. No entanto, o design atual de celulares privilegia o público jovem, não levando em consideração as diferentes necessidades da população idosa. No mais, mesmo na população idosa, há diferenças com relação à escolaridade, experiência com tecnologias, habilidades cognitivas e destreza física. Este trabalho argumenta a favor do design, da implementação e da avaliação de interfaces que sejam flexíveis para atender à diversidade de requisitos dos idosos na interação com celulares. Uma abordagem para o design de interfaces de usuário flexíveis foi aplicada em um experimento exploratório e, considerando-se resultados de uma atividade estudo empírico com usuários idosos, um conjunto de normas que definem o design do comportamento flexível do sistema foi especificado. Esta dissertação propõe e apresenta um *framework* que propicia a reconfiguração de interfaces em tempo de interação, denominado de FlexInterface. Esse *framework* aborda o conceito de elementos da interface sendo, componentes que são carregados, instanciados e destruídos quando solicitados. Além disso, esta dissertação apresenta também uma abordagem que apoia a avaliação de interfaces flexíveis para idosos em telefones celulares. A abordagem analítica proposta, apresenta heurísticas específicas para esse contexto de uso. Por fim, uma avaliação com idosos foi realizada para verificar a viabilidade da proposta. Esse estudo constatou que houve uma redução no tempo de interação com o uso da interface flexível e um aumento na satisfação do usuário.

PALAVRAS CHAVE: Interfaces sob medida, Flexibilidade, Telefone Celular, Idosos, Design Universal, Avaliação.

ABSTRACT

The elderly population grows in Brazil and this fact increases the need to develop appropriate information and communication technologies to the public. As cell phones are getting cheaper, many families would like their elderly to be users of these devices aiming to have contact with them when they are out of their homes. However, the current cell phones design favors the younger people, not considering the different needs of the elderly population. At the most, even in the elderly population, there are differences regarding education, experience with technology, cognitive abilities and physical prowess. This dissertation argues for the design, implementation and evaluation of interfaces that are flexible to meet the diverse requirements of the elderly in the interaction with cell phones. One approach to the design of flexible user interfaces was applied in a case study and, considering the results of a practice with elderly users, a set of norms which define the design of the system flexible behavior was specified. This dissertation proposes and presents a framework that provides the interface reconfiguration during the interaction time, named FlexInterface. This framework addresses the concept of interface elements as components that are loaded, instantiated and destroyed when requested. Furthermore, this dissertation also brings an approach that supports the evaluation of flexible interfaces for the elderly in mobile phones. The proposed analytical approach presents heuristics for this specific context of use. Finally, an assessment with elderly people was performed to verify the feasibility of the proposal. This study found that there was a reduction in the interaction time with the use of flexible interface and an increase in the users' satisfaction.

KEYWORDS: Tailorable interfaces, Flexibility, Cell phone, Elderly, Universal Design, Evaluation.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela sua presença constante em minha vida. Obrigado Jesus!

A minha família e parentes pelo amor, carinho e apoio incondicionais. Em especial, aos meus pais Lucicléa e Clovis e a minha irmã Lucélia. Amo muito vocês!

Ao Prof. Jó Ueyama, por sua orientação presente e pelo perfil multidisciplinar.

À Prof.^a Vânia Neris, por sua orientação presente e pelo comprometimento.

Ao Jó e a Vânia pela amizade e por tudo mais.

Ao Sibelius, pelo apoio técnico e risadas nos momentos tensos.

À Kamila, pelo auxílio nas atividades do CRAS e pelos momentos de descontração.

À Prefeitura de São Carlos, Secretaria de Assistência Social e ao CRAS do Santa Felícia pela parceria no Projeto de Extensão.

Ao Educador Físico João, Jandira e Idosos pela troca de conhecimentos.

Aos amigos do LaSDPC, por compartilharem conhecimento e vivências.

Aos amigos do LIFeS, pelo apoio e troca de conhecimentos.

Aos amigos do LInCE, pelo auxílio com equipamentos.

Aos amigos uspianos, paraenses e agregados, pelos momentos pai d'éguas.

Aos amigos da IEQ-Botafogo que me acolheram como um filho em São Carlos.

Aos amigos da 3AtoS, por terem incluído as artes cênicas na minha vida.

Aos membros da Banca Examinadora, pelas contribuições no trabalho.

Aos Profissionais da USP, pela postura Ética.

À FAPESP, CNPQ e ICMC/USP, pelo apoio financeiro.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	21
1.1	CONTEXTO, MOTIVAÇÃO E PROBLEMÁTICA.....	23
1.2	OBJETIVO E ABORDAGEM DE PESQUISA	25
1.3	ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	27
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	29
2.1	INTERAÇÃO DE IDOSOS COM TELEFONES CELULARES.....	29
2.1.1	Dispositivos móveis.....	29
2.1.2	Problemas de Interação.....	34
2.2	DESIGN DE INTERFACES FLEXÍVEIS.....	40
2.2.1	Conceituação	40
2.2.2	PLuRaL.....	42
2.3	IMPLEMENTAÇÃO DE INTERFACES FLEXÍVEIS.....	48
2.3.1	Conceituação	48
2.3.2	OpenCom.....	49
2.3.2.1	Aplicando o OpenCom.....	52
2.3.2.2	Vantagens do OpenCom.....	53
2.3.3	Cadeia de Markov.....	54
3	DESIGN DE INTERFACES FLEXÍVEIS PARA IDOSOS UTILIZANDO O PLURAL.....	57
3.1	OBSERVAÇÃO DE IDOSOS EM INTERAÇÃO COM CELULARES	57
3.1.1	Planejamento do Experimento Exploratório.....	58
3.1.2	Execução.....	59
3.1.3	Resultados da Observação	61
3.2	DESIGN DE INTERAÇÃO FLEXÍVEL DE IDOSOS COM CELULARES	62
4	IMPLEMENTAÇÃO DE INTERFACES FLEXÍVEIS PARA IDOSOS UTILIZANDO O FLEXINTERFACE	69
4.1	FLEXINTERFACE	69
4.2	FLEXINTERFACE NO CONTEXTO DOS IDOSOS	70
4.3	ADAPTAÇÃO DE INTERFACES UTILIZANDO ENTROPIA.....	73
4.4	AVALIAÇÃO DO FLEXINTERFACE.....	76
5	AVALIAÇÃO DAS INTERFACES FLEXÍVEIS POR ESPECIALISTAS	79
5.1	PREPARAÇÃO DA AVALIAÇÃO	80
5.2	PREPARAÇÃO DOS AVALIADORES	85
5.3	INSPEÇÃO INDIVIDUAL DAS INTERFACES FLEXÍVEIS	85
5.4	DISCUSSÃO ENTRE TODOS OS AVALIADORES	86
5.5	ESTUDO DE VIABILIDADE	86
5.5.1	Preparação da Avaliação.....	86
5.5.2	Preparação dos Avaliadores.....	88

5.5.3	Inspeção Individual das Interfaces Flexíveis	89
5.5.4	Discussão entre Todos os Avaliadores	91
5.6	ANÁLISE DOS RESULTADOS E DA ABORDAGEM	92
6	AVALIAÇÃO COM USUÁRIOS IDOSOS DAS INTERFACES FLEXÍVEIS.....	99
6.1	PLANEJAMENTO.....	99
6.2	EXECUÇÃO	100
6.3	RESULTADOS DA OBSERVAÇÃO	102
7	CONCLUSÕES.....	105
7.1	SÍNTESE DAS CONTRIBUIÇÕES	105
7.2	TRABALHOS FUTUROS	107
7.3	PUBLICAÇÕES.....	108
7.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	109
	REFERÊNCIAS	111
	APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	117
	APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO DE LEVANTAMENTO DE PERFIL	121
	APÊNDICE C - FORMULÁRIO DE OBSERVAÇÃO DO PARTICIPANTE.....	125
	APÊNDICE D - DADOS DA INTERAÇÃO NÃO FLEXÍVEL	129
	APÊNDICE E - USUÁRIOS DA INTERAÇÃO NÃO FLEXÍVEL	135
	APÊNDICE F - MATERIAL DE APOIO À AVALIAÇÃO COM ESPECIALISTAS.	141
	APÊNDICE G - AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DOS ESPECIALISTAS.....	145
	APÊNDICE H - USUÁRIOS DA INTERAÇÃO FLEXÍVEL	161
	APÊNDICE I - DADOS DA INTERAÇÃO FLEXÍVEL.....	166

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Problemas de interação de idosos com telefones celulares.	39
Tabela 2.2 - Exemplos de normas que representam o comportamento ajustável de um sistema.	47
Tabela 3.1 - Perfil dos usuários.	60
Tabela 3.2 - Normas que representam o comportamento de um sistema flexível de celular para atender a diversidade de requisitos de usuários idosos.....	66
Tabela 4.1 - Desempenho do FlexInterface no Samsung Galaxy 5 GT-I5500B	77
Tabela 5.1 - Perguntas específicas da abordagem	84
Tabela 5.2 - Graus de severidade.....	85
Tabela 5.3 - Problemas encontrados para o perfil de usuários com escolaridade até a 4ª série.	94
Tabela 5.4 - Problemas encontrados para o perfil de usuários com escolaridade acima de 4ª série.....	95
Tabela 6.1 - Perfis dos usuários.....	101

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Interface Arquitetura do Android.	31
Figura 2.2 - Pilares do PLoRaL.	43
Figura 2.3 - Partes interessadas.	44
Figura 2.4 - Cartão para a caracterização de grupo de usuários.	44
Figura 2.5 - Escada Semiótica.	45
Figura 2.6 - Diagrama de Ontologias.	47
Figura 2.7 - Uso do OpenCom.	50
Figura 2.8 - Arquitetura do OpenCom.	51
Figura 2.9 - Interação no OpenCom.	52
Figura 2.10 - Configuração de Tecnologia de Rede no OpenMob.	53
Figura 2.11 - Exemplo da cadeia de Markov.	54
Figura 3.1 - (a) Local onde o experimento ocorreu e (b) idosa interagindo com o celular.	59
Figura 3.2 - Usuárias idosas tentando interagir com celular.	61
Figura 3.3 - Partes interessadas na solução do sistema.	63
Figura 3.4 - Cartão para a caracterização de um grupo de usuários.	64
Figura 3.5 - Escada Semiótica com os requisitos para a interface ajustável.	65
Figura 4.1 - Componente ElderlyFlex e seus receptáculos.	70
Figura 4.2 - Cenário de interação de componentes FlexInterface.	71
Figura 4.3 - (a) Teclado padrão; (b) Teclado adaptado.	72
Figura 4.4 Telas do celular.	73
Figura 4.5 - Gráfico da variação da entropia.	75
Figura 4.6 - Plataforma de simulação: Samsung Galaxy 5 GT-I5500B.	76
Figura 4.7 - Consumo de memória do FlexInterface.	78
Figura 5.1 Estrutura da abordagem analítica.	80
Figura 5.2 - Cartão para a caracterização do perfil do idoso.	89
Figura 5.3 - Inspeção individual.	90
Figura 5.4 - Exemplos de interfaces flexíveis avaliadas. (a) Usuários não escolarizados; (b) Usuários escolarizados.	91
Figura 5.5 - Discussão final com todos os avaliadores.	92
Figura 5.6 - Problemas levantados na avaliação para o perfil não escolarizado.	93
Figura 5.7 - Problemas levantados na avaliação para o perfil escolarizado.	93
Figura 6.1 - Interação dos idosos com telefone celular.	100
Figura 6.2 - Tempo de interação.	102
Figura 6.3 - Satisfação.	103

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicação
CARD	Collaborative Analysis of Requirements and Design
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CORBA	Common Object Request Broker Architecture
CRAS	Centro de Referência de Assistência Social
DC	Departamento de Computação
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
Gov	Governamental
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Intervalo de Confiança
ICMC	Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação
IHC	Interação Humano-Computador
LaSDPC	Laboratório de Sistemas Distribuídos e Programação Concorrente
LIFeS	Laboratório de Interação Flexível e Sustentável
LInCE	Laboratório para Inovação em Computação e Engenharia
MT	Minister of Industry
Org	Organização
ReMMoC	Reflective Middleware for Mobile Computing
SMS	Short Message Service
SO	Sistema Operacional
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
UN	United Nations
USP	Universidade de São Paulo

INTRODUÇÃO

A expectativa média de vida mundial aumentou de 48 anos no início da década de 1950 para 68 anos na primeira década do novo milênio (UN, 2010). Segundo um documento da agência das Nações Unidas (UN, 2010), atualmente há 893 milhões de pessoas com mais de 60 anos no mundo. Até a metade desse século, esse número vai praticamente triplicar, chegando a 2,4 bilhões. "Todos os países - ricos ou pobres, industrializados ou ainda em desenvolvimento - estão vendo suas populações envelhecer em um grau ou em outro", afirma o documento (UN, 2010), acrescentando que o crescimento populacional entre idosos será mais rápido que em outros setores da população pelo menos até 2050.

Segundo Nielsen (2011), muitos idosos de países industrializados são ativos. Embora eles sejam normalmente aposentados, levam uma vida dinâmica e muitas vezes têm grande interesse em tecnologias modernas, como os *smartphones*. Esse mesmo estudo destaca que 18% dos idosos utilizam *smartphones*, e que houve um aumento de 6% na aquisição, pela população idosa, desses dispositivos entre 2010 e 2011.

No entanto, ainda de acordo com Nielsen (2002), enquanto *feedbacks* facilitam a compreensão de tarefas durante a interação com celulares, os usuários mais idosos enfrentam problemas mais complexos que estão relacionados a como desempenhar atividades básicas, tais como digitar um número de telefone e fazer uma chamada. Muitas vezes, apenas *feedbacks* não são suficientes para permitir que o usuário idoso conclua as tarefas de maneira satisfatória (NIELSEN, 2002). Quando a interface é mais complexa, se o usuário não entende o conceito de serviços móveis, tais como mensagens de SMS (*Short Message Service*), o problema se agrava. De maneira semelhante, o reduzido tamanho dos elementos na tela que dificulta o acesso; e a complexa hierarquia de menus de um celular aumenta a dificuldade

para navegar pelas funções do telefone, pois coloca uma demanda elevada em lembrar a sequência de ações (GOEBEL, 2007).

Além disso, mesmo entre os indivíduos da terceira idade há diferenças com relação à experiência com tecnologias, habilidades cognitivas, escolaridade e destreza física. Esta dissertação traz à tona a discussão acerca do design, implementação e avaliação de interfaces flexíveis ao público idoso no uso de telefones celulares. O mito do usuário médio (FISCHER, 2011) desapareceu, e o Design para Todos (TRACE, 2006) é uma realidade que deve ser considerada nos projetos de interfaces.

Todavia, as soluções computacionais para dispositivos móveis que têm como público-alvo pessoas idosas não devem oferecer soluções que discriminem ou causem constrangimento. Ao contrário, as soluções devem ser flexíveis, respeitando a diversidade no grupo de usuários, ajustando-se a cada perfil; e minimizando os medos decorrentes da inexperiência de uso ou da falta de domínio (NIELSEN, 2002). Um caminho para lidar com as diversas necessidades de interação é oferecer a flexibilidade de adaptar as interfaces de usuário a diferentes contextos organizacionais, de acordo com as preferências e necessidades do usuário idoso (HENDERSON e KYNG, 1991). De acordo com IEEE Standard Computer Dictionary, “flexibilidade é a facilidade com a qual um sistema ou componente pode ser modificado para uso em aplicações ou ambientes diferentes daqueles para os quais foi especificamente construído” (IEEE, 1991).

Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizados telefones celulares inteligentes, logo todas as vezes que o texto trouxe os termos celular, telefone celular ou telefone celular inteligente, estará se referindo a *smartphone*. Nesta dissertação, as expressões flexível, sob medida e ajustável dizem respeito à adaptabilidade de interfaces de usuários ao contexto, preferências, necessidades e intenções de uso do público alvo.

Diante do exposto, esta dissertação relata resultados de um experimento exploratório que considerou a aplicação do PLuRaL (NERIS e BARANAUSKAS, 2010) – um *framework* para o design de interfaces de usuário flexíveis, pautada pela observação de usuários idosos interagindo com telefones celulares. Para tanto, foi desenvolvido um *framework* de implementação, denominado de FlexInterface, que baseado no *Middleware Adaptativo OpenCom* (UEYAMA, 2011), proporciona alterações na interface em tempo de interação. Além disso, esta pesquisa traz uma abordagem analítica que apoia a avaliação de interfaces flexíveis em telefones celulares, com heurísticas específicas para o contexto dos idosos nesse cenário de uso. A abordagem de avaliação proposta foi utilizada em um estudo

de viabilidade, com especialistas, no qual as interfaces flexíveis definidas pelo FlexInterface foram utilizadas. Por fim, a versão melhorada das interfaces flexíveis foi então avaliada por idosos.

1.1 CONTEXTO, MOTIVAÇÃO E PROBLEMÁTICA

Em paralelo ao crescimento da necessidade por mobilidade, surgem novas maneiras de utilização dos telefones celulares. A diminuição de tamanho, peso e energia consumida têm proporcionado maior facilidade na comunicação entre tais dispositivos. Todavia, essas peculiaridades tornam-se um desafio para os fabricantes de celulares, haja vista que é difícil conseguir alinhar o grande acúmulo de funções do aparelho com as necessidades do usuário. Nesse sentido, pesquisas têm sido desenvolvidas com o propósito de reduzir o trabalho do desenvolvedor e facilitar a interação pelo usuário, como, por exemplo, é o caso do surgimento dos *middlewares* e *frameworks* (HUGHES et al., 2011).

A combinação entre mobilidade e comunicação sem fio está gerando uma poderosa indústria que tem fornecido serviços atrativos e de alta qualidade para os usuários em movimento (DIAS, 2002). Aliado ao avanço dos telefones celulares, as redes móveis estão se tornando mais eficientes uma, vez que trazem consigo uma nova geração de aplicações que requisitam mais memória e processamento. Em outras palavras, o desenvolvimento tecnológico está se movendo em direção a uma classe de serviços, de acordo com Hellman (2007), situados entre as telecomunicações e as tecnologias da informação e comunicação (TIC). Nesse sentido, levando em consideração a tendência desse século, a mobilidade, esta dissertação priorizou o uso dos telefones celulares inteligentes, haja vista que é um dispositivo, de acordo com o jornal O Globo (2010), que tem facilitado a rotina de vários seguimentos da sociedade.

Por conseguinte, esta pesquisa adotou soluções em interfaces de celulares, visando um design flexível que atenda a diferentes requisitos de interação, como por exemplo, aumento do tamanho dos botões para pessoas idosas, com baixa escolaridade e déficit de visão. Em paralelo ao desenvolvimento tecnológico, muitos países, como é o caso Brasil, têm sofrido alterações notáveis em sua demografia. O percentual de idosos na população está aumentando de maneira abrupta.

No Censo de 2000, o número de idosos era de 14,5 milhões; representando 8% da população brasileira. Dez anos depois, o Brasil tem 18 milhões de pessoas acima dos 60 anos de idade, o que já representa 12% da população total (IBGE 2010). Muitas das soluções de

TIC desenvolvidas atualmente não contemplam essa parcela da sociedade que tem necessidades de interação específicas (WOOD et al., 2005; CZAJA e LEE, 2007; GONÇALVES, NERIS e UEYAMA, 2011). Estudos apontam uma associação negativa entre a idade e as habilidades de interação (HELLMAN, 2007; GONÇALVES et al., 2011) e uma redução significativa na quantidade de pessoas com mais de 45 anos que se beneficia das TICs atuais (MT, 2005).

Segundo o IBGE (2010) essa nova realidade demográfica brasileira terá de ser seguida por novas políticas públicas, que deverão ter como base as informações do Censo 2010. São necessidades a serem supridas, não só com a construção de casas adaptadas para pessoas idosas e um transporte público de fácil acesso, mas também fazer com esses usuários sejam incluídos na era digital, onde as pessoas usam a tecnologia a seu favor.

No cenário brasileiro de acesso à tecnologia e conhecimento, as necessidades de investigação na maneira de lidar com diversas necessidades e habilidades são emergenciais, como relata um dos Grandes Desafios da Pesquisa em Computação no Brasil. O quarto desafio intitulado “Acesso participativo e universal do cidadão brasileiro ao conhecimento” (BARANAUSKAS e DE SOUZA, 2006). A maneira como as interfaces de usuário são projetadas atualmente não favorecem a interação da população em geral, haja vista que não consideram as diferentes necessidades de usuários, especialmente aqueles que não são alfabetizados digitalmente.

Diante do exposto, este trabalho destacou a importância desenvolver soluções computacionais para facilitar e melhorar a interação entre os usuários idosos e os telefones celulares, com o intuito de reduzir a frustração desses indivíduos durante a realização de tarefas com esses dispositivos. Assim sendo, foi feito uso do Sistema Operacional (SO) Android (ANDROID, 2011) na proposta de tornar as interfaces mais flexíveis.

O SO que foi escolhido para ser objeto dos experimentos projetados e testados nesta pesquisa já está presente em mais de 50 % dos *smartphones* em todo o mundo (PHONESLIMITED, 2011). O Android é uma plataforma *open source* de desenvolvimento para dispositivos móveis que pode ser instalada em qualquer *smartphone* com certa facilidade. Além disso, todas as aplicações nativas (próprias) ou não da plataforma têm acesso às mesmas funcionalidades (MEIER, 2008). Em sua arquitetura foram introduzidos conceitos de integração e flexibilidade (ANDROID, 2011), por exemplo, aplicações fornecidas nativamente com o SO podem ser substituídas por aplicações customizadas, que poderão interagir ou não com outras aplicações nativas do sistema. Essa flexibilidade torna-se

interessante para o desenvolvimento desta pesquisa, pois é possível facilitar a interação dos idosos com os *smartphones*, haja vista que seu código fonte é de livre acesso à comunidade e, portanto, permite que soluções sejam projetadas para reduzir problemas durante a interação.

Após ter-se delimitado o problema de pesquisa, faz-se necessário definir o objetivo deste trabalho e a abordagem de pesquisa adotada, conforme está exposto na próxima seção.

1.2 OBJETIVO E ABORDAGEM DE PESQUISA

Frente à motivação de buscar soluções que auxiliem o desenvolvimento de interfaces flexíveis que atendam às necessidades dos usuários idosos, o objetivo geral desta dissertação foi investigar requisitos desse público na interação com telefones celulares, visando apoiar o design, a implementação e a avaliação de interfaces flexíveis que se ajustem a diferentes cenários de uso, em particular aqueles com grupos heterogêneos de usuários idosos. Nesse sentido, este trabalho propõe o FlexInterface, uma abordagem genérica a qualquer tipo de interface flexível e que neste trabalho foi aplicada no contexto da diversidade de requisitos de idosos no uso de telefones celulares. Além disso, esta pesquisa inclui no projeto de interfaces ajustáveis uma estrutura para avaliar tais sistemas por especialistas.

Este trabalho traz uma revisão crítica da literatura, resultando nos principais trabalhos concernentes à interação com dispositivos móveis que abordam os problemas enfrentados por usuários idosos ao utilizarem telefones celulares. Assim como, a definição de uma estrutura que apoia a formalização de um design flexível de interfaces para atender aos requisitos do usuário. No entanto, para alcançar o objetivo de ter-se uma interface sob medida, é necessário fazer uso de soluções computacionais que auxiliem em alterações na interface em tempo de interação. No mais, o conhecimento apresentado na literatura não foi suficiente para auxiliar na definição do comportamento ajustável, por isso fez-se necessário a aplicação de um experimento exploratório com o intuito de perceber os diferentes requisitos de interação da população de usuários idosos heterogêneos explorando o cenário de telefones celulares.

Diante do exposto, fez sentido se aproximar da população idosa com o intuito de conhecer mais sobre a interação desses usuários com os telefones celulares. Sendo assim, o autor desta pesquisa participou do desenvolvimento de um Projeto de Extensão, intitulado “Idosos e a Descoberta da Interação com Tecnologias de Informação e Comunicação”, em parceria com a Prefeitura de São Carlos. Esse projeto foi proposto pela Prof.^a Dr.^a Vânia Paula de Almeida Neris da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e desenvolvido em um

Centro de Referência de Assistência Social (CRAS) de São Carlos. Nesse sentido, um experimento exploratório foi executado com um conjunto de idosos com idade entre 60 e 84 anos, escolaridade entre nenhuma e nível superior e diferentes experiências com o uso de tecnologias. Esse projeto de extensão teve a duração de 8 meses, sendo que os experimentos eram realizados mensalmente.

Os resultados do experimento apoiaram a formalização de um design de interfaces flexíveis de telefones celulares para atender aos requisitos de interação do público idoso. Assim, um conjunto de normas que definem o design do comportamento ajustável do sistema foi especificado por meio do *framework* PLoRaL, em 6 diferentes aspectos, desde aquelas relacionadas à questão física do dispositivo, até o impacto dessa interação com o mundo real e o comportamento ajustável de um sistema de celular para atender aos requisitos de interação dos idosos.

Frente à motivação de ter-se uma solução computacional que auxilie em alterações na interface em tempo de interação, foi desenvolvido o FlexInterface - um *framework* que baseado no *Middleware* Adaptativo OpenCom, auxiliou na implementação das normas descritas na última etapa da aplicação do PLoRaL.

Após a formalização do comportamento ajustável da interface e o desenvolvimento de uma camada de *software* que propicia a adaptação das interfaces em tempo de execução, um estudo de viabilidade com 5 especialistas em avaliação de interfaces foi aplicado para a proposta flexível, assim como para uma abordagem que apoia a inspeção de interfaces flexíveis também proposta nesta dissertação. Essa abordagem traz consigo heurísticas específicas para avaliar interfaces de usuários idosos no uso de telefones celulares, permitindo que os avaliadores possam definir a diversidade que será avaliada por meio de uma técnica de cartões para os perfis de usuários.

Por fim, um estudo de viabilidade das interfaces flexíveis foi aplicado com pessoas da terceira idade. Como resultado dessa atividade foi possível fazer comparações com o experimento realizada no início desse trabalho. Portanto, nessa etapa da pesquisa comparou-se uma proposta flexível com outra não flexível, para então verificar se houve um aumento na satisfação e uma redução no tempo de interação desses usuários com a interface ajustável as suas preferências, necessidades e intenções de uso.

1.3 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação é composta de 7 capítulos, sendo que o Capítulo 2 apresenta uma síntese do levantamento bibliográfico realizado, que aborda problemas da interação de idosos com telefones celulares e traz conceitos acerca do design e implementação de interfaces flexíveis; o Capítulo 3 apresenta o processo de design que elicitou e formalizou aspectos de flexibilidade na interação de idosos com celulares por meio do P_{LuRaL}, bem como descreve um experimento exploratório da interação de idosos com interfaces não flexíveis; o Capítulo 4 apresenta o processo de concepção das interfaces flexíveis ao público idoso por meio do FlexInterface e descreve uma avaliação que mede o desempenho e a sobrecarga incorrida por esse *framework* em um *smartphone*; o Capítulo 5 apresenta uma abordagem concebida para o processo de inspeção das interfaces flexíveis e traz um estudo de viabilidade dessa proposta; o Capítulo 6 apresenta uma avaliação com usuários idosos das interfaces flexíveis e mostra uma comparação da interação do público idoso usando essa proposta e uma interface não flexível; por fim, o Capítulo 7 apresenta uma síntese das contribuições, destaca as publicações e projetos desenvolvidos durante o mestrado e aponta os trabalhos futuros.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo é apresentada a revisão bibliográfica que auxiliará no desenvolvimento deste trabalho. Abaixo serão abordadas as principais áreas de concentração desta pesquisa: Dispositivos Móveis, Problemas na Interação de Idosos com Celulares e Interfaces Flexíveis.

2.1 INTERAÇÃO DE IDOSOS COM TELEFONES CELULARES

Esta seção apresenta características relacionadas a interação de idosos com telefones celulares, além de abordar os dispositivos móveis, focando nos *smartphones* e na interação flexível.

2.1.1 Dispositivos móveis

O ambiente de uso de dispositivos móveis é geralmente mais dinâmico que o ambiente *desktop*. Isso porque a computação móvel é caracterizada pela utilização de computadores portáteis com capacidade de comunicação, fortemente associada à mobilidade de *software*, *hardware* e informação.

A computação móvel baseia-se no aumento da capacidade humana de mover fisicamente serviços computacionais consigo (DIAS et al, 2002). O computador torna-se um dispositivo sempre presente. Expandindo a capacidade de um usuário utilizar os serviços que um computador oferece, independentemente de sua localização.

A tecnologia dos dispositivos móveis não é apenas uma invenção; ela pode ser considerada uma revolução, pois foi capaz de atingir o cotidiano de pessoas comuns e fazer parte da vida delas, modificando suas rotinas e maneiras de tomar decisões (INFO, 2009). Dados divulgados pela Agência Nacional de Telecomunicação (ANATEL, 2012) mostram

que o Brasil encerrou o ano de 2011 com 242,2 milhões de celulares e uma densidade de 123,87 cel/100 habitantes. Ainda é recente a lembrança de quando esses aparelhos eram artigos de luxo, mesmo sendo grandes e pesados.

“O telefone celular chegou a rincões do país, algumas vezes, antes mesmo que as populações locais dispusessem de água encanada ou saneamento básico”. (DIAS et al, 2002).

A tecnologia móvel que surgiu como uma facilidade, atualmente, em diversas aplicações e utilizações, tornou-se uma necessidade. Muitas das funções presentes em um computador pessoal foram transportadas para pequenos aparelhos móveis. Essa mobilidade tornou-se popular principalmente pelo lançamento e evolução dos *Personal Digital Assistants* (PDAs) e dos telefones celulares (DIAS et al, 2002).

O desenvolvimento de sistemas para os dispositivos móveis é considerado complexo (UEYAMA et al., 2009). Uma vez que há um grande número de aspectos a serem analisados, como constantes mudanças de localização e a grande diversidade de dispositivos.

Outrossim, tem-se os SOs desses dispositivos que, ao possuírem seu código fonte aberto, podem facilitar a tarefa do desenvolvedor no sentido de satisfazer as exigências do usuário. Haja vista que em alguns casos são necessárias alterações, a esse nível de camada ou até mesmos a inclusão de novas funcionalidades.

O SO Android é uma plataforma *open source* de desenvolvimento para dispositivos móveis (ANDROID, 2011), sendo baseada na plataforma Java com SO Linux. Logo, todas as características intrínsecas desse sistema foram incorporadas, bem como sistema de arquivos, *kernel*, entre outros (LECHETA, 2010). Para esta pesquisa foi utilizada a versão 2.2 do SO Android.

Ao fornecer uma plataforma de desenvolvimento aberta, a Google oferece aos desenvolvedores a capacidade de criar aplicações extremamente ricas e inovadoras. Os desenvolvedores estão livres para aproveitar o *hardware* do dispositivo, as informações de localização de acesso, execução de serviços entre outros.

A Google geralmente se refere ao Android como uma pilha de *software* (LECHETA, 2010). Cada camada da pilha agrupa um conjunto de programas que suporta funções específicas do SO, como pode ser observado na Figura 2.1.

Figura 2.1 - Interface Arquitetura do Android.

Fonte: Android (2011).

A camada de aplicações é a mais alta da arquitetura, composta pelo conjunto de *software* nativo do sistema (ANDROID, 2011). Dentre esses é possível citar: cliente de e-mail, calendário, mapas, *browser* e internet, despertador, jogos, entre outros. Para usuários comuns, essa é a camada mais usada, sendo que apenas os programadores da Google, os desenvolvedores de aplicações e os fabricantes de *hardware* acessam as outras camadas mais baixas da arquitetura (ANDROID, 2011).

A camada de *framework* nativo disponibiliza aos desenvolvedores as mesmas APIs (*Application Programming Interface*) usadas para criar as aplicações originais do sistema (MEIER, 2008). A arquitetura da aplicação é projetada para simplificar a reutilização dos componentes. Essa camada funciona como um meio de ligação com a camada de bibliotecas do sistema que serão acessadas através de APIs contidas no *framework*. Segundo Android (2011), destacam-se as APIs:

Location Manager: usada para obter a posição geográfica do usuário. Como por exemplo, em aplicações que fazem uso de GPS.

Telephony Manager: informações sobre dispositivos como bateria e serviços de telefonia celular podem ser obtidas por meio dessa API.

Window Manager: responsável pelo gerenciamento das janelas de uma aplicação.

Content Providers: responsável pela disponibilização dos dados por meio de aplicações, tornando esses dados públicos. Quase todo tipo de dado é compartilhável, como áudio, vídeo, imagens e texto.

Resource Manager: todos os recursos que uma aplicação irá usar como áudio, vídeo e arquivos XML são separados dela com o intuito de que sejam otimizados para ocupar menos espaço e demorar menos tempo para que sejam carregados.

Notification Manager: permite que uma aplicação exiba notificações, ative LEDs, luzes, sons ou vibração disponíveis no dispositivo.

Activity Manager: responsável pelo gerenciamento de cada atividade do sistema. No Android, cada atividade é gerenciada por meio de uma pilha de atividades. Toda nova atividade criada vai para o topo da pilha de atividades e se torna uma *running activity*, o que quer dizer que será executada.

O Android inclui um conjunto de bibliotecas de C/C++ usadas pelos componentes do sistema. Essas bibliotecas são acessadas pelo programador via Java, através do *framework* do sistema (ANDROID, 2011). Elas ainda são responsáveis por proverem funcionalidades para manipulação de áudio, vídeo, gráficos, banco de dados e navegador.

Além disso, a plataforma também contém várias bibliotecas que fornecem a maioria das funcionalidades disponíveis nas principais bibliotecas da linguagem de programação Java.

Ainda sobre a arquitetura, o Android *Runtime* permite que cada processo rode sua própria instância da máquina virtual. Embora, no desenvolvimento de aplicações seja utilizada a linguagem Java, os *software* não são executados em uma máquina virtual Java tradicional, e sim em outra chamada de Dalvik (ANDROID, 2011). Essa máquina virtual é otimizada especialmente para dispositivos móveis. Uma vez que, ela foi desenvolvida para obter um consumo mínimo de memória e isolamento de processos (ANDROID, 2011).

A camada do *Kernel* é baseada em um *Kernel* Linux versão 2.6 para a versão 2.2 do Android. De acordo com Android (2011), essa camada também funciona como uma camada de abstração entre o *hardware* do dispositivo e o resto do conjunto de *software* que são desenvolvidos em paralelo. Várias funções do *kernel* são utilizadas diretamente pelo Android, entretanto muitas modificações foram feitas para otimizar memória e tempo de processamento das aplicações (ANDROID, 2011). Essas alterações incluem sistemas de

gerenciamento de memória e processos, configurações de segurança e *software* de gerenciamento de energia.

O SO da Google para celulares continua crescendo no mercado e as comparações com outros dispositivos são inevitáveis. Nesse sentido, um estudo feito (ESCALLIER, 2010) destacou algumas vantagens no uso de celulares com Android.

- O SO da Google permite rodar mais de um programa ao mesmo tempo, seja nativo ou oriundo do Android Market, enquanto o *smartphone* da Apple só permite aplicações do próprio telefone rodando no *background*.
- O uso dos widgets (atalhos rápidos para serviços web) é bem dinâmico no Android, e a informação que eles apresentam está sempre visível e ao alcance de interação. Assim, fica mais fácil checar o email, as redes sociais e o clima.
- Como é baseado em ferramentas de código aberto, o Android Market, embora ainda menor que o *App Market* do iPhone, apresenta um rápido crescimento e traz muitas alternativas gratuitas, já que não censura as suas aplicações.
- As notificações do Android são organizadas, e contam com uma barra com ícones diferenciada para melhor identificação dos avisos, além de o sistema permitir aos programadores a inserção de notificações diretamente na *lock screen* (isto é, a área de trabalho inicial do telefone).
- Além disso, o sistema operacional está presente em várias marcas de celulares: Motorola, Samsung, HTC, LG, etc. Embora aqui no Brasil o iPhone esteja em diferentes operadoras, nos EUA ele exige contrato com a AT&T, enquanto o Android se espalha por Sprint, Verizon, T-Mobile, permitindo que usuário escolha a operadora.

O Android permite programação mais personalizada, inclusive portando interfaces customizadas de um aparelho a outro. Uma ROM (*read only memory*) customizada é uma versão modificada do SO Android (MEIER, 2008).

A mudança de configuração (por exemplo, mudar a conexão de WiFi para 3G) do sistema do Google é bastante dinâmica. O Android permite que o usuário use *widgets* para gerenciar as configurações diretamente no ecrã principal ou crie atalhos na tela inicial para levá-lo diretamente para a configuração que deseja alterar.

Levando em consideração que os projetistas de interfaces de telefones celulares priorizam o público não idoso (HELLMAN, 2007), faz-se necessário buscar na literatura problemas relacionados a interação de usuários com limitações específicas no uso de telefones celulares. Como é caso dos idosos que fazem parte desse “mundo móvel”, mas que não

nasceram na “era dos telefones inteligentes”. Assim sendo, na próxima seção serão abordados os problemas na interação de idosos com telefones celulares.

2.1.2 Problemas de Interação

Apesar dos estudos relacionados à tecnologia móvel já estarem sendo explorados há alguns anos, muitos fatores ainda apresentam-se longe de oferecer qualidade de serviço aos usuários mais idosos.

Os principais trabalhos concernentes à interação com dispositivos móveis abordam os problemas enfrentados por usuários idosos ao utilizarem telefones celulares. Além disso, elucidam também os esforços que os pesquisadores da área de Interação Humano-Computador (IHC) têm despendido para esse fim. Esses trabalhos são detalhados nas próximas subseções.

A) *Understanding the Real Need of the Elderly People When Using Mobile Phone*

Tang e Kao (2005) fazem referência à preocupação dos fabricantes em produzir celulares para pessoas idosas e à complexidade presente nas interfaces dos celulares atualmente. Nesse sentido, o trabalho de Tang e Kao (2005) teve por objetivo principal estabelecer um roteiro do processo cognitivo do uso de celulares por idosos. Além disso, os autores forneceram orientações aos projetistas industriais, com o intuito de produzir telefones móveis apropriados para os idosos.

Para o desenvolvimento da pesquisa foi aplicado um teste de usabilidade que analisou as operações do telefone móvel com a participação dos idosos. O objetivo foi observar o fenômeno mental e a causa da ocorrência de frustrações, enquanto os idosos usavam o telefone. Além disso, os indivíduos tiveram que expor seus pensamentos (*thinking aloud*) durante a interação com os dispositivos móveis.

Participaram desse estudo, idosos de 51 a 75 anos de idade, tendo a experiência de utilização de telefones de 1 a 5 anos. Os resultados foram apresentados por meio de problemas, conforme descrição a seguir.

Em alguns dos casos, os temas explorados nos telefones móveis utilizam o modelo mental de um telefone tradicional. Logo, a discrepância entre esses dois tipos de telefones causa confusão, como por exemplo, o estado de início dos telefones celulares não parece clara devido à ausência do som do telefone tradicional.

Compreensão do significado das funções é essencial. Por exemplo, ver o ícone do leitor de mp3, mas não saber nada sobre música digital causa confusão durante a utilização do celular. Além disso, as características físicas e a compreensão dos ícones ainda causam frustrações. Alguns assistentes automáticos causam confusão durante a operação.

Teclas de função (uma chave representando múltiplas funções de acordo com o *display*) criam muitos erros operacionais como, por exemplo, as funções alteradas de acordo com o vídeo correspondente.

O conceito de estrutura hierárquica desempenha papel importante durante a utilização dos telefones celulares pelos idosos. Eles têm dúvida sobre as ideias de entrar/voltar. Enfrentando uma experiência limitada e conhecimento de telefones celulares, os idosos tendem a memorizar a sequência de teclas pressionadas, sem entender o significado.

B) *Universal Design and Mobile Devices*

Em sua pesquisa Hellman (2007) mostra uma maneira de operacionalizar os princípios do *design* universal, assim como perceber esses princípios em dispositivos móveis. As diretrizes do projeto são organizadas em dez categorias de conselhos/orientações, cada uma contribuindo para a melhoria da interação por meio da interface de usuário. Abaixo é apresentada uma visão geral das principais diretrizes.

A navegação principal deve ser colocada de maneira idêntica em todas as telas do usuário, e funções críticas nunca devem desaparecer. O serviço deve expressar claramente onde o usuário está na tarefa, e quais atividades estão ativas. O sistema deverá permitir voltar a fases anteriores da tarefa, e encerrá-la a qualquer momento. A fim de permitir várias modalidades de navegação, o sistema deve permitir a navegação por teclas físicas do aparelho e/ou botões da tela. O tamanho pequeno da tela implica dividir a tarefa em páginas. No entanto, uma página deve conter apenas elementos relacionados, e as ações que são implementadas nas telas devem ser organizadas em um caminho de páginas, e não em uma rede. Rolagem deve ser reduzida ao mínimo. Durante tarefas complexas, o sistema deve informar ao usuário sobre seus avanços.

Em determinadas situações o usuário precisa de tempo para realizar uma tarefa. Quanto mais complexa for a tarefa, mais flexibilidade deve ser oferecida em função do tempo decorrido. O sistema deve se adaptar ao ritmo do usuário. Finalmente, quando a entrada de dados válida ocorrer, ou quando a tarefa for realizada, o sistema deve responder com *feedback* adequado.

Em caso de dificuldades cognitivas, multimodalidade pode dar suporte ao usuário. O usuário deve ser capaz de escolher o texto e outros elementos de informação para serem lido em voz alta, e deve ser possível para o usuário escolher exatamente o que deve ser lido em voz alta (em uma ordem lógica e significativa) e deve ser possível iniciar e parar a leitura a qualquer momento.

Funcionalidades de ajuda e informação são de importância crucial para todos os usuários. Essas devem ser colocadas e visualizadas de maneira idêntica em todas as interfaces do usuário.

Hoje, as tecnologias da informação e comunicação (TIC) são abordadas pelas equipes de *design* em todo o mundo. Nessa pesquisa, Hellman (2007) aborda a acessibilidade para uma tecnologia específica. Para próximas etapas deve-se incluir testes de usabilidade, e para o desenvolvimento industrial de diretrizes para uma variedade de dispositivos móveis com diferentes funcionalidades e capacidades, sistema operacional e tecnologia de tela.

C) *Ergonomic Design of Computerized Devices for Elderly Persons: The Challenge of Matching Antagonistic Requirements*

Goebel (2007) afirma que o envelhecimento implica em uma diminuição geral de aptidão física e mental e que deficiências individuais ocorrem com maior frequência com a idade. A maioria dos problemas enfrentados por usuários idosos ao utilizarem os dispositivos móveis é originária de uma falta de compreensão da complexa interação de controle do menu. Conforme pode ser observado abaixo.

Os teclados de dispositivos móveis em geral contradizem as recomendações ergonômicas para o tamanho do teclado. Eles são úteis caso aceitem velocidades mais baixas de interação e maior taxa de erro na digitação.

Muitos idosos se queixam de problemas significativos quando confrontados com produtos modernos. Em uma pesquisa com 130 idosos alemães entre 65 e 91 anos, mais de 60% se queixaram de problemas na utilização dos dispositivos. 30% possuem dispositivos que não são mais utilizados devido a obstáculos de usabilidade, e 40% já se recusaram a comprar um dispositivo, porque esperavam que fosse ser complicado de usar.

A manipulação dos dispositivos móveis requer um controle motor significativo, com movimentos rápidos e precisos e *feedback* visual. Isso levanta a questão se devem ou não existir diferentes tipos de dispositivos, que sejam mais adequados para as pessoas idosas do

que para pessoas mais jovens. Outrossim, os dispositivos de entrada que são controlados pelos movimentos do punho (light-pen, mouse e mesa de desenho) tendem a proporcionar o melhor desempenho geral.

Nesse estudo (GOEBEL, 2007), 60 idosos (55 a 91 anos, cada n = 20 nos grupos etários 55-64, 65-74 e mais de 74 anos, complementados por um grupo de controle n = 20 com idade entre 25 a 40 anos) foram convidados a ajustar a volume de toque de um telefone celular. 25% dos problemas de percepção visual estavam associados às dificuldades para reconhecer símbolos e abreviaturas, apenas alguns problemas (4%) foram causados por obstáculos ópticos (idosos utilizaram óculos de leitura). 19% dos problemas de controle de botão ocorreram devido a dificuldades para identificar as teclas e ativação seletiva sem pressionar uma segunda, alguns poucos problemas foram causados por informações insuficientes. No entanto 84% dos idosos, enfrentaram problemas com a lógica de interação (controle do menu), 70% ficaram sem encontrar um caminho de volta durante a atividade realizada.

Durante os estudos realizados por Goebel (2007), os representantes dos usuários nos testes apenas se concentraram em déficits de interação que por fim, acabaram não sendo os déficits fundamentais da ergonomia.

A partir dos problemas encontrados nessa pesquisa foi proposta uma interface para um celular utilizando uma correspondência mecânica para acessar suas funcionalidades de controle do menu. Não obstante, com o intuito de evitar a sobrecarga, as opções para uma redução gradual de funcionalidade são adotadas, por exemplo, começar com uma seleção simples do número e ligar/desligar a função. As particularidades fisiológicas da terceira idade também são abordadas, por exemplo, por lentes embutidas no teclado. Embora o uso de recursos mecânicos para melhorar a interação seja uma boa alternativa, muitos deles podem não ser eficientes em situações específicas da interface, por exemplo, ícones não compreendidos. Nesse sentido, vale fazer uso de artifícios que possam interagir direto com o SO (por exemplo, *middlewares* e *frameworks*), minimizando as frustrações do usuário.

D) *Usability for Senior Citizens*

Segundo Nielsen (2002), todos os países industrializados têm uma população enorme de idosos, muitos dos quais são ativos. Embora eles sejam normalmente aposentados, levam uma vida muito dinâmica e muitas vezes têm grande interesse em tecnologias modernas, como os

smartphones, os quais lhes conferem outro método para se comunicar e se manter informados. Nielsen (2002) afirma que a aplicação de métricas de interação em geral é mais adequada aos jovens, do que às pessoas da terceira idade. Diante do exposto, Nielsen (2002), destaca em sua pesquisa alguns problemas encontrados na interação de idosos com interfaces.

Uso de tamanhos de fonte maiores do que os usuários mais jovens preferem. Deve-se permitir que os usuários aumentem o tamanho da fonte caso desejem, pois durante o estudo foi constatado que as interfaces realmente violam essa recomendação.

Menus que aparecem quando o mouse passa em cima (Pull-down menus), ou outros elementos da interface que se deslocam causam problemas para os idosos que nem sempre tem firmeza em seus movimentos.

Quando as telas violam a orientação para usar cores diferentes para distinguir claramente links visitados e não visitados, os idosos perdem facilmente o controle de onde eles foram. Esse problema pode ser percebido em todos os grupos de idade: É confuso quando os sites alteram as cores de link padrão, e é particularmente confuso quando a cor utilizada é a mesma para todos os links, se o usuário visitou ou não visitou a página de destino. No entanto, os idosos têm mais dificuldade para lembrar-se que partes de um site que visitaram antes, então eles são mais propensos a perder tempo retornando várias vezes ao mesmo lugar.

Idosos também têm mais dificuldade em usar sites de busca. Percebeu-se que determinados usuários ficaram frustrados porque digitaram hífen em suas consultas de pesquisa, ou quando usaram hífen ou parênteses em um número de telefone ou cartão de crédito.

As mensagens de erro são muitas vezes difíceis de ler, seja porque o texto é obscuro ou impreciso, ou a colocação da mensagem na página foi facilmente esquecida entre outros elementos de *design*. Simplicidade é ainda mais importante do que o habitual, quando os idosos encontram erros. A mensagem deve centrar-se no erro, explicando claramente e tornando-o tão fácil quanto possível para consertar.

Diante do exposto, buscando conhecer os principais problemas apontados na literatura, esse levantamento de trabalhos relacionados está sintetizado na Tabela 2.1. Na primeira coluna tem-se a identificação do problema; na segunda coluna o tipo de problema encontrado e na terceira coluna há as referências dos trabalhos onde os problemas foram encontrados.

Tabela 2.1 - Problemas de interação de idosos com telefones celulares.

Id	Problema	Fonte
P1	Ícones pequenos	Tang e Kao (2005), Goebel (2007)
P2	Temas inapropriados	Tang e Kao (2005)
P3	Hierarquia de menu	Tang e Kao (2005), Hellman (2007)
P4	Teclas com múltiplas funções	Tang e Kao (2005)
P5	Assistentes automáticos	Tang e Kao (2005)
P6	Sequência de ações/navegação	Tang e Kao (2005), Hellman (2007), Nielsen (2002)
P7	Barra de rolagem	Hellman (2007)
P8	Tempo da sessão	Hellman (2007)
P9	<i>Feedback</i>	Hellman (2007), Goebel (2007)
P10	Ajuda	Hellman (2007)
P11	Tamanho de fonte	Nielsen (2002), Goebel (2007)
P12	Elementos da interface que se deslocam	Nielsen (2002)
P13	Contraste de cores	Nielsen (2002)
P14	Buscas	Nielsen (2002)
P15	Mensagens de erro	Nielsen (2002)
P16	Tamanho do teclado	Goebel (2007)

Inúmeros são os problemas relacionados à interação de pessoas idosas com celulares. Todavia, grande parte dos trabalhos levantados na literatura aponta os problemas do usuário idoso médio e, portanto muitas vezes não aborda a diversidade que há dentro desse público.

Além das diversidades decorrentes da utilização dos diferentes contextos, é relevante considerar a natureza mutável e evolutiva das TICs. Considerando que os usuários evoluem, faz-se necessário desenvolver métodos e técnicas que auxiliem no design, implementação e avaliação de interfaces voltadas às preferências e necessidades do público alvo. Sistemas sem flexibilidade podem causar frustração no usuário.

Pesquisas sobre a flexibilidade têm destacado algumas questões técnicas, por exemplo, a infraestrutura necessária para gerar aplicativos ajustáveis (BONACIN e BARANAUSKAS, 2005; MACÍAS e PATERNÒ, 2008). Outras pesquisas têm priorizado

mecanismos específicos que propiciam a adaptação, por exemplo, ícones e menus (MACLEAN et al., 1990; PARK et al., 2007). Alguns trabalhos trazem diretrizes para a concepção de interfaces para pessoas idosas (HELLMAN, 2007), outros têm investigado o fenômeno que diz respeito *tailorability* (NERIS e BARANAUSKAS, 2009), por exemplo, os motivos que levam os usuários a personalizar (OVIATT, DARRELL e FLICKNER, 2004; RIVERA, 2005). Semelhantemente, alguns abordam o design de aplicações flexíveis para idosos em celulares (GONÇALVES, NERIS e UEYAMA, 2011; OLWAL, LACHANAS e ZACHAROULI, 2011), mas não contemplam a implementação e a avaliação desses modelos, enquanto que alguns desenvolvem celulares para idosos e aplicam testes de usabilidade genéricos nesses dispositivos (TANG e KAO, 2005), outros têm discutido o projeto de soluções flexíveis sem incluir o tema avaliação (GERMONPREZ, HOVORKA e COLLOPY, 2007; WULF, PIPEK e WON, 2008). Assim como, tem-se métodos de inspeção de interfaces, por exemplo, a Avaliação Heurística (NIELSEN, 1993) e o Percurso Cognitivo (LEWIS e WHARTON, 1997), que não contemplam o comportamento ajustável da interface. No que diz respeito à área de design, implementação e avaliação de soluções sob medida, a literatura pouco traz sobre métodos e técnicas para auxiliar no projeto de interfaces flexíveis a usuários idosos. Diante do exposto, faz-se necessário elaborar abordagens práticas e adequadas que apoiem essa estrutura e contemplem a diversidade de requisitos da população idosa.

2.2 DESIGN DE INTERFACES FLEXÍVEIS

O design atual das interfaces não privilegia a diversidade de requisitos dos usuários e, portanto não considera as diferenças com relação à escolaridade, experiência com tecnologias, habilidades cognitivas e destreza física. Frente a diferentes requisitos de interação do público alvo, faz sentido o uso de interfaces que sejam flexíveis às necessidade e intenções de uso do usuário.

2.2.1 Conceituação

Um dos grandes desafios dos pesquisadores em IHC é como prover interfaces que atendam ao maior número possível de usuários independentemente de suas capacidades sensoriais, físicas, cognitivas e emocionais. Um dos caminhos que se apresenta é desenvolver interfaces flexíveis. Nesse contexto, a flexibilidade se refere a mudanças relativas à apresentação dos elementos da interface, tais como mudança de cor, tamanho e posição de janela. Assim, um dos recursos é desenvolver sistemas que permitam alterações em seu comportamento durante

a interação, oferecendo a cada usuário a possibilidade de ter a interface ajustada de acordo com as suas preferências, necessidades e intenções de uso (NERIS e BARANAUSKAS, 2010).

Uma interface é dita adaptável quando realiza adaptações no momento em que o usuário as requisita. Portanto, a interface que possibilita ao usuário definir, iniciar, selecionar e produzir a adaptação, assim como deixar que o sistema execute algumas dessas funções, é chamada de interface adaptável. Entretanto, as interfaces que apresentam o comportamento acima descrito, de maneira automática, são chamadas de interfaces adaptativas (HENRICKSEN E INDULSKA, 2001). Nesse sentido, é importante destacar que tais interfaces têm a função de proporcionar ao usuário um *layout* atualizado, subjetivamente interessante, com informações pertinentes, num tamanho e definição adequados ao contexto e em correspondência direta com os requisitos e preferências do usuário.

Para isso faz-se necessário, durante o processo de concepção de um projeto de interfaces, levar em consideração todas as partes interessadas no sistema em questão, como é o caso do usuário idoso na interação com *software* de celulares.

Segundo McKinley et. al (2004) duas frentes têm favorecido o aumento de pesquisas voltas a interfaces ajustáveis. Uma delas considera que o paradigma da computação móvel que deve ter a capacidade de se adaptar a diferentes contextos e tipos de dispositivos móveis. A outra frente faz referência ao crescimento da computação autônoma, a qual prioriza o desenvolvimento de *software* que tenham a capacidade de se autogerenciar, configurar e proteger, retirando das infraestruturas tecnológicas todas as suas potencialidades, com a necessidade de menos administração humana do que a que é atualmente requerida.

Nesse sentido, esta pesquisa adota na elaboração de aplicativos de celulares para idosos, o uso de um *framework* para o design de interfaces de usuário ajustáveis, denominado PLoRaL (NERIS e BARANAUSKAS, 2010). Esse *framework* está embasado nas áreas de Interação Humano-Computador e Semiótica Organizacional (LIU, 2000; TANG e KAO, 2005) e possui uma visão abrangente dos requisitos de interação, haja vista que inclui aqueles que são controversos ou minoritários e advindos não somente de usuários, mas também de diferentes dispositivos e ambientes de interação. Aspectos semânticos, pragmáticos e o impacto social da interação também são considerados. Ainda, o comportamento sob medida do sistema é modelado utilizando-se o conceito de normas (NERIS e BARANAUSKAS, 2011).

2.2.2 PLoRaL

Ao contrário de aplicações convencionais, na elaboração de sistemas sob medida, os projetistas devem prever as diferentes possibilidades de utilização, incluindo a evolução dos usuários e uso em diferentes dispositivos e ambientes. Essa necessidade exige uma visão sociotécnica, considerando uma compreensão mais ampla e profunda do domínio e do contexto de uso. Com o objetivo de apoiar o design de interfaces flexíveis, esta pesquisa fez uso de um *framework* que considera os requisitos de interação para a geração de representações de design e as especificações funcionais, incluindo o comportamento sob medida.

A adaptação envolve o conceito de "design para a mudança", oferecendo a flexibilidade de se adaptar a diferentes contextos organizacionais e de situações de uso alterados ou imprevistos (HENDERSON e KYNG, 1991). É importante observar que as atividades relacionadas com o conceito de adaptação envolvem não apenas mudanças superficiais nas interfaces do usuário, tais como mudar a cor ou o tamanho da fonte, apesar de incluí-los também. A visibilidade dos novos recursos que se tornam relevantes em novos contextos de utilização e otimização de tarefas também são possibilidades inerentes ao conceito de flexibilidade.

Diante do exposto, este trabalho se apoia no PLoRaL - um *framework* que apoia a concepção de aplicações sob medida. Essa estrutura está enraizada na Semiótica Organizacional; as ideias, as técnicas e métodos propostos estão organizados em três pilares que sustentam a elicitação dos requisitos de interação diversos, conforme pode ser observado na Figura 2.2.

Figura 2.2 - Pilares do PLuRaL.
Fonte: Neris e Baranauskas (2011).

A etapa inicial do primeiro pilar do *framework* diz respeito a definir as partes interessadas no sistema de acordo com as camadas que contribuem para clarificar o alcance da solução, conforme mostra o exemplo da Figura 2.3. Além disso, alguns dos atores mencionados irão interagir com o sistema, dando suporte ao início da próxima etapa do processo de design (NERIS e BARANAUSKAS, 2010).

Figura 2.3 - Partes interessadas.
Fonte: Neris e Baranauskas (2011).

Além disso, Neris e Baranauskas (2010) desenvolveram uma técnica baseada na *Collaborative Analysis of Requirements and Design* (CARD) (NERIS e BARANAUSKAS, 2010). Para a abordagem nesta pesquisa, foram definidos três tipos diferentes de cartões (para usuários, equipamentos e ambiente), conforme recomendado por Neris e Baranauskas (2010).

Esses cartões abordam características relacionadas às intenções de uso (impacto pragmático), aos termos de domínio (diferenças semânticas) e ao impacto social. Por conseguinte, o uso desses cartões permite a definição das diversidades, no que diz respeito às intenções de uso e de conhecimento sobre o domínio do sistema (NERIS e BARANAUSKAS, 2010). A Figura 2.4 ilustra um exemplo de cartão para um grupo de usuários.

User's group: Elderly patients		
Knowledge about the domain: ☐ none ☒ some ☐ expert		
Physical characteristics: - motor deficit - visual deficit - memory deficit	Used terms (in the domain): - neighborhood hospital - healthy service - infirmary	Affective questions: - do not go to the clinic impacts in sociability - "fear" computers - impatience
Known devices: - telephones - cell phones for voice - desktops	Intentions of use: - faster to appointments - independency	Consequences of use: - do not leave home to set up an appointment - self-fulfillment

Figura 2.4 - Cartão para a caracterização de grupo de usuários.
Fonte: Neris e Baranauskas (2011).

Ainda no primeiro pilar, a Escada Semiótica permite que informações (sinais), sejam vistas a partir de diferentes perspectivas (LIU, 2000; STAMPER, 1988), partindo do mundo físico, e indo até empírico, sintático, semântico, pragmática e, por fim a camada social. As três camadas na parte inferior da escada compõem a plataforma de TI, a base de um sistema, onde a maioria das pessoas centraliza sua atenção na concepção de sistemas, conforme pode ser observado no exemplo da Figura 2.5.

Figura 2.5 - Escada Semiótica.

Fonte: Neris e Baranauskas (2011).

Mundo Físico: as questões sobre essa camada estão relacionadas com o *hardware* que suporta o sistema, incluindo as rotas sobre as quais a informação é transmitida e também a capacidade da rota. Ou seja, essa camada diz respeito a todos os aspectos materiais de um sistema. Como exemplo de um problema pertencente a essa camada tem-se uma tela de celular muito sensível ao toque para determinadas situações, por exemplo, ao usar o dedo para rolar a agenda do celular e procurar um contato, pode-se acabar selecionando um contato indesejado.

Empírico: o empírico se relaciona com a codificação, de modo que o comportamento estatístico das mensagens possa ser combinado de maneira mais eficiente para as características estatísticas dos meios de comunicação (sinal para as taxas de erro). A principal questão sobre essa camada está relacionada com a codificação que permite um uso eficiente dos recursos de *hardware*. No estudo em questão, trata-se das questões de memória e tráfego na rede de telefonia, por exemplo.

Sintático: a estrutura formal de sinais diz respeito à camada sintática. Por exemplo, ter um caminho alternativo no celular para se enviar um SMS ou o tamanho dos elementos de interação.

As três camadas na parte superior da escada formam as Funções de Informação Humana, que dizem respeito às características da organização humana/social.

Semântico: esse domínio estabelece sinais com as ações que podem ser tomadas a partir deles, ou os significados que são sugeridos pelos elementos de um sistema. Aqui, a visão social do problema já é exigida como o significado que uma comunidade de usuários pode fazer a partir dos elementos relacionados a sua cultura e outros detalhes das suas origens. Por exemplo, um botão verde para salvar um contato na agenda do celular, sugere ao usuário permissão para realizar a ação.

Pragmático: essa camada está associada à intenção - seja a intenção que o desenvolvedor teve ao criar o sistema, a intenção do usuário em relação a ele, ou a comunicação intencional de mensagens. A compreensão do contexto dos usuários é essencial nesse domínio, uma vez que permite prever como eles pretendem usar o sistema. Para os idosos, as questões de independência e facilidade de uso devem ser priorizadas. A partir das observações feitas, percebe-se que as funcionalidades de ligar para um dado número (como um favorito) e salvar um contato devem ser simplificadas.

Mundo Social: a camada superior da Escada Semiótica consiste de normas que dirigem uma organização e seus ambientes. Isso inclui não só a legislação ou normas culturais e éticas, mas também os impactos que o sistema terá na sociedade. Neste estudo, os requisitos estão relacionados com a satisfação do usuário idoso e questões de inclusão digital e social.

No segundo pilar da Figura 2.2, há a formalização de requisitos funcionais, que é construída a partir de uma visão consistente sobre o domínio e que inclui normas que regem o comportamento dos usuários. Essa abordagem que está enraizada na semiótica organizacional traz um diagrama de ontologias, onde cada palavra ou expressão usada é um nome para padrões de comportamento no conjunto de ações e eventos na experiência dos agentes. Portanto, o diagrama de ontologias, definido no exemplo da Figura 2.6 é uma foto da realidade sobre um domínio específico em que o sistema (*software*) será incluído (NERIS e BARANAUSKAS, 2010).

Figura 2.6 - Diagrama de Ontologias.

Fonte: Neris e Baranauskas (2011).

Por fim, o terceiro pilar traz uma abordagem que define o design de interfaces flexíveis por meio da formalização de normas para o comportamento sob medida do sistema, conforme pode ser observado no exemplo da Tabela 2.2.

Tabela 2.2 - Exemplos de normas que representam o comportamento ajustável de um sistema.

Fonte: Neris e Baranauskas (2011).

device	Context		Condition		Tailorable behavior element and mode
	environment	users	functionality	representation	
Cell phone	any	any	any	any	(any, contrast)
Computer	any	elderly	set appointment	confirmation	(sound file, “confirmation.mp3”)
Computer	in the office	attendant	check appointment	appointment report	(language style, “formal_semantics.txt”) & (logo, Healthy ministry)

Essa etapa do PLuRaL contempla o esboço de interfaces de usuário, por meio de uma prática participativa. Segundo Neris e Baranauskas (2010), desenhos simples são insuficientes para representar a diversidade de elementos de um sistema sob medida, logo, uma abordagem mais formal precisa ser adotada. As normas definidas para a mudança expressam como os agentes se comportam na sociedade. Uma estrutura do formato proposto para as normas de comportamento foi utilizada, considerando contexto de uso, funcionalidades e elementos da interface (NERIS e BARANAUSKAS, 2011), conforme descrito a seguir:

WHENEVER (d, e, u) IF (f, r) THEN <system> IS <deontic operator> TO show $\Sigma(i, m)$

onde:

d: dispositivo

e: ambiente

u: usuário

f: funcionalidade

r: representação

i: elemento de interface

m: forma (posição, tamanho, forma, cor, tipo de instância)

Fazer uso de recursos tecnológicos para criar interfaces sob medida, repercute na redução de problemas devido à diversidade de possibilidades de interação. Nesse sentido, na próxima seção será abordada uma camada de *software* que apoia o desenvolvimento de soluções computacionais com maior adaptabilidade.

2.3 IMPLEMENTAÇÃO DE INTERFACES FLEXÍVEIS

Frente a uma abordagem que enfatiza o design para o maior número de usuários, é interessante investigar mecanismos que auxiliem no desenvolvimento de sistemas adaptativos e que possibilitem o acesso ao conhecimento e a informação, considerando a evolução dos usuários e a experiência com tecnologias.

2.3.1 Conceituação

Em sistemas distribuídos, *Middleware* é uma camada de *software* que opera entre as aplicações e o sistema operacional do receptor. Esse recurso tecnológico tem como objetivo facilitar o desenvolvimento, implantação e gerenciamento de aplicações distribuídas (COULSON et al., 2008), ocultando particularidades de camadas inferiores (compressão, transporte e modulação), permitindo a portabilidade para qualquer receptor digital que suporte o *middleware* (HUGHES et al., 2011). Cada sistema de transmissão utiliza um *middleware* específico para a sua plataforma, porém as aplicações se tornam compatíveis entre diferentes sistemas e receptores com a adoção de APIs padrões (UEYAMA et al., 2009).

O OpenCom (UEYAMA et al., 2009) possui vantagens em meio a outros *middlewares* em virtude de ser voltado para criar sistemas flexíveis em ambientes com recursos escassos (por exemplo, pouca memória). Além de poder ser usado em ambientes

heterogêneos, conforme será abordado de maneira mais detalhada a seguir. Outros *middlewares* como o Common Object Request Broker Architecture (CORBA) não são indicados para serem usados em dispositivos móveis, devido a sua robustez (SIEGEL, 1998), haja vista que o CORBA é uma camada de *software* que necessita de recursos de memória que a plataforma de um celular não dispõe.

Outra abordagem conhecida é o *Reflective Middleware for Mobile Computing* (ReMMoC) (GRACE, BLAIR e SAMUEL, 2003), que é uma plataforma de *middleware* reflexivo que se adapta dinamicamente, suporta SLP (VEIZADES et al., 1997), e permite a busca e interação com serviços web no ambiente móvel. Assim, uma aplicação móvel pode interagir com um serviço web que faça uso do protocolo UPnP (VEIZADES et al., 1997), sem considerar como deve ser feita a implementação.

Assim, como o tema desta pesquisa aborda soluções de *middleware* para interfaces adaptativas em dispositivos móveis, definiu-se o uso do *Middleware Adaptativo* OpenCom. Pois, essa camada de *software* suporta adaptação dinâmica, uma vez que os componentes da aplicação podem ser reconfigurados em tempo de execução. Logo, dependendo das necessidades do sistema, o *middleware* adapta-se às características dinâmicas do ambiente de execução (UEYAMA et al., 2009).

2.3.2 OpenCom

O OpenCom além de ser *open source*, possui uma arquitetura flexível, extensível e independente de linguagem. Sendo baseada em um *microkernel*, onde as funcionalidades são incrementadas quando solicitadas (UEYAMA et al., 2009). Por exemplo, esse *microkernel* pode ser estendido como um mecanismo de serviços web para aplicações que solicitam recursos de *web services*.

O OpenCom é um *middleware* genérico reflexivo e foi desenvolvido na Universidade de Lancaster (COULSON et al., 2008), levando em consideração algumas características, como as destacadas abaixo:

Independência de Domínio: uma tecnologia de sistemas de propósito geral deve fornecer apenas funcionalidades genéricas e fundamentais, que sejam independentes das necessidades de qualquer domínio em particular. Nesse sentido, é importante que o OpenCom seja capaz de construir *software* genéricos pertencentes a vários domínios, tais como: sistemas operacionais, *middlewares* e sistemas embarcados.

Independência de Dispositivo: o OpenCom é genérico suficiente e permite a criação de *software* para uma ampla variedade de plataformas, como por exemplo, PCs, set-top boxes e dispositivos móveis com recursos escassos – como as redes de sensores sem fio e os telefones celulares. Isso é alcançado em virtude ao uso do *microkernel* e a possibilidade de adicionar componentes com funcionalidades particulares para cada dispositivo.

Overhead Mínimo: devido a escassez de recursos, de alguns dispositivos (por exemplo: celulares), é necessário que o *Kernel* do OpenCom, não só utilize pouca memória mas também, o mínimo possível de outros recursos, como a CPU.

Com o intuito de atender tais requisitos, o OpenCom utiliza uma arquitetura baseada em componentes, ver Figura 2.7 e Figura 2.8. Segundo Coulson et al. (2008), cada funcionalidade do *software* desenvolvido é um componente que possui interfaces de serviços bem especificadas.

Figura 2.7 - Uso do OpenCom.

Para melhor compreensão do OpenCom é necessário entender o conceito de *Middleware* Reflexivo. Maes (1987) o define como sendo a manipulação de técnicas de Reflexão Computacional para criar *software* que possam ser configurados em tempo de execução. Sendo que, deve-se levar em consideração as necessidades de cada sistema, de acordo com Maes (1987), para que os *software* sejam adaptados às características dinâmicas do sistema.

Os componentes que proveem as funcionalidades são responsáveis por executar as funcionalidades para as quais a aplicação foi desenvolvida. Em uma calculadora, por exemplo, a operação de soma é um componente, enquanto a operação de subtração é outro

componente. Nota-se que um componente não é necessário para que o outro funcione, o que permite que o componente que não esteja em uso seja destruído da memória.

De acordo com Coulson et al. (2008), o *kernel* do OpenCom é responsável por gerenciar os processos necessários para executar os serviços de instanciação e ligação de componentes de carga. A sua função chave é carregar, instanciar e destruir cada componente, conforme a necessidade, em tempo de execução.

Acima do *kernel* há uma camada de extensões que amplia o modelo de programação básica (ver Figura 2.8). Coulson et al. (2008), afirma que essa camada desempenha o papel da adaptabilidade do OpenCom. As extensões são independentes e opcionais. Vale destacar que, as extensões são implementadas como componentes próprios, portanto, não há limite fundamental entre as extensões e a aplicação construída. Portanto, as extensões implementam funcionalidades particulares para cada dispositivo (por exemplo, instanciar os componentes escritos em java nos telefones celulares).

Os *frameworks* de componente contribuem com uma abordagem genérica para a estruturação e extensibilidade de *software* baseada em componentes. No OpenCom, um *framework* de componente está fortemente acoplado ao conjunto de componentes que, de acordo com Coulson et al. (2008), cooperam para a solução de problemas.

Figura 2.8 - Arquitetura do OpenCom.

Fonte: Coulson et al. (2008).

Outrossim, a Figura 2.9 ilustra como os componentes são carregados, instanciados e destruídos em tempo de execução. Cada componente é encapsulado em uma unidade de funcionalidade que, pode ser implantada em uma "cápsula" em tempo de execução.

Componentes interagem com outros componentes na cápsula exclusivamente por meio de pontos de interação, conhecidos como: "*interfaces*" e "*receptacles*" (UEYAMA et al., 2009). *Interfaces* são unidades de prestação de serviços oferecidos pelos componentes (COULSON et al., 2008). Os componentes podem suportar qualquer número de *interfaces*.

Segundo Coulson et al. (2008), os *receptacles* são “*interfaces necessárias*” que explicitam as dependências de um componente a outros componentes. Os componentes podem suportar qualquer número de *receptacles*. Nesse sentido, eles são fundamentais para apoiar outros módulos de implantação e a construção de *software* baseados na abordagem de componentes.

Figura 2.9 - Interação no OpenCom.

Fonte: Coulson et al. (2008).

2.3.2.1 Aplicando o OpenCom

Tendo analisado o funcionamento do OpenCom assim como o de sua arquitetura faz-se necessário explorar algumas pesquisas que tenham aplicado esse *middleware*.

Como o tema deste trabalho está relacionado a telefones celulares, a pesquisa intitulada *Exploiting a Generic Approach for Constructing Mobile Device Applications* (UEYAMA et al., 2009) foi selecionada como uma das aplicações do OpenCom a ser elucidada.

Esta pesquisa discute o uso de uma abordagem genérica para a construção de aplicações adaptativas em dispositivos móveis. Nesse sentido, Ueyama et al. (2009) afirmam que a reconfiguração em tempo de execução é uma característica fundamental para lidar com a heterogeneidade de *hardware* inerente a dispositivos móveis.

Para esse cenário em particular foi explorada a reconfiguração das tecnologias de rede, considerando a carga da bateria disponível no aparelho de celular. Para essa pesquisa assumiu-se que os dispositivos móveis suportam as tecnologias de rede sem fio: Bluetooth e Wi-Fi. Vale salientar que o Wi-Fi consome mais energia que o Bluetooth. Com esse

propósito, Ueyama et al. (2009) apresentou o OpenMob, um *framework* de desenvolvimento baseado em componentes. Essa aplicação inspeciona a carga da bateria do celular, para analisar se o Wi-Fi pode ser adotado como tecnologia de rede sem fio do dispositivo móvel. Portanto, como ilustra a Figura 2.10 caso haja carga suficiente, o OpenMob instancia os componentes que implementam o Wi-Fi. Todavia, se a carga da bateria for insuficiente para suportar o Wi-Fi; o Bluetooth é selecionado como a tecnologia de rede do celular.

Figura 2.10 - Configuração de Tecnologia de Rede no OpenMob.

Fonte: Ueyama et al. (2009).

Diante do exposto, o projeto OpenMob apresenta aplicações para uma ampla gama de dispositivos heterogêneos. Sendo que, com a abordagem do OpenCom tem-se a capacidade de adaptação, em tempo de execução. Essa característica é viável em virtude da noção estabelecida de carregar, instanciar e destruir cada componente, conforme a necessidade do dispositivo.

A seguir serão apresentadas algumas vantagens e discussões concernentes ao uso do OpenCom.

2.3.2.2 Vantagens do OpenCom

Em particular, o uso de um *middleware* genérico reflexivo elimina a necessidade de "reinventar a roda" ao aplicar uma única abordagem de componentização para domínios de novas aplicações construídas ou em ambientes de implantação.

O OpenCom oferece uma arquitetura flexível, extensível e independente de linguagem de programação. Uma vez que ao incluir mais uma camada sobre o SO facilitará a adaptabilidade das aplicações construídas nessa plataforma.

Devido a sua simplicidade e ao pouco uso de memória principal, essa camada pode ser facilmente utilizada em uma ampla gama de ambientes de implantação e serve de

base para a construção de sistemas reconfiguráveis. Isso facilita o ambiente de programação das aplicações móveis já que, tais ambientes possuem poucos recursos.

Outrossim, uma aplicação desenvolvida com base no OpenCom funciona em qualquer dispositivo ou sistema operacional, desde que esse tenha o *kernel* do OpenCom portado para tal dispositivo. No mais, para garantir a adaptabilidade, os sistemas necessitam das características de cada usuário, que podem ser capturadas por várias fontes, desde os dados cadastrais até a navegação observada do usuário na rede do sistema. Assim como, faz-se necessário definir o momento da mudança no comportamento do usuário e, um dos caminhos que se apresenta para essa definição é a cadeia de Markov.

2.3.3 Cadeia de Markov

Uma cadeia de Markov é um modelo matemático de um fenômeno aleatório evoluindo com o tempo de maneira que, um certo estado em um tempo futuro, depende exclusivamente do estado atual, não levando em consideração como o processo chegou a tal estado (MEYN e TWEEDIE, 1993). Logo, a cadeia de Markov é um processo aleatório caracterizado como sem memória: apenas o estado presente afeta o estado futuro (DYNKIN, KOVARY e BROWN, 2006).

Um exemplo da cadeia de Markov é mostrado na Figura 2.11, os círculos representam os estados e as setas representam uma transição de estado para outro com a sua respectiva probabilidade de transição.

Figura 2.11 - Exemplo da cadeia de Markov.

Para esta pesquisa, fez-se uso da medida de energia das cadeias de Markov (entropia).

No contexto desta pesquisa, a cada instante de tempo, o usuário possui um comportamento distinto. Por conseguinte, a cada momento, o comportamento do usuário é representado por uma nova cadeia de Markov, gerando então um conjunto de cadeias.

Além disso, realizou-se a medição de energia das cadeias de Markov utilizando entropia, com o objetivo de representar o perfil de usuário. Logo, para cada interação do usuário é gerada uma curva de energia das cadeias de Markov, a qual representa as alterações comportamentais do usuário idoso. A equação abaixo foi utilizada para o cálculo da entropia das cadeias de Markov (SHANNON, 1948).

$$E = - \sum_{i,j} p_{ij} \log_2(p_{ij})$$

Onde a entropia é igual a menos o somatório da probabilidade de um estado “*i*” ir para um estado “*j*”, multiplicado pelo *log* da probabilidade de um estado “*i*” ir para um estado “*j*”, na base 2.

Considerando as abordagens computacionais, o design de interfaces e os problemas apresentados pela literatura, é interessante se aproximar dos idosos com o intuito de entender suas peculiaridades e requisitos de interação. O próximo capítulo aborda a aplicação do *framework* PLoRaL e de um experimento exploratório com idosos, que visou apoiar o design de interfaces flexíveis, permitindo a formalização do comportamento ajustável da interface a cada perfil de usuário.

DESIGN DE INTERFACES FLEXÍVEIS PARA IDOSOS UTILIZANDO O PLuRaL

Com o objetivo de atender a diversidade de requisitos de interação do público idoso em uma abordagem flexível e alinhada com os preceitos do Design Universal, esta pesquisa adotou o PLuRaL como referencial na condução do processo de design. No entanto, entendendo que a literatura dá ênfase aos problemas de interação enfrentados pelos usuários idosos e pouco traz sobre a diversidade de requisitos presentes nessa população de usuários, decidiu-se por observar um grupo de idosos interagindo com celulares e, considerando-se os resultados desse experimento exploratório, pautar e enriquecer o processo de design recomendado pelo *framework*.

3.1 OBSERVAÇÃO DE IDOSOS EM INTERAÇÃO COM CELULARES

Visando conhecer mais sobre a interação de usuários idosos com celulares, um experimento exploratório foi executado com um conjunto de 10 idosos com idade entre 60 e 84 anos, escolaridade entre nenhuma e nível superior e diferentes experiências com o uso de tecnologias.

Essa seção descreve o planejamento, a execução e formaliza alguns resultados advindos do experimento exploratório. Esses resultados deram base ao processo de design de interfaces de celulares flexíveis para atender aos requisitos de interação do público idoso.

3.1.1 Planejamento do Experimento Exploratório

Para o planejamento do experimento exploratório que observou os idosos em interação com os telefones celulares, definiu-se quais os objetivos, a hipótese, a metodologia, o material e os dispositivos a serem utilizados para verificar a hipótese.

Hipótese: tendo como base os problemas encontrados na literatura, acredita-se que pela diversidade de situações problemáticas encontradas, deve-se corroborar a existência de situações específicas para a definição do design.

Objetivo: observar e analisar a interação do usuário idoso com aplicações de telefones celulares inteligentes e, identificar problemas de usabilidade e acessibilidade durante a interação com o dispositivo.

Metodologia aplicada: com o intuito de analisar a interação do usuário idoso com aplicações de telefones celulares, um grupo de usuários da terceira idade foi convidado a participar de uma prática de uso do celular. O objetivo da atividade era que esses usuários salvassem um contato na agenda do celular e ligassem para ele na sequência. A partir, dos dados obtidos na observação foi possível conduzir a formalização dos requisitos de interação no PLuRaL, desde os aspectos relacionados à questão física do dispositivo, até o impacto dessa interação com o mundo real e o comportamento ajustável de um sistema de celular para atender aos requisitos de interação dos idosos.

Material de apoio: para a condução do experimento exploratório foram preparados um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, um Questionário de Levantamento de Perfil e um Formulário de Observação do Participante. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ver Apêndice A) elucidava aos participantes o objetivo da pesquisa, a voluntariedade na participação e o caráter científico da mesma. O Questionário de Levantamento de Perfil (ver Apêndice B) possuía questões de cunho social e cultural que permitiram traçar o perfil desses usuários idosos. Por fim, o Formulário de Observação do Participante (ver Apêndice C) foi elaborado para auxiliar no experimento exploratório da interação do usuário com o celular. Ainda, além de fazer uso do formulário de observação, os participantes também estavam sendo filmados, para que todos os detalhes do estudo fossem analisados.

Dispositivos utilizados: os idosos foram organizados em duplas e durante a interação cada indivíduo da dupla recebeu um celular Samsung Galaxy 5 com sistema

operacional Android na versão 2.2. Os celulares estavam com a bateria carregada e com créditos para fazer ligações.

3.1.2 Execução

O experimento exploratório com idosos e *smartphones* aconteceu em um CRAS na cidade de São Carlos-SP, ver Figura 3.1(a). Esses usuários fazem parte de um grupo que realiza atividades físicas para a terceira idade, como dança e teatro. Em paralelo à essas atividades, 10 pessoas foram convidadas a participar de algumas tarefas de interação com o celular, descritas a seguir.

Inicialmente foram levantados os perfis desses usuários. Além disso, foi possível constatar que os usuários que não possuíam alguma escolaridade, ou nunca usaram o celular, ou usaram apenas para atender chamadas. Todavia, os usuários com nível superior ou ensino médio completo além de realizarem chamadas também enviam mensagens, tiram fotos e jogam no celular. Vale destacar que havia um usuário que apresentava o Mal de Alzheimer, que segundo o instrutor do grupo, estava em estágio avançado.

Os participantes trabalharam em duplas sendo que cada indivíduo possuía um celular, ver Figura 3.1 (b). Durante o teste. A dupla permaneceu sentada lado a lado durante a interação com o celular. Além disso, foi mostrado para esses usuários um papel com o nome e o número do telefone de uma pessoa, para que eles salvassem aquele contato na agenda do celular e depois ligassem para o número em questão.

Figura 3.1 - (a) Local onde o experimento ocorreu e (b) idosa interagindo com o celular.

Ao mesmo tempo em que os usuários realizavam a tarefa no celular os pesquisadores que conduziram o experimento exploratório preenchiam um formulário de observação com questões do tipo: Precisou de ajuda para começar a tarefa? O tamanho da tela está adequado para os itens? A sequência de ações para salvar o contato: Contatos > Novo contato > Salvar no telefone > Inserir dados > Salvar. Está adequada? Tais informações estão compiladas no Apêndice D.

Ainda, os idosos foram informados de que, caso fosse necessário, poderiam auxiliar ou pedir ajuda ao amigo da dupla. O número discado era de um telefone fixo, que direcionava para a secretária eletrônica, onde estava gravada uma mensagem de agradecimento pela participação.

Para a definição das duplas foi feita uma análise dos perfis levando em consideração idade e escolaridade. Portanto, conforme pode ser observado na Tabela 3.1 e de maneira mais detalhada no Apêndice E, pessoas com faixas etárias semelhantes e níveis de escolaridade próximos foram agrupadas. Após a conclusão das tarefas os autores faziam uma discussão com a dupla, levantando questões relacionadas à interação e às dificuldades enfrentadas durante a interação com o celular.

Tabela 3.1 - Perfil dos usuários.

Dupla	Sexo	Idade	Origem	Escolaridade	Mora sozinho	Tem telefone fixo em Casa	Tem Celular
D1	F	81	BA	Nenhuma	Não (c/filha)	Sim	Não (nunca usou)
	F	84	SP	Nenhuma	Não (c/filho)	Não (mas, sabe usar)	Não (usou da nora)
D2	F	76	SP	Nenhuma	Não (c/filho)	Sim (liga p/filhos)	Não (usou das filhas)
	F	74	SP	1ª a 4ª série	Não (c/filha)	Sim	Sim
D3	F	65	SP	1ª a 4ª série	Não (c/filho e netos)	Sim (liga p/irmã e amiga)	Não (nunca usou)
	M	69	BA	1ª a 4ª série	Não (c/esposa)	Sim (esposa que usa)	Não (esposa tem)
D4	F	66	SP	1ª a 4ª série	Sim	Sim (liga p/filhos)	Não
	F	60	MG	1ª a 4ª série	Não (c/filha)	Sim (liga p/filhos)	Sim
D5	F	62	SP	Ensino Médio	Sim	Sim	Sim
	F	60	SP	Superior (Professora de Português)	Não (c/mãe)	Não	Sim

3.1.3 Resultados da Observação

Durante a execução dos testes foi possível observar que os usuários apresentaram várias dificuldades na interação com o celular. Um dos participantes da D1 destacou que: “A tela é muito sensível ao toque, por isso causa muitos erros e o caminho percorrido para executar a tarefa solicitada é muito longo”. A sensibilidade ao toque que o usuário se refere, diz respeito a realizar toques involuntários na tela do celular e então o mesmo fazer ações não desejadas.

Com exceção da usuária de 60 anos que possuía nível superior de escolaridade, todos os outros usuários precisaram de ajuda para executar a tarefa de salvar e ligar para um contato. Além disso, nenhum deles interagiu com o amigo da dupla.

Com relação ao tamanho da tela uma das integrantes da D4 disse que: “Não estava adequado e que isso dificultava a interação”. Outra usuária da D2 explicitou que: “O espaço para o cadastro do contato é muito pequeno, logo não tem uma noção geral da tela de cadastro”. Como o celular usado era *touch screen*, as mulheres que possuíam unha longa, como observado na Figura 3.2 (a), apresentaram dificuldade para concluir as tarefas com sucesso.

A D5 destacou também que: “Deve-se manter um padrão para a posição dos botões, pois isso acaba confundindo as pessoas”. No que diz respeito ao tamanho das teclas todos os participantes acharam que não estava adequado, pois os erros eram constantes. A D4 explicitou que: “Quando se tenta tocar em uma letra ou número acaba se acertando no mais próximo, pois as teclas são muito pequenas”, conforme pode ser observado na Figura 3.2 (b). Outrossim, a D2 e a D5 afirmaram que: “as teclas são muito pequenas para os dedos, por isso temos que repetir uma ação várias vezes”.

Figura 3.2 - Usuárias idosas tentando interagir com celular.

Outro problema observado na interação dos idosos com o celular tem relação com o uso de cores. A maioria das duplas destacou que não gosta de interfaces monocromáticas. Nesse sentido a D2 destacou que: “Essas cores predominantemente preto e branco dificultam a leitura e não dão o devido destaque para as coisas mais importantes, como é o caso do texto – Insira o Nome”. Ainda, a D4 disse que: “A interface deveria ser mais colorida, como é o caso do botão salvar que poderia ser verde e não cinza”.

Com relação a sequência de ações foi possível observar que a D2 teve bastante dificuldade para seguir uma sequência lógica até o objetivo final da tarefa, sendo que uma delas explicitou que: “Há muitos níveis para se concluir a tarefa”. Diferentemente da dupla D2 que não possui escolaridade alguma, a integrante da D5 que tinha nível superior realizou a tarefa solicitada de acordo com a sequência de ações padrão do dispositivo e obteve sucesso.

3.2 DESIGN DE INTERAÇÃO FLEXÍVEL DE IDOSOS COM CELULARES

Tendo sido executado o experimento da interação dos idosos com telefones celulares foi possível perceber as diferentes necessidades de interação desse grupo de indivíduos. Assim, visando desenvolver soluções que sigam as premissas do Design Universal (CONNELL et al. 1997), os 3 pilares do PLuRaL foram aplicados.

Conforme foi abordado no Capítulo 2 deste trabalho, o primeiro pilar do PLuRaL tem como objetivo clarificar as diferenças entre os potenciais usuários, dispositivos e ambientes em que o sistema possa ser usado. Essa etapa destina-se a esclarecer o problema e definir possíveis soluções. Logo, o gráfico mostrado na Figura 3.3 consiste de personagens que se enquadram em camadas denominadas de partes interessadas na solução do sistema. As camadas listadas consideram a comunidade e espectadores onde tem-se, por exemplo, a ANATEL e ABNT e a SBC; consideram também o mercado, os parceiros e os concorrentes, como é o caso dos vendedores de celular e dos desenvolvedores de *software* para celular e na esfera mais próxima ao FlexInterface está a contribuição e os atores responsáveis que são a equipe de pesquisa, os programadores e os designers. O FlexInterface é uma solução computacional proposta nesta pesquisa que prove interfaces flexíveis com base nas normas definidas nesse capítulo, essa abordagem está descrita de maneira mais detalhada no Capítulo 4 deste trabalho.

Figura 3.3 - Partes interessadas na solução do sistema.

Ainda, no primeiro pilar do PLuRaL aplicou-se uma técnica baseada na *Collaborative Analysis of Requirements and Design* (CARD), definida Neris e Baranauskas (2010) e descrita no Capítulo 2. O exemplo mostrado na Figura 3.4 consiste de características de usuários idosos de celulares, considerando as funcionalidades do celular. Os aspectos listados consideram déficits de visão como uma característica física possível, a facilidade na utilização como um objetivo de uso e a satisfação do usuário que utiliza o celular. Além disso, é possível notar que o cartão traz consigo uma especificação geral, desde as características mais simples até as mais essenciais. No campo "questões afetivas", por exemplo, é possível destacar a impaciência para aqueles usuários inquietos ao usarem o celular, mas também a falta de curiosidade ou interesse em manipular esse dispositivo, ou por ser algo novo, ou por terem receio em quebrá-lo.

Já o cartão para os dispositivos leva em consideração características relacionadas à entrada e saída de informações, por exemplo, teclado e tela; aspectos físicos, como é caso do tamanho da tela e a capacidade de processamento e quantidade e memória.

Ainda, o cartão para o ambiente se caracteriza por questões de disponibilidade de ligação à rede de comunicação, sinal da operadora de celular e luminosidade. Os cartões podem ser preenchidos por uma pessoa, ou por alguns designers, ou também em uma prática

participativa (NERIS e BARANAUSKAS, 2010). Além disso, campos adicionais podem ser incluídos no cartão de acordo com a necessidade do projeto, e por fim os cartões podem ser agrupados para a formação de um “quadro de contexto”.

Grupo de Usuários: **Pessoas Idosas**

Conhecimento sobre o Domínio: () Nenhum (X) Pouco () Muito

Características Físicas: <ul style="list-style-type: none"> - Déficit de Visão - Déficit Físico Motor - Déficit de Memória 	Termos de Domínio: <ul style="list-style-type: none"> - Mensagem - Aparelhinho - Tá Chamando - Nº dos Conhecidos 	Questões Afetivas: <ul style="list-style-type: none"> - Impaciência - Medo do Dispositivo - Falta de Curiosidade/Interesse
Dispositivos: <ul style="list-style-type: none"> - Celular - Telefone Fixo - Controle da Tv 	Intenções de Uso: <ul style="list-style-type: none"> - Independência - Comodidade - Facilidade de Uso 	Consequência de Uso: <ul style="list-style-type: none"> - Satisfação - Inclusão Digital e Social

Figura 3.4 - Cartão para a caracterização de um grupo de usuários.

A última etapa do primeiro pilar detalha o contexto de uso e suas especialidades, conforme foi destacado no Capítulo 2 desta dissertação, por meio de requisitos de interação com a interface (NERIS e BARANAUSKAS, 2010). Esses requisitos são formalizados com o auxílio da Escada Semiótica (STAMPER, 1988). Assim, considerando o experimento exploratório com os idosos e as informações preenchidas nos cartões para os usuários, equipamentos e ambiente, foi possível estabelecer e distribuir os requisitos de interação nas camadas da Escada Semiótica.

A Figura 3.5 ilustra uma escada parcialmente preenchida no contexto da interação de usuários idosos com aplicativos para celulares. Requisitos de adaptação ao telefone celular, do tamanho da tela (mundo físico), oferecendo alternativas de aumento do texto, para melhor visualização (empírico), permitindo uma estrutura de navegação mais acessível (sintático), oferecendo uma chamada aos contatos mais simples e significativa (semântico), reduzindo a ansiedade e aumentando a curiosidade pelo dispositivo (pragmático) e proporcionar integração social (mundo social) foram mencionados.

Figura 3.5 - Escada Semiótica com os requisitos para a interface ajustável.

Por meio das técnicas e abordagens vistas foi possível ter uma visão consistente do domínio, oriunda do contexto social levantado. Nesse sentido, o segundo pilar do PLuRaL leva os designers a definirem as funcionalidades da aplicação que terão comportamento ajustável e que por meio da descrição de casos de uso e ontologias para o domínio abordado podem ser sistematizadas (NERIS e BARANAUSKAS, 2011). Todavia, para esta pesquisa o design de interfaces sob medida foi definido para funcionalidades já implementadas no celular. Logo, as funcionalidades que dizem respeito a salvar/editar contatos nos celular e realizar chamadas foram definidas para apresentar a característica adaptativa em suas interfaces.

Portanto, tendo em vista que as funcionalidades já estão definidas; o terceiro pilar do PLuRaL é aplicado para determinar o comportamento ajustável, incluindo a sequência de ações e os fluxos alternativos.

Com o objetivo de reunir propostas de design que cumpram os requisitos apresentados na Escada Semiótica do primeiro pilar, a última etapa do *framework* define por meio de um conjunto de características dos usuários, dispositivos e ambientes, o comportamento do sistema. Logo, um sistema que possua funcionalidades específicas e uma representação particular, poderá ter uma única funcionalidade sendo representada por diferentes interfaces de usuário.

Não obstante, sendo estabelecido o comportamento ajustável, é possível caracterizar de maneira consistente as ações e caminhos alternativos para a interação com os celulares. Nesse pilar uma grande diversidade de ajustes podem ser modelados, conforme descrito na Tabela 3.2, onde designers podem mencionar situações tão simples como toda vez que um usuário for discar um número e cometer erros de digitação recorrentes esse teclado deve ser reconfigurado para um tamanho mais apropriado para esse usuário.

Tabela 3.2 - Normas que representam o comportamento de um sistema flexível de celular para atender a diversidade de requisitos de usuários idosos.

Contexto			Condição		Comportamento Ajustável
Dispositivo	Ambiente	Usuário	Funcionalidade	Representação	Elemento e Forma
Celular	Qualquer	Idoso com déficit de visão	Discar	Teclado	Aumentar teclado
Celular	Qualquer	Idoso com déficit físico motor	Discar	Tecla	Maior distância entre as teclas
Celular	Qualquer	Idoso com média escolaridade	Salvar	Formulário	Policromático
Celular	Qualquer	Idoso com baixa escolaridade	Salvar	Formulário	Mais visível durante o preenchimento
Celular	Qualquer	Idoso experiente no uso de celulares	Botões	Salvar / Cancelar	Mais significativos
Celular	Qualquer	Idoso com alta escolaridade	Botões	Apagar	Mudar posição do botão apagar
Celular	Qualquer	Idoso com déficit de memória	Buscar contato	Lista de contatos / Índice	Aumentar o tamanho das letras

A observação dos idosos endossou a caracterização do público em questão o que pautou e enriqueceu a formalização de requisitos de interação com telefones celulares. Para a abordagem desta pesquisa destaca-se o desenvolvimento de sistemas que se adaptem a várias necessidades; atendendo a requisições provenientes de diferentes usuários, diversos dispositivos e de mudanças nas condições ambientais. Diante do exposto, este trabalho não considerou em suas implementações apenas as necessidades médias, mas primordialmente as diversidades, conforme está descrito no próximo capítulo.

IMPLEMENTAÇÃO DE INTERFACES FLEXÍVEIS PARA IDOSOS UTILIZANDO O FLEXINTERFACE

Frente ao conjunto de normas que foram definidas, no Capítulo 3, para o design de interfaces flexíveis de usuários idosos foi desenvolvido um protótipo funcional que proporciona a adaptação das interfaces ao público idoso em tempo de interação. Com base no *Middleware Adaptativo OpenCom* desenvolve-se o FlexInterface, um *framework* que auxilia na implementação de interfaces flexíveis. Logo, por meio desse recurso é possível ter interfaces de telefones celulares se adequando a diferentes perfis de usuários idosos.

4.1 FLEXINTERFACE

Esta pesquisa discute o uso de uma abordagem genérica para a construção de aplicações adaptativas em dispositivos móveis. Nesse sentido, Ueyama et al. (2009) afirmam que a reconfiguração em tempo de execução é uma característica fundamental para lidar com a heterogeneidade de *hardware* inerente a dispositivos móveis.

Sendo assim, a partir da definição do design de interfaces flexíveis que atendem a diversidade de requisitos dos idosos na interação com telefones celulares (GONÇALVES, NERIS e UEYAMA, 2011) foi possível desenvolver uma camada de *software* denominada de FlexInterface baseada no modelo de componentes do OpenCom (UEYAMA et al., 2009).

O FlexInterface é genérico e apresenta uma arquitetura flexível, extensível e independente de linguagem. Sendo baseada em um microkernel, onde as funcionalidades são incrementadas quando solicitadas. Nesse contexto, foi desenvolvido o ElderlyFlex que é um componente genérico e reflexivo do FlexInterface que possui dois receptáculos denominados de FlowScreen e o ProfileChecker, conforme pode ser observado na Figura 4.1.

O FlowScreen é responsável por armazenar a sequência de ações/telas que um determinado perfil de usuário idoso possui para que possa realizar uma tarefa no dispositivo. Portanto, com o FlowScreen é possível, por exemplo, determinar uma sequência de telas específica para idosos com baixa escolaridade cadastrarem um contato na agenda do telefone celular (Fluxo de ações/telas: Cadastrar Nome > Cadastrar Telefone > Salvar Contato).

Figura 4.1 - Componente ElderlyFlex e seus receptáculos.

Outrossim, o ProfileChecker recebe os dados da interação do usuário e baseado neles define o tipo de perfil mais adequado, para então determinar se será necessária a reconfiguração dos componentes do FlexInterface.

4.2 FLEXINTERFACE NO CONTEXTO DOS IDOSOS

O FlexInterface é um *framework* que apoia o desenvolvimento de interfaces flexíveis, permitindo que a aplicação se adeque às necessidades do usuário durante a sua interação com o mesmo.

No contexto da diversidade de requisitos levantada no experimento exploratório com idosos, descrito no Capítulo 3, que definiu um conjunto de normas para o comportamento ajustável das interfaces, selecionou-se dois perfis distintos de usuários idosos: idoso com escolaridade até a 4ª série (baixa escolaridade) e idoso com escolaridade acima da 4ª série (alta escolaridade).

Atendendo a tais requisitos utilizou-se o FlexInterface com a finalidade de prover a adaptabilidade das interfaces. Nesse sentido, além da mudança de fluxo de ações/telas e dos elementos da interface foi necessário que ocorressem mudanças na estrutura e no tamanho do teclado. Devido a isso se estendeu o ElderlyFlex do FlexInterface para que tivesse um

receptáculo que fosse possível carregar o componente de teclado adequado ao perfil determinado pelo ProfileChecker, conforme pode ser observado na Figura 4.2.

Figura 4.2 - Cenário de interação de componentes FlexInterface.

Sendo assim, atendendo aos requisitos do usuário idoso o teclado é representado por três componentes: o padrão, o para idosos de baixa escolaridade e os de alta escolaridade (DefaultKeyboard, LowEducationKeyboard e HighEducationKeyboard respectivamente). Dependendo do modo como o usuário interage com a aplicação, o ProfileChecker define, em tempo de execução, o perfil mais apropriado e faz com que o ElderlyFlex se conecte ao componente de teclado mais adequado ao perfil.

Os componentes que representam os teclados apresentam a mesma interface denominada IKeyboard que se conecta ao receptáculo do ElderlyFlex. Tal interface fornece as características básicas de um teclado e permite que outros tipos de teclados possam ser definidos e ligados em tempo de interação ao ElderlyFlex. Um comparativo visual entre um teclado padrão do Android e um teclado ajustável ao perfil dos idosos é apresentado na Figura 4.3.

Figura 4.3 - (a) Teclado padrão; (b) Teclado adaptado.

Considerando a arquitetura do FlexInterface, foram desenvolvidos componentes que dizem respeito ao fluxo de telas denominados de FlowScreen. Para esse cenário em particular foi possível explorar a reconfiguração do fluxo de ações/telas. Nesse caso, o ProfileChecker define o perfil de interação e analisa se o uso de um novo layout com fluxo diferente de ações, pode ser adotado para a interface naquele momento.

Sendo assim, no cenário em que o componente de fluxo de telas/ações padrão (DefaultFlow) está carregado e devido a uma mudança no padrão de interação do usuário, por exemplo, o ProfileChecker pode definir que o padrão para idosos de baixa escolaridade é o mais adequado, então o componente de fluxo padrão será desconectado e destruído, liberando memória; e o componente de fluxo de telas/ações para baixa escolaridade (LowEducationFlow) será criado e conectado ao ElderlyFlex, tornando a aplicação adequada ao novo padrão de interação.

Vale ressaltar que, agregado à reconfiguração do fluxo de telas/ações, as telas de cada fluxo trazem consigo a formatação do layout da interface, da posição dos botões, das cores e do acesso por voz, conforme pode ser observado na Figura 4.4; sempre seguindo as normas definidas no Capítulo 3 com o uso do *framework* PLaRaL.

Figura 4.4 Telas do celular.

4.3 ADAPTAÇÃO DE INTERFACES UTILIZANDO ENTROPIA

Frente ao objetivo de reconfigurar a interface em tempo de execução, alguns dados de interação do usuário com a aplicação precisam ser coletados com o intuito de traçar um perfil de comportamento do idoso. Baseado nessas características é possível determinar o momento em que a interface deve ser ajustada às necessidades e intenções de uso do público alvo.

Nesse sentido, para definir o momento da reconfiguração da interface, a abordagem descrita neste trabalho gera um conjunto de cadeias de Markov ao decorrer da

interação do usuário com a interface. Esse conjunto é utilizado para medir a variação de entropia dessas cadeias representando assim o padrão de comportamento que poderá ser utilizado para verificar se é necessária uma alteração na interface.

Para os primeiros experimentos foram utilizados dados de interação do teclado. A partir desses dados foram geradas as cadeias de Markov para representar cada instante de interação. Para esse contexto, as cadeias apresentam somente dois estados, o estado “ACERTO” em que o usuário clica na tecla desejada, ou seja, faz uma ação esperada sem erros; e o estado “ERRO” no qual o usuário realiza uma correção no texto previamente digitado, ou seja, ele apaga um caractere.

Diante do exposto, foram sintetizadas as cadeias de Markov utilizando a medida de entropia. Com uma alta variação da entropia constata-se uma novidade no comportamento de interação do usuário com a interface, logo nesse instante é possível verificar se tal novidade foi causada pelo excessivo número de erros num curto período de tempo. Caso essa situação ocorra, uma reconfiguração da interface será realizada visando atender às preferências, necessidades e intenções de uso do idoso.

Nesse sentido, para definir o momento da reconfiguração da interface, a abordagem descrita neste trabalho gera um conjunto de cadeias de Markov ao decorrer da interação do usuário com a interface. Esse conjunto é utilizado para medir a variação de entropia dessas cadeias representando assim o padrão de comportamento que poderá ser utilizado para verificar se é necessária uma alteração na interface, conforme pode ser observado no gráfico da Figura 4.5.

Figura 4.5 - Gráfico da variação da entropia.

O comportamento demonstrado no gráfico reflete o padrão de interação do idoso representado pela variação da entropia. Nesse sentido, tem-se que o eixo x representa o número de interações com o teclado e o eixo y representa a variação da entropia das cadeias de Markov, referente ao comportamento do usuário. A partir deste gráfico percebem-se mudanças abruptas na variação da entropia, representadas pelos picos observados no gráfico. Tais mudanças repentinas são causadas por uma alteração no comportamento do usuário podendo exigir uma reconfiguração na interface para atender melhor as necessidades do idoso. Para que a reconfiguração da interface aconteça é verificado o estado atual da interação, logo, caso esse estado seja o “ERRO”, faz-se necessário uma mudança nos elementos da interface.

Além disso, o gráfico mostrado na Figura 4.5, traz diferentes variações na entropia e considerando a média dessas variações e o desvio padrão (FRANK e ALTHOEN, 1994), tem-se o intervalo de confiança (IC), de tal maneira que permita definir que o verdadeiro valor do parâmetro (no caso a média) está contido dentro do intervalo: $-3 \sigma_{\bar{X}} \leq \bar{X} \leq +3 \sigma_{\bar{X}}$ (BURDICK e GRAYBILL, 1992). O qual determina o momento em que a variação da entropia é maior que o IC (conforme demonstrado pela reta da Figura 4.5 e determinado pela

equação a seguir), logo deve-se considerar que houve novidade no comportamento do usuário, determinando que a alteração na interface deve ocorrer.

$$[I.C._{0,997}] = \bar{X} \pm \sigma_{\bar{X}}$$

Assim sendo, para a abordagem neste trabalho definiu-se o valor da variação da entropia para que houvesse a mudança na interface com base no IC. Essa medida foi determinada a partir da média ($\bar{X}$) e do desvio padrão (σ) da variação da entropia. Nesse contexto, foram considerados três desvios padrões, caracterizando um IC de 99,7% (SCHEFLER, 1988), com o intuito de aumentar a garantia de que realmente houve uma novidade no comportamento do usuário.

4.4 AVALIAÇÃO DO FLEXINTERFACE

Essa avaliação mede o desempenho e sobrecarga incorrida pelo FlexInterface em um *smartphone* Samsung Galaxy 5 GT-I5500B com SO Android na versão 2.2, conforme pode ser observado na Figura 4.6. Ele possui um processador Quad Band (850 + 900 + 1800 + 1900 MHz) e tem 184MB de memória RAM, juntamente com um 32GB de armazenamento (microSD).

Figura 4.6 - Plataforma de simulação: Samsung Galaxy 5 GT-I5500B

Esse teste tem por objetivo analisar o impacto global ao implantar o FlexInterface em um dispositivo com recursos escassos. Para isso, processar as mesmas medidas realizadas

acima, ou seja, calcular a sobrecarga tomada para carregar e instanciar componentes FlexInterface e compará-los com os dos objetos Java.

A Tabela 4.1 mostra uma comparação entre a utilização de componentes FlexInterface e objeto Java. O tempo medido para carregar um único componente nulo FlexInterface é de 12 μ s. Já um único objeto nulo Java, ou seja, sem implementação do método, necessita de 58 μ s. A grande sobrecarga incorrida pelo Java é atribuído principalmente ao tempo necessário para ler o objeto a partir do disco.

Tabela 4.1 - Desempenho do FlexInterface no Samsung Galaxy 5 GT-I5500B

Operação	FlexInterface	Objeto Java
Tempo de Carregamento	12 μ s	58 μ s
Tempo Instanciação	452 μ s	10 μ s

No processo de instanciação, um componente nulo FlexInterface levou 452 μ s em relação a 10 μ s levados para instanciar um objeto nulo Java. As diferenças na presente medição podem ser atribuídas ao maior tamanho do arquivo que é exigido pelos componentes FlexInterface ao armazenar a informação para os meta dados. Além disso, também pode ser atribuída ao mecanismo de instanciação complexo que é empregado pelo FlexInterface, que inclui o tempo necessário para armazenar a informação do componente, suas interfaces e seus receptáculos no registro. O registro mantém todas as informações dos componentes, interfaces e receptáculos manuseadas pelo kernel FlexInterface, devido a isso, novas instanciações de componentes, interfaces e receptáculos previamente instanciados levam um tempo desprezível em sua instanciação. Nota-se que a sobrecarga do FlexInterface em relação ao Java não é muito diferente quando a soma da carga, os tempos de instanciação e o mecanismo de registro do FlexInterface são considerados.

O gráfico da Figura 4.7 mostra um comparativo entre o uso de memória de componentes FlexInterface e objeto Java. O uso de memória de um objeto Java nulo é de 39 bytes e de um componente da FlexInterface sem receptáculo e sem interface é 52 bytes, verifica-se que o uso de memória são praticamente iguais, mesmo que o componente seja mais complexo do que um objeto Java nulo. A partir desse gráfico verifica-se que um receptáculo usa aproximadamente 3 bytes e uma interface 5 bytes. Logo, é possível inferir que um componente FlexInterface com receptáculo ou com interface não consome muita memória se comparado a um objeto Java nulo.

Figura 4.7 - Consumo de memória do FlexInterface.

Com o objetivo de atender a diversidade de requisitos de interação do público idoso em uma abordagem flexível e alinhada com os preceitos do Design Universal Universal (CONNELL et al. 1997), este trabalho desenvolveu o FlexInterface que, baseado no modelo de componentes do OpenCom (UEYAMA et al., 2009), apoia o desenvolvimento de interfaces adaptativas para telefones celulares, permitindo que a aplicação se adeque às necessidades do usuário idoso durante a sua interação com o dispositivo. Todavia, faz-se necessário testar essa solução por especialistas em avaliação de interfaces. Diante do exposto, definiu-se uma abordagem para avaliar interfaces flexíveis nesse contexto e avaliou-se os sistemas com o FlexInterface. A partir dessa inspeção, foi possível verificar se a implementação do comportamento ajustável das interfaces, definido no Capítulo 3, está adequada à diversidade de requisitos dos usuários idosos (GONÇALVES, NERIS e UEYAMA, 2011).

AVALIAÇÃO DAS INTERFACES FLEXÍVEIS POR ESPECIALISTAS

Segundo Bevan (1999) e Henry e Grossnickle (2004), para desenvolver aplicações que atendam às preferências e necessidades dos usuários idosos é essencial melhorar os processos de design, incorporando diretrizes que abordem a usabilidade e a acessibilidade com foco nesse público (SHNEIDERMAN, 2000).

O projeto de sistemas sob medida exige novas metodologias de avaliação (GONÇALVES et al., 2011) para lidar com as diferentes necessidades e funcionalidades que podem ser alteradas durante a vida do seu uso. Apesar de haver na literatura alguns trabalhos relacionados com o design de aplicações flexíveis para idosos em celulares (GONÇALVES, NERIS e UEYAMA, 2011; OLWAL, LACHANAS e ZACHAROULI, 2011), pouco se encontra sobre a avaliação dessas aplicações. Nesse contexto, esta pesquisa traz uma abordagem analítica que apoia a avaliação de interfaces flexíveis em telefones celulares no contexto dos idosos.

A abordagem proposta foi avaliada em um estudo de viabilidade no qual as interfaces flexíveis definidas no Capítulo 4 foram inspecionadas. Os resultados sugerem que a abordagem proposta permite a identificação de problemas de maneira rápida e barata, como ocorre em outros métodos de inspeção (por exemplo, NIELSEN, 1993). Considerando que essa estrutura envolve o conceito de "design para a mudança", e está enraizada no Design Universal (CONNELL et al., 1997), é interessante avaliar de maneira criteriosa sistemas que permitam o acesso ao conhecimento e a informação.

As ideias, técnicas e métodos abordados nessa proposta estão organizados em quatro etapas que conduzem o processo de avaliação de interfaces sob medida para o público

idoso, conforme pode ser observado na Figura 5.1. A primeira etapa dessa estrutura diz respeito à determinação dos objetivos da avaliação; às heurísticas específicas para o contexto dessa proposta; ao perfil dos avaliadores e ao teste piloto.

A segunda etapa considera o momento em que os avaliadores conhecem a abordagem analítica, as interfaces flexíveis que serão avaliadas e a diversidade de perfis idosos considerada. Na terceira etapa os especialistas aplicam individualmente a avaliação. Por fim, na quarta etapa, um relatório de problemas para cada interface sob medida é gerado, resultante de discussões realizadas pelo grupo de avaliadores acerca dos problemas levantados na análise individual. As atividades propostas em cada etapa são descritas de maneira mais detalhada nas subseções a seguir.

Figura 5.1 Estrutura da abordagem analítica.

5.1 PREPARAÇÃO DA AVALIAÇÃO

O objetivo da primeira etapa é definir como ocorrerá a avaliação delimitando os objetivos e a hipótese da inspeção e selecionando os especialistas que participarão do processo. Nesse momento também é importante estruturar as heurísticas específicas para essa abordagem por meio de perguntas que visem melhor ilustrar cada um dessas diretrizes. Definir os locais onde ocorreram as atividades individuais e em grupo. Assim como, aplicar um teste piloto das interfaces ajustáveis para verificar possíveis problemas técnicos.

Sendo assim, nessa etapa da abordagem analítica é onde os objetivos da avaliação ficam mais claros e fáceis de serem definidos, com o intuito de que os avaliadores entendam as preferências e necessidades dos usuários idosos, garantindo que as interfaces flexíveis sejam testadas quanto à consistência.

Na tentativa de alcançar os objetivos propostos, questionamentos pertinentes devem ser levantados e respondidos. Para abordagens desse tipo, Preece, Rogers e Sharp (2005) ressaltam que perguntas genéricas, como “o sistema é difícil de navegar?” e “a terminologia utilizada é confusa?”, devem ser divididas em subperguntas mais específicas.

Outro tópico importante dessa etapa diz respeito às questões operacionais. Deve-se definir o material de apoio com a lista de heurísticas específicas, a tabela com as severidades e a tabela para o levantamento dos problemas. O ambiente para a realização das avaliações individuais e discussões em grupo, equipamentos e a seleção dos especialistas. Por fim, deve-se aplicar um teste piloto na interface sob medida, onde um dos especialistas realiza a avaliação, a fim de verificar possíveis problemas técnicos no que diz respeito ao sistema flexível. A realização do teste piloto auxilia também na condução do processo de preparação dos avaliadores, desenvolvendo o entendimento sobre as peculiaridades da proposta.

Para auxiliar na aplicação dessa abordagem foi feito uso de um conjunto de dez heurísticas específicas ao público idoso no uso de telefones celulares (HELLMAN, 2007).

a) Navegação e Fluxo de Trabalho

A navegação principal deve ser colocada de maneira idêntica em todas as telas do usuário, e funções críticas nunca devem desaparecer. O serviço deve expressar claramente onde o usuário está na atividade realizada, e quais tarefas estão ativas. O sistema deverá permitir voltar a fases anteriores da tarefa, e encerrá-la a qualquer momento. O tamanho pequeno da tela implica dividir a tarefa em páginas. No entanto, uma página deve conter apenas elementos relacionados e as ações que são implementadas em uma série de telas devem ser organizadas em um caminho de páginas, e não em uma rede. Rolagem deve ser reduzida ao mínimo.

b) Mensagens de Erro

Mensagens de erro incomodam qualquer usuário, e mesmo depois de décadas de estudos em IHC, ainda são frequentemente apresentadas como alarmes secretos. No entanto, mensagens de erro que estão ligadas ao uso do serviço devem ser autoexplicativas. Se a informação for destinada ao pessoal de suporte técnico, essa deve ser mencionada

explicitamente. Também é importante que a mensagem de erro seja mostrada imediatamente após a ocorrência do erro. Em caso de erros repetidos, o sistema deve oferecer informações adicionais ou propor uma maneira para continuar.

c) Pesquisa e Consultas

Uma das funcionalidades mais básicas e frequentemente usadas é a pesquisa. É por isso que ela deve ser colocada de maneira visível. Sendo assim, o serviço deve oferecer o uso da pesquisa simples como padrão e opções avançadas de busca como opcional. Para oferecer suporte a usuários que sofrem de deficiências ligadas à leitura ou a escrita, a função de busca deve corrigir automaticamente a ortografia com base nas listas dos habituais erros de digitação ou grafia alternativa (hifens, letras maiúsculas, no singular e no plural, etc.) O usuário também deve ser capaz de criar listas pessoais de palavras.

d) Entrada/Saída

Multimodalidade aplica-se também a entrada e a saída. Deve ser possível realizar a ação usando as teclas físicas do aparelho e os botões da tela (se necessário). Várias opções devem ser apresentadas de maneira simples e consistente: alternativas em um menu ou uma lista devem ser exibidos juntos, e, se necessário devido ao grande número de alternativas, como camadas ou uma estrutura hierárquica.

e) Tempo

Em determinadas situações o usuário precisa de tempo para realizar determinadas tarefas. Quanto mais complexa for a tarefa, mais flexibilidade deve ser oferecida em função do tempo decorrido. O sistema deve se adaptar ao ritmo do usuário. Finalmente, quando a entrada de dados válida ocorrer, ou quando a tarefa for realizada, o sistema deve responder com *feedback* adequado.

f) Texto e Linguagem

Informação ao usuário deve estar disponível no idioma que o usuário preferir. Abreviaturas, textos estrangeiros, profissionais e longos devem ser evitados sempre que for possível; priorizando palavras comuns e linguagem cotidiana. Sentenças devem ser curtas e gramaticalmente corretas. Todos os títulos e rótulos devem descrever o conteúdo que se segue, e todo o conteúdo textual deve ser relevante no contexto de uso atual.

g) Voz e Som

Em caso de dificuldades cognitivas o usuário deve ser capaz de escolher o texto e outros elementos de informação para ser lido em voz alta, e deve ser possível para o usuário escolher exatamente o que deve ser lido (em uma ordem lógica e significativa) e deve ser possível iniciar e parar a leitura a qualquer momento. Uma característica ainda mais avançada, com base na voz, é a gestão da sessão de utilização por fala, com relação a entrada e a navegação.

h) Gráficos

A utilização de elementos gráficos pode apoiar ou confundir o usuário. Para os usuários com deficiência cognitiva os requisitos dessa categoria são rigorosos. Argumenta-se que os elementos gráficos devem ser utilizados apenas para apoiar o foco, orientação ou fluxo de trabalho. Com relação a cor, o contraste deve ser elevado e consistente, e cores opostas não devem ser utilizadas, em particular, não combinar vermelho e verde. Além disso, deve ser possível para o usuário escolha entre diferentes esquemas de cores, e que a informação deva - naturalmente - ser acessível. Ícones ou símbolos devem ser consistentes, e seguir as convenções estabelecidas ou as normas.

i) Figuras e Números

Números facilmente representam uma barreira para muitos utilizadores e em particular para aqueles que sofrem de dislexia ou discalculia. O serviço deve apoiar formas de apresentação alternativas, como diagramas ou descrições verbais.

j) Ajuda e Informações

Funcionalidades de ajuda e informação são de importância crucial para todos os usuários. Essas ajudas devem ser colocadas e visualizadas de maneira idêntica em todas as interfaces do usuário.

A estruturação de heurísticas específicas para essa abordagem enriquece o processo analítico (GONÇALVES et al., 2010). Nesse sentido, foram elaboradas perguntas, baseadas na descrição de cada heurística conforme pode ser observado na Tabela 5.1, que visem melhor ilustrar cada um desses princípios que considera o público idoso no uso do telefone celular; haja vista que facilita o levantamento e a definição dos problemas da solução flexível avaliada.

Tabela 5.1 - Perguntas específicas da abordagem

Id	Heurísticas	Perguntas específicas para a avaliação
1	Navegação e fluxo de trabalho	A navegação está idêntica em todas as telas? Há como saber o caminho percorrido e quais aplicações estão ativas? É possível encerrar a aplicação e voltar no sistema? Há excesso de rolagem?
2	Mensagens de erro	As mensagens são autoexplicativas? Há mensagens técnicas para o usuário? As mensagens aparecem instantaneamente? Para erros recorrentes, há informações adicionais?
3	Pesquisa e consultas	Há buscas simples como padrão e avançadas como opcional? Na busca há correção automática de ortografia?
4	Entrada/Saída	É possível realizar a ação usando teclas físicas e digitais? Há alternativas de interação em menu ou em listas hierárquicas?
5	Tempo	Há flexibilidade de tempo para a realização da tarefa? O sistema se adapta ao ritmo do usuário? Há feedback adequado?
6	Texto e linguagem	É possível definir o idioma de interação? O sistema faz uso de abreviaturas, textos estrangeiros, profissionais e longos? Há problemas ortográficos? Os títulos e rótulos facilitam a interação?
7	Voz e som	Há recurso de voz para a interação? O recurso de voz inicia e para quando solicitado?
8	Gráficos	O sistema faz uso de cores opostas (ex: vermelho e verde)? É possível definir o esquema de cores? Os ícones ou símbolos seguem normas estabelecidas?
9	Figuras e números	Há formas de apresentação alternativas para as figuras e números, como diagramas ou descrições verbais?
10	Ajuda e informações	O sistema dispõe de ajuda? A ajuda está idêntica em todas as telas?

5.2 PREPARAÇÃO DOS AVALIADORES

O objetivo da segunda etapa é apresentar aos especialistas à abordagem analítica proposta neste trabalho, as interfaces flexíveis que serão avaliadas e a diversidade de perfis idosos considerada para a avaliação.

Nessa etapa da avaliação sugere-se o preenchimento colaborativo de cartões para os perfis de usuários (NERIS e BARANAUSKAS, 2010). O uso desses cartões permite a definição da diversidade de perfis idosos, no que diz respeito às intenções de uso e de conhecimento sobre o domínio do sistema (NERIS e BARANAUSKAS, 2010).

Além disso, deve-se disponibilizar aos avaliadores o material de apoio (ver Apêndice F), por exemplo, lista das heurísticas específicas ao público idoso no uso de celulares. Assim como, apresentar aos especialistas a tabela de severidade a ser adotada (ver Tabela 5.2), as instruções de preenchimento e a tabela onde deverão ser descritos os problemas encontrados.

Tabela 5.2 - Graus de severidade.

Grau de severidade	Tipo	Descrição
0	Sem importância	Não afeta a operação da interface.
1	Cosmético	Não há necessidade imediata de solução.
2	Simples	Problema simples que pode ser corrigido.
3	Grave	Problema de alta prioridade que deve corrigido.
4	Catastrófico	Muito grave e deve ser reparado imediatamente.

5.3 INSPEÇÃO INDIVIDUAL DAS INTERFACES FLEXÍVEIS

Nessa etapa o especialista faz a avaliação individualmente, interagindo com cada uma das interfaces sob medida pelo menos duas vezes, verificando se as heurísticas específicas aos idosos no uso de celulares foram violadas. Como material de apoio para a avaliação os especialistas usam uma tabela de problemas com os seguintes campos: heurísticas violadas, severidade do problema, local onde o problema foi encontrado e uma descrição.

Assim sendo, nessa etapa o avaliador se coloca na posição de cada perfil de usuário idoso e faz uma inspeção criteriosa das interfaces ajustáveis. Fruto dessa inspeção cada avaliador conclui sua atividade com tabelas de problemas para a diversidade de perfis.

5.4 DISCUSSÃO ENTRE TODOS OS AVALIADORES

A última etapa dessa abordagem analítica tem por objetivo gerar um relatório de problemas para cada interface sob medida, resultante de discussões realizadas pelo grupo de avaliadores.

Nessa etapa da estrutura todos os avaliadores que participaram do processo discutem a respeito dos problemas identificados durante a avaliação individual; características principais de cada interface ajustável; grau de severidade de cada um dos problemas encontrados e, por fim, com base na discussão do grupo de avaliadores é gerado um relatório de problemas com suas respectivas severidades, para cada interface sob medida.

5.5 ESTUDO DE VIABILIDADE

A partir da descrição das etapas dessa estrutura que apoia a avaliação de interfaces flexíveis, as soluções sob medida descritas no Capítulo 4 foram testadas em um estudo de viabilidade dessa abordagem. O sistema flexível considerou para a diversidade de perfis, na mudança das interfaces, pessoas idosas escolarizadas e não escolarizadas, sendo que, por exemplo, o perfil não escolarizado caracterizou-se por ter pouca experiência com tecnologia.

5.5.1 Preparação da Avaliação

Para essa abordagem analítica que apoia a avaliação de interfaces flexíveis do público idoso no uso de celulares realizou-se a preparação da inspeção, que inicialmente definiu os objetivos, a hipótese e a metodologia a ser utilizada para verificar a hipótese.

Hipótese: tendo como base os requisitos de interação da população idosa e as normas definidas para o design de interfaces flexíveis, descritos no capítulo 3, acredita-se que o uso de interfaces de sob medida possa ser uma solução para as preferências, necessidades e intenções de uso do público idoso.

Objetivo da avaliação: verificar problemas de usabilidade e acessibilidade no uso de soluções flexíveis para o usuário idoso em interfaces de telefone celular.

Metodologia aplicada: com o intuito de analisar soluções de interfaces de usuário flexíveis em telefones celulares, um grupo de 5 especialistas em avaliação foi convidado a realizar uma avaliação baseada em heurísticas específicas ao público idoso no uso de telefones celulares. Com essa avaliação foi possível verificar se de fato as soluções propostas para o contexto da diversidade fizeram sentido aos requisitos de interação dos idosos.

Frente ao objetivo de avaliar soluções de interfaces flexíveis que atendam às necessidades dos usuários idosos, questionamentos pertinentes foram levantados. No contexto do estudo de viabilidade, algumas das perguntas selecionadas foram:

- O idoso consegue visualizar os elementos da interface?
- O idoso entende a sequência de ações para executar uma tarefa?
- O idoso demonstra interesse em aprender a utilizar o celular?
- O idoso tem necessidade de ter uma interface sob medida para o seu perfil?
- Quais as impressões gerais do idoso quanto à proposta flexível?

Para essa estrutura, fez-se necessário verificar questões operacionais relacionadas à avaliação antes de iniciá-la.

Equipamentos/Ambiente: para a avaliação foram utilizados equipamentos do Laboratório de Sistemas Distribuídos e Programação Concorrente (LaSDPC) do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC) da Universidade de São Paulo (USP); do Laboratório de Interação Flexível e Sustentável (LIFeS) e do Laboratório para Inovação em Computação e Engenharia (LInCE) do Departamento de Computação (DC) da UFSCar. Para a avaliação cada especialista fez uso de um celular, sendo que os avaliadores realizaram a avaliação individual no LIFeS e a discussão em grupo no LInCE.

Material de apoio: para a condução da avaliação foram preparadas uma tabela com as heurísticas específicas, uma tabela com as severidades e uma tabela para o levantamento dos problemas. A tabela com as heurísticas específicas ao público idoso no uso de celulares possuía perguntas relacionadas a cada heurística, para auxiliar os especialistas na avaliação. A tabela com as severidades a serem consideradas na avaliação está relacionada a uma escala de 0 (Sem importância) a 4 (Catastrófico). Por fim, a tabela usada para o levantamento dos problemas foi elaborada para auxiliar o especialista a descrever os problemas relacionadas a cada heurística, sendo atribuído a cada problema uma severidade.

Avaliadores: os testes foram realizados individualmente por 5 avaliadores, especialistas em avaliação de interfaces. O grupo de especialistas era composto por mestrandos e doutorandos da USP e UFSCar, formados no curso de Design e Avaliação de Interfaces de Usuário e com suas pesquisas de pós graduação relacionadas à área de IHC.

Teste Piloto: nessa etapa inicial da abordagem proposta neste trabalho foi aplicado um teste piloto com um dos avaliadores, a fim de verificar possíveis problemas técnicos no que diz respeito ao sistema flexível.

Após ter-se definido a hipótese, os objetivos e as questões operacionais dessa estrutura foi necessário realizar a preparação dos especialistas em avaliação que participaram do processo.

5.5.2 Preparação dos Avaliadores

Nessa etapa de preparação dos avaliadores foi esclarecida a abordagem analítica para avaliação das interfaces flexíveis em telefones celulares no contexto dos idosos. Sendo assim, foi apresentada aos avaliadores a diversidade de perfis de usuários a ser analisada, usuários escolarizados e não escolarizados, sendo que o perfil considerado não escolarizado caracterizava-se por ter uma baixa experiência no uso de telefones celulares.

Para a realização da avaliação foi disponibilizado aos avaliadores um material de apoio com uma lista com as 10 heurísticas específicas ao público idoso no uso de celulares (HELLMAN, 2007). Além das heurísticas, foram apresentadas: a tabela de severidade a ser adotada, as instruções de preenchimento e a tabela onde deveriam ser descritos os problemas encontrados.

Com o intuito de elucidar aos especialistas a diversidade de perfis a ser analisada, foram preenchidos cartões para os perfis de usuários idosos, conforme pode ser observado na Figura 5.2. O uso desses cartões permitiu a definição das características desses usuários, considerando as funcionalidades do celular. Os aspectos listados consideram déficits de visão como uma característica física, a facilidade na utilização como um objetivo de uso e a satisfação do usuário que utiliza o celular. Além disso, é possível notar que o cartão traz consigo uma especificação geral, desde as características mais simples até as mais essenciais. No campo "questões afetivas", por exemplo, é possível destacar a impaciência para aqueles usuários inquietos ao usarem o celular, mas também a falta de curiosidade ou interesse em manipular esse dispositivo, ou por ser algo novo, ou por terem receio em quebrá-lo. Assim, o conjunto de avaliadores pode ter uma caracterização dos perfis que eles devem assumir na próxima etapa dessa abordagem.

Grupo de Usuários: Idosos com baixa escolaridade e limitações de visão

Conhecimento sobre o Domínio: () Nenhum (X) Pouco () Muito

Características Físicas: <ul style="list-style-type: none"> - Déficit de visão - Déficit de memória 	Termos de Domínio: <ul style="list-style-type: none"> - Coisa pra ligar - Aparelhinho - Tá tocando 	Questões Afetivas: <ul style="list-style-type: none"> - Impaciência - Medo do dispositivo - Falta de curiosidade/interesse
Dispositivos: <ul style="list-style-type: none"> - Celular - Telefone fixo - Controle da Tv 	Intenções de Uso: <ul style="list-style-type: none"> - Independência - Comodidade - Facilidade de uso 	Consequência de Uso: <ul style="list-style-type: none"> - Satisfação - Redução no tempo de interação - Inclusão digital e social

Figura 5.2 - Cartão para a caracterização do perfil do idoso.

Sendo assim, a avaliação foi executada por cinco especialistas. Para abordagens desse tipo, o número de avaliadores pode variar de três a cinco pessoas, haja vista que uma quantidade inferior a esse intervalo é insuficiente e superior a esse é desnecessária, pois a partir de cinco especialistas os erros já se tornam recorrentes (NIELSEN, 1993).

Ainda nessa etapa de preparação do avaliador, definiu-se a forma de apresentação da interface aos especialistas: protótipo executável, conforme descrito no capítulo 4. Na sequência, o avaliador foi conduzido ao LIFeS para realizar a sua avaliação individual, conforme está descrito na próxima etapa dessa abordagem.

5.5.3 Inspeção Individual das Interfaces Flexíveis

Durante a fase inspeção foi feita a avaliação individualmente (ver Figura 5.3), onde o especialista percorreu cada um das interfaces ajustáveis diversas vezes (pelo menos duas) verificando se as heurísticas foram violadas. Os avaliadores demoraram em média 5 horas para realizar a inspeção. Para auxiliar na avaliação os especialistas possuíam uma tabela, onde preenchiam com as heurísticas violadas, a severidade do problema, o local onde o problema foi encontrado e uma descrição, conforme pode ser observado no Apêndice G.

Figura 5.3 - Inspeção individual.

Assim sendo, cada avaliador localizou os erros e verificou a sua gravidade, para então determinar os graus de severidade dos problemas encontrados, que podiam variar numa escala de zero (Sem importância) a quatro (Catastrófico).

Para essa abordagem analítica o avaliador se colocou na posição de cada perfil de usuário idoso (escolarizado e não escolarizado) e fez uma inspeção criteriosa das interfaces sob medida. Frente ao contexto de definir interfaces flexíveis que atendam aos requisitos dos usuários idosos, cada especialista fez a avaliação, em um primeiro momento colocando-se no papel de um usuário idoso com baixa escolaridade (estudou até a 4ª série do ensino fundamental), avaliando a interface mostrada na Figura 5.4(a); e em um segundo momento como um usuário idoso escolarizado (estudou além da quarta série), avaliando a interface mostrada na Figura 5.4(b). Considerou-se também que esse usuário idoso escolarizado possuía certa experiência com tecnologia. Para cada perfil de usuário havia um comportamento diferente da interface, que representava uma prova de conceito de um conjunto de normas para o comportamento ajustável da interface, definido no Capítulo 3.

(a)

(b)

Figura 5.4 - Exemplos de interfaces flexíveis avaliadas. (a) Usuários não escolarizados; (b) Usuários escolarizados.

5.5.4 Discussão entre Todos os Avaliadores

O processo avaliativo é fundamentado nas críticas dos avaliadores e apoiado na confiança depositada em suas experiências (ROCHA E BARANAUSKA, 2003). A análise dos avaliadores consistiu basicamente em relatar problemas, baseados na apreciação, que não condiziam com as heurísticas adotadas.

Após a análise individual dos avaliadores, com base nas heurísticas citadas anteriormente, foram geradas duas discussões com todos os avaliadores (ver Figura 5.5), sendo que a primeira discussão contemplava a interface sob medida voltada aos usuários idosos com baixa escolaridade e a segunda discussão concernente a interface sob medida voltada aos usuários idosos escolarizados.

Figura 5.5 - Discussão final com todos os avaliadores.

Nessa última etapa da abordagem analítica se discorreu acerca das características principais de cada interface sob medida; os problemas identificados durante a avaliação; o grau de severidade de cada um dos problemas encontrados e, por fim, com base na discussão foi gerado um relatório de problemas com suas respectivas severidades, para cada interface sob medida.

5.6 ANÁLISE DOS RESULTADOS E DA ABORDAGEM

Frente à discussão feita pelo grupo de avaliadores e a severidade dos problemas levantados no relatório final, definiu-se o percentual de ocorrência dos problemas para cada grau de severidade. Portanto, conforme pode ser observado no gráfico da Figura 5.6, a partir da avaliação das interfaces flexíveis para o público de usuários com baixa escolaridade obteve-se uma lista de 30 problemas na interface, dos quais 42% foram considerados simples e 4% sem importância.

Figura 5.6 - Problemas levantados na avaliação para o perfil não escolarizado.

Outrossim, a lista final para o perfil de usuários idosos escolarizados apresentou 33 problemas, dos quais 50% deles foram considerados graves e teve-se uma ocorrência de 0% para problemas considerados cosméticos e catastróficos, conforme pode ser observado na Figura 5.7. Além disso, as tabelas que compõem os relatórios finais da avaliação, geradas a partir das discussões entre os avaliadores podem ser observadas na Tabela 5.3 e Tabela 5.4. Cada uma dessas tabelas traz na primeira coluna a heurística que foi violada; na segunda coluna a severidade do problema encontrado; na terceira o local onde o problema foi detectado e na última coluna uma descrição do problema.

Figura 5.7 - Problemas levantados na avaliação para o perfil escolarizado.

Tabela 5.3 - Problemas encontrados para o perfil de usuários com escolaridade até a 4ª série.

Heurística	Severidade	Local	Descrição
1	Catastrófico	Todas as telas que usam teclado	Quando o celular está na posição horizontal, o teclado não está se adequando a nova posição da tela e portanto acaba se sobrepondo aos elementos da interface.
	Grave	Todas as telas	Falta de redundância do botão voltar, pois só há a tecla física voltar e não na tela.
		Inserir outras informações	Quando o usuário inseriu foto, e-mail ou endereço e clica em concluir ele não tem a opção de voltar e inserir outra informação.
		Inserir outras informações	Affordance - O usuário não consegue perceber que deve clicar na imagem para buscar a foto.
	Simple	Tela para inserir o número e seguintes	O botão "Mudar" está pequeno, difícil de acessar, muda de tamanho e tem um padrão diferente do outros botões.
2	Catastrófico	Todas as telas	Não há o recurso de voz para mensagens de erro e como 2ª opção de interação.
	Simple	Inserir o número	Não há uma mensagem de alerta para o usuário quando ele digita apenas 2 dígitos no campo número do telefone.
		Inserir o número	Mensagem para quando adiciona um contato que já existe.
		Tela do e-mail	Não há uma mensagem de alerta para o usuário digita um e-mail inválido.
		Telas com preenchimento de informações	Não há uma mensagem de alerta para o usuário quando ele deixa um campo em branco.
3	Sem importância	-	Não se aplica.
4	Simple	Todas as telas	Falta de redundância do botão voltar, pois só há a tecla física voltar e não na tela.
		Telas com preenchimento de informações	Quando o usuário clica em cancelar e depois volta para adicionar outro contato as informações permanecem preenchidas.
	Cosmético	Inserir o nome	No campo nome a 1ª letra não fica automaticamente em maiúscula.
5	Grave	Inserir outras informações	Affordance - O usuário não consegue perceber que deve clicar na imagem para buscar a foto.
	Simple	Telas com preenchimento de informações	Falta feedback com som ("bip") ou "vibração", quando o usuário passa de uma etapa para outra: Nome > Telefone > E-mail...
		Tela final	O feedback "Contato gravado com sucesso" está muito pequeno, rápido, não segue o padrão de textos do resto da aplicação.

6	Grave	Todas as telas que usam teclado	Não faz sentido pro usuário idoso usar o DEL - uma palavra em inglês e abreviada.
		Inserir o nome	Na tela onde há o campo Nome há também o botão "Inserir número". Isso pode causar confusão para o usuário.
	Simple	Botões	Não há um padrão no uso das strings: "Concluir" e "Terminei".
	Cosmético	Botões	"Inserir" é uma palavra de difícil entendimento para o idoso.
7	Catastrófico	Todas as telas	Não há o recurso de voz para mensagens de erro e como 2ª opção de interação.
8	Grave	Inserir o nome; Inserir o número	Botões "Cancelar" e "Mudar" estão executando a mesma função: 'voltar'.
		Inserir o nome; Inserir o número	Botões vermelho e verde juntos causam confusão para o usuário.
	Simple	Tela para inserir o número e seguintes	O botão "Mudar" está pequeno, difícil de acessar, muda de tamanho e tem um padrão diferente do outros botões.
		Inserir o número	A função do botão "Mudar" não está clara.
		Inserir o nome; Inserir o número	Os botões "Inserir nome" e "Cancelar" não devem ficar habilitados caso o usuário não tenha digitado alguma informação.
9	Grave	Telas com preenchimento de informações	O teclado deveria ter uma opção de voz para a interação.
10	Catastrófico	Todas as telas	Não há suporte para deficientes.
		Campos para preenchimento de informações	Mensagem padrão nos campos é pouco informativa "Nome", "Telefone" e "E-mail".
	Simple	Inserir a foto	Quando faz uso aplicações nativas, como é caso de adicionar fotos, deveria ter-se uma alternativa mais simple para a adição.

Tabela 5.4 - Problemas encontrados para o perfil de usuários com escolaridade acima de 4ª série

Heurística	Severidade	Local	Descrição
1	Grave	Todas as telas	O usuário deveria ter a liberdade de sair da aplicação a qualquer momento.
		Todas as telas	Falta de redundância do botão voltar, pois só há a tecla física voltar e não na tela.
		Inserir o nome; Inserir o número	Botões "Cancelar" e "Mudar" estão executando a mesma função: 'voltar'.
	Simple	Todas as telas	Não existe a opção de 'pular' etapas do cadastro: Nome > Sobrenome > Endereço...
		Tela para inserir o número e seguintes	O botão "Mudar" está pequeno, difícil de acessar, muda de tamanho e tem um padrão

			diferente do outros botões.
		Inserir a foto	Quando faz uso aplicações nativas, como é caso de adicionar fotos, deveria ter-se uma alternativa mais simple para a adição e as fotos deveriam ficar juntas e não em albúms.
2	Grave	Todas as telas	Não há o recurso de voz para mensagens de erro e como 2ª opção de interação.
		Inserir a foto	Não há uma mensagem caso o usuário tenha desistido de inserir a foto.
		Telas com preenchimento de informações	Não há uma mensagem de alerta para o usuário quando ele deixa um campo em branco: "Nome" ou "Telefone".
	Simples	Inserir o número	Não há uma mensagem de alerta para o usuário quando ele digita apenas 2 dígitos no campo número do telefone.
		Tela do e-mail	Não há uma mensagem de alerta para o usuário digita um e-mail inválido.
		Inserir o número	Mensagem para quando adiciona um contato que já existe.
3	Sem importância	-	Não se aplica.
4	Grave	Todas as telas	Falta de redundância do botão voltar, pois só há a tecla física voltar e não na tela.
		Inserir o número	O teclado numérico não está visível quando o usuário vai digitar o número.
		Telas com preenchimento de informações	Quando o usuário clica em cancelar e depois volta para adicionar outro contato as informações permanecem preenchidas.
5	Simples	Tela final	O feedback "Contato gravado com sucesso" está muito pequeno, rápido, não segue o padrão de textos do resto da aplicação.
		Todas as telas	Não há um feedback para o usuário quando ele cancela a ação.
		Telas com preenchimento de informações	Falta feedback com som ("bip") ou "vibração", quando o usuário passa de uma etapa para outra: Nome > Telefone > E-mail...
6	Grave	Inserir o nome; Inserir o número	Botões "Cancelar" e "Mudar" estão executando a mesma função: 'voltar'.
		Teclado	Não faz sentido pro usuário idoso usar o DEL - uma palavra em inglês e abreviada.
	Simples	Inserir o nome; Inserir o número	Os botões "Inserir nome" e "Cancelar" não devem ficar habilitados caso o usuário não tenha digitado alguma informação.
7	Grave	Todas as telas	Não há o recurso de voz para mensagens de erro e como 2ª opção de interação.
		Todas as telas	Recurso de voz como alternativa de interação em toda a aplicação.

	Simple	Telas com preenchimento de informações	Falta feedback com som ("bip") ou "vibração", quando o usuário passa de uma etapa para outra: Nome > Telefone > E-mail...
8	Grave	Inserir o nome; Inserir o número	Botões "Cancelar" e "Mudar" estão executando a mesma função: 'voltar'.
		Inserir o nome; Inserir o número	Botões vermelho e verde juntos causam confusão para o usuário.
	Simple	Tela para inserir o número e seguintes	O botão "Mudar" está pequeno, difícil de acessar, muda de tamanho e tem um padrão diferente do outros botões.
		Inserir o nome; Inserir o número	Os botões "Inserir nome" e "Cancelar" não devem ficar habilitados caso o usuário não tenha digitado alguma informação.
9	Grave	Teclado	O teclado deveria ter uma opção de voz para a interação.
10	Grave	Todas as telas	Não há suporte para deficientes.
	Simple	Todas as telas	Falta de ajuda geral.
		Tela para inserir o número e seguintes	O botão "Mudar" está pequeno, difícil de acessar, muda de tamanho e tem um padrão diferente do outros botões.
		Inserir a foto	Quando faz uso aplicações nativas, como é caso de adicionar fotos, deveria ter-se uma alternativa mais simple para a adição e as fotos deveriam ficar juntas e não em albúns.

Gonçalves et al. (2011) destacam em seu estudo que é interessante aplicar abordagens específicas, na avaliação de interfaces flexíveis com especialistas. Haja vista que, sistemas sob medida atendem a diversidade de requisitos e, portanto, apresentam elementos distintos que podem ser alteradas durante a vida do seu uso.

Durante o estudo de viabilidade da abordagem descrita neste trabalho foi possível observar que os especialistas em avaliação de interfaces se sentiram mais seguros em avaliar interfaces flexíveis, apoiados por uma abordagem que contempla a mudança na interface em tempo de interação, conforme destacou um dos avaliadores: “É a primeira vez que eu avalio interfaces flexíveis. Realmente, essa abordagem me fez refletir o quão importante é para o resultado de uma avaliação, ter uma técnica específica para avaliar a diversidade.”.

A abordagem analítica, proposta neste trabalho, que apoia a avaliação de interfaces flexíveis de idosos no uso de celulares, traz consigo um conjunto de heurísticas para telefones celulares no contexto da população idosa. De acordo com um dos especialistas: “Heurísticas específicas, fizeram toda a diferença na minha avaliação. Caso eu tivesse usado

durante a inspeção as tradicionais heurísticas de Nielsen, eu não teria levantado todos os problemas que eu enumerei.”.

Na fase final do estudo de viabilidade, onde foi aplicada a quarta etapa dessa abordagem, momento em que há a discussão entre os avaliadores, um dos participantes do processo destacou que: “Ter uma discussão para cada uma dos tipos de interfaces sob medida é um dos grandes diferenciais dessa abordagem. De fato, nosso relatório final conseguiu vislumbrar problemas específicos para cada uma das interfaces ajustáveis.”.

Frente aos resultados apresentados pela avaliação com especialistas, foram implementadas as mudanças nas interfaces problemáticas. Todavia, faz- necessário testar essa solução com uma das principais das partes interessadas, que é o público idoso. Diante do exposto, decidiu-se por observar um grupo de idosos interagindo com telefones celulares, portando o FlexInterface, para verificar se a implementação do comportamento ajustável das interfaces, definida e inspecionada nos Capítulos 3 e 5 respectivamente, está adequada à diversidade de requisitos desses usuários. Além disso, comparou-se os resultados desse experimento exploratório com o experimento, descrito no Capítulo 3, a qual não possuía interfaces flexíveis.

AVALIAÇÃO COM USUÁRIOS IDOSOS DAS INTERFACES FLEXÍVEIS

Visando verificar a proposta do FlexInterface descrita no Capítulo 4, um experimento exploratório foi executado com um conjunto de 8 idosos com idade entre 60 e 84 anos, escolaridade entre nenhuma e doutorado e diferentes experiências com o uso de tecnologias. Sendo assim, essa seção descreve o planejamento, a execução e faz uma comparação com a proposta não flexível destacada no Capítulo 3 desta pesquisa.

6.1 PLANEJAMENTO

Para o início da avaliação das interfaces flexíveis, com usuários idosos, foi feito um planejamento para que ao final da avaliação fosse possível verificar a satisfação e o tempo de interação do usuário e comparar com uma interface considerada não flexível.

Hipótese: tendo como base a diversidade de requisitos de interação dos idosos com celulares, acredita-se que o FlexInterface é uma solução computacional que contempla a existência de situações específicas, levando em consideração as normas definidas no Capítulo 3 para o comportamento sob medida das interfaces.

Objetivo: observar e analisar a interação do usuário idoso com interfaces flexíveis de telefones celulares inteligentes e, verificar se há uma melhora na interação tendo como parâmetro o experimento descrito no Capítulo 3.

Metodologia aplicada: com o intuito de analisar a interação do usuário idoso com interfaces flexíveis de telefones celulares, um grupo de usuários da terceira idade foi convidado a participar de uma prática de uso do celular, conforme ilustrado na Figura 6.1. O objetivo da atividade era que esses usuários salvassem um contato na agenda do celular e

ligassem para ele na sequência. A partir, dos dados obtidos na observação foi possível verificar se o FlexInterface facilitou a interação.

Figura 6.1 - Interação dos idosos com telefone celular.

Material de Apoio: para a condução do experimento exploratório foram preparados um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, um Questionário de Levantamento de Perfil e um Formulário de Observação do Participante. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ver Apêndice A) elucidava aos participantes o objetivo da pesquisa, a voluntariedade na participação e o caráter científico da mesma. O Questionário de Levantamento de Perfil (ver Apêndice B) possuía questões de cunho social e cultural que permitiram traçar o perfil desses usuários idosos. Por fim, o Formulário de Observação do Participante (ver Apêndice C) foi elaborado para auxiliar no experimento exploratório da interação do usuário com o celular. Ainda, além de fazer uso do formulário de observação, os participantes também estavam sendo filmados, para que todos os detalhes do estudo fossem analisados.

Dispositivos utilizados: os idosos foram organizados em duplas e durante a interação cada indivíduo da dupla recebeu um celular Samsung Galaxy 5 com sistema operacional Android na versão 2.2. Os celulares estavam com a bateria carregada e com créditos para fazer ligações.

6.2 EXECUÇÃO

O experimento exploratório da interação de idosos com celulares aconteceu em um CRAS na cidade de São Carlos-SP. Esses usuários fazem parte de um grupo que realiza atividades físicas para a terceira idade, como dança e teatro. Em paralelo à essas atividades, 8 pessoas foram convidadas a participar de algumas tarefas de interação com o celular, descritas a seguir.

Inicialmente foram levantados os perfis desses usuários. Além disso, foi possível constatar que os usuários que não possuíam alguma escolaridade, ou nunca usaram o celular, ou usaram apenas para atender chamadas. Todavia, os usuários com nível superior ou ensino médio completo além de realizarem chamadas também enviam mensagens, tiram fotos, editam contatos e jogam no celular. Vale destacar que havia um usuário que apresentava o Mal de Alzheimer, que segundo o instrutor do grupo, estava em estágio avançado.

Para esse cenário de aplicação considerou-se uma prova de conceito que permitia a adaptação da interface para dois perfis de usuários definidos: idosos com baixa escolaridade (estudaram até a 4ª série), e idosos escolarizados (estudaram além da 4ª série). Sendo que o perfil de baixa escolaridade caracterizava-se por ter uma baixa experiência no uso de telefones celulares.

Os participantes trabalharam em duplas sendo que cada indivíduo possuía um celular. Os perfis dos usuários estão descritos na Tabela 6.1 e de maneira mais detalhada no Apêndice H. Durante o teste, a dupla permaneceu sentada lado a lado durante a interação com o celular. Além disso, foi mostrado para esses usuários um papel com o nome e o número do telefone de uma pessoa, para que eles salvassem aquele contato na agenda do celular e depois ligassem para o número em questão.

Tabela 6.1 - Perfis dos usuários.

Dupla	Usuários	Idade	Escolaridade	Uso do telefone celular
D1	1, 2	81, 84	Até a 4ª série	Nunca
D2	3, 4	66, 60	Até a 4ª série	Raramente
D3	5, 6	61, 60	Superior	Diariamente
D4	7, 8	65, 69	Até a 4ª série	Raramente

Ao mesmo tempo em que os usuários realizavam a tarefa no celular os pesquisadores que conduziram o experimento exploratório preenchiam um formulário de observação com questões do tipo: Precisou de ajuda para começar a tarefa? O tamanho da tela está adequado para os itens?, conforme pode ser observado no Apêndice I.

Ainda, os idosos foram informados de que, caso fosse necessário, poderiam auxiliar ou pedir ajuda ao amigo da dupla. O número discado era de um telefone fixo, que direcionava para a secretária eletrônica, onde estava gravada uma mensagem de agradecimento pela participação.

Para a definição das duplas foi feita uma análise dos perfis levando em consideração idade e escolaridade. Portanto, pessoas com faixas etárias semelhantes e níveis de escolaridade próximos foram agrupadas. Após a conclusão das tarefas os autores faziam uma discussão com a dupla, levantando questões relacionadas à flexibilidade, aos requisitos atendidos e às dificuldades enfrentadas durante a interação com o celular.

6.3 RESULTADOS DA OBSERVAÇÃO

Na abordagem dessa pesquisa é importante destacar que a avaliação foi feita em dois momentos distintos e com usuários de perfis semelhantes. Nesse sentido, a 1ª avaliação teve como focos apoiar o levantamento de requisitos para a diversidade do público idoso e permitir a avaliação de tempo de interação e satisfação dos usuários na solução comercial disponível no celular utilizado, ou seja, sem flexibilidade. Essa 1ª avaliação está descrita no Capítulo 3 desta dissertação. Já a 2ª avaliação verificou a qualidade das soluções flexíveis para o público idoso e é relatada nesse capítulo.

Levando em consideração os dois experimentos realizados com usuários da terceira idade em interação com *smartphones* foi possível estabelecer comparações entre as soluções apresentadas: interação com flexibilidade e sem flexibilidade.

Portanto, a partir do experimento exploratório, verificou-se que há uma redução no tempo de realização de uma tarefa, nas interfaces flexíveis, quando comparada com o tempo de interação da proposta não flexível, conforme pode ser observado na Figura 6.2.

Figura 6.2 - Tempo de interação.

Diante do exposto, foi possível perceber que alguns usuários da D2 e D4 destacaram: “Prefiro ouvir a voz do que ter que digitar.”; “Adorei conversar com o celular. Ele falou comigo!” e “Falar para o celular o que é para ele fazer é muito mais fácil. Esse celular tem pra vender?”.

Outros usuários, que possuíam baixa escolaridade mencionaram como as interfaces policromáticas facilitaram a sua interação com o dispositivo: “Dá pra ver bem esse botão. Adorei a cor verde!”. Diferentemente do que foi exposto por uma usuária que possuía doutorado: “Ter as cores em cinza não prejudica a tarefa.”, fato que corrobora o levantamento feito no Capítulo 3.

Outrossim, vale destacar para essa pesquisa a satisfação do usuário quanto às soluções apresentadas na avaliação. Nesse sentido, foi possível verificar a satisfação desses usuários, representada no gráfico da Figura 6.3 por meio de um levantamento que considerou comentários favoráveis e não favoráveis concernentes às propostas. Portanto, comentários do tipo: “O celular vibrou quando eu acabei de digitar o nome. Isso foi bom!”, que foi destacado por uma usuária da D1, foi considerado como um comentário favorável. Entretanto, para comentários, como o que foi feito por uma integrante da D2: “Eu clico no ‘A’ e aparece o ‘S’”. Essa tecla ta pequena!”, considerou-se como um comentário negativo.

Figura 6.3 - Satisfação.

No que diz respeito à sequência de ações de uma tarefa foi possível observar que os idosos com baixa escolaridade tiveram uma maior facilidade na realização da tarefa e alguns deles, como por exemplo, da quarta dupla destacaram: “Achei tão fácil e lindo, as telas para salvar o nome. O celular do meu filho não é assim!”.

A partir dos experimentos realizados com os idosos foi possível inferir que o uso do FlexInterface na implementação das normas definidas no Capítulo 3 atenderam grande parte das preferências e necessidades dos usuários idosos no uso de telefones celulares.

CONCLUSÕES

As inovações tecnológicas não são apenas artifícios de conforto, mas exercem um papel cada vez mais essencial à rotina dos seres humanos. Em particular os idosos, que representam uma parcela significativa da sociedade, podem se beneficiar do uso das inovações tecnológicas. O envelhecimento da população está se tornando uma realidade difundida e deve ser levado em consideração na concepção de tecnologias e serviços “futuros”.

Portanto, é relevante aprimorar o processo de desenvolvimento de interfaces de usuário, permitindo flexibilidade na interação e agregando qualidade ao projeto de soluções sob medida. Logo, introduzir abordagens adequadas e que contemplem o maior número de pessoas é contribuir para o “Acesso Participativo e Universal do Cidadão Brasileiro ao Conhecimento” (BARANAUSKAS e DE SOUZA, 2006), o quarto Desafio da Pesquisa em Computação no Brasil.

7.1 SÍNTESE DAS CONTRIBUIÇÕES

Esta dissertação além de trazer uma proposta interdisciplinar, foi desenvolvida de maneira interinstitucional, haja vista que contou com uma parceria do LaSDPC/USP com o LIFeS/UFSCar. Nesse sentido, com o objetivo de entender as peculiaridades e as necessidades de interação da população idosa, foi que se percebeu a necessidade de se aproximar desses usuários e verificar a diversidade de requisitos presente nesse meio. Para tanto, o autor desta dissertação participou do desenvolvimento de um Projeto de Extensão em parceria com a Prefeitura de São Carlos-SP. O projeto intitulado “Idosos e a Descoberta da Interação com Tecnologias de Informação e Comunicação”, foi proposto pela Prof.^a Dr.^a Vânia Paula de Almeida Neris coordenadora do LIFeS/UFSCar e, desenvolvido no CRAS-Santa Felícia. Esse

projeto proporcionou aos idosos um “desmistificar” da tecnologia e estabeleceu em alguns momentos a primeira interação do idoso com o dispositivo. Nessa experiência, eles puderam ter contato durante 8 meses, com *tablets*, *smartphones*, tv digital, e *notebooks* assim como, acesso à internet. A partir dos resultados do experimento com idosos e *smartphones* foi possível pautar e enriquecer o processo de design recomendado pelo *framework* PLoRaL (NERIS e BARANAUSKAS, 2010).

Sendo assim, definiu-se o comportamento ajustável da interface de usuários idosos de telefones celulares, utilizando o PLoRaL – um *framework* para a concepção de interfaces flexíveis, que sejam passíveis de adaptação a diferentes situações de uso. Como resultado da aplicação desse *framework* foi possível formalizar requisitos de interação com telefones celulares em 6 diferentes aspectos, da escada semiótica de Stamper (1988), desde aquelas relacionadas a questão física do dispositivo, até o impacto dessa interação com o mundo real e o comportamento ajustável de um sistema de celular para atender aos requisitos de interação dos idosos. Por fim, com base no PLoRaL, um conjunto de normas que definem o design do comportamento flexível do sistema foi especificado, para que as interfaces sob medida fossem implementadas.

Frente à definição das normas para o design de interfaces flexíveis de usuários idosos, a principal contribuição desta dissertação é o FlexInterface – um *framework* que apoia o desenvolvimento do design de interfaces adaptativas, que baseado no *middleware* adaptativo OpenCom e na entropia das cadeias de Markov, permitindo que a aplicação se adeque às necessidades do usuário durante a sua interação com o dispositivo.

Considerando a área de avaliação de interfaces por especialistas, a literatura pouco traz sobre métodos e técnicas para avaliar interfaces flexíveis para pessoas idosas no uso de celulares. Sendo assim, essa dissertação propôs uma abordagem analítica que apoia a avaliação de interfaces flexíveis em telefones celulares no contexto dos idosos.

No mais, deve-se frisar como contribuição todo o processo de desenvolvimento de interfaces flexíveis descrito nesta pesquisa. Portanto, para o projeto dessas interfaces este trabalho contemplam as etapas de design, implementação e avaliações analítica e empírica das interfaces sob medida.

Diante do exposto, destacam-se abaixo os potenciais benefícios em se adotar uma abordagem genérica de interface adaptativa no domínio dos *smartphones*.

Adaptabilidade e Extensibilidade. O uso de interfaces adaptativas permite que a interface se modifique de acordo com as necessidades individuais de cada usuário. A

abordagem genérica do FlexInterface permite que novos perfis de usuários sejam acrescentados numa aplicação sem que haja necessidade de alteração de outros componentes.

Transferência de Habilidades. A utilização de diferentes tecnologias para construir aplicações para cada dispositivo não permite a transferência de competências por meio de ferramentas diferentes. Conjunto de habilidades e áreas de especialização são raramente transferíveis ao lidar com diferentes tecnologias. A abordagem genérica promove a transferência de habilidades, visto que desenvolvedores utilizam somente uma única ferramenta para o desenvolvimento de aplicações baseadas em uma variedade de tecnologias.

Reutilização de código / modularidade. Uma abordagem genérica promove a reutilização de código, assim os desenvolvedores podem reutilizar componentes. Por exemplo, no FlexInterface o componente Verificador de Perfil para Idosos (ElderlyProfileChecker) pode ser reutilizado em outras interfaces que serão utilizadas por idosos.

Design Universal. Essa abordagem respeita as diferentes necessidades de interação e contempla-as nas propostas de design. O *framework* FlexInterface considera uma abordagem de Design Universal, sendo projetado para que o acesso ao conhecimento e a informação seja feito sem segregação social e física e que façam sentido para ao maior número possível de usuários de acordo com as suas diferentes habilidades sensoriais, físicas, cognitivas e emocionais.

Aplicável em Soluções Comerciais. Essa proposta modificou parte da agenda do Android, o cadastro de novos usuários. Essas modificações permitiram a aplicação nativa adaptar-se em tempo de interação para melhor atender às necessidades dos usuários idosos. Por conseguinte, aplicações comerciais poderiam adotar o FlexInterface para agregar valor aos seus aplicativos, permitindo que os usuários consigam realizar as tarefas pretendidas.

7.2 TRABALHOS FUTUROS

O design e a implementação de interfaces flexíveis para idosos em telefones celulares é um tema destacado pela literatura, no entanto pouco explorado. Desenvolver métodos e técnicas que possam auxiliar no projeto de interfaces flexíveis é crucial para atender a diversidade de requisitos da população idosa. Vale destacar, que esta dissertação traz contribuições para o tema, entretanto novas pesquisas devem surgir no sentido de atender às preferências, necessidades e intenções de uso de cada usuário da terceira idade. A seguir, destacam-se

alguns trabalhos futuros de cunho teórico e metodológico e outros relacionados ao desenvolvimento e implementação.

- Definição de normas para o design de interfaces flexíveis, para outros domínios de interação com usuários idosos, como é o caso dos ambientes ubíquos;
- Classificador de interfaces que contemple parâmetros como o tempo para execução de uma tarefa, número de erros na tarefa, conclusão da tarefa, entre outros, com o intuito de definir a interface mais adequada para um determinado perfil de usuário;
- Desenvolvimento de um classificador que aprenda com interações de usuários anteriores e consiga apresentar automaticamente uma interface adequada para um novo usuário. Esse classificador poderia se basear em informações obtidas durante a interação com o usuário, por exemplo, tempo para execução de uma tarefa, número de erros na tarefa, conclusão da tarefa, entre outros, para adequar dinamicamente a interface ao usuário;
- Testes de viabilidade do FlexInterface em outros dispositivos de interação, como por exemplo, na interação de idosos com *tablets*;
- Fatores emocionais envolvidos durante a execução de uma tarefa, a serem considerados na definição e implementação do comportamento ajustável da interface de usuário;
- Testes de aplicações da abordagem descrita no Capítulo 5 em outras interfaces de usuário flexíveis de usuários idosos, no contexto de telefones celulares.

7.3 PUBLICAÇÕES

Abaixo seguem as publicações desenvolvidos durante o mestrado. Os itens 1, 2 e 3, referem-se a artigos publicados em conferências, sendo que o primeiro foi premiado como *Best Paper* do X Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais e V Congresso Latino-americano de Interação Humano-Computador (IHC+CLIHC 2011). Como resultado dessa premiação os autores foram convidados a submeter uma versão estendida do artigo ao *Journal of the Brazilian Computer Society*; versão essa que está sendo produzida e será submetida após a defesa do mestrado. O item 4 refere-se a um artigo aceito para publicação em conferência. Por fim, o item 5 apresenta um artigo submetido a conferência. Na sequência, são apresentadas as referências desses trabalhos:

- 1- GONÇALVES, V. P.; NERIS, V. P. A.; UHEYAMA, J. Interação de Idosos com Celulares: Flexibilidade para Atender a Diversidade. In: Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais e Congresso Latino-americano de Interação Humano-Computador (IHC+CLIHC 2011), 2011, Porto de Galinhas. ISBN: 978-85-7669-257-7. Anais do IHC+CLIHC 2011, 2011.
- 2- GONÇALVES, V. P. et al. Uma Revisão Sistemática sobre Métodos de Avaliação de Usabilidade Aplicados em Software de Telefones Celulares. In: Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais e Congresso Latino-americano de Interação Humano-Computador (IHC+CLIHC 2011), 2011, Porto de Galinhas. ISBN: 978-85-7669-257-7. Anais do IHC+CLIHC 2011, 2011.
- 3- GONÇALVES, V. P. et al. Inspeção de Usabilidade: Um Processo Informatizado para Melhor Satisfazer os Objetivos do Usuário. In: Escola Regional de Informática (ERIN 2010), 2010, Manaus. ISSN: 2178375-6-9-772178-375006. Anais do ERIN 2010, 2010.
- 4- GONÇALVES, V. P. et al. An Analytical Approach to Evaluate Flexible Mobile Phone User Interfaces for the Elderly. Has been accepted for publication in 14th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS 2012).
- 5- GONÇALVES, V. P. et al. A Middleware Approach Providing Flexible Mobile Phone Interfaces Targeting the Elderly. Submitted to a conference.

7.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A diminuição das funções motora, perceptiva ou de desempenho cognitivo não são os únicos obstáculos à utilização de tecnologias móveis, enfrentados pelos usuários idosos. A maneira como a interface se mostra para esse público não tem atendido aos diferentes requisitos de interação. A complexidade do cenário de uso, que inclui pessoas que não estão familiarizadas com a tecnologia e até mesmo disparidades dentro de grupos específicos (por exemplo, mesmo entre a população idosa, há diferenças com relação à escolaridade, experiência com as TICs, habilidades cognitivas e destreza física) sugere a necessidade de abordagens de elicitação de requisitos para o design, a implementação e a avaliação de interfaces flexíveis que os métodos tradicionais de Engenharia de Software e Interação Humano-Computador não apoiam totalmente.

Nesse sentido, esta dissertação traz à tona a discussão de que faz-se necessário ter soluções computacionais que contemplem a heterogeneidade do ser humano e, portanto

consigam alcançar o maior número possível de usuários, independentemente de suas características físicas, cognitivas e emocionais. Espera-se que as ideias aqui apresentadas apoiem o projeto de interfaces sob medida, respeitando e reconhecendo a diversidade que há dentro de cada grupo de usuários.

REFERÊNCIAS

- ANATEL - Agência Nacional de Telecomunicação (Gov.). Brasil fecha 2011 com recorde de habilitações na telefonia móvel. 2012. Disponível em: < <http://www.anatel.gov.br/Portal/exibirPortalNoticias.do?acao=carregaNoticia&codigo=24506>>. Acesso em janeiro de 2012.
- ANDROID Developers (Org.). 2011. Disponível em: <<http://developer.android.com/index.html>>. Acesso em setembro de 2011.
- BARANAUSKAS, M. C. C.; DE SOUZA, C. S. Desafio nº 4: Acesso Participativo e Universal do Cidadão Brasileiro ao Conhecimento. In: Computação Brasil, ano VII, n27. 2006.
- BEVAN, N. Quality in Use: Meeting User Needs for Quality. Journal of System and Software. 1999.
- BONACIN, R.; BARANAUSKAS, M. C. C. An Organizational Semiotics Approach Towards Tailorable Interfaces. In: The 11th International Conference on Human-Computer Interaction, 2005, Las Vegas, USA: Lawrence Erlbaum Ass., Inc. (LEA). 2005.
- BURDICK, R. K.; GRAYBILL, F. A. Confidence Intervals on Variance Components. Marcel Dekker, Inc., New York, NY. 1992.
- CONNELL, B. R. et al. About UD: Universal Design Principles. Version 2.0. Raleigh: The Center for Universal Design. 1997. Disponível em: <http://www.design.ncsu.edu/cud/about_ud/udprinciples.htm>. Acesso em junho de 2011.
- COULSON G. et al. A Generic Component Model for Building Systems Software. ACM Transaction on Computer Systems. 2008.

- CZAJA, S. J.; LEE, C. C. The impact of aging on access to technology. Universal Access in the Information Society. 2007.
- DIAS, L. et al. A Revolução da Mobilidade - De símbolo de status a instrumento de cidadania. São Paulo: Telesp Celular. 2002.
- DYNKIN, E. B.; KOVARY, T.; BROWN, D. E. Theory of Markov Processes. Dover Publications; Dover Ed edition, 2006.
- ESCALLIER, P. 10 Things Android Does Better Than iPhone OS. Maximumpc. 2010. Disponível em: <http://www.maximumpc.com/article/features/10_things_android_does_better_iphone>. Acesso em maio de 2011.
- FISCHER, G. User Modeling in Human-Computer Interaction In. User Modeling and User-Adapted Interaction (UMUAI). 2001.
- FRANK H.; ALTHOEN S. C. Statistics: Concepts and Applications. Cambridge University Press, New York. 1994.
- GERMONPREZ, M.; HOVORKA, D.; COLLOPY, F. A Theory of Tailorable Technology Design, Journal of the Association for Information Systems. 2007.
- GOEBEL, M. Ergonomic Design of Computerized Devices for Elderly Persons - The Challenge of Matching Antagonistic Requirements. Universal Access in HCI (HCII 2007). 2007.
- GONÇALVES, V. P. et al. Inspeção de Usabilidade: Um Processo Informatizado para Melhor Satisfazer os Objetivos do Usuário. In: Escola Regional de Informática (ERIN 2010), 2010, Manaus. Anais do ERIN 2010. 2010.
- GONÇALVES, V. P. et al. Uma Revisão Sistemática sobre Métodos de Avaliação de Usabilidade Aplicados em Software de Telefones Celulares. In: Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais e Congresso Latino-americano de Interação Humano-Computador (IHC+CLIHC 2011), 2011, Porto de Galinhas. Anais do IHC+CLIHC 2011. 2011.
- GONÇALVES, V. P.; NERIS, V. P. A.; UEYAMA, J. Interação de Idosos com Celulares: Flexibilidade para Atender a Diversidade. In: Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em

- Sistemas Computacionais e Congresso Latino-americano de Interação Humano-Computador (IHC+CLIHC 2011), 2011, Porto de Galinhas. Anais do IHC+CLIHC 2011. 2011.
- GRACE, P.; BLAIR, G. S.; SAMUEL, S. ReMMoC: A reflective middleware to support mobile client interoperability. In Proceedings of the Symposium on Distributed Objects and Applications (DOA 2003, Catania, Sicily, Italy). 2003.
- HELLMAN, R. Universal Design and Mobile Devices. Proceedings of the 4th international conference on Universal access in human computer interaction: coping with diversity. Beijing. 2007.
- HENDERSON, A.; KYNG, M. There's no place like home: Continuing Design in Use. In: J.Greenbaum and M. Kyng (eds) Design at work: Cooperative Design of Computer Systems. Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum. 1991.
- HENRICKSEN, K.; INDULSKA, J. Adapting the web interface: an adaptive web browser. In: Australasian User Interface Conference (AUIC 2001), 4, 2001, Gold Coast, Queensland, Austrália. Proceedings AUIC 2001. Gold Coast, Queensland Austrália: IEEE, 2001.
- HENRY, S. L.; GROSSNICKLE, M. Accessibility in the User Centered Design Process. Atlanta: Georgia Tech Research Corporation. 2004.
- HUGHES, D. et al. A Middleware Platform to Support River Monitoring Using Wireless Sensor Networks. Journal of the Brazilian Computer Society. 2011.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Gov.). Censo demográfico de 2010. 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>> Acesso em fevereiro de 2011.
- IEEE - IEEE Standard Computer Dictionary: A Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries, 1991.
- INFO Exame. Qual Será o seu Próximo Celular? Por que o Google, a Apple e a Palm têm cada vez mais Chances de Disputar essa Resposta? São Paulo. v1. n276. 2009.
- LECHETA. R. R. Google Android - Aprenda a Criar Aplicações para Dispositivos Móveis Com o Android SDK. 2. ed. Novatec. 2010.

- LEWIS, C.; WHARTON, C. Cognitive walkthroughs. In M. Helander, T.K. Landauer, P. Prabhu (Eds.) Handbook of human-computer interaction, 2nd ed. Elsevier Science. 1997.
- LIU, K. Semiotics in information systems engineering, Cambridge University Press. 2000.
- MACÍAS, J. A.; PATERNÒ, F. Customization of Web applications through an intelligent environment exploiting logical interface descriptions. In Interacting with Computers 20. 2008.
- MACLEAN, A. et al. User-tailorable systems: Pressing the issue with buttons. In: Proceedings of the Conference on Computer Human Interaction (CHI '90), 1-5 April, Seattle (Washington). ACM Press, New York. 1990.
- MAES, P. Concepts and Experiments in Computational Reflection. In: Proceedings of the Conference on Object-Oriented Programming Systems, Languages, and Applications (OOPSLA). ACM. Orlando. 1987.
- MCKINLEY, P. K. et al. Composing adaptive software. IEEE Computer, v.37, n.7, 2004.
- MEIER, R. Professional Android Application Development. Wiley, Indianapolis. 2008.
- MEYN, S.; TWEEDIE, R. Markov Chains and Stochastic Stability. Springer-Verlag, London, 1993.
- MT - Minister of Industry (Gov.). Learning a Living - First Results of the Adult Literacy and Life Skills Survey. Canada and Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD), Paris, 2005. Disponível em: <<http://www.nald.ca/fulltext/learnliv/learnliv.pdf>>. Acesso em fevereiro de 2011.
- NERIS, V. P. A.; BARANAUSKAS, M. C. C. Interfaces for All - A Tailoring-based Approach. In 11th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS 2009). Milan - Italy. LNBIP-Enterprise Information Systems. Springer, 2009.
- NERIS, V. P. A.; BARANAUSKAS, M. C. C. Making interactive systems more flexible: an approach based on users' participation and norms. In Simpósio de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC 2010): Belo Horizonte. 2010.

- NERIS, V. P. A.; BARANAUSKAS, M. C. C. Designing Tailorable Software Systems with the Users' Participation. has been accepted for publication in Journal of the Brazilian Computer Society. 2011.
- NIELSEN, J. Usability Engineering. Cambridge: Academic Press. 1993.
- NIELSEN. J. Usability for Senior Citizens. Alertbox. 2002. Disponível em: <<http://www.useit.com/alertbox/seniors.html>>. Acesso em agosto de 2011.
- NIELSEN. J. Generation App: 62% of Mobile Users 25-34 own Smartphones. 2011. Disponível em: <http://blog.nielsen.com/nielsenwire/online_mobile/generation-app-62-of-mobile-users-25-34-own-smartphones>. Acesso em fevereiro de 2012.
- O GLOBO. A década em telefones celulares. O Globo. 2010. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/tecnologia/mat/2009/12/28/a-decada-em-telefones-celulares-915378023.asp>>. Acesso em setembro de 2011.
- OLWAL, A.; LACHANAS, D.; ZACHAROULI, E. OldGen: Mobile Phone Personalization for Older Adults. In: CHI 2011, Vancouver. Proceedings of the CHI 2011. 2011.
- OVIATT, S.; DARRELL, T.; FLICKNER M. Multimodal Interfaces that Flex, Adapt and Persist. Communications of the ACM. January, 2004.
- PARK, J. et al. Adaptable versus adaptive menus on the desktop: Performance and user satisfaction. In International Journal of Industrial Ergonomics. 2007.
- PHONESLIMITED. 52% of smartphone market snatched by Android. Online News Today. 2011. Disponível em: <<http://www.online-news-today.com/8154/52-of-smartphone-market-snatched-by-android>>. Acesso em novembro de 2011.
- PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP H. Design de interação: além da interação homem-computador. Porto Alegre: Bookman. 2005.
- RIVERA, D. The Effect of Content Customization on Learnability and Perceived Workload. CHI '05 extended abstracts on Human factors in computing systems. Portland, USA. 2005.
- ROCHA, H. V.; BARANAUSKAS, M. C. C. Design e Avaliação de Interfaces Humano Computador. Campinas: NIED/UNICAMP. 2003.

- SCHEFLER, W. C. Statistics: concepts and applications, Benjamin-Cummings Publishing Co., Inc., Redwood City, CA, 1988.
- SHANNON, C. A mathematical theory of communication. Bell System Technical Journal, 27:379–423 and 623–656. 1948.
- SHNEIDERMAN, B. Universal usability. Communications of the ACM. v43. n5. 2000.
- SIEGEL, J. OMG overview: CORBA and the OMA in enterprise computing, Communications of the ACM. v41. n10. 1998.
- STAMPER, R. K. et al. MEASUR: Method for Eliciting, Analizing and Specifying User Requirements. Em: Computerized assistance during the information systems life cycle, T.W. Olle, A.A. Verrijn-Stuart and L. Bhabuts (eds). North-Holland: Elsevier Science Publishers. 1988.
- TANG, H. H.; KAO, S. A. Understanding the Real Need of the Elderly People When Using Mobile Phone, HCII 2005. Las Vegas. 2005.
- TRACE. General Concepts, Universal Design Principles and Guidelines. 2006. Disponível em: <http://trace.wisc.edu/world/gen_ud.html>. Acesso em janeiro de 2011.
- UEYAMA, J. et al. Exploiting a Generic Approach for Constructing Mobile Device Applications. In: The Fourth International Conference on COMmunication System softWAre and middlewaRE, 2009, Dublin. Proceedings of The Fourth International Conference on COMmunication System softWAre and middlewaRE, ACM. 2009.
- UN - United Nations. ‘Major’ rise in world’s elderly population: DESA report. 2010. Disponível em: < <http://www.un.org/en/development/desa/news/population/major-rise-in.html>>. Acesso em janeiro de 2012.
- VEIZADES, J. et al. “Service Location Protocol”, Internet RFC 2165, 1997.
- WULF, V.; PIPEK, V.; WON, M. Component-based tailorability: Enabling highly flexible software applications. In: International Journal of Human-Computer Studies. 2008.
- WOOD, E. et al. Use of computer input devices by older adults. The Journal of Applied Gerontology. 2005.

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

1. Você está sendo convidado para participar da pesquisa “Interação de Idosos com Celulares: Flexibilidade para Atender a Diversidade”.
2. Você foi selecionado para ser voluntário e sua participação não é obrigatória.
3. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento.
4. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador, com a instituição.
5. Essa pesquisa tem por objetivo identificar as principais dificuldades das pessoas ao interagirem com telefones celulares, além de propor e implementar soluções flexíveis que se adaptem aos seus objetivos de uso.
6. Sua participação nesta pesquisa consistirá em usar o telefone celular e preencher questionários para posteriores avaliações.
7. A sua participação na pesquisa pode envolver algum desconforto relacionado ao tempo despendido com a realização de questionários e entrevistas, sendo que faremos o possível para minimizar possíveis desconfortos. Em relação ao conteúdo dos questionários e entrevistas serão planejados a evitar possíveis constrangimentos ou desconfortos, e caso ocorram você pode se recusar a responder ou mesmo interromper a sua participação a qualquer momento, sem qualquer prejuízo em sua relação com a instituição ou com o pesquisador.
8. Os benefícios relacionados com a sua participação são os descritos no item 5 desse termo.
9. As informações obtidas por meio dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação.
10. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação.
11. Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço do pesquisador principal, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

Vinícius Pereira Gonçalves
Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação
Universidade de São Paulo
13566-590 São Carlos-SP
Tel.: 16-33739638

Endereço e telefone do Pesquisador Principal
Rua Maestro João Seppe, 303, Bl. 01, Apt. 302, Jd. Paraíso
13561-180 São Carlos-SP
Tel.: 16-811606080

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

São Carlos, _____ de _____ 20__

Sujeito da pesquisa

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO DE LEVANTAMENTO DE PERFIL

Questionário - Perfil do Participante

1. **Sexo:**
 - ☐ Masculino
 - ☐ Feminino
2. **Idade:** ____ anos
3. **Qual o seu lugar de origem?**

4. **Qual o seu grau de escolaridade?**
 - ☐ Nenhuma escolaridade
 - ☐ Ensino Fundamental: 1ª a 4ª série
 - ☐ Ensino Fundamental: 5ª a 8ª série
 - ☐ Ensino Médio
 - ☐ Ensino Médio Incompleto
 - ☐ Superior
5. **Você mora sozinho?**
 - ☐ Sim
 - ☐ Nãose não,
com
quem? _____
6. **Você tem telefone fixo?**
 - ☐ Sim
 - ☐ Não
7. **Você tem celular?**
 - ☐ Sim
 - ☐ Não
8. **Você usa o celular para: (marcar 1 ou + alternativas)**
 - ☐ Nada
 - ☐ Fazer chamadas
 - ☐ Salvar/editar contatos
 - ☐ Enviar mensagem
 - ☐ Jogar
 - ☐ Tirar fotos
 - ☐ Acesso a Internet
 - ☐ Bluetooth
 - ☐ Ouvir música/ rádio
 - ☐ Ver Tv
 - ☐ Outros _____
9. **Quais dessas tarefas você tem mais dificuldades para realizar/concluir?**
 - ☐ Nenhuma
 - ☐ Fazer chamadas
 - ☐ Salvar/editar contatos
 - ☐ Enviar mensagem
 - ☐ Jogar
 - ☐ Tirar fotos
 - ☐ Acessar a Internet
 - ☐ Usar o bluetooth
 - ☐ Ouvir música/ rádio
 - ☐ Ver Tv
 - ☐ Outros _____
10. **Você gosta dos celulares mais atuais ou dos antigos?**
 - ☐ Atuais
 - ☐ Antigos
11. **Geralmente para usar o celular você pede ajuda a alguém?**
 - ☐ Atuais
 - ☐ Antigos
12. **Você sabe o que é um smatphone?**
 - ☐ Sim
 - ☐ Não
13. **Você tem dificuldades enxergar textos e/ou ícones no celular?**
 - ☐ Sim
 - ☐ Não

APÊNDICE C - FORMULÁRIO DE OBSERVAÇÃO DO PARTICIPANTE

Formulário de Observação

Usuário 1:

1- Precisou de ajuda para começar a tarefa?

- ☐ Sim
☐ Não

2- Ele interagiu com o amigo?

- ☐ Sim
☐ Não

3- Cadastrou o contato com sucesso?

- ☐ Sim
☐ Não

4- Ligou para o contato com sucesso?

- ☐ Sim
☐ Não

5- O tamanho da tela está adequado para os itens?

- ☐ Sim
☐ Não

6- O tamanho dos botões está adequado?

- ☐ Sim
☐ Não

7- O tamanho dos ícones está adequado?

- ☐ Sim
☐ Não

8- O tamanho das teclas está adequado?

- ☐ Sim
☐ Não

9- A combinação de cores está adequada?

- ☐ Sim
☐ Não

10- Sequência de ações p/ salvar: Contatos > Novo contato > Salvar no telefone > Inserir dados > Salvar. Foi assim?

- ☐ Sim
☐ Não

11- Sequência de ações p/ ligar: Contatos > procurar contato > Clicar sobre o nome > Clicar em chamar > Ouvir. Foi assim?

- ☐ Sim
☐ Não

Usuário 2:

1- Precisou de ajuda para começar a tarefa?

- ☐ Sim
☐ Não

2- Ele interagiu com o amigo?

- ☐ Sim
☐ Não

3- Cadastrou o contato com sucesso?

- ☐ Sim
☐ Não

4- Ligou para o contato com sucesso?

- ☐ Sim
☐ Não

5- O tamanho da tela está adequado para os itens?

- ☐ Sim
☐ Não

6- O tamanho dos botões está adequado?

- ☐ Sim
☐ Não

7- O tamanho dos ícones está adequado?

- ☐ Sim
☐ Não

8- O tamanho das teclas está adequado?

- ☐ Sim
☐ Não

9- A combinação de cores está adequada?

- ☐ Sim
☐ Não

10- Sequência de ações p/ salvar: Contatos > Novo contato > Salvar no telefone > Inserir dados > Salvar. Foi assim?

- ☐ Sim
☐ Não

11- Sequência de ações p/ ligar: Contatos > procurar contato > Clicar sobre o nome > Clicar em chamar > Ouvir. Foi assim?

- ☐ Sim
☐ Não

APÊNDICE D - DADOS DA INTERAÇÃO NÃO FLEXÍVEL

Compilação dos Dados da Interação não Flexível

Dupla de Idosos	Preciso de ajuda p/ salvar e ligar	Interagiu c/ o amigo	Cadastrou o contato c/ sucesso	Ligou p/ o contato c/ sucesso	Tamanho da tela está adequado	Tamanho dos botões está adequado	Tamanho dos ícones está adequado	Tamanho das teclas está adequado	Combinação de cores está adequada	Sequência de ações p/ salvar: Contatos > Novo contato > Salvar no telefone > Inserir dados > Salvar. Está adequada?	Sequência de ações p/ salvar: Contatos > procurar contato > Clicar sobre o nome > Clicar em chamar > Ouvir. Está adequada?	Observações
D1	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim (verde ajudou)	Não	Em parte	-
	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim (dando pra ver tá bom)	Em parte	Não	Muitos níveis/ Tela muito sensível/ Troca muito rápido para outra seção
D2	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não (muito pequeno)	Não	Não	Não	Não	Não	Achou muito difícil

	Sim	Não	Sim	Sim	Não (o espaço para cadastro do contato muito pequeno)	Sim	Sim	Não (muito pequenas p/ os dedos)	Não (o cinza está muito claro)	Sim	Sim	Dificuldade em perceber onde está cada nº
D3	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não (muito pequeno)	Não	Sim	Sim	Em parte	Em parte	-
	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Muitas dificuldades para fazer as tarefas
D4	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não (a unha grande atrapalha)	Não	Ñ (muitos erros)	Ñ (mais colorido)	Sim	Sim	-
	Sim	Não	Sim	Sim	Não (dificuldade p/ interagir)	Não	Não	Não (muito pequenas)	Não (mais colorido)	Sim	Sim	-
D5	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não (nºs > ok/ Letras > pequenas)	Não (botão salvar colorido)	Em parte	Em parte	-

	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Não (manter um padrão de local do botão apagar)	Sim	Não (muito pequena s p/ os dedos)	Sim	Sim	Sim	Teve facilidade para interagir/ Achou o formulário de cadastro do contato simples e fácil de preencher
--	-----	-----	-----	-----	-----	---	-----	---	-----	-----	-----	---

APÊNDICE E - USUÁRIOS DA INTERAÇÃO NÃO FLEXÍVEL

Perfil Detalhado dos Usuários Idosos da Interação não Flexível

Dupla de Idosos	S ex o	Ida de	Ori gem	Escolari dade	Mora sozinho	Tem telefone fixo em Casa	Tem Celular	Tarefas feitas no Celular	Tarefas Difíceis do Celular	Preferê ncia por Celular es	Pede Ajuda p/ usar o celular	Sabe o q é Sma rtp h one	Tem dificuldade s p/ enxergar textos e/ou ícones do celular	Observações
D1	F	81	BA	Nenhum a	Não (c/filha)	Sim	Não (nunca usou)	Nenhum a	-	-	-	Não	-	Prefere os celulares antigos, pois os novos são mais difíceis de entender/ Ñ vê os n°s de maneira fácil
	F	84	SP	Nenhum a	Não (c/filho)	Não (sabe usar)	Não (usou da nora)	Somente atender	-	-	-	Não	-	P/ atender enxerga bem/ Apertou o verde/ desligou/ Muita ansiosa p/atender/ Ñ entendeu
D2	F	76	SP	Nenhum a	Não (c/filho)	Sim (fala c/ os filhas)	Não (usou das filhas)	Somente atender	-	-	-	Não	-	Segurou o celular longe do ouvido/ Ñ teve medo de ligar/ Teclou c/ o cuidado/ Memorizou o n°

	F	74	SP	1ª a 4ª série	Não (c/filha)	Sim	Sim	Fazer chamadas	Tirar fotos/Tudo	Atuais	Sim (Netos)	Não	Não	Devia ter caminhos menores
D3	F	65	SP	1ª a 4ª série	Não (c/filho e Netos)	Sim (fala c/ irmã e amiga)	Não (nunca usou)	-	-	-	-	Não	-	-
	M	69	BA	1ª a 4ª série	Não (c/esposa)	Sim (esposa q liga)	Não (esposa tem)	Somente atender	-	-	-	Não	-	Dificuldade p/ achar os n°s/ Achou q a msg era de cobrança (associou c/ ligação à cobrar)
D4	F	66	SP	1ª a 4ª série	Sim	Sim (fala c/ os filhos)	Não	Nenhuma	-	-	-	Não	-	-
	F	60	M G	1ª a 4ª série	Não (c/filha)	Sim (Fala c/ os filhos)	Sim	Fazer chamadas/ enviar Msg	Enviar Msg	Antigos	Sim	Não	Sim	O celular deve ser mais simples/ Deve ter só o necessário/ Pq confunde
D5	F	62	SP	Ensino Médio	Sim	Sim	Sim	Fazer chamadas	Tudo	Antigos	Não	Não	Não	
	F	60	SP	Superior (Profª Port. 5ª a 8ª e 3ª ano)	Não (c/mãe)	Não	Sim	Fazer chamadas/ Salvar e editar contatos/ Enviar	Enviar Msg c/ foto	Antigos	Não	Sim	Sim	Ñ acessa a internet por causa do custo/ A bateria do seu celular ã

								Msg/ Jogar/ Tirar fotos/ Bluetoot h							aguenta muito qd ela joga
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------------------------------

APÊNDICE F - MATERIAL DE APOIO À AVALIAÇÃO COM ESPECIALISTAS

Material de Apoio à Realização da Avaliação com Especialistas

Heurísticas usadas na avaliação

Heurística	
Número	Descrição
1	Navegação e Fluxo de trabalho
2	Mensagens de erro
3	Pesquisa e Consultas
4	Entrada/Saída
5	Tempo
6	Texto e Linguagem
7	Voz e Som
8	Gráficos
9	Figuras e Números
10	Ajuda e Informações

Graus de severidade

Severidade	
Grau	Descrição
0	Sem importância
1	Cosmético
2	Simples
3	Grave
4	Catastrófico

Tabela usada para levantamento dos problemas

Problemas encontrados				
Item	Heurística	Severidade	Local	Descrição
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

APÊNDICE G - AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DOS ESPECIALISTAS

Avaliação Individual dos Especialistas

Avaliador 1				
Problemas encontrados - Baixa Escolaridade				
Item	Heurística	Severidade	Local	Descrição
1	1	4	Todas as telas	Com o celular na horizontal, o teclado não aparece corretamente.
2	1	2	Todas as telas	Não aparece botão voltar.
3	1	3	Inserir número	Teclado numérico não aparece desde o início.
4	1	1	Inserir outras informações	Não permite inserir mais de uma opção para o mesmo contato (por exemplo, e-mail e foto).
5	1	2	Inserir foto	Não indica que precisa clicar na foto para adicionar a nova foto.
6	1	3	Inserir foto	Padrão de navegação muda, pois o usuário precisa usar a navegação nativa do celular.
7	2	0	Inserir número	Não exibe alerta quando o campo não é preenchido corretamente.
8	2	2	Inserir nome	Não exibe alerta quando o campo é deixado em branco.
9	3	0	-	-
10	4	4	Todas as telas	Com o celular na horizontal, o teclado não aparece corretamente.
11	4	3	Todas as telas	Deveria habilitar o botão de confirmação apenas quando puder ser usado.
12	4	0	Inserir nome	Primeira letra não fica maiúscula automaticamente.
13	4	1	Inserir outras informações	Teclado aparece em cima das opções.
14	5	1	Todas as telas	Celular entra em <i>stand by</i> depois de poucos segundos de inatividade.
15	5	2	Todas as telas	Mensagem de "Contato gravado com sucesso" aparece muito discreta.
16	5	2	Todas as telas	Quando a mensagem de "Contato gravado com sucesso" aparece com o teclado ativado, não é possível vê-la direito.
17	6	0	-	-
18	7	1	Todas as telas	Sons não são emitidos quando etapas são cumpridas.
19	8	0	Todas as telas	Botão mudar está em um local de difícil acesso.
20	8	2	Todas as telas	Botão mudar tem sua função confundida com o botão cancelar.

21	8	1	Todas as telas	Botão mudar diminui de tamanho quando o nome do contato é muito grande.
22	9	0	-	-
23	10	3	Todas as telas	Quando o cadastro é cancelado, os campos permanecem preenchidos.
24	10	1	Todas as telas	Mensagem padrão dos campos é pouco informativa.
25	10	1	Todas as telas	Um nome grande não pode ser visualizado corretamente no topo.
26	10	3	Inserir foto	Usa funções nativas do celular, mas não apresenta nenhuma indicação disso.

Avaliador 1				
Problemas encontrados - Alta Escolaridade				
Item	Heurística	Severidade	Local	Descrição
1	1	4	Todas as telas	Com o celular na horizontal, o teclado não aparece corretamente.
2	1	2	Todas as telas	Botão cancelar passa a impressão de que a operação toda será cancelada.
3	1	1	Todas as telas	Botão mudar diminui de tamanho quando o nome do contato é muito grande.
4	1	2	Inserir número	Teclado numérico não aparece desde o início.
5	1	2	Inserir outras informações	Não aparece botão voltar.
6	1	2	Inserir foto	Não indica que precisa clicar na foto para adicionar a nova foto.
7	1	3	Inserir foto	Padrão de navegação muda, pois o usuário precisa usar a navegação nativa do celular.
8	2	0	Inserir número	Não exibe alerta quando o campo não é preenchido corretamente.
9	2	2	Inserir nome	Não exibe alerta quando o campo é deixado em branco.
10	3	0	-	-
11	4	4	Todas as telas	Com o celular na horizontal, o teclado não aparece corretamente.
12	4	3	Todas as telas	Deveria habilitar o botão de confirmação apenas quando puder ser usado.
13	4	1	Inserir outras informações	Teclado aparece em cima das opções.
14	5	1	Todas as telas	Celular entra em stand by depois de poucos segundos de inatividade.

15	5	1	Todas as telas	Mensagem de "Contato gravado com sucesso" aparece muito discreta.
16	5	2	Todas as telas	Quando a mensagem de "Contato gravado com sucesso" aparece com o teclado ativado, não é possível vê-la direito.
17	6	0	-	-
18	7	0	-	-
19	8	0	Todas as telas	Botão mudar está em um local de difícil acesso.
20	8	1	Todas as telas	Botão mudar tem sua função confundida com o botão cancelar.
21	8	1	Todas as telas	Deveria habilitar o botão de confirmação apenas quando puder ser usado.
22	9	0	-	-
23	10	3	Todas as telas	Quando o cadastro é cancelado, os campos permanecem preenchidos.
24	10	0	Todas as telas	Botão salvar sempre finaliza toda a operação.
25	10	1	Todas as telas	Um nome grande não pode ser visualizado corretamente no topo.
26	10	3	Inserir foto	Usa funções nativas do celular, mas não apresenta nenhuma indicação disso.

Avaliador 2				
Problemas encontrados - Baixa Escolaridade				
Item	Heurística	Severidade	Local	Descrição
1	1	2	Todas as telas	Botão voltar na tela touchscreen em todas as páginas menos na primeira.
2	1	3	Inserir número	Após o contato a tela seguinte é a de telefone nesse momento a barra acima do local de inserir o numero fica praticamente apagada a tela do numero do telefone, dessa forma o idoso não vai saber que está colocando o numero do telefone da pessoa que ele digitou anteriormente.
3	2	2	Inserir número	Após inserir o nome e não o telefone não acusou mensagem de erro. Falta uma mensagem mostrando que ainda falta registrar o número.
4	3	0	-	-
5	4	0	-	-
6	5	0	-	-
7	6	2	Inserir nome; Inserir número	Quando o idoso vai escrever o nome dele o botão de destaque está escrito “número” e não “nome” e assim sucessivamente na tela seguinte onde deveria aparecer “numero” e esta escrito “terminei” isso pode confundir durante o processo. Talvez o nome também deva estar em destaque.
8	7	0	-	-
9	8	2	Todas as telas	Para um idoso com baixa escolaridade a abreviatura DEL ou o símbolo X não indica que é um botão APAGAR. Acho que isso tem que ficar bem claro no botão.
10	8	2	Todas as telas	Quando o idoso precisar ir para o meio da palavra já escrita não vai saber que é com o toque. Ele vai apagar a palavra inteira para corrigir uma letra errada. Ao toque aparece um símbolo que consegue ser arrastado para onde o usuário quiser na palavra, porém ele deveria aparecer mesmo sem o usuário tocar, ou seja, quando ele começa a escrever já aparece o símbolo.
11	9	0	-	-
12	10	0	-	-

Avaliador 2				
Problemas encontrados - Alta Escolaridade				
Item	Heurística	Severidade	Local	Descrição
1	1	2	Todas as telas	Botão voltar na tela touchscreen em todas as páginas menos na primeira. uma tela de voltar para a página anterior.
2	1	2	Inserir número	Após o contato a tela seguinte é a de telefone nesse momento a barra acima do local de inserir o número fica praticamente apagada a tela do número do telefone, dessa forma o idoso não vai saber que está colocando o número do telefone da pessoa que ele digitou anteriormente.
3	1	3	Inserir foto	Após o usuário tirar foto deve aparecer.
4	2	2	Inserir número	Após inserir o nome e não o telefone não acusou mensagem de erro. Falta uma mensagem mostrando que falta registrar o número.
5	3	0	-	-
6	4	0	-	-
7	5	0	-	-
8	6	0	-	-
9	7	0	-	-
10	8	0	-	-
11	9	0	-	-
12	10	0	-	-

Avaliador 3				
Problemas encontrados - Baixa Escolaridade				
Item	Heurística	Severidade	Local	Descrição
1	1	3	Inserir e-mail; Inserir endereço; Inserir foto	Não segue o mesmo padrão de fluxo de navegação.
2	1	3	Inserir foto	Não é intuitivo para o idoso, mesmo que de alta escolaridade que para adicionar uma foto do contato ele precisa tocar no quadrinh iconográfico.
3	1	3	Inserir foto	Não existe botão voltar na aplicação, apenas botão físico..
4	1	2	Inserir foto	Não apresenta para o usuário onde ele está.
5	1	2	Inserir outras informações	Não existe botão voltar na aplicação, apenas botão físico.
6	2	3	Inserir foto	Retorna uma mensagem de erro não "tratada" quando o botão salvar não é clicado.
7	2	3	Todas as telas	Não há mensagens imediatas de erros nos campos de entrada de dados.
8	2	4	Todas as telas	Não existem mensagens de erros em formato algum.
9	3	0	-	-
10	4	3	Todas as telas de inserção de dados	Há momentos em que o teclado desaparece e não é intuitivo para o usuário que precisa tocar no campo para o teclado aparecer.
11	4	3	Tela inicial	Às vezes, ao iniciar o cadastro, os campos já aparecem preenchidos.
12	4	2	Inserir e-mail; Inserir telefone	Não há máscara no preenchimento dos campos de entrada de dados.
13	4	1	Todas as telas de inserção de dados	O sistema não oferece auto-preenchimento.
14	5	2	Inserir nome; Inserir telefone	Falta de feedback ao clicar no botão 'cancelar'.
15	5	1	Todas as telas	O sistema não possui barras de progressão.
16	5	0	Todas as telas	O sistema não salva automaticamente (rescunho).
17	6	3	Teclado	O uso da palavra estrangeira 'DEL' pode não ser entendido.
18	6	0	Todas as telas	Não oferece breadcrumb.

19	7	3	Todas as telas	Não é possível fazer uso de recursos de voz e som para aqueles usuários com dificuldades cognitivas ou visão comprometida.
20	8	3	Botão 'Mudar'	Este botão fica em local de difícil acesso.
21	8	2	Botão 'Próximo'	Este botão não é intuitivo.
22	8	3	Botão 'Cancelar'; Botão 'Mudar'	Botões com nomes diferentes e mesma função.
23	9	3	Telas com teclado numérico	Não há opção para inserção verbal.
24	10	3	Não há o recurso	Ajuda ou informações adicionais.
25	10	3	Não há o recurso	Suporte a deficientes.

Avaliador 3				
Problemas encontrados - Alta Escolaridade				
Item	Heurística	Severidade	Local	Descrição
1	1	3	Inserir foto	Não é intuitivo para o idoso, mesmo que de alta escolaridade que para adicionar uma foto do contato ele precisa tocar no quadrinh iconográfico.
2	1	3	Inserir foto	O processo de escolha e seleção das fotos dentre tantos álbuns não é difícil manipulação e inclusão.
3	1	3	Inserir foto	Não apresenta para o usuário onde ele está.
4	1	2	Inserir foto	Não existe botão voltar na aplicação, apenas botão físico.
5	2	2	Todas as telas de inserção de dados	Usuário pode salvar apenas o nome do contato sem o número que o sistema não retorna mensagem de erro.
6	2	2	Todas as telas de inserção de dados	Todos os campos podem ser salvos vazios, pois não há mensagem de erro.
7	2	3	Inserir e-mail; Inserir telefone	Não há máscara no preenchimento dos campos de entrada de dados.
8	2	3	Inserir foto	Retorna uma mensagem de erro não "tratada" quando o botão salvar não é clicado.
9	2	1	Todas as telas	Não há mensagens imediatas de erros nos campos de entrada de dados.
10	2	3	Todas as telas	Não existem mensagens de erros em formato algum.
11	3	0	-	-

12	4	3	Todas as telas de inserção de dados	Há momentos em que o teclado desaparece e não é intuitivo para o usuário que precisa tocar no campo para o teclado aparecer
13	4	3	Tela inicial	Às vezes, ao iniciar o cadastro, os campos já aparecem preenchidos
14	4	2	Inserir e-mail; Inserir telefone	Não há máscara no preenchimento dos campos de entrada de dados
15	4	1	Todas as telas de inserção de dados	O sistema não oferece auto-preenchimento
16	5	2	Inserir nome; Inserir telefone	Falta de feedback ao clicar no botão 'cancelar'.
17	5	1	Todas as telas	O sistema não possui barras de progressão
18	5	0	Todas as telas	O sistema não salva automaticamente (rescunho)
19	6	3	Teclado	O uso da palavra estrangeira 'DEL' pode não ser entendido
20	6	0	Todas as telas	Não oferece breadcrumb
21	7	3	Todas as telas	Não é possível fazer uso de recursos de voz e som para aqueles usuários com dificuldades cognitivas ou visão comprometida
22	8	3	Botão 'Mudar'	Este botão fica em local de difícil acesso
23	8	2	Botão 'Próximo'	Este botão não é intuitivo
24	8	3	Botão 'Cancelar'; Botão 'Mudar'	Botões com nomes diferentes e mesma função
25	9	2	Telas com teclado numérico	Não há opção para inserção verbal
26	10	3	Não há o recurso	Ajuda ou informações adicionais
27	10	3	Não há o recurso	Suporte a deficientes

Avaliador 4				
Problemas encontrados - Baixa Escolaridade				
Item	Heurística	Severidade	Local	Descrição
1	1	3	Todas as telas	O sistema deve possuir a opção de voltar a qualquer momento e também de sair da aplicação a qualquer momento (o cancelar voltar e não sai/encerra o aplicativo).
2	1	3	Todas as telas	A opção de voltar tem que estar visível a qualquer momento.
3	1	3	Todas as telas	O aplicativo deve informar ao usuário onde ele está e o que está fazendo. Por exemplo, ao colocar o nome, está indicado como contato logo acima, e quando o usuário começa a digitar a palavra nome que indica onde é para escrever o nome do contato some. Um idoso com baixa escolaridade pode se sentir perdido.
4	2	0	-	-
5	3	0	-	-
6	4	3	Todas as telas	As telas devem possuir (via toque) também as opções de sair e de voltar. Essas opções estão fácil de identificar pelo meio físico (os 4 botões físicos), mas não estão identificáveis na tela também via toque.
7	5	2	Todas as telas	Ao clicar nos botões não encontrei os <i>feedbacks</i> (somente após toda a tarefa ser realizada). Poderia ter outros tipos de <i>feedback</i> a cada clique de cada botão, não somente <i>feedback</i> após a gravação do contato na agenda. O tempo final de realização da tarefa permanece por um tempo curto, as pessoas idosas e com pouca visão e escolaridade talvez necessitem de um tempo maior para perceber que e conseguir ler a mensagem de realização da tarefa (<i>feedback</i>).
8	6	2	Todas as telas	O voltar está como cancelar. Cancelar em sua maioria tem o significado de encerrar e não de voltar.
9	6	2	Inserir outras informações	A palavra inserir faz parte do cotidiano de pessoas que utilizariam terminei para finalizar a tarefa?
10	7	2	Todas as telas	Não encontrei a opção de áudio nas telas.

11	8	3	Todas as telas	Não possui opção ao usuário para escolher as cores utilizadas (por exemplo, a cor do botão). Quem possui algum problema na visão necessita dessa opção. Opção de contraste, por exemplo, nas cores branco e preto, ou acinzentado. Somente me deparei com cores vermelho e verde.
12	9	0	-	-
13	10	4	Todas as telas	Não encontrei em nenhum momento da navegação a opção de ajuda. Esse item é indispensável a qualquer sistema, mais ainda para quem tem baixa escolaridade.

Avaliador 4				
Problemas encontrados - Alta Escolaridade				
Item	Heurística	Severidade	Local	Descrição
1	1	2	Todas as telas	Não possui a indicação nas telas onde o usuário está. Por exemplo, antes de digitar está escrito primeiro nome, mas nessa tela acima do primeiro nome não indica nada ao usuário. Por exemplo, ao escrever o nome, ou sobrenome, o usuário pode se perder e esquecer o que é para escrever naquele campo. Por exemplo, quando começa a digitar no campo, a identificação do que é aquele campo (do que é para escrever no campo) some. A informação do campo some.
2	1	2	Todas as telas	O sistema possui a opção de voltar que está como cancelar, no entanto não possui a opção para sair do sistema a qualquer momento.
3	1	3	Todas as telas	Não existe a opção de pular para continuar. Por exemplo, o usuário coloca o nome e já quer colocar o e-mail, ele tem que passar pelo sobrenome e pelo endereço para depois chegar ao e-mail.
4	2	0	-	-
5	3	0	-	-
6	4	3	Todas as telas	Não contém a opção de voltar visível nas telas. Somente volta às opções com o botão físico e com o cancelar. E mesmo tendo o botão mudar (laranja) para editar, não consta nas telas (pelo toque) a opção de voltar. Possui a tecla próximo,

				mas não possui a tecla anterior por exemplo.
7	4	3	Todas as telas	Não possui a opção na tela para sair do aplicativo, somente tem a opção de sair/encerrar o aplicativo com botão físico.
8	5	2	Após efetuada a tarefa (gravar contato por exemplo).	A mensagem de finalização da tarefa é muito rápida.
9	5	1	Todas as telas	Quando clicar nos botões para confirmar a ação referenciada a cada botão, o sistema poderia enviar um <i>feedback</i> ao usuário. Por exemplo, ao clicar em próximo podia vibrar ao confirmar uma ação, em outros aplicativos do mesmo celular acontece isso em muitos casos, o <i>feedback</i> para confirmar uma ação é a vibração.
10	6	2	Todas as telas	A opção para voltar está escrita como cancelar. Geralmente no cotidiano para muitas pessoas, inclusive as de alta escolaridade, a palavra cancelar possui o significado de encerrar/sair/eliminar e não de voltar à tela anterior. (Pois o cancelar do sistema volta à tela anterior e não encerra o aplicativo. Aí quero sair daqui, não quero mais ficar e nem voltar, quero sair agora, encerrar agora).
11	7	1	Todas as telas	Quando clicar nos botões para confirmar uma ação, o sistema não vibra e também não emite um som sonoro para confirmação da ação, como <i>feedback</i> por exemplo.
12	7	3	Todas as telas	Não encontrei a opção de configuração para leitura do texto (som). De acordo com essa heurística essa opção deveria existir, e a qualquer momento.
13	8	2	Todas as telas	Não possui opção ao usuário para escolher as cores utilizadas (por exemplo, a cor do botão). Somente encontrei as cores vermelho e verde... E quem é daltônico?
14	9	0	-	-
15	10	3	Todas as telas	Não encontrei nenhuma informação/página de ajuda em nenhuma página de navegação. É necessário oferecer ajuda ao usuário.

Avaliador 5				
Problemas encontrados - Baixa Escolaridade				
Item	Heurística	Severidade	Local	Descrição
1	1	3	Inserir número	Teclado numérico não aparece desde o início.
2	1	2	Inserir foto	Padrão de navegação muda, pois o usuário precisa usar a navegação nativa do celular.
3	1	4	Todas as telas	Com o celular na horizontal, o teclado não aparece corretamente.
4	2	0	-	-
5	3	0	-	-
6	4	4	Todas as telas	Com o celular na horizontal, o teclado não aparece corretamente.
7	4	0	Inserir nome	Primeira letra não fica maiúscula automaticamente.
8	4	3	Todas as telas	Deveria habilitar o botão de confirmação apenas quando puder ser usado.
9	5	2	Todas as telas	Mensagem de "Contato gravado com sucesso" aparece muito discreta.
10	5	2	Todas as telas	Quando a mensagem de "Contato gravado com sucesso" aparece com o teclado ativado, não é possível vê-la direito.
11	6	0	-	-
12	7	1	Todas as telas	Falta de feedback quando etapas são cumpridas.
13	8	0	Todas as telas	Botão mudar está em um local de difícil acesso.
14	8	2	Todas as telas	Botão mudar tem sua função confundida com o botão cancelar.
15	8	1	Todas as telas	Botão mudar diminui de tamanho quando o nome do contato é muito grande.
16	9	0	-	-
17	10	1	Todas as telas	Um nome grande não pode ser visualizado corretamente no topo.
18	10	3	Todas as telas	Quando o cadastro é cancelado, os campos permanecem preenchidos.

Avaliador 5				
Problemas encontrados - Alta Escolaridade				
Item	Heurística	Severidade	Local	Descrição
1	1	2	Inserir foto	A adição da foto pode ficar comprometida devido a quantidade de álbuns
2	1	2	Inserir foto	Não existe botão voltar na aplicação, apenas botão físico.
3	2	2	Todas as telas de inserção de dados	Usuário pode salvar apenas o nome do contato sem o número que o sistema não retorna mensagem de erro.
4	2	3	Inserir e-mail; Inserir telefone	Não há máscara no preenchimento dos campos de entrada de dados.
5	2	1	Todas as telas	Não há mensagens imediatas de erros nos campos de entrada de dados.
6	3	0	-	-
7	4	3	Tela inicial	Caso cacele a ação de salvar contato os campos permanecem preenchidos
8	4	2	Inserir e-mail; Inserir telefone	Não há máscara no preenchimento dos campos de entrada de dados
9	5	0	-	-
10	6	1	Teclado	O uso da palavra estrangeira 'DEL' pode não ser entendido
11	7	3	Todas as telas	Não é possível fazer uso de recursos de voz e som para aqueles usuários com dificuldades cognitivas ou visão comprometida
12	8	3	Botão 'Mudar'	Este botão fica em local de difícil acesso
13	8	3	Botão 'Cancelar'; Botão 'Mudar'	Botões com nomes diferentes e mesma função
14	9	2	Telas com teclado numérico	Não há opção para inserção verbal
15	10	0	Todas as telas	Botão salvar sempre finaliza toda a operação.

APÊNDICE H - USUÁRIOS DA INTERAÇÃO FLEXÍVEL

Perfil Detalhado dos Usuários Idosos da Interação Flexível

Dupla de Idosos	Sexo	Idade	Origem	Escolaridade	Mora sozinho	Tem telefone fixo em Casa	Tem Celular	Tarefas feitas no Celular	Tarefas Difíceis do Celular	Preferência por Celulares	Pede Ajuda p/ usar o celular	Sabe o que é Smart phone	Tem dificuldades p/ enxergar textos e/ou ícones do celular	Observações
(D1)	F	81	BA	Nenhuma	Não (c/filha)	Sim	Não (nunca usou)	Nenhuma	-	-	-	Não	-	Prefere os celulares antigos, pois os novos são mais difíceis de entender/ Ñ vê os n°s de maneira fácil
	F	84	SP	Nenhuma	Não (c/filho)	Não (sabe usar)	Não (usou da nora)	Somente atender	-	-	-	Não	-	P/ atender enxerga bem/ Apertou o verde/ desligou/ Muita ansiosa p/atender/ Ñ

														entendeu
(D2)	F	66	SP	1ª a 4ª série	Sim	Sim (fala c/ os filhos)	Não	Nenhuma	-	-	-	Não	-	-
	F	60	MG	1ª a 4ª série	Não (c/filha)	Sim (fala c/ os filhos)	Sim	Fazer chamadas/ Enviar Msg	Enviar Msg	Antigos	Sim	Não	Sim	O celular deve ser mais simples/ Deve ter só o necessário / Pq confunde
(D3)	F	61	SP	Doutorado	Não (c/filhos e neto)	Sim (c/ colegas do grupo)	Sim	Fazer chamadas/ Salvar e editar contatos / Tirar fotos	Tirar fotos / Usar o bluetooth	Atuais	Não	Não	Não	-
	F	60	SP	5ª a 8ª série	Não (c/mãe, irmã e irmão)	Sim	Sim	Fazer chamadas	Enviar Msg	Antigos	Não	Não	Não (mas, demora pra ler)	Tem interesse em aprender a mexer no “menu” / Não sabe usar a agenda
(D4)	F	65	SP	1ª a 4ª série	Não (c/filho e Netos)	Sim (fala c/ irmã e	Não (nunca usou)	-	-	-	-	Não	-	-

						amiga)								
	M	69	BA	1ª a 4ª série	Não (c/espos a)	Sim (esposa q liga)	Não (esposa tem)	Somente atender	-	-	-	Não	-	Dificulda de p/ achar os n°s/ Achou q a msg era de cobrança (associou c/ ligação à cobrar)

APÊNDICE I - DADOS DA INTERAÇÃO FLEXÍVEL

Compilação dos Dados da Interação Flexível

Dupla de Idosos	Preciso u de ajuda p/ salvar e ligar	Interagi u c/ o amigo	Cadastrou o contato c/ sucesso	Ligou p/ o contato c/ sucesso	Tamanho da tela está adequado	Tamanho dos botões está adequado	Tamanho dos ícones está adequado	Tamanho das teclas está adequado	Combinação de cores está adequado	Sequência de ações p/ salvar: Contatos > Novo contato > Salvar no telefone > Inserir dados > Salvar. Está adequada?	Sequência de ações p/ salvar: Contatos > procurar contato > Clicar sobre o nome > Clicar em chamar > Ouvir. Está adequada?	Observações
(D1)	Sim	Não	Sim	Sim	Sim (tá pequeno, mas tá bom)	Sim (tá pequeno, mas tá bom)	Sim (tá pequeno, mas tá bom)	Sim (tá pequeno, mas tá bom)	Sim	Sim	Sim	Botão “Sair” está pequeno / Teve dificuldade para ler / Não conseguiu teclar em “Sair”
	Sim	Não	Sim (c/ajuda)	Sim	em parte	em parte	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Vibração como feedback de fim de tarefa está OK! / O acesso por voz está OK!

(D2)	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim (teclado numérico e de letras tá Ok!)	Sim (policrômático é melhor)	Sim (mais fácil)	Sim	Solução melhor / Gostou da combinação de cores
	Sim	Não	Sim (c/ajuda)	Sim	Não (não visualizou)	Sim	Sim	Não (deve ser maior)	Sim (identificou bem)	Sim (apesar de todos os problemas)	Sim (apesar de todos os problemas)	Recurso de voz é adequado / Celular travou na tela do teclado numérico / Teve dificuldade para ler / Teve dificuldade para acionar o acesso por voz / Entrou na área de add foto e não sabia sair / Teve dificuldade para teclar o teclado
(D3)	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim (teve dificuldade de perceber que próximo era para inserir mais informações)	Sim	Vibração como feedback de fim de tarefa faz sentido

	Sim	Não	Sim	Sim (mais teve dificul- dades)	Sim	Sim	Não (dedo é grande)	Não (pequen- o)	Sim	Não (achou complicado)	Não (achou complicado)	Não conseguiu usar o botão sair / Ficou tentando salvar em vez de clicar de próximo para add mais informações
(D4)	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim ("bom")	Sim ("é lindo")	Sim ("é linda")	Sim ("gostei")	Sim ("me confundi um pouco")	Teve dificuldade de teclar em continuar
	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não (estava sem óculos)	Sim	Sim	Sim	Não conseguiu entender a mensagem no final da ligação