

UNIVERSIDADE PAULISTA

**INTEGRANDO ATIVIDADES BASEADAS EM
ABORDAGENS DA IHC ÀS PRÁTICAS DA
ENGENHARIA DE SOFTWARE EM PROJETOS DE
INTERFACE DE USUÁRIO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS**

LUCIANO SOARES DE SOUZA

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Engenharia de
Produção da Universidade Paulista –
UNIP, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Ivanir Costa

SÃO PAULO

2007

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE PAULISTA

**INTEGRANDO ATIVIDADES BASEADAS EM
ABORDAGENS DA IHC ÀS PRÁTICAS DA
ENGENHARIA DE SOFTWARE EM PROJETOS DE
INTERFACE DE USUÁRIO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS**

LUCIANO SOARES DE SOUZA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista – UNIP, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Ivanir Costa

Área de Concentração: Gestão da Informação

Linha de Pesquisa: Produção de Software

SÃO PAULO

2007

Souza, Luciano Soares de

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de interface de usuário de dispositivos móveis / Luciano Soares de Souza. – São Paulo, 2007.

156 f.

Dissertação (mestrado) – Apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista, São Paulo, 2007.

Área de concentração: Gestão da Informação.

“Orientador Prof. Dr. Ivanir Costa”.

1. Modelo de ciclo de vida de software. 2. Interface de usuário. 3. Usabilidade. 4. Dispositivos móveis. 5. Contexto de uso. I. Título.

**Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da
engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis**

Dedicatória

À minha esposa Elaine, pelo incansável apoio e incentivo em todos os momentos da elaboração deste trabalho. Ao meu filho Felipe, promessa de Deus em nossas vidas. Aos meus pais, que sempre me ajudaram, me incentivaram e me apoiaram em todos os momentos da minha vida.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

Agradecimentos

A Deus, por ter me proporcionado mais esta conquista;

À minha esposa e amiga Elaine, pela tolerância, apoio e compreensão, principalmente nos primeiros meses do nascimento do nosso filho;

Ao meu filho Felipe, pelo olhar que representa mais que qualquer palavra, apesar de muitas vezes ficar impossibilitado de dar-lhe a atenção merecida;

Aos meus pais, Geová e Djanira, pelo amor e carinho dedicados desde o princípio de minha vida e que jamais mediram esforços para que eu chegasse até aqui;

Aos meus irmãos, Cristiano e Luciana, por eu saber que sempre poderei contar com vocês;

Ao meu orientador e amigo Prof. Dr. Ivanir Costa, pelas diretrizes, orientações e incentivo para a conclusão desta dissertação e principalmente por ter acreditado em mim;

Ao Prof. Dr. Mauro de Mesquita Spínola e ao Prof. Dr. Ivan Torres Pisa, membros da banca examinadora, pelas valiosas sugestões que contribuíram muito com este trabalho;

Ao Prof. Dr. José Pacheco de Almeida Prado, pela atenção e disposição em nortear meu ingresso no curso;

Ao Prof. Marcelo Souza, diretor de TI da UNIP, por apoiar meu ingresso no curso;

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

Agradecimentos

Aos professores, do Programa de Mestrado em Engenharia de Produção da UNIP, pelos ensinamentos em sala de aula, pelo apoio e estímulo e, em especial, ao Prof. Dr. Oduvaldo Vendrametto;

À Dr^a Maria Rita dos Santos e Passos-Bueno, Roberto Fanganiello, do Centro de Estudos do Genoma Humano, Carlos Hulot e Alexandre Nardi, da Microsoft, por viabilizarem a parceria e a validação da proposta deste trabalho;

Aos funcionários da biblioteca da UNIP, pelo atendimento prestado;

Ao grupo de pesquisa “Produção de Software” do programa de Mestrado em Engenharia de Produção da UNIP, em especial ao Leandro Dentini, pela dedicação e responsabilidade;

Aos colegas do mestrado, que contribuíram direta e indiretamente no enriquecimento deste trabalho, em especial à Rosângela Kronig;

Ao amigo Alex Barbosa, e, em especial, ao amigo João Paulo de Oliveira e Silva, pelos momentos de discussão sobre este trabalho;

E aos muitos amigos, familiares e pessoas, aqui não mencionados, mas que foram importantíssimos para o desenvolvimento deste trabalho.

**Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da
engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis**

Epígrafe

“O temor do Senhor é o princípio do conhecimento; mas os insensatos desprezam a sabedoria e a instrução”.

Provérbios 1:7

**Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da
engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis**

Sumário

ÍNDICE

RESUMO	XII
ABSTRACT.....	XIII
Lista de Abreviaturas e Siglas	XIV
Lista de Ilustrações	XVI
Lista de Quadros	XVIII
Lista de Anexos	XIX
Lista de Apêndices	XX
1. INTRODUÇÃO.....	21
1.1. Objetivos	24
1.1.1. Objetivo geral.....	24
1.1.2. Objetivos específicos	24
1.2. Justificativa	25
1.3. Metodologia de pesquisa.....	26
1.4. Estrutura do trabalho	28
2. COMPUTAÇÃO MÓVEL.....	31
2.1. Propriedades da computação móvel	31
2.1.1. Portabilidade.....	32
2.1.2. Mobilidade.....	32
2.1.3. Conectividade.....	33
2.2. Dispositivos móveis	35
2.2.1. Desafios técnicos para Dispositivos Móveis	38
2.2.2. Entrada de dados	40

**Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da
engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis**

Sumário

2.3. Aplicações móveis	41
3. ENGENHARIA DE SOFTWARE	44
3.1. Modelos de ciclo de vida de software.....	45
3.1.1. Fases fundamentais dos modelos de ciclo de vida de software.....	47
3.1.2. Modelo em Cascata	49
3.1.3. Modelo Incremental.....	51
3.1.4. Modelo Espiral	52
3.1.5. Prototipagem	53
3.2. Requisitos	56
4. INTERAÇÃO HUMANO-COMPUTADOR - IHC	57
4.1. Interface e interação.....	58
4.2. Usabilidade	60
4.2.1. Usabilidade e a norma NBR ISO 9241-11	62
4.2.2. Usabilidade e a norma NBR ISO/IEC 9126-1	64
4.3. Usabilidade e os dispositivos móveis.....	67
4.4. Modelo de ciclo de vida de <i>design</i> de interface de usuário	70
4.4.1. Modelo estrela	72
4.4.2. Engenharia de usabilidade	73
4.4.3. Projeto centrado no usuário.....	76
4.4.4. <i>Design</i> participativo	81
4.5. Projeto de interface com o usuário – visão da ES e IHC	82
5. INTERFACE DE USUÁRIO DE SOFTWARE DE DISPOSITIVOS MÓVEIS	86
5.1. Desafios para os projetos de interface de dispositivos móveis.....	86

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

Sumário

5.2.	Contexto de uso móvel.....	88
5.2.1.	Usuário móvel	88
5.2.2.	Tarefa	89
5.2.3.	Ambiente de trabalho	90
5.3.	<i>Guidelines</i> para projetos de interface de dispositivos móveis.....	93
5.4.	Proposta de integração.....	95
5.5.	Descrição da proposta de integração.....	96
5.5.1.	Atividades integradas na fase de Requisitos	99
5.5.2.	Atividades integradas na fase de Análise.....	101
5.5.3.	Atividades integradas na fase de Projeto	104
5.5.4.	Atividades integradas na fase de Implementação	108
5.5.5.	Atividade integrada na fase de Testes.....	108
5.5.6.	Atividade integrada na fase de Implantação	110
6.	VALIDAÇÃO DO MODELO DE CICLO DE VIDA DE SOFTWARE INTEGRADO	111
6.1.	Centro de Estudos do Genoma Humano	111
6.1.1.	Laboratório de Genética de Desenvolvimento Humano	112
6.2.	O Sistema	112
6.3.	Aplicação da proposta.....	113
6.4.	Resultados e Análise.....	126
7.	CONCLUSÃO.....	132
7.1.	Sugestões para trabalhos futuros	133
8.	BIBLIOGRAFIA	135
	ANEXOS	148

**Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da
engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis**

Sumário

APÊNDICES..... 149

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

Resumo

RESUMO

Souza, Luciano Soares de. **Integrando Atividades Baseadas em Abordagens da IHC às Práticas da Engenharia de Software em Projetos de Interface de Usuário de Dispositivos Móveis**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de produção). Universidade Paulista, 2007.

Palavras-chave: modelo de ciclo de vida de software; interface de usuário; usabilidade; dispositivos móveis; contexto de uso.

O projeto de interface de usuário é um dos fatores mais importantes para o sucesso de uma aplicação móvel. A usabilidade da interface de usuário é um atributo determinante para o nível de satisfação, eficácia e eficiência com que os usuários executam suas tarefas. À medida que os dispositivos computacionais móveis como telefones celulares, PDA's e *smartphone's*, estão cada vez mais presentes na infra-estrutura de Tecnologia da Informação das empresas e no cotidiano das pessoas, é importante ao se projetar aplicações móveis, ter um entendimento aprofundado da interação do usuário com esses dispositivos. Este trabalho propõe a integração de atividades baseadas em abordagens da Interação Humano-Computador (IHC) às práticas propostas pela Engenharia de Software (ES), formando um modelo de ciclo de vida de software integrado. Estas atividades estão fundamentadas, ainda, no projeto centrado no usuário, em normas NBR e ISO e restrições intrínsecas dos dispositivos móveis. A validação do modelo de ciclo de vida de software integrado se deu através de prova de conceito, em um caso real, a partir do desenvolvimento de uma aplicação móvel para o Centro de Estudos do Genoma Humano (CEGH), ligado ao Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (USP). Os resultados demonstram que o envolvimento do usuário e inclusão de atividades de usabilidade desde as fases iniciais do projeto são fundamentais para se produzir interfaces de usuário com níveis maiores de usabilidade. O modelo integrado atendeu aos objetivos deste trabalho quanto aos aspectos de usabilidade e funcionalidades da interface de usuário, bem como a um modelo que promova de forma eficaz a integração de práticas da ES e de abordagens da IHC.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

Abstract

ABSTRACT

Souza, Luciano Soares de. **Integrating Activities Based on HCI Approaches to Practices of Software Engineering in User Interface Projects of Mobile Devices**. Dissertation (Master of Science in Production Engineering). Universidade Paulista, 2007.

Key-words: **software life cycle model; user interface; usability; mobile device; use context.**

The user interface project is one of the most important factors for the success of a mobile application. The user interface usability is a determinant attribute for the level of satisfaction, effectiveness and efficient that users make their tasks. As computer mobile devices such as cell phones, PDA's and smartphones are more and more presents in the infrastructure of Information Technology of companies and everyday of people, it is important when designing mobile applications, to have a deep understanding of user interaction with these devices. This work proposes the integration of activities based on Human-Computer Interaction (HCI) approaches to practices proposed by Software Engineering (SE), resulting in a integrated software life cycle model. These activities are grounded, yet, on user centered project, NBR and ISO standards and intrinsic restrictions of mobile devices. The validation of the life cycle model of integrated software has been given through the proof of concept, in a real case, starting from the development of a mobile application for the Center for Studies of the Human Genome (CSHG) linked to the Institute of Biosciences of University of São Paulo (USP). The results demonstrate that user involvement and inclusion of usability activities since the beginning phases of the project are fundamental to produce user interface with higher levels of usability. The integrated model reached the goals of this work in all the aspects of usability and functionalities of user interface, as well as a model that promotes in an effective way the integration of SE practices and the HCI approaches.

**Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da
engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis**

Lista de Abreviaturas e Siglas

Lista de Abreviaturas e Siglas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACM	<i>Association for Computing Machinery</i>
AHT	Análise Hierárquica de Tarefas
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
CEGH	Centro de Estudos do Genoma Humano
DP	<i>Design Participativo</i>
ES	Engenharia de Software
GOMS	<i>Goals, Operations, Methods e Selection rules</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronic Engineers</i>
IHC	Interação Humano-Computador
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
IU	Interface de Usuário
IUSDM	Interface de Usuário de Software de Dispositivos Móveis
LGDH	Laboratório de Genética de Desenvolvimento Humano
MCVSI	Modelo de Ciclo de Vida de Software Integrado
PDA	<i>Personal Digital Assistant</i> ou Assistente Pessoal Digital
QoS	<i>Quality of Service</i>
SIGCHI	<i>Special Interest Group on Computer-Human Interaction</i>
SUS	<i>System Usability Scale</i>
SUSa	<i>System Usability Scale</i> - adaptado
TI	Tecnologia da Informação

**Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da
engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis**

Lista de Abreviaturas e Siglas

UCD *User-Centered Design*

UML *Unified Modeling Language*

**Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da
engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis**

Lista de Ilustrações

Lista de Ilustrações

FIGURA 1 – Estrutura do trabalho	29
FIGURA 2 – Relação entre Móvel e Sem fio	33
FIGURE 3 – Exemplo de como os dispositivos móveis sem fios se comunicam com outros computadores de uma rede com cabos	34
FIGURA 4 – Exemplo de dispositivos móveis: PDA, Telefone celular e <i>Smartphone</i>	36
FIGURA 5 – Relação entre os dispositivos móveis	37
FIGURA 6 – Camadas da Engenharia de Software	45
FIGURA 7 – O modelo em cascata	50
FIGURA 8 – Desenvolvimento incremental	51
FIGURA 9 – Modelo espiral.....	52
FIGURA 10 – O modelo de prototipagem	54
FIGURA 11 – Processo de interação humano computador	58
FIGURA 12 – Estrutura de usabilidade.....	63
FIGURA 13 – Modelo de qualidade para qualidade em uso.....	67
FIGURA 14 – Modelo estrela	72
FIGURA 15 – Modelo de Engenharia de Usabilidade.....	74
FIGURA 16 – Processo de projeto centrado no usuário.....	79
FIGURA 17 – Modelo de ciclo de vida de software integrado	96
FIGURA 18 – Fluxo de atividades para definir modelo do dispositivo móvel	105
FIGURA 19 – Diagrama de caso de uso da aplicação.....	114

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

Lista de Ilustrações

FIGURA 20 – Seqüência de tarefas realizadas pelos pesquisadores durante um atendimento	116
FIGURA 21 – Seqüência de tarefas que os pesquisadores devem realizar com o PDA.....	119
FIGURA 22 – Protótipo de baixa-fidelidade – formulário de cadastro dos dados da gestação	122
FIGURA 23 – Protótipo de baixa-fidelidade – formulário de cadastro dos dados clínicos do paciente	123
FIGURA 24 – Telas do protótipo de alta -fidelidade	123
FIGURA 25 – Telas de validação do usuário e menu principal	124
FIGURA 26 – Telas de cadastro do paciente e cadastro dos dados da gestação.....	124
FIGURA 27 – Telas do cadastro dos dados clínicos e cadastro da coleta do material biológico do paciente	125
FIGURA 28 – Resultados da avaliação de usabilidade	129
FIGURA 29 – Tela com lista de opções ao usuário.....	130
FIGURA 30 – Tela com indicador de ocupado ou em processamento	131

**Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da
engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis**

Lista de Quadros

Lista de Quadros

QUADRO 1 – Crescimento em vendas dos dispositivos móveis	22
QUADRO 2 – Práticas em Engenharia de Software e projeto centrado no usuário.....	84
QUADRO 3 – Atividades integradas nas fases utilizadas nos modelos de ciclo de vida da ES a partir de abordagens de IHC	98
QUADRO 4 – Técnicas de coletas de dados utilizadas na atividade de identificação de requisitos.....	100
QUADRO 5 – Resumo do resultado da identificação do contexto de uso móvel.....	115
QUADRO 6 – Análise dos usuários.....	118
QUADRO 7 – Metas de usabilidade.....	120
QUADRO 8 – Características do dispositivo móvel adotado	121
QUADRO 9 – Critérios e resultados da avaliação de usabilidade	128

**Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da
engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis**

Lista de Anexos

Lista de Anexos

ANEXO A - Questionário de Satisfação SUS – *System Usability Scale*..... 148

**Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da
engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis**

Lista de Apêndices

Lista de Apêndices

APÊNDICE A - Questionário para identificação do “Perfil de Usuário”	149
APÊNDICE B - SUSa - Questionário de satisfação do usuário para a aplicação “CEGH – Mobile System”	152
APÊNDICE C - Guia das atividades integradas ao MCVSI.....	153

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

1 – Introdução

1. INTRODUÇÃO

Com o crescimento extraordinário que tem ocorrido na área de telecomunicações (comunicação celular, redes locais sem fio e serviços via satélite) e na produção tecnológica de dispositivos computacionais móveis, a computação móvel avança e cria a possibilidade de acesso e utilização de informações e recursos em qualquer lugar e em qualquer momento.

As tecnologias móveis estão mudando a forma de interação entre os seres humanos, afetando suas relações sociais, familiares, afetivas e profissionais. Segundo MALLICK (2003), as organizações aos poucos estão percebendo os benefícios da mobilidade. Aquelas que já implantaram aplicações móveis estão obtendo ganhos significativos nos negócios. Os consumidores já estão utilizando cada vez mais aplicações móveis para acesso a dados.

Dispositivos computacionais móveis como telefones celulares, PDA's (*Personal Digital Assistant* ou Assistente Pessoal Digital) e *smartphone's*, começam a fazer parte do cotidiano das pessoas e da infra-estrutura de Tecnologia da Informação (TI) das organizações. Parte deste avanço é apresentado no quadro 1, que mostra o crescimento nas vendas destes dispositivos.

Diante desse cenário, verifica-se a grande importância de facilitar a forma de utilização desses dispositivos computacionais móveis, isto é, disponibilizar uma interface bem planejada visando facilidade de

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

1 – Introdução

aprendizagem, simplicidade de uso e satisfação do usuário ao interagir com o sistema.

No entanto, segundo SÁ & CARRIÇO (2006), o rápido crescimento das tecnologias móveis não foi seguido pelas metodologias que orientam os desenvolvedores a construir aplicações eficientes e utilizáveis.

QUADRO 1 – Crescimento em vendas dos dispositivos móveis

Dispositivo	Número de vendas
Telefone celular (no mundo)	O número total de conexões celulares no mundo ultrapassou a marca de 2,9 bilhões no segundo trimestre de 2007 (TELECO, 2007).
Telefone celular (no Brasil)	A telefonia móvel no Brasil superou a marca de 106,6 milhões de assinantes (ANATEL, 2007). Crescimento de 16,24% nos últimos 12 meses.
<i>Smartphone</i>	O mercado de <i>smartphone</i> cresceu 42% e alcançou a marca aproximada de 80,5 milhões de aparelhos vendidos no mundo durante o ano de 2006 (IDC, 2007).
PDA	Foram vendidas 900.000 unidades de PDA no primeiro trimestre de 2007 (IDC, 2007a). Queda de 40,6% sobre ao mesmo período de 2006. Segundo IDC (2007a), isto se deve a fatores como: saída de fabricantes do mercado de PDA e a mudança de foco para <i>smartphones</i> , que estão com uma crescente popularidade.

Novas plataformas de computação e comunicação criam a possibilidade para novos modelos de negócios e novas aplicações que têm influência na vida das pessoas (HOLTZBLATT, 2005). No entanto, novas plataformas também exigem a revisão dos métodos e princípios de projetos da atualidade. Os dispositivos móveis estão abrindo novas oportunidades de

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

1 – Introdução

negócios para empresas e usuários e novos desafios de projeto de software (HOLTZBLATT, 2005).

No desenvolvimento de um projeto de software que envolve a interação homem-computador, a interface com o usuário é fundamental para o sucesso do sistema (SOMMERVILLE, 2003). Segundo PRESSMAN (2006), a interface com o usuário pode ser considerada o elemento mais importante de um sistema ou produto baseado em computador. Nos projetos de software para computação móvel, a interface é um desafio ainda maior.

Uma interface bem projetada deve ser de uso fácil, dando ao usuário a possibilidade de extrair todo o poder computacional de uma aplicação e utilizá-la de forma confortável, proporcionando uma interação transparente entre o homem e o computador. Entretanto, uma interface mal projetada, pode se transformar em um ponto decisivo na rejeição de um sistema, independentemente de qual seja sua funcionalidade, podendo provocar também a falha de uma aplicação que tenha sido bem projetada e desenvolvida.

De acordo com o exposto, é necessário que interfaces de usuário de software de dispositivos móveis sejam produzidas levando em consideração, desde as fases iniciais do projeto, as atividades de usabilidade e o usuário móvel. Desse modo, formula-se o seguinte problema: como engenheiros de software podem produzir tais interfaces, uma vez que os modelos de ciclo de vida tradicionais da ES têm o foco no produto e seu processo e não no usuário?

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

1 – Introdução

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo geral propor a integração de atividades baseadas em abordagens da Interação Humano-Computador (IHC) às práticas propostas pela Engenharia de Software (ES), para ser utilizado como referencial básico por engenheiros de software, visando a produção de interfaces de usuário de software de dispositivos móveis com níveis maiores de usabilidade.

1.1.2. Objetivos específicos

- Discutir usabilidade para dispositivos móveis;
- Discutir o contexto de uso móvel (os usuários, as tarefas que serão realizadas por esses usuários através de um dispositivo móvel, o ambiente onde estas tarefas serão realizadas e as restrições intrínsecas dos dispositivos móveis);
- Integrar em um modelo de ciclo de vida de software atividades que levem em consideração este contexto móvel;
- Validar o modelo de ciclo de vida de software integrado através de prova de conceito.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

1 – Introdução

1.2. Justificativa

As organizações, cada vez mais, precisam ter acesso às informações em tempo real para tomada de decisão imediata. À medida que as tecnologias móveis começam a fazer parte da infra-estrutura de TI das organizações, as corporações se deparam com uma série de desafios ao construir sua estratégia de desenvolvimento de aplicações móveis.

A computação móvel proporciona a possibilidade de se trabalhar a qualquer hora, em qualquer lugar. No entanto, ela tem aumentado a dificuldade no desenvolvimento de sistemas interativos, introduzindo novos desafios em pesquisa de sistemas computacionais.

Processos que envolvem a interação homem-computador e desenvolvimento de métodos e práticas de engenharia que asseguram uma eficiente interação do usuário vêm ganhando importância crescente no desenvolvimento de aplicações móveis (SOUZA & COSTA, 2006).

Neste sentido, a consideração das atividades de usabilidade durante o projeto de desenvolvimento de software pode resultar em interfaces de usuário com níveis maiores de aprendizagem e facilidade de uso.

No entanto, em um ambiente onde o tempo de desenvolvimento é crítico, se tornando um fator de competitividade para as organizações, e com prazos de entrega cada vez menores, muitas empresas consideram as atividades de usabilidade como um atraso considerável no cronograma de seus projetos (FERRÉ, 2001).

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

1 – Introdução

Por outro lado, segundo FERRÉ (2001), um número crescente de organizações de desenvolvimento de software está começando a considerar usabilidade como estratégia para os seus negócios, e elas estão procurando integrar práticas de usabilidade nos seus processos de ES.

Desse modo, surge então a necessidade de se ter modelos de ciclo de vida de software, para o desenvolvimento de aplicações móveis, com atividades voltadas para o projeto de interface com o usuário. Esses modelos de ciclo de vida devem levar em consideração as áreas de conhecimento da ES, com foco no sistema, e IHC, com foco nos usuários desse sistema, bem como as restrições intrínsecas nos dispositivos móveis e as dificuldades do contexto de uso desses dispositivos.

Esta necessidade está alinhada com os objetivos da Engenharia de Produção (EP). Segundo SILVA & MENEZES (2005), a EP "caracteriza-se como uma engenharia de métodos e de procedimentos. Seu objetivo é o estudo, o projeto e a gerência de sistemas integrados de pessoas, materiais, equipamentos e ambientes". EP tem ainda o objetivo de melhorar a produtividade do trabalho e a qualidade do produto. Contudo, visa também melhorar a saúde das pessoas (no que se refere às atividades de trabalho).

1.3. Metodologia de pesquisa

Do ponto de vista da sua natureza, a pesquisa realizada pode ser classificada como aplicada, pois teve como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos (SILVA

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

1 – Introdução

& MENEZES, 2005 p.20). Do ponto de vista de seus objetivos, foi realizada uma pesquisa exploratória que teve como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo explícito e mais adequado à realidade, bem como auxiliar a desenvolver a formulação mais precisa do problema desta pesquisa (GIL, 1996).

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, foi efetuada uma extensa pesquisa bibliográfica (análise da literatura do que já foi publicado) em anais de congressos, revistas científicas, bases de dados eletrônicas, normas NBR e ISO, livros, dissertações e teses.

A pesquisa bibliográfica permitiu obter informações sobre: Computação Móvel e suas principais características; dispositivos móveis, seu contexto de uso e desafios e impactos no desenvolvimento de aplicações e projetos de interface com o usuário; modelos de ciclo de vida propostos pela ES e pela IHC. A partir da pesquisa bibliográfica, procurou-se, ainda, identificar o estado da arte sobre usabilidade e os fatores de usabilidade para os dispositivos móveis.

Com isto, um conjunto de atividades visando a produção de interfaces de usuário de software de dispositivos móveis com níveis maiores de usabilidade foi criado, discutido e, como proposta, integrado às fases fundamentais dos modelos de ciclo de vida da ES, formando um modelo de ciclo de vida de software integrado.

O modelo foi aplicado como prova de conceito em uma aplicação real para o Centro de Estudos do Genoma Humano. Durante a prova de

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

1 – Introdução

conceito, foram realizadas avaliações de usabilidade no real contexto de uso da aplicação (em campo), visando comprovar sua aderência às necessidades levantadas neste trabalho, bem como de um modelo aplicável aos projetos de aplicações móveis.

1.4. Estrutura do trabalho

Este trabalho foi estruturado conforme apresentado na figura 1, abordando sete (7) capítulos, organizados da seguinte forma:

O primeiro capítulo dedica-se a apresentar a problematização e a questão central deste trabalho. Também são apresentados os fatores que motivaram a pesquisa, bem como o método utilizado para se chegar ao modelo de ciclo de vida de software integrado.

O Capítulo 2 inicia a fundamentação teórica deste trabalho. Apresenta os conceitos referentes à computação móvel e suas propriedades, os dispositivos móveis e suas características e os desafios envolvidos no desenvolvimento de aplicações móveis.

O Capítulo 3 apresenta alguns dos principais modelos de ciclo de vida que a ES propõe para o desenvolvimento de software. Neste capítulo também são apresentadas algumas definições para ES.

No Capítulo 4 são apresentados os objetivos da IHC e uma discussão sobre usabilidade do ponto de vista de autores da área e das normas NBR e ISO. A discussão se estende à usabilidade para dispositivos móveis. Os principais modelos de ciclo de vida propostos pela IHC também são

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

1 – Introdução

apresentados nesse capítulo. Uma breve discussão também é apresentada sobre as visões da ES e da IHC sobre o desenvolvimento de interface com o usuário.

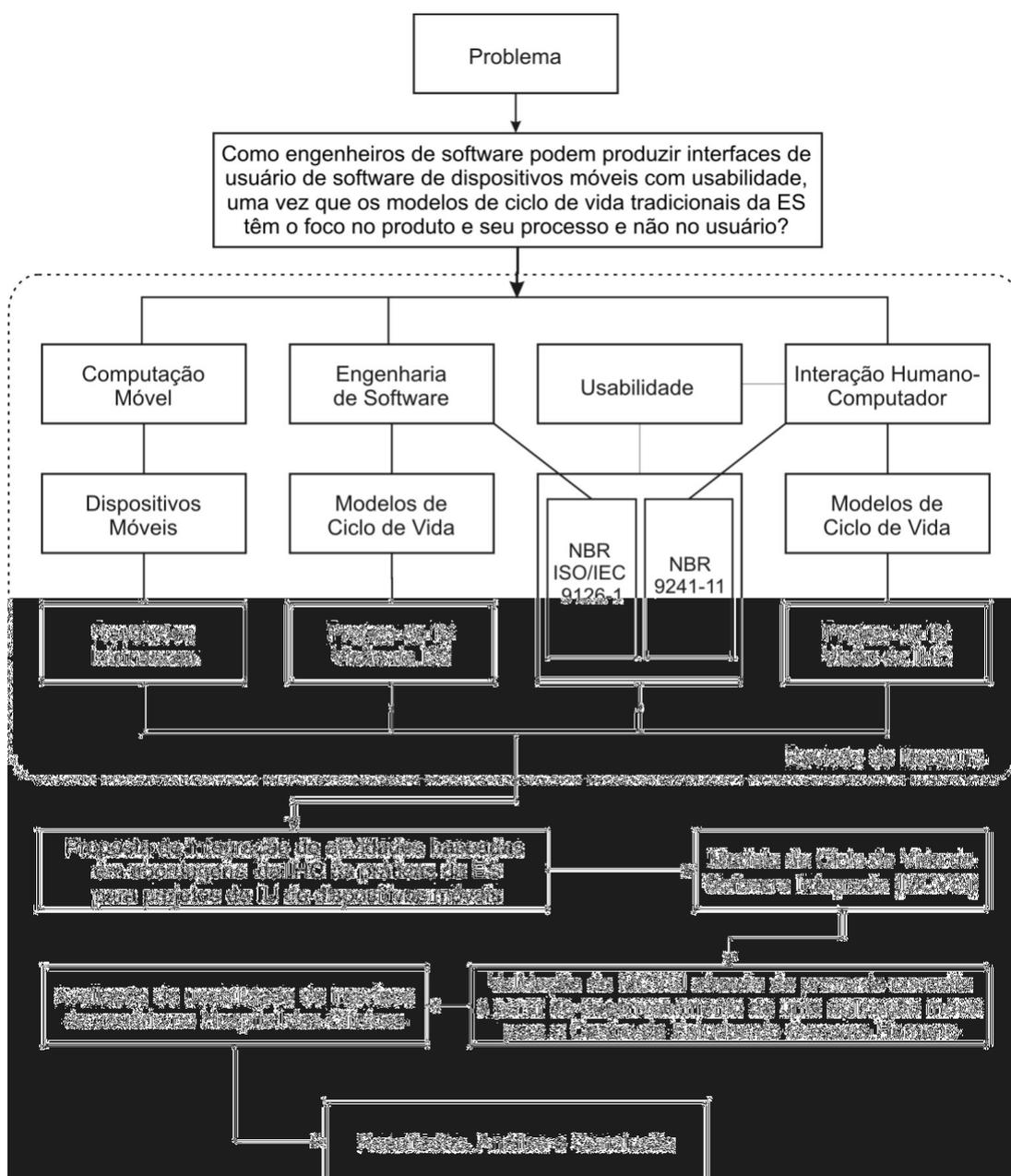


FIGURA 1 – Estrutura do trabalho

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

1 – Introdução

O Capítulo 5 apresenta uma discussão sobre os desafios no desenvolvimento de Interface de Usuário de Software de Dispositivos Móveis (IUSDM) e sobre o contexto de uso móvel. Algumas recomendações (*guidelines*) são apresentadas neste capítulo. Um conjunto de atividades é proposto e integrado às fases fundamentais dos modelos de ciclo de vida propostos pela ES, formando o Modelo de Ciclo de Vida de Software Integrado.

O Capítulo 6 apresenta, como prova de conceito, a validação do Modelo de Ciclo de Vida de Software Integrado através do desenvolvimento de uma aplicação móvel para o Centro de Estudos do Genoma Humano, da Universidade de São Paulo – USP. A usabilidade da interface de usuário da aplicação móvel gerada foi avaliada em seu real contexto de uso durante o atendimento a pacientes no Hospital das Clínicas. Os resultados e análise da validação da proposta são apresentados neste capítulo.

Por fim, o Capítulo 7 apresenta a conclusão do trabalho, bem como as sugestões para trabalhos futuros.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

2 - Computação Móvel

2. COMPUTAÇÃO MÓVEL

Como uma extensão natural das gerações anteriores de sistemas (computação tradicional com baixo nível de transparência e mobilidade) que obrigavam as pessoas a se deslocarem a um ponto fixo para ter acesso às informações (TAURION, 2002), a computação móvel está adquirindo maior popularidade à medida que dispositivos móveis tornam-se disponíveis e oferecem facilidades de uso. Esse novo paradigma computacional (AUGUSTIN *et al.*, 2001; MATEUS & LOUREIRO, 1998) emergiu a partir da evolução das tecnologias de sistemas distribuídos e redes sem fio (*wireless*).

A computação móvel é um termo usado para descrever as tecnologias que permitem que as pessoas tenham acesso a serviços e informações em qualquer lugar e a qualquer hora, independentemente da sua localização, sem a necessidade de conexão física.

2.1. Propriedades da computação móvel

Propriedades como portabilidade e habilidade para se conectar a redes em lugares diferentes tornaram a computação móvel possível (BURMAKIN & TUOMINEN, 2002). O novo paradigma permite que usuários tenham acesso a serviços independentemente de onde estão localizados, e o mais importante, de mudanças de localização, ou seja, mobilidade (MATEUS & LOUREIRO, 1998).

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

2 - Computação Móvel

A computação móvel é caracterizada por três propriedades essenciais: mobilidade, portabilidade e conectividade (AUGUSTIN *et al.*, 2001; FORMAN & ZAHORJAN, 1994).

2.1.1. Portabilidade

A portabilidade é definida como a capacidade de ser facilmente transportável (LEE *et al.*, 2005). Para um dispositivo móvel ser portátil, deve ser pequeno e leve (incluindo acessórios). No entanto, essa portabilidade tem como consequência limitações como capacidade de memória, armazenamento, poder de processamento e tamanho da tela. Além disso, a portabilidade aumenta o risco de perda ou danos no dispositivo móvel (AUGUSTIN *et al.*, 2001).

2.1.2. Mobilidade

Quando em movimento, o dispositivo móvel pode alterar sua localização e, possivelmente, seu ponto de contato com a rede fixa (AUGUSTIN *et al.*, 2001). Segundo LEE *et al.* (2005), no contexto de computação móvel, mobilidade se refere ao uso pelas pessoas de dispositivos móveis portáteis funcionalmente poderosos que ofereçam a capacidade de realizar facilmente um conjunto de funções de aplicação, sendo também capazes de conectar-se, obterem dados e fornecê-los a outros usuários e sistemas.

Mobilidade não significa necessariamente ter uma conexão sem fio (LEE *et al.*, 2005; MALLICK, 2003; VARSHNEY & VETTER, 2000).

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

2 - Computação Móvel

Em muitos casos, os termos “móvel” e “sem fios” são utilizados como sinônimos, no entanto, são diferentes. Um dispositivo móvel pode ser usado em movimento, como os *notebooks*, PDA's e telefones celulares. Um dispositivo sem fios utiliza uma rede sem fios, sem a necessidade de uma conexão física, para enviar ou receber dados. Uma rede sem fios pode ser acessada tanto por dispositivos móveis, como por computadores de mesa e equipamentos sem mobilidade, como por exemplo, eletrodomésticos.

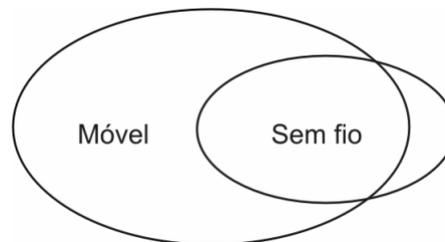


FIGURA 2 – Relação entre Móvel e Sem fio (Fonte: MALLICK, 2003).

A figura 2 descreve a relação entre móvel e sem fios. Na maioria dos casos, sem fios é um subconjunto de móvel, no entanto, em muitos casos, um dispositivo pode ser móvel e necessitar de cabos para se conectar a uma rede (MALLICK, 2003). Portanto, é perfeitamente possível funcionar de forma móvel e estar completamente desconectado enquanto se coletam informações antes de se conectar a uma rede (com ou sem fios) para enviar essas informações (LEE *et al.*, 2005).

2.1.3. Conectividade

A função primária de um dispositivo móvel é conectar as pessoas e/ou sistemas e transmitir e receber informações (LEE *et al.*, 2005). Os dispositivos móveis podem operar de três formas: a) sempre conectados a

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

2 - Computação Móvel

uma rede; b) podem estar conectados de forma intermitente a uma rede; c) podem operar inteiramente sem conexão a uma rede.

2.1.3.1. Redes sem fios

Uma conexão de rede sem fios é essencial para habilitar a computação móvel. No entanto, alguns dispositivos móveis como PDA's e *notebook's* podem utilizar tanto uma conexão com fio quanto sem fio. Segundo LAUREIRO *et al.* (2003), dentre as diversas infra-estruturas de comunicação sem fios existentes, as mais utilizadas são a comunicação celular, redes locais sem fio baseadas no padrão IEEE 802.11, redes pessoais baseadas no padrão *Bluetooth* e IEEE 802.15 e 802.16, redes de sensores sem fio e RFID (*Radio Frequency Identification*).

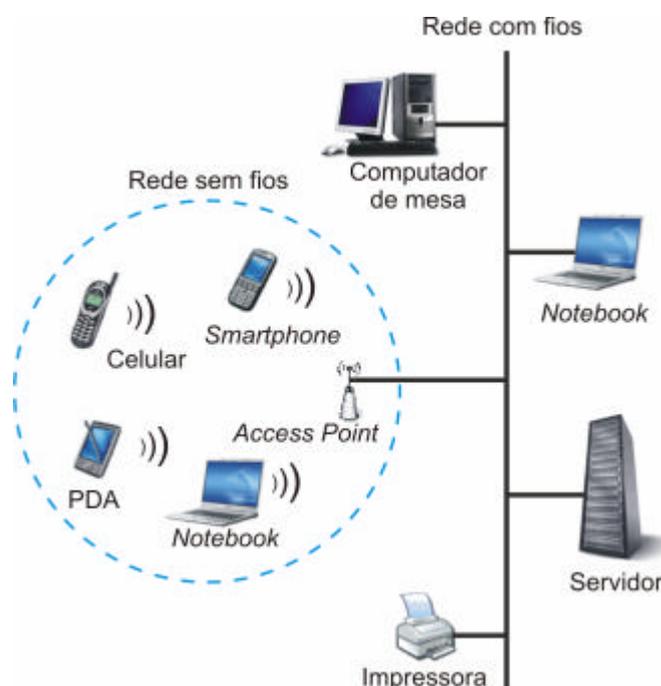


FIGURE 3 – Exemplo de como os dispositivos móveis sem fios se comunicam com outros computadores de uma rede com cabos

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

2 - Computação Móvel

A figura 3 apresenta um exemplo de uma rede com cabos e sua conexão com dispositivos móveis sem fios através de um ponto de acesso (*access point*).

Redes móveis e sem fios também apresentam muitos desafios para aplicação, hardware, software e projetistas de redes (VARSHNEY & VETTER, 2000). Esse ambiente, composto ainda por tecnologias sem fio heterogêneas, introduz vários desafios para as aplicações como redução da largura de banda e riscos de desconexão causados por ruídos, interferências de sinal e qualidade variável de comunicação, dificultando a garantia de QoS (*Quality of Service*) (ENDLER & SILVA, 2000).

2.2. Dispositivos móveis

Com o crescente avanço tecnológico na produção de dispositivos computacionais móveis, bem como da computação móvel, empresas começam a incentivar o trabalho em casa (*home office*) e esses dispositivos começam a fazer parte da infra-estrutura de TI das organizações.

Atualmente existe uma variedade de dispositivos móveis que oferecem uma gama enorme de serviços aos seus usuários, sendo os mais conhecidos o telefone celular, o PDA (*Personal Digital Assistant* ou Assistente Pessoal Digital) e o *notebook*. Existe também o telefone inteligente (*smartphone*), que combina as funcionalidades dos PDA's com as funcionalidades dos telefones celulares.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

2 - Computação Móvel

Atualmente, um PDA pode enviar e receber e-mail, acessar a internet e gravar e armazenar fotos e músicas. Contém ainda aplicativos de comunicação instantânea, edição de texto, planilha e agenda eletrônica, visualizador de apresentações, jogos, tocadores de música, entre outros. O *smartphone*, além de possuir estes recursos, pode fazer e receber ligações telefônicas.



FIGURA 4 – Exemplo de dispositivos móveis: PDA, Telefone celular e *Smartphone*

Segundo ABOWD *et al.* (2005), telefones celulares e *smartphone's* estão sendo utilizados cada vez mais de tal forma que sua importância não deve ser subestimada. A figura 4 apresenta, respectivamente, um exemplo de um PDA, um celular e um *smartphone*.

Analisando o gráfico da figura 5 pode-se notar que a capacidade (dos recursos como bateria e processamento) de um dispositivo móvel está relacionada com o seu tamanho. Isto é, quanto maior a capacidade de um dispositivo móvel, maior será o seu tamanho e, conseqüentemente, menor será sua mobilidade.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

2 - Computação Móvel

Já a sua portabilidade está relacionada com suas limitações. Isto é, quanto maior a portabilidade, maiores serão as limitações de recursos nesse dispositivo móvel e, conseqüentemente, maior será sua mobilidade.

Deve-se, contudo, observar que isso não é uma regra rígida. Podemos, por exemplo, encontrar no mercado um PDA dotado de diversos recursos com o preço maior que um *notebook*.

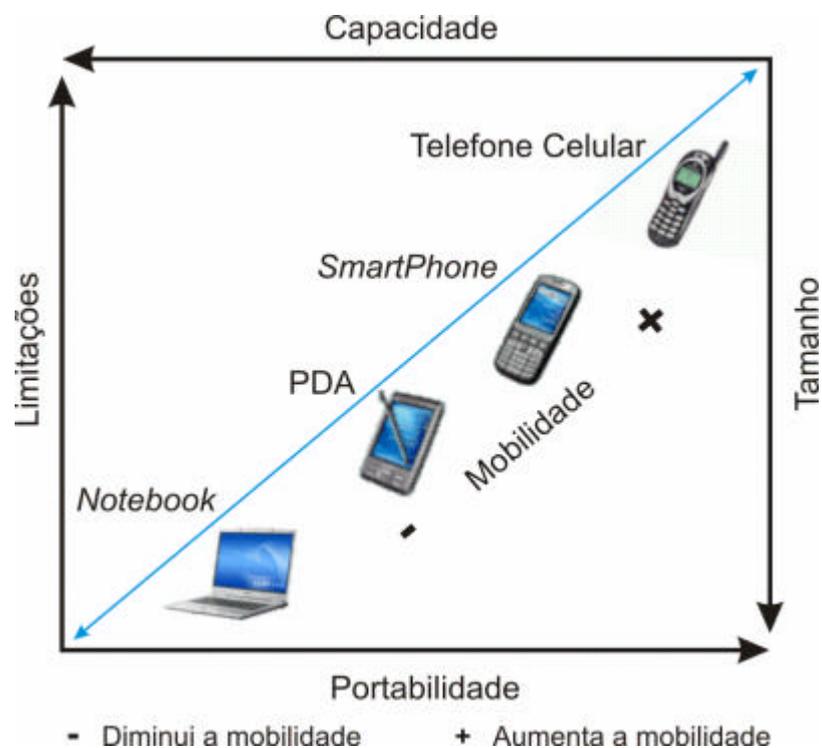


FIGURA 5 – Relação entre os dispositivos móveis

Embora exista uma variedade de aparelhos computacionais que se enquadram da definição de dispositivos móveis, neste trabalho, o termo dispositivos móveis está limitado ao PDA, telefone celular e *smartphone*.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

2 - Computação Móvel

2.2.1. Desafios técnicos para Dispositivos Móveis

A mobilidade e os crescentes avanços computacionais introduzem vários desafios. A habilidade para ser portátil traz várias limitações aos dispositivos móveis. Estas limitações incluem baixo poder de processamento, capacidade de bateria, tamanho de tela e quantidade de memória (BURMAKIN & TUOMINEN, 2002; FORMAN & ZAHORJAN, 1994; HOLTZBLATT, 2005; OINAS-KUKKONEN & KURKELA, 2003; SANDOVAL *et al.*, 2004):

- a) **Bateria:** Dispositivos móveis são extremamente dependentes de baterias e, conseqüentemente, o tempo de bateria limita o uso de tais dispositivos. Fatores como peso e características adicionais nos dispositivos móveis como máquina fotográfica e filmadora, que consomem mais energia, devem ser considerados. Se por um lado a bateria deve ser leve e pequena (fatores da portabilidade), por outro, essa miniaturização não pode exigir que o dispositivo móvel seja constantemente ligado a uma fonte de alimentação para recarregar a bateria, perdendo assim o conceito de mobilidade.
- b) **Capacidade de armazenamento:** Alguns dispositivos móveis não têm unidade de disco rígido para armazenamento o que torna a quantidade de memória muito importante para o seu desempenho. Entretanto, fatores como peso, tamanho e

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

2 - Computação Móvel

restrições de energia limitam o espaço de armazenamento em dispositivos móveis.

- c) **Processamento:** A Unidade Central de Processamento (CPU) tem uma importância fundamental no desempenho geral de um dispositivo móvel. O seu poder computacional também está limitado devido aos fatores peso, tamanho e consumo de energia.
- d) **Tamanho de tela:** Quanto maior o tamanho da tela, mais pesado e, conseqüentemente, menos móvel torna-se o dispositivo. A tela é um dos componentes que mais contribui para o peso total de um dispositivo móvel, bem como para o consumo de energia. Para HOLTZBLATT, 2005a, o maior desafio é a falta absoluta de espaço de tela.

Esse ambiente de comunicação móvel, associado à combinação complexa de protocolos de rede, faz o projeto de soluções de segurança para aplicações móveis um desafio particular (JOSANG & SANDERUD, 2003). Portanto, segurança e opções de conectividade sem fios são fatores que também devem ser levados em consideração no desenvolvimento de aplicações móveis. No entanto, a entrada de dados é um fator problemático na interação dos usuários com os dispositivos móveis.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

2 - Computação Móvel

2.2.2. Entrada de dados

O formato dos dispositivos móveis é resultado da busca de redução do tamanho e no princípio que os usuários introduziriam pouco ou nenhum texto. Nesse sentido, possuem telas e, muitas vezes teclados, pequenos e limitados (AFONSO, 2004).

Há muitos métodos diferentes para entrada de dados (de texto) em dispositivos móveis. No entanto, todos estes métodos requerem aprendizagem e, alguns deles, têm uma curva maior de aprendizagem que outros (WEISS, 2002).

O mecanismo de entrada de dados é um dos aspectos mais importantes para determinar os níveis de interação humano-computador. Desse modo, segundo MALLICK (2003), as opções de entrada de dados devem ser levadas em consideração.

Segundo AFONSO (2004), uma análise destes mecanismos, em qualquer forma, revela que não são apropriados para entradas rápidas ou extensas.

O teclado em um dispositivo móvel pode oferecer um conjunto completo ou um conjunto limitado de teclas para a entrada dos dados. Desse modo, quanto menor o número de teclas, mais complexa será a operação do dispositivo. Por outro lado, um conjunto completo de teclas irá refletir diretamente no tamanho do dispositivo.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

2 - Computação Móvel

Existem teclados deslizantes ou dobráveis que possibilitam a “conveniência” de um teclado maior para o usuário digitar de maneira eficaz e com mais “conforto” em um dispositivo móvel menor. No entanto, o usuário terá um periférico adicional para carregar.

Vários modelos de dispositivos móveis possuem telas sensíveis ao toque. Neste caso, através de um dispositivo apontador chamado *stylus* (um dispositivo apontador que tem a aparência de uma caneta), o usuário poderá clicar, selecionar opções ou, se possuir um software de reconhecimento de escrita, escrever diretamente sobre o dispositivo móvel.

Existem outros métodos de entrada de dados, como o reconhecimento de voz. Sendo o método de entrada mais natural, o reconhecimento de voz permite ao usuário emitir instruções por comando de voz. No entanto, essa tecnologia ainda necessita de avanços para reconhecimento de fala contínua e tradução para outros idiomas.

Portanto, os desenvolvedores e projetistas deveriam ter um conhecimento prático desses diferentes métodos. Com isso, poderão contribuir melhor no desenvolvimento de interfaces de usuário para os dispositivos móveis (WEISS, 2002).

2.3. Aplicações móveis

A convergência de sistemas de computadores e de comunicação resulta em novas tecnologias e, conseqüentemente, em novas questões para os engenheiros de software (SOMMERVILLE, 2003). O crescente

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

2 - Computação Móvel

avanço tecnológico em mobilidade, redes sem fio e na produção de dispositivos computacionais móveis, está contribuindo muito para esse cenário.

O desenvolvimento de software para dispositivos móveis resulta em uma tarefa desafiadora (BOLL *et al.*, 2005; HOSBOND, 2005; VARSHNEY & VETTER, 2000) e apresenta muitos desafios diferentes das típicas aplicações convencionais (ROMAN *et al.*, 2000). Entretanto, são mantidas muitas das características dos projetos de TI tradicionais como pressões por prazos cada vez menores e a contínua busca na redução de custos.

Grande parte da indústria de tecnologia móvel ainda está com o foco voltado para os dispositivos móveis, ou seja, em inovação e não em padronização (HOSBOND, 2005).

Devido a essa falta de padronização, ao definirmos os requisitos de um projeto de software para dispositivos móveis, é muito importante levar em consideração a variedade de hardware (processadores, memórias, tamanho da tela, etc.) e de software (sistemas operacionais e seus recursos) encontrados em dispositivos móveis (MUCHOW, 2004).

Além disso, há certos fatores que devem ser considerados ao projetar uma aplicação móvel. Um desenvolvedor de uma aplicação de folha de pagamento, trabalhando com uma ferramenta de alto nível, normalmente não se preocupa com a escassez de recursos computacionais. No entanto, se não mudar sua maneira de pensar, encontrará uma situação difícil ao tentar construir uma aplicação para um dispositivo móvel (TAURION, 2005).

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

2 - Computação Móvel

Do mesmo modo que os sistemas comerciais tradicionais são desenvolvidos mediante processos de software, que incluem especificação, projeto e implementação, validação e evolução de software (SOMMERVILLE, 2003), as aplicações móveis também precisam ser desenvolvidas mediante esses processos (HOSBOND, 2005; LEE *et al.*, 2005). Os atributos essenciais dos produtos de software são a facilidade de manutenção, a confiança, a eficiência e a facilidade de uso (SOMMERVILLE, 2003). Segundo ROMAN *et al.* (2000), essa necessidade é ainda maior no campo de mobilidade onde as pesquisas de engenharia de software serão mais intensas.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

3 - Engenharia de Software

3. ENGENHARIA DE SOFTWARE

Cada vez mais o software faz parte de nossas vidas. Hoje, pode ser encontrado em sistemas de telecomunicações, militares, médicos, industriais, de entretenimento, de transporte, entre muitos outros, tornando-se, desse modo, um elemento muito importante no cenário mundial.

Segundo PRESSMAN (2006), nos últimos 50 anos, o software – programas, dados e documentos – evoluiu. Passou de um ferramental especializado em solução de problemas e análise de informações para um produto de indústria. No entanto, ainda há problemas em produzir software de alta qualidade e dentro do prazo e orçamento estabelecido. Desse modo, o intuito da Engenharia de Software é fornecer uma estrutura para a construção de software com alta qualidade.

O *Institute of Electrical and Electronic Engineers* (IEEE) definiu Engenharia de Software como (IEEE, 1990):

“(1) A aplicação de uma abordagem sistemática, disciplinada e quantificável, para o desenvolvimento, operação e manutenção do software; isto é, a aplicação da engenharia ao software. (2) O estudo de abordagens como as de (1)”.

Para SOMMERVILLE (2003), Engenharia de Software é:

“Uma disciplina da engenharia que se ocupa de todos os aspectos da produção de software, desde os estágios iniciais de especificação do sistema até a manutenção desse sistema”.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

3 - Engenharia de Software



FIGURA 6 – Camadas da Engenharia de Software (Fonte: PRESSMAN, 2006)

Segundo PRESSMAN (2006), a Engenharia de Software é uma tecnologia composta por camadas, conforme apresentada na figura 6. É uma disciplina que tem como base de apoio o **foco na qualidade**. A camada de **processo** assegura a junção das camadas de tecnologia e proporciona o desenvolvimento racional e oportuno de software de computador. Os **métodos** de ES fornecem a técnica de como fazer para construir software. As **ferramentas** de ES fornecem apoio automatizado ou semi-automatizado para o processo e para os métodos.

De acordo com estas definições, a Engenharia de Software surgiu com objetivo de melhorar o processo de desenvolvimento de software, bem como a qualidade do produto de software produzido.

3.1. Modelos de ciclo de vida de software

O IEEE definiu ciclo de vida de software como “o período de tempo que começa quando um produto de software é concebido e termina quando o software não está mais disponível para uso.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

3 - Engenharia de Software

Segundo SCACCHI (2002), um modelo de ciclo de vida de software é uma caracterização descritiva ou prescritiva de como o software é ou deveria ser desenvolvido. Um modelo descritivo descreve a história de como um produto de software foi desenvolvido. Um modelo prescritivo estabelece como um novo sistema de software deve ou deveria ser desenvolvido. Modelos prescritivos definem um conjunto distinto de atividades, ações, tarefas marcos e produtos de trabalho necessários para fazer ES com alto nível de qualidade (PRESSMAN, 2006). Os modelos prescritivos são usados como diretrizes ou *frameworks* para organizar e estruturar como, e em que ordem, as atividades de desenvolvimento de software deveriam ser executadas (SCACCHI, 2002).

De acordo com SWEBOK (2004), os modelos de ciclo de vida de software servem como uma definição genérica das fases que acontecem durante o desenvolvimento de software. Estes modelos não apresentam definições detalhadas, mas ressaltam as atividades fundamentais e suas interdependências.

A ES propõe vários modelos de ciclo de vida de software (também conhecidos como paradigmas de processo). Na literatura, o termo **modelo de ciclo de vida de software**, utilizado por PETERS & PEDRYCZ (2001), SCACCHI (2002); PAULA FILHO (2003) e SWEBOK (2004), também pode ser encontrado como **modelo de processo de software**, utilizado por PRESSMAN (2001) e SOMMERVILLE (2003). Neste trabalho, o termo adotado foi o modelo de ciclo de vida de software.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

3 - Engenharia de Software

3.1.1. Fases fundamentais dos modelos de ciclo de vida de software

A partir de IEEE, 1990; PAULA FILHO, 2003; PRESSMAN, 2006; SCHMIDT, 2000; SOMMERVILLE, 2003; SWEBOK, 2004, pode-se apresentar as fases tipicamente utilizadas nos modelos de ciclo de vida da ES, aplicável à grande maioria dos projetos de software. A seguir, apresenta-se a descrição resumida de cada fase:

- a) **Requisitos** - Esta fase, também chamada de “Levantamento de Requisitos”, visa obter um conjunto de requisitos de um produto, acordado entre cliente e fornecedor. Sua finalidade é definir o que o sistema deve fazer. A identificação de questões relacionadas a algum atributo de qualidade, tais como desempenho, confiabilidade, disponibilidade e segurança, também fazem parte desta fase.
- b) **Análise** - Nesta fase o objetivo é detalhar, estruturar e validar os requisitos de software levantados durante a fase de Requisitos, de forma que estes possam ser usados como base para o planejamento e o acompanhamento detalhados da construção do produto. Enquanto o Levantamento de Requisitos focaliza a visão que os usuários têm dos requisitos do Software, a Análise dos Requisitos focaliza a visão dos desenvolvedores, ainda considerando apenas o que fazer sem entrar no espaço das soluções.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

3 - Engenharia de Software

- c) **Projeto (*Design*)** - Sua finalidade principal é decidir como o sistema será implementado. Uma arquitetura de software é definida durante esta fase. A arquitetura de software estabelece a estrutura com que o produto de software deverá ser implementado para satisfazer aos requisitos. A arquitetura inclui o projeto do banco de dados e o desenho interno que modela as partes lógicas e físicas do software, bem como suas interconexões e comunicações com softwares externos. Durante a fase de projeto, decisões táticas e estratégicas são tomadas para atender aos requisitos funcionais e de qualidade de um sistema.
- d) **Implementação** - Na fase de implementação o projeto é transportado para uma linguagem de implementação em forma de código fonte. O objetivo desta fase é traduzir a solução em código. A conclusão desta fase somente ocorre quando todo o código está escrito e documentado, compilado, livre de erros e seguindo o padrão do projeto. Além disto, até o final desta fase um plano de testes (descrevendo quando e como testar cada parte do código) deve ser traçado.
- e) **Testes** – Nesta fase o objetivo é integrar e testar o sistema. Durante a fase de testes, o sistema é verificado para certificar-se de que os requisitos especificados anteriormente foram

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

3 - Engenharia de Software

todos implementados corretamente. O código gerado deve ser testado rigorosamente baseado nos requisitos analisados.

- f) **Implantação** - Tem a finalidade de assegurar uma transição bem-sucedida do sistema desenvolvido para seus usuários. Consiste na instalação do produto de software no ambiente designado e a revisão e teste de aceitação por parte do cliente do produto de software. (*Installation of the software product in the target environment and the acquirer's acceptance review and testing of the software product*). Nesta fase estão incluídos artefatos como material de treinamento e procedimentos de instalação.

Estas fases podem se sobrepor ou podem ser executadas iterativamente (IEEE, 1990).

A seguir serão brevemente apresentados alguns dos principais modelos de ciclo de vida de software. Um estudo aprofundado de cada modelo está fora do contexto deste trabalho.

3.1.2. Modelo em Cascata

Um dos primeiros modelos propostos foi o modelo Cascata, também chamado de ciclo de vida clássico, apresentado na figura 7.

O modelo em Cascata sugere uma abordagem sistemática e seqüencial – fases (ou estágios) de desenvolvimento são apresentadas em seqüência – para o desenvolvimento de software. O processo começa com a

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

3 - Engenharia de Software

especificação dos requisitos pelo cliente e progride ao longo das outras atividades fundamentais. O desenvolvimento de uma fase deve terminar antes da próxima começar. Desse modo, só quando todos os requisitos forem enunciados pelo cliente, analisados e documentados, é que a equipe de desenvolvimento poderá realizar as atividades de projeto de sistema (PFLEEGER, 2004; PRESSMAN, 2006; SOMMERVILLE, 2003).

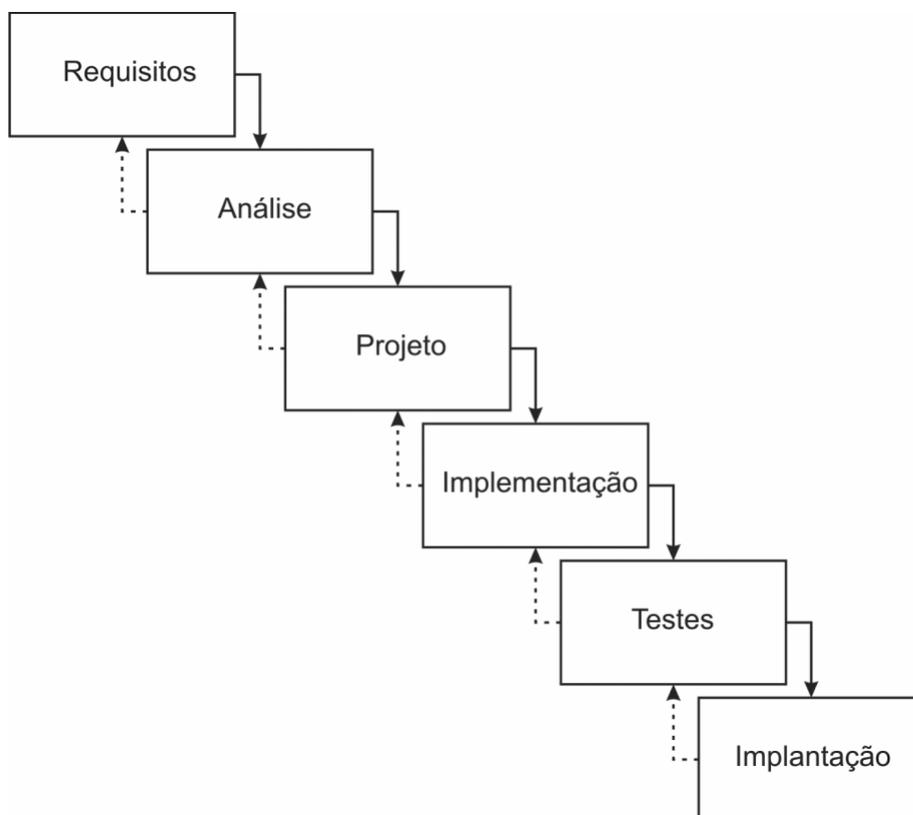


FIGURA 7 – O modelo em cascata (Fonte: Adaptado de SCHMIDT, 2000)

O problema do modelo em cascata é sua divisão rígida do projeto nesses estágios distintos. Estabelecer acordos e requisitos bem-definidos no estágio inicial do processo é uma tarefa difícil, pois os requisitos do cliente,

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

3 - Engenharia de Software

por natureza, sempre se modificam. Outro problema é a baixa visibilidade para o cliente, que somente verá o resultado no final do projeto.

3.1.3. Modelo Incremental

O modelo incremental, conforme apresentado na figura 8, combina as vantagens do modelo em cascata com as vantagens do modelo evolucionário (PRESSMAN, 2006; SOMMERVILLE, 2003). Neste modelo, que tem o objetivo de apresentar um produto operacional a cada incremento, os requisitos e conceitos de software e sistema são primeiramente identificados em um esboço pelos clientes e, em seguida, é definida uma série de estágios de entrega, com cada estágio fornecendo um subconjunto das funcionalidades do sistema. Esses estágios são repetidos cada vez que há uma nova versão do software.



FIGURA 8 – Desenvolvimento incremental (Fonte: SOMMERVILLE, 2003)

Os primeiros incrementos já oferecem aos usuários condições de colocá-los em operação, bem como de experimentar o sistema, possibilitando o esclarecimento e definição de requisitos para os próximos incrementos.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

3 - Engenharia de Software

3.1.4. Modelo Espiral

O modelo de ciclo de vida em espiral, apresentado na figura 9, originalmente proposto por BOEHM (1988), é um modelo evolucionário de processo de software que combina a natureza iterativa da prototipagem com os aspectos controlados e sistemáticos do modelo em cascata (PRESSMAN, 2006). O processo é representado como uma espiral e não como uma seqüência de atividades com algum retorno de uma atividade para outra (SOMMERVILLE, 2003). O produto é desenvolvido em uma série de iterações, de modo que, cada nova iteração corresponde a uma volta na espiral. Desse modo, é possível construir produtos em prazos curtos, com novas características e recursos que são agregados à medida que a experiência descobre sua necessidade (PAULA FILHO, 2003).

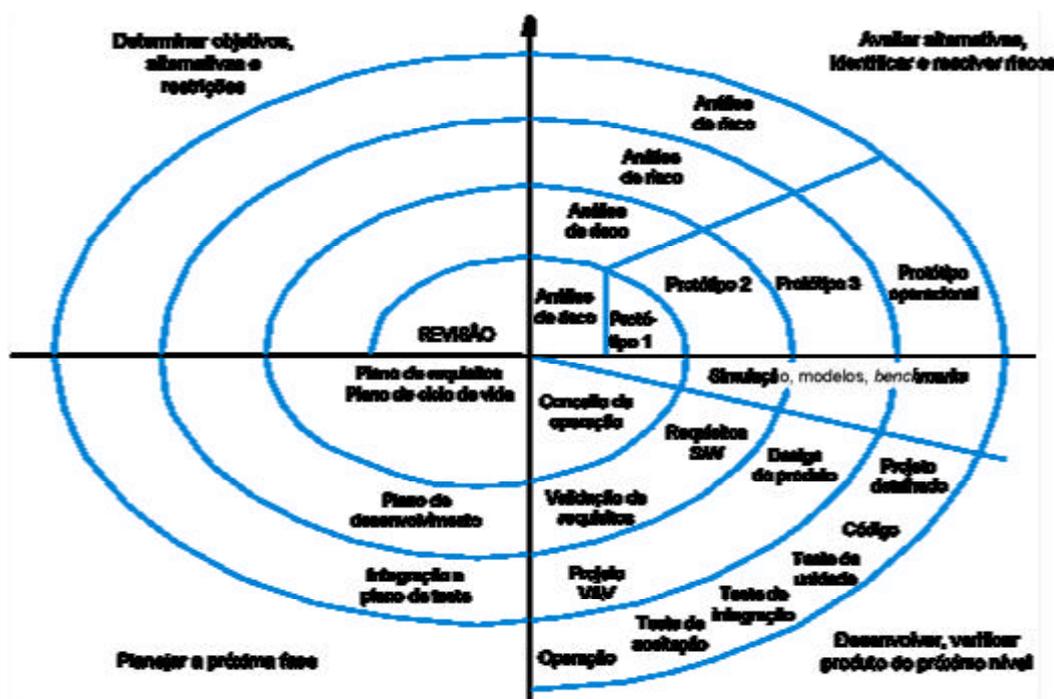


FIGURA 9 – Modelo espiral (Fonte: SOMMERVILLE, 2003)

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

3 - Engenharia de Software

O modelo abrange de forma clara o gerenciamento de riscos e se aplica ao desenvolvimento de sistemas e software de grande porte (BOEHM, 1988).

3.1.5. Prototipagem

A prototipagem permite que todo o sistema, ou parte dele, seja construído rapidamente para que questões sejam entendidas ou esclarecidas.

De acordo com PREECE *et al.* (2005), os protótipos são muito úteis quando se estão discutindo idéias com *stakeholders*; são dispositivos que facilitam a comunicação entre os membros das equipes e que consistem em uma maneira eficaz de testar as idéias para você mesmo.

Os protótipos de software são produzidos com funcionalidade e desempenho limitados (PETERS & PEDRYCZ, 2001), cobrindo cada vez mais requisitos, até que se atinja o produto desejado. PFLEEGER (2004) compara o modelo de prototipagem com o protótipo de engenharia. Segundo o autor, o objetivo é o mesmo, ou seja, é eficaz “quando os requisitos ou projeto necessitam de investigações repetidas para garantir que o desenvolvedor, usuário e cliente cheguem a um consenso sobre o que é necessário e o que é proposto”.

O paradigma de prototipagem é apresentado na figura 10, e, de acordo com as atividades fundamentais de processo propostas por PRESSMAN (2006), começa com a **comunicação**. Nesta atividade, através

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

3 - Engenharia de Software

de uma reunião entre o engenheiro de software e o cliente, o objetivo é “ouvir o cliente” e definir os objetivos gerais do software, identificar as necessidades conhecidas e delinear áreas que necessitam de mais definições.

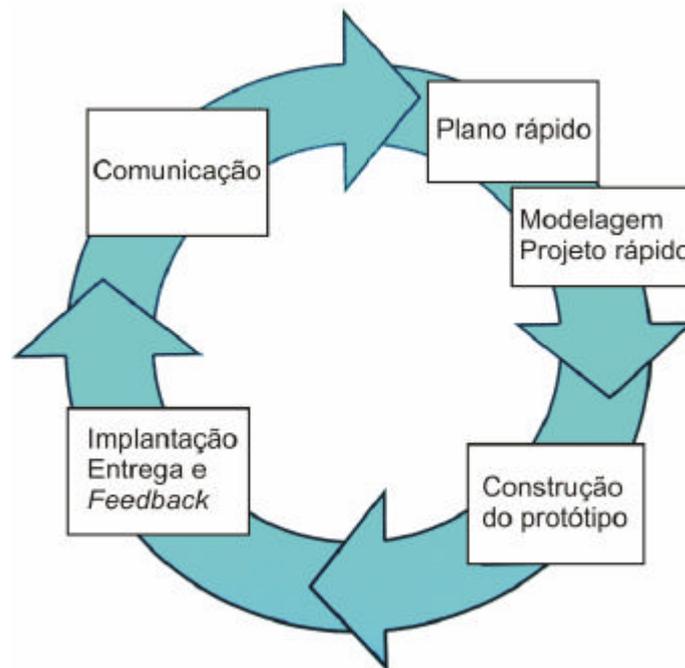


FIGURA 10 – O modelo de prototipagem (Fonte: PRESSMAN, 2006)

Em seguida, uma iteração de prototipagem é **planejada rapidamente** e a **modelagem** (na forma de um “projeto rápido”) ocorre. O projeto rápido tem o foco na representação do leiaute da interface humano-computador ou formatos de saída de tela por serem os aspectos do software que estarão visíveis para o cliente/usuário.

O projeto rápido leva à **construção de um protótipo**, que é **implantado** e depois avaliado pelo cliente/usuário. O **feedback** é usado para refinar os requisitos de software. Caso existam requisitos que ainda

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

3 - Engenharia de Software

necessitem ser refinados, uma nova iteração será realizada. Uma iteração ocorre à medida que o protótipo é ajustado para satisfazer às necessidades do cliente, e, ao mesmo tempo, permite ao desenvolvedor entender melhor o que precisa ser feito.

Uma vantagem desse modelo é solucionar o problema da espera no modelo em cascata, ou seja, não é necessário esperar até o final do ciclo de desenvolvimento para poder obter uma versão operacional do software (PETERS & PEDRYCZ, 2001).

Segundo PFLEEGER (2004), existem duas abordagens para definição de protótipos: a evolutiva e a descartável. Um protótipo descartável é um software desenvolvido com o objetivo de se aprender mais sobre um problema ou explorar a viabilidade das possíveis soluções ou o quanto elas são desejáveis. Um protótipo descartável é exploratório, e não se pretende utilizá-lo como uma parte real do sistema a ser fornecido.

Um protótipo evolutivo é desenvolvido com o objetivo de se aprender mais sobre um problema e se ter a base de uma parte ou de todo o software a ser fornecido. Para PAULA FILHO (2003), a prototipagem evolutiva permite que os requisitos sejam definidos progressivamente, e apresenta alta flexibilidade e visibilidade para os clientes.

Do ponto de vista da ES, a prototipagem é parte fundamental do processo de projeto de interface com o usuário (PFLEEGER, 2004; SOMMERVILLE, 2003).

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

3 - Engenharia de Software

3.2. Requisitos

São as características que definem os critérios de aceitação de um produto (PAULA FILHO, 2003). Requisitos de software são as características, propriedades e comportamentos desejáveis para um produto de software. Segundo SWEBOK (2004), os requisitos de software podem ser divididos em:

- a) **Requisitos funcionais** – Estão diretamente ligados à funcionalidade do software. Requisitos funcionais descrevem as funções que o software deve executar.
- b) **Requisitos não-funcionais** – Expressam as restrições que o software deve atender ou as qualidades específicas que o software deve ter. Requisitos não funcionais, às vezes são conhecidos como restrições ou requisitos de qualidade.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

4 - Interação Humano-Computador - IHC

4. INTERAÇÃO HUMANO-COMPUTADOR - IHC

Adotado em meados dos anos 80, o termo Interação Humano-Computador (IHC) abrange todos os aspectos relacionados com a interação entre usuários e computadores e não somente *design* de interfaces (ROCHA & BARANAUSKAS, 2003).

Segundo GRANOLLERS (2003), IHC é uma disciplina que estuda todos os fatores relacionados à interação entre o ser humano e o computador com o objetivo desenvolver ou melhorar a segurança, utilidade, eficácia e usabilidade de produtos interativos baseados em computador. Portanto, IHC é mais que apenas conceitos tradicionais de usabilidade e projeto de interface (ROZANSKI & HAAKE, 2003).

Em 1992, a *Association for Computing Machinery* (ACM), através do Grupo de Interesse Especial em Interação Humano-Computador (ACM SIGCHI), definiu IHC como (ACM SIGCHI, 1992) "uma disciplina que se preocupa com o *design*, avaliação e implementação de sistemas computacionais interativos para uso humano e com o estudo dos principais fenômenos que os cercam".

Segundo ROZANSKI & HAAKE (2003), "IHC se tornou parte integrante e indispensável do ambiente de computação". Sua compreensão e aplicação de seus princípios apresentarão impactos positivos na interação dos usuários com dispositivos computacionais.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

4 - Interação Humano-Computador - IHC

4.1. Interface e interação

A interface é responsável por proporcionar a comunicação entre o ser humano (usuário) e o hardware e software (de um sistema computacional) (IEEE, 1990).

Entretanto, segundo ROCHA & BARANAUSKAS (2003), este conceito evoluiu e levou a inclusão de aspectos cognitivos e emocionais do usuário durante a comunicação e, desse modo, não se pode pensar em interfaces sem levar em consideração o ser humano que vai utilizá-la, ou seja, interface e interação são conceitos que não podem ser estabelecidos ou analisados de forma independente.

Para MARCUS (2002), interface com o usuário é o meio para facilitar a comunicação entre humanos ou entre um humano e um artefato através do uso do computador. A interface, que incorpora aspectos físicos e comunicativos de entrada e saída ou atividade interativa, inclui hardware e software que incluem aplicações, sistemas operacionais e redes.

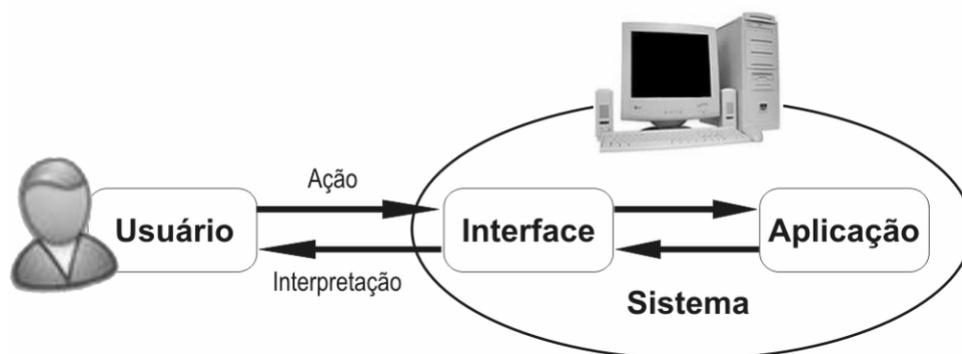


FIGURA 11 – Processo de interação humano computador (Fonte:

Adaptado de SOUZA *et al.*, 1999)

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

4 - Interação Humano-Computador - IHC

Segundo SOUZA *et al.* (1999), “interação é um processo que engloba as ações do usuário sobre a interface de um sistema, e suas interpretações sobre as respostas reveladas por esta interface”, conforme apresentado na figura 11. Para LEITE (1998), de forma mais sucinta, interação “é o processo de comunicação que ocorre entre um usuário e uma aplicação de software”.

Portanto, neste processo de interação usuário-sistema, a interface é responsável por viabilizar e facilitar os processos de comunicação entre o usuário e a aplicação. É através da interface que os usuários têm acesso às funções das aplicações (SOUZA *et al.*, 1999).

A interface com o usuário tem importância fundamental em sistemas interativos, possibilitando a comunicação entre o usuário e o sistema, de modo que, quanto maior for o nível de usabilidade da interface, mais fácil será a comunicação.

Para ORTH (2005), interface é um sistema de comunicação que possui um componente físico, formado por hardware e software no qual o usuário percebe e manipula, e um componente conceitual, onde o usuário interpreta, processa e raciocina.

Desse modo, segundo SOUZA *et al.* (1999), “a interface é tanto um meio para a interação usuário-sistema, quanto uma ferramenta que oferece os instrumentos para este processo comunicativo”, ou seja, um sistema de comunicação.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

4 - Interação Humano-Computador - IHC

4.2. Usabilidade

Usabilidade é um conceito que se refere à qualidade da interação usuário-computador proporcionada pela interface de um sistema computacional.

A usabilidade de um sistema depende de vários aspectos (SOUZA *et al.*, 1999) e pode ser mensurada, formalmente, e compreendida, intuitivamente, como sendo o grau de facilidade de uso de um produto para um usuário que ainda não esteja familiarizado com o uso deste produto (TORRES & MAZZONI, 2004).

Para NIELSEN (1993), a usabilidade é um dos aspectos que podem influenciar a aceitabilidade de um produto e se aplica a todos os aspectos do sistema com os quais a pessoa pode interagir, incluindo os procedimentos de instalação e manutenção, e deve ser sempre medida relativamente a determinados usuários executando determinadas tarefas.

Para que a usabilidade possa ser avaliada e medida, NIELSEN (1993) a define em função destes cinco atributos:

- a) **Aprendizagem:** o sistema deve ser de fácil aprendizado para que o usuário possa começar a utilizá-lo rapidamente.
- b) **Eficiência:** o sistema deve ser eficiente no sentido de que uma vez que o usuário aprenda a utilizá-lo ele o faça com alta produtividade.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

4 - Interação Humano-Computador - IHC

- c) **Memorização:** o sistema deve ser de fácil lembrança, ou seja, ao passar um determinado período sem utilizar o sistema o usuário pode utilizá-lo novamente sem ter que aprender tudo novamente.
- d) **Erros:** a taxa de erros deve ser baixa. Erros de extrema gravidade não devem ocorrer. Ao cometer algum erro, o usuário deve ter a possibilidade de recuperar o sistema para o estado imediatamente anterior ao erro.
- e) **Satisfação:** os usuários devem gostar do sistema. Ele deve ser agradável de ser utilizado para que as pessoas se sintam satisfeitas com o seu uso.

A usabilidade não está relacionada somente à interação, mas também às características de ajuda, documentação de usuário e instruções de instalação (FERRÉ *et al.*, 2001).

A principal razão de se aplicar técnicas de usabilidade no desenvolvimento de software é aumentar a satisfação e eficiência de usuário, e conseqüentemente, sua produtividade. Além disso, usabilidade está ganhando importância em um mundo no qual os usuários são menos especialistas em computador e não podem gastar muito tempo aprendendo como os sistemas trabalham (FERRÉ *et al.*, 2001).

Segundo NIELSEN (1992), para assegurar a usabilidade de produtos interativos de computador, boas intenções não são o bastante. Os

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

4 - Interação Humano-Computador - IHC

desenvolvedores e projetistas devem incluir técnicas de usabilidade no processo de desenvolvimento de software.

4.2.1. Usabilidade e a norma NBR ISO 9241-11

Equivalente à norma ISO 9241-11, de 1998, a norma NBR ISO 9241-11, de 2002, sobre “Requisitos ergonômicos para trabalho de escritórios com computadores” consiste de dezessete (17) partes que abordam diferentes aspectos referentes ao ambiente de trabalho e a práticas do projeto de diálogo utilizado.

Para a norma, “o objetivo de projetar e avaliar computadores buscando usabilidade é proporcionar que usuários alcancem seus objetivos e satisfaçam suas necessidades em um contexto particular de uso”. Desse modo, em sua parte onze (11), “Orientações sobre usabilidade”, esclarece os benefícios de medir usabilidade em termos de desempenho e satisfação do usuário e define usabilidade como sendo: “medida na qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso”, onde (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2002, p.3):

- a) Eficácia é definida como a acurácia e completude com as quais usuários alcançam objetivos específicos;
- b) Eficiência é definida como os recursos gastos em relação à acurácia e abrangência com as quais os usuários atingem os objetivos;

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

4 - Interação Humano-Computador - IHC

- c) Satisfação é definida como a ausência do desconforto e atitudes positivas para com o uso de um produto;
- d) Contexto de uso é definido como sendo usuários, tarefas, equipamentos (hardware, software e materiais), e os ambientes físico e social no qual o produto é usado.

Embora a norma NBR 9241-11 se aplique ao trabalho de escritório com computadores, ela também pode ser aplicada em outras situações onde o usuário está interagindo com um produto para alcançar seus objetivos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2002, p.2), como exemplo, em dispositivos computacionais móveis. A figura 12 ilustra a estrutura de usabilidade apresentada por esta norma.

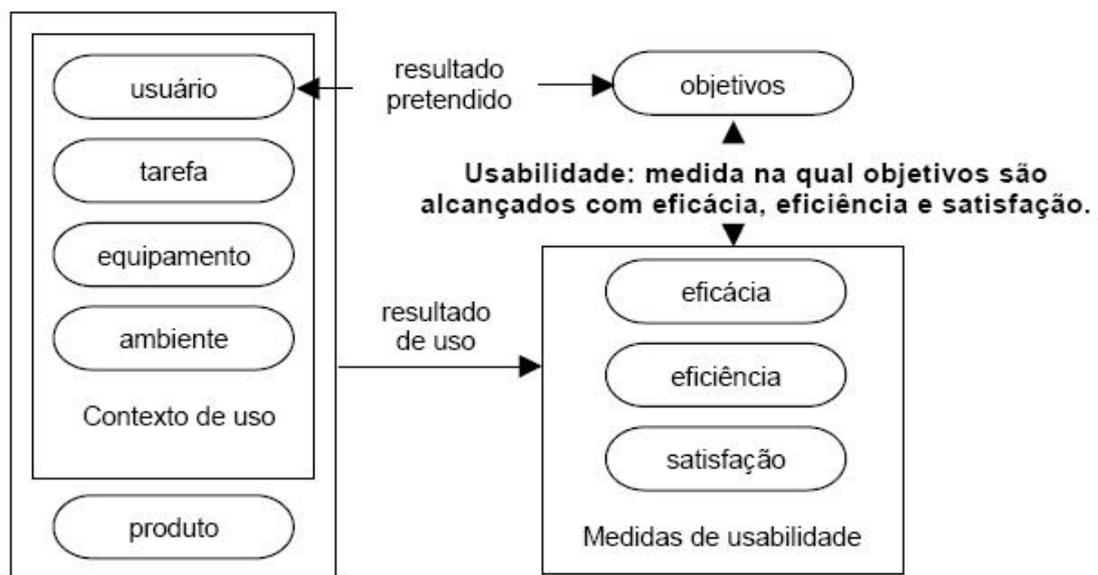


FIGURA 12 – Estrutura de usabilidade (Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2002)

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

4 - Interação Humano-Computador - IHC

Segundo a norma, a partir da identificação dos objetivos e decomposição da eficácia, eficiência, satisfação e componentes do contexto de uso em subcomponentes com atributos mensuráveis e verificáveis, é possível especificar ou medir usabilidade. Dessa forma, para especificar ou medir usabilidade, são necessárias as seguintes informações:

- a) Uma descrição dos objetivos pretendidos;
- b) Uma descrição (suficientemente detalhada de modo que aqueles aspectos que possam ter uma influência significativa sobre a usabilidade possam ser reproduzidos) dos componentes do contexto de uso (existente ou uma especificação dos contextos pretendidos) incluindo usuários, tarefas, equipamento e ambientes;
- c) Valores reais ou desejados de eficácia, eficiência e satisfação para os contextos pretendidos.

4.2.2. Usabilidade e a norma NBR ISO/IEC 9126-1

Equivalente à norma ISO/IEC 9621-1, de 2001, a norma NBR ISO/IEC 9126-1, de 2003, “Engenharia de software: Qualidade de produto” é uma norma que descreve um modelo de qualidade do produto de software (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003, p.2).

Esta norma categoriza os atributos de qualidade de software em seis características (funcionalidade, confiabilidade, usabilidade, eficiência, manutenibilidade e portabilidade). Cada característica é, ainda, subdividida

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

4 - Interação Humano-Computador - IHC

em subcaracterísticas, que por sua vez, podem ser medidas por meio de métricas externas e internas¹.

Usabilidade, para essa norma, é um atributo de qualidade de software, sendo apresentada como a “capacidade do produto de software de ser compreendido, aprendido, operado e atraente ao usuário, quando usado sob condições especificadas”. É, ainda, subdividida em cinco subcaracterísticas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003, p.7):

- a) **Inteligibilidade:** Capacidade do produto de software de possibilitar ao usuário compreender se o software é apropriado e como ele pode ser usado para tarefas e condições de uso específicas.
- b) **Apreensibilidade:** Capacidade do produto de software de possibilitar ao usuário aprender sua aplicação.
- c) **Operacionalidade:** Capacidade do produto de software de possibilitar ao usuário operá-lo e controlá-lo.
- d) **Atratividade:** Capacidade do produto de software de ser atraente ao usuário (Isto se refere a atributos de software que possuem a intenção de tornar o software mais atraente para o usuário, como o uso de cores e da natureza do projeto gráfico).

¹ Exemplos de métricas internas são apresentados na ISO/IEC 9126-3 e de métricas externas na ISO/IEC 9126-2.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

4 - Interação Humano-Computador - IHC

- e) **Conformidade** relacionada à usabilidade: Capacidade do produto de software de estar de acordo com normas, convenções, guias de estilo ou regulamentações relacionadas à usabilidade.

Esta norma traz ainda o conceito de “qualidade em uso” que é definida como “capacidade do produto de software de permitir que usuários especificados atinjam metas especificadas com eficácia, produtividade, segurança e satisfação em contextos de uso especificados” e categoriza seus atributos em quatro características: eficácia, segurança, produtividade e satisfação, conforme apresentado na figura 13, onde:

- a) **Eficácia**: capacidade do produto de software de permitir que usuários atinjam metas especificadas com acurácia e completude, em um contexto de uso especificado.
- b) **Produtividade**: Capacidade do produto de software de permitir que seus usuários empreguem quantidade apropriada de recursos em relação à eficácia obtida, em um contexto de uso especificado.
- c) **Segurança**: Capacidade de um produto de software de apresentar níveis aceitáveis de riscos de danos a pessoas, negócios, software, propriedades ou ao ambiente, em um contexto de uso especificado.
- d) **Satisfação**: Capacidade de um produto de software de satisfazer usuários, em um contexto de uso especificado.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

4 - Interação Humano-Computador - IHC

Embora seja mais ampla, esta definição é similar à definição de usabilidade da NBR 9241-11, e também faz referência ao contexto de uso. A norma ressalta que a qualidade em uso é sob a perspectiva do usuário e é medida em termos de resultado de uso do software no ambiente especificado e não em função das propriedades do próprio software.

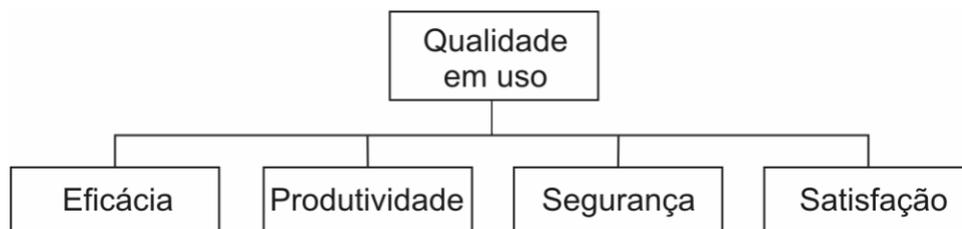


FIGURA 13 – Modelo de qualidade para qualidade em uso (Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003, p11)

O relacionamento entre as normas NBR ISO 9241-11 e NBR ISO/IEC 9126-1 mostra que os requisitos de usabilidade para um produto estão relacionados com o contexto de uso, dependendo, portanto, do usuário, das tarefas e do ambiente.

Segundo BEVAN (2001), as definições de usabilidade abordadas pelas duas normas são complementares e precisam ser combinadas durante o processo de projeto de desenvolvimento.

4.3. Usabilidade e os dispositivos móveis

As restrições dos dispositivos móveis, as características do ambiente de comunicação sem fio e, algumas vezes, o pagamento pelos serviços impedem que as pessoas utilizem esses dispositivos para acessar a mesma

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

4 - Interação Humano-Computador - IHC

informação ou executar as mesmas funções que elas fariam com um computador de mesa. Logo, segundo (LAUREIRO *et al.*, 2003), a habilidade, capacidade, e disponibilidade de um usuário acessar e processar informações são menores. Desse modo, a usabilidade torna-se um dos fatores mais importantes no desenvolvimento de aplicações móveis.

A interface de usuário de um dispositivo móvel é o meio de comunicação entre o usuário e os elementos funcionais do dispositivo e aplicações. Os dispositivos móveis ganham cada vez mais funcionalidades. No entanto, para poder disponibilizar essas funcionalidades, exibem interfaces de usuários cada vez mais complexas. Essas interfaces deveriam ter um nível de usabilidade suficiente para que os usuários não gastem muito tempo em aprender a utilizá-las, e, conseqüentemente, executem suas tarefas de modo eficiente. Com isto, gastos desnecessários de energia da bateria também serão evitados.

Os mecanismos de interação e dispositivos de entrada oferecidos pelos dispositivos móveis diferem significativamente do domínio dos computadores de mesa (PAELKE *et al.*, 2003). Enquanto os computadores de mesa possuem vários dispositivos de entrada padronizados (por exemplo, teclado e mouse) os dispositivos móveis, freqüentemente, necessitam de dispositivos específicos para cada modelo. Isto pode gerar dificuldades para a realização de tarefas de forma eficiente.

O computador de mesa é utilizado para tarefas que exigem concentração do usuário e que são executadas durante um longo período de

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

4 - Interação Humano-Computador - IHC

tempo. Já os dispositivos móveis são utilizados para aplicações mais rápidas e exclusivas do ambiente móvel. Para a computação móvel, segundo LEE *et al.* (2005), a usabilidade de um dispositivo móvel depende de vários fatores, incluindo o usuário, o ambiente e as características do dispositivo:

- a) **Características do usuário:** A interação do usuário com um dispositivo móvel depende, até certo ponto, de suas características pessoais como “Flexibilidade e Destreza” (um usuário adulto pode ter dedos maiores e precisar de um teclado maior) e “Conhecimento e Capacidade” (geralmente, os dispositivos mais úteis são os simples e mais intuitivos de usar; por outro lado, se o dispositivo for muito difícil de dominar, o usuário não o achará útil).
- b) **Características do ambiente:** O ambiente do usuário afeta a escolha de dispositivo. Em “condições normais de funcionamento” um dispositivo móvel pode trabalhar sob as condições normais de trabalho do usuário, devendo também trabalhar em “condições extremas” (como calor, frio, umidade, seca e luz natural e artificial).
- c) **Características de dispositivo:** Os dispositivos móveis têm características próprias diferentes, que podem afetar a usabilidade total. Características como “tempo de inicialização” (em aplicações de tempo crítico requer-se um dispositivo com inicialização imediata), “integridade de dados” (se um usuário

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

4 - Interação Humano-Computador - IHC

não puder tolerar perda de dados e necessitar de armazenamento permanente, no próprio dispositivo), “robustez/resistência” (os dispositivos móveis geralmente não são muito robustos e podem quebrar se forem derrubados) e “interface com o usuário” (as características intrínsecas do dispositivo podem incapacitá-lo a desempenhar certas funções, devido à sua natureza de interface com o usuário).

Segundo (SOUZA *et al.*, 2006) a usabilidade de um produto não é medida apenas pelas características do próprio produto, mas também pelas circunstâncias específicas nas quais um produto é utilizado.

Portanto, a usabilidade dos dispositivos móveis não fica restrita à interface com o usuário. As características do usuário, do ambiente e dos dispositivos móveis são fatores que influenciam a interação e devem ser considerados tanto no processo de projeto de interface quanto na avaliação de usabilidade.

4.4. Modelo de ciclo de vida de *design* de interface de usuário

Existem vários modelos de ciclo de vida para o desenvolvimento de sistemas interativos apresentados na literatura de IHC. Segundo ROCHA & BARANAUSKAS (2003), os modelos de ciclo de vida de *design* em IHC “envolvem desde uma discussão crítica dos ciclos de vida clássicos para o desenvolvimento de software, originais da ES, até modelos mais específicos

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

4 - Interação Humano-Computador - IHC

do ciclo de vida de *design*, como, por exemplo, o modelo estrela”, que será apresentado na próxima seção.

No entanto, os modelos de ciclo de vida apresentados pela IHC, não discutem as etapas para o desenvolvimento e implementação do sistema e suas funcionalidades, diferentemente dos modelos de ciclo de vida da ES. Esses modelos enfocam o desenvolvimento da interação com o usuário.

De acordo com PREECE *et al.* (2005), o termo “*design*” não deve ser confundido com o termo “*design*” comumente traduzido como “projeto” e utilizado pela comunidade de ES para uma fase do modelo de ciclo de vida de software. Do mesmo modo LEITE (1998), destaca que a atividade de *design* da interface do usuário não deve ser confundida com a atividade de especificação da maneira proposta na ES, nem com o processo de construção do software.

Segundo SOUZA *et al.* (1999), o *design* de interfaces de usuário é uma atividade que requer análise dos requisitos dos usuários e suas tarefas, concepção, especificação e prototipação da interface, e avaliação da utilização do protótipo pelos usuários.

No entanto, para MARCUS (2002), *design* de interface de usuário ainda não tem uma definição consolidada. Para ele, deveria ser chamada de “desenvolvimento de interface de usuário”, semelhante ao desenvolvimento de software, adotado pela ES.

Contudo, é comum encontrar na literatura sobre IHC, o termo *design* como algo mais amplo. Portanto, neste trabalho, com a finalidade de

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

4 - Interação Humano-Computador - IHC

diferenciar o termo *design* da tradução projeto, utilizado na ES, esse termo não será traduzido.

4.4.1. Modelo estrela

Proposto por Hix e Hartson em 1989, o modelo estrela, apresentado na figura 14, emergiu de um trabalho empírico realizado por ambos, observando como os projetistas de interface trabalhavam (PREECE *et al.*, 2005).

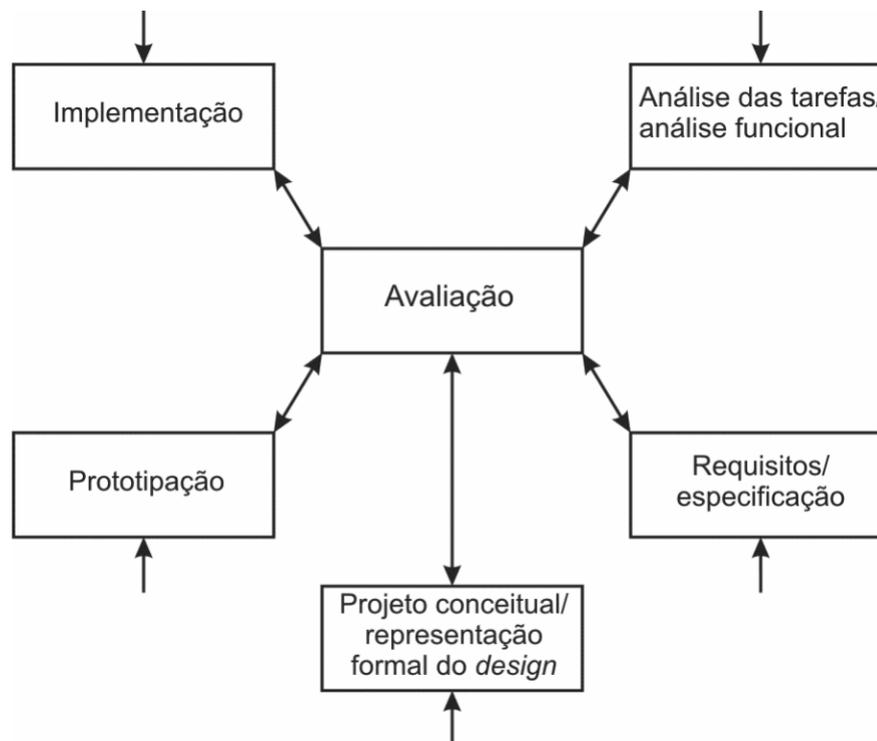


FIGURA 14 – Modelo estrela (Fonte: PREECE *et al.*, 2005, p213)

Enquanto o modelo em Cascata sugere uma abordagem *top-down*, o modelo estrela reconhece que esta abordagem precisa ser complementada por uma abordagem *bottom-up* (COSTABILE, 2001) e, diferentemente dos

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

4 - Interação Humano-Computador - IHC

modelos propostos pela ES, o modelo estrela não especifica ordenamento algum das atividades.

Um projeto pode começar de qualquer atividade (ponta na estrela) e seguir por qualquer outra atividade, no entanto, deve sempre passar pela atividade de avaliação. Ou seja, o modelo possui uma avaliação central e, sempre que uma atividade for completada, seu trabalho deverá ser avaliado. Desse modo, os requisitos, o projeto e o produto evoluem gradualmente.

No entanto, esse modelo apresenta como desvantagem uma baixa visão gerencial para os gerentes e desenvolvedores. Uma explicação pode estar no fato do modelo estrela ser extremamente flexível (PREECE *et al.*, 2005).

4.4.2. Engenharia de usabilidade

Engenharia de Usabilidade, segundo ROCHA & BARANAUSKAS (2003), é um termo usado para definir o processo de projeto de sistemas computacionais que visam a facilidade de aprendizado, de uso, e que sejam agradáveis para as pessoas e, propõe a aplicação de métodos empíricos ao projeto de sistemas baseados em computador.

Segundo BROWN (1996), Engenharia de Usabilidade é um modelo com foco principal em conhecer o usuário e suas tarefas, bem como testar com os usuários os protótipos de um produto em desenvolvimento.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

4 - Interação Humano-Computador - IHC

O usuário e o projetista de interface são os membros fundamentais nesta metodologia. No entanto, esta metodologia não apresenta uma relação definida entre o projetista de interface e o engenheiro de software.

Na Figura 15 são ilustradas as fases e o fluxo das atividades no modelo de Engenharia de Usabilidade proposto por NIELSEN (1992, 1993), resumido por ROCHA & BARANAUSKAS (2003).

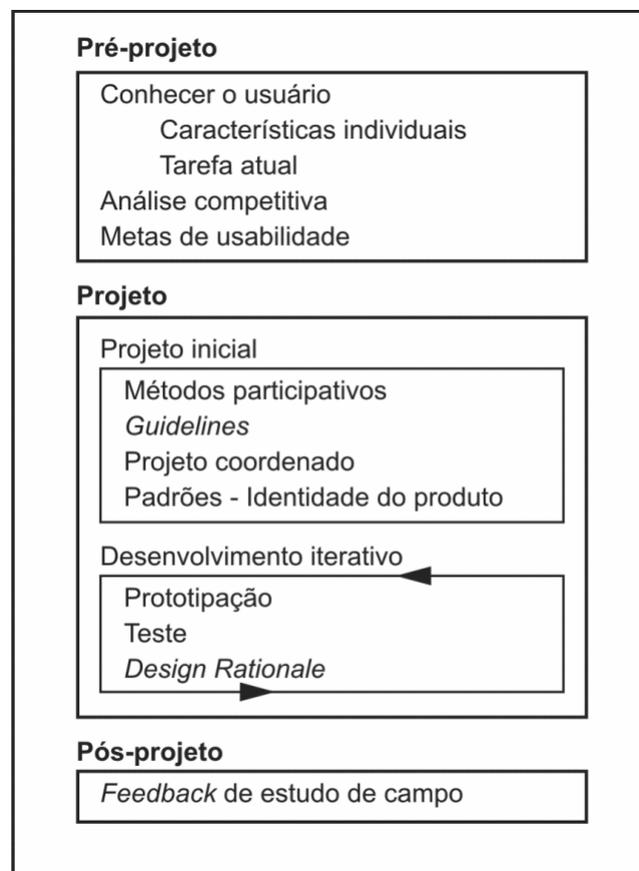


FIGURA 15 – Modelo de Engenharia de Usabilidade (Fonte: Adaptado de ROCHA & BARANAUSKAS, 2003, p123)

O modelo possui três fases: pré-projeto, projeto e pós-projeto, conforme apresentado na Figura 15. Na fase de pré-projeto, o objetivo é a

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

4 - Interação Humano-Computador - IHC

busca de informações para compreensão do usuário, suas atividades e seu contexto de trabalho, além das funcionalidades a serem implementadas no sistema. Também nessa fase são realizados estudos para uma análise comparativa de produtos existentes e testes com usuários no uso desses produtos. As metas de usabilidade são definidas ainda nesta fase.

A fase do projeto comporta o projeto inicial e o desenvolvimento iterativo. O projeto inicial é constituído da especificação inicial da interface. O *design* participativo é realizado e o uso de *guidelines* é recomendado. O projeto coordenado (desenvolvimento paralelo da funcionalidade, da interface, do *help* e do material de treinamento) faz parte desta fase. O uso de padrões aumenta o re-uso de código e facilitam a documentação. O desenvolvimento iterativo é alimentado por *feedback* de testes até que os objetivos tenham sido alcançados. Os objetivos dessa fase são produzir um protótipo com princípios de usabilidade e verificar empiricamente, com usuários reais, se as metas forma atingidas. O *design rationale*, além de manter a memória do processo de projeto, ajuda a manter a consistência ao longo das diferentes versões do produto.

Por fim, a última fase, pós-projeto, tem como objetivo conduzir estudos de campo do produto em uso para obter dados para próximas versões e produtos futuros.

NIELSEN (1992) reconhece que freqüentemente orçamentos ou restrições de tempo não permitirão o uso de todas as atividades do modelo de engenharia de usabilidade. No entanto, recomenda um mínimo:

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

4 - Interação Humano-Computador - IHC

- a) Visite os locais de trabalho do cliente antes do início do projeto;
- b) Faça um projeto iterativo com métodos participativos; e
- c) Use prototipação e testes empíricos com usuários reais.

4.4.3. Projeto centrado no usuário

A IHC enfatiza a necessidade de uma abordagem centrada no usuário. Segundo PREECE *et al.* (2005), o fio condutor do desenvolvimento de um produto deveria ter como base os usuários reais e suas metas, não apenas a tecnologia. Desse modo, para ser ter um sistema bem projetado, os projetistas deveriam extrair o máximo da habilidade e dos julgamentos humanos mais importantes para o trabalho em questão. Portanto, deveriam apoiar o usuário, e não limitar suas ações.

Para FAULKNER & CULWIN (2000), as necessidades do usuário devem ser consideradas desde as fases iniciais do projeto e o produto (interface do usuário) deve ser construído através da abordagem centrado no usuário.

O projeto centrado no usuário, ou UCD (*User-Centered Design*), tem como princípios focalizar desde o começo os usuários e as tarefas que desenvolvem num determinado ambiente, medir a utilização do produto observando a interação do usuário com ele e utilizar um processo de *design* iterativo, onde o *design* pode ser modificado após as fases de prototipação ou testes.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

4 - Interação Humano-Computador - IHC

O projeto centrado no usuário é uma atividade multidisciplinar que incorpora fatores humanos e conhecimento de ergonomia e técnicas com o objetivo de aumento da eficácia e eficiência, melhorando as condições humanas de trabalho, segurança, desempenho e evitar possíveis efeitos contra a saúde do homem (BEVAN, 1999).

4.4.3.1. A norma ISO 13407 (Processo de projeto centrado no usuário para sistemas interativos)

O propósito de projetar um sistema interativo é satisfazer as necessidades de usuários, ou seja, prover qualidade em uso (BEVAN, 1999), que é (ou pelo menos deveria ser) o meio para alcançar qualidade nos produtos de software (BEVAN & BOGOMOLNI, 2000).

A norma ISO 13407, de 1999, sobre “Processo de projeto centrado no usuário para sistemas interativos” fornece orientações sobre as atividades de projeto centrado no usuário que acontecem ao longo do ciclo de vida de sistemas interativos computacionais (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 1999). Descreve um ciclo de desenvolvimento iterativo onde as especificações de requisitos de produto esclarecem corretamente os requisitos do usuário e da organização, bem como especificam o contexto no qual o produto será usado.

Esta norma define um conjunto de princípios que incorporam a perspectiva do usuário no processo de desenvolvimento de software:

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

4 - Interação Humano-Computador - IHC

- a) Distribuição apropriada de função entre o usuário e sistema: determina quais aspectos do trabalho ou tarefa devem ser controlados por software e hardware;
- b) Envolvimento ativo de usuários: utiliza as pessoas que têm maiores conhecimentos no contexto que a aplicação será usada, visando com isso, um aumento no compromisso de participação no desenvolvimento do software;
- c) Repetição de soluções de projeto: requer a avaliação contínua nas fases iniciais dos usuários finais por técnicas de prototipação diferentes;
- d) Equipes Multidisciplinares: alimentam um processo de desenvolvimento colaborador com o envolvimento de especialistas de várias áreas, cada um cooperando e compartilhando seus conhecimentos.

De acordo com a norma, há quatro principais atividades, apresentadas na figura 16, que devem ser empregadas para incorporar requisitos de usabilidade no processo de desenvolvimento de software centrado no usuário.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

4 - Interação Humano-Computador - IHC

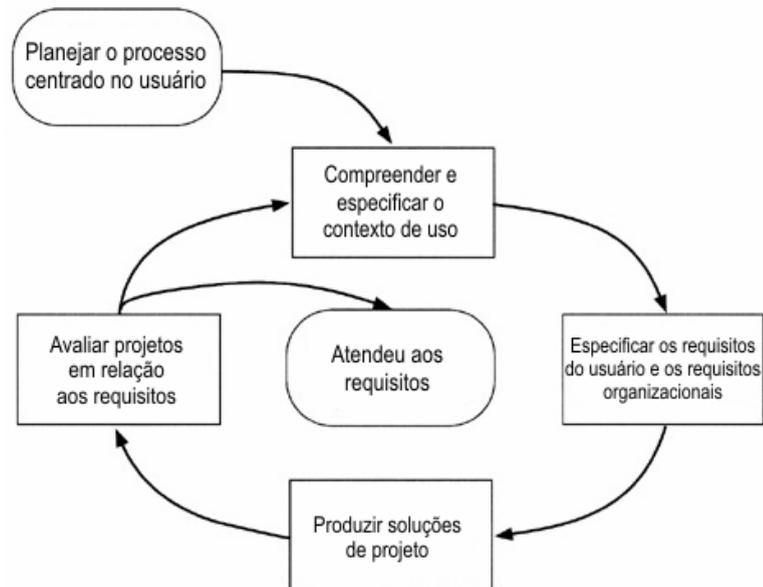


FIGURA 16 – Processo de projeto centrado no usuário (Fonte: INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 1999)

- 1) Compreender e especificar o contexto de uso: o objetivo é obter as informações sobre as características dos usuários, o ambiente de uso e as tarefas que serão executadas com o produto, além de fornecer uma base para as atividades de avaliações posteriores.
- 2) Especificar os requisitos do usuário e da organização: determinar os critérios de sucesso para a usabilidade do produto em termos das tarefas realizadas pelos usuários, bem como diretrizes e limitações do projeto.
- 3) Produzir soluções de projeto: incorporar conhecimentos de interface homem-computador nas soluções de projeto. As possíveis soluções de projeto são exploradas, descrevendo-as

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

4 - Interação Humano-Computador - IHC

através da utilização de protótipos. As primeiras soluções de projeto podem ser baseadas em experiências anteriores ou utilização de normas e guias, que são refinados através de *feedback* do usuário.

- 4) Avaliar projetos em relação aos requisitos do usuário: a usabilidade do projeto deve ser avaliada em relação às tarefas dos usuários, tendo como objetivo, confirmar o nível em que os requisitos da organização e dos usuários foram alcançados, fornecendo também informações para o refinamento do projeto.

O ciclo dessas atividades termina quando a “avaliação do projeto em relação aos requisitos do usuário” é executada com um resultado satisfatório.

Os benefícios da usabilidade através do projeto centrado no usuário orientados pela norma ISO 13407 podem incluir o aumento da produtividade, aumento na qualidade de trabalho, reduções de custos em treinamento e aumento da satisfação do usuário.

O relatório técnico ISO TR 18529, de 2000, sobre “Ergonomia de interação homem-sistema - Descrições sobre o ciclo de vida centrado no usuário”, contém uma definição e uma estrutura formalizada do processo centrado no usuário descrito na ISO 13407. O modelo de maturidade de usabilidade descrito na ISO TR 18529 pode ser utilizado em conjunto com a ISO 15504, “Avaliação de processo de software”, para avaliar a capacidade

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

4 - Interação Humano-Computador - IHC

de uma organização na utilização do processo de desenvolvimento centrado no usuário (ISO STANDARDS, 2006).

4.4.4. *Design participativo*

O *Design Participativo* (DP) é uma abordagem que envolve ativamente o usuário. Segundo PREECE *et al.* (2005), a idéia dessa abordagem surgiu na Escandinávia, no final dos anos 60 e início dos 70. Sua intenção consiste em fazer com que os usuários se tornem um parceiro como os outros na equipe de projeto, participando de todas as atividades de desenvolvimento.

A inclusão do usuário final no processo de desenvolvimento se deve ao seu conhecimento nas rotinas de trabalho, além de servir como fonte de informação. Desta forma, através de sua participação ativa, o usuário proporciona contribuições efetivas em todas as fases do processo de desenvolvimento, que refletem suas perspectivas e necessidades, não somente da etapa de testes e avaliação (ROCHA & BARANAUSKAS, 2003).

De acordo com BROWN (1996), o DP não defende uma metodologia em particular. O argumento é que, do ponto de vista dos defensores do DP, para produção de um bom produto de software não é necessária uma metodologia como foco central, e sim a qualidade da comunicação entre o usuário e os projetistas. No DP são definidos os tipos de comunicação desejados e métodos que podem auxiliar usuários e projetistas a realizarem um projeto melhor.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

4 - Interação Humano-Computador - IHC

Embora uma metodologia não seja enfatizada, no DP existem métodos que são vistos mais como um recurso para os projetistas usarem como julgarem mais apropriados (BROWN, 1996).

Esses métodos caracterizam-se pelo uso de técnicas simples e pouco comprometimento com recursos. As técnicas mais utilizadas são: *brainstorming*, *storyboarding* e *workshops* (ROCHA & BARANAUSKAS, 2003).

4.5. Projeto de interface com o usuário – visão da ES e IHC

Existe uma diferença fundamental entre as abordagens adotadas pelos engenheiros de software e pelos especialistas em Interação Humano-Computador. Segundo BROWN (1996), enquanto os engenheiros de software têm o foco voltado para o produto e seu processo (foco centrado em sistema), os especialistas em IHC tem o foco mais direcionado aos aspectos de interação entre o ser humano e a máquina (foco centrado no usuário). Em sua pesquisa, BROWN (1996) relata que as metodologias de ES são úteis para especificar e construir os aspectos funcionais de um sistema de software. No entanto, especialistas em IHC mostram um entendimento melhor do usuário, priorizando um entendimento aprofundado das características do usuário e uma consciência das tarefas que um usuário tem que executar. Especialistas de IHC testam idéias de *design* em usuários

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

4 - Interação Humano-Computador - IHC

reais e usam técnicas de avaliação formais, substituindo *design* da interface guiado pela intuição.

Segundo ROZANSKI & HAAKE (2003), IHC se tornou um componente essencial para todos os profissionais de computação. Cientistas da computação e engenheiros de software também precisam entender os princípios e conceitos de IHC, ainda que não sejam os principais profissionais responsáveis pela compreensão do usuário e pelo projeto da interface, no entanto, trabalharão com os profissionais responsáveis.

Contudo, as duas áreas propõem o desenvolvimento de sistemas interativos de forma sistemática, definindo modelos de ciclo de vida, métodos e técnicas (SILVA, 2004).

GRECO DE PAULA *et al.* (2005), alertam para a importância da comunicação entre as áreas de IHC e ES. Os projetistas de IHC precisam levar suas preocupações e decisões de forma clara aos engenheiros de software e vice-versa, para que, juntos, cheguem à solução final. Ainda, segundo os autores, ambas as áreas tratam da qualidade do produto final, no entanto, sob perspectivas e focos diferentes. IHC focaliza na interação e *design* de interface do usuário, levando em conta as necessidades, valores e expectativas dos usuários, visando a qualidade de uso da solução projetada. ES tem o foco no projeto e especificação da funcionalidade interna do sistema, bem como em sua arquitetura, visando a qualidade estrutural do produto de software final.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

4 - Interação Humano-Computador - IHC

O quadro 2 apresenta em resumo das práticas tradicionais da ES e as melhores práticas no desenvolvimento centrado no usuário da IHC, para o desenvolvimento de sistemas interativos.

QUADRO 2 – Práticas em Engenharia de Software e projeto centrado no usuário. (Fonte: Adaptado de SEFFAH & METZKER, 2004)

Práticas tradicionais no desenvolvimento de software	Melhores práticas no desenvolvimento centrado no usuário
Desenvolvimento dirigido à tecnologia	Dirigido ao usuário
Foco em componentes de sistema	Foco na solução para o usuário
Contribuição individual	Equipe multidisciplinar, incluindo usuários, clientes, especialistas em fatores humanos, etc.
Foco nas características internas da arquitetura	Foco em atributos externos (interação, aparência e funcionamento - <i>look and feel</i>)
Qualidade medida por fatores como defeitos de produto e desempenho (qualidade de sistema)	Qualidade definida por satisfação do usuário e desempenho (qualidade em uso).
Implementação antes de validação humana	Implementação baseada nas avaliações e aprovações dos usuários
Soluções são produzidas a partir de requisitos funcionais (características, recursos do sistema)	Entendimento do contexto de uso (o usuário, a tarefa, e o ambiente de trabalho)

Contudo, segundo SOMMERVILLE (2003), na ES, a interface de usuário é uma das características que vêm sendo priorizadas e com enfoque especial no usuário. Os fatores humanos, bem como a inclusão do usuário

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

4 - Interação Humano-Computador - IHC

no desenvolvimento de interfaces constituem uma fronteira relativamente nova da ES (PETERS & PEDRYCZ, 2001).

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

5 - Interface de Usuário de Software de Dispositivos Móveis

5. INTERFACE DE USUÁRIO DE SOFTWARE DE DISPOSITIVOS MÓVEIS

Os desafios tecnológicos em desenvolvimento de aplicações móveis são significativos, e, em sua pesquisa, HOSBOND & NIELSEN (2005) detectam a relevância em *design* de interface com o usuário. Com o avanço da computação móvel, foram criadas novas formas de interface e exibições de informação (HALLNÄS & REDSTRÖM, 2002), resultando assim no aumento da diversidade de modelos de interface, bem como na dificuldade e complexidade no projeto de interface com o usuário.

A interface com o usuário de dispositivos móveis é uma área importante e crítica na qual os desenvolvedores precisam levar em consideração ao desenvolver aplicações móveis (LEE *et al.*, 2005; MYERS & BEIGL, 2003).

5.1. Desafios para os projetos de interface de dispositivos móveis

Segundo (SOUZA & COSTA, 2006; SOUZA & SPINOLA, 2006), a diversidade e as restrições intrínsecas dos dispositivos móveis têm aumentado a dificuldade e a complexidade no desenvolvimento de aplicações e interface com o usuário para esses dispositivos. Estas restrições, conforme apresentadas no capítulo dois, incluem baixo poder de

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

5 - Interface de Usuário de Software de Dispositivos Móveis

processamento, capacidade de bateria, quantidade de memória e entrada de dados.

Nos projetos de IUSDM, outras limitações referentes às telas dos dispositivos móveis podem contribuir com esse cenário e devem ser consideradas nos projetos. De acordo com PAELKE *et al.* (2003), o tamanho da tela é uma limitação importante, especialmente para aplicações que são utilizadas por pessoas que possuem possíveis problemas de visão. Ainda, segundo os autores, as limitações das telas incluem:

- a) **Resolução limitada:** A resolução das telas gráficas dos dispositivos móveis é uma limitação fundamental nos projetos de interface. Tipicamente, as resoluções são de 100 x 80 *pixels* para telefones celulares e 240 x 320 *pixels* para PDAs.
- b) **Número limitado de cores disponíveis:** Muitos dispositivos móveis apresentam quantidade de cores limitada em suas telas. Frequentemente, apresentam telas monocromáticas e telas com alguns milhares de cores (os computadores de mesa apresentam milhões de cores).

O poder de processamento dos dispositivos móveis limita muito o uso de animações interativas em tempo real, além de, geralmente, não oferecer suporte à geração de gráficos em 3D. Contudo, o poder de processamento e o número de cores de exibição das telas dos dispositivos móveis são limitações que podem desaparecer com a evolução da tecnologia (PAELKE *et al.*, 2003).

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

5 - Interface de Usuário de Software de Dispositivos Móveis

5.2. Contexto de uso móvel

Para se analisar o processo de desenvolvimento de interface com o usuário deve-se entender o contexto em que as aplicações móveis são desenvolvidas. As aplicações móveis são projetadas, desenvolvidas e implantadas por razões de negócio, como melhorar a produtividade, aumentar a precisão e outras medidas (LEE *et al.*, 2005).

A correta compreensão do contexto de uso dos dispositivos móveis, isto é, identificar e compreender desde as fases iniciais do processo de desenvolvimento as características dos usuários e seus diferentes níveis de conhecimento e experiência com dispositivos móveis, as tarefas que serão executadas com o dispositivo móvel e o ambiente que essas tarefas serão conduzidas, é um fator determinante na usabilidade do produto final e fundamental para o sucesso de uma aplicação móvel (SOUZA & SPINOLA, 2006).

Além disso, a correta compreensão desse contexto de uso móvel formará base para o entendimento do processo de desenvolvimento de interface com o usuário, de acordo com o modelo de ciclo de vida de software integrado que será apresentado na seção 4 deste capítulo.

5.2.1. Usuário móvel

O usuário deve sempre ser o foco central de interesse do projetista ao longo do *design* da interface. O objetivo da análise de usuários é identificar

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

5 - Interface de Usuário de Software de Dispositivos Móveis

quem são os usuários e caracterizá-los, isto é, especificar quais funções exercem e quais capacidades possuem (SOUZA *et al.*, 1999).

SHNEIDERMAN (1998) recomenda que os projetistas de interfaces levem em consideração os diferentes tipos de personalidades, isto é, quanto ao nível de conhecimento ou grau de experiência em informática, classificando em três diferentes estilos de usuários:

- a) Que interagem pela primeira vez ou novatos;
- b) Com nível intermediário de experiência;
- c) Com alto nível de experiência e conhecimento.

KETOLA & RÖYKKEE (2001), sugerem que, na computação móvel, o usuário novato é aquele que nunca utilizou ou tem pouca experiência com um dispositivo móvel, por exemplo, um usuário novato pode somente ter realizado ou recebido chamadas em telefones celulares. O usuário casual é aquele que possui um dispositivo móvel, entretanto, utiliza ocasionalmente algumas funções básicas, como exemplo a agenda, calculadora e câmera digital, e seu estilo de vida não está baseado no uso de dispositivos móveis. Um usuário avançado sempre leva junto de si um dispositivo móvel, fazendo uso freqüentemente de diferentes funções.

5.2.2. Tarefa

Tarefas são atividades executadas para alcançar um objetivo (ABNT, 2002). Para fazer o seu trabalho o usuário precisa realizar tarefas. O

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

5 - Interface de Usuário de Software de Dispositivos Móveis

engenheiro de software precisa ter uma visão dessas tarefas, bem como sua seqüência e hierarquia.

Para isto, deve ser realizada uma análise de tarefa que permitirá obter informações do trabalho que será realizado pelo usuário móvel, através de um dispositivo móvel, em circunstâncias específicas, bem como seu fluxo de trabalho. Análise de tarefa pode ser muito eficiente num projeto de interface para dispositivos móveis.

5.2.3. Ambiente de trabalho

Dada a importância da análise do ambiente em projetos de interface, MANDEL (1997), alerta que quando há alguma mudança física no ambiente, ou uma mudança total no conteúdo da informação que o indivíduo está processando, então ele muda imediatamente o foco de sua atenção para a nova informação. Mudanças súbitas ou significativas no sistema perceptivo atraem a atenção. Isto pode ocorrer em virtude de uma variação luminosa, sonora, no movimento, nas cores, novidades ou complexidade da informação.

Segundo LEE *et al.* (2005), o ambiente do usuário afeta inclusive a escolha de dispositivo móvel, devendo trabalhar sob as condições normais de trabalho do usuário, bem como em condições extremas (como calor, frio, umidade e luz natural e artificial).

PAELKE *et al.* (2003), apontam diferenças adicionais introduzidas por esse contexto móvel:

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

5 - Interface de Usuário de Software de Dispositivos Móveis

- a) **Ambiente audível:** O uso de som pode ser limitado se dispositivos móveis forem utilizados em um ambiente público ou ao ar livre. O barulho de um ambiente ao ar livre pode “abafar” o som de sua aplicação. Por outro lado, o som de sua aplicação em um ambiente público, como um museu ou biblioteca, pode ser indesejável e incomodar as pessoas. Um fone de ouvido pode até evitar esses problemas, no entanto, cria a necessidade de um hardware adicional e, isso pode não ser uma opção viável.
- b) **Ambiente visual:** Diferentemente dos computadores de mesa, os dispositivos móveis podem ser usados em uma variedade de contextos. Sua utilização ao ar livre durante a noite ou à luz do Sol pode ter um impacto significativo na visibilidade das informações na tela.
- c) **Nível de atenção:** Ao utilizar uma aplicação móvel fora de um ambiente de trabalho clássico, o nível de atenção que um usuário pode dedicar à aplicação pode ser limitado (por exemplo, usar o dispositivo ao mesmo tempo que realiza outras atividades) ou a interação pode ser interrompida para o usuário prestar atenção a alguns eventos externos. Desse modo, é necessário disponibilizar informações que permitam o uso das aplicações sem um alto esforço cognitivo, bem como

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

5 - Interface de Usuário de Software de Dispositivos Móveis

informação que possibilitam os usuários retomarem às suas atividades depois de uma interrupção.

5.2.3.1. Restrições tecnológicas

É importante identificar os aspectos do ambiente físico de trabalho e as características e limitações do dispositivo móvel. Fatores como iluminação e nível de barulho devem ser considerados pelos desenvolvedores, caso contrário, poderão se opor à mobilidade do dispositivo e facilidade de uso da interface.

No entanto, durante a análise do ambiente, as restrições dos dispositivos móveis precisam ser analisadas. Isto implica na definição das metas de usabilidade (o equipamento terá teclado ou apenas tela sensível ao toque?).

Se esta atividade for ignorada, poderá aumentar consideravelmente os custos com o projeto. Por exemplo: a descoberta no final do projeto que, além do PDA, a aplicação também deverá ser executada em um telefone celular (com tela que apresenta uma quantidade de informação bem menor que um PDA), correrá o risco de ultrapassar o prazo, pois neste caso, o projeto deverá voltar para a fase de análise de requisitos.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

5 - Interface de Usuário de Software de Dispositivos Móveis

5.3. Guidelines para projetos de interface de dispositivos móveis

Guidelines são recomendações para ajudar os projetistas a criar *designs* melhores e produtos utilizáveis a partir de experiência de outros. Quando as recomendações estão em um nível bastante detalhado são denominados regras de *design*, por outro lado, quando são mais abstratas e exigem uma interpretação antes de serem aplicadas são denominadas princípios de *design* (PREECE *et al.*, 2005). Podem ser utilizadas tanto na elaboração quanto na avaliação de interfaces (ORTH, 2005). De uma grande variedade de recomendações desenvolvida, um conjunto bastante conhecido, como as “oito regras de ouro”, foi proposto por Shneiderman (SHNEIDERMAN, 1998).

A partir de LEE *et al.* (2005) e TAURION (2005), algumas recomendações para o projeto de interface com o usuário de dispositivos móveis podem ser apresentadas, são elas:

- 1) **Evitar dependências de hardware:** As características fundamentais de cada tipo de dispositivo móvel afetam a interface com o usuário. Além disso, para tornar a tarefa mais realizável e prática, limitar o número de tipos de dispositivos habilitados a receber a aplicação, de modo que pelo menos estes passem por testes de usabilidade.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

5 - Interface de Usuário de Software de Dispositivos Móveis

- 2) **Evitar usar recursos específicos:** Evite usar recursos específicos a um determinado dispositivo móvel, pois isto limitará o uso da aplicação.
- 3) **Utilizar menus curtos:** Use menus curtos ao invés de exigir que o usuário digite dados. É melhor fornecer uma curta lista de opções que solicitar entrada de dados.
- 4) **Reduzir a rolagem horizontal:** O espaço de tela em dispositivos móveis é limitado, desse modo, é importante fazer o melhor uso possível desse espaço. Um item-chave para usabilidade é minimizar ou, preferivelmente, evitar a necessidade de rolagem horizontal.
- 5) **Solicitar o mínimo de dados do usuário:** Muitas vezes será inevitável que o usuário seja obrigado a entrar com dados, no entanto, tente solicitar o mínimo necessário, evitando repetição de informações coletadas anteriormente.
- 6) **Testar a aplicação nos ambientes que o dispositivo móvel será utilizado:** Teste ao máximo possível a aplicação, simulando as mais diversas ocasiões de uso, por exemplo: se a tela será visível sob sol forte, se é facilmente lida e compreendida, mesmo quando o usuário está caminhando e se pode ser acessada por qualquer aparelho com visualização similar.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

5 - Interface de Usuário de Software de Dispositivos Móveis

- 7) **Implementar conjuntos separados de páginas:** Ao desenvolver uma aplicação que suporte múltiplos tipos de dispositivos móveis, pode ser útil considerar a utilização de conjuntos separados de páginas que sejam individualmente adequadas a tipos específicos de dispositivos móveis.

Uma aplicação para dispositivo móvel deve conter uma estrutura de navegação simples, apresentar ao usuário apenas as informações mais relevantes e exigir o mínimo possível de informações do usuário, pois a entrada de dados nesses dispositivos é um problema devido a sua crescente miniaturização.

5.4. Proposta de integração

A elaboração desta proposta considera muito dos conceitos discutidos nos capítulos anteriores. Inicialmente, considerando-se a discussão do capítulo 3, seção 1.1, esta proposta adota como arcabouço as fases fundamentais (Requisitos, Análise, Projeto, Implementação, Testes e Implantação) utilizadas nos modelos de ciclo de vida propostos pela ES.

As atividades propostas a integrar essas fases, foram criadas a partir de abordagens da IHC e levam em consideração: as restrições intrínsecas dos dispositivos móveis, apresentados no capítulo 2, seção 2.1; as normas NBR ISO 9241-11 e NBR ISO/IEC 9126-1, apresentadas no capítulo 4, seções 2.1 e 2.2 respectivamente; o projeto centrado no usuário, apresentado no capítulo 4, seção 4.3; algumas recomendações da norma

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

5 - Interface de Usuário de Software de Dispositivos Móveis

ISO 13407, apresentadas no capítulo 4, seção 4.3.1; os desafios no desenvolvimento de IUSDM, apresentado no capítulo 5, seção 1; e o contexto de uso móvel, apresentado no capítulo 5, seção 2.

5.5. Descrição da proposta de integração

Este trabalho propõe a inclusão do usuário desde as fases iniciais do projeto, isto é, uma abordagem baseada no projeto centrado no usuário. É independente do hardware, software, sistema operacional e ferramentas utilizadas no desenvolvimento e concepção do produto, e sugere, ainda, uma abordagem incremental e iterativa.

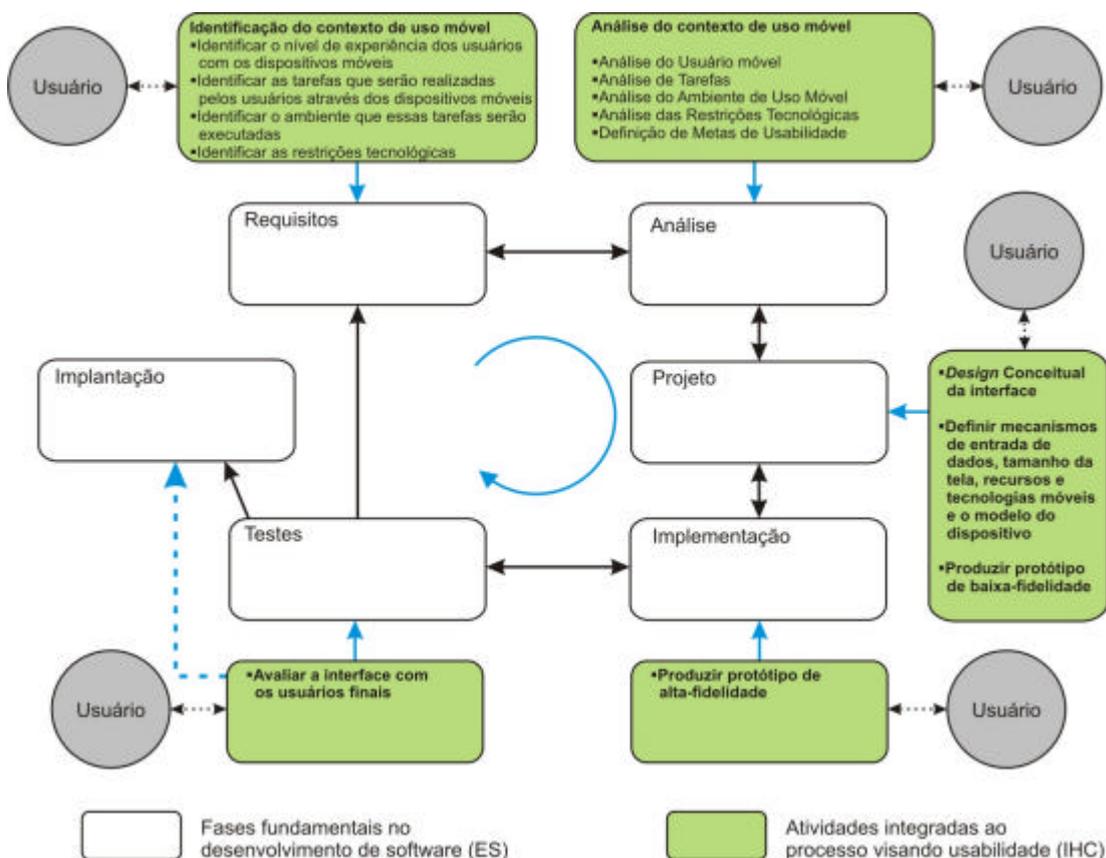


FIGURA 17 – Modelo de ciclo de vida de software integrado

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

5 - Interface de Usuário de Software de Dispositivos Móveis

Uma equipe de desenvolvimento multidisciplinar é recomendada, incluindo profissionais como *designers* (para soluções de *design* gráfico como diagramação, estilos, cores e desenhos) e projetistas de interface (para elaboração da interface - diálogo e apresentação). No entanto, isto não é uma regra. Dependendo do porte do projeto, um profissional poderá exercer mais de um papel ao mesmo tempo, desde que ele possua as habilidades requeridas.

A figura 17 apresenta um modelo de ciclo de vida de software integrado (MCVSI), com as atividades de usabilidade desde as primeiras etapas do processo de desenvolvimento.

O quadro 3 apresenta as atividades integradas em cada uma das fases adotadas como arcabouço. Cada fase deve ser conduzida de acordo com o proposto pela ES. Entretanto, deve levar em consideração essas atividades como proposta deste trabalho.

Com isto, espera-se obter níveis maiores de usabilidade nas interfaces de usuários de software de dispositivos móveis produzidas a partir do MCVSI.

Estas atividades, contudo, podem ser integradas em outros modelos de ciclo de vida de software. Elas podem ser customizadas e integradas ao modelo a fim de satisfazer as metas de desenvolvimento da empresa. O Apêndice C apresenta um Guia das atividades integradas ao MCVSI

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

5 - Interface de Usuário de Software de Dispositivos Móveis

QUADRO 3 – Atividades integradas nas fases utilizadas nos modelos de ciclo de vida da ES a partir de abordagens de IHC

Fases da ES adotadas como arcabouço	Atividades integradas
Requisitos Identifica os usuários e suas necessidades	(Identificação do contexto de uso móvel) - Identificar o nível de experiência dos usuários com os dispositivos móveis, as tarefas que serão executadas com o dispositivo móvel, o ambiente de uso que as tarefas serão executadas e as restrições tecnológicas impostas pela computação móvel e/ou dispositivos móveis.
Análise Detalha os requisitos	(Análise do contexto de uso móvel) - Análise do usuário, das tarefas, do ambiente de uso, das restrições tecnológicas e definição das metas de usabilidade.
Projeto Define uma arquitetura de solução para o sistema	<i>Design</i> conceitual da interface, definição dos mecanismos de entrada de dados, do tamanho da tela, dos recursos e tecnologias móveis e o modelo dispositivo; protótipação de baixa-fidelidade.
Implementação Constrói o software	Protótipação de alta-fidelidade.
Testes Testa a integração dos componentes	Avaliação da interface com os usuários finais.
Implantação Obtém o aceite do usuário	Avaliação da interface com os usuários finais.

Portanto, por um lado, o MCVSI tem suas bases na ES, que contribui com diversas práticas usadas e testadas amplamente, e, por outro lado, na IHC, que contribui com técnicas e abordagens conhecidas por projetos de interfaces focalizados nos usuários.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

5 - Interface de Usuário de Software de Dispositivos Móveis

5.5.1. Atividades integradas na fase de Requisitos

Embora a identificação dos usuários, tarefas e ambiente faça parte da fase de Requisitos, como prática da ES, a identificação do contexto de uso móvel requer atenção para algumas características específicas do contexto móvel. As atividades integradas na fase de Requisitos têm como finalidade auxiliar na identificação do contexto de uso móvel, que por sua vez, pode fornecer uma visão mais ampla das questões envolvidas na definição e priorização das funções a serem providas pelo produto, bem como na definição das metas de usabilidade.

Portanto, as atividades integradas na fase de Requisitos são:

- a) Identificar o nível de experiência dos usuários finais (aqueles que vão interagir com a aplicação móvel) com os dispositivos móveis e expectativas quanto à interface de usuário;
- b) Identificar as tarefas que os usuários finais devem realizar com o dispositivo móvel para fazer seu trabalho;
- c) Identificar o ambiente em que essas tarefas serão realizadas;
- d) Identificar as restrições tecnológicas informadas pelos usuários, bem como as restrições impostas pela computação móvel e/ou dispositivos móveis.

Para a correta identificação do contexto de uso móvel, várias técnicas podem ser utilizadas.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

5 - Interface de Usuário de Software de Dispositivos Móveis

QUADRO 4 – Técnicas de coletas de dados utilizadas na atividade de identificação de requisitos (Fonte: PREECE *et al.*, 2005)

Técnica	Boa para	Tipo de dados	Vantagens	Desvantagens
Questionários	Responder a questões específicas	Dados qualitativos e quantitativos	Pode atingir várias pessoas com poucos recursos	O <i>design</i> é crucial. O índice de resposta pode ser baixo. As respostas podem não ser o que você deseja
Entrevistas	Explorar questões	Alguns dados quantitativos, mas mais qualitativos	O entrevistador pode guiar o entrevistado se necessário. Encoraja o contato entre desenvolvedores e usuários	Requer tempo. Ambientes artificiais podem intimidar o entrevistado
Grupos de foco e workshops	Coletar vários pontos de vista	Alguns dados quantitativos, mas mais qualitativos	Ressalta áreas de consenso e conflito. Encoraja o contato entre desenvolvedores e usuários	Possibilidade de dominarem certos tipos de personalidade
Observação natural	Entender o contexto da atividade do usuário	Qualitativo	Observar o trabalho real oferece percepções que outras técnicas não podem oferecer	Requer muito tempo. Grandes quantidades de dados
Estudo de documentação	Aprender sobre procedimentos, regulamentações e padrões	Quantitativo	Não compromete o tempo dos usuários	O trabalho diário será diferente dos procedimentos documentados

O quadro 4 apresenta algumas técnicas de coleta de dados utilizadas para auxiliar na compreensão do contexto de uso móvel e de outros requisitos. Ele inclui vantagens e desvantagens para cada técnica e sinaliza para o tipo de informação que se pode obter, como respostas a questões

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

5 - Interface de Usuário de Software de Dispositivos Móveis

específicas, e para o tipo de dados que possibilita, como qualitativo e quantitativo. A aplicação de técnicas de coleta de dados combinadas é uma maneira de garantir informações por diferentes perspectivas.

A identificação das tarefas que os usuários finais devem realizar com o dispositivo móvel para fazer seu trabalho é baseada no levantamento das características das atuais tarefas realizadas pelos usuários e a forma como essas tarefas são realizadas. A técnica de Análise Hierárquica de Tarefas (AHT) também pode auxiliar nessa identificação.

Para ajudar na especificação do contexto de uso móvel, são utilizados cenários e casos de uso, bem como as recomendações da norma NBR ISO 9241-11.

5.5.2. Atividades integradas na fase de Análise

As atividades integradas na fase de Análise têm a finalidade de executar a análise do contexto de uso móvel, identificado na fase de Requisitos, na qual visa a modelagem de todo o contexto onde a aplicação móvel será utilizada. Desse modo, as atividades que compõem a análise do contexto de uso móvel são:

- a) Análise dos usuários que vão interagir com o sistema por meio da interface de um dispositivo móvel;
- b) Análise das tarefas que os usuários devem realizar com o dispositivo móvel para fazer seu trabalho;
- c) Análise do ambiente em que essas tarefas serão realizadas;

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

5 - Interface de Usuário de Software de Dispositivos Móveis

- d) Análise das restrições tecnológicas impostas pela computação móvel e/ou dispositivos móveis;
- e) Definição das metas de usabilidade.

Essas atividades devem ser conduzidas num processo iterativo no qual cada passo apresenta evoluções a partir da etapa anterior, estabelecendo desse modo, uma fundação sólida para as próximas tarefas do processo.

Na análise de contexto de uso móvel, não se deve avaliar soluções de *design* de interface com o usuário. O objetivo é produzir artefatos com informações importantes para o posterior *design* da interface.

A análise dos usuários tem o objetivo de caracterizar os diversos perfis de usuários relevantes ao desenvolvimento do produto de software, mais especificamente, à interface de usuário. Conhecer as limitações, necessidades, personalidade e diferenças culturais dos usuários, é essencial para medir a qualidade e eficiência das interfaces (ORTH, 2005).

A análise de tarefas estuda as tarefas que os usuários devem realizar com o dispositivo móvel para fazer seu trabalho e que podem influenciar a usabilidade. As informações produzidas como entendimento e descrição das tarefas, hierarquia, padrões de trabalho, frequência e duração, irão auxiliar no *design* de interfaces mais adequadas à realização dessas tarefas, bem como no processo de avaliação de usabilidade. Para análise de tarefa são utilizadas técnicas como AHT, GOMS (*Goals, Operations, Methods* e

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

5 - Interface de Usuário de Software de Dispositivos Móveis

Selection rules) e diagramas da UML, como os diagramas de atividades e de estado.

A análise de ambiente visa caracterizar os fatores relevantes do ambiente onde o dispositivo móvel será utilizado, pelos usuários, para realização das tarefas. Do mesmo modo, a análise das restrições tecnológicas, visa caracterizar as restrições ou limitações impostas pela computação móvel e/ou dispositivos móveis através dos quais os usuários irão interagir com o sistema.

A definição de metas quantitativas de usabilidade serve como referência para identificar se o processo de desenvolvimento está conduzindo à melhorias na interface a cada iteração. A norma NBR ISO 9241-11 recomenda fornecer pelo menos uma medida para eficácia, eficiência e satisfação do usuário. No entanto, informa que não existe uma regra de como essas medidas são escolhidas ou combinadas. Contudo, se não for possível obter medidas objetivas de eficácia e eficiência, medidas subjetivas baseadas na percepção dos usuários podem fornecer uma indicação de eficácia e eficiência.

A combinação das normas NBR ISO 9241-11 e NBR ISO/IEC 9126-1, o uso de *guideline* e o histórico adquirido pela empresa em projetos de interface de dispositivos móveis darão base para a especificação das metas de usabilidade.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

5 - Interface de Usuário de Software de Dispositivos Móveis

5.5.3. Atividades integradas na fase de Projeto

Uma vez que o conjunto de requisitos tenha sido estabelecido, esta fase inicia com o *design* conceitual e evolui iterativamente. Quanto mais iterações, melhor será o produto final.

As atividades integradas na fase de Projeto são:

- a) *Design* conceitual da interface;
- b) Definição dos mecanismos de entrada de dados, do tamanho da tela, dos recursos e tecnologias móveis e o modelo dispositivo;
- c) Protótipo de baixa-fidelidade.

O *design* conceitual da interface preocupa-se em transformar os requisitos e as necessidades do usuário em um modelo conceitual. Segundo PREECE *et al.* (2005), modelo conceitual é “uma descrição do sistema proposto – no que diz respeito a um conjunto de idéias integradas e de conceitos sobre o que ele deveria fazer, como se comportar e com o que se parecer – que seria compreensível pelos usuários da maneira pretendida”.

As metas de usabilidade, definidas na fase de Análise, impactam na definição dos mecanismos de entrada e tamanho da tela do dispositivo a ser definido. A figura 18 apresenta o fluxo de atividades para a definição do modelo do dispositivo móvel.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

5 - Interface de Usuário de Software de Dispositivos Móveis

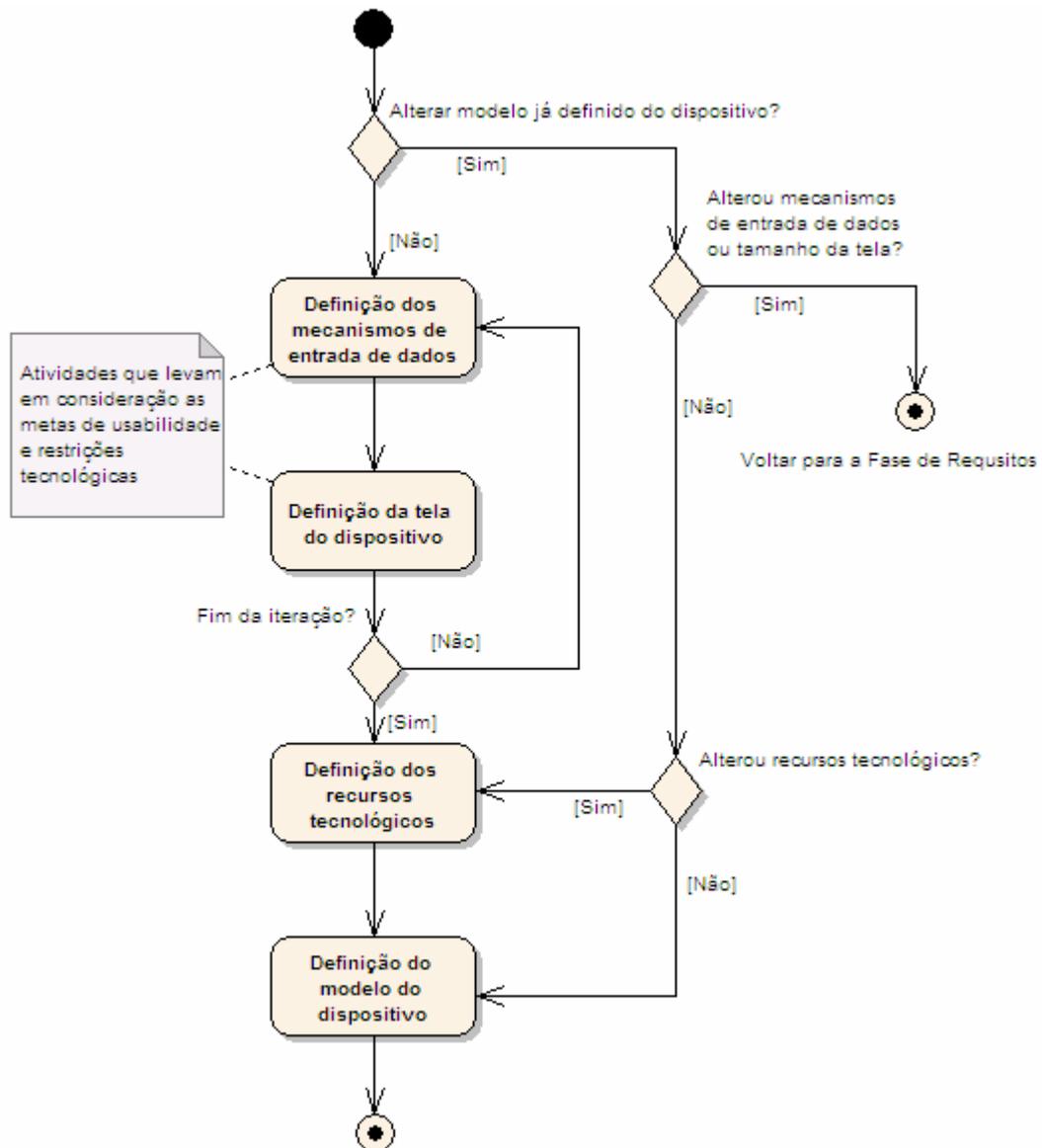


FIGURA 18 – Fluxo de atividades para definir modelo do dispositivo móvel

Na fase de Projeto, o fluxo inicia com a definição dos mecanismos de entrada de dados e, em seguida, avança para a definição do tamanho da tela do dispositivo. Essas atividades ocorrem iterativamente até que se chegue a uma definição. A próxima atividade é a definição dos recursos tecnológicos, como Sistema Operacional, velocidade da CPU, quantidade de

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

5 - Interface de Usuário de Software de Dispositivos Móveis

memória, padrões de conexão, capacidade de bateria e suporte a expansão (como cartão de memória). Com todas essas informações é possível, na próxima atividade, definir o modelo do dispositivo móvel que será utilizado para executar a aplicação.

Como mudanças podem ocorrer, caso o modelo do dispositivo móvel, depois de ser definido, venha sofrer alteração durante as fases subsequentes do MCVSI, o fluxo de atividades também poderá ser utilizada para definir outro modelo.

Devido aos crescentes avanços da indústria de dispositivos móveis, um determinado modelo de dispositivo, escolhido durante a fase de Projeto, pode não estar mais disponível para venda pouco tempo depois, implicando na escolha de outro modelo. Outro fator de mudança do dispositivo móvel pode ser a pedido do cliente. Isto particularmente pode ocorrer em função de custos e do lançamento de novos modelos.

No entanto, caso a alteração do modelo do dispositivo resulte em mudanças nas definições dos mecanismos de entrada de dados e/ou no tamanho da tela, o fluxo de atividades recomenda que se volte à fase de Requisitos para rever as metas de usabilidade e restrições tecnológicas.

Depois de definido o modelo do dispositivo móvel, em seguida, o objetivo é produzir um protótipo de baixa-fidelidade (aqueles que não se assemelham muito ao produto final). Segundo SÁ & CARRIÇO (2006), estes protótipos permitem a avaliação de um modo rápido e barato de algumas idéias de *design* sem a necessidade de implementar soluções reais e

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

5 - Interface de Usuário de Software de Dispositivos Móveis

funcionais, e, sugerem que podem ser usados para aplicações móveis tão efetivamente quanto para computadores de mesa.

Para aplicações móveis, o protótipo de baixa-fidelidade pode também auxiliar na definição do tipo/modelo de dispositivo móvel.

Como proposta, os engenheiros de software, analistas de sistemas, projetistas de interface e demais profissionais da equipe, imprimem várias cópias em tamanho real dos modelos dos dispositivos em estudo. Nelas, são “desenhadas” as telas a lápis e apresentadas aos usuários finais. Isto pode ser muito eficiente, principalmente, quando os modelos dos dispositivos têm tamanhos de telas diferentes, ou quando a análise está baseada em vários tipos de dispositivos, como o celular, o *smartphone* e o PDA, onde possuem diferentes tamanhos de telas e disposição de botões. Levando em consideração as opiniões dos usuários, as metas de usabilidade definidas na fase de análise e as restrições de cada tipo/modelo de dispositivo móvel, o engenheiro de software pode apresentar informações que darão base para a definição do modelo de dispositivo que será adotado.

O processo de “desenhar” as telas proporciona aos usuários criarem um modelo mental mais próximo do produto final, bem como permite a equipe de projeto ter uma visualização rápida de alternativas de solução e, conseqüentemente, tem-se um número menor de iterações na produção do protótipo de alta-fidelidade.

Portanto, este processo de prototipação (de baixa-fidelidade) começa com protótipos de papel. O objetivo é esboçar as idéias iniciais que servirão

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

5 - Interface de Usuário de Software de Dispositivos Móveis

para discussão da equipe de projeto, bem como a definição do fluxo de navegação. Estes protótipos têm a vantagem de deixar os envolvidos mais “livres” para alterar e acrescentar informações sobre o *design* além de servirem como uma linguagem comum para uma equipe multidisciplinar.

5.5.4. Atividades integradas na fase de Implementação

Nesta fase, a atividade integrada é a prototipação de alta-fidelidade. Usando uma ferramenta de prototipação ou linguagem de alto nível são desenvolvidos os protótipos de alta-fidelidade. Como abordagem para a prototipação, SOMMERVILLE (2003) afirma que a prototipação evolutiva é a única maneira sensata de desenvolver interfaces de usuário destinadas a sistemas de software.

O objetivo é produzir o detalhamento do protótipo, bem como elaborar a interface com o usuário do dispositivo móvel, *layout* de telas e estrutura de navegação.

5.5.5. Atividade integrada na fase de Testes

A atividade integrada na fase de Testes é a avaliação da interface, com as funcionalidades já disponíveis, com os usuários finais. A primeira vez que um usuário utiliza um produto depois de pronto, ele forma uma opinião. De acordo com WEISS (2002), se esta experiência for insatisfatória, é improvável que o usuário irá comprar ou usá-lo novamente. Portanto, para assegurar o sucesso do produto, as avaliações de usabilidade não são opcionais, ou seja, são obrigatórias.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

5 - Interface de Usuário de Software de Dispositivos Móveis

Existem várias técnicas de projeto e avaliação de usabilidade que foram inicialmente desenvolvidas para os computadores de mesa e diferem entre si em vários aspectos (PREECE *et al.*, 2005; ROCHA & BARANAUSKAS, 2003).

Para BETIOL (2004), estas técnicas precisam ser revistas e adaptadas considerando as características do usuário móvel, ao contexto de uso destes dispositivos e suas restrições físicas e às características das aplicações móveis.

Para SÁ & CARRIÇO (2006), as metodologias precisam ser adaptadas de forma que os desenvolvedores possam criar e testar suas soluções em seu real contexto de uso.

Segundo ALS *et al.* (2003), ainda não estão definidos métodos e diretrizes eficazes que descrevem como a avaliação de usabilidade deve ser conduzida para aplicações móveis. Estas aplicações são tipicamente usadas em contextos altamente dinâmicos. Portanto, testes de campo podem ser uma abordagem indispensável para avaliar sistemas móveis. Entretanto, testes de usabilidade em campo são difíceis de serem conduzidos.

Uma alternativa seria simular o contexto de uso em laboratório. No entanto, segundo ALS *et al.* (2003), nas avaliações de usabilidade em laboratório para dispositivos móveis pode ser difícil simular o real contexto de uso.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

5 - Interface de Usuário de Software de Dispositivos Móveis

Contudo, segundo SILVEIRA *et al.* (2004), avaliações de usabilidade de dispositivos móveis têm sido realizadas em laboratório, dado os problemas encontrados nas tentativas de realizá-los em ambiente real.

O MCVSI não determina como as avaliações devem acontecer. Isto pode ser definido pelo gerente de projeto em função do tamanho do projeto, orçamento, prazo e equipe.

5.5.6. Atividade integrada na fase de Implantação

Embora as dificuldades possam ser maiores para a realização de avaliações de usabilidade no ambiente real de uso, durante a fase de Implantação, quando possível, o objetivo é realizá-las.

No entanto, envolve também a atividade de realimentação dos usuários, ou seja, os usuários informam as dificuldades de uso encontradas após a implantação do produto. Essas informações servem como base para melhoria ou novas versões da interface com o usuário e para novos projetos.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

6 - Validação do Modelo Integrado

6. VALIDAÇÃO DO MODELO DE CICLO DE VIDA DE SOFTWARE INTEGRADO

A validação do MCVSI foi feita através do desenvolvimento de uma aplicação móvel para o Centro de Estudos do Genoma Humano (CEGH), mais especificamente para o Laboratório de Genética de Desenvolvimento Humano (LGDH), ligado ao Instituto de Biologia da Universidade de São Paulo (USP).

A validação no CEGH foi possível a partir de uma parceria entre Universidade Paulista (UNIP), Microsoft e CEGH. A aplicação foi desenvolvida no Laboratório de Pesquisa em Produção de Software (LabPPS) da UNIP. Este laboratório é vinculado ao Programa de Mestrado em Engenharia de Produção e tem por finalidade permitir a reprodução de um ambiente de desenvolvimento real de software e nele desenvolver trabalhos e pesquisas com os professores e alunos do programa e alunos da graduação.

Devido às restrições de tempo, o MCVSI foi avaliado durante a primeira iteração do ciclo de desenvolvimento. Os resultados obtidos são analisados para a verificação da eficácia do MCVSI no domínio proposto.

6.1. Centro de Estudos do Genoma Humano

O CEGH realiza o diagnóstico e dá acompanhamento e/ou orientação a pacientes com diversas doenças genéticas, além de identificar possíveis

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

6 - Validação do Modelo Integrado

portadores assintomáticos em risco de virem a ter descendentes afetados por essas doenças. São realizados vários exames moleculares e cromossômicos que utilizam tecnologia de ponta, resultantes de descobertas científicas do CEGH ou outros centros internacionais.

6.1.1. Laboratório de Genética de Desenvolvimento Humano

O LGDH, da Dra. Maria Rita dos Santos e Passos-Bueno², se dedica atualmente a identificar genes de doenças de desenvolvimento e compreender melhor os mecanismos de regulação desses genes, gerando conhecimento que poderá ajudar no desenvolvimento de novos tratamentos e na compreensão do desenvolvimento humano.

A equipe da Dra. Passos-Bueno busca atualmente a identificação de genes associados às seguintes condições: Síndrome Auriculo-Condilar, craniossinostoses síndrômicas, fissuras lábio-palatinas e autismo. O grupo busca também entender a variabilidade clínica de doenças como Síndrome de *Knobloch*, Síndrome de *Treacher-Collins*, e as crâniossinostoses. O objetivo é compreender como os mecanismos de regulação gênica de cada indivíduo fazem com que a mesma mutação possa causar quadros clínicos variados.

6.2. O Sistema

O sistema tem o objetivo de auxiliar na coleta de dados de pacientes com doenças que o LGDH trabalha, mais particularmente, para o

² PhD em Genética, Prof^a. Associada e Prof^a. Titular junto ao Departamento de Genética e Biologia Evolutiva, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo - USP

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

6 - Validação do Modelo Integrado

atendimento de pacientes com fissura lábio-palatinas. O atendimento é realizado por pesquisadores fora do CEGH, como por exemplo, no Hospital das Clínicas. A coleta de dados compreende, além dos dados do paciente, os dados da gestação, os dados clínicos e os dados do material biológico que será coletado do paciente. Estes dados servem para o LGDH realizar o aconselhamento genético para as famílias dos pacientes, bem como para inclusão em projeto de pesquisa, que tem como principal objetivo identificar as causas das fissuras lábio-palatinas.

Atualmente, o CEGH não possui uma ferramenta para realização da coleta dos dados dos pacientes. A coleta é realizada através de formulários em papel, tornando o processo muito trabalhoso e demorado. Após a coleta, o pesquisador digita todas as fichas no computador para enviar ao sistema do CEGH.

6.3. Aplicação da proposta

A aplicação do MCVSI, apresentado na figura 17, é apresentada nesta seção como prova de conceito. Embora o projeto tenha seguido as práticas da ES, de acordo com as fases adotadas como arcabouço do MCVSI, o foco desta seção é apresentar a aplicação das atividades propostas e integradas nessas fases.

Depois de definido o escopo do projeto, teve início a fase de Requisitos, desenvolvida a partir de entrevistas e questionário com os usuários reais da aplicação em desenvolvimento. Nesta fase, foi identificado

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

6 - Validação do Modelo Integrado

o contexto de uso móvel, ou seja, os usuários que vão interagir com o dispositivo móvel e o que eles esperam em termos de interface de usuário, as tarefas, o ambiente de uso e algumas restrições tecnológicas.

Embora a construção do diagrama de casos de uso faça parte das atividades tipicamente executadas nos modelos de ciclo de vida da ES, ele é apresentado na figura 19 para um melhor entendimento da aplicação.

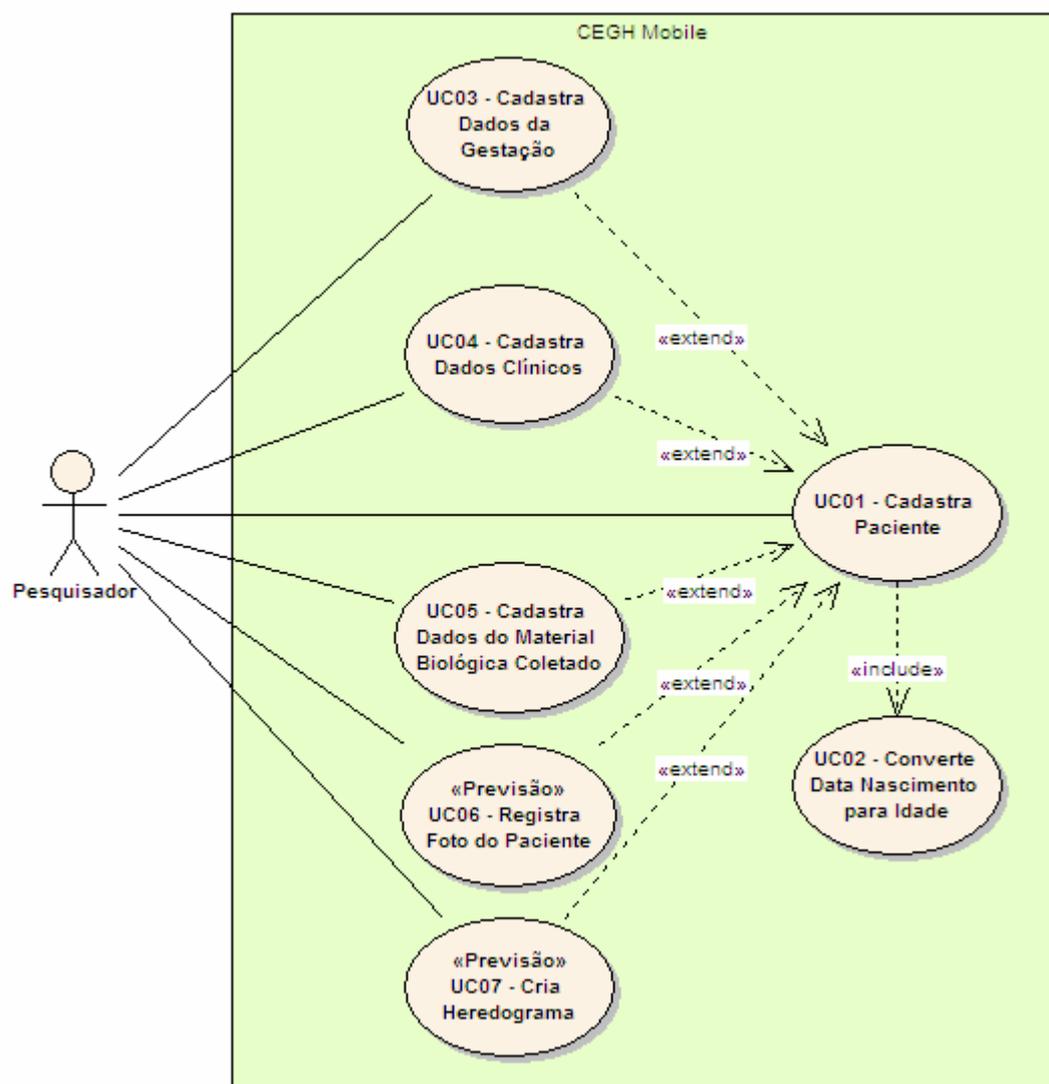


FIGURA 19 – Diagrama de caso de uso da aplicação

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

6 - Validação do Modelo Integrado

Os casos de uso UC06, “Registra foto do paciente”, e UC07, “Cria heredograma”, estão no diagrama de caso de uso como “previsão”. Eles foram identificados durante a fase de Requisitos, no entanto, não serão implementados neste projeto.

O quadro 5 apresenta o resumo do resultado da identificação do contexto de uso móvel.

QUADRO 5 – Resumo do resultado da identificação do contexto de uso móvel

Usuários	Tarefas	Ambiente	Restrições Tecnológicas
Pesquisadores do CEGH da USP	<ul style="list-style-type: none">- Atender paciente- Cadastrar o paciente- Cadastrar os dados da gestação- Cadastrar os dados clínicos do paciente- Desenhar heredograma- Fotografar paciente- Cadastrar dados do material biológico coletado do paciente- Coletar material biológico do paciente	<ul style="list-style-type: none">- O dispositivo móvel poderá ser utilizado em vários ambientes- Os dados podem ser coletados em hospitais, clínicas ou casa dos pacientes- Características do ambiente audível e visual podem sofrer alterações	<ul style="list-style-type: none">- Poderá haver dificuldade para recarregar a bateria dos dispositivos- Câmera digital de baixa resolução no dispositivo móvel

Os usuários reais identificados do sistema são pesquisadores do CEGH. Durante a coleta de dados, os usuários mostraram preocupação com a dificuldade que poderiam ter para utilizar o dispositivo móvel. Portanto, em relação à interface de usuário, eles esperam: *Uma aplicação de uso fácil e que não demande muito tempo para concluir as tarefas.*

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

6 - Validação do Modelo Integrado

Para identificação das tarefas foi utilizada a técnica AHT. O ponto de partida para este tipo de análise é o objetivo do pesquisador (o usuário). Neste caso, o objetivo é “Atender paciente no Hospital das Clínicas”, ainda no modelo atual de atendimento utilizado pelo CEGH.

- 0 - Atender paciente no Hospital das Clínicas
 - 1 - Chamar paciente
 - 2 - Pegar um novo formulário de papel (ficha) para cadastrar paciente
 - 2.1 - Atribuir um número para o paciente
 - 3 - Cadastrar dados do paciente
 - 4 - Cadastrar dados da gestação
 - 5 - Cadastrar dados clínicos
 - 6 - Desenhar heredograma
 - 7 - Tirar foto do paciente
 - 7.1 - Pegar câmera digital
 - 7.2 - Fotografar paciente
 - 8 - Cadastrar dados da coleta do material biológico
 - 8.1 - Coletar material biológico do paciente
 - 8.2 - Identificar o material coletado com etiquetas contendo o número do paciente
 - 9 - Retornar ao CEGH com os formulários preenchidos
 - 10- Digitar os dados coletados do paciente no sistema central
 - 11- Transferir as fotos do paciente para o sistema central
 - 12- Arquivar a ficha do paciente

FIGURA 20 – Seqüência de tarefas realizadas pelos pesquisadores durante um atendimento

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

6 - Validação do Modelo Integrado

Conforme apresentado na figura 20, as principais tarefas para alcançar o objetivo do pesquisador são identificadas e, quando apropriado, são divididas em subtarefas. Esta análise dará base para se identificar novos requisitos e/ou projetar novas tarefas.

As tarefas de um atendimento à paciente poderão ser realizadas em vários ambientes diferentes. A coleta de dados mostrou que isso poderá ocorrer no Hospital das Clínicas em São Paulo – SP, em hospitais de outros estados do Brasil, clínicas ou na própria casa dos pacientes. Portanto, as características do ambiente audível e visual poderão sofrer alterações.

Inicialmente, foram detectadas algumas restrições tecnológicas impostas pela computação móvel. Conforme apresentado no capítulo 2, seção 2.1, os dispositivos móveis têm baixa capacidade de bateria. Como os dados poderão ser coletados na casa do paciente, que poderá não ter energia elétrica ou uma fonte adequada para carregar a bateria do dispositivo móvel, a autonomia da bateria deve ser levado em consideração para escolha do dispositivo.

Embora o caso de uso UC06 seja uma previsão, ele requer que os pacientes sejam fotografados com resolução mínima de 4 megapixel. Os dispositivos móveis, em geral, possuem câmeras digitais com resolução limitada, gerando, portanto, outra restrição tecnológica.

O contexto de uso móvel foi analisado durante a fase de Análise. O quadro 6 sintetiza as características dos usuários a partir do questionário apresentado no Apêndice A.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

6 - Validação do Modelo Integrado

QUADRO 6 – Análise dos usuários

Usuário 1	Usuário 2	Usuário 3	Usuário 4
Tipo de usuário: Experiente	Tipo de usuário: Casual	Tipo de usuário: Casual	Tipo de usuário: Novato
Atributos pessoais: Idade: de 21 a 25 anos Sexo: Masculino Grau de instrução: Superior completo Ocupação: Estudante	Atributos pessoais: Idade: de 21 a 25 anos Sexo: Feminino Grau de instrução: Superior incompleto Ocupação: Estudante	Atributos pessoais: Idade: de 31 a 35 anos Sexo: Feminino Grau de instrução: Pós-graduado Formação: Cirurgiã Dentista Ocupação: Pós-doutoranda em genética humana	Atributos pessoais: Idade: mais de 41 anos Sexo: Feminino Grau de instrução: Pós-graduado Formação: Biologia Ocupação: Funcionário público
Habilidades e conhecimentos: - Possui experiência elevada nas tarefas - Possui habilidade com o mecanismo de entrada de dados adotado - Usuário de computador com sistema operacional Windows - Usuário de telefone celular por mais de 5 anos. Utiliza para fazer e receber ligações telefônicas, enviar e/ou receber mensagens de texto, tirar foto, calculadora, agenda eletrônica, acesso à internet, editor de texto, etc. Possui e utiliza um PDA mais de uma vez por dia. É usuário de computador de mão de 1 a 3 anos	Habilidades e conhecimentos: - Possui experiência nas tarefas - Não possui habilidade com o mecanismo de entrada de dados adotado - Usuário de computador com sistema operacional Windows - Usuário de telefone celular por mais de 5 anos. Utiliza para fazer e receber ligações telefônicas, enviar e/ou receber mensagens de texto, tirar foto, calculadora e agenda eletrônica - Não é usuário de PDA	Habilidades e conhecimentos: - Possui experiência elevada nas tarefas - Não possui habilidade com o mecanismo de entrada de dados adotado - Usuário de computador com sistema operacional Windows - Usuário de telefone celular por mais de 5 anos. Utiliza para fazer e receber ligações telefônicas, enviar e/ou receber mensagens de texto, tirar foto, calculadora e agenda eletrônica - Não é usuário de PDA	Habilidades e conhecimentos: - Possui experiência elevada nas tarefas - Não possui habilidade com o mecanismo de entrada de dados adotado - Usuário de computador com sistema operacional Windows - Usuário de telefone celular por mais de 5 anos. Utiliza apenas para fazer e receber ligações telefônicas - Não é usuário de PDA

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

6 - Validação do Modelo Integrado

Os usuários demonstraram real interesse na utilização da aplicação móvel. Eles esperam que a aplicação possa ser eficiente na coleta dos dados dos pacientes, eliminando o uso de formulários em papel e minimizando a possibilidade de erros.

A figura 21 apresenta as tarefas que os usuários (pesquisadores) devem realizar com os dispositivos móveis e podem influenciar a usabilidade. Os usuários devem realizar as tarefas 2 a 6 num tempo máximo de 20 minutos. O tempo definido para a duração deste conjunto de tarefas pode ser utilizado para medir a eficiência durante o processo de avaliação de usabilidade.

- 0 - Coletar dados do paciente com PDA
 - 2 - Pegar o PDA
 - 2.1 - Informar Login e Senha para acessar o sistema
 - 3 - Cadastrar dados do paciente
 - 4 - Cadastrar dados da gestação
 - 5 - Cadastrar dados clínicos
 - 6 - Cadastrar dados da coleta do material biológico

FIGURA 21 – Seqüência de tarefas que os pesquisadores devem realizar com o PDA

Como não foi possível atribuir medidas para todos os atributos das metas de usabilidade definidas, por não ter um histórico e valores de referência, foram seguidas as recomendações da norma NBR ISO 9241-11,

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

6 - Validação do Modelo Integrado

ou seja, foram adotadas medidas subjetivas baseadas na percepção dos usuários, bem como de *guidelines*, apresentadas no capítulo 5, seção 3.

O quadro 7 apresenta as metas de usabilidades definidas para a aplicação. Elas foram definidas a partir das expectativas dos usuários em relação à aplicação e estão baseadas nos atributos definidos pelas normas NBR ISO 9241-11 e NBR ISO/IEC 9126-1.

QUADRO 7 – Metas de usabilidade

Prioridade	Atributo	Descrição	Referência
1	Eficácia	Erros de entrada de dados devem tender a zero	NBR ISO 9241-11
2	Eficiência	Os usuários devem realizar o conjunto de tarefa previamente definido em 20 minutos no máximo	NBR ISO 9241-11
3	Satisfação / Atratividade	Ausência de desconforto ao utilizar a aplicação / O usuário demonstra satisfação subjetiva ao usar a aplicação	NBR ISO 9241-11 / NBR ISO/IEC 9126-1
4	Inteligibilidade	O produto de software deve possibilitar ao usuário compreender se a aplicação é apropriada e se ele poderá utilizá-la para realizar suas tarefas	NBR ISO/IEC 9126-1
5	Conformidade	A aplicação deve estar de acordo com as recomendações (<i>guidelines</i>) de desenvolvimento de interface de usuário de dispositivos móveis	NBR ISO/IEC 9126-1

Na fase de Projeto, depois do modelo conceitual, foram definidos os mecanismos de entrada de dados, o tamanho da tela, as tecnologias móveis, os recursos do dispositivo e o modelo do dispositivo móvel.

Referente às tecnologias móveis, constatou-se não haver necessidade de utilizar rede de telefonia móvel para comunicação de dados

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

6 - Validação do Modelo Integrado

e, conseqüentemente, de *smartphone*. Portanto, foi adotado o PDA como dispositivo móvel. Como entrada de dados, optou-se por um PDA com tela sensível ao toque, com resolução de 240 x 320 *pixels*, e com apontador *stylus*. O PDA também deve oferecer suporte à rede sem fio (padrão 802.11b) e tecnologia *Bluetooth*, (para eventuais conexões com acessórios auxiliares, como por exemplo, teclados). Como todos os usuários trabalham com computadores com sistema operacional Microsoft® *Windows*, optou-se pelo sistema operacional Microsoft® *Windows Mobile™* 5.0, isto poderia minimizar a curva de aprendizagem dos usuários.

De acordo com essas características, e a disponibilidade no mercado brasileiro, o dispositivo adotado foi o HP iPAQ hx2490 Pocket PC. Suas características são apresentadas no quadro 8.

QUADRO 8 – Características do dispositivo móvel adotado

Produto HP iPAQ hx2490 Pocket PC	
Sistema Operacional	Microsoft® Windows Mobile™ 5.0
Processador	Processador Intel® PXA Xscale270 de 520MHz
Tela	Tela TFT 3,5" transflectiva e resolução de 240 x 320
Memória	256 MB de memória total (192 MB de ROM e 64 MB de SDRAM), até 80 MB de memória de armazenamento persistente disponíveis para o usuário
Conexão	Wireless LAN integrado de 802.11b e tecnologia Bluetooth
Bateria	Bateria removível/recarregável de 1440 mAh de íon de lítio
Expansão	Slot Compact Flash Tipo II (CF) e Secure Digital (SDIO) integrado: suporta memórias do tipo SD/MMC de 1 e 4 bits
Dimensões	119,4 x 76,6 x 16,3 mm - Peso: 164,4 g

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

6 - Validação do Modelo Integrado

Ainda na fase de Projeto foram apresentados os protótipos de baixa-fidelidade, conforme apresentados nas figuras 22 e 23.

Para o desenvolvimento do protótipo de baixa-fidelidade, o engenheiro de software³ e o programador⁴ trabalharam com cópias em papel do dispositivo móvel, em tamanho real, adotado no projeto. Várias cópias do modelo foram impressas e, com participação ativa dos usuários, “desenharam” à lápis as telas com botões, menu e seus itens, campos e demais elementos necessários para uma correta comunicação entre o usuário e o sistema.

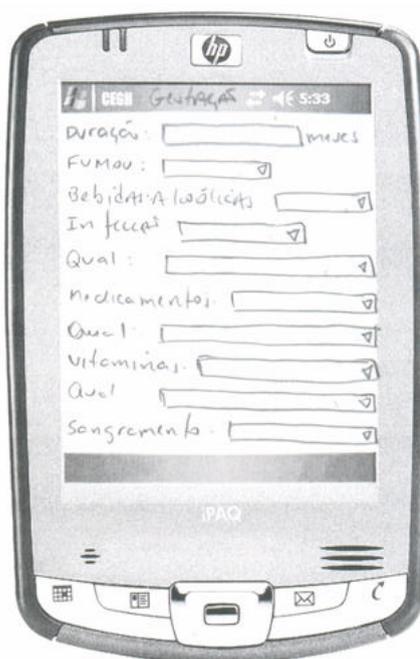


FIGURA 22 – Protótipo de baixa-fidelidade – formulário de cadastro dos dados da gestação

³ Neste contexto, Engenheiro de software é um profissional da área de TI que analisa e propõe soluções de arquitetura para as aplicações.

⁴ Programador é um profissional da área de TI, com conhecimentos sobre linguagens de programação, que codifica e testa as unidades implementadas.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

6 - Validação do Modelo Integrado

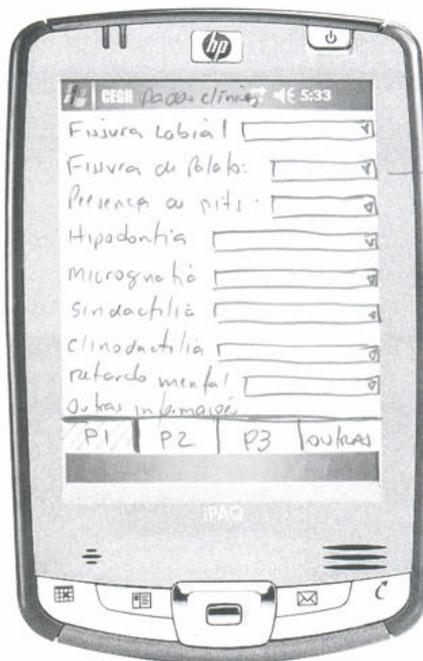


FIGURA 23 – Protótipo de baixa-fidelidade – formulário de cadastro dos dados clínicos do paciente

Na fase de Implementação foi produzido o protótipo de alta-fidelidade, conforme apresentado na figura 24.

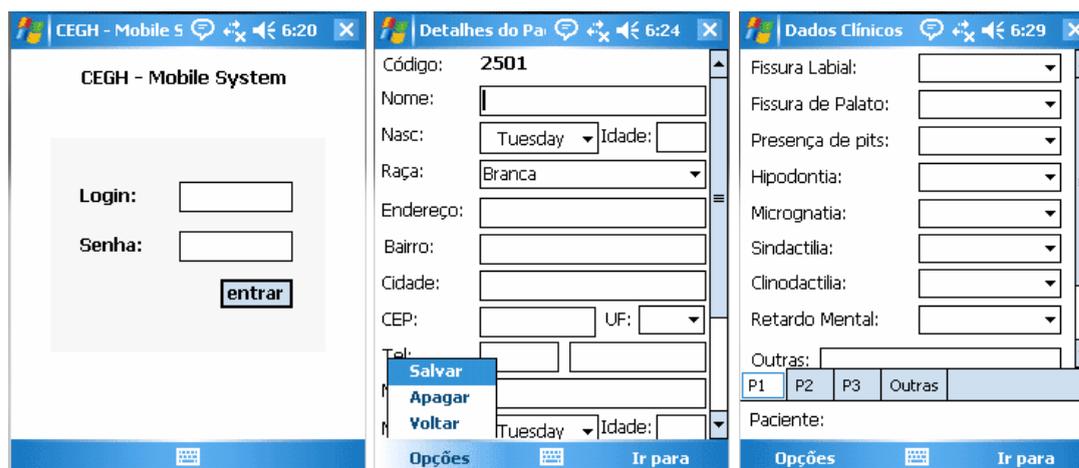


FIGURA 24 – Telas do protótipo de alta-fidelidade

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

6 - Validação do Modelo Integrado

Na fase de Testes a interface foi integrada à aplicação e apresentada aos usuários já com funcionalidades. As figuras 25, 26 e 27 apresentam algumas telas da interface.

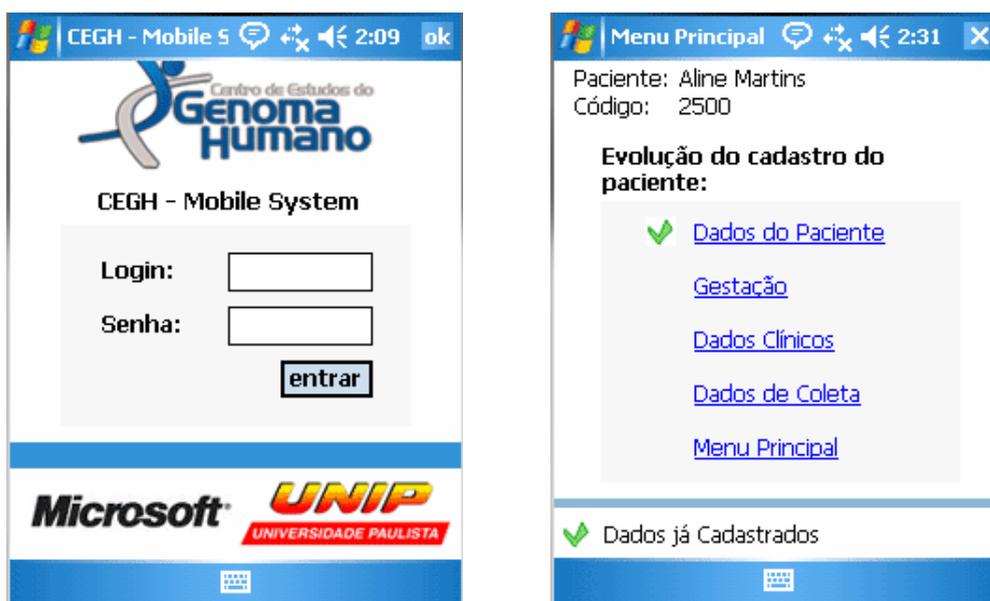


FIGURA 25 – Telas de validação do usuário e menu principal

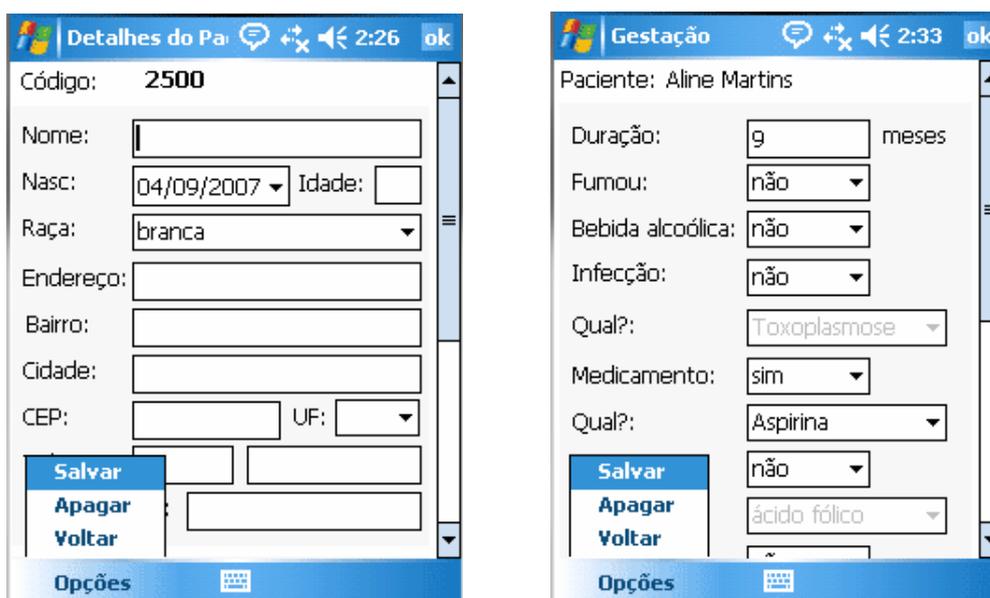


FIGURA 26 – Telas de cadastro do paciente e cadastro dos dados da gestação

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

6 - Validação do Modelo Integrado

The figure displays two screenshots of a mobile application interface for patient data entry. The left screenshot, titled "Dados Clínicos", shows a form for patient Aline Martins with fields for "Fissura Labial" (unilateral), "Fissura de Palato" (mole: sim, duro: não), "Presença de pits" (sim), "Hipodontia" (não), "Micrognatia" (não), "Sindactilia" (não), and "Clinodactilia" (sim). It includes a "salvar" button and a bottom bar with "Opções". The right screenshot, titled "Dados de Colet.", shows a form for patient Aline Martins with fields for "Coleta de sangue" (Não), "Mucosa" (não), "Tecido" (não), "Pai" (não), "Mãe" (não), "Irmão" (não), and "Quantos". It includes checkboxes for "Propósito" (DNA checked, RNA, Cult. de células, Outros) and a bottom bar with "Opções".

FIGURA 27 – Telas do cadastro dos dados clínicos e cadastro da coleta do material biológico do paciente

A ferramenta de desenvolvimento utilizada para construção do protótipo de alta-fidelidade, bem como para codificação da aplicação foi o Microsoft Visual Studio.NET, com a linguagem de programação orientada a objetos C#.

Ainda na fase de Testes, os usuários avaliaram a interface durante o atendimento real a pacientes no Hospital das Clínicas. Portanto, no ambiente real de uso.

Dos quatro futuros usuários da aplicação, dois foram escolhidos para participarem da avaliação. O primeiro, "Participante 1", é um usuário Experiente de dispositivos móveis (usuário 1) e o segundo, "Participante 2", é um usuário Casual (usuário 2), conforme apresentado no quadro 6. Os participantes foram instruídos quanto às principais funcionalidades da

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

6 - Validação do Modelo Integrado

aplicação, bem como o modo que se opera o dispositivo móvel. A cada um foi solicitada a execução da mesma tarefa: o cadastro dos dados coletados do paciente, conforme apresentado na figura 21.

As medidas subjetivas sobre a satisfação do usuário em relação ao uso da aplicação foram obtidas através do questionário *System Usability Scale* (SUS), adaptado para este trabalho e apresentado no Apêndice B como SUSa. O SUS, criado por John Brooke (BROOKE, 1996) e apresentado no Anexo A, é um questionário que pode ser usado livremente, de fácil aplicação e muito utilizado por profissionais de usabilidade (FINSTAD, 2006). O questionário é formado por dez questões e cobre aspectos da usabilidade do sistema como complexidade, necessidade de treinamento e consistência. O resultado da avaliação do SUS é um valor numérico para usabilidade entre zero e cem.

Ao final da realização das tarefas foi solicitado aos participantes o preenchimento do questionário de satisfação SUSa para avaliar seus respectivos níveis de satisfação.

Como seqüência do projeto, as avaliações prosseguirão nas próximas iterações, possibilitando assim, incluir melhorias até que se chegue ao produto desejado.

6.4. Resultados e Análise

Durante a primeira iteração do MCVSI importantes resultados puderam ser extraídos e analisados:

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

6 - Validação do Modelo Integrado

A aplicação do MCVSI como prova de conceito demonstrou que os usuários reais do sistema se sentem mais confiantes quando participam do projeto. O envolvimento desses usuários desde o início do projeto resultou em um número menor de iterações durante o desenvolvimento dos protótipos

As atividades propostas para a correta identificação e análise do contexto de uso móvel mostraram ser importantes, durante as próximas fases do MCVSI, para se atingir o nível de usabilidade pretendido.

Os protótipos de baixa-fidelidade permitiram avaliações de um modo rápido sem a necessidade de implementar soluções reais através de linguagens de alto nível. Imprimir as cópias em tamanho real do modelo do dispositivo adotado no projeto e desenhar as telas a lápis na presença dos usuários finais da futura aplicação, mostrou ser um bom recurso para deixar os usuários mais confiantes para poderem expressar suas opiniões e para alterar e acrescentar informações sobre o *design* da interface. Conseqüentemente, ocorreu um baixo número de iterações na produção do protótipo de alta-fidelidade, apenas duas. Mostrou-se, ainda, potencialmente eficiente no auxílio à definição do tipo/modelo de dispositivo móvel. Eles podem ajudar no processo de definição quando a análise está baseada em vários tipos de dispositivos, como o celular, o *smartphone* e o PDA, onde possuem diferentes tamanhos de telas e disposição de botões.

Conforme SOMMERVILLE (2003), os projetistas não devem impor seus pontos de vista a respeito de uma interface que seja aceitável pelos

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

6 - Validação do Modelo Integrado

usuários. Durante a fase de Implementação, o programador tendeu a apresentar algumas soluções de interface de acordo com sua experiência, não aguardando as reuniões previstas pelo MCVSI junto aos usuários. Quando isto aconteceu, várias soluções foram reprovadas pelos usuários.

A prototipação de alta-fidelidade permitiu identificar alguns problemas na interface, evitando assim, que fossem descobertos durante a fase de Implantação, que poderia resultar em custos mais elevados na sua correção.

A interface de usuário produzida durante a prova de conceito foi avaliada pelos usuários reais da aplicação, durante todo o processo de desenvolvimento. A avaliação realizada na fase de Testes revelou que o nível de usabilidade da interface nesta primeira iteração é muito satisfatório.

QUADRO 9 – Critérios e resultados da avaliação de usabilidade

Atributo	Descrição	Participante 1	Participante 2
Eficácia	Erros de entrada de dados devem tender a zero. Para cada caractere digitado errado a eficácia será reduzida em 5%	Nenhum caractere foi digitado errado 100%	Nenhum caractere foi digitado errado 100%
Eficiência	Os usuários devem realizar o conjunto de tarefa previamente definido em 20 minutos no máximo. Para cada minuto a mais a eficiência será reduzida em 5%	Concluiu a tarefa em 12 minutos 100%	Concluiu a tarefa em 11 minutos 100%
Satisfação / Atratividade	Ausência de desconforto ao utilizar a aplicação / O usuário demonstra satisfação subjetiva ao usar a aplicação	Índice SUSa 95%	Índice SUSa 92,5%
Inteligibilidade	O produto de software deve possibilitar ao usuário compreender se a aplicação é apropriada e se ele poderá utilizá-la para realizar suas tarefas	O participante informou que a aplicação está apropriada e gostaria de utilizá-la frequentemente	O participante informou que a aplicação está apropriada e gostaria de utilizá-la frequentemente

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

6 - Validação do Modelo Integrado

O quadro 9 apresenta os critérios utilizados para a avaliação de usabilidade, bem como os resultados encontrados, que também podem ser observados na figura 28. Cada participante realizou as tarefas com sucesso. O participante 1 realizou as tarefas em 12 minutos, já o participante 2 em 11 minutos. Como o tempo limite para realização das tarefas era de 20 minutos, para cada participante, a eficiência foi de 100%. Em relação à eficácia, não houve nenhum caractere digitado errado durante a entrada de dados. Portanto, a eficácia foi avaliada também em 100%. A média da satisfação subjetiva dos participantes atingiu o índice SUSa de 93,75%.

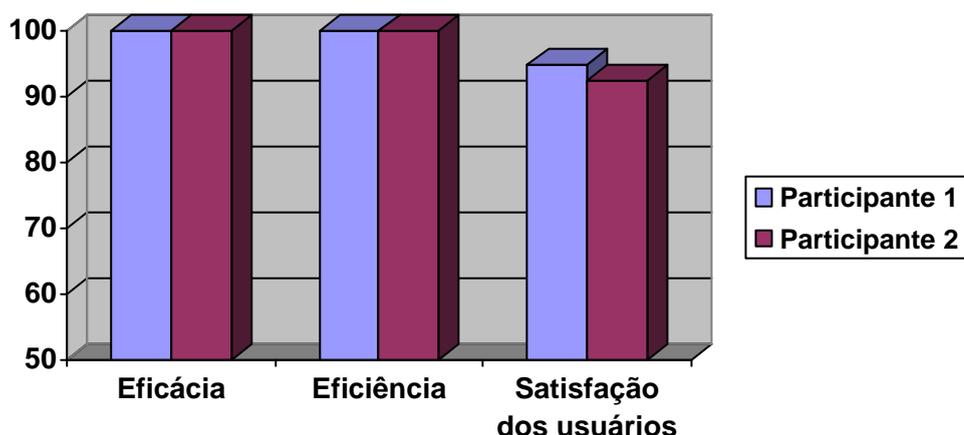


FIGURA 28 – Resultados da avaliação de usabilidade

Um fator que contribui para se chegar a esse índice de satisfação foi seguir algumas das recomendações apresentadas no capítulo 5, seção 3. Utilizar menus curtos, reduzir a rolagem horizontal, solicitar o mínimo de dados do usuário e testar a aplicação nos ambientes que o dispositivo móvel será utilizado, foram recomendações que contribuíram para atingir esse elevado índice de satisfação dos usuários.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

6 - Validação do Modelo Integrado

A figura 29 apresenta a tela de cadastro dos dados clínicos do paciente. Em toda aplicação, procurou-se sempre que possível, disponibilizar uma lista de opções ao usuário em vez de solicitar que os dados fossem digitados. Quando isto não foi possível, procurou-se sempre solicitar o mínimo de dados possível. Nenhuma tela apresentou rolagem de barras horizontal.

A captura de tela mostra uma interface de usuário para o cadastro de dados clínicos. No topo, há uma barra de status com o título 'Dados Clínicos', ícones de notificação, volume e bateria, e o horário '2:38'. Abaixo, o nome do paciente é exibido como 'Paciente: Aline Martins'. O formulário contém seis campos de seleção (dropdowns) com as seguintes opções: 'Diagnóstico: Apert', 'Coronal unilateral: não', 'Coronal bilateral: não', 'Sagital: sim', 'Frontal: sim' e 'Lambdóide: não'. Na base do formulário, há uma barra de navegação com quatro opções: 'FLP', 'Crânio', 'STC' e 'Outras'. Um botão 'salvar' está localizado à direita da barra de navegação. Na parte inferior da tela, há uma barra azul com o texto 'Opções' e um ícone de teclado.

FIGURA 29 – Tela com lista de opções ao usuário

Contudo, alguns recursos para uma correta interação com o usuário foram utilizados. Conforme apresentado na figura 30, sempre que o usuário executa uma ação, como abrir uma nova tela de cadastro, gravar as informações, listar os pacientes cadastrados, etc., aparece um ícone “animado” no centro da tela indicando que a aplicação está em processamento. Ao final, no entanto, quando é requerido, a interface informa ao usuário o resultado da ação, por exemplo: “Os dados da gestação foram

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

6 - Validação do Modelo Integrado

salvos com sucesso!”. Isto faz com que o usuário não se sinta perdido ao utilizar a aplicação e transmitirá segurança para a realização das próximas ações.

Portanto, a aplicação encontra-se em conformidade com algumas recomendações de projeto de interface de usuário para dispositivos móveis.

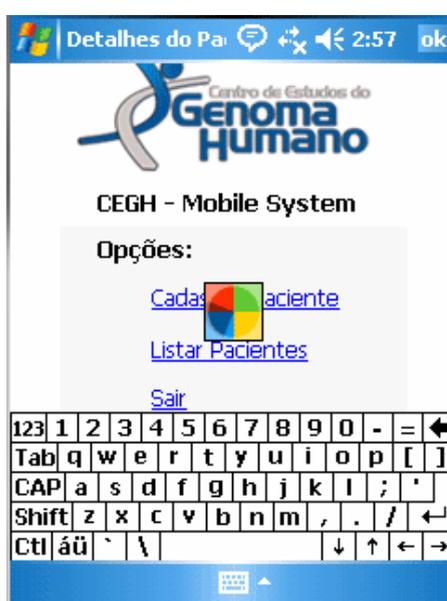


FIGURA 30 – Tela com indicador de ocupado ou em processamento

Os resultados obtidos com a prova de conceito demonstraram que a aplicação do MCVSI, promovendo a integração de práticas da ES e de abordagens da IHC, pode resultar em interfaces de usuários de dispositivos móveis com níveis maiores de usabilidade.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

7 – Conclusão

7. CONCLUSÃO

A computação móvel tem aumentado a complexidade no projeto de interface com o usuário. O envolvimento do usuário e inclusão de atividades de usabilidade desde as fases iniciais do projeto são fundamentais para se produzir interfaces de usuário com níveis maiores de usabilidade. A preocupação com os fatores humanos é tão importante quanto o estudo de novas tecnologias.

A discussão sobre usabilidade para dispositivos móveis demonstrou que a usabilidade desses dispositivos não está restrita à interface com o usuário. As características do usuário, do ambiente e dos dispositivos móveis influenciam a usabilidade. Portanto, devem ser considerados tanto no processo de projeto de interface quanto na avaliação de usabilidade.

A discussão sobre o contexto de uso móvel contribuiu para o correto entendimento e análise do usuário móvel, das tarefas que serão executadas por esses usuários através de um dispositivo móvel, o ambiente onde essas tarefas serão executadas e as restrições intrínsecas dos dispositivos móveis. A correta análise desse contexto é um dos fatores mais importantes para aumentar o nível de usabilidade nas aplicações móveis e desenvolver com sucesso interfaces de usuário.

O MCVSI fornece um importante fluxo para definição do modelo do dispositivo móvel que será adotado no projeto. Este fluxo leva em consideração os mecanismos de entrada de dados, tamanho de tela, metas

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

7 – Conclusão

de usabilidade e recursos tecnológicos, identificados e analisados nas primeiras fases do modelo.

A integração das atividades propostas, que levam em consideração o contexto de uso móvel, em um modelo de ciclo de vida de software formado pelas fases fundamentais dos modelos propostos pela Engenharia de Software, resultou em um modelo integrado que pode ser muito eficiente na produção de aplicações móveis com interfaces de usuário com níveis elevados de usabilidade.

A validação do MCVSI através de prova de conceito demonstrou ter atendido aos objetivos deste trabalho quanto a um modelo que promova a integração de práticas da Engenharia de Software e de abordagens da IHC.

Portanto, o MCVSI estabelece um conjunto organizado de atividades que contribuem, durante todo o ciclo de desenvolvimento, para que engenheiros de software possam produzir interfaces de usuário com os níveis de usabilidade desejados pela empresa e usuários finais.

7.1. Sugestões para trabalhos futuros

Este trabalho revelou também que pesquisas sobre usabilidade móvel estão em um estado de evolução e existe um campo amplo de trabalho a ser realizado para aperfeiçoar o processo de desenvolvimento de interface de usuário de software de dispositivos móveis. Portanto, são apresentadas as seguintes sugestões para trabalhos futuros:

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

7 – Conclusão

- Embora o MCVSI não determine como as avaliações devem acontecer, recomenda que elas possam ser definidas pelo gerente de projeto em função do tamanho do projeto, orçamento, prazo e equipe. No entanto, desenvolver um método de avaliação de usabilidade, que leve em consideração o contexto de uso móvel, e integrá-lo ao MCVSI, é uma sugestão para trabalhos futuros. Complementarmente, recomendações para elaboração de plano de avaliação de usabilidade, no qual compreenda cada fase do MCVSI em cada iteração, é uma necessidade para se conduzir as avaliações de modo eficiente.
- Existe a necessidade de aplicar o MCVSI em outros projetos e submeter as interfaces de usuário geradas a testes mais rigorosos de usabilidade no ambiente real de uso durante a fase de implantação;
- Desenvolver as atividades gerenciais para o MCVSI, a partir de práticas recomendadas em normas e modelos.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

8 – Bibliografia

8. BIBLIOGRAFIA

ABOWD, G. D.; IFTODE, L.; MITCHELL, H. (Eds.). Introduction - The smart phone: a first platform for pervasive computing. **IEEE Pervasive Computing**, Piscataway, v.4, n. 2, p. 18-19, Apr./June 2005.

ACM SIGCHI - Special Interest Group on Computer-Human Interaction - Curriculum Development Group (1992). **ACM SIGCHI Curricula for Human-Computer Interaction**, New York: ACM, 1992.

AFONSO, A. P. **Contribuições metodológicas para o desenvolvimento de assistentes de informação personalizada**. 2003. 201 f. Tese (Doutorado em Informática)– Universidade de Lisboa. Campo Grande, Lisboa, Portugal, 2004.

ALS B. S., et al. Comparing usability evaluations of mobile systems. In: Danish Human-Computer Interaction Research Symposium, 3rd., 2003, Denmark. **Proceedings...** Denmark: Roskilde University, 2003.

ANATEL - AGENCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. Telefonia móvel alcança 106,6 milhões de assinantes. Brasília, jul. 2007. Disponível em:<<http://www.anatel.gov.br/Portal/exibirPortalNoticias.do?acao=carregaNoticia&codigo=13989>>. Acesso em: 10 set. 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9241-11**: requisitos ergonômicos para trabalho de escritório com computadores: parte 11 - orientação sobre usabilidade. Rio de Janeiro, 2002.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

8 – Bibliografia

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/IEC 9126-1**: engenharia de software: qualidade de produto: parte 1 – modelo de qualidade. Rio de Janeiro, 2003.

AUGUSTIN, I. et al. ISAM: um middleware para aplicações móveis distribuídas. **Revista de Informática Teórica e Aplicada - RITA**, Porto Alegre, v. 8, n. 3, p. 41-58, fev. 2001. Edição Especial – Sistemas Operacionais.

BETIOL, A. H. **Avaliação de usabilidade para os computadores de mão**: um estudo comparativo entre três abordagens para ensaios de interação. 2004. 210 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis, 2004.

BEVAN, N. International standards for HCI and usability. **International Journal of Human Computer Studies**, London, v. 55, n. 4, p. 533-552. Oct. 2001.

BEVAN, N. Quality in use: meeting user needs for quality. **Journal of Systems and Software**, New York, v. 49, n. 1, p. 89-96, Dec. 1999.

BEVAN, N., BOGOMOLNI, I. Incorporating user quality requirements in the software development process. In: INTERNATIONAL SOFTWARE & INTERNET QUALITY WEEK CONFERENCE-QWE 2000, 4th., 2000, Brussels, Belgium. **Proceedings...** San Francisco: Software Research, 2000. p. 1192-1204.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

8 – Bibliografia

BOEHM, B. A spiral model for software development and enhancement. **IEEE Computer**, Los Alamitos, v. 21, n.5, p. 61-72, may 1988.

BOLL, S. et al. Mobile application development: now and then towards a handbook for user-centered mobile application design. In: WORKSHOP DES GI-ARBEITSKREISES "MOBILE DATENBANKEN UND INFORMATION SYSTEME", IM RAHMEN DER BTW 2005, 8^{th.}, 2005, Karlsruhe. **Proceedings...** Karlsruhe: Gesellschaft für Informatik, 2005. p. 31-45.

BROOKE, J. SUS: a quick and dirty usability scale. In: JORDAN, P. W. et al. **Usability evaluation in industry**. London, UK: Taylor & Francis, 1996. p. 189-194. Disponível em: <<http://www.usabilitynet.org/trump/documents/Suschart.doc>> Acesso em: 12 set. 2007.

BROWN, J. Methodologies for the creation of interactive software. Tech. Rep. CS-TR-96/1, Victoria University of Wellington, Wellington, Nova Zelândia, may 1996.

BURMAKIN, E. M.; TUOMINEN, J. O. Development of mobile distributed applications. In: THE MBUSINESS INTERNATIONAL CONFERENCE ON MOBILE COMPUTING, 2002, Athens. **Proceedings...** Athens, 2002.

COSTABILE, M. F. Usability in the software life cycle. In: CHANG. S. K. (Ed.). **Handbook of software engineering and knowledge engineering**. Singapore: World Scientific, 2001. v. 1, p. 179-192.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

8 – Bibliografia

ENDLER, M.; SILVA, F.J.S. Requisitos e arquiteturas de software para computação móvel. WORKSHOP DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO DISTRIBUÍDOS PARA AGENTES MÓVEIS - WorkSIDAM 1., 2000, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo: IME/USP, 2000. p. 19-41.

FAULKNER, X.; CULWIN, F. Enter the usability engineer: integrating HCI and software engineering. In: ANNUAL SIGCSE/SIGCUE ITICSE CONFERENCE ON INNOVATION AND TECHNOLOGY IN COMPUTER SCIENCE EDUCATION, 5th., 2000, Helsinki. **Proceedings...** New York: ACM Press, 2000, p. 61-64.

FERRÉ, X. Incorporating usability into an object oriented development process. In: WORKSHOP ON USABILITY THROUGHOUT THE ENTIRE SOFTWARE DEVELOPMENT LIFECYCLE - INTERACT 2001, 2001, Tokyo. **Proceedings...** Tokyo, 2001.

FERRÉ, X.; JURISTO, N.; WINDL, H.; CONSTANTINE, L. Usability basics for software developers. **IEEE Software**, Los Alamitos, v. 18, n. 1, p. 22-29, Jan./Feb. 2001.

FINSTAD, K. The system usability scale and non-native english speakers. **Journal of Usability Studies**, Bloomingdale, v. 1, n. 4, p. 185-188, Aug. 2006.

FORMAN, G.; ZAHORJAN, J. The challenges of mobile computing. **IEEE Computer**, Los Alamitos, v. 27, n. 4, p. 38-47, Apr. 1994.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

8 – Bibliografia

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

GRANOLLERS, T. User centred design process model: integration of usability engineering and software engineering. In: NINTH IFIP TC13 INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMAN-COMPUTER INTERACTION – INTERACT, 2003. Zurich. **Proceedings...** Zurich: Swiss Federal Institute of Technology (ETH), September, 2003.

GRECO DE PAULA, M.; BARBOSA, S. D. J.; LUCENA, C. J. P. Conveying human-computer interaction concerns to software engineers through an interaction model. In: LATIN AMERICAN CONFERENCE ON HUMAN-COMPUTER INTERACTION – CLIHC'05, 2005. Cuernavaca. **Proceedings...** New York: ACM Press, 2005. v. 124, p. 109-119.

HALLNÄS, L.; REDSTRÖM, J. From use to presence: on the expressions and aesthetics of everyday computational things. **ACM Transactions on Computer-Human Interaction**, New York, v. 9, n. 2, p. 106-124, June 2002.

HOLTZBLATT, K. Customer-centered design for mobile applications. **Personal Ubiquitous Comput**, London, v.9, n. 4, p. 227-237, July 2005.

HOLTZBLATT, K. Designing for the mobile device: experiences, challenges, and methods. **Communications of the ACM**, New York, v. 48, n. 7, p. 32-35, July 2005a. Special issue.

HOSBOND, J. H. Mobile systems development: challenges, implications and issues. In: IFIP TC8 WORKING CONFERENCE ON MOBILE

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

8 – Bibliografia

INFORMATION SYSTEMS (MOBIS), 2005, Leeds. **Proceedings...** Leeds, UK: Springer Publishing, 2005.

HOSBOND, J. H.; NIELSEN, P. A. Mobile systems development: a literature review. In: IFIP 8.2 ANNUAL CONFERENCE, 2005, Cleveland. **Proceedings...** Cleveland, Ohio, USA: IEEE, 2005.

IDC. Converged mobile device market surges ahead on 42% growth in 2006, according to IDC. Framingham, Feb., 2007. Disponível em: <<http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS20578607>>. Acesso em: 3 jul. 2007.

IDC. Worldwide handheld device market continues downhill slide as major vendor exits the market. Framingham, May., 2007a. Disponível em: <<http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS20684107>>. Acesso em: 3 jul. 2007.

IEEE Std 610.12-1990 (R2002), IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology, IEEE, 1990.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 13407**: human-centred design process for interactive systems. Genève, 1999.

ISO STANDARDS: standards in usability and user-centred design. Usability Partners. Disponível em: <<http://www.usabilitypartners.se/usability/standards.shtml>>. Acesso em: 20 maio. 2006.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

8 – Bibliografia

JOSANG, A.; SANDERUD, G. Security in mobile communications: challenges and opportunities. In: AUSTRALASIAN INFORMATION SECURITY WORKSHOP. CONFERENCES IN RESEARCH AND PRACTICE IN INFORMATION TECHNOLOGY, 21., 2003, Adelaide, Australia. **Proceedings...** Australia: ACS, 2003. p. 43-48.

KANGAS, E.; KINNUNEN, T. Applying user-centered design to mobile application development. **Communications of the ACM**, New York, v. 48, n. 7, p. 55-59, July 2005.

KETOLA, P.; RÖYKKEE, M. Three facets of usability in mobile handsets. In: CHI 2001, WORKSHOP, MOBILE COMMUNICATIONS: understanding users, adoption & design, 2001, Seattle. **Proceedings...** Seattle, Washington: ACM, 2001.

LAYNE, P. **Software architecture for mobile computing**. 1999. 109 f. Thesis (Master's Information Systems)- University of Jyväskylä: Finland, 1999.

LEE, V.; SCHNEIDER, H.; SCHELL, R. **Aplicações móveis: arquitetura, projeto e desenvolvimento**. São Paulo: Pearson, 2005.

LEITE, J. C. **Modelos e formalismos para a engenharia semiótica de interfaces usuário**. 1998. 205 f. Tese (Doutorado em Ciências em informática)– Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC-Rio, Rio de Janeiro, 1999.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

8 – Bibliografia

LOUREIRO, A. A. F. et al. Comunicação sem fio e computação móvel: tecnologias, desafios e oportunidades. In: XXIII CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DA COMPUTAÇÃO - XXII Jornadas de Atualização em Informática (JAI), 23., 2003, Campinas. **Anais...** Campinas: Unicamp, 2003.

MALLICK, M. **Mobile and wireless design essentials**. Indiana: John Wiley & Sons, 2003.

MANDEL, T. **Elements of user interface design**. New York: John Wiley & Sons, 1997.

MARCUS, A. Dare we define user-interface design? **Interactions**, New York, v. 9, n. 5, p. 19-24, Sep. 2002.

MATEUS, G. R.; LOUREIRO, A. A. F. **Introdução à Computação Móvel, 11ª Escola de Computação**. Rio de Janeiro: COPPE/Sistemas, NCE/UFRJ, 1998.

MAWSTON, N. Vendor market share: global handset shipments top 1 billion units in 2006. **Strategy Analytics**, UK, Jan. 2007. 7p. Disponível em: <<http://www.strategyanalytics.net/default.aspx?mod=ReportAbstractViewer&a0=3257>>. Acesso em: 26 jan. 2007.

MUCHOW J. W. **Core J2ME: tecnologia & MIDP**. São Paulo: Pearson, 2004, p. 11.

MYERS, B. A.; BEIGL, M. (Eds.). Introduction - Handheld computing. **Computer Science**, Virginia Tech, vol. 36, n. 9, p. 27-29, Sep. 2003.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

8 – Bibliografia

NIELSEN, J. The usability engineering life cycle. **IEEE Computer**, Los Alamitos, v. 25, n. 3, p. 12-22, Mar. 1992.

NIELSEN, J. **Usability engineering**. San Francisco: Morgan Kaufmann, 1993.

OINAS-KUKKONEN, H.; KURKELA, V. Developing successful mobile applications. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER SCIENCE AND TECHNOLOGY - IASTED, 2003, Cancun. **Proceedings...** Cancun: ACTA Press, 2003. p. 50-54.

ORTH, A. I. **Interface homem-máquina**. Porto Alegre: AIO, 2005.

PAELKE, V.; REIMANN, C.; ROSENBACH, W. A visualization design repository for mobile devices. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER GRAPHICS, VIRTUAL REALITY, VISUALISATION AND INTERACTION IN AFRICA (Cape Town, South Africa), 2nd., 2003, Africa. **Proceedings...** New York: ACM Press, 2003. p. 57-62.

PAULA FILHO, W. P. **Engenharia de software**: fundamentos, métodos e padrões. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

PETERS, J. F.; PEDRYCZ, W. **Engenharia de software**: teoria e prática. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

PFLEEGER, S. L. **Engenharia de software**: teoria e prática. 2. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. **Design de interação**: além da interação homem-computador. Porto Alegre: Bookman, 2005.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

8 – Bibliografia

PRESSMAN, R. S. **Engenharia de software**. 6. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.

PRESSMAN, R. S. **Software engineering**: a practitioner's approach, 5th ed. New York: McGraw-Hill, 2001.

ROCHA, H. V.; BARANAUSKAS, M. C. C. **Design e avaliação de interfaces humano-computador**. Campinas: NIED/UNICAMP, 2003.

ROMAN, G.-C.; PICCO, G.P.; MURPHY A.L. Software engineering for mobility: a roadmap. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE ENGINEERING –ICSE, 22nd., 2000, Limerick Ireland. **Proceendigs...** Limerick Ireland: ACM, 2000. p. 241-258.

ROZANSKI, E. P.; HAAKE, A. R. The many facets of HCI. In: CONFERENCE ON INFORMATION TECHNOLOGY CURRICULUM - CITC4 (Lafayette, Indiana, USA), 4th., 2003, Lafayette, Indiana, USA. **Proceedings...** New York: ACM Press, 2003. p. 180-185.

SÁ, M.; CARRIÇO, L. Low-fi prototyping for mobile devices. In: CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS – CHI'06, 2006, Montréal, Québec, Canada. **Proceedings...** New York: ACM 2006. p. 694-699.

SANDOVAL, G. L.; CHÁVEZ, E. E.; CABALLERO, J. C. P. A development platform and execution environment for mobile applications. **CLEI Electronic Journal**, Valdivia, v.7, n.1, June 2004. Disponível em: <<http://www.clei.cl/cleiej/paper.php?id=84>>. Acesso em: 18 out. 2005.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

8 – Bibliografia

SCACCHI, W. Process models in software engineering. In: MARCINIAK, J. J. **Encyclopedia of Software Engineering**. 2nd ed. John Wiley and Sons: New York. 2002. p. 993-1005.

SCHMIDT, M. E. C. **Implementing the IEEE software engineering standards**. Indianapolis: Sams, 2000.

SEFFAH, A. METZKER, E. The obstacles and myths of usability and software engineering. **Communications of the ACM**: New York, v. 47, n. 12, p. 71-76. Dec. 2004.

SHNEIDERMAN, B. **Designing the user interface**: strategies for effective human-computer interaction. 3. ed. Berkeley, California: Addison Wesley Longman, 1998.

SILVA, A. C. et al. Aplicabilidade de padrões de engenharia de software e de IHC no desenvolvimento de sistemas interativos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA COMPUTAÇÃO - CBComp, 4., 2004, Itajaí-SC. **Anais...** Itajaí: UFSCAR, 2004. p. 118-123.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis: UFSC - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção - PPGEp da UFSC, 2005. 138 p. Disponível em: <<http://www.ppgep.ufsc.br/>>. Acesso em: 25 jan. 2007.

SILVEIRA, M. et al. Avaliando a qualidade da interação de usuários com dispositivos móveis. In: SIMPÓSIO SOBRE FATORES HUMANOS EM SISTEMAS COMPUTACIONAIS - MEDIANDO E TRANSFORMANDO O

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

8 – Bibliografia

COTIDIANO - CEIHC-SBC, 6., 2004, Curitiba, **Anais...** Curitiba: UFPR, 2004. p. 37-46.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de software**. 6. ed. São Paulo: Prentice Hall Brasil, 2003.

SOUZA, C. S. de., et al. Projeto de interfaces de usuário: perspectivas cognitiva e semiótica. In: XIX CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO - Jornada de Atualização em Informática, 19.,1999, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBC, 1999.

SOUZA, L. S.; COSTA, I. Fatores impactantes nos projetos de interface com o usuário de software de dispositivos móveis. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - ENEGEP, 26., 2006, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ABEPRO, 2006.

SOUZA, L. S.; COSTA, I.; SPINOLA, M. M. Projetos de interface com o usuário de software de dispositivos móveis: requisitos de usabilidade e fatores impactantes. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - SIMPEP, 13., 2006, Bauru. **Anais...** Bauru: UNESP, 2006.

SOUZA, L. S.; SPINOLA, M. M. Requisitos de usabilidade em projetos de interface centrado no usuário de software de dispositivos móveis. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - ENEGEP, 26., 2006, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ABEPRO, 2006.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

8 – Bibliografia

SWEBOK. Guide to the Software Engineering Body of Knowledge: A project of the IEEE Computer Society Professional Practices Committee. IEEE Computer Society, California, 2004.

TAURION, C. **Internet móvel: tecnologias, aplicações e modelos**. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

TAURION, C. Software embarcado: a nova onda da informática. In: ____.

Exemplo prático de construção de aplicações embarcadas: desenvolvendo aplicações para celulares. Rio de Janeiro: Brasport, 2005. cap. 4, p. 120-126.

TELECO. Celulares no mundo. Ago., 2007. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/pais/celular.asp>>. Acesso em: 9 Set. 2007.

TORRES, E. F.; MAZZONI, A. A. Multimedia digital contents: an approach on usability and accessibility. **Ci. Inf.**, Brasília, v. 33, n. 2, p. 152-160. May/Aug. 2004.

VARSHNEY, U.; VETTER R. Emerging mobile and wireless networks. **Communications of the ACM**, New York, v. 43, n. 6, p. 73-81, June 2000.

WEISS, S. **Handheld usability**. England: John Wiley & Sons Ltd, 2002.

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

Anexos

ANEXOS

ANEXO A - Questionário de Satisfação SUS – *System Usability Scale*

	Strongly disagree				Strongly agree
1. I think that I would like to use this system frequently	<input type="checkbox"/>				
	1	2	3	4	5
2. I found the system unnecessarily complex	<input type="checkbox"/>				
	1	2	3	4	5
3. I thought the system was easy to use	<input type="checkbox"/>				
	1	2	3	4	5
4. I think that I would need the support of a technical person to be able to use this system	<input type="checkbox"/>				
	1	2	3	4	5
5. I found the various functions in this system were well integrated	<input type="checkbox"/>				
	1	2	3	4	5
6. I thought there was too much inconsistency in this system	<input type="checkbox"/>				
	1	2	3	4	5
7. I would imagine that most people would learn to use this system very quickly	<input type="checkbox"/>				
	1	2	3	4	5
8. I found the system very cumbersome to use	<input type="checkbox"/>				
	1	2	3	4	5
9. I felt very confident using the system	<input type="checkbox"/>				
	1	2	3	4	5
10. I needed to learn a lot of things before I could get going with this system	<input type="checkbox"/>				
	1	2	3	4	5

**Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da
engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis**

Apêndices

APÊNDICES

APÊNDICE A - Questionário para identificação do “Perfil de Usuário”.

Idade

- até 20 anos
- de 21 a 25 anos
- de 26 a 30 anos
- de 31 a 35 anos
- de 36 a 40 anos
- mais de 41 anos

Sexo

- Masculino
- Feminino

Qual seu grau de instrução?

- Até 1^o grau incompleto
- 1^o grau completo
- 2^o grau incompleto
- 2^o grau completo
- Superior incompleto
- Superior completo
- Pós-graduado

Qual sua formação?

Qual sua ocupação?

- Funcionário de empresa privada
- Funcionário público

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

Apêndices

- Profissional liberal
- Autônomo
- Empresário
- Estudante
- Aposentado
- Desempregado
- Outros (Especificar):

Você utiliza computador?

- Sim
- Não

Você tem telefone celular?

- Sim
- Não

Há quanto tempo você é usuário de telefone celular?

- Menos de um ano
- De 1 a 3 anos
- De 3 a 5 anos
- Mais de 5 anos

Quais as funcionalidades que você costuma utilizar em seu telefone celular?

- Ligações telefônicas (apenas atender e fazer ligações)
- Ligações telefônicas e mensagens de texto (enviar e/ou receber torpedos, sms, etc.)
- Ligações telefônicas, mensagens de texto e tirar foto
- Ligações telefônicas, mensagens de texto, tirar foto, calculadora e agenda eletrônica

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

Apêndices

- Ligações telefônicas, mensagens de texto, tirar foto, calculadora, agenda eletrônica, acesso à internet, editor de texto, etc.

Você tem computador de mão (dispositivo móvel como PDA, Pocket PC, Palm Top, etc.)?

- Sim
 Não

Há quanto tempo você é usuário de computador de mão?

- Menos de um ano
 De 1 a 3 anos
 De 3 a 5 anos
 Mais de 5 anos

Com que frequência você utiliza seu computador de mão?

- Nunca
 1 vez por mês
 1 vez por semana
 1 vez por dia
 Mais de 1 vez por dia

Você já usou o computador de mão HP HX9450 (modelo que será utilizado neste projeto)?

- Sim
 Não

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

Apêndices

APÊNDICE B - SUSa - Questionário de satisfação do usuário para a aplicação “CEGH – Mobile System” (Fonte: Adaptado de BROOKE, 1996)

Participante:

Idade:

	Discordo completamente	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo completamente
1. Eu penso que gostaria de usar esta aplicação freqüentemente (em todas as coletas).					
2. Achei esta aplicação desnecessariamente complexa.					
3. Achei que foi fácil usar esta aplicação.					
4. Eu penso que precisaria de ajuda / suporte técnico para poder usar esta aplicação.					
5. Achei que as várias funções desta aplicação estavam bem integradas.					
6. Achei que havia muita inconsistência nesta aplicação.					
7. Eu imagino que a maioria dos pesquisadores do CEGH aprenderia a usar esta aplicação rapidamente.					
8. Achei esta aplicação muito incômoda de usar.					
9. Eu me senti muito seguro(a) utilizando esta aplicação.					
10. Eu precisei aprender muitas coisas antes de utilizar esta aplicação.					

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

Apêndices

APÊNDICE C - Guia das atividades integradas ao MCVSI

Fases utilizadas nos modelos de ciclo de vida da ES	Atividades Integradas	Objetivos	Produtos	Técnicas / Referências
<p>1 Requisitos</p> <p>Esta fase visa obter um conjunto de requisitos de um produto, acordado entre cliente e fornecedor. Sua finalidade é definir o que o sistema deve fazer.</p>	<p>1.1 Identificar o nível de experiência dos usuários finais com os dispositivos móveis e expectativas quanto à interface de usuário</p> <p>1.2 Identificar as tarefas que os usuários finais devem realizar com o dispositivo móvel para fazer seu trabalho</p> <p>1.3 Identificar o ambiente de uso móvel</p> <p>1.4 Identificar as restrições tecnológicas informadas pelos usuários, bem como as restrições impostas pela computação móvel e/ou dispositivos móveis</p>	<p>Identificar e descrever o nível de conhecimento dos usuários finais em operar dispositivos móveis e o que pretendem em termos de interface de usuário</p> <p>Identificar e relacionar as tarefas atuais que os usuários precisarão executar com o dispositivo móvel, bem como suas características, seqüência e hierarquia</p> <p>Identificar e descrever as características do ambiente móvel, ou seja, onde as tarefas serão executadas. Isto inclui características do ambiente audível, visual e nível de atenção requerido</p> <p>Identificar e relacionar as restrições tecnológicas impostas pelos usuários e pela computação móvel e/ou pelos dispositivos móveis</p>	<p>Descrição do nível de conhecimento dos usuários; Descrição das expectativas quanto à interface de usuário</p> <p>Relação das tarefas e suas características, seqüência e hierarquia.</p> <p>Descrição das características do ambiente móvel</p> <p>Relação de possíveis restrições tecnológicas</p>	<p>Questionários Entrevistas Grupos de foco e workshops Observação natural Estudo de documentação</p> <p>Entrevistas Observação natural Estudo de documentação AHT – Análise Hierárquica de Tarefas</p> <p>Entrevistas Observação natural</p> <p>Entrevistas Estudo de documentação Base de dados com informações sobre restrições da computação móvel</p>

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

Apêndices

Fases utilizadas nos modelos de ciclo de vida da ES	Atividades integradas	Objetivos	Produtos	Técnicas / Referências
<p>2 Análise Tem o objetivo de detalhar, estruturar e validar os requisitos de software levantados durante a fase de Requisitos, de forma que esses possam ser usados como base para o planejamento e o acompanhamento detalhados da construção do produto. A Análise enfoca o que fazer sem entrar no espaço das soluções.</p>	<p>2.1 Análise dos usuários que vão interagir com o sistema por meio da interface de um dispositivo móvel</p>	<p>Avaliar e caracterizar os usuários, isto é, especificar quais funções exercem e quais capacidades possuem; Classificar quanto a experiência com dispositivos móveis (usuário novato, casual ou avançado)</p>	<p>Avaliação dos usuários; Especificação de suas características e classificação quanto ao conhecimento em operar dispositivos móveis</p>	<p>Questionários Entrevistas Grupos de foco e workshops Observação natural Estudo de documentação Referência: NBR ISO 9241-11</p>
	<p>2.2 Análise das tarefas que os usuários devem realizar com o dispositivo móvel para fazer seu trabalho</p>	<p>Analisar as tarefas que os usuários devem realizar com o dispositivo móvel para fazer seu trabalho e que podem influenciar a usabilidade</p>	<p>Detalhamento das tarefas que podem influenciar a usabilidade; Descrição das características como frequência e a duração de uma tarefa</p>	<p>AHT – Análise Hierárquica de Tarefas Diagramas UML (Diagramas de atividades ou de estado). Referência: NBR ISO 9241-11</p>
	<p>2.3 Análise do ambiente de uso móvel</p>	<p>Analisar o ambiente em que as tarefas serão realizadas</p>	<p>Avaliação do ambiente de uso móvel</p>	<p>Cenários e diagramas de caso de uso Referência: NBR ISO 9241-11</p>
	<p>2.4 Análise das restrições tecnológicas</p>	<p>Estabelecer as compatibilidades e restrições da tecnologia (computação móvel / tipo de dispositivo móvel) que limitará as alternativas de design de interface de usuário</p>	<p>Documentação das restrições e limitações impostas pela computação móvel / dispositivos móveis</p>	<p>Requisitos não funcionais</p>
	<p>2.5 Definição das metas de usabilidade</p>	<p>Sempre que possível estabelecer metas quantitativas de usabilidade que conduzirão o design de interface de usuário</p>	<p>Especificação das metas de usabilidade</p>	<p>Referências: Guidelines Histórico NBR ISO 9241-11 NBR ISO/IEC 9126-1</p>

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

Apêndices

Fases utilizadas nos modelos de ciclo de vida da ES	Atividades Integradas	Objetivos	Produtos	Técnicas / Referências
<p>3 Projeto</p> <p>Sua finalidade principal é decidir como o sistema será implementado. Uma arquitetura de software é definida durante esta fase. A arquitetura inclui o projeto do banco de dados e o desenho interno que modela as partes lógicas e físicas do software.</p>	<p>3.1 Design conceitual da interface</p>	<p>Transformar os requisitos e as necessidades do usuário em um modelo conceitual, ou seja, um conjunto de idéias integradas e de conceitos sobre o que a interface deveria fazer, como se comportar e com o que se parecer</p>	<p>Modelo conceitual</p>	<p>Cenários e diagramas de caso de uso</p> <p>Referência: UML</p>
	<p>3.2 Definição dos mecanismos de entrada de dados, do tamanho da tela, dos recursos e tecnologias móveis e o modelo dispositivo</p>	<p>Definir soluções para aplicações móveis, definir os dispositivos móveis em função das metas de usabilidade estabelecidas e definir o sistema operacional</p>	<p>Definição da tecnologia dos dispositivos móveis utilizados</p> <p>Descrição da tecnologia utilizada</p>	<p>Referências: Metas de usabilidade estabelecidas na fase de Análise</p> <p>Fluxo de definição de dispositivo móvel</p>
	<p>3.3 Protótipo de baixa-fidelidade</p>	<p>Elaborar protótipos em papel com idéias de formulários e telas de entrada e saída</p>	<p>Telas / mapas e relatórios do protótipo</p>	<p>Prototipagem de interface de usuário.</p>
<p>4 Implementação</p> <p>Na fase de implementação o projeto é transportado para uma linguagem de implementação em forma de código fonte. O objetivo desta fase é traduzir a solução em código.</p>	<p>4.1 Protótipo de alta-fidelidade</p>	<p>Criar protótipos da interface de usuário através de uma linguagem de alto nível ou ferramenta de prototipação, com pouca ou nenhuma funcionalidade</p>	<p>Protótipo visual com leiaute das telas, estrutura de navegação e formulários e telas de entrada e saída</p>	<p>Prototipagem de interface de usuário.</p>

Integrando atividades baseadas em abordagens da IHC às práticas da engenharia de software em projetos de IU de dispositivos móveis

Apêndices

Fases utilizadas nos modelos de ciclo de vida da ES	Atividades Integradas	Objetivos	Produtos	Técnicas / Referências
<p>5 Testes</p> <p>Nesta fase o objetivo é integrar e testar o sistema. Durante a fase de testes, o sistema é verificado para certificar-se de que os requisitos especificados anteriormente foram todos implementados corretamente.</p>	<p>5.1 Avaliação da interface com o usuário final</p>	<p>Avaliar a interface, com os usuários finais, em ambiente real de uso e contexto organizacional onde as tarefas suportadas pela aplicação são executadas</p>	<p>Resultado das avaliações da interface realizadas com os usuários finais; Avaliação da Interface; Relatório de Testes</p>	<p>Referência: Plano de avaliação da usabilidade</p>
<p>6 Implantação</p> <p>Tem a finalidade de assegurar uma transição bem-sucedida do sistema desenvolvido para seus usuários. Consiste na instalação do produto de software no ambiente designado, bem como a revisão e teste de aceitação do software com o cliente.</p>	<p>6.1 Avaliação da interface com o usuário final</p>	<p>Avaliar a interface, com os usuários finais, em ambiente real de uso e contexto organizacional onde as tarefas suportadas pela aplicação são executadas</p> <p>Obter feedback dos usuários finais que servirão como base para melhoria ou novas versões da interface e para novos projetos</p>	<p>Uma versão do produto concluída; Resultado das avaliações da interface realizadas com os usuários finais; Relatório de Testes</p>	<p>Referência: Plano de avaliação da usabilidade</p>

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)