

José António Gomes Alçada

**Estudo sobre a utilização
de
uma aplicação móvel num serviço hospitalar**

Fevereiro de 2004

José António Gomes Alçada

**Estudo sobre a utilização
de
uma aplicação móvel num serviço hospitalar**

Fevereiro de 2004

Estudo sobre a utilização de uma aplicação móvel num serviço hospitalar

Por

José António Gomes Alçada

Orientador

Professor Doutor Nuno Magalhães Ribeiro

Monografia apresentada à Universidade Fernando Pessoa como parte dos requisitos para
Obtenção do grau de **Licenciado(a) em Engenharia da Comunicação**

Resumo

As tecnologias móveis permitem aceder à informação em qualquer lugar e em qualquer altura. Por isso, estas tecnologias móveis podem facilitar o processo de tomada de decisão e torná-lo mais apurado já que a informação se encontra armazenada num só local, mas fica instantaneamente disponível a quem dela necessita.

Os profissionais de saúde são um grupo de utilizadores que fica potencialmente beneficiado com esta evolução tecnológica. O acesso facilitado a toda a informação de um serviço hospitalar torna-se real através da mutação dos processos existentes baseados em papel em processos baseados apenas em informação digital, acessíveis através de dispositivos de computação móvel.

O crescente interesse de médicos e enfermeiros por este tipo de equipamento tornou a criação de aplicações móveis para a área de saúde numa área de forte expansão. As exigências cada vez maiores dos profissionais são correspondidas pelo melhoramento das plataformas, bem como da versatilidade das aplicações.

Criar uma aplicação nesta área constitui um desafio, pois não basta somente conhecer os processos realizados pelos potenciais utilizadores, sendo igualmente necessário assegurar que funcionam do mesmo modo quando são executados através de um equipamento com características muito próprias, como os dispositivos de computação móvel.

As capacidades e mentalidade dos utilizadores, em muitos casos, constituem um obstáculo à implementação das tecnologias móveis. A criação de uma aplicação móvel para profissionais de saúde enfrenta não só o desafio da concepção e desenvolvimento, mas também o desafio da renovação na execução da tarefa por parte dos profissionais de saúde.

Aos meus Pais e Namorada

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais que sempre me apoiaram e incentivaram para ultrapassar os obstáculos da vida.

Agradeço também à minha namorada, pela sua ajuda e encorajamento ao longo do meu curso.

Dedico a ela e aos meus pais o presente trabalho, pois termino o curso graças não só ao meu esforço, mas também ao apoio e carinho que eles sempre demonstraram e que sempre o irão fazer.

Um especial agradecimento ao professor Nuno Ribeiro, pela sua orientação, pela sua disponibilidade, e pela sua motivação na realização desta monografia.

Aos professores do curso pelo esforço em passar os seus conhecimentos e pela sua disponibilidade em melhorar a minha formação, em particular ao professor Feliz Ribeiro Gouveia pela ajuda no início da elaboração desta monografia.

A todos os colegas de curso, obrigado pela vossa ajuda e camaradagem.

Índice

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	DESCRIÇÃO DO PROBLEMA	13
1.2	MOTIVAÇÃO	14
1.3	OBJECTIVOS	14
1.4	METODOLOGIA	14
1.5	RESTRIÇÕES	16
1.6	ESTRUTURA DO DOCUMENTO	16
2	TECNOLOGIAS MÓVEIS	18
2.1	TERMINOLOGIA E COMPONENTES	18
2.2	TECNOLOGIAS DE COMUNICAÇÃO E SINCRONIZAÇÃO PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS	21
2.2.1	<i>Redes sem fios</i>	22
2.2.2	<i>Bluetooth</i>	24
2.2.3	<i>General Packet Radio Service (GPRS)</i>	26
2.2.4	<i>Comunicação através da sincronização</i>	27
2.3	PLATAFORMAS DE COMPUTAÇÃO MÓVEL	28
2.3.1	<i>Palm</i>	28
2.3.2	<i>PocketPC</i>	34
2.3.3	<i>SymbianOS</i>	37
2.4	FERRAMENTAS DE DESENVOLVIMENTO PARA APLICAÇÕES MÓVEIS	39
3	APLICAÇÕES MÓVEIS PARA CUIDADOS DE SAÚDE	43
3.1	VISÃO GERAL DE APLICAÇÕES MÓVEIS PARA CUIDADOS DE SAÚDE	44
3.2	ANÁLISE DE CASOS	45
4	ANÁLISE E CONCEPÇÃO DA INTERFACE DE UMA APLICAÇÃO MÓVEL PARA CUIDADOS DE SAÚDE	48
4.1	IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE REQUISITOS	48
4.2	PERFIL DE UTILIZADOR	49
4.2.1	<i>Médico</i>	50
4.2.2	<i>Enfermeira-chefe</i>	50
4.2.3	<i>Enfermeira</i>	51
4.3	ESCOLHA DA ARQUITECTURA	51
5	IMPLEMENTAÇÃO	53
5.1	ESCOLHA DA PLATAFORMA E DA FERRAMENTA DE DESENVOLVIMENTO	53
5.2	IMPLEMENTAÇÃO DE APLICAÇÕES MÓVEIS COM O <i>PDA TOOLBOX</i>	54
5.3	REGRAS PARA A CONCEPÇÃO DE INTERFACE E FUNCIONALIDADE DA APLICAÇÃO MÓVEL	58
5.3.1	<i>Interface</i>	58
5.3.2	<i>Funcionalidade</i>	60
5.4	MAPA DE NAVEGAÇÃO DA APLICAÇÃO MÓVEL	61
5.5	IMPLEMENTAÇÃO DOS ECRÃS DA APLICAÇÃO MÓVEL	66
5.6	QUESTÕES TÉCNICAS ASSOCIADAS À IMPLEMENTAÇÃO	80
5.6.1	<i>Limitações da aplicação desenvolvida</i>	80
6	TESTE DA APLICAÇÃO	82
6.1	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO PARA A APLICAÇÃO MÓVEL	82
6.2	AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO MÓVEL PARA CUIDADOS DE SAÚDE	85
6.2.1	<i>Teste da Interface: análise e discussão dos resultados</i>	88
6.2.2	<i>Testes da funcionalidade: análise e discussão dos resultados</i>	90
6.3	DIFICULDADES NA UTILIZAÇÃO DA APLICAÇÃO MÓVEL	94
7	CONCLUSÃO E TRABALHO FUTURO	99
8	BIBLIOGRAFIA	102

APÊNDICE 1 104
APÊNDICE 2 106

Índice de figuras

FIGURA 1 – O SISTEMA OPERATIVO PALMOS	33
FIGURA 2 – EXEMPLO DE TRÊS ECRÃS DO SISTEMA OPERATIVO WINDOWS CE.....	35
FIGURA 3 – RECONHECIMENTO DE ESCRITA NO WINDOWS CE	36
FIGURA 4 – EXEMPLO DE QUATRO ECRÃS DO SISTEMA OPERATIVO SYMBIANOS	38
FIGURA 5 – INTERFACE DO PDA TOOLBOX.....	54
FIGURA 6 – PROPRIEDADES DO FORMULÁRIO "MÉDICO – PEDIR EXAME"	55
FIGURA 7 – CONSTRUÇÃO DO FORMULÁRIO "MÉDICO – PEDIR EXAME"	56
FIGURA 8 – PARTE INICIAL DO MAPA DE NAVEGAÇÃO	62
FIGURA 9 – PARTE DO MAPA DE NAVEGAÇÃO PARA O PERFIL "MÉDICO".....	63
FIGURA 10 – PARTE DO MAPA DE NAVEGAÇÃO PARA O PERFIL "ENFERMEIRA-CHEFE"	64
FIGURA 11 – PARTE DO MAPA DE NAVEGAÇÃO PARA O PERFIL "ENFERMEIRA"	65
FIGURA 12 – ÍCONE DA APLICAÇÃO DESENVOLVIDA.....	66
FIGURA 13 – MODELO E-R DA BASE DE DADOS UTENTES	67
FIGURA 14 – MODELO E-R DA BASE DE DADOS ORDENS.....	68
FIGURA 15 – MODELO E-R DA BASE DE DADOS HORAENF.....	68
FIGURA 16 – MODELO E-R DA BASE DE DADOS HORAMD	68
FIGURA 17 – MENU DE AJUDA EM PORTUGUÊS	69
FIGURA 18 – BOTÕES DE NAVEGAÇÃO.....	69
FIGURA 19 – ECRÃ DE ENTRADA DA APLICAÇÃO	70
FIGURA 20 – ENTRADA PARA CADA ACTIVIDADE	70
FIGURA 21 – LISTA DE UTILIZADORES DE CADA ACTIVIDADE	70
FIGURA 22 – MENU PRINCIPAL DE CADA ACTIVIDADE	71
FIGURA 23 – MENUS DE INTERNAMENTO PARA A ENFERMEIRA	71
FIGURA 24 – LISTAS DE UTENTES PARA CADA UMA DAS ACTIVIDADES	72
FIGURA 25 – MENUS DO UTENTE PARA CADA UMA DAS ACTIVIDADES	72
FIGURA 26 – FORMULÁRIOS DO HISTORIAL CLÍNICO PARA MÉDICO	73
FIGURA 27 – FORMULÁRIOS DE EXAMES CLÍNICOS PARA MÉDICO	73
FIGURA 28 – FORMULÁRIO DE SINTOMAS PARA CADA ACTIVIDADE	74
FIGURA 29 – FORMULÁRIO DE ALTERAÇÃO DOS SINTOMAS PARA MÉDICO.....	74
FIGURA 30 – FORMULÁRIO DE TERAPÊUTICA PARA CADA UMA DAS ACTIVIDADES	75
FIGURA 31 – MENU DE SINAIS VITAIS PARA CADA UMA DAS ACTIVIDADES.....	75
FIGURA 32 – FORMULÁRIO DE TEMPERATURA PARA CADA UMA DAS ACTIVIDADES.....	75
FIGURA 33 – FORMULÁRIO PULSAÇÕES PARA CADA UMA DAS ACTIVIDADES	76
FIGURA 34 – FORMULÁRIO DE TENSÃO ARTERIAL PARA CADA UMA DAS ACTIVIDADES.....	76
FIGURA 35 – FORMULÁRIO NOTAS DE ENFERMAGEM PARA CADA UMA DAS ACTIVIDADES	77
FIGURA 36 – FORMULÁRIO NOTAS CLÍNICAS PARA CADA UMA DAS ACTIVIDADES.....	77
FIGURA 37 – 3 PÁGINAS DO FORMULÁRIO HORÁRIOS PARA ENFERMEIRA	78
FIGURA 38 – FORMULÁRIOS DE CRIAÇÃO DO HORÁRIO PARA ENFERMEIRA-CHEFE.....	78
FIGURA 39 – FORMULÁRIO DE HORÁRIO PARA MÉDICO.....	79
FIGURA 40 – FORMULÁRIO DAS ORDENS DE SERVIÇO PARA ENFERMEIRA	79
FIGURA 41 – FORMULÁRIOS DE CRIAÇÃO DE ORDENS DE SERVIÇO PARA ENFERMEIRA-CHEFE	80
FIGURA 42 – FORMULÁRIO DE PEDIR MATERIAL PARA ENFERMEIRA-CHEFE	80
FIGURA 43 – GRÁFICO DOS RESULTADOS DO ESTUDO DA CARACTERÍSTICA "FACILIDADE DE USO DA INTERFACE" PARA O PERFIL "MÉDICO".....	88
FIGURA 44 – GRÁFICO DOS RESULTADOS DO ESTUDO DA CARACTERÍSTICA "FACILIDADE DE USO DA INTERFACE" PARA O PERFIL "ENFERMEIRA"	89
FIGURA 45 – GRÁFICO DOS RESULTADOS DO ESTUDO DA CARACTERÍSTICA "FACILIDADE DE USO DA INTERFACE" PARA O PERFIL "ENFERMEIRA-CHEFE"	90
FIGURA 46 – GRÁFICO DOS RESULTADOS DO ESTUDO DA CARACTERÍSTICA "FUNCIONALIDADE DA APLICAÇÃO" PARA O PERFIL "MÉDICO".....	91
FIGURA 47 – GRÁFICO DA QUESTÃO 11 PARA OS MÉDICOS	92
FIGURA 48 – GRÁFICO DOS RESULTADOS DO ESTUDO DA CARACTERÍSTICA "FUNCIONALIDADE DA APLICAÇÃO" PARA O PERFIL "ENFERMEIRA"	92
FIGURA 49 – GRÁFICO DA QUESTÃO 11 PARA AS ENFERMEIRAS	93

FIGURA 50 – GRÁFICO DOS RESULTADOS DO ESTUDO DA CARACTERÍSTICA "FUNCIONALIDADE DA APLICAÇÃO" PARA O PERFIL "ENFERMEIRA-CHEFE"	94
FIGURA 51 – GRÁFICO DA QUESTÃO 17 PARA OS MÉDICOS	95
FIGURA 52 – GRÁFICO DOS RESULTADOS DA QUESTÃO 17 PARA AS ENFERMEIRAS.....	95
FIGURA 53 – GRÁFICO DOS RESULTADOS DA QUESTÃO 17 PARA A ENFERMEIRA-CHEFE.....	95
FIGURA 54 – GRÁFICO DA DIFICULDADE SENTIDA NO USO DA APLICAÇÃO POR IDADE PARA OS MÉDICOS	96
FIGURA 55 – GRÁFICO DA DIFICULDADE SENTIDA NO USO DA APLICAÇÃO POR IDADE PARA AS ENFERMEIRAS.....	96
FIGURA 56 – RESPOSTA DOS MÉDICOS À QUESTÃO 3	97
FIGURA 57 – RESPOSTA DAS ENFERMEIRAS À QUESTÃO 3.....	97
FIGURA 58 – RESPOSTA DOS MÉDICOS À QUESTÃO 4	98
FIGURA 59 – RESPOSTA DAS ENFERMEIRAS À QUESTÃO 4.....	98

Índice de tabelas

TABELA 1 – DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS DEPENDENTES NESTE ESTUDO	86
TABELA 2 – DEFINIÇÃO DE ESCALAS PARA AS VARIÁVEIS DO ESTUDO	87
TABELA 3 – ESTATÍSTICAS DAS VARIÁVEIS SOBRE A INTERFACE PARA OS MÉDICOS	88
TABELA 4 – ESTATÍSTICAS DAS VARIÁVEIS DE INTERFACE PARA AS ENFERMEIRAS	89
TABELA 5 – ESTATÍSTICAS DAS VARIÁVEIS DE INTERFACE PARA A ENFERMEIRA-CHEFE	90
TABELA 6 – ESTATÍSTICAS DAS VARIÁVEIS DE FUNCIONALIDADE PARA OS MÉDICOS	91
TABELA 7 – ESTATÍSTICAS DA VARIÁVEL DA QUESTÃO 11 PARA OS MÉDICOS	92
TABELA 8 – ESTATÍSTICAS DAS VARIÁVEIS DE FUNCIONALIDADE PARA AS ENFERMEIRAS	93
TABELA 9 – ESTATÍSTICAS DA VARIÁVEL DA QUESTÃO 11 PARA AS ENFERMEIRAS	93
TABELA 10 – ESTATÍSTICAS DAS VARIÁVEIS DE FUNCIONALIDADE PARA A ENFERMEIRA-CHEFE	94
TABELA 11 – ESTATÍSTICAS DA VARIÁVEL DA QUESTÃO 17 PARA OS MÉDICOS	95
TABELA 12 – ESTATÍSTICAS DA VARIÁVEL DA QUESTÃO 17 PARA AS ENFERMEIRAS	95
TABELA 13 – ESTATÍSTICAS DA VARIÁVEL DA QUESTÃO 17 PARA A ENFERMEIRA-CHEFE	96
TABELA 14 – ESTATÍSTICAS DA VARIÁVEL DA QUESTÃO 3 PARA OS MÉDICOS	97
TABELA 15 – ESTATÍSTICAS DA VARIÁVEL DA QUESTÃO 3 PARA AS ENFERMEIRAS	98

1 Introdução

Muitos serviços hospitalares não fornecem um ponto de acesso à informação, nem sequer dispõem de um local onde toda a informação esteja concentrada para um acesso rápido e facilitado à informação.

Nestes casos, dados que a informação se encontra dispersa, os profissionais de saúde são obrigados a deslocarem-se a um ponto de acesso à informação, ou a vários, quando necessitam de tomar decisões. Este procedimento leva a que seja desperdiçado tempo, que por vezes é precioso.

Este estudo propõe analisar a introdução de uma nova tecnologia que possui o potencial para evitar este tipo de procedimento. A criação de uma aplicação que permite acesso rápido e personalizado à informação, sem a necessidade de deslocação a um local para a obter, pode assim reduzir o tempo dispendido na tomada de decisões.

A tecnologia utilizada neste trabalho está a emergir neste tipo de áreas com bons resultados, mas como se trata ainda de uma tecnologia pouco divulgada, a migração dos processos para a utilização deste meio de comunicação é ainda difícil.

1.1 Descrição do problema

Os profissionais de saúde necessitam de aceder a informação adequada para auxiliar a tomada de decisões críticas para os seus pacientes. Assim, a existência de uma aplicação que integre e disponibilize essa informação pode trazer grandes benefícios quer para o profissional de saúde, quer para os seus pacientes.

Neste contexto, existe actualmente uma falha na área da Saúde, visto que não se facilita o acesso a informação a quem dela necessita, antes pelo contrário. Os profissionais não têm um acesso directo e rápido à informação, originando atrasos na elaboração do tratamento, ou mesmo da comunicação da informação a outros profissionais. Em muitos casos, a introdução de novas tecnologias pode evitar a ocorrência de problemas. No entanto, os profissionais têm de estar preparados para a evolução dos actuais processos nos cuidados de saúde.

1.2 Motivação

A motivação mais importante para este trabalho é a utilização de uma tecnologia emergente, como é a tecnologia de computação móvel na criação de uma aplicação para um serviço hospitalar, que permita realizar uma gestão com menos burocracia, e maior rapidez na obtenção da informação, que passará a estar acessível em qualquer local do serviço. Outra motivação é o desafio de desenvolver uma aplicação que ainda não tem fortes alicerces no mercado português.

1.3 Objectivos

O objectivo principal deste trabalho é explorar um caso de estudo sobre a implementação de uma aplicação de tecnologia de computação móvel num serviço hospitalar. Pretende-se desenvolver uma aplicação que ofereça simultaneamente uma interface intuitiva e a funcionalidade desejada, de modo a melhorar as actividades em termos de rapidez e eficácia, melhorando igualmente a qualidade do atendimento. O segundo objectivo é o de analisar a reacção dos utilizadores à nova tecnologia. O terceiro objectivo é explorar as potencialidades deste tipo de computação, e verificar como ela pode ser utilizada como uma ferramenta indispensável em actividades tais como os cuidados de Saúde.

Para cumprir estes objectivos, é necessário identificar o estado actual das tecnologias de computação móvel, as plataformas de desenvolvimento destas aplicações, os tipos de arquitecturas utilizadas nos serviços que recorrem a tecnologias móveis, e as aplicações ou projectos existentes na área da Saúde.

1.4 Metodologia

A metodologia empregue na realização deste trabalho foi a seguinte:

1. Estudo das tecnologias de computação móvel, tendo em conta o equipamento existente – os PDA's¹, nas suas várias vertentes (PocketPC, Palm e *SmartPhones*²), bem como a utilidade da tecnologia no dia-a-dia dos utilizadores, e nas suas actividades profissionais.

¹ Assistente digital pessoal (*Personal Digital Assistant*)

² Telefones inteligentes

2. Recolher a informação sobre as ferramentas existentes para o desenvolvimento de aplicações móveis, bem como os seus requisitos.
3. Análise das características das tecnologias de comunicação sem fios, tais como o Bluetooth, as WLAN's³ e o GPRS⁴, bem como das suas vantagens.
4. Diferenciar entre aplicação móvel com sincronização e aplicação móvel em tempo real, e fundamentar uma escolha.
5. Analisar os tipos de informação existente na área de saúde (fichas de doentes, catálogo de doenças, catálogo de medicamentos, receitas médicas) e a respectiva utilidade para os profissionais de saúde.
6. Definir os objectivos de um sistema de informação para um serviço hospitalar, e caracterizar os perfis dos utilizadores através da sua área de actividades: médico, enfermeira-chefe, e enfermeira.
7. Definir os requisitos e a arquitectura de uma aplicação móvel, e justificação das escolhas, tendo em conta as vantagens da aplicação nas actividades dos utilizadores e as restrições impostas.
8. Seleccionar uma ferramenta de desenvolvimento para implementar uma aplicação móvel, e analisar as suas características.
9. Identificar os métodos de avaliação existentes para testar a interface e a funcionalidade da aplicação móvel desenvolvida. Para tal, é necessário definir o número de utilizadores finais, dos três perfis, que vão utilizar a aplicação móvel no seu dia-a-dia, e definir o tempo necessário para a avaliação. Recolher os dados, fazer a sua análise, e obter resultados da avaliação da aplicação.
10. Alterar a implementação da aplicação móvel, tendo em conta as indicações dos utilizadores.
11. Tirar conclusões sobre a utilidade da aplicação móvel para colmatar as necessidades dos utilizadores, e sobre a receptividade a novas tecnologias por parte dos profissionais de saúde.

³ *Wireless Local Area Networks* (Redes Locais sem fio)

⁴ *General Packet Radio Service*

1.5 Restrições

A interface da aplicação móvel desenvolvida deve ser vista como a mais adequada para o grupo de utilizadores escolhidos, e não como a mais correcta. Assim, é de salientar que pode não representar a maioria dos utilizadores da profissão ou as respectivas preferências.

O Hospital onde foi realizado este estudo preferiu o anonimato, e que nenhum dos seus profissionais, ou utentes, fosse igualmente identificado.

Alguns produtos e aplicações referidos neste documento são comerciais, ao passo que outras são de distribuição livre. Assim, as aplicações comerciais não puderam ser testadas na sua totalidade, visto que foram utilizadas versões de demonstração.

1.6 Estrutura do documento

A presente monografia encontra-se organizada em sete capítulos. No primeiro capítulo faz-se a introdução ao tema, incluindo os objectivos do trabalho, a sua motivação e as restrições.

O capítulo 2 apresenta uma breve introdução às tecnologias móveis, tendo em conta o equipamento e as plataformas existentes, bem como uma síntese da sua evolução.

No capítulo 3, aprofunda-se o tema do trabalho e analisa-se o tipo de aplicações de cuidados de saúde que existem actualmente. São também apresentados vários casos de sucesso da implementação de tecnologias móveis na área da saúde, bem como os equipamentos que utilizam.

O capítulo 4 descreve a análise e a concepção de uma aplicação móvel para cuidados de Saúde. Assim, são apresentadas as necessidades do sistema, e identifica-se a arquitectura mais adequada para o problema, tendo em conta as suas vantagens que tem em relação a outras arquitecturas. Neste capítulo também são definidas as características, e necessidades, de cada tipo de utilizador da aplicação, incluindo o médico, a enfermeira-chefe, e a enfermeira.

No capítulo 5 descreve-se a implementação da aplicação móvel. O capítulo começa por justificar a escolha da plataforma de implementação da aplicação móvel. De seguida, são apresentadas algumas

regras básicas de interface e funcionalidade para aplicações móveis, bem como a ferramenta utilizada no desenvolvimento da aplicação móvel. Nesta secção é apresentado um mapa de navegação da aplicação móvel para cada um dos perfis de utilizador. São também apresentados ecrãs da aplicação desenvolvida, de modo a demonstrar o *design* e a respectiva funcionalidade. Refere-se ainda as limitações da tecnologia de desenvolvimento utilizada.

No capítulo 6 descreve-se a avaliação da aplicação. A aplicação desenvolvida foi testada pelos vários grupos de utilizadores quer ao nível da interface, quer ao nível da funcionalidade. O capítulo descreve o método de avaliação escolhido, dos dados obtidos e os resultados da sua análise. Apresentam-se ainda as alterações que resultaram da análise dos dados.

No capítulo 7, são apresentadas as conclusões deste estudo, bem como o trabalho futuro que pode ser desenvolvido para melhorar a aplicação móvel descrita.

2 Tecnologias móveis

Hoje em dia, o exercício de muitas profissões necessita de informação actualizada e acessível. Essa informação pode ser obtida através de muitos canais, tais como relatórios em papel, em formato electrónico num computador pessoal, mas o que realmente é importante é a informação estar disponível no local onde é necessária preferencialmente, sem causar deslocações a um local físico.

O Assistente Pessoal Digital (PDA) tem vindo a tornar-se cada vez mais popular devido à sua simplicidade, funcionalidade, portabilidade e facilidade de uso. Como acontece com todos os computadores pessoais, o PDA depende de um sistema operativo (SO) para poder funcionar, e de um programa que permite estabelecer a ligação do dispositivo a um computador pessoal para armazenar uma cópia de segurança dos dados, e para actualizar a informação existente no PDA. A ligação para troca de dados tanto pode ser realizada mediante a utilização de cabos físicos, ou através de tecnologias sem fios, tais como as redes sem fios ou o Bluetooth.

2.1 Terminologia e Componentes

Esta secção introduz a terminologia, associada às tecnologias móveis, que se utiliza na presente monografia, servindo de introdução aos vários componentes que integram as plataformas de computação móvel da actualidade.

PDA

A abreviação de *Personal Digital Assistant* (PDA) é um termo usado para designar qualquer dispositivo pequeno e móvel, com capacidade de computação e armazenamento de informação, seja para uso pessoal ou empresarial. Ao contrário dos computadores pessoais, a maioria dos PDA's utilizam uma caneta própria como meio preferencial para a entrada de dados, em lugar do teclado. Isto significa que também possuem um sistema de reconhecimento de escrita. Dois grupos de PDA's dominam actualmente o mercado: os PDA's baseados no sistema operativo PalmOS da Palm Source⁵ e os PDA's baseados no sistema operativo Windows CE da Microsoft⁶.

⁵ [Http://www.palmsource.com](http://www.palmsource.com)

⁶ [Http://www.microsoft.com/mobile/](http://www.microsoft.com/mobile/)

Sistemas Operativos para dispositivos móveis

O PalmOS é o sistema operativo utilizado nos equipamentos Palm. O PalmOS é responsável por gerir todas as funções do Palm, controlando o ecrã, as teclas, o sistema de sincronização com o computador pessoal (*HotSync*), e o reconhecimento de escrita.

Além das funções básicas de gestão, o PalmOS integra também aplicações de gestão de informação pessoal que são essenciais num equipamento de computação móvel, tais como uma agenda, uma lista de contactos, uma lista de tarefas a fazer, um bloco de notas, uma calculadora, e aplicações de configuração do sistema.

O Windows CE é um sistema operativo desenvolvido pela Microsoft para equipamentos móveis. Existem três versões distintas, que dependem do tipo de equipamento a que se destina. O sistema operativo PocketPC é a nova denominação do Windows CE.

Reconhecimento de escrita

O sistema de reconhecimento de escrita utilizado na plataforma Palm é conhecido como *Graffiti*. O alfabeto *Graffiti* é semelhante aos caracteres maiúsculos, mas o utilizador necessita de aprender a desenhar os caracteres. Para facilitar a aprendizagem do alfabeto, o Palm fornece ecrãs de ajuda. Estão também presentes todos os caracteres acentuados de idiomas, tais como a língua portuguesa. No PocketPC, não é necessário ter conhecimentos adicionais para escrever, pois o sistema faz um reconhecimento automático dos caracteres introduzidos. Contudo, o sistema demora bastante a adaptar-se ao estilo de escrita dos utilizadores, podendo mesmo nunca chegar a reconhecer certos caracteres.

Stylus

Designa-se por estilete (*stylus*) a caneta que acompanha os PDA's, e que é utilizada para escrever no ecrã táctil.

Sincronização

A operação de sincronização é responsável por trocar os dados entre o PDA e um computador pessoal, para efeitos de actualização e cópia de segurança dos dados. Para este procedimento, liga-se o PDA à base, ou ao cabo de sincronização, e inicia-se o programa de sincronização. Nesse momento efectuam-se e as seguintes operações:

- Os dados actualizados do PDA são enviados para o computador.
- Os dados alterados no computador são enviados para o PDA.
- Dados externos, tais como ficheiros do Word, ou do Excel são enviados de/para o PDA usando as condutas.
- Os programas são instalados no PDA.
- Os programas do PDA são copiados para o computador, de modo a efectuar uma cópia de segurança.

Após a sincronização, toda a informação que está no computador corresponde à informação que se encontra PDA. Assim, caso ocorra algum problema com o PDA ou com o computador, basta recuperar os dados a partir da cópia. Outra vantagem da sincronização é permitir o acesso aos dados do PDA por meio computador pessoal.

Gestor de Sincronização

O Gestor de Sincronização é um programa responsável por efectuar a sincronização entre o PDA e o computador pessoal. O programa é activado automaticamente quando o computador é ligado, podendo ser igualmente activado a partir do menu de programas do MS Windows. Um ícone aparece na barra de tarefas do Windows indicando que o programa está a ser executado.

Condutas

As condutas (*conduits*) são programas que são executados automaticamente pelo gestor de sincronização sempre que se efectua a sincronização dos dados entre o computador pessoal e o

PDA. As condutas funcionam como se fossem filtros, que veiculam e convertem a informação entre os equipamentos. Em geral, as aplicações móveis para PDA's possuem as suas próprias condutas. Por exemplo, existe uma conduita que permite transferir livros de trabalho do Excel para a aplicação móvel de folha de cálculo no PDA. É igualmente possível transferir documentos do processador de texto (por exemplo do *Word*), mensagens de correio electrónico com anexos (por exemplo do *Outlook*), e bases de dados (por exemplo do *Access*).

As condutas são instaladas automaticamente sempre que se instalam as respectivas aplicações móveis. Em geral, a configuração de cada conduita é efectuada por intermédio do gestor de sincronização.

Smart Phones

Os *Smart Phones* são telefones digitais com recursos avançados, que integram as capacidades de um PDA. Assim, possuem agenda, endereços, anotações, navegador da *Web*, serviço de mensagens, e permitem instalar novos programas. O sistema mais utilizado nestes telefones tem sido o SymbianOS (Symbian, 2003), mas ultimamente surgiram telefones com o Windows CE e o PalmOS.

IrDA

Finalmente, a norma IrDA (*Infrared Data Association*) permite a transmissão de dados via raios infravermelhos entre PDA's ou entre o PDA e o computador pessoal. Esta forma de comunicação obriga a que os dispositivos estejam a menos de 5 metros, e em linha de vista de forma a permitir a comunicação. Esta tecnologia encontra-se actualmente em qualquer PDA, e é uma das primeiras opções de comunicação disponível em telefones móveis.

2.2 Tecnologias de comunicação e sincronização para dispositivos móveis

Com o aparecimento das redes sem fios *Wi-Fi*, do *Bluetooth* e do GPRS, bem como de periféricos para utilizar estas tecnologias, as aplicações móveis passam a poder partilhar informação em tempo real, e surgem novas áreas de desenvolvimento de aplicações. Contudo, muitas aplicações ainda

trabalham em modo diferido, isto é, o utilizador introduz a informação no PDA, e esta só é partilhada após a sincronização com um computador, que pode estar ligado a uma base de dados.

O maior benefício destas tecnologias é a mobilidade. Os utilizadores não estão limitados a um local físico, e podem aceder a uma rede de qualquer lugar, desde que exista cobertura. Por exemplo, a utilização de redes sem fios permite desenvolver um conjunto alargado de novas aplicações com funcionalidades inovadoras que tiram partido da mobilidade, como por exemplo, vídeo em tempo real.

Em termos de comunicação e sincronização de dados, é útil distinguir dois tipos de arquitecturas para aplicações móveis:

- **Acesso em tempo-real:** o dispositivo móvel deve sempre ligar-se à rede para permitir o acesso à informação, visto que nenhuma informação é armazenada localmente. O pedido é enviado ao servidor que, após encontrar a informação desejada, envia o resultado do pedido ao dispositivo móvel. Estas acções só são possíveis quando a ligação está disponível. No caso de não ser possível a ligação, o dispositivo não consegue comunicar com o sistema servidor.
- **Sincronização:** o dispositivo móvel liga-se ocasionalmente à rede para sincronizar a informação com o servidor. O utilizador tem a informação sempre disponível, independentemente da sua localização, mas necessita de sincronizar a informação sempre que for necessário.

2.2.1 Redes sem fios

A tecnologia *Wi-Fi* (*Wireless Fidelity*) inclui todos os produtos que respeitam o conjunto de normas 802.11 criado pelo *Institute of Electrical and Electronic Engineers*⁷ (IEEE, 2003). A mais conhecida é a norma 802.11b, que utiliza a banda de 2,4 Ghz (a mesma frequência usada por um microondas ou por um telefone sem fios), e transfere dados a uma velocidade de 11 megabits por segundo (11 Mbps). A norma 802.11a trabalha na banda de 5 GHz, e consegue transferir dados até 54 Mbps. A mais recente, 802.11g é compatível com a 802.11b, e trabalha também na banda de 2,4

⁷ Instituto de Engenheiros Eléctricos e Electrónicos

GHz e tal como o 802.11a, pode transferir dados até 54Mbps. Esta tecnologia tem um raio de acção de cerca de 1 quilómetro, desde que não existam obstáculos à propagação do sinal de rádio.

A tecnologia destina-se, essencialmente, a redes de computadores e, por enquanto, ainda não está disponível em telemóveis, somente em alguns PDA's. Hoje em dia, os principais utilizadores desta tecnologia são as grandes organizações, que pretendem diminuir as ligações físicas, e potenciar a partilha de recursos. Por exemplo, numa sala com 40 computadores, é possível interligar todas as máquinas a um servidor, e partilhar uma, ou várias impressoras, sem recorrer a um único cabo (IEEE, 2003).

Para implementar um sistema de *Wi-Fi* há que recorrer à instalação de *hardware* de recepção de sinais de rádio, e de pontos de acesso para a emissão e recepção desses sinais. Ainda na área da *Wi-Fi*, estão a começar a aparecer pequenas placas *PCMCIA* que suportam esta tecnologia, mas o seu preço é ainda elevado. Outra das desvantagens, é o facto de consumir muita energia, pois está a enviar, e a receber, informação de equipamentos ligados a grandes distâncias. Quando mais distante estiver o equipamento, mais forte deverá ser o sinal de rádio, e mais energia será consumida para a transmissão.

As redes *Wi-Fi* têm dois modos de funcionamento. Num primeiro modo, funcionam em modo de infra-estrutura, em que cada equipamento de rádio comunica com o ponto de acesso para aceder a outros equipamentos, ou redes, com fios. Este modo é normalmente usado em aplicações comerciais, tanto para ambientes fechados como em áreas abertas, assegurando assim a cobertura de grandes áreas. O segundo modo de funcionamento é a topologia ad-hoc⁸, em que os terminais remotos procedem à troca de dados sem necessidade de um ponto de acesso (Fagundes, 2003).

Prevê-se que o *Wi-Fi Protective Access* (WPA) se torne na norma adoptada para contornar a extrema vulnerabilidade das redes *Wi-Fi* a piratas cibernéticos, melhorando a segurança notoriamente fraca das redes sem fio actuais. A tecnologia *Wi-Fi* existente emprega códigos de segurança que permitem o acesso a uma determinada rede sem fio apenas a utilizadores autorizados. O sistema demonstrou ser inseguro, uma vez que, assim que potenciais intrusos decifram o código, é fácil para eles acederem a informações guardadas nos computadores ligados à rede, tanto mais que o código de acesso não é dinâmico, ficando a rede acessível aos intrusos durante muito tempo. A

⁸ Neste caso, considera-se como ligação directa

tarefa de decifrar é simples para computadores com poder de cálculo suficiente para decifrar esses códigos.

Por isso, o padrão WPA incluirá códigos mais complexos que não serão compartilhados por todos os utilizadores de uma rede. Esses códigos serão alterados regularmente, de modo que um potencial intruso deverá ter menos tempo para decifrar o código antes que ele mude (Wi-Fi Planet, 2003). Estas alterações ao sistema de segurança do *Wi-Fi* tornam as ligações mais seguras. Mesmo assim, o IEEE tem procurado evoluir ainda mais o protocolo, quer em termos de segurança como em termos de emissão de dados e poupança de energia.

2.2.2 Bluetooth

O *Bluetooth* é um sistema de comunicação sem fios de curta distância com alcance de aproximadamente 10 metros, dependendo da existência ou não de obstáculos, e que trabalha na frequência de 2,4 GHz, suportando transmissões de dados de 450 Kbps, com as normas de segurança incorporadas, de modo a não permitir a interferência de utilizadores não autorizados.

Pode considerar-se o *Bluetooth*, como uma alternativa aos cabos e aos infravermelhos. Por exemplo, para que o utilizador possa fazer uma ligação à Internet utilizando um telemóvel, ou um computador portátil, ou PDA, deverá usar cabos, ou infra-vermelhos. Nestes casos, o *Bluetooth* permite que essa ligação se realize de forma mais rápida, sem que os dois equipamentos tenham de estar muito próximos, ou em linha de vista.

Do mesmo modo, se a sincronização entre um PDA e um computador pessoal for feita através do método tradicional, via cabo, o equipamento necessita de estar fisicamente ligado ao computador. Com o uso do *Bluetooth*, esta mesma operação pode ser efectuada mesmo que o PDA e encontre numa sala adjacente à do computador pessoal. Alguns PDA's podem recorrer também ao Bluetooth para imprimir directamente para uma impressora (Bluetooth, 2003).

Na altura do seu aparecimento, o *Bluetooth* destinava-se essencialmente aos terminais móveis (telemóveis) e aos PDA's. Mas, ultimamente, foi igualmente integrado nos computadores pessoais, existindo já um diversificado leque de escolha em termos de equipamentos (teclados, ratos e impressoras). No caso dos telemóveis, o *Bluetooth* veio substituir as ligações por infravermelhos

que alcançavam distâncias muito curtas. Hoje em dia, já quase não se utilizam os infravermelhos, existindo a alternativa *Bluetooth*, que não obriga a colocar os equipamentos em linha de vista (Bluetooth, 2003).

Todavia, há um senão: o *Bluetooth* ainda necessita de ser melhorado, não só em termos de funcionalidade, como de segurança, pois existem outras tecnologias com maior alcance e com maior capacidade de transmissão de dados, tais como as redes sem fios.

Por exemplo, a criptografia no *Bluetooth* é utilizada para proteger as transmissões entre os equipamentos na rede. A criptografia é baseada no algoritmo *Secure And Fast Encryption Routine* – SAFER. Este algoritmo foi concebido para ser implementado através de programas, e tem um baixo esforço computacional. Os aspectos de segurança do Bluetooth devem pois ser melhorados para oferecer mais robustez nas transmissões de dados entre os equipamentos da rede (Fagundes, 2003).

Em qualquer dispositivo com *Bluetooth* existem 4 entidades que mantêm a segurança ao nível da ligação: o endereço do dispositivo com *Bluetooth* (*Bluetooth device Address*) que possui 48 bits, que é único para qualquer dispositivo; uma chave privada de autenticação, que é um número aleatório de 128 bits usado para autenticação; uma chave privada de encriptação de 8 a 128 bits que é usada para encriptação; e ainda um número aleatório de 128 bits que muda frequentemente, gerado pelo próprio equipamento com *Bluetooth* (Bluetooth SIG⁹, 2003).

O *Bluetooth* inclui também 3 modos de segurança de perfil de acesso genérico: modo 1 é não seguro; o modo 2 é seguro a nível de serviço; e o modo 3 é seguro a nível de ligação. A diferença entre o modo 2 e o modo 3, é que no modo 3 o *Bluetooth* inicia os procedimentos de segurança antes da ligação estar estabelecida. Existem diferenças a nível de segurança para serviços e para dispositivos. Para dispositivos, o equipamento ou é de confiança (acesso sem restrições a todos os serviços), ou sem confiança (*untrusted*). Para serviços, existem aqueles que necessitam de autorização e autenticação, aqueles que necessitam de autenticação, e ainda os serviços abertos a todos os dispositivos (Bluetooth SIG, 2003).

⁹ Special Interest Group – Grupo de Interesse Especial na disseminação desta tecnologia

2.2.3 General Packet Radio Service (GPRS)

O GPRS (*General Packet Radio Service*) é um serviço de dados que permite o envio e a recepção de informação através de redes celulares móveis tais como as redes GSM¹⁰.

Suportado num sistema de comutação de pacotes que otimiza a utilização do espectro na interface rádio, o GPRS permite a um terminal móvel aceder a serviços de dados, por exemplo a Internet, com débitos mais elevados do que os permitidos com a actual tecnologia GSM. Com um débito máximo teórico de 171,2 Kbps (utilizando os 8 *time slots* do GSM simultaneamente) conseguem-se ganhos significativos na velocidade de transmissão de dados (Nuntius, 2003).

Nas redes digitais e analógicas, as grandes áreas de cobertura são divididas em áreas mais pequenas designadas por células. Quando um utilizador sai do espaço geográfico de uma célula para outra, a ligação é transferida sem interrupção. Através da utilização partilhada de canais rádio, o GPRS permite uma melhor gestão de tráfego, permitindo o acesso ao serviço de um maior número de utilizadores numa mesma célula (GSM World, 2003).

Atendendo a que esta tecnologia assegura uma filosofia do tipo "sempre ligado", abre-se caminho ao desenvolvimento de novos serviços e aplicações, tais como:

- O acesso à *World Wide Web*¹¹.
- O acesso a caixas de correio electrónico sem necessidades de conversão de protocolos.
- A transmissão de mensagens longas, visto que não tem as limitações do SMS¹² (160 caracteres).
- A possibilidade de transmissão de áudio com qualidade comercial.
- A transmissão de imagens ou pequenos vídeos.

¹⁰ *Global System for Mobile communications*, ou seja Sistema Global para comunicações Móveis

¹¹ Serviço de hipermédia que actua sobre a Internet

¹² Serviço de Mensagens Curtas

Para ter acesso a esta tecnologia, basta dispor de um telemóvel, ou de um terminal móvel, como um PDA, que suporte GPRS, e uma assinatura de uma rede de telefones móveis que suporte a tecnologia.

Mas o GPRS é contudo limitado. A velocidade de transmissão de dados é mais baixa que o valor teórico, porque os operadores de redes celulares não disponibilizam os 8 *time slots*, sem protecção de erros, a um só utilizador. Outra limitação é o atraso de tráfego causado pelos pacotes que são enviados em todas as direcções para chegar ao mesmo destino, aumentando a probabilidade de um desses pacotes se perder ou ficar corrompido durante a transmissão da ligação rádio. Devido a este facto, o GPRS incorpora estratégias de verificação de dados e retransmissão, o que provoca alguns atrasos no tráfego (GSM World, 2003).

2.2.4 Comunicação através da sincronização

Algumas aplicações móveis não necessitam que a informação seja actualizada constantemente. Para tal, é comum utilizar o meio normal de sincronização de informação entre o PDA e o computador pessoal: o gestor de sincronização.

Este método é muito frequente devido ao facto de não tornar necessário a aquisição de mais equipamento, por vezes muito dispendioso, pois tudo que é necessário está incluído quando se adquire um PDA. A ligação pode ser efectuada através da porta série (por meio de um berço de sincronização), USB¹³, por *Bluetooth*, por *Wi-Fi* ou através de ligação por modem. Após a sincronização da informação, esta também fica disponível no servidor, podendo o utilizador aceder e alterar a informação. Quando for executada uma nova sincronização, o PDA é actualizado com a nova informação, o mesmo acontecendo com o servidor. Na sincronização da informação, são utilizadas as condutas necessárias para que cada aplicação no computador pessoal reconheça os seus ficheiros, porque o gestor de sincronização não reconhece o tipo de informação que está a transferir, somente a que aplicação se destina esse tipo de ficheiro.

A sincronização é uma tecnologia fiável e de baixos custos. A espera para obter informação é menor, pois não existe o ciclo de pedido e resposta para ver nova informação (Synchrologic, 2003).

¹³ *Universal Serial Bus* é uma interface de ligar e utilizar entre o computador e dispositivos

A grande desvantagem prende-se com o facto de que em certas actividades é obrigatório uma actualização constante da informação. É necessário ter em consideração todos estes aspectos ao escolher este tipo de comunicação.

2.3 Plataformas de computação móvel

Existem no mercado vários equipamentos de computação móvel, que diferem entre si sobretudo no que diz respeito ao sistema operativo que utilizam. Por isso, estes dispositivos são designados precisamente de acordo com o sistema operativo que utilizam, sendo as seguintes três variantes as mais comuns: o Palm, o PocketPC, e o SymbianOS.

2.3.1 Palm

A plataforma Palm é o termo utilizado para identificar todos os equipamentos que utilizam o PalmOS. Hoje em dia o termo também é utilizado para denominar a linha de equipamentos que são compatíveis com esse sistema. Nesse caso fala-se "compatíveis com a linha Palm" ou "compatíveis com a plataforma Palm", já que o sistema operativo que controla os dispositivos Palm foi licenciado por outros fabricantes, para além da empresa que o criou. Por exemplo, além da PalmOne¹⁴, diversos fabricantes como a Sony¹⁵, com a sua linha Clié, e a Handspring¹⁶, possuem modelos compatíveis com o Palm. Este sistema está actualmente disponível na versão 5.1, incluindo já funcionalidades de multimédia, tais como a reprodução de áudio e vídeo digital (Palm Source, 2003).

Memória e Armazenamento de Dados

Do ponto de vista da memória, o Palm opera com dois tipos: ROM¹⁷ e a RAM¹⁸, que são contidas em módulos, designados por placas. A ROM contém o sistema operativo do sistema, além das aplicações de origem, e a RAM é utilizada para aplicações que o utilizador instala e para dados das aplicações. Como a RAM é alimentada pelas baterias do Palm, os dados estão seguros quando o

¹⁴ [Http://www.palmone.com](http://www.palmone.com)

¹⁵ [Http://sonyelectronics.sonystyle.com/micros/clie/](http://sonyelectronics.sonystyle.com/micros/clie/)

¹⁶ [Http://www.handspring.com](http://www.handspring.com)

¹⁷ Memória só de leitura

¹⁸ Memória de acesso aleatório

Palm está no modo de “baixo consumo”, mas os dados perdem-se se o Palm ficar sem alimentação por mais de um minuto, por isso é importante transferi-los para o PC antes do PDA ficar totalmente sem bateria. A RAM do Palm divide-se em RAM dinâmica e RAM de armazenamento. A RAM dinâmica contém aplicações, que não são mantidas em ROM, e dados do sistema. A RAM de armazenamento (corresponde a um disco rígido, num computador pessoal) guarda os dados do utilizador e está configurada para não ser volátil, visto que pertence ao tipo de memória *Flash* (Maxwell, 1999).

Relativamente ao armazenamento de informação, o Palm utiliza um modelo eficiente de bases de dados, pois o seu SO utiliza apenas a memória principal, modificando os dados directamente na memória primária, sem os armazenar noutra local. Logo, o resultado deste modo de funcionamento é uma maior velocidade de processamento. O conteúdo dos registos de dados depende da aplicação, porque as várias aplicações utilizam os dados de modo diferente, mas a organização e formatação das bases de dados é idêntica em todo o sistema. Isto é extremamente importante para assegurar a simplicidade da sincronização com as aplicações correspondentes no computador pessoal. As linguagens nativas na plataforma Palm são o C e o C++. As aplicações que são executáveis no PalmOS têm a extensão PRC (Maxwell, 1999).

O Gestor de Sincronização pode transferir as bases de dados sem necessitar de possuir qualquer conhecimento específico sobre os dados. Assim, os dados das aplicações são acedidos directamente a partir da memória primária, sendo as próprias aplicações acedidas e lançadas pelo mesmo método. A passagem de uma aplicação para outra é, por isso, imediata, porque o SO fecha a primeira aplicação, e lança a segunda, com os dados modificados, também armazenados na memória primária.

O sistema apenas suporta a utilização de uma aplicação de cada vez, não existindo o conceito de multi-tarefa, o que impede o utilizador de aceder a nova informação quando está a imprimir, ou a enviar informação. O sistema foi concebido para ser prático e rápido. Não havendo multi-tarefa, o consumo de energia é mais eficiente, pois o processador não é constantemente solicitado (Maxwell, 1999).

Modos de Energia

Devido ao modo como os dados são armazenados, e atendendo às necessidades do utilizador, é necessário um sistema de alimentação que permita poupar em termos de consumo de energia. Assim, Palm funciona sob três modos de alimentação: adormecido (*sleep*), repouso (*idle*) e activo. No modo activo, o processador interpreta a entrada de dados, e executa instruções. Mas, logo que o processador deixa de receber instruções para processamento, o Palm passa para o modo de repouso (que praticamente não se distingue do modo activo) em que, do ponto de vista do utilizador, o dispositivo está ligado, o ecrã é visível, e o relógio do sistema está a funcionar. Mas quando está no modo de repouso, o processador não está disponível para executar instruções, e a unidade só volta a consumir energia quando o sistema detecta que o utilizador procedeu a uma nova introdução de dados. Por outras palavras, toca-se no ecrã com o estilete e o modo activo volta a ser activado. Mas, por exemplo, se o utilizador estiver a ler um documento, o processador desliga-se até à passagem para a página seguinte, e este processo de activar e desligar ocorre continuamente, de acordo com as necessidades.

O modo de adormecimento ocorre quando o sistema permaneceu em repouso durante alguns minutos. O processador, o relógio do sistema, e o ecrã são desactivados, mas, uma vez mais, assim que se detecta a entrada de dados pelo utilizador, o dispositivo sai do modo adormecido, e passa directamente para o modo activo (Maxwell, 1999).

Graffiti

Embora o Palm possua um teclado visível no ecrã, o principal método para a introdução de dados consiste em usar a interface, juntamente com o estilete, através de um modo de escrita conhecido por *Graffiti*. A secção do lado esquerdo da área de escrita (na parte inferior do Palm) destina-se ao texto e a secção do lado direito destina-se a dados numéricos. Ambas as secções processam os sinais de pontuação e comandos do cursor. O utilizador desenha caracteres que representam letras, algarismos e sinais de pontuação dentro do rectângulo respectivo. Os últimos modelos da linha Palm, utilizam o *Graffiti 2*, que já permite fazer a introdução de caracteres em toda a área táctil do ecrã. Após as pressões do estilete no ecrã serem interpretadas como uma série de pontos, esta informação passa para a memória temporária. O SO lê esta memória, e traduz os pontos para os caracteres apropriados, que de seguida apresenta no ecrã (Maxwell, 1999).

O sistema *Graffiti*, é controlado por quatro elementos do SO: o gestor de eventos, o gestor do estilete, o gestor do *Graffiti* e o interpretador do *Graffiti*. Quando o estilete toca na área de apresentação do *Graffiti*, o gestor de eventos chama o gestor do estilete e informa-o da localização do pixel (coordenadas x e y). Quando o estilete se desloca, o gestor de eventos indica ao gestor do estilete, ou à aplicação, a localização dos pixéis percorridos, incluindo as coordenadas finais em que o estilete é levantado do ecrã (Maxwell, 1999).

A informação sobre os pixéis é armazenada numa memória temporária designada por “fila de espera do estilete”. Quando o sistema recebe esta mensagem chama o gestor do *Graffiti*, que por sua vez permite ao interpretador do *Graffiti* determinar o carácter representado pelo traçado do estilete. Neste ponto, o carácter é colocado noutra área temporária designada por “fila de espera da tecla”.

Do ponto de vista do utilizador, o *Graffiti* funciona bem porque os caracteres assemelham-se aos símbolos alfanuméricos, e porque, logo que a memória temporária descarrega uma série de pontos, o sistema fica pronto a aceitar outra entrada de dados. Isto significa que o utilizador pode escrever rapidamente uma série de traços com o estilete (Maxwell, 1999).

Sincronização

Normalmente, e usando o equipamento fornecido pela maioria deste tipo de dispositivos, o Palm liga-se ao computador através de um cabo série, ou USB, que é ligado à sua base de sincronização. Esta base proporciona um conector onde se encaixa o Palm, e possui um botão para iniciar o procedimento de sincronização. No Palm, a sincronização tem o nome de *HotSync*.

Quando o gestor de sincronização está a activo, o computador pessoal monitoriza a porta de entrada dos dados. Quando o botão na base é pressionado, o computador e o Palm executam um reconhecimento mútuo (*handshake*), e o computador inicia o processo de sincronização. Durante o processo, o Palm actua como se fosse o servidor, e o PC como cliente. Todas as solicitações e transferências são iniciadas pelo PC. Sempre que se altera um registo de dados, o sistema operativo PalmOS assinala o cabeçalho desse registo como tendo sido alterado. O gestor de sincronização pesquisa os cabeçalhos do Palm à procura dessas marcas, e solicita que o PDA transfira o registo alterado. Cada registo tem um número individual de identificação, e uma vez transferido, esse mesmo registo mantém o seu número identificador no PC. Assim, o gestor de sincronização pode

pesquisar números de identificação específicos para determinar se é necessário transferir um novo registo, ou apagar um registo existente. Caso o utilizador elimine dados no Palm, os próprios dados são eliminados da memória de armazenamento do PDA, mas a identificação do registo mantém-se, informando de que este foi eliminado. Durante a próxima sessão de sincronização, o gestor detecta a alteração, e apaga o registo que possui o mesmo número de identificação no disco rígido do computador pessoal (Maxwell, 1999).

O gestor sincroniza os dados através de condutas, os programas que asseguram que as acções necessárias são executadas nas devidas bases de dados. As aplicações Palm e as suas equivalentes no computador pessoal partilham uma conduta exclusiva, concebida para trabalhar especificamente sobre os dados da aplicação a que corresponde. No início da sincronização, o gestor verifica o registo do SO do computador pessoal, e coloca em memória todas as condutas instaladas. Isto é utilizado sobretudo para assegurar que existem cópias de segurança das bases de dados do PDA nas aplicações correspondentes no computador pessoal, mas as condutas podem desempenhar outras funções. Por exemplo, na instalação de programas, existe uma conduta que transfere o ficheiro de uma aplicação para o PDA, e acrescenta um ícone correspondente ao ecrã da aplicação. Como se constatou, o Palm OS assegura que o PDA utilize convenientemente a informação (Maxwell, 1999).

A actualização do sistema PalmOS é outra das mais valias desta plataforma: basta executar o programa de actualização no computador pessoal, e a actualização do sistema é feita automaticamente, por sincronização, na ROM do PDA. Contudo, devido à evolução tecnológica (processador e memória), os PDA's da linha Palm mais antigos são incompatíveis com as novas versões do sistema operativo (Palm Source, 2003).

Interface

Em termos de interface, o Palm utiliza ícones para a identificação das aplicações. O sistema de menus é bastante intuitivo, pois organiza as aplicações de acordo com as suas funções, permitindo que a organização seja alterada conforme as preferências do utilizador.

Como dispõe de um ecrã sensível ao toque, para seleccionar uma aplicação, ou executar alguma tarefa, basta que se toque na área desejada. Todos os dispositivos possuem teclas que proporcionam atalhos para as aplicações. Estas teclas podem ser configuradas de acordo com as preferências do

utilizador. Nos modelos mais recentes, a inclusão de um botão central com 5 funções (esquerda, direita, cima, baixo e seleccionar) permitiu reduzir a utilização do estilete, aumentando assim a facilidade de utilização desta plataforma (Palm Source, 2003).

As aplicações que são incluídas no sistema operativo, como se ilustra na figura 1, são práticas e fáceis de utilizar: uma agenda de contactos, uma agenda de compromissos, uma calculadora básica, um bloco de notas, um gestor de tarefas, e um gestor de despesas. Mais recentemente e com a inclusão de tecnologias sem fios, a PalmOne incluiu aplicações para correio-electrónico, SMS e navegação WWW. Saliente-se ainda a existência de uma ferramenta de pesquisa, que procura em todos os registos uma dada cadeia de caracteres.



Figura 1 – O sistema operativo PalmOS

Actualmente, o PalmOS tem capacidades multimédia. É possível reproduzir áudio digital (formato *MP3*, ou em *WAVE*), vídeo digital (formato *MPEG*), e imagens, tais como fotografias (formato *JPEG* ou *BMP*). Os modelos mais recentes têm a capacidade de gravar directamente a voz do utilizador. As aplicações necessárias para utilizar estas novas funcionalidades, tais como o gravador de voz, ou o visualizador de imagens, são fornecidas juntamente com o sistema (Palm Source, 2003).

Existe uma grande quantidade de aplicações gratuitas disponíveis na Internet para realizar uma grande quantidade de funções, tais como cálculos científicos e financeiros, gestão de recursos, navegação na WWW, gestão de bases de dados, e reprodução música e vídeo.

Segurança

O Palm foi originalmente concebido mais como uma ferramenta pessoal do que como uma ferramenta de negócio. Na sua origem, não possibilitava a introdução de uma senha no arranque, mas essa funcionalidade foi introduzida mais tarde. Porém, o PalmOS contém falhas de segurança que permitem ultrapassar as protecções e copiar toda a memória de um PDA para um computador pessoal. Na versão mais recente do sistema operativo, esta falha já se encontra rectificada, contudo existe um grande número de dispositivos que ainda não actualizaram a versão com esta falha (Palm Source, 2003). A cifragem dos dados não é feita, contudo, pelo sistema. Para tal, é necessário adquirir aplicações externas que o façam.

2.3.2 PocketPC

O Windows CE é um sistema operativo para os dispositivos que a Microsoft designa de utensílios de informação, e encontra-se actualmente na versão 3.0. Na visão da Microsoft, estes utensílios variam desde um computador de mão (*handheld*) a telefones móveis, e desde automóveis com sistema de controlo, a dispositivos de controlo total de equipamento industrial. Com a integração deste sistema num automóvel seria possível a activação por voz, comunicação sem fios, e dispor de um sistema de navegação integrado (Microsoft Mobile, 2003). Esta visão é importante para compreender a concepção do Windows CE, e também da sua portabilidade (Microsoft Mobile, 2003).

Interface

A interface do Windows CE é muito semelhante à interface do MS Windows para um computador pessoal, incluindo o mesmo ambiente de janelas com uma barra de tarefas para inicializar e controlar aplicações, e um sistema de pastas e sub-pastas para gestão de ficheiros. Mas, apesar das semelhanças, as aplicações do Windows CE não correm no MS Windows de um computador pessoal e vice-versa apesar de serem escritas em C++ , ou em Visual Basic. O objectivo foi manter o aspecto familiar, mas num ecrã mais pequeno e sensível ao toque. No entanto, a funcionalidade não é tão bem conseguida como noutros sistemas. O simples acto de procurar um contacto na agenda envolve um maior uso do estilete, e activação de mais menus do que, por exemplo no PalmOS.

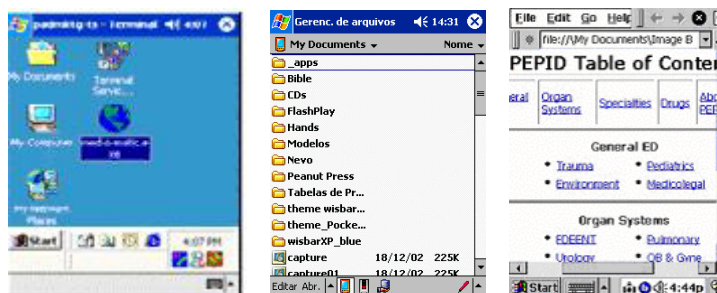


Figura 2 – Exemplo de três ecrãs do sistema operativo Windows CE

Como se mostra na figura 2, o sistema inclui um calendário, uma agenda de contactos, um gestor de tarefas, um bloco de notas, um cliente de correio-electrónico que permite mensagens com ficheiros em anexo, o Pocket Word e Pocket Excel que são as versões móveis do processador de texto e da folha de cálculo do Microsoft Office. Inclui ainda o Pocket Internet Explorer Browser, que é a versão do navegador WWW da Microsoft para PocketPC, o MSN Messenger, que é um programa de mensagens rápidas da Microsoft, e o Windows Media Player, que é a versão para PocketPC do leitor de vídeo e de áudio da Microsoft (Microsoft Mobile, 2003).

Multi-tarefas

O Windows CE é um sistema operativo de 32 bits com a capacidade de multi-tarefa. Esta concepção permite ao sistema executar mais do que uma aplicação ao mesmo tempo. Por exemplo, é possível estar a sincronizar, a aceder a dados numa rede, e a ouvir música enquanto se introduzem dados, ou se visualiza outro tipo de informação. A passagem de aplicação para aplicação pode ser feita através da barra de tarefas (Microsoft Mobile, 2003). Apesar de este ter sido um dos principais objectivos na sua concepção, esta funcionalidade exige muito do processador o que, por vezes, faz esgotar a bateria em algumas horas, e torna os PDA's mais lentos em termos de velocidade de processamento de informação (Microsoft TechNet, 2003).

Modo de escrita

O Windows CE permite que os utilizadores escrevam no PocketPC da mesma maneira que escrevem no papel, sendo possível escrever carácter a carácter, ou utilizando um teclado no ecrã.

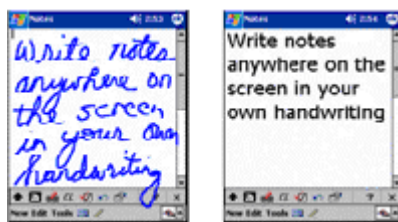


Figura 3 – Reconhecimento de escrita no Windows CE

A ferramenta do sistema para o reconhecimento de escrita designa-se por Transcriber, e é ilustrada na figura 3. Converte a escrita em texto, evitando a necessidade de treinar a máquina para reconhecer a escrita do utilizador, ou evitando que o utilizador aprenda uma nova forma de escrever. Outra funcionalidade importante é o finalizador de palavras (*Word completion*) que, por cada dois caracteres introduzidos, oferece uma lista de 4 palavras para o utilizador escolher. Esta funcionalidade também surge nos dispositivos da plataforma Palm, mas apenas recorrendo a aplicações externas ao sistema operativo (Microsoft Mobile, 2003).

Gestão de energia

Como foi concebido para ser portátil para uma grande variedade de processadores, a gestão da energia depende do dispositivo em análise. Contudo, a API¹⁹ do Windows CE suporta um conjunto de funções de monitorização no PocketPC que permitem que a aplicação determine quanto tempo de vida útil resta à bateria, e se o PDA usa baterias, ou se está a ser alimentado por uma fonte externa, ou mesmo se a bateria está a carregar.

As aplicações devem monitorizar os níveis de energia, e alertar os utilizadores para sair da aplicação antes de a situação se tornar crítica. Para evitar a perda de informação, os PocketPC's possuem uma bateria secundária que permite manter a informação na memória até ser possível carregar a bateria principal (Microsoft Mobile, 2003).

Segurança

A segurança existente neste sistema é em tudo semelhante à existente no Windows para computadores pessoais. Quando se liga o PocketPC, surge um ecrã para a introdução da senha. Só é

¹⁹ *Application Programming Interface.*

possível ter acesso à informação no dispositivo introduzindo a senha correcta. Também é possível cifrar a informação existente no PocketPC. O Windows CE oferece suporte para a implementação de sistemas de segurança para protocolos de comunicação, e para bases de dados. Por exemplo, se enviarmos informação através da funcionalidade de rede virtual privada que está incluída no sistema, a informação é cifrada antes de ser enviada (Microsoft TechNet, 2003). Esta funcionalidade também está incluída na última versão do PalmOS.

Sincronização

A API do Windows CE permite o acesso a uma base de dados de objectos. Esta base de dados suporta compressão de dados, a busca, a ordenação e a sincronização com um computador através do serviço de *ActiveSync* da Microsoft. O *ActiveSync* inicia a sincronização automaticamente quando o PocketPC é ligado ao computador e continua a operação de sincronização sempre que é feita uma alteração, até se interromper a ligação ao computador pessoal. A operação de sincronização também pode ser activada manualmente. Na verdade, o PocketPC comporta-se como um disco amovível do computador. O *ActiveSync* suporta a sincronização com outros produtos da Microsoft, tais como, o Office, através da sincronização de contactos e correio-electrónico (com ficheiros em anexo) do Outlook, folhas de cálculo do Excel, documentos do Word ou apresentações do PowerPoint. A facilidade de assimilação por estes e por outros membros da família de produtos da Microsoft é a grande vantagem do Windows CE (Microsoft Mobile, 2003). Na verdade, para alguns utilizadores pode ser vantajoso ter um ambiente com que já estão familiarizados, por outro lado, pode constituir a maior desvantagem desta plataforma. Pelo facto do Windows ter de tal modo que ultrapassado as barreiras limitadas pela sua dimensão, tornando-se compacto para dispositivos pequenos e móveis, os utilizadores podem considerar demasiado saturante a uniformização deste sistema operativo.

2.3.3 SymbianOS

O SymbianOS é um sistema operativo mais vocacionado para telefones móveis. Foi concebido para os telefones de 2ª geração, 2,5ª geração e 3ª geração, e suficientemente compacto para a memória de um telefone móvel, tendo na funcionalidade o seu principal objectivo. A sua última versão (a v7.0) já se encontra disponível, mas de momento ainda são poucos os dispositivos que incluem esta versão. As linguagens nativas deste sistema são o C, o C++ e a linguagem Java (Symbian, 2003).

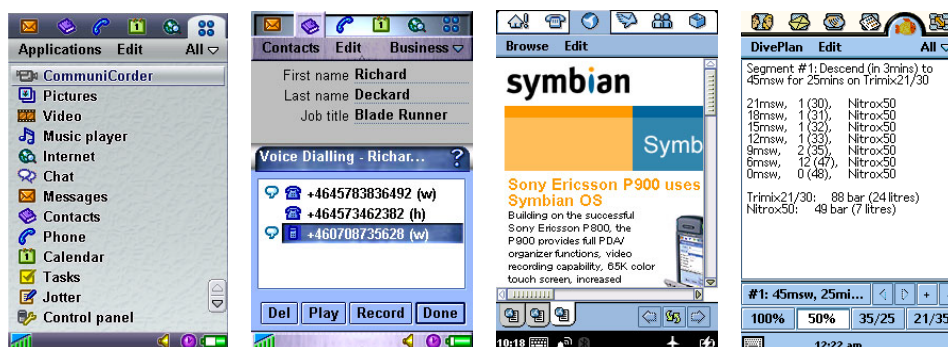


Figura 4 – Exemplo de quatro ecrãs do sistema operativo SymbianOS

As suas principais características incluem:

- Integração da computação móvel com telefonia móvel
- API's flexíveis e modulares, que permitem a criação de aplicações em várias linguagens de programação, principalmente em C, C++ e em Java na sua versão móvel.
- É orientado a objectos e baseado em componentes, possuindo um núcleo que permite a multi-tarefa. Na verdade, apenas uma tarefa é apresentada ao utilizador, pois o ecrã só pode ser controlado por uma só aplicação. No entanto, todas as outras aplicações podem ser utilizadas, ficando a última a ser executada com o controlo do ecrã.

O sistema de ficheiros do SymbianOS associa um documento com a aplicação adequada através de um ícone identificador. Quando é executada uma aplicação, ela passa a ter controlo do ecrã, do teclado e do mecanismo apontador. Apesar de poder executar outra aplicação (multi-tarefa), o utilizador nunca se chega a aperceber, pois nada é apresentado no ecrã que indique que outra aplicação está a ser executada (Symbian, 2003).

As aplicações incluídas no SymbianOS variam desde gestores para informação pessoal a aplicações de comunicação, passando pelas aplicações multimédia. Assim, o sistema possui uma agenda, uma lista de contactos, uma folha de cálculo, e um álbum fotográfico. Na área da multimédia, tem capacidade de leitura de ficheiros de áudio e vídeo, bem como suporte para imagens nos formatos mais comuns. Possui um navegador de WWW e serviços de mensagens como o *Enhanced Messages*²⁰ (EMS) que permitem animações, e o *Multimedia Messages*²¹ que permite o envio e a

²⁰ Mensagens com mais capacidade que o SMS

²¹ Mensagens multimédia

recepção de imagens e clips de vídeo. Suporta também a recepção e o envio de faxes, e permite a comunicação através dos protocolos Bluetooth, GPRS e IrDA (Symbian, 2003).

Sincronização

Para sincronizar a informação com qualquer outro dispositivo, o SymbianOS utiliza o *SyncML Data Sync*, que deriva do *SyncML*. O *SyncML* é uma norma aberta da indústria para a sincronização de dados. Permite a sincronização de qualquer tipo de dados, de qualquer aplicação, em qualquer dispositivo, e através de qualquer rede. Foi concebido para encaixar nas especificidades dos telefones móveis, tais como a baixa largura de banda, as ligações não seguras, e a alta latência das redes. Como pode sincronizar qualquer tipo de dados, é particularmente útil para sincronizar informação pessoal, tal como entradas da agenda, tarefas, contactos, clips de vídeo, imagens e ficheiros de áudio (Symbian, 2003).

2.4 Ferramentas de desenvolvimento para aplicações móveis

Existem várias ferramentas de desenvolvimento para cada plataforma analisada, sendo que umas são gratuitas, e outras comerciais. A diversidade de linguagens de programação existente torna necessário a reduzir a lista de ferramentas a escolher as que são mais conhecidas, e mais utilizadas para cada plataforma.

É necessário diferenciar as diversas ferramentas de programação pelo modo de desenvolvimento que permitem, e pelo modo de execução da aplicação final na plataforma a que se destina. Certas ferramentas permitem o desenvolvimento rápido, isto é, utilizam elementos gráficos para criar formulários e interações com o utilizador. Neste grupo de ferramentas, algumas são bastantes completas, incluindo um ambiente integrado de desenvolvimento (IDE)²² com *debuggers*²³, e emuladores²⁴, permitindo a detecção de erros no código, ou a verificação do funcionamento da aplicação. Outras ferramentas não criam ficheiros que são executáveis directamente pelo sistema operativo do PDA. Para utilizar a aplicação é necessário carregar um interpretador que serve de tradutor para a linguagem de programação quando esta é executada no PDA. Assim, executa-se o interpretador, e este exhibe uma lista de aplicações que reconhece. Após a escolha da aplicação, o

²² *Integrated development Enviroment*

²³ Detectam erros de sintaxe no código da aplicação

²⁴ Simulam o sistema operativo móvel.

utilizador pode executá-la normalmente a partir do interpretador. Em muitas ferramentas de desenvolvimento, é este interpretador que permite fazer o desenvolvimento multi-plataforma, bastando instalar o interpretador correcto para cada plataforma.

Apresentam-se a seguir as características principais das ferramentas de desenvolvimento de aplicações móveis mais representativas.

Visual Form Design – é um ambiente integrado de desenvolvimento gratuito para criar aplicações para PalmOS baseadas em formulários. A linguagem de programação que utiliza é o C.

CodeWarrior – é a ferramenta comercial mais utilizada para desenvolver aplicações para o PalmOS. É multi-plataforma pois também desenvolve aplicações para SymbianOS. Para executar uma aplicação em qualquer dos sistemas não é necessário recorrer a um interpretador pois a linguagem de programação utilizada é o C, ou o C++.

PocketC – É uma aplicação comercial que permite criar aplicações em C para o PalmOS, ou o Windows CE. O PocketPC fornece dois ambientes de desenvolvimento: um funciona directamente no PDA, usando um compilador que possui funções de simples editor de código, e outro que permite editar e compilar no computador pessoal, para mais tarde ser sincronizada para o PDA onde será executada.

Pendragon Forms – é um ambiente de desenvolvimento gráfico comercial para PalmOS. Essencialmente, os formulários são construídos através de técnicas de arrastar-e-largar, com a possibilidade de incluir código para executar tarefas mais exigentes. No entanto, necessita de um interpretador para executar as aplicações. Possui muitas funcionalidades para a utilização de bases de dados, e para as novas funções multimédia.

PDA Toolbox – ferramenta comercial para desenvolver aplicações para o PalmOS e Windows CE, baseadas no método de arrastar-e-largar, incluindo funcionalidades para aceder a bases de dados. Além de ser fácil de utilizar, não necessita de um interpretador para executar os programas, pois cria ficheiros executáveis (PRC) para PalmOS, e ficheiros executáveis (EXE) para o Windows CE.

Mobile Builder – ferramenta comercial de desenvolvimento para PalmOS e Windows CE. A mesma aplicação pode ser transportada de uma plataforma para outra bastando para isso seleccionar qual a nova plataforma no ambiente de desenvolvimento. A execução da aplicação no PDA fica a cargo de um interpretador que deve ser o adequado a cada plataforma. Possui, no seu ambiente de desenvolvimento, um *debugger* para a plataforma seleccionada.

AppForge MobileVB – ferramenta de desenvolvimento, que se integra no Visual Basic da Microsoft, para aplicações de PalmOS, Windows CE e SymbianOS. A aplicação usa Visual Basic com controlos específicos do AppForge, que são semelhantes aos do próprio Visual Basic, mas preparados para a plataforma em causa. Para cada plataforma é necessário a instalação de um interpretador para utilizar a aplicação, sem ser necessário proceder à alteração de código para a executar nas várias plataformas. A ferramenta é comercial, mas o interpretador pode ser distribuído gratuitamente.

Windows CE Toolkit²⁵ para o Visual Basic 6.0 ou Visual C ++ 6.0 – para utilizar este conjunto de ferramentas gratuitas, é necessário uma versão comercial do Microsoft Visual Basic 6.0, ou do Microsoft Visual C++ 6.0. Este conjunto de ferramentas ajuda os programadores a criar, corrigir e testar aplicações para o Windows CE através de um *debugger* e de um emulador de Windows CE (executável apenas no Windows NT).

Satellite Forms MobileApp Designer – uma ferramenta comercial de desenvolvimento rápido para PalmOS e Windows CE, que permite desenvolver rapidamente aplicações móveis que se integram com facilidade com aplicações de base de dados no computador pessoal, através de tecnologias sem fios. A criação é simplificada por arrastar-e-largar, com a possibilidade de utilizar código semelhante ao Visual Basic para criar aplicações mais complexas.

SmallBASIC – editor gratuito para PalmOS em linguagem Basic com uma interface simples e com capacidades matemáticas e gráficas. A criação de aplicações é feita na própria plataforma, utilizando o editor para executar as mesmas. Requer conhecimentos de Basic, mas não é aconselhável para a criação de aplicações complexas.

²⁵ Conjunto de ferramentas

SuperWaba – ferramenta gratuita de código livre que pode ser executada num computador pessoal, e num PDA com PalmOS, ou com Windows CE. A máquina virtual da linguagem suporta Java e bibliotecas em C. Para desenvolver uma aplicação é necessário a máquina virtual, mas para a executar só é necessário dispor de um interpretador.

Sun ONE Studio, Mobile Edition – ferramenta comercial com ambiente integrado de desenvolvimento para a criação de aplicações em Java 2 Micro Edition²⁶ (J2ME). Na edição normal do Java (J2SE – Java 2 *Standard Edition*) foram introduzidas novas classes para aumentar as potencialidades das aplicações desenvolvidas em relação ao Java 1.1. O J2ME é um sub-conjunto do J2SE que está direccionado para a computação móvel, mas que não suporta totalmente o J2SE. O J2ME permite que qualquer aplicação Java seja executada em dispositivos móveis com poucos recursos. Não se trata pois de uma nova linguagem, mas sim de uma adaptação da tecnologia Java para PDA's ou telefones móveis.

Apresentam-se no Apêndice 1, uma tabela contendo os endereços *Web* das várias ferramentas analisada nesta secção.

²⁶ Edição para dispositivos pequenos

3 Aplicações móveis para cuidados de saúde

Os médicos, principalmente nos Estados Unidos da América, estiverem sempre mais atentos à evolução das tecnologias que podem melhorar as suas actividades profissionais. Um dos primeiros exemplos foi a utilização generalizada de *beepers*²⁷ para facilitar a notificação dos médicos. Em muitos casos, os hospitais criaram o seu próprio serviço de mensagens para acelerar o contacto. Com o surgimento do PDA, a primeira utilização que os médicos fizeram foi da agenda de contactos e agenda de compromissos para a marcação de actividades e consultas. O passo seguinte consistiu em utilizar os PDA's para armazenar informação sobre os medicamentos e dosagens. Com a melhoria das capacidades das plataformas móveis, os médicos tornaram-se mais exigentes, e os próprios hospitais viram a enorme potencialidade deste tipo de equipamento para as actividades diárias num serviço de Saúde (Health Data Management, 2002).

Na maioria dos casos, os médicos adquirem o PDA para melhorar o seu desempenho, recorrendo às diversas aplicações que existem livremente na Internet. Noutros casos, os hospitais apenas generalizam o uso de uma determinada aplicação para uniformizar o tipo de informação disponível. Como o PDA pertence ao médico e não ao hospital, este pode levar o PDA consigo. Este tipo de acção originou a criação de uma lei no congresso americano para proteger os dados dos doentes.

As organizações que adoptem a computação móvel devem pois analisar os parâmetros do *Health Insurance Portability and Accountability Act* (HIPAA) para a tecnologia, política e procedimentos de informação que identifiquem o paciente em dispositivos electrónicos. O maior ponto do HIPAA com maior interesse em relação à computação móvel refere-se à sua grande vantagem, isto é, à portabilidade de informação do paciente. Os dispositivos de computação móvel oferecem um maior risco do que os computadores portáteis, de serem roubados ou perdidos, podendo perder-se informação confidencial, que diga respeito ao doente. Para alguns casos, a segurança do sistema, com autenticação por nome do utilizador e senha é suficiente, mas em relação à informação que é acedida ou transportada fora do hospital, a lei indica a necessidade de maior protecção na rede hospitalar, ou no próprio dispositivo, como primordial para impedir o acesso de invasores (Health Information and Management Systems Society, 2002).

²⁷ Equipamento electrónico usado para notificar o utilizador que deve verificar as mensagens num servidor através do telefone.

3.1 Visão geral de aplicações móveis para cuidados de saúde

Ao dispor dos profissionais de saúde existem várias aplicações, comerciais e sem custos, disponíveis na Internet, quer para Palmos, quer para Windows CE. Estas estão mais direccionadas para os médicos, devido às suas necessidades de executarem as suas tarefas de uma forma rápida e sem procurar informação, mas também existem algumas aplicações móveis para enfermeiras.

As aplicações dividem-se de acordo com os vários tipos de informação que disponibilizam ou que permitem introduzir. Algumas aplicações móveis até permitem, através de um programa específico, a sincronização da informação com um computador pessoal. Um tipo de aplicação muito útil inclui os calculadores. Estes auxiliam os clínicos na dosagem dos medicamentos tendo em conta o tipo de medicamento, a idade do paciente, o peso, a via de administração (oral ou intravenosa), fazem cálculos metabólicos, e de distribuição das calorias, colesterol, risco cardíaco, incluindo mesmo tabelas de crescimento. Existem aplicações que são autênticas enciclopédias de doenças, e que auxiliam os clínicos na identificação dos sintomas, e dos métodos de terapêutica, e respectivos medicamentos. Existem também enciclopédias de medicamentos de marca, ou genéricos, que informam os médicos sobre as suas aplicações, e em alguns casos sobre o tipo de doença ou sintomas a que se indicam, bem como sobre as contra-indicações ou efeitos secundários. Para além disso, e em relação aos doentes, existem aplicações que permitem registar o historial clínico do doente, as alergias, os exames, e outros tipos de informação relativas ao doente.

Estas aplicações surgiram devido às necessidades emergentes dos clínicos, mas muitas empresas já atentaram na crescente implementação de tecnologias móveis nos hospitais. Assim, muitas aplicações que são utilizadas nos hospitais, não são desenvolvidas especificamente para um determinado hospital, mas de uma forma genérica, de modo a adaptarem-se a todos os serviços hospitalares. Estas aplicações podem inclusivamente agrupar todos os tipos de aplicações referidas anteriormente, outras consistem de conjuntos de aplicações separadas para cada actividade. Estas aplicações estão geralmente associadas a um programa que existe no computador pessoal, e que permite a sincronização e integração da informação com o sistema de informação do hospital.

3.2 Análise de casos

Os médicos do Centro Médico Universitário de *Stanford* na Califórnia usam PDA's para aceder a imagens radiológicas. O centro médico usa uma rede de infravermelhos para extrair dados de um arquivo de imagens, e um sistema de comunicação do *GR Medical Systems* no Milwaukee. O acesso mais rápido às imagens permite acelerar o diagnóstico, e evita confusões no arquivamento das imagens. (Health Data Management, 2002).

O Centro Clínico de *Cedars-Sinai* escolheu uma solução baseada em PDA's com acesso a uma Intranet e a uma base de dados para fornecer acesso a informação vital dos pacientes, e com total mobilidade para os médicos. Esta solução, desenvolvida para o centro clínico, permite aos clínicos o acesso sem fios a um motor de pesquisa de informação, e também ao correio-electrónico, e ainda o acesso seguro a informação confidencial do paciente. Antes da implementação, os clínicos acediam à informação do paciente por navegadores da WWW, nos seus computadores de secretária, ou pelo método tradicional – o processo clínico no papel. A dependência do computador limitava a mobilidade nas rondas, e obrigava a realizar uma consulta da informação antes de se observar o doente, e nunca durante a sua observação (ITech Research, 2003).

Para recolher dados do paciente antes de este ser internado, a Cruz Azul e o Escudo Azul de Nova Jérсия estão a patrocinar um programa piloto para recolher, e depois transmitir, dados do paciente, quando este já se encontra no local de tratamento. Quando o paciente chega ao hospital, o PDA é sincronizado com o sistema do hospital, ficando toda a informação necessária automaticamente disponibilizada para os serviços administrativos (por exemplo, nome e seguros), e para os clínicos (por exemplo, os sintomas ou o historial do paciente) (Health Data Management, 2002).

O Hospital *Brigham and Woman* em Bóston, uma afiliação de ensino da Escola Médica de Harvard, tem a capacidade de fornecer informação do paciente no local de cuidados, e possui um processo mais eficiente de facturação. Segundo o vice-presidente Monte Brown, uma melhoria no acesso à informação essencial do paciente, acompanhada pela redução de trabalho administrativo, significa uma melhoria nos cuidados e nos serviços prestados aos pacientes (Palm Boulevard, 2003).

No Centro Médico do Sagrado Coração de Spokane em Washington, enfermeiros e clínicos na Unidade Cardíaca de Cuidados Avançados usam PDA's para auxiliar nos cuidados prestados ao

paciente, dando acesso a informação do paciente a enfermeiras e médicos de qualquer local da unidade, através da rede *Wi-Fi* existente no hospital. Nas rondas efectuadas na unidade, cada médico é acompanhado pela enfermeira de serviço que possui um PDA. Em lugar de usar papel para processos e análises de laboratório, ou mesmo o computador existente no corredor, o uso do PDA dá acesso imediato a resultados de laboratório, sinais vitais, lista de medicamentos, e historial do paciente, para todos os pacientes internados na unidade de 30 camas (Palm Boulevard, 2003).

No Sistema de Saúde de St. Mary's em Indiana, os clínicos usam um PDA com aplicações comerciais e de distribuição livre, tais como compêndios de medicamentos e de doenças, e bases de dados de informação de pacientes, de modo a ter-se acesso à informação do paciente, incluindo os resultados de laboratório, sinais vitais, e outros dados do paciente (Palm Boulevard, 2003).

A Universidade da Califórnia em Los Angeles, planeou no verão de 2001 que a partir da classe de 2003, os alunos do 3º e 4º ano da Escola de Medicina devem adquirir um PDA ou outro equipamento de computação móvel por duas razões: em primeiro lugar, para disporem de um ponto de acesso a recursos, e em segundo lugar, para preparar os estudantes à prática da medicina no séc. XXI. Para as classes de 2004 e 2005, a escola aconselha um PDA com o sistema operativo PalmOS, e um mínimo de 8 MBytes de memória. Dos estudantes espera-se que sincronizem os seus PDA's com o computador de casa no mínimo uma vez por semana, de preferência no fim da semana, seja para entrega dos dados do processo dos pacientes, seja para receber actualizações a partir do servidor da universidade. As aplicações aconselhadas incluem: uma aplicação de referência de medicamentos, um calculador de medicação, e um programa de segurança, para além do cliente do servidor da universidade que permite entregar os processos dos pacientes (UCLA, 2003).

O Centro Médico *Olympic* em Port Angeles, Washington, introduziu os PDA's nas actividades das enfermeiras. Anteriormente, as enfermeiras introduziam os sinais vitais dos pacientes num computador pessoal. A nova aplicação permite que as 125 enfermeiras, e assistentes de enfermeiras, documentem os sinais vitais dos pacientes, mas também permite o acesso móvel a resultados de testes de laboratório ou radiologia (Health Data Management, 2002).

Para além de médicos e enfermeiras, também organizações de saúde, públicas e privadas, estão a implementar tecnologia móvel. Um desses exemplos é o estado da Pensilvânia, que adoptou para a área da saúde pública o uso de PDA's, de modo a que os trabalhadores locais possam

documentarem a localização de pássaros e de mosquitos. O processo serve para a monitorização da propagação do vírus do Nilo do Oeste (Health Data Management, 2002).

Os casos que ficaram aqui analisados, de forma sucinta, permitem ilustrar os tipos de aplicações móveis que se têm desenvolvido para a área de Saúde, e as vantagens que decorrem do seu uso em actividades dos cuidados de Saúde.

4 Análise e concepção da interface de uma aplicação móvel para cuidados de Saúde

As questões fundamentais que se colocam à partida, e que devem ser respondidas durante a fase do design de uma interface incluem:

- Quem é o utilizador?
- Qual é a tarefa?
- Qual é o ambiente no qual o sistema opera?

O desenvolvimento da interface consiste da consideração cuidada dos seus vários aspectos. O papel da interface é o de proporcionar uma camada de protecção entre o utilizador e o sistema. A interface deve retratar o estado corrente da actividade, e evidenciá-lo ao utilizador, bem como fazer as observações que são pertinentes naquele estado. A interface deve constituir o meio pelo qual os utilizadores organizam o que pretendem fazer e como vão realizar as suas tarefas.

4.1 Identificação e análise de requisitos

O hospital escolhido para a realização do caso de estudo sobre a implementação da aplicação móvel é um hospital de nível 1. Trata-se de um hospital pequeno de concelho que não quis ser identificado. Este hospital possui um laboratório de análises clínicas onde se realizam exames ao sangue, às fezes e à urina, e um laboratório de raios X. O serviço para qual a aplicação foi desenvolvida, é um serviço com quatro médicos de clínica geral, nove enfermeiras (oito em horário rotativo e uma em horário fixo), e uma enfermeira-chefe. O serviço tem 23 camas, distribuídas por oito enfermarias. Os turnos das enfermeiras estão definidos nos seguintes horários rotativos: manhã – das 08:00 horas às 14:00 horas; tarde – das 14:00 horas às 20:00 horas; noite – das 20:00 horas às 08:00 horas. Por cada turno são colocadas três enfermeiras, excepto no turno da noite onde só é colocada uma enfermeira. No entanto, esta colocação está sujeita a alterações, dependendo das necessidades do serviço. Por exemplo, pode ser necessário colocar menos enfermeiras no turno da tarde ou mais uma enfermeira no turno da noite. A enfermeira-chefe, e uma das outras enfermeiras têm um horário fixo das 08:00 horas às 16:00 horas. A segunda enfermeira substitui a enfermeira-chefe nas suas responsabilidades quando esta se ausenta do serviço.

No fim de cada turno, as enfermeiras trocam informação sobre os acontecimentos do seu turno com as enfermeiras que entram ao serviço no turno seguinte. Algumas destas informações constam do processo do doente, outras são informações mais pessoais sobre os doentes. A enfermeira-chefe está presente na passagem do turno da noite para o da manhã, e no da manhã para o da tarde. À enfermeira-chefe estão atribuídas as responsabilidades de gestão e manutenção do serviço em termos de pessoal e de material hospitalar.

O horário dos médicos deste serviço também está distribuído por turnos rotativos à semelhança do que sucede com as enfermeiras, excepto o facto de não trabalharem à noite, nem no fim-de-semana. Por cada turno, estão colocados dois médicos de manhã, e um de tarde. O médico que está dispensado de trabalhar no serviço, está destacado para a consulta externa, de manhã ou de tarde, conforme a sua especialidade. O horário dos médicos é redigido pela administração do hospital.

Cada doente possui um processo de internamento que já existe no hospital ou que o acompanha em caso de transferência. Deste processo, consta o nome completo, a morada, parentes próximos, um número de contacto dos parentes, um historial clínico, sintomas observados na altura da inscrição no Serviço de Urgência, e fotocópias de exames que efectuou. Quando é internado num serviço, são acrescentadas ao processo mais folhas que virão a ser necessárias durante os cuidados diários do doente, tais como uma folha de terapêutica, uma folha de sinais vitais, uma folha para notas clínicas de internamento, uma folha de registos de enfermagem e uma folha de distribuição de unidose. Quando o doente é inscrito no Serviço de Urgência, são criadas etiquetas autocolantes com o seu nome, data de nascimento, sexo, morada e telefone, que são coladas em todas as folhas do processo do doente. Este sistema de organização foi implementado somente no ano de 2000, juntamente com uma rede informática que liga um computador em cada serviço a uma base de dados central. Por motivos de segurança na confidencialidade da informação do paciente, não é permitido aos profissionais de saúde retirarem o processo das instalações hospitalares.

4.2 Perfil de utilizador

As actividades dos futuros utilizadores da aplicação móvel que vão ser consideradas para o design, são todas as actividades que envolvem o uso de papel. É certo que as actividades ou os processos descritos não são só os que estes utilizadores desempenham, mas sim os resultados finais do seu desempenho.

4.2.1 Médico

O perfil do médico inclui os seguintes aspectos:

- O médico escreve o diagnóstico e o tratamento médico do doente no respectivo processo.
- Na visita diária aos doentes, o médico obtém informação através do processo do utente, e através da enfermeira-chefe e, se for necessário, altera o tratamento. Se o doente tem um estado clínico normal, o médico dá alta médica.
- No caso de alta, pode ser necessário realizar um acompanhamento do utente, e o médico marca uma consulta externa.
- Para marcar um exame, o médico preenche uma ficha própria que descreve o tipo de exame: exames analíticos – descreve se são ao sangue, fezes ou urina; exames radiológicos – descreve a parte do corpo a radiografar.
- No diagnóstico, o médico prescreve os medicamentos, a hora para a verificação dos sinais vitais (temperatura, tensões e pulsação) e indica o tipo de dieta: geral, ligeira, mole, diabética, hipolipídica, passada, líquida, hipoproteica, pobre em fibras, sem resíduos.
- O médico deve escrever num processo, com duplicado, os medicamentos e a dosagem diária para cada utente.

4.2.2 Enfermeira-chefe

O perfil da enfermeira-chefe pode caracterizar-se do seguinte modo:

- Emite ordens de serviço, e marca reuniões indicando o dia e a hora.
- Elabora os horários das enfermeiras uma semana antes do término do horário anterior, aceitando pedidos de qualquer alteração de horário em determinada data, antes de se tornar oficial o mapa de horários. Qualquer alteração a efectuar após o horário ser aceite pelo director do hospital só pode ser realizada por motivos de serviço.

- Verifica o inventário do material hospitalar, e em caso de falta de material, faz o pedido por escrito em impresso próprio.
- Envia o impresso de unidose de medicação para a farmácia que, até ordem em contrário, envia diariamente a dose necessária para cada utente.
- Faz a visita diária com o médico e está presente na passagem do turno de manhã e à tarde.
- Quando necessário, desempenha o trabalho normal de enfermeira.

4.2.3 Enfermeira

Finalmente, o perfil da enfermeira inclui as seguintes características:

- No horário especificado pelo médico, a enfermeira verifica os sinais vitais de cada utente, tomando nota dos resultados da temperatura, das tensões e da pulsação, administra a terapêutica prescrita pelo médico e verifica a evolução do estado do doente.
- Introduz notas importantes de serviço no processo do doente
- Informa as colegas do próximo turno sobre o estado do utente através das notas introduzidas no processo do utente, bem como de notas pessoais. Muitas enfermeiras usam cadernos para este efeito
- Preenche um impresso próprio de internamento no serviço para ser incluído no processo do doente.

4.3 Escolha da arquitectura

Para escolher a arquitectura, foi necessário ter em consideração dois factores antagónicos: o primeiro factor reflecte a disponibilidade de fundos nos hospitais para investimento em tecnologia e o segundo factor reflecte as necessidades dos profissionais de saúde. Em Portugal, os hospitais têm uma política de redução de custos associados ao serviço, sendo que cada hospital tem a sua própria visão de redução de custos, a disponibilidade para a implementação de tecnologias móveis irá necessariamente variar de hospital para hospital. No hospital a que se refere este estudo, a implementação do seu sistema informático foi feita no ano 2000 tendo sido introduzido, nessa

mesma altura, um novo processo de utente para ser arquivado num arquivo digital, bem como num arquivo central baseado em papel. Este novo processo de doente aumentou o número de folhas a preencher por utente, aumentando a burocracia no serviço.

Num dia normal do serviço em estudo, o médico e a enfermeira-chefe fazem, pela manhã, uma ronda, para verificar a evolução dos vários utentes, e para tal, necessitam dos processos de cada utente. Os processos estão arquivados num pequeno carrinho que serve também de meio de deslocação para as diversas enfermarias. Após a ronda, e feitas as devidas alterações aos processos, os mesmos retornam ao seu local no serviço e, se necessário, as enfermeiras aplicam as alterações feitas no processo. Ao longo do seu turno, as enfermeiras seguem as indicações dos processos, tais como a medicação, ou a verificação dos sinais vitais nos períodos indicados. Os médicos verificam a evolução do utente ao longo do dia, e fazem novas alterações nas folhas do processo, se tal for necessário.

Neste cenário, quer tomando em conta o baixo custo de implementação, quer os requisitos do serviço, a arquitectura mais indicada é a sincronização da informação. Tudo que é necessário para a sincronização está incluído na aquisição de um dispositivo de computação móvel. Toda a informação pode ser sincronizada através da base de sincronização ou por meio de um cabo USB. Após a ronda, o médico sincroniza a informação com um computador pessoal, e as enfermeiras sincronizam o seu dispositivo pelo mesmo computador pessoal. Assim, não só os PDA's contêm a informação mais actual, como o computador, com ligação ao registo central, contêm um processo actual do utente.

Deve-se salientar que o principal objectivo da aplicação móvel em estudo é disponibilizar informação em qualquer sítio, e em qualquer altura, com a finalidade de substituir as actividades baseadas em papel, diminuindo a burocracia, e os atrasos na tomada de decisão. Como não existe a necessidade de estar constantemente ligado à rede do serviço para obter informação sobre os utentes, a informação está sempre presente no PDA pronta a ser utilizada pelo profissional de saúde.

5 Implementação

5.1 Escolha da plataforma e da ferramenta de desenvolvimento

Para escolher a plataforma para a aplicação móvel, foi necessário ter em consideração vários factores. Um dos mais importantes é o custo actual de cada plataforma no mercado. Como os hospitais têm uma política de redução de custos, já referida anteriormente, a escolha tinha de se centrar numa plataforma mais acessível. Este aspecto é bastante importante, pois esta é a primeira barreira com que se depara a implementação de novas tecnologias nos hospitais.

O segundo factor prende-se com as necessidades do utilizador. Por exemplo, será que estes necessitam que a aplicação seja a cores? Os utilizadores-alvo da aplicação, em conversas informais, não demonstraram essa necessidade. Outro dos factores prende-se com as capacidades dos utilizadores. É de realçar que, dentro dos utilizadores-alvo, um médico e uma enfermeira utilizam computadores Macintosh, com o sistema operativo Apple OS que, em termos de plataforma, é bastante diferente dos computadores que correm o MS Windows. Analisando os produtos de tecnologia móvel que estão disponíveis em Portugal, concluiu-se que a Palm é a plataforma com a relação preço-características mais atraente. Além disso, o programa que permite efectuar a sincronização com o computador pessoal é independente da plataforma, não se integrando com as aplicações instaladas no computador. Como a plataforma em escolha será exclusivamente utilizada para a aplicação, pois não será permitido aos profissionais levarem o PDA para fora do hospital, por motivos de segurança da informação dos utentes, não é necessário a escolha de um produto com muita capacidade de memória. Um dos produtos disponibilizados pela Palm, que preenche estes requisitos é o Palm Zire. Este modelo foi criado pela Palm para se constituir como a vertente económica da sua linha de PDA's. O Palm Zire possui um ecrã em tons de cinzento, 2 Mb de memória, PalmOS 4.1, cabos de sincronização USB e um manual de utilização (Palm Source, 2003). Na verdade, o custo de três PDA's da linha Zire é inferior ao custo de um dispositivo PocketPC, ou Palm, de última geração.

Ao escolher a ferramenta de desenvolvimento, a capacidade de memória da plataforma escolhida foi o aspecto principal que se tomou em conta. Seria necessário a escolha de uma ferramenta que não necessitasse de um interpretador, já que este ocupa mais de 500 Kb de espaço (em muitos casos mais de 1,5 Mb). Então, a aplicação móvel a desenvolver deveria ser executada directamente pelo

PalmOS. Das ferramentas analisadas, a mais indicada para a implementação é o *PDA Toolbox*. Uma das vantagens desta ferramenta é a facilidade com que se pode transferir a aplicação PalmOS para a plataforma Windows CE sem ser necessário alterar o código, pois a ferramenta cria automaticamente um ficheiro PRC executável no PalmOS, e um ficheiro EXE para ser executado no Windows CE.

Dado que o objectivo principal deste trabalho é avaliar a interface, outro motivo que justifica a escolha desta plataforma de desenvolvimento, é que ela permite concentrar o esforço na elaboração da interface do utilizador.

5.2 Implementação de aplicações móveis com o *PDA Toolbox*

O PDA ToolBox é uma ferramenta de desenvolvimento de aplicações móveis com uma interface gráfica, que permite desenvolver a programação em termos de construção de formulários, tal como se ilustra na figura 5.

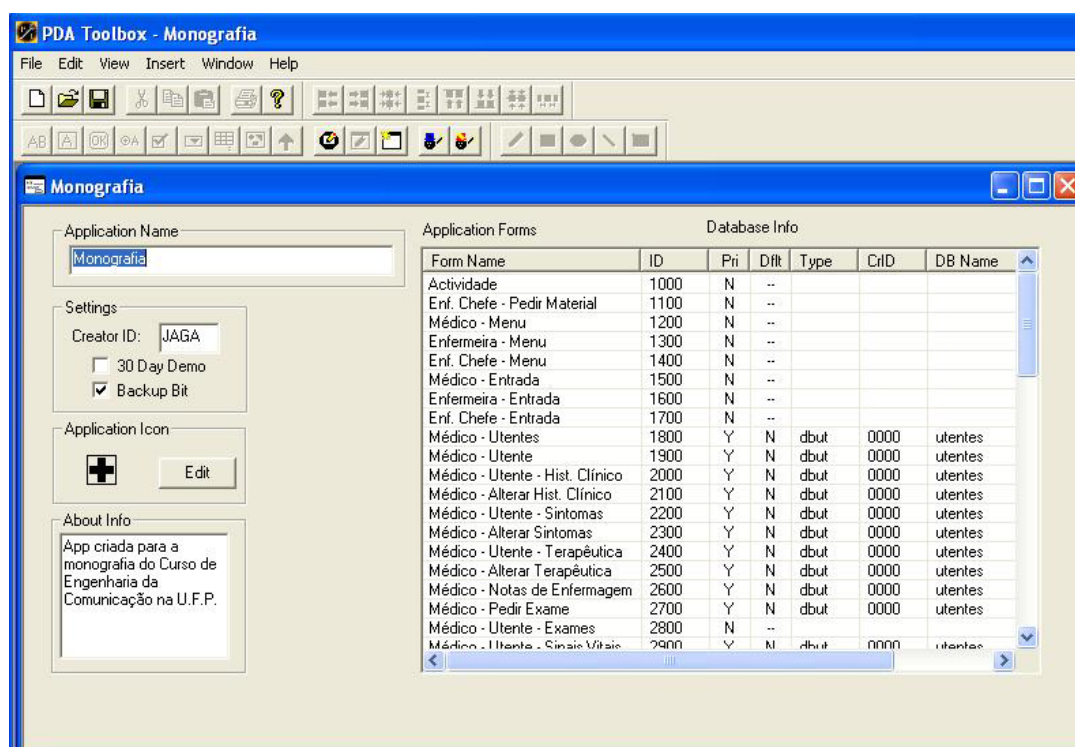


Figura 5 – Interface do PDA ToolBox

Com esta ferramenta, existe a possibilidade de criar o ícone que identifica a aplicação num PDA, o nome da aplicação, permitindo ainda incluir uma limitação de 30 dias de utilização (no caso de se tratar de uma aplicação de demonstração), e seleccionar uma opção que indica ao PDA que deve

sempre fazer uma cópia de segurança não só das bases de dados associadas à aplicação móvel (caso as utilize) como da própria aplicação. No PDA ToolBox, quando se cria um formulário, a base de dados que lhe está associada é criada automaticamente quando o formulário é executado no PDA, estando também disponível para ser partilhada por outros formulários, e até mesmo, por outras aplicações. Cada base de dados está associada a um tipo de base de dados, designado pelo utilizador, e a um identificador do criador. Estes dois valores existem para que aplicações que coexistem no PDA não utilizem uma base de dados que, apesar de poderem ter o mesmo nome, não lhes pertence.

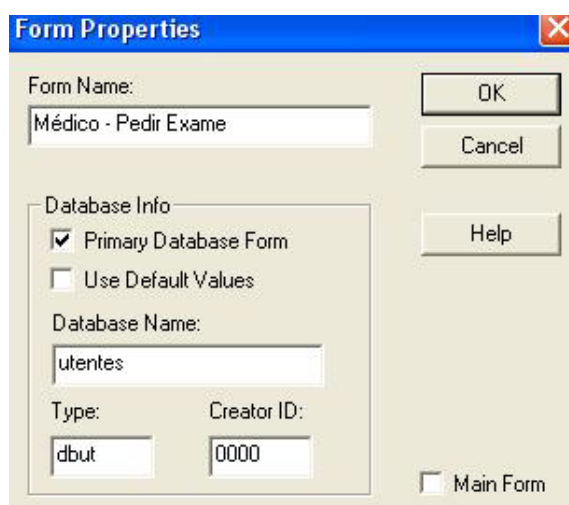
The image shows a 'Form Properties' dialog box. The 'Form Name' field contains 'Médico - Pedir Exame'. The 'Database Info' section has a checked box for 'Primary Database Form' and an unchecked box for 'Use Default Values'. The 'Database Name' field contains 'utentes'. The 'Type' field contains 'dbut' and the 'Creator ID' field contains '0000'. There are 'OK', 'Cancel', and 'Help' buttons on the right. A 'Main Form' checkbox is at the bottom right.

Figura 6 – Propriedades do formulário "Médico – Pedir Exame"

Um formulário tem como propriedades (ver figura 6), para além do nome que o distingue, a possibilidade de ter ligação a uma base de dados. Para tal, é necessário indicar como propriedade do formulário a base de dados que lhe está associado, designando o tipo de base de dados e o seu criador.

Cada base de dados consiste de um número ilimitado de identificadores, todos eles com quatro caracteres de extensão. Na verdade, a base de dados representa uma grande tabela, onde os valores de cada identificador estão na respectiva coluna.

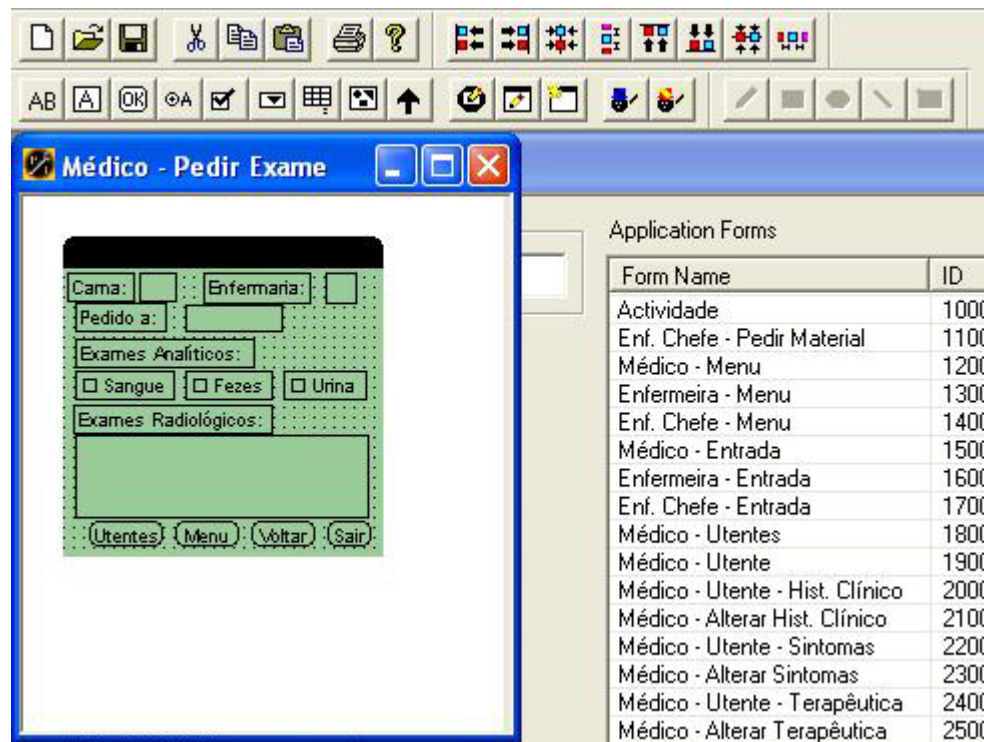


Figura 7 – Construção do formulário "Médico – Pedir Exame"

Como se verifica na figura 7, é possível incluir num formulário vários tipos de controlos, que são caracterizados de seguida:

- O controlo “Etiqueta” é utilizado como um identificador de um campo ou lista. Como exemplos deste tipo de controlo temos, na figura 7, a etiqueta “Cama”, “Enfermaria”, “Pedido a:”, “Exames Analíticos:”, e “Exames Radiológicos”. Este controlo pode ter qualquer valor como texto, e o seu tipo de letra pode ser Normal, Negrito, Grande, ou Grande Negrito.
- O controlo “Campo” é utilizado para introduzir, ou visualizar, os valores associados a uma base de dados. Ao controlo é atribuído um tipo de dados e um identificador para a base de dados (com quatro caracteres). Os dados podem ser do tipo texto, numérico, data, ou tempo, e, dependendo do tipo de dados, variam as restantes propriedades. Por exemplo, no caso de um campo ser temporal, os dados podem ser introduzidos automaticamente pelo sistema, cada vez que se executa o formulário, mas em qualquer dos tipos, os dados podem ser somente de leitura, impedindo o utilizador de os alterar. O seu tipo de letra pode ser Normal, Negrito, Grande, ou Grande Negrito. Como exemplo deste tipo de controlo temos, na figura 7, o campo “cama” que se situa à direita da etiqueta “Cama”, e o campo “enfr” à direita da etiqueta “Enfermaria”, sendo que ambos são, em toda a aplicação, do tipo numérico e

somente de leitura. Ainda como exemplo, o campo “dped” que se situa à direita da etiqueta “Pedido a:” é um campo com dados do tipo data, que é somente de leitura e de entrada automática.

- O controlo “*Check Box*” consiste da implementação da condição de verdadeiro ou falso. Como propriedades, este controlo tem um identificador, e pode ter qualquer valor como texto. A condição inicial (verdadeiro ou falso) pode ser definida pelo utilizador, aquando da criação do controlo. Na figura 7, como exemplo, temos o controlo “Fezes”, o controlo “Sangue”, e o controlo “Urina”. O seu tipo de letra pode ser Normal, Negrito, Grande, ou Grande Negrito.
- O controlo “*Radio Button*” é utilizado quando, de várias hipóteses possíveis, o utilizador só pode seleccionar uma, sendo que cada hipótese tem um identificador distinto. As suas propriedades são semelhantes às do controlo “*Check Box*”.
- O controlo “*Popup List*” permite ao utilizador seleccionar, de uma lista de valores possíveis, o valor a atribuir ao identificador. Os valores da lista podem ser introduzidos aquando da criação do controlo, ou associando este controlo a um campo numa base de dados.
- O controlo Tabela torna possível, através da associação com uma base de dados, a visualização dos valores de controlos (num máximo de cinco) numa tabela. Este controlo permite, caso esteja activada a opção, editar os valores de uma linha noutra formulário.
- O controlo Botão permite aumentar o grau de interactividade na criação de um formulário. Como propriedades pode ter qualquer valor como texto, e pode ter vários tipos de acções, como por exemplo, não ter acção, criar um novo registo, apagar o registo, duplicar o registo, limpar todos os campos, ir para primeiro registo, ir para registo anterior, ir para o registo seguinte, ir para último registo, sair da aplicação, reproduzir um som, ou ainda, ir para um dado formulário. Como exemplos deste tipo de controlo, na figura 7, temos o botão “Utentes”, o botão “Menu” e o botão “Voltar”, que direccionam o utilizador para outros formulários, e o botão “Sair” que permite sair da aplicação, retornando ao sistema operativo do PDA.

Todos os controlos são redimensionáveis, e podem ter qualquer localização no formulário, não se aconselhando a sua sobreposição. As características associadas à forma como se comportam os

controles na criação do formulário, facilitam a manipulação das regras, o que permite introduzir informação no formulário que, apesar de não ser perceptível para o utilizador, é introduzida na base de dados para visualização futura numa aplicação num computador pessoal. Um exemplo da tal manipulação consiste na criação de um controlo “Campo”, somente de leitura, e com uma dimensão bastante reduzida, ao ponto de não ser visualizado quando for executada a aplicação. Como exemplo da aplicação desta funcionalidade, no caso de uma aplicação ter registos de utilizadores (com senha de acesso), quando fosse feita a alteração da informação existente, o autor da alteração seria identificado com a existência de um campo “invisível” para o utilizador.

5.3 Regras para a concepção de interface e funcionalidade da aplicação móvel

Esta secção enumera as regras genéricas que foram observadas no desenvolvimento da interface do utilizador e da funcionalidade da aplicação móvel, neste caso para cuidados de saúde, que se desenvolveu nesta monografia.

5.3.1 Interface

A interface é o elemento do sistema que medeia a interacção entre o ser humano e o sistema (Faulkner, 1998, p.54). Deve proteger o utilizador das idiossincrasias do sistema, e conduzir o utilizador a formar um modelo mental sobre o modo de funcionamento do sistema. Uma boa interface aparenta ser uma forma natural de desempenhar a tarefa. O sistema deve adaptar-se às necessidades do utilizador, e não esperar que o utilizador se adapte à sua forma de funcionamento.

Faulkner (1998) apresenta alguns princípios de design de interfaces para qualquer tipo de dispositivo. A interface deve possuir:

- **Naturalidade:** deve reflectir a semântica do utilizador, e evitar o pré-processamento e o pós-processamento humano. Deve utilizar a linguagem da tarefa num tom claro e pessoal, mas evitando a intimidade. A aplicação deve adaptar-se ao utilizador e não o contrário.
- **Consistência:** deve corresponder e reforçar as expectativas do utilizador, que foram criadas em interacções anteriores no sistema. Deve manter fixa a localização de comandos e utilizar a mesma linguagem das mensagens e localizadas no mesmo sítio. O utilizador não deve

aprender um método para uma área e outro para outra área. A apresentação da informação também deve ser consistente.

- **Relevante para executar a sua função:** a interface deve pedir informação relevante à tarefa, e evitar a introdução de demasiada informação. O sistema não deve pedir o que já foi introduzido noutra área. A informação disponibilizada no ecrã após a tarefa deve ser curta e relevante. O utilizador não deve ter material desnecessário. Para obter essa informação, o utilizador deve usar o mínimo de esforço associado ao uso do teclado, maximizando o desempenho e minimizando a ocorrência de erros.
- **Suporte:** a interface deve ajudar a completar a tarefa, isto é, deve fornecer ajuda sobre como, e o que vai resultar, da operação. Deve informar sobre o estado actual do sistema, respondendo às perguntas do utilizador sobre onde está, como chegou a essa área, o que está a acontecer, como pode sair ou qual deveria ser o próximo passo do utilizador.
- **Flexibilidade:** a interface deve adaptar-se às diferenças nos requisitos, às diferenças das preferências, e aos diferentes níveis de desempenho de cada utilizador, de modo a permitir uma maior adaptabilidade da interface ao utilizador. Deve ter vários níveis de ajuda, e considerar requisitos diferentes em relação à mesma tarefa.

É ainda necessário ter em conta algumas noções de design da interface e da colocação da informação em dispositivos com PalmOS. Nestes dispositivos, os formulários são os vários ecrãs apresentados ao utilizador e os controlos são todos os elementos interactivos.

Neste tipo de dispositivos existe uma restrição imposta à criação da interface: a dimensão do ecrã. Aplicações que necessitam de apresentar grandes volumes de informação (e em particular informação gráfica) não são adequadas a dispositivos móveis. A aplicação tem de ser uma versão reduzida com informação indispensável e mais relevante. Isto permite verificar se uma dada aplicação se adequa à plataforma móvel sem influenciar a sua utilidade (Maxwell, 1999).

Nenhuma aplicação móvel deve agregar grandes volumes de informação num único formulário, visto que isso dificulta a leitura e a compreensão. Deve-se organizar a informação logicamente ao longo de vários formulários (repartição da informação).

Atenção particular deve ser dada à apresentação de informação sob a forma tabular. Várias colunas (que podem ser visualizadas usando uma barra horizontal) dificultam a visualização e a compreensão. Uma solução é apresentar a informação essencial em 2 ou 3 colunas e criar um modo de visualização detalhada vertical.

A parte interactiva do formulário deve ser utilizada para campos de visualização/entrada de dados. Deve-se evitar sempre que possível a complexidade, e os controlos devem ser activados com um único toque, pois o objectivo é facilitar a identificação rápida de informação (dados) e a funcionalidade (controlos). A dimensão dos controlos deve ser confortável para a selecção, evitando a ocorrência de erros ao utilizador. O número de controlos deve ser mantido no mínimo indispensável em cada formulário, para deixar espaço de visualização para os dados do utilizador (Maxwell, 1999).

5.3.2 Funcionalidade

A estética é menos importante que a funcionalidade. Deve-se ter sempre em consideração que a aplicação deve proporcionar o que o utilizador necessita, e não o que o utilizador diz que necessita. Torna-se necessário que o programador conheça a tarefa (Maxwell, 1999).

A utilização de menus numa aplicação permite que o utilizador reconheça a informação em vez de ter que a recordar. Os menus são, por isso, um tipo de diálogo muito comum em muitas interfaces, que permite um conjunto restrito e uma selecção de cada vez. O número de elementos deve estar contido entre 5 e 9. Se for necessário a utilização de mais elementos, criam-se secções agrupadas de acordo com a tarefa. As opções dos menus devem ser identificadas sem ambiguidade em relação à sua funcionalidade, através de nomes sugestivos, tendo em conta que devem ser breves, memorizáveis e óbvios. A ordenação dos elementos pode ser efectuada por frequência (obriga a que o utilizador faça previsões), por ordem alfabética (não exige treino), categórica (as categorias podem não ser óbvias), ou convencional (segue uma ordem convencional como, por exemplo, os dias da semana).

Os botões (controlos) devem posicionar-se no fundo do formulário e nunca na barra de título. Esta disposição permite que os dados nunca fiquem obscurecidos pela mão do utilizador. Não se deve utilizar botões icónicos, é preferível utilizar texto, já que a funcionalidade dos botões icónicos nem

sempre é aparente para todos os utilizadores. Além disso, consomem mais memória do que os botões de texto, tornando a aplicação mais lenta, e aumentando a utilização de recursos.

A disposição de controlos e dos formulários deve ser feita atendendo à “lógica da tarefa”, e deve ser consistente (localização permanente). O formulário principal deve estar à distância de um toque, sendo assim mais acessível. Os formulários secundários devem estar à distância de dois toques, sendo portanto menos acessíveis, já que devem incluir controlos menos frequentes. Os formulários terciários, situam-se a 3 toques de distância, sendo os menos acessíveis, pelo que incluem itens mais avançados para utilizadores frequentes, ou experientes.

Os títulos dos controlos devem possuir legendas bem escolhidas, usando preferencialmente construções afirmativas, numa linguagem acessível, e nunca usar mais de duas palavras (devido ao espaço disponível no ecrã do PDA). Por exemplo, em vez de usar “Não Alterar” deve-se usar “Cancelar”; em vez de “Não Efectuado” deve-se usar “Anulado”. Os erros de introdução de dados devem ser detectados a tempo, de modo a evitar que o utilizador volte a introduzir dados que já introduziu previamente (Maxwell, 1999).

Finalmente, deve-se salientar que a frustração do utilizador é proporcional ao número de passos (toques no ecrã), a multiplicar pelo tempo de execução de cada comando, a multiplicar pela frequência com que este é usado. Por isso, deve-se sempre evitar colocar na interface perguntas irrelevantes porque causam tédio ao utilizador, que pode eventualmente nunca mais usar a aplicação.

5.4 Mapa de navegação da aplicação móvel

Nesta secção apresenta-se o mapa de navegação da aplicação móvel, de modo a ilustrar a estrutura da aplicação e a interactividade com o utilizador. Para representar o mapa de navegação não seguiu nenhuma notação convencional: as caixas representam ecrãs da aplicação e as setas representam hiperligações que são activadas por botões da aplicação.

Na figura 8, mostra-se a parte inicial do mapa de navegação. Como se pode observar, foi definido um ecrã diferente para cada um dos três tipos de utilizadores definidos para a aplicação. O mapa de navegação para cada um destes perfis mostra-se nas figuras 9, 10, e 11.

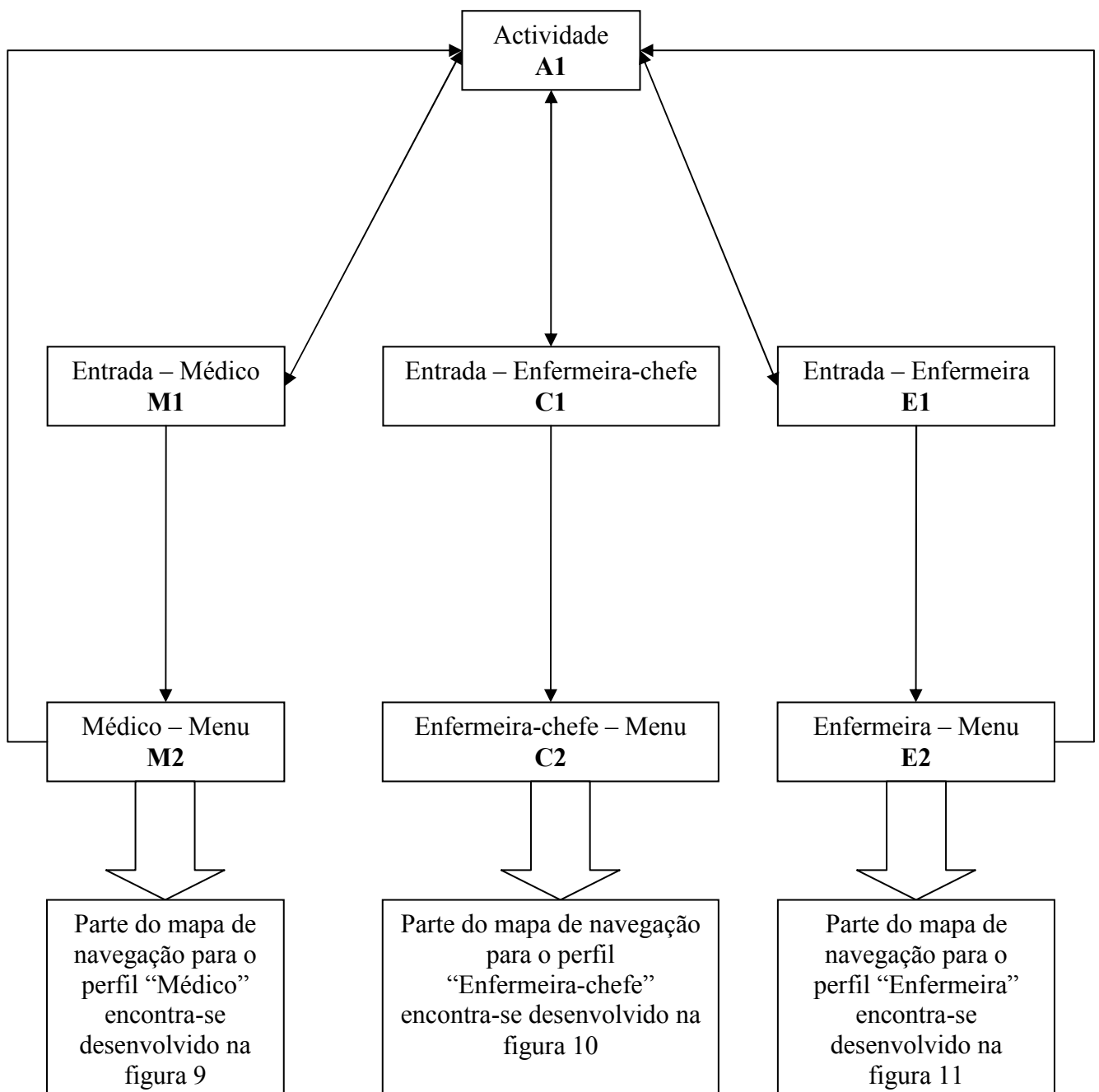


Figura 8 – Parte inicial do mapa de navegação

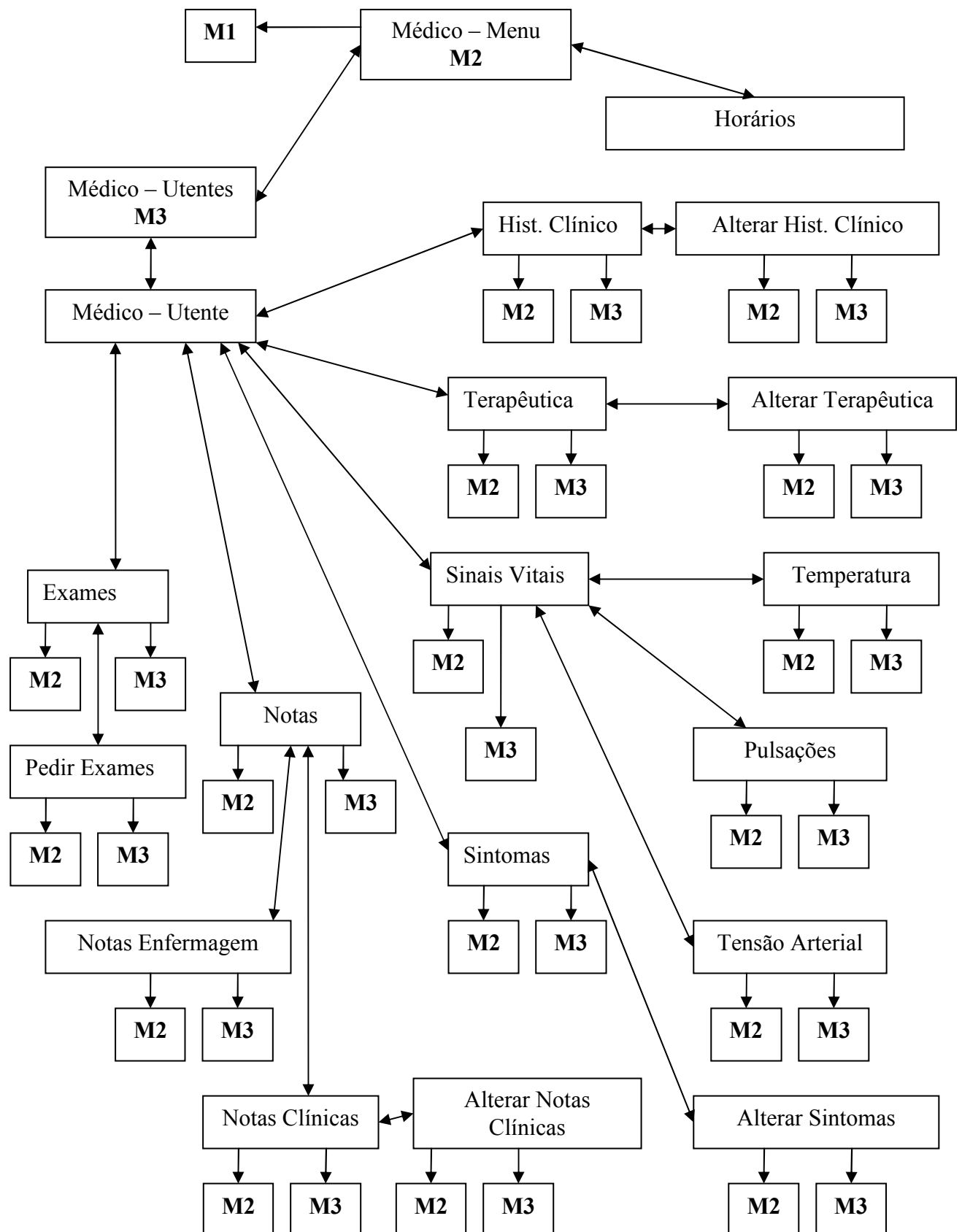


Figura 9 – Parte do mapa de navegação para o perfil "Médico"

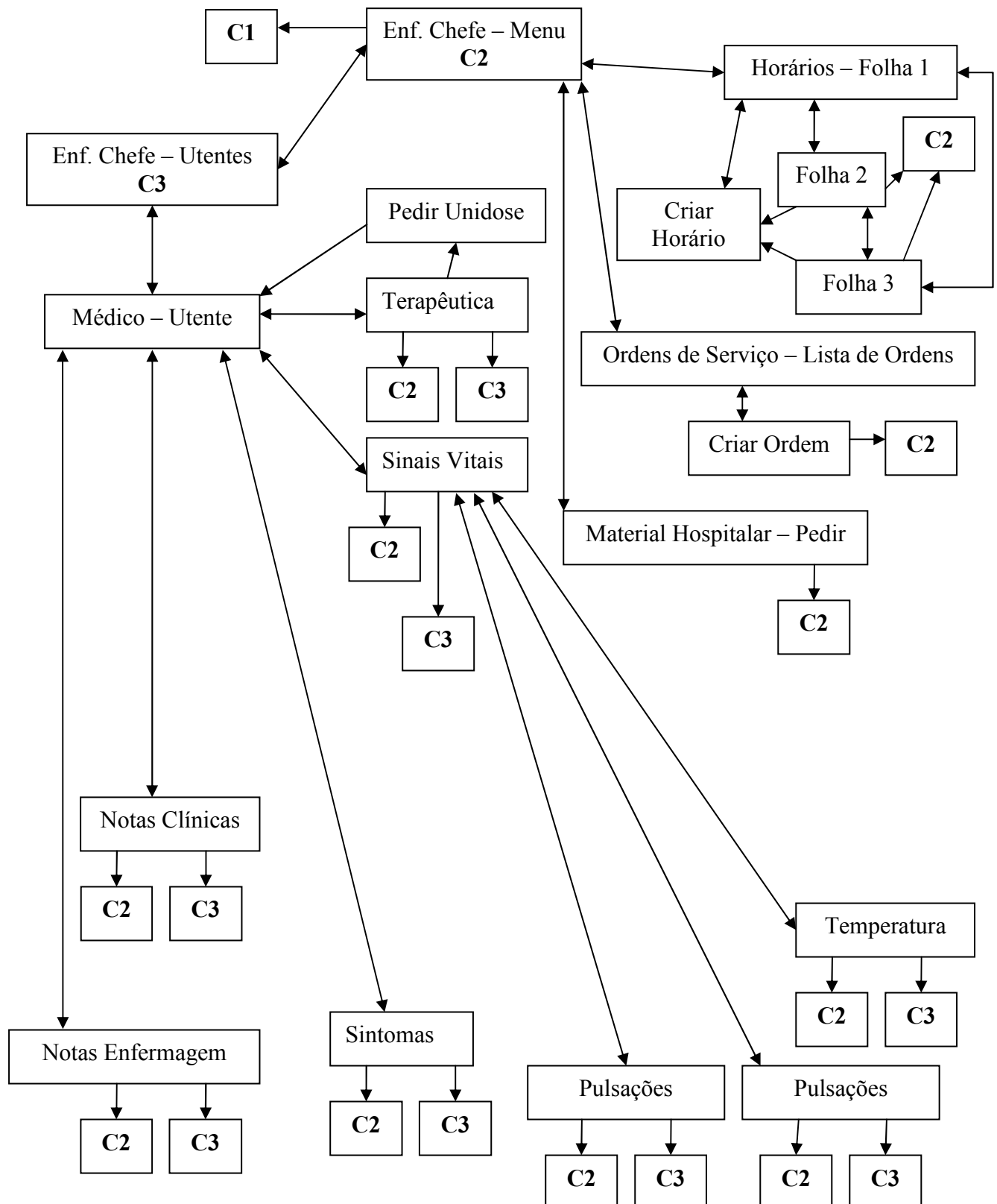


Figura 10 – Parte do mapa de navegação para o perfil "Enfermeira-chefe"

5.5 Implementação dos ecrãs da aplicação móvel

Num sistema PalmOS, os vários ecrãs de uma aplicação móvel são designados por formulários, e os botões que estão associados à interactividade são designados por controlos. A criação dos formulários da aplicação móvel em estudo passou por uma fase inicial em que se definia um esquema de cada formulário em papel, tendo depois sido apresentados aos profissionais de saúde para serem refinados, tendo em conta as suas necessidades. Os formulários que constituem a interface final da aplicação móvel, e que agora se apresentam, estão pois elaborados de acordo as opiniões e necessidades dos utilizadores finais.

A aplicação móvel quando instalada num PDA da Palm, é facilmente reconhecida por um ícone próprio, que segue uma convenção que permite que qualquer utilizador interpreta como sendo uma aplicação para profissionais de saúde, como se ilustra na figura 12.



Figura 12 – Ícone da aplicação desenvolvida

O nome da aplicação, visível na figura 12, pode ser alterado, ficando a sua designação dependente do serviço em que vai ser utilizada.

A aplicação possui as seguintes bases de dados:

1. Utentes: utilizada por todos os formulários que necessitam de informação dos utentes.
2. Ordens: contém as ordens de serviço, e é utilizada nos formulários de visualização de ordens das enfermeiras e da enfermeira-chefe, e no formulário de criação de ordens da enfermeira-chefe.

3. Horaenf: contém os horários das enfermeiras, e é utilizada nos formulários de visualização de horários das enfermeiras e da enfermeira-chefe, e no formulário de criação de horários da enfermeira-chefe.
4. Horamd: contém os horários dos médicos, e é somente visualizado no formulário de horários dos médicos.

Nos esquemas seguintes, estão representados os Modelos Entidade – Relação de cada uma das bases de dados utilizadas.

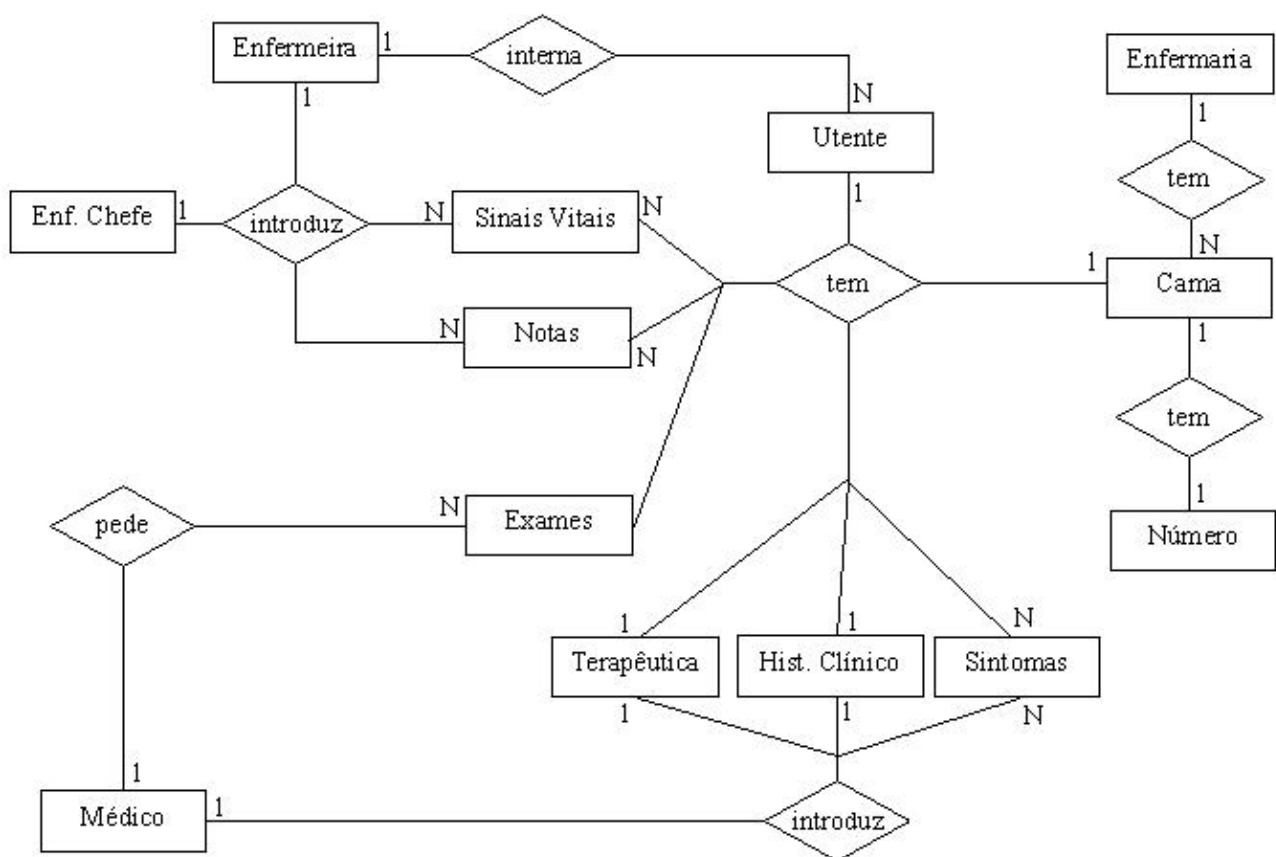


Figura 13 – Modelo E-R da base de dados Utentes

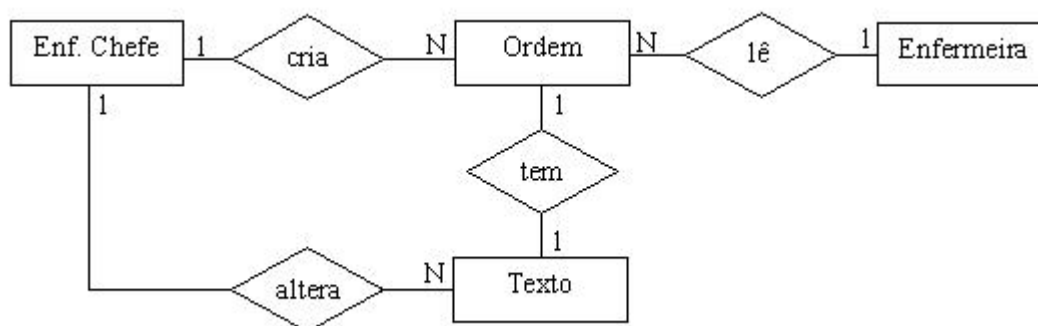


Figura 14 – Modelo E-R da base de dados Ordens

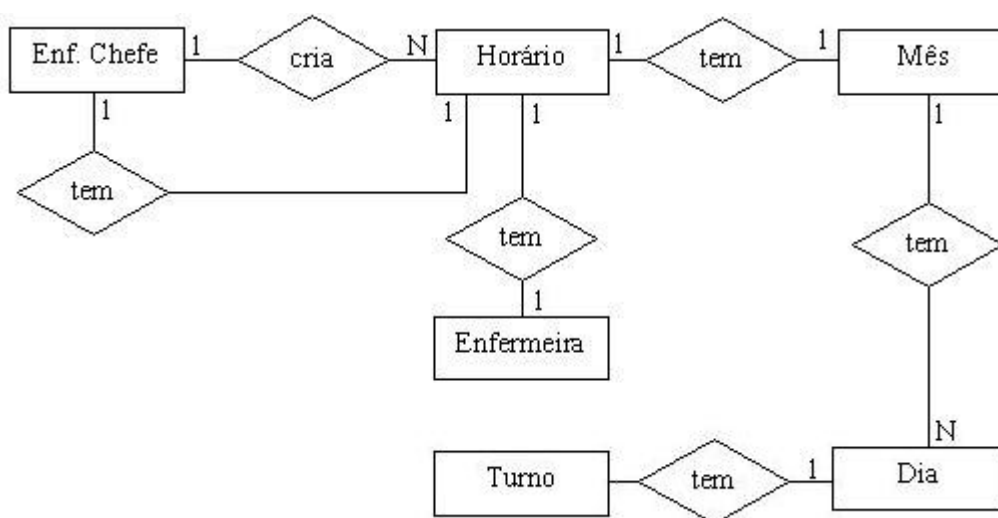


Figura 15 – Modelo E-R da base de dados Horaenf

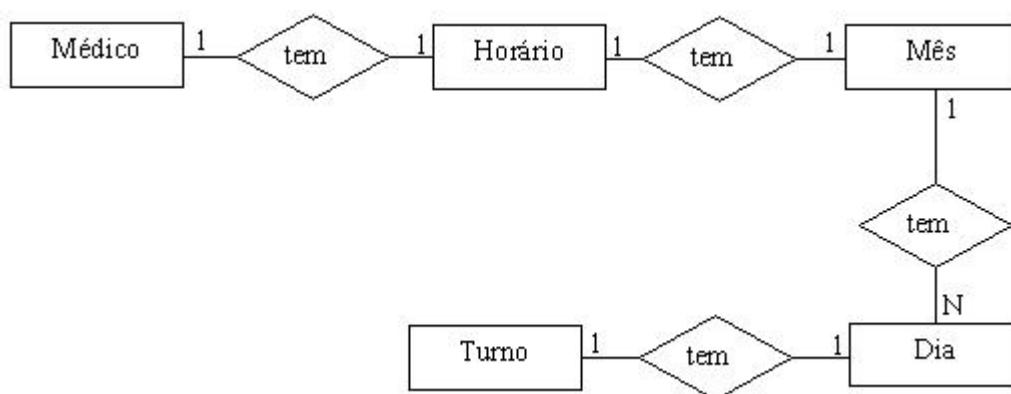


Figura 16 – Modelo E-R da base de dados Horamd

A aplicação possui vários tipos de controlos. Para activar um botão basta pressionar a área correspondente ao botão, mas no caso das listas, é necessário pressionar a área da lista, e depois seleccionar o valor pretendido do campo. Nas tabelas, listam-se os vários registos existentes. Para aceder ao registo que se pretende visualizar, basta pressionar a área, ou linha, do registo na tabela correspondente, para os valores serem transportados para outro formulário. Para introduzir valores

em campos, sempre que tal função é necessária pelo utilizador, é possível escrever-se usando a técnica *Graffiti*, ou alternativamente pelo teclado virtual. A aplicação disponibiliza um menu de ajuda que pode ser acedido em qualquer formulário, e que será apresentado em português, seja qual for o idioma que está configurado o sistema do dispositivo móvel, tal como se mostra na figura 17.



Figura 17 – Menu de ajuda em português

O menu de ajuda também disponibiliza funções básicas de edição de texto, tais como copiar, colar, recortar, e desfazer as alterações efectuadas num campo de texto.

Em vários formulários da aplicação surge, no fundo do ecrã, um conjunto de botões comuns, que auxiliam a navegação, como ilustrado a figura 18.



Figura 18 – Botões de navegação

Um botão que existe em quase todos os formulários da aplicação móvel, é o controlo “Sair” que permite sair da aplicação, voltando para o sistema, implementando assim uma das regras fundamentais do design da interface. Outro botão que existe em quase todos os ecrãs da aplicação é o controlo “Voltar”, que permite voltar ao formulário imediatamente anterior ao actual, uma funcionalidade muito importante em hipertexto e hipermédia. O botão “Menu” permite, de qualquer formulário da aplicação onde existe este controlo, aceder ao menu principal da actividade do profissional de saúde. O botão “Utentes” permite aceder directamente, e de qualquer formulário onde este controlo está presente, à lista de utentes existente no serviço.

O ecrã inicial da aplicação, que se mostra na figura 19, tem como objectivo permitir que o utilizador defina o seu perfil, de modo a ajustar, desde o início, as permissões de consulta e alteração da interface.



Figura 19 – Ecrã de entrada da aplicação

Deve-se salientar que, a implementação de cada formulário foi feita de modo a que no topo do ecrã surja sempre o nome do formulário, o que permite ao utilizador saber, em qualquer momento, em que formulário se encontra (outro auxílio importante para a navegação). Após a escolha do tipo de utilizador, o segundo ecrã permite, para cada actividade, introduzir o nome e a senha de acesso à aplicação, tal como se mostra na figura 20.



Figura 20 – Entrada para cada actividade

A figura 21 mostra que, para cada actividade (médico, enfermeira ou enfermeira-chefe), existe uma lista de nomes de utilizadores autorizados para exercer essa actividade.



Figura 21 – Lista de utilizadores de cada actividade

Sempre que for detectada uma combinação correcta de nome -senha, a aplicação permite a passagem para o menu principal da aplicação. Este menu dá acesso às actividades anteriormente baseadas em papel, de cada um dos utilizadores, tal como se ilustra na figura 22.



Figura 22 – Menu principal de cada actividade

Ao seleccionar “Utentes”, o utilizador tem acesso a uma lista de utentes, mas para incluir um utente nessa lista é necessário que a enfermeira faça o seu Internamento. Para tal, a enfermeira pressiona o controlo “Internamento”, visto na figura 22, para introduzir os dados do utente, tal como se mostra na figura 23.

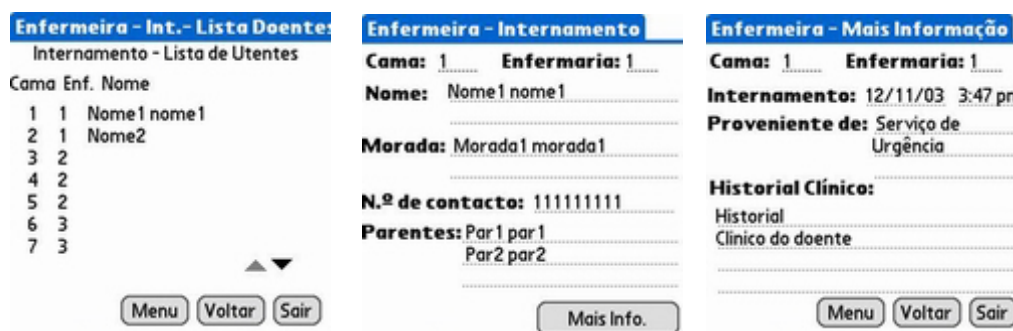


Figura 23 – Menus de internamento para a enfermeira

A partir da lista de internamento, a enfermeira pode alterar a informação de utente, ou internar um utente numa cama vaga. Após a escolha da cama, os campos referentes à cama e à enfermaria são os únicos, no formulário, que a enfermeira não pode alterar. Ao pressionar o controlo “Mais Info.”, a enfermeira pode ainda acrescentar mais informação do utente. Os campos de data e hora do internamento fazem surgir um menu próprio para seleccionar os respectivos valores. O controlo “Voltar” retorna ao formulário anterior, para possibilitar a alteração de algum valor existente. Ao fazer a última introdução de valores, basta pressionar em “Menu”, para retornar ao menu principal da actividade e simultaneamente validar toda a informação introduzida, de modo a que fique devidamente registada.

No menu principal do utilizador, os controlos para “Utentes” e “Horários” são comuns para os três tipos de utilizadores, mas existem diferenças na utilização dos campos dos formulários. Ao seleccionar “Utentes”, a cada utilizador é apresentada uma lista de utentes no serviço, como se mostra na figura 24.

Médico - Utentes			Enf. Chefe - Utentes			Enfermeira - Utentes		
Cama	Enf.	Nome	Cama	Enf.	Nome	Cama	Enf.	Nome
1	1	Nome1 nome1	1	1	Nome1 nome1	1	1	Nome1 nome1
2	1	Nome2	2	1	Nome2	2	1	Nome2
3	2		3	2		3	2	
4	2		4	2		4	2	
5	2		5	2		5	2	
6	3		6	3		6	3	
7	3		7	3		7	3	
8	3		8	3		8	3	
▲ ▼			▲ ▼			▲ ▼		
Menu Voltar Sair			Menu Voltar Sair			Menu Voltar Sair		

Figura 24 – Listas de Utentes para cada uma das actividades

Por exemplo, a figura 25 mostra que, ao seleccionar o utente da cama n.º 1, enfermaria n.º 1, é apresentado um formulário contendo alguns dados do utente, e vários controlos específicos para cada tipo de utilizador. O controlo “Voltar” permite retornar ao menu principal do utilizador, o mesmo se passando com o controlo “Menu”.

Médico - Utente	Enf. Chefe - Utente	Enfermeira - Utente
Cama: 1 Enfermária: 1	Cama: 1 Enfermária: 1	Cama: 1 Enfermária: 1
Nome: Nome1 nome1	Nome: Nome1 nome1	Nome: Nome1 nome1
Internamento: 11/28/03 3:47 pm	Internamento: 12/11/03 3:47 pm	Internamento: 12/11/03 3:47 pm
Hist. Clínico Sintomas	Terapêutica Sintomas	Terapêutica Sintomas
Terapêutica Exames	Sinais Vitais Notas Enfer.	Sinais Vitais Notas Enfer.
Sinais Vitais Notas	Notas Clínicas	Mais info. Notas Clínicas
Utentes Menu Voltar Sair	Utentes Menu Voltar Sair	Utentes Menu Voltar Sair

Figura 25 – Menus do Utente para cada uma das actividades

Nos formulários referentes ao utente, a informação da cama e da enfermaria do utente é sempre apresentada no formulário, para que o utilizador saiba sempre de que utente se trata. Por motivos de espaço, o nome do utente surge apenas no menu do utente (uma decisão que se prende com o design de aplicações móveis para dispositivos com um ecrã de dimensões limitadas).

Para o médico, a selecção do controlo “Hist. Clínico”, dá acesso ao historial clínico do doente, como se pode ver na figura 26.

Figura 26 – Formulários do Historial Clínico para Médico

Este formulário não permite ao médico alterar directamente os valores dos campos, mas o controlo “Alterar” permite o acesso a um formulário onde o médico pode alterar somente o historial clínico do utente.

O médico pode também, a partir do menu do utente, já visto na figura 25, aceder a uma lista de exames já efectuados pelo utente, para verificar os resultados. Neste formulário (ver figura 27), o controlo “Voltar” retorna o médico ao menu do utente, o controlo “Menu” retorna ao menu do médico, e o controlo “Utentes” retorna à lista de utentes do serviço.

Figura 27 – Formulários de Exames clínicos para Médico

Ao seleccionar um exame da lista (imagem da esquerda da figura 27), o médico é direccionado para um formulário que apresenta os detalhes do exame (imagem da direita da figura 27). Ainda no formulário da lista de exames, o médico pode pedir um novo exame para ser efectuado pelo utente. Os controlos são idênticos aos do formulário anterior, com a excepção do controlo “Voltar”, que retorna ao formulário da lista de exames.

Seja qual for o tipo de utilizador, ao pressionar-se o controlo “Sintomas”, a partir do menu de utente, surge um formulário que contém os sintomas do doente em causa, representados na figura 28.

Figura 28 – Formulário de Sintomas para cada actividade

Os campos deste formulário não podem ser alterados por qualquer uma das três actividades. Os controlos no fundo do formulário possuem funções semelhantes às que já foram vistas noutros formulários, apesar de o controlo “Menu” direccionar cada utilizador para o seu menu de utilizador respectivo. O controlo “Voltar” permite retornar ao menu do utente e o controlo “Utentes” permite aceder à lista de utentes no serviço. A estrutura do formulário é comum para enfermeira-chefe e enfermeira, mas o médico tem acesso, através do controlo “Alterar”, a um formulário que lhe permite alterar os sintomas que o utente mostra em cada dia que é observado pelo médico.

Figura 29 – Formulário de alteração dos sintomas para Médico

O campo da data da alteração na figura 29 é actualizado automaticamente sem necessidade de acção por parte do utilizador, bastando alterar os sintomas do utente, após o que é necessário pressionar o controlo “Ok” para retornar ao formulário dos sintomas.

O formulário da terapêutica do utente é em tudo semelhante ao formulário dos sintomas, tal como se vê na figura 30. Somente o médico pode alterar o valor do campo terapêutica.

The figure shows three side-by-side screenshots of a web application interface for a 'Terapêutica' (Therapeutic) form. Each screenshot is for a different user role: 'Médico - Utente - Terapêutica', 'Enf. Chefe - Utente - Terapêutica', and 'Enfermeira - Utente - Terapêutica'. Each form has a title bar with the user's role. Below the title bar, there are fields for 'Cama: 1' and 'Enfermaria: 1'. The 'Terapêutica' field is followed by a button labeled 'Alterar' (for Médico) or 'Pedir Unidose' (for Enfermeira and Enf. Chefe). Below this, there are several empty lines for text input. Further down, there is a 'Dieta: Geral' field. At the bottom, there is a field for 'Última alteração: 11/28/03' and a row of four buttons: 'Utentes', 'Menu', 'Voltar', and 'Sair'.

Figura 30 – Formulário de Terapêutica para cada uma das actividades

O valor data da alteração deste formulário é introduzido automaticamente sempre que o médico alterar o valor do campo de terapêutica, o mesmo acontecendo sempre que o médico altera o valor do campo dieta, a partir da lista de dietas disponíveis. A enfermeira-chefe pode, a partir do seu formulário de terapêutica, pedir a unidose de medicação diária para cada doente.

O controlo “Sinais Vitais” do menu do utente (já visto na figura 25), permite o acesso ao menu de sinais vitais do utente. Este menu é comum aos três tipos de actividade, como se vê na figura 31.

The figure shows three side-by-side screenshots of a web application interface for a 'Sinais Vitais' (Vitals) menu. Each screenshot is for a different user role: 'Médico - Utente - Sinais Vitais', 'Enf. Chefe - Sinais Vitais', and 'Enfermeira - Sinais Vitais'. Each form has a title bar with the user's role. Below the title bar, there are fields for 'Cama: 1' and 'Enfermaria: 1'. Below these, there is a 'Name: Nome1 nome1' field. In the center, there are three buttons stacked vertically: 'Temperatura', 'Pulsção', and 'Tensão Arterial'. At the bottom, there is a row of four buttons: 'Utentes', 'Menu', 'Voltar', and 'Sair'.

Figura 31 – Menu de Sinais Vitais para cada uma das actividades

Ao pressionar o controlo “Temperatura”, o utilizador é direccionado ao formulário que permite verificar e introduzir a temperatura do utente, tal como se demonstra na figura 32.

The figure shows three side-by-side screenshots of a web application interface for a 'Temperatura' (Temperature) form. Each screenshot is for a different user role: 'Médico - Utente - Temperatura', 'Enf. Chefe - Utente - Temperat', and 'Enfermeira - Temperatura'. Each form has a title bar with the user's role. Below the title bar, there are fields for 'Cama: 1' and 'Enfermaria: 1'. Below these, there is a table with three columns: 'Data', 'Hora', and 'Temp.'. The first row of the table contains the values '12/4/03', '3:01 pm', and '36.5'. Below the table, there are several empty lines for text input. At the bottom, there is a row of four buttons: 'Utentes', 'Menu', 'Voltar', and 'Sair'.

Figura 32 – Formulário de Temperatura para cada uma das actividades

Deve-se notar que apenas a enfermeira pode alterar os campos deste formulário. Os campos de data e hora fazem surgir no ecrã um formulário próprio para a introdução dos valores. O campo da temperatura é numérico, mas aceita a introdução de um ponto para valores decimais. Os controlos no fundo do ecrã executam as mesmas funções para as três actividades. O controlo “Menu” retorna o utilizador para o seu respectivo menu principal, o controlo “Voltar” retorna para o menu de sinais vitais, e o controlo “Utentes” retorna à lista de utentes do serviço.

Ao pressionar o controlo “Pulsção” (ver figura 31), é apresentado aos utilizadores um formulário com os valores da pulsação do utente (ver figura 33).

Figura 33 – Formulário Pulsções para cada uma das actividades

As funcionalidades deste formulário são em tudo semelhantes às do formulário da temperatura. Somente a enfermeira pode introduzir novos dados.

O controlo “Tensão Arterial”, já visto na figura 31, permite ao utilizador ter acesso ao formulário da tensão arterial do utente, ilustrado na figura 34.

Figura 34 – Formulário de Tensão Arterial para cada uma das actividades

Tal como nos dois formulários anteriores, só a enfermeira pode introduzir valores, e os controlos do fundo do ecrã disponibilizam as funções habituais.

Por falta de espaço no ecrã do menu do utente da figura 25, o médico é o único utilizador que tem um controlo “Notas” que permite o acesso a um menu de anotações, que contém um controlo para

notas clínicas, e outro controlo para notas de enfermagem. Apesar da diferença na localização destes controlos, a apresentação da informação é semelhante em todos os formulários, tal como se pode observar na figura 35.

The figure shows three side-by-side screenshots of a web application interface for entering nursing notes. Each form has a title bar: 'Médico - Notas Enfermagem', 'Enf. Chefe - Notas de Enfermagem', and 'Enfermeira - Notas de Enfermagem'. Below the title bar, there are fields for 'Cama: 1' and 'Enfermaria: 1'. The main section is labeled 'Notas de Enfermagem:' and contains a large text area with horizontal lines for writing. At the bottom of each form, there is a label 'Última alteração: 11/28/03' and a row of four buttons: 'Utentes', 'Menu', 'Voltar', and 'Sair'. The 'Enfermeira' form has an additional 'Alterar' button next to the 'Notas de Enfermagem:' label.

Figura 35 – Formulário Notas de Enfermagem para cada uma das actividades

Visto tratarem-se de notas de enfermagem, apenas a enfermeira tem permissão para alterar, ou introduzir, mais anotações. O mesmo se passa no caso das notas clínicas, mas neste caso somente o médico pode alterar ou introduzir anotações (ver figura 36).

The figure shows three side-by-side screenshots of a web application interface for entering clinical notes. Each form has a title bar: 'Médico - Utente - Notas Clínicas', 'Enf. Chefe - Notas Clínicas', and 'Enfermeira - Notas Clínicas'. Below the title bar, there are fields for 'Cama: 1' and 'Enfermaria: 1'. The main section is labeled 'Notas Clínicas:' and contains a large text area with horizontal lines for writing. At the bottom of each form, there is a label 'Última alteração:' followed by a date (11/28/03 for Médico and Enf. Chefe, and 12/11/03 for Enfermeira) and a row of four buttons: 'Utentes', 'Menu', 'Voltar', and 'Sair'. The 'Médico' form has an 'Alterar' button next to the 'Notas Clínicas:' label.

Figura 36 – Formulário Notas Clínicas para cada uma das actividades

Em ambos os tipos de menu (figuras 35 e 36), os controlos no fundo do ecrã permitem voltar para o menu principal do utilizador, e para a lista de utentes. O controlo “Voltar” permite retornar ao menu do utente excepto no caso do médico, que retorna para o menu de notas e, a partir daí, para o menu do utente.

No seu menu principal, já visto na figura 22, a enfermeira pode aceder ao horário do mês. Devido ao grande número de enfermeiras, tornou-se necessário a divisão do mapa de horários em três folhas (formulários), como se ilustra na figura 37.

Enfermeira - Horários - 1 de 3
Dezembro
 Dia Chefe Enf1 Enf2 Enf3
 1 F F L L
 2 C M --- ---
 3 M T --- ---
 4 M M L ---
 Última alteração: 11/28/03
☐ 2 ☐ 3

Enfermeira - Horários - 2 de 3
Dezembro
 Dia Enf4 Enf5 Enf6 Enf7
 1 M N F D
 2 N D M T
 3 D F T N
 4 F T N D
 Última alteração: 11/28/03
☐ 1 ☐ 3

Enfermeira - Horários - 3 de 3
Dezembro
 Dia Enf8 Enf9
 1 T F
 2 M T
 3 F M
 4 T M
 Última alteração: 11/28/03
☐ 1 ☐ 2

Figura 37 – 3 páginas do formulário Horários para Enfermeira

Estes formulários destinam-se somente a visualizar o horário de cada uma das enfermeiras, no caso de alguma necessitar de, por exemplo, trocar de turno com outra enfermeira.

A enfermeira-chefe tem acesso ao mesmo formulário a partir do seu menu principal (já visto na figura 22), mas ao seleccionar um dia do mês, tem acesso a um formulário que lhe permite alterar a disposição dos turnos para esse dia, como se mostra na figura 38.

Enf. Chefe - Horários - 1 de 3
Dezembro
 Dia Chefe Enf1 Enf2 Enf3
 1 F F L L
 2 C M --- ---
 3 M T --- ---
 4 M M L ---
 Última alteração: 11/28/03
☐ 2 ☐ 3

Enf. Chefe - Criar Horário
 Mês de: ▼ Dezembro
 Dia 2... << < > >>
 Chefe Enf1 Enf2 Enf3
 ▼ C ▼ M ▼ --- ▼ ---
 Enf4 Enf5 Enf6 Enf7
 ▼ N ▼ D ▼ M ▼ T
 Enf8 Enf9
 ▼ M ▼ T
 Última alteração: 12/11/03

Figura 38 – Formulários de Criação do horário para Enfermeira-chefe

Quando a enfermeira-chefe se encontra no formulário de criar horário (figura 38), pode usar os controlos de “navegação” dos registos que se encontram no lado superior direito do ecrã. O controlo “<<” permite aceder ao primeiro registo, o controlo “<” permite aceder ao registo anterior ao actual, o controlo “>” permite aceder ao registo seguinte ao actual, e o controlo “>>” permite aceder ao último registo existente. Após efectuar as alterações, ao pressionar o controlo “Ok”, a enfermeira-chefe retorna ao menu principal.

O médico acede ao seu horário (figura 39) através do menu principal da actividade médico, já visto na figura 22.

Médico - Horário

Dezembro

Dia	Med1	Med2	Med3	Med4
1	M	T	M	F
2	M	M	F	T
3	F	T	M	M
4	T	M	F	M

Última alteração: 11/28/03

Figura 39 – Formulário de Horário para Médico

O horário do médico é fornecido pela administração do hospital. Como tal, nenhum dos médicos pode alterá-lo.

Ainda a partir do seu menu principal (figura 22), a enfermeira tem acesso às ordens de serviço que são criadas pela enfermeira-chefe, como é demonstrado pela figura 40.

Enfermeira - Ordens de Serviço

11/29/03 Ordem de serviço
12/3/03 Outra ordem
12/1/03 Dia

Enfermeira - Ordem de Serviço

11/29/03.....

Ordem de serviço

.....

.....

.....

.....

.....

Figura 40 – Formulário das Ordens de Serviço para Enfermeira

As ordens são listadas num formulário (imagem da esquerda da figura 40), e para aceder a toda a informação de uma ordem de serviço, basta pressionar na linha correspondente, para esta ser visualizada noutro formulário (imagem da direita da figura 40). Neste último formulário ao utilizar o controlo “Voltar”, a enfermeira retorna ao formulário da lista de ordens, e daí, usando novamente “Voltar”, retorna ao menu principal.

A criação das ordens de serviço é feita pelo utilizador enfermeira-chefe. Esta usa um formulário próprio que é acedido pelo controlo “Ordens de Serviço” no menu principal do utilizador (já visto na figura 22).

Figura 41 – Formulários de criação de ordens de serviço para Enfermeira-chefe

No formulário da lista de ordens de serviço (figura 41), ao seleccionar uma ordem da lista, a enfermeira-chefe altera as informações dessa ordem no formulário de criar ordens. Ao executar o controlo “Criar Ordem” a ordem é somente alterada. Mas, se no formulário anterior, pressionar o controlo “Criar Nova Ordem”, no formulário seguinte é permitida a criação de uma nova ordem. O controlo “Limpar Ecrã” permite, em ambas as situações, limpar o conteúdo dos campos do formulário.

A enfermeira-chefe tem ainda a função de gestão de material do serviço. Como existe uma lista extensa de material, a enfermeira deve escrever o material que necessita para o serviço, utilizando o formulário próprio, que se mostra na figura 42.

Figura 42 – Formulário de Pedir Material para Enfermeira-chefe

5.6 Questões técnicas associadas à implementação

5.6.1 Limitações da aplicação desenvolvida

No hospital em que se efectuou este caso de estudo, existe uma rede que possui terminais na secretaria do Serviço de Urgências, e um computador pessoal nos diversos pisos. Uma das principais limitações da aplicação é precisamente a ausência de ligação ao sistema informático do hospital, não permitindo que os médicos façam um pedido de exame, ou tenham acesso aos vários exames existentes no registo electrónico do paciente. Por este mesmo motivo, a enfermeira-chefe

não pode igualmente submeter os seus pedidos de unidose diária à farmácia. A solução para estas limitações, passaria pela integração de uma extensão ao sistema existente, que permitisse a sincronização da informação entre os equipamentos, não sendo necessário alterações à aplicação móvel, mas uma aplicação para computador pessoal teria de ser criada para permitir a sincronização dos dados.

Outra limitação, é que a verificação da senha em relação ao utilizador não se encontra funcional, devido ao facto de a ferramenta de desenvolvimento ser comercial, apresentar limitações nas funcionalidades fornecidas e permitir apenas 30 dias de utilização. Contudo, foram tomadas outras medidas para assegurar a segurança na visualização, e alteração, dos dados do paciente. Apesar de não estar presente nos vários formulários da aplicação, o nome do utilizador que introduziu ou alterou informação no registo do doente fica registado num campo escondido, que mais tarde pode ser visualizado num registo completo após a sincronização com o computador pessoal.

Por motivos de segurança da informação dos utentes, não foi introduzida qualquer tipo informação dos utentes internados no momento em que foram realizados os testes de avaliação, pelo que também não foram apresentados neste trabalho.

6 Teste da aplicação

6.1 Métodos de avaliação para a aplicação móvel

A avaliação é extremamente importante para determinar se a aplicação cumpre os objectivos da tarefa do utilizador. Serve também como meio preferencial para obter informação sobre como os utilizadores desejam utilizar a aplicação. Para realizar a avaliação, é necessário definir como executar os testes, quem os vai executar, quando serão realizados, e onde e como se vão realizar (Faulkner, 1998).

Esta noção de avaliação nem sempre é utilizada pelos programadores. Muitas vezes preferem usar o senso comum para determinar o design de uma tarefa, mas o utilizador final nem sempre tem a mesma perspectiva que o programador. Outro erro que é normalmente cometido, consiste da realização dos testes pelo próprio programador. De facto, ele tem consciência de todas as funcionalidades da aplicação e pode não reparar em sequências de ecrãs que para o utilizador final não fazem sentido. O utilizador que vai avaliar a aplicação, deve pois, ser o mesmo que vai utilizar o produto final. Estes erros podem ser evitados se o utilizador for consultado sobre a forma como realiza a tarefa e obtém os resultados. O sistema é menos prioritário que o utilizador e, como tal, é primordial implementar o que é requerido pelo utilizador, e não o que é mais fácil para o programador. Estes contratempos na criação da aplicação devem ser eliminados antes de se produzir o produto final, pôr meio da avaliação (Faulkner, 1998).

Quando e onde analisar

Segundo Faulkner (1998), as circunstâncias de avaliação devem ser idênticas às condições em que o sistema vai operar, de preferência no local onde deve ocorrer a tarefa. Note-se que corrigir erros na versão final é mais caro do que fazer alterações durante as fases de desenvolvimento. É pois muito importante fazer testes nas fases iniciais. As fases em que se devem fazer os testes são as seguintes:

- Fase de análise do sistema – o programador deve rever o trabalho desenvolvido em áreas semelhantes. Desta maneira, pode-se obter informação de utilizadores de sistemas já desenvolvidos. Mas nem sempre se encontra algo que se enquadra perfeitamente no problema a resolver, e noutros casos o objectivo é um produto com um design que idêntico.

- Fase de design do sistema – simulação do sistema para obter informação dos utilizadores. O protótipo não necessita de funcionar, pois pode ser implementado em papel ou através de imagens. Estes são fáceis de produzir, e com a possibilidade de testar diversos designs alternativos para uma só tarefa.
- Fase de pré-produção – quando o protótipo está completo, a avaliação pode ser alargada a vários utilizadores e pode haver uma maior atenção ao detalhe do sistema. Nesta fase podemos medir o desempenho do utilizador com o sistema.

Técnicas de avaliação

Basicamente, existem duas maneiras diferentes de realizar avaliação de um sistema, sendo possível combinar as duas:

1. Método da avaliação analítica – consiste numa avaliação formal, de lápis e papel, das tarefas e dos objectivos.
2. Método empírico – consiste na análise do desempenho do utilizador em relação ao sistema proposto. Como exemplo, podem ser analisadas as tarefas a executar no sistema, por meio de observações, questionários, experiências, e entrevistas.

No caso das experiências, estas podem ser de dois tipos:

- a. Testar o desempenho do novo sistema em relação a um já existente – experiência comparativa.
- b. Testar um novo sistema isolado – experiência absoluta.

Uma das técnicas de avaliação mais utilizada, e menos dispendiosa, é o questionário. A grande vantagem consiste na quantidade de informação que é possível obter (Faulkner, 1998). No entanto, elaborar um bom questionário consome tempo. Existem aspectos importantes a considerar ao usar esta técnica de avaliação:

- Com entrevista ao utilizador: o entrevistador pode esclarecer dúvidas sobre as perguntas do questionário.

- Sem entrevista: poucas questões são preenchidas devido a dúvidas.
- Perguntas abertas: são boas para recolher informação, pois o questionado responde à sua vontade.
- Perguntas fechadas: são limitadas a uma lista de respostas.

O factor humano do entrevistador pode por vezes conduzir a resposta do utilizador numa determinada direcção. O problema das perguntas abertas é que se pode produzir muitos dados que não são facilmente analisáveis devido à sua grande diversidade. As perguntas fechadas distorcem os resultados, porque por vezes sugerem aspectos que o utilizador nem tinha pensado (Faulkner, 1998).

As perguntas de um questionário devem ser elaboradas com termos simples, de modo a que o utilizador as compreenda facilmente. Devem usar um tom neutro, e não devem ser direccionáveis para uma determinada resposta. No caso de serem usadas listas de respostas, devem-se evitar termos imprecisos, como por exemplo, “frequentemente”, “às vezes”, ou mesmo “talvez”. As perguntas devem ser precisas, e não ambíguas, de modo a evitar que as respostas do utilizador se encontrem fora do contexto pretendido pelo entrevistador (Faulkner, 1998).

Para se elaborar um questionário é necessário ter em conta certas noções básicas:

- Devem-se utilizar mais perguntas fechadas do que abertas
- Sempre que necessário recorrer a “não sei” como resposta possível
- As primeiras cinco perguntas devem ser de resposta fácil, remetendo as mais difíceis para o fim
- Deve-se assegurar um correcto ordenamento das perguntas de modo a evitar muitos saltos entre elas (no caso de existirem opções desse género, nunca devem existir saltos para trás)
- Deve-se evitar um questionário muito extenso de modo a não saturar o utilizador, para que este responda sem reflectir, não ultrapassando duas páginas de tamanho normal, por exemplo A4 (Faulkner, 1998).

6.2 Avaliação da aplicação móvel para cuidados de Saúde

Dado a que a utilização da aplicação pelos participantes durante a execução real das tarefas implicava atrasos na sua realização, e atendendo a que nem todos os utilizadores finais se encontravam no serviço, o período em que os testes foram realizados por todos os utilizadores foi de duas semanas.

Os profissionais de saúde disponibilizaram-se para simular as diversas situações de execução de tarefas após a saída do turno da manhã, durante uma hora (em média). O equipamento utilizado foi um Palm Zire, e o utilizador foi elucidado pelo entrevistador em relação a alguns aspectos importantes sobre a aplicação e sobre o PDA. De seguida, o utilizador realizou o teste da aplicação, sem qualquer tipo de auxílio por parte do entrevistador, simulando uma ronda e várias actividades diárias.

Foi elaborado um questionário, que se encontra integralmente no apêndice 2, para avaliar a aplicação, com a seguinte estrutura:

1. Duas questões abertas e dezassete questões fechadas.
2. As cinco primeiras questões caracterizam o tipo de utilizador e correspondem às variáveis independentes do estudo: definição do perfil de utilizador; idade do utilizador; frequência da utilização de um computador pessoal; e identificação do local de utilização do computador pessoal.
3. As variáveis dependentes neste estudo foram as medidas obtidas a partir das questões identificadas na tabela 1.

Características estudadas	Variáveis do estudo	Questão
Facilidade de uso da interface	Adequação do vocabulário da aplicação aos profissionais de Saúde	6
	Consistência na localização de botões e texto na aplicação móvel	7
	Dificuldade na consulta da informação, devido à dimensão do ecrã	8
	Facilidade na consulta da informação, associada à organização da informação	9
	Facilidade na identificação da funcionalidade dos botões	14
Funcionalidade da aplicação	Dificuldade sentida na introdução de informação na aplicação móvel	11
	Armazenamento da informação necessária para execução da tarefa	12
	Ordenação dos menus de acordo com a execução das tarefas	13
	Localização adequada dos botões, permitindo a sua utilização e a leitura da informação	15
	Facilidade na memorização da localização dos ecrãs da aplicação móvel	16
Grau de dificuldade da aplicação	Dificuldade sentida na utilização da aplicação móvel	17

Tabela 1 – Definição das variáveis dependentes neste estudo

O questionário utilizado foi idêntico para os três perfis de utilizador, tendo sido executado sem entrevista. A interpretação das respostas foi feita de acordo com o perfil do utilizador.

A análise que se segue dos resultados dos testes efectuados deve atender às seguintes observações:

1. A questão 5 não foi considerada neste estudo, visto que todos os utilizadores responderam que utilizam o MS Windows, numa das suas várias versões.
2. A questão 10 não foi considerada como válida para ser utilizada neste estudo, visto que o tempo necessário para aprender a introdução de informação pelo método de escrita *Graffiti*, excedia o tempo disponível para a realização das experiências.
3. Para as questões 18 e 19, por serem perguntas abertas, as respostas dos participantes neste estudo foram tidas em conta nas interpretações dos resultados das outras questões.

Os valores foram medidos de acordo com as escalas identificadas na tabela 2.

Questão	Variável	Escala			
		1	2	3	4
3	Frequência da utilização de um computador pessoal	Nunca utilizei	1 vez por semana	2 a 3 vezes por semana	Diariamente
6	Adequação do vocabulário da aplicação aos profissionais de Saúde	Para estes valores usou-se uma escala do tipo Likert			
7	Consistência na localização de botões e texto na aplicação móvel				
8	Dificuldade na consulta da informação, devido à dimensão do ecrã				
9	Facilidade na consulta da informação, associada à organização da informação				
12	Armazenamento da informação necessária para execução da tarefa	1	2	3	4
13	Ordenação dos menus de acordo com a execução das tarefas	Discordo totalmente	Discordo	Sem opinião	Concordo totalmente
14	Facilidade na identificação da funcionalidade dos botões	Para estes valores usou-se uma escala do tipo Likert			
15	Localização adequada dos botões, permitindo a sua utilização e a leitura da informação				
16	Facilidade na memorização da localização dos ecrãs da aplicação móvel				
11	Dificuldade sentida na introdução de informação na aplicação móvel	Para estes valores usou-se uma escala do tipo Likert			
17	Dificuldade sentida na utilização da aplicação móvel	1	2	3	4
		Muito difícil	Difícil	Mediano	Fácil
					Muito fácil

Tabela 2 – Definição de escalas para as variáveis do estudo

Para participar nos testes de utilização e avaliação da aplicação, o objectivo principal seria que todos os utilizadores fossem intervenientes na avaliação. Contudo, duas enfermeiras encontravam-se de licença de maternidade, pelo que os participantes incluíram todos os quatro médicos do serviço, a enfermeira-chefe e sete enfermeiras.

6.2.1 Teste da Interface: análise e discussão dos resultados

Em termos de interface, os resultados obtidos no questionário foram agrupados graficamente de acordo com os vários perfis de utilizador e são apresentados em seguida.

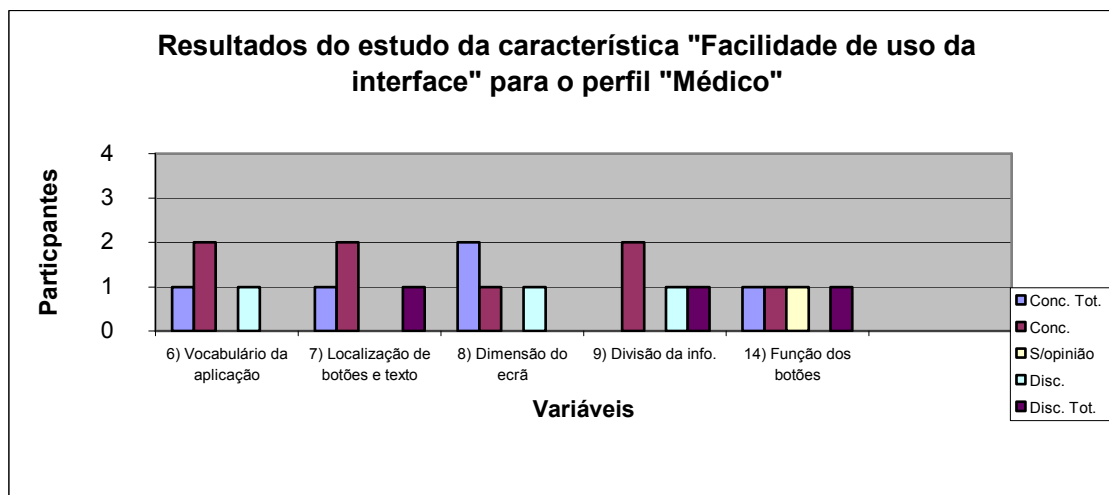


Figura 43 – Gráfico dos resultados do estudo da característica "Facilidade de uso da interface" para o perfil "Médico"

	Média	Mediana	Moda	Desvio padrão
6) Adequação do vocabulário da aplicação aos profissionais de Saúde	3.75	4	4	1.089725
7) Consistência na localização de botões e do texto na aplicação móvel	3.5	4	4	1.5
8) Dificuldade na consulta da informação, devido à dimensão do ecrã	4	4.5	5	1.224745
9) Facilidade na consulta da informação, associada à organização da informação	2.75	3	4	1.299038
14) Facilidade na identificação da funcionalidade dos botões	3.25	3.5	0	1.47902

Tabela 3 – Estatísticas das variáveis sobre a interface para os médicos

Após a análise do gráfico da figura 43 pode concluir-se que a maioria dos médicos deu uma opinião positiva em relação ao aspecto visual da interface da aplicação, visto que todos concordaram ou concordaram totalmente com o vocabulário utilizado, com a dimensão do ecrã, com a divisão da informação e com a funcionalidade dos botões. No entanto, na questão relativa à facilidade de identificação da função dos botões, as opiniões ficaram bastante divididas. Uma explicação para o facto pode ser, a praticamente nula experiência de utilização deste tipo de tecnologia, ou alguma resistência na mudança na maneira de executar as tarefas. Como se pode verificar da análise da

tabela 3, globalmente a aplicação foi considerada, pelos médicos, fácil de usar visto que a média das questões (numa escala de 1 a 5) é de 3,45, e a média dos desvios padrão é de 1,318506.

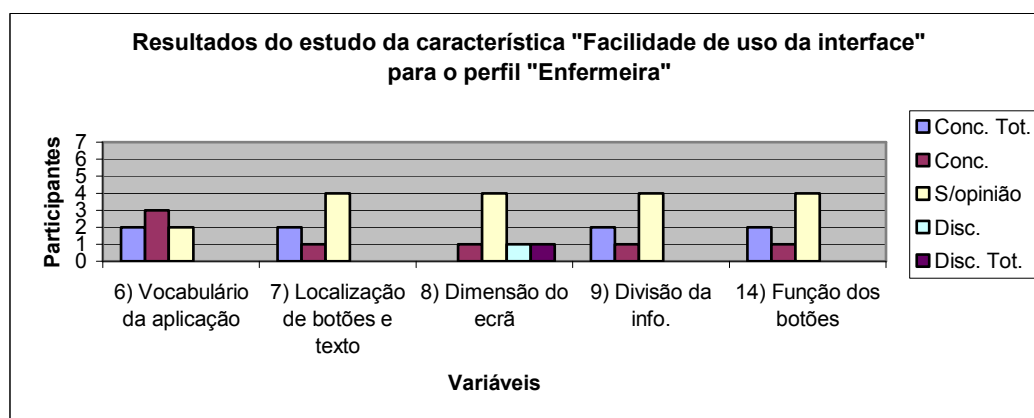


Figura 44 – Gráfico dos resultados do estudo da característica "Facilidade de uso da interface" para o perfil "Enfermeira"

	Média	Mediana	Moda	Desvio padrão
6) Adequação do vocabulário da aplicação aos profissionais de Saúde	4	4	4	0.755929
7) Consistência na localização de botões e do texto na aplicação móvel	3.714286	3	3	0.880631
8) Dificuldade na consulta da informação, devido à dimensão do ecrã	2.714286	3	3	0.880631
9) Facilidade na consulta da informação, associada à organização da informação	3.714286	3	3	0.880631
14) Facilidade na identificação da funcionalidade dos botões	3.714286	3	3	0.880631

Tabela 4 – Estatísticas das variáveis de interface para as enfermeiras

Da análise da figura 44 pode concluir-se que a maioria das enfermeiras ficou sem uma opinião definida. Com excepção para a questão acerca da adequação do vocabulário utilizado, em que a maior parte das enfermeiras deu uma opinião positiva. Uma da análise da tabela 4 demonstra que, globalmente a aplicação foi considerada, pelas enfermeiras, fácil de usar visto que a média das questões (numa escala de 1 a 5) é de 3,571429, e a média dos desvios padrão é de 0,85569.

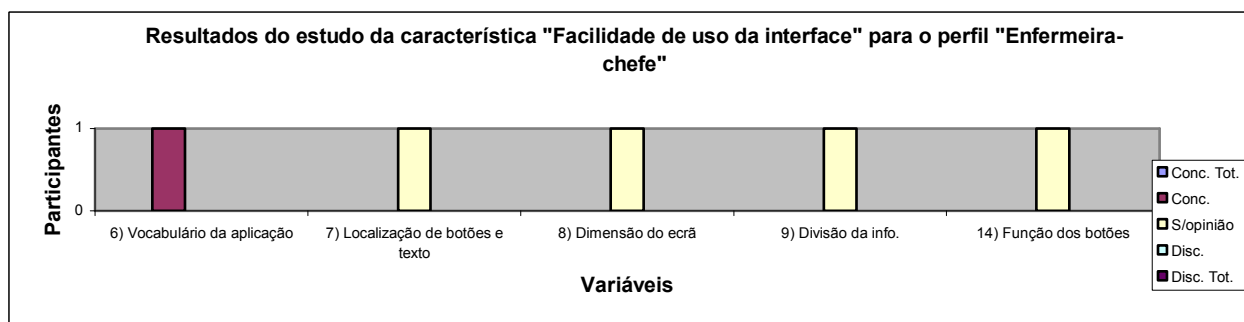


Figura 45 – Gráfico dos resultados do estudo da característica "Facilidade de uso da interface" para o perfil "Enfermeira-chefe"

	Média	Mediana	Moda	Desvio padrão
6) Adequação do vocabulário da aplicação aos profissionais de Saúde	4	4	4	0
7) Consistência na localização de botões e do texto na aplicação móvel	3	3	3	0
8) Dificuldade na consulta da informação, devido à dimensão do ecrã	3	3	3	0
9) Facilidade na consulta da informação, associada à organização da informação	3	3	3	0
14) Facilidade na identificação da funcionalidade dos botões	3	3	3	0

Tabela 5 – Estatísticas das variáveis de interface para a enfermeira-chefe

No caso da enfermeira-chefe (ver figura 45), os resultados são semelhantes aos das enfermeiras pois também esta não tem uma opinião definida, mas concorda em relação à questão 6. Como se pode verificar da análise da tabela 5, globalmente a aplicação foi considerada, pela enfermeira-chefe, como fácil de utilizar, visto que a média das questões (numa escala de 1 a 5) é de 3,2, e a média dos desvios padrão é de 0.

É bastante evidente a falta de conhecimentos deste tipo de tecnologia móvel por parte dos participantes neste teste. E, apesar de terem participado na estruturação da interface da aplicação, a resistência para utilizar a aplicação de uma forma neutra (sem preconceitos) foi muito grande, provavelmente originada por uma ausência de sensibilidade que advém precisamente da falta de conhecimentos que lhes permitam uma maior à vontade na utilização desta tecnologia.

6.2.2 Testes da funcionalidade: análise e discussão dos resultados

Na avaliação da funcionalidade, os resultados obtidos no questionário foram agrupados graficamente de acordo com os vários perfis de utilizador, e são apresentados em seguida.

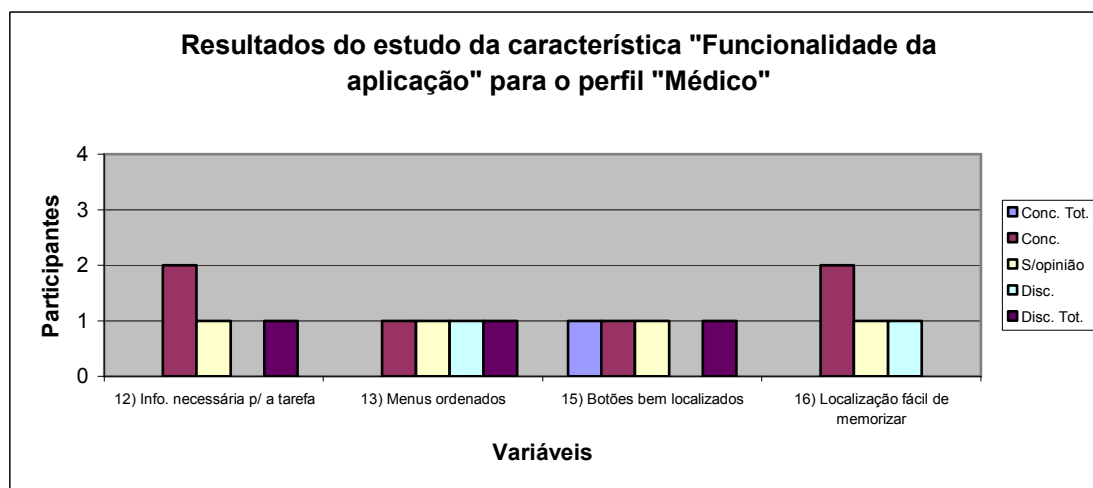


Figura 46 – Gráfico dos resultados do estudo da característica "Funcionalidade da aplicação" para o perfil "Médico"

	Média	Mediana	Moda	Desvio padrão
12) Armazenamento da informação necessária para execução da tarefa	3	4	4	1.224745
13) Ordenação dos menus de acordo com a execução das tarefas	2.5	2.5	0	1.118034
15) Localização adequada dos botões, permitindo a sua utilização e a leitura da informação	3.25	3.5	0	1.47902
16) Facilidade na memorização da localização dos ecrãs da aplicação móvel	3.25	3.5	4	0.829156

Tabela 6 – Estatísticas das variáveis de funcionalidade para os médicos

Em termos da funcionalidade oferecida pela aplicação móvel, pode observar-se na figura 46 que as opiniões dos médicos estão bastante divididas. Contudo, é possível concluir que estes médicos têm uma visão positiva em relação à funcionalidade da aplicação, excepto no que diz respeito à ordenação dos menus (questão 13) onde não se evidencia uma clara tendência da opinião dos médicos. Analisando a tabela 6, podemos verificar que, globalmente a aplicação foi considerada, pelos médicos, fácil de usar visto que a média das questões (numa escala de 1 a 5) é de 3, e a média dos desvios padrão é de 1,162739.

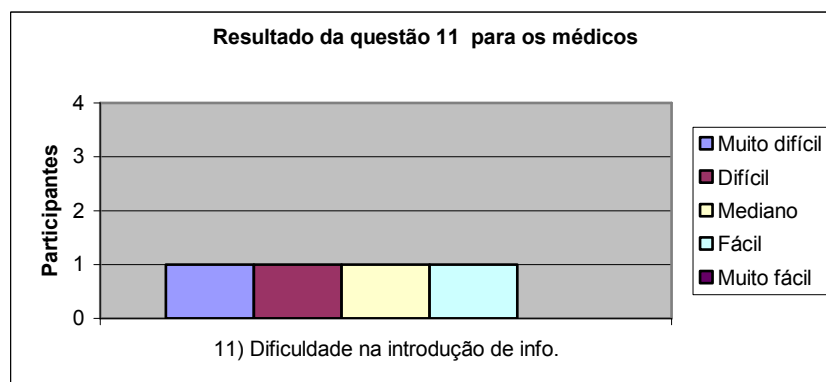


Figura 47 – Gráfico da questão 11 para os médicos

	Média	Mediana	Moda	Desvio padrão
11) Dificuldade sentida na introdução de informação na aplicação móvel	2.5	2.5	0	1.118034

Tabela 7 – Estatísticas da variável da questão 11 para os médicos

A questão 11 (ver figura 47), muito embora não se enquadre nos padrões estabelecidos para as restantes questões, é importante, já que evidencia o grau de dificuldade na introdução de informação, que, no caso dos médicos, mostra uma divisão de opiniões, já que 50% considera difícil ou muito difícil, e os restantes 50% consideram fácil ou mediano. Estes valores são perceptíveis na análise dos valores da variável (tabela 7) onde se pode observar que a média das respostas dos utilizadores indica que a introdução de informação é de nível intermédio de dificuldade. Uma possível explicação para estes resultados pode residir na dificuldade associada à aprendizagem de introdução de caracteres no PDA utilizado.

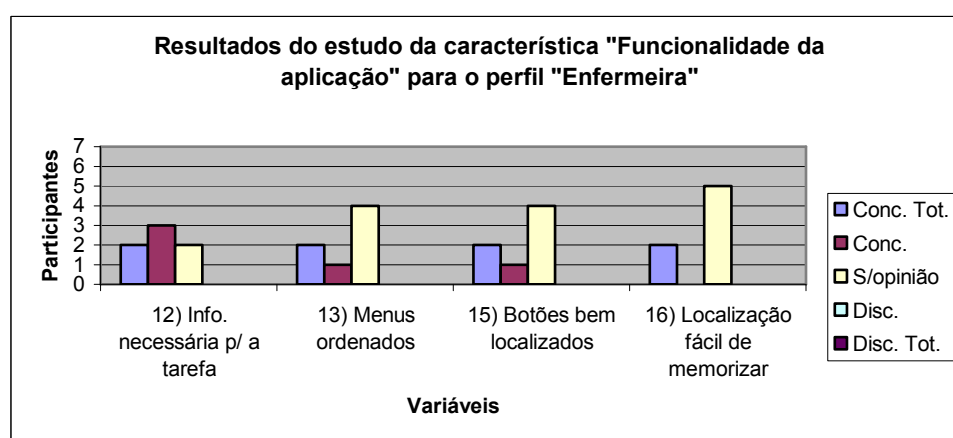


Figura 48 – Gráfico dos resultados do estudo da característica "Funcionalidade da aplicação" para o perfil "Enfermeira"

	Média	Mediana	Moda	Desvio padrão
12) Armazenamento da informação necessária para execução da tarefa	4	4	4	0.75523
13) Ordenação dos menus de acordo com a execução das tarefas	3.714286	3	3	0.880631
15) Localização adequada dos botões, permitindo a sua utilização e a leitura da informação	3.714286	3	3	0.880631
16) Facilidade na memorização da localização dos ecrãs da aplicação móvel	3.571429	3	3	0.903508

Tabela 8 – Estatísticas das variáveis de funcionalidade para as enfermeiras

Para as enfermeiras, a opinião sobre a funcionalidade da aplicação não é definida, já que a maioria escolheu a opção “Sem opinião”, como se mostra na figura 48, em que, na questão 12, a maioria concorda, ou concorda totalmente, que a aplicação fornece a informação necessária para executar as tarefas. Como se pode verificar da análise da tabela 8, globalmente a aplicação foi considerada, pelas enfermeiras, como fácil de utilizar, visto que a média das questões (numa escala de 1 a 5) é de 3,75, e a média dos desvios padrão é de 0,855174.

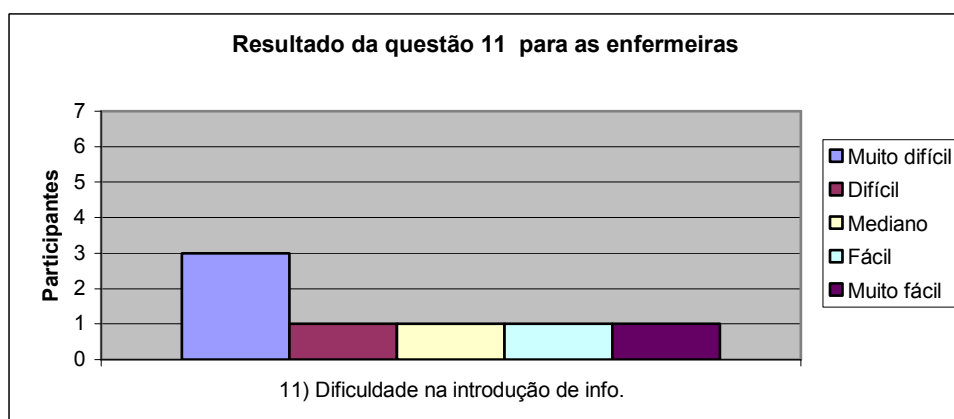


Figura 49 – Gráfico da questão 11 para as enfermeiras

	Média	Mediana	Moda	Desvio padrão
11) Dificuldade sentida na introdução de informação na aplicação móvel	2.428571	2	1	1.498298

Tabela 9 – Estatísticas da variável da questão 11 para as enfermeiras

Relativamente à questão 11 (ver figura 49), 3 enfermeiras consideram “Muito difícil” o grau de dificuldade na introdução de informação, enquanto que as restantes enfermeiras se dividem igualmente pelas outras opções, sendo no entanto evidente que a maioria das enfermeiras considera a introdução de informação um impedimento para poderem utilizar a aplicação. A aprendizagem de

uma nova maneira de “escrever” pode, também neste tipo de utilizador, ser a razão mais evidente para tais resultados.

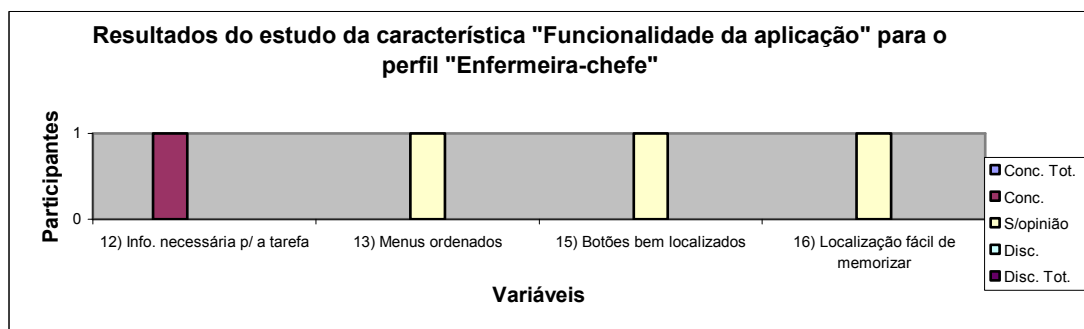


Figura 50 – Gráfico dos Resultados do estudo da característica "Funcionalidade da aplicação" para o perfil "Enfermeira-chefe"

	Média	Mediana	Moda	Desvio padrão
12) Armazenamento da informação necessária para execução da tarefa	4	4	4	0
13) Ordenação dos menus de acordo com a execução das tarefas	3	3	3	0
15) Localização adequada dos botões, permitindo a sua utilização e a leitura da informação	3	3	3	0
16) Facilidade na memorização da localização dos ecrãs da aplicação móvel	3	3	3	0

Tabela 10 – Estatísticas das variáveis de funcionalidade para a enfermeira-chefe

Na figura 50, é possível observar que a enfermeira-chefe concorda que a aplicação fornece a informação necessária para executar as tarefas. No entanto, para as restantes questões não tem uma opinião definida sobre a funcionalidade da aplicação. No entanto, considera “Difícil”, na questão 11, a introdução de informação. Mais uma vez, a aprendizagem de uma nova maneira de escrever, pode ser a causa da opinião negativa deste utilizador. Numa análise da tabela 10, globalmente a aplicação foi considerada, pela enfermeira-chefe, como fácil de utilizar, visto que a média das questões (numa escala de 1 a 5) é de 3,25, e a média dos desvios padrão é de 0.

6.3 Dificuldades na utilização da aplicação móvel

Ao analisar os resultados dos vários utilizadores à pergunta 17 (figuras 51, 52 e 53), facilmente se observa a integração e adaptação dos utilizadores à aplicação móvel desenvolvida.

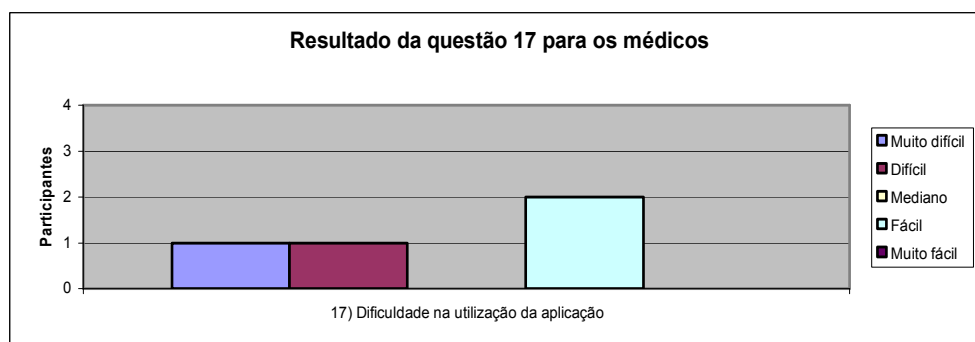


Figura 51 – Gráfico da questão 17 para os médicos

	Média	Mediana	Moda	Desvio padrão
17) Dificuldade sentida na utilização da aplicação móvel	2.75	3	4	1.299038

Tabela 11 – Estatísticas da variável da questão 17 para os médicos

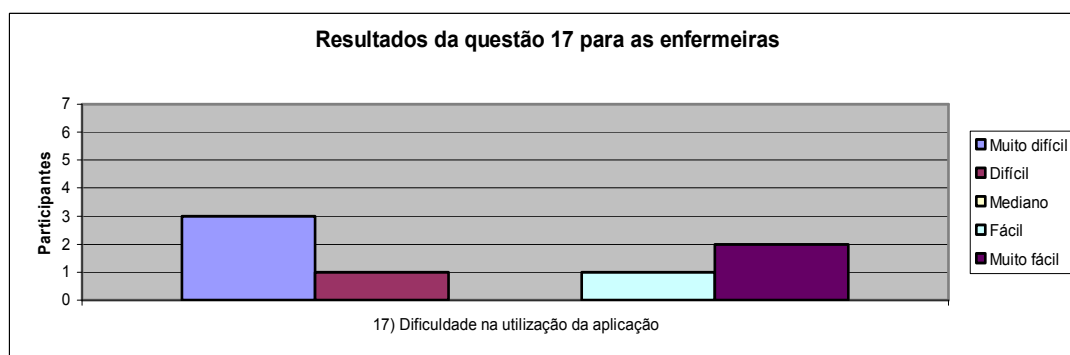


Figura 52 – Gráfico dos resultados da questão 17 para as enfermeiras

	Média	Mediana	Moda	Desvio padrão
17) Dificuldade sentida na utilização da aplicação móvel	2.714286	2	1	1.749636

Tabela 12 – Estatísticas da variável da questão 17 para as enfermeiras

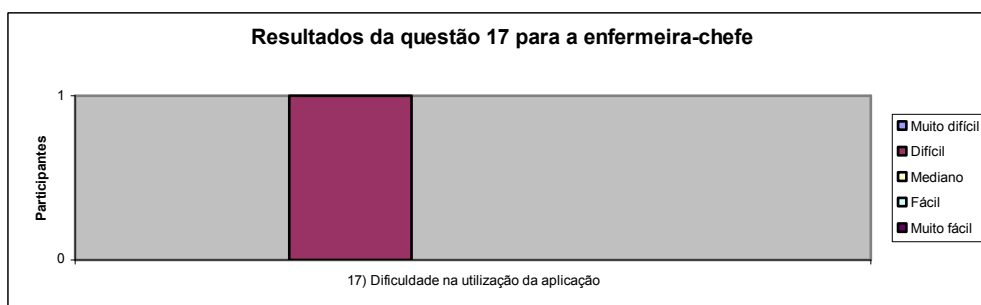


Figura 53 – Gráfico dos resultados da questão 17 para a enfermeira-chefe

	Média	Mediana	Moda	Desvio padrão
17) Dificuldade sentida na utilização da aplicação móvel	2	2	2	0

Tabela 13 – Estatísticas da variável da questão 17 para a enfermeira-chefe

Com o objectivo de facilitar a interpretação dos resultados obtidos anteriormente, cruzaram-se as variáveis, com o intuito de identificar os obstáculos que podem surgir na adopção de tal aplicação para os cuidados de Saúde de um hospital.

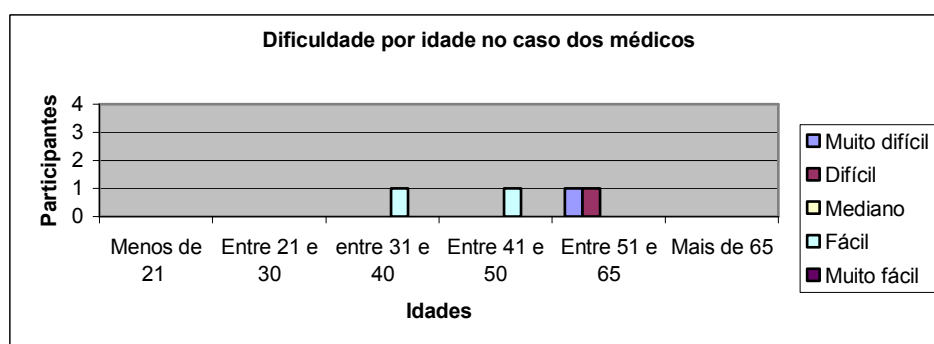


Figura 54 – Gráfico da dificuldade sentida no uso da aplicação por idade para os médicos

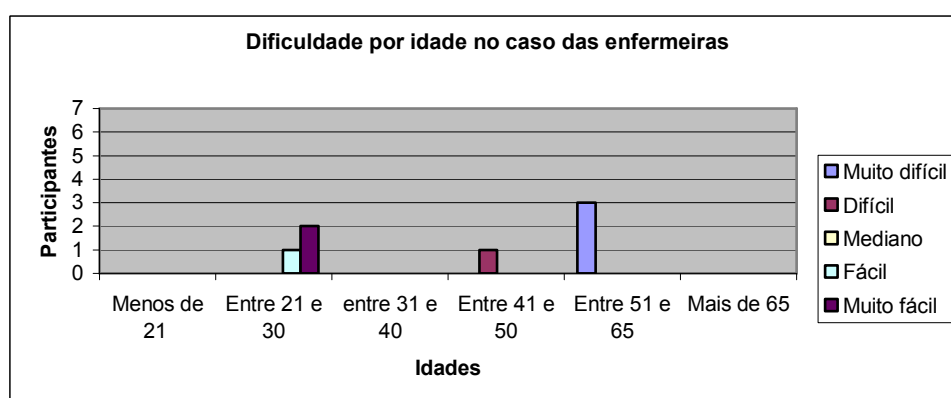


Figura 55 – Gráfico da dificuldade sentida no uso da aplicação por idade para as enfermeiras

Analisando os gráficos das figuras 54 e 55, que são o resultado do cruzamento dos valores obtidos para a questão 2 e a questão 17, pode concluir-se que a idade é um factor de grande importância, e constitui um dos principais obstáculos à introdução de novas tecnologias nos hospitais. De facto, os elementos com idade mais avançada deste conjunto de participantes foram os que demonstraram menos vontade, e menos facilidade na utilização da aplicação. A razão para esta resistência pode estar no preconceito de que, citando a resposta de uma das enfermeiras à questão 18, “estas modernices já não são para a minha idade”, bem como na alteração de processos de trabalho existentes, e os quais já estão habituados a executar há muitos anos. No entanto, é também possível

verificar que os utilizadores mais jovens, talvez mais predispostos para as novas tecnologias, se adaptaram com mais facilidade à substituição dos processos normais baseados em papel, por processos baseados na utilização de informação digital em PDA's.

Uma conclusão que se pode tirar destes resultados prende-se com o tempo de serviço que ainda resta aos utilizadores. Os utilizadores com idade mais avançada acham que não vale a pena mudar, porque já lhes falta pouco tempo para a reforma. Por outro lado, os mais novos sentem a necessidade de adoptar novos recursos nas suas actividades diárias, pois consideram inevitável a introdução da evolução tecnologicano método de execução das suas tarefas.

No caso da questão 18, as opiniões revelam uma unanimidade sobre a dificuldade, ou mesmo a grande confusão, que causaria a adopção desta aplicação actualmente. Indicam mesmo que uma aplicação deste género será mais apreciada daqui a alguns anos, “quando as mentalidades mudarem”, segundo a opinião de um dos utilizadores.

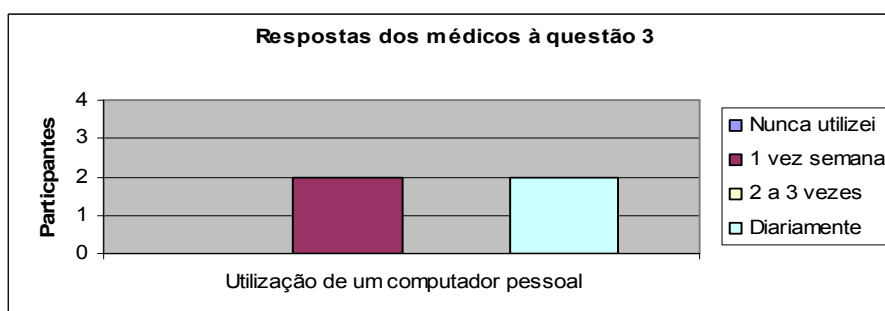


Figura 56 – Resposta dos médicos à questão 3

	Média	Mediana	Moda	Desvio padrão
3) Frequência da utilização de um computador pessoal	3	3	4	1

Tabela 14 – Estatísticas da variável da questão 3 para os médicos

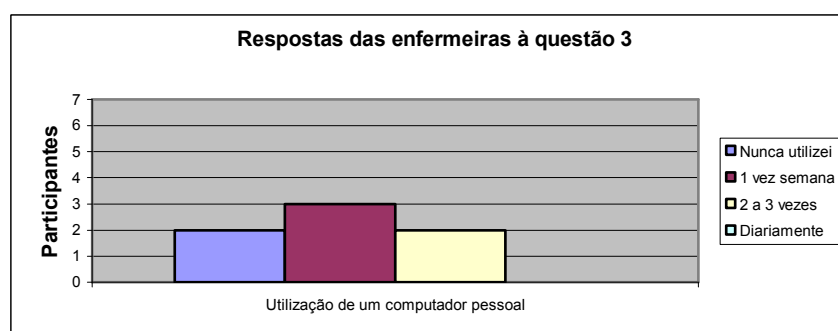


Figura 57 – Resposta das enfermeiras à questão 3

	Média	Mediana	Moda	Desvio padrão
3) Frequência da utilização de um computador pessoal	2.28571	2	2	0.64585

Tabela 15 – Estatísticas da variável da questão 3 para as enfermeiras

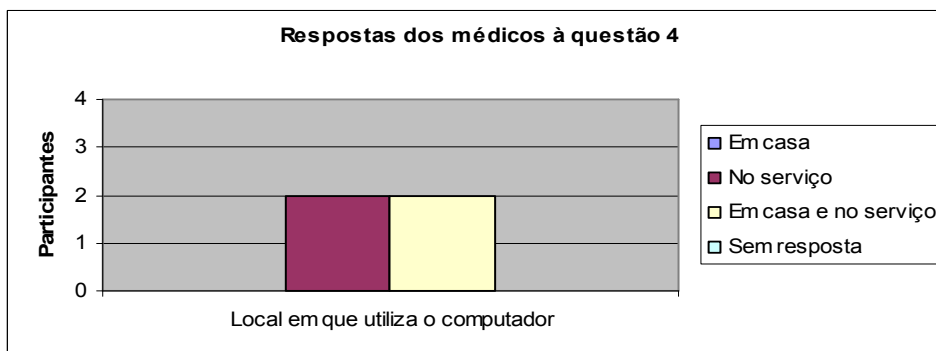


Figura 58 – Resposta dos médicos à questão 4

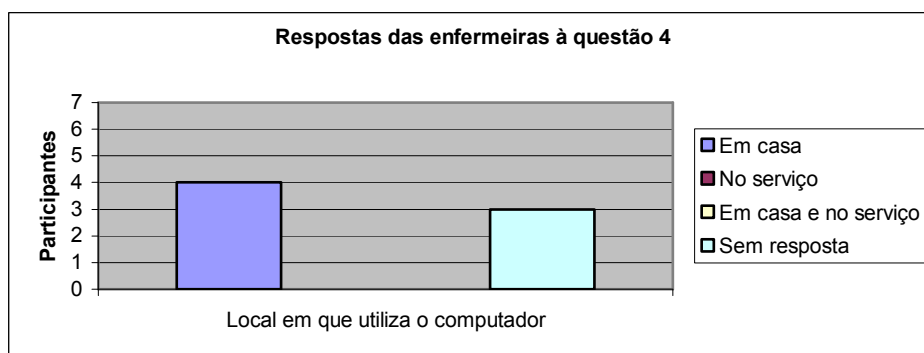


Figura 59 – Resposta das enfermeiras à questão 4

É importante para este estudo salientar as respostas das questões 3 (ver figura 56 e 57) e 4 (ver figura 58 e 59). Os médicos utilizam todos o computador, sendo que 50% só o utiliza no serviço uma vez por semana. Os restantes 50% usam em casa e no serviço, e usam-no diariamente. A enfermeira-chefe não respondeu à questão 4, porque na questão 3 respondeu que não utiliza computador. Esta foi a mesma resposta de 3 enfermeiras. As restantes utilizam o computador em casa, com somente 14% diariamente, 28% usam duas ou três vezes e 14% somente uma vez por semana.

7 Conclusão e trabalho futuro

O objectivo de criar e testar uma aplicação móvel para um serviço hospitalar foi atingido. A recolha e análise dos resultados dos testes de avaliação permitiram recolher informação importante, que contribui para esclarecer quais são os vários tipos de necessidades dos utilizadores, e desvendar as barreiras à introdução de novas tecnologias num serviço hospitalar. Dar a conhecer as potencialidades desta tecnologia, antes de ser efectivamente implementada num serviço hospitalar, pode prevenir problemas que poderão colocar em risco a utilização de uma (provavelmente) boa aplicação móvel.

A constante evolução na área da computação móvel tem permitido satisfazer cada vez mais necessidades específicas do utilizador, ao mesmo tempo que estes “exigem” cada vez mais potencialidades em relação aos diversos tipos de equipamento disponíveis.

A evolução tecnológica em geral, e a computação móvel em particular, apesar de terem assumido muita importância nas actividades dos profissionais saúde noutros países, em particular nos Estados Unidos da América, ainda não convenceu a maioria dos profissionais de Saúde portugueses. A avaliação da aplicação móvel desenvolvida no âmbito desta monografia evidenciou que os vários sectores na área da saúde não estão ainda preparados para acompanhar uma evolução tecnológica sem precedentes, pois muitos ainda não atravessaram a fase intermédia de adaptação. Isto ficou claro ao constatar que a maioria dos profissionais no estudo, ainda não possui competências informáticas que lhes permitam tirar partido desta evolução.

É certo que estes entendem as vantagens, e o impacto que teria nas suas actividades, a integração de tecnologias móveis, caso fossem introduzidas na rotina diária, mas a mentalidade vigente de que ainda estamos atrasados, como País, para acolher tal novidade, é muito forte.

Este obstáculo surge, não só porque a computação móvel é uma tecnologia muito recente, que muitos ainda julgam irreal, mas também pelo facto de que os profissionais de Saúde têm poucos conhecimentos, e competências, ou prática, na área da Informática. Para estes, todo o tipo de conhecimentos informáticos que possuem, ou julgam ser necessário possuir, referem-se apenas ao essencial para desenvolver relatórios ou outro tipo de trabalhos com papel. O desconhecimento da existência de tecnologias que substituem com vantagens o papel é por demais evidente.

Na verdade, a rotina de processos e actividades existentes baseados em papel, permite aos médicos e enfermeiros um maior controlo, que estes julgam mais “palpável”, dos resultados obtidos. A ausência da necessidade de evoluir, pois “as novidades são sempre para os mais jovens”, conduz à imutabilidade dos processos.

Contudo, a introdução das tecnologias estudadas neste trabalho pode, e deve, ser feita de uma forma natural, sem levantar grandes obstáculos, se nas suas rotinas diárias extra-profissionais os médicos e as enfermeiras adoptarem estas tecnologias, e comprovarem as potencialidades que estes equipamentos têm para as suas actividades profissionais.

O objectivo de criar uma aplicação móvel para profissionais de Saúde, e testar a reacção dos utilizadores a tal tecnologia foi em parte atingido. Para ser pleno, ficou a faltar a integração da aplicação com o sistema informático existente no hospital, o que teria permitido testar mais concretamente a utilidade da aplicação na actividade diária dos vários utilizadores.

Para cumprir tal objectivo, é necessário o desenvolvimento futuro de um programa para permitir a sincronização da informação entre o PDA e o computador do serviço hospitalar, mantendo sempre a informação actualizada na base de dados central.

O acto de sincronizar pode eventualmente ser modificado, de modo a evitar a deslocação física do utilizador ao computador, já que utilizando as novas tecnologias sem fios, a sincronização pode ser executada de qualquer lugar. Para isso, é necessário alterar a plataforma e o PDA utilizado neste trabalho, mas as vantagens daí decorrentes podem no futuro ser ainda maiores. De facto, com mais funcionalidades disponíveis, a aplicação móvel desenvolvida pode evoluir ao ponto de não necessitar de sincronizar a informação, ficando preparada para receber constantemente todas as actualizações, e enviar as modificações, em tempo-real para todos os utilizadores. Mas tal modo de funcionamento não será possível num futuro próximo.

Fornecer uma melhoria no serviço e no atendimento aos utentes não passa somente por melhores acomodações, ou melhores profissionais. A necessidade de fornecer aos profissionais de saúde o equipamento indispensável ao melhoramento da eficiência com que realizam as suas tarefas deve ser o objectivo principal duma administração hospitalar consciente da inovação tecnológica.

O ponto fulcral para esta inovação passa pela mudança dos processos envolvidos em executar as tarefas actuais num serviço hospitalar. Esta mudança pode advir da formação adequada dos futuros profissionais de saúde, e da investigação em Informática Médica, não pondo nunca de parte a necessidade de evolução na formação tecnológica dos actuais profissionais de saúde.

8 Bibliografia

Bluetooth SIG, *The Official Bluetooth Wireless Info Site* (2003) [Em linha]. Disponível em <http://www.bluetooth.com/>. [Consultado em 18/09/2003].

Bluetooth, The Official Bluetooth Membership Site [Em linha]. Disponível em [https://www.bluetooth.org /](https://www.bluetooth.org/). [Consultado em 18/09/2003].

Fagundes, E. (2003), “*Wireless LAN (WLAN)*” [Em linha]. Disponível em http://www.efagundes.com/Artigos/Wireless_LAN.htm. [Consultado em 17/10/2003].

Faulkner, C. (1998). *The Essence of Human-Computer Interaction*. Prentice Hall

GSM World – What is GPRS. [Em linha]. Disponível em <http://www.gsmworld.com/technology/gprs/intro.shtml>. [Consultado em 19/09/2003].

Health Data Management, The Health Care IT Authority - Is the Future in the Palm of Your Hand? [Em linha]. Disponível em <http://www.healthcaremanagement.com/>. Mensal. [Consultado em 25/03/2003].

IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers – IEEE Standards Wireless Zone. [Em linha]. Disponível em <http://standards.ieee.org/wireless/>. [Consultado em 16/09/2003].

ITech Research, Healthcare Providers Access vital Clinical Information Anytime, Anywhere. [Em linha]. Disponível em http://www.itechresearch.com/contentcs/hhc_cs-2.html. [Consultado em 12/11/2003].

Maxwell, G. (1999). *SAMS Teach Yourself: Palm Programming in 24 Hours* Indianapolis, SAMS

Microsoft Mobile. [Em linha]. Disponível em <http://www.microsoft.com/mobile/>. [Consultado em 28/10/2003].

Microsoft TechNet - *Mobile Enterprise Solutions: What Is the Appropriate Pocket-Size Platform* (2003) [Em linha]. Disponível em <http://www.microsoft.com/technet/>. [Consultado em 28/10/2003].

Nuntius – *Solutions Overview* (2003). [Em linha]. Disponível em <http://www.nuntius.com/solutions.html#20>. [Consultado em 23/09/2003].

Palm Boulevard – *Healthy Tungsten C Enters Hospital* (2003) [Em linha]. Disponível em <http://www.palmbld.com/articles/2003/12/2003-12-1-Tungsten-C-Finds.html>. [Consultado em 10/12/2003].

Palm Source – *Palm Software and PalmOS*. (2003) [Em linha]. Disponível em <http://www.palmsource.com/>. [Consultado em 22/10/2003].

Symbian: *Technology: Symbian OS v7.0 Functional Description* (2003) [Em linha]. Disponível em <http://www.symbian.com/technology/symbos-v7x-det.html/>. [Consultado em 15/12/2003].

Synchrologic – *Mobile and Wireless Infrastructure Data Synchronozation Software* (2003) – CIO Wireless Resource Book. [Em linha]. Disponível em <http://www.synchrologic.com>. [Consultado em 03/10/2003].

UCLA, University of California Los Angeles School of Medicine – PDA Requirement. [Em linha]. Disponível em <http://www.medstudent.ucla.edu/pdareq/>. [Consultado em 17/11/2003].

Wi-Fi Planet – WPA: New Protection for 802.11. [Em linha]. Disponível em <http://www.wi-fiplanet.com/news/article.php/1491771>. [Consultado em 19/09/2003].

Apêndice 1

<u>Ferramenta de desenvolvimento e o seu endereço na Web</u>	
Visual Form Design	http://www.vfdide.com
CodeWarrior	http://www.metrowerks.com
PocketC	http://www.orbworks.com
Pendragon Forms	http://www.pendragon-software.com
PDA Toolbox	http://www.pdatoolbox.com
Mobile Builder	http://www.penright.com
AppForge MobileVB	http://www.appforge.com
Windows CE Toolkit para o Visual Basic 6.0 ou Visual C ++ 6.0	(sem endereço para obter uma versão de demonstração)
Satellite Forms MobileApp Designer	http://www.pumatech.com
SmallBASIC	http://smallbasic.sourceforge.net
SuperWaba	http://www.superwaba.com.br
Sun ONE Studio, Mobile Edition	http://www.sun.com/software/sundev/jde/studio_me/

Apêndice 2

Estudo sobre a implementação de uma aplicação móvel num serviço hospitalar

1) Qual a sua especialidade no serviço?

Médico ☐

Enfermeira-chefe ☐

Enfermeira ☐

2) Indique a sua idade

Menos de 21 anos ☐

Entre 21 e 30 anos ☐

Entre 31 e 40 anos ☐

Entre 41 e 50 anos ☐

Entre 51 e 65 anos ☐

Mais de 65 anos ☐

3) Com que frequência utiliza um computador?

Nunca utilizei ☐

1 vez por semana ☐

2 a 3 vezes por semana ☐

(Salte para a pergunta n.º 6)

Diariamente ☐

4) Qual o local em que utiliza o computador?

Em casa ☐

No serviço ☐

Em casa e no serviço ☐

5) Qual o sistema operativo do seu computador?

Apple Macintosh ☐

MS Windows 95/98/Milenium/2000/XP ☐

6) O vocabulário utilizado na aplicação é adequado aos profissionais de saúde?

☐

Concordo
totalmente

☐

Concordo

☐

Sem
opinião

☐

Discordo

☐

Discordo
totalmente

7) A localização dos botões e do texto é constante?

☐

Concordo
totalmente

☐

Concordo

☐

Sem
opinião

☐

Discordo

☐

Discordo
totalmente

8) A dimensão do ecrã dificulta a leitura da informação

☐

Concordo
totalmente

☐

Concordo

☐

Sem
opinião

☐

Discordo

☐

Discordo
totalmente

9) A divisão da informação facilita a leitura?

☐

Concordo
totalmente

☐

Concordo

☐

Sem
opinião

☐

Discordo

☐

Discordo
totalmente

10) Qual o método de escrita que mais utilizou?

Escrita com a caneta ☐

Escrita usando o teclado no ecrã ☐

11) Qual o grau de dificuldade que sentiu na introdução de informação?

☐

Muito
difícil

☐

Difícil

☐

Mediano

☐

Fácil

☐

Muito fácil

12) A aplicação fornece a informação necessária a executar a tarefa?

☐

Concordo
totalmente

☐

Concordo

☐

Sem
opinião

☐

Discordo

☐

Discordo
totalmente

13) Os menus estão bem ordenados para executar as tarefas?

☐

Concordo
totalmente

☐

Concordo

☐

Sem
opinião

☐

Discordo

☐

Discordo
totalmente

14) A função dos botões é fácil de identificar?

☐

Concordo
totalmente

☐

Concordo

☐

Sem
opinião

☐

Discordo

☐

Discordo
totalmente

15) Os botões estão colocados num local do ecrã que facilita a sua utilização e a leitura da informação?

☐

Concordo
totalmente

☐

Concordo

☐

Sem
opinião

☐

Discordo

☐

Discordo
totalmente

16) A localização dos ecrãs é fácil de recordar?

☐

Concordo
totalmente

☐

Concordo

☐

Sem
opinião

☐

Discordo

☐

Discordo
totalmente

17) Qual foi, para si, o grau de dificuldade na utilização da aplicação?

☐

Muito
difícil

☐

Difícil

☐

Mediano

☐

Fácil

☐

Muito fácil

18) O que acha da aplicação, em termos de utilidade?

19) Qual a sua opinião em relação à implementação e futura utilização desta aplicação?
