



**UNIVERSIDADE SALVADOR – UNIFACS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS E
COMPUTAÇÃO
MESTRADO ACADÊMICO EM SISTEMAS E COMPUTAÇÃO**

CAYO PABLO SANTANA DE JESUS

APLICAÇÕES MÓVEIS À BEIRA DO LEITO

Salvador
2009

CAYO PABLO SANTANA DE JESUS

APLICAÇÕES MÓVEIS À BEIRA DO LEITO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas e Computação da Universidade Salvador – UNIFACS, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Alberto Prado de Campos

Salvador
2009

Ficha Catalográfica

(Elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da Universidade Salvador - UNIFACS)

Jesus, Cayo Pablllo Santana de

Aplicações móveis à beira do leito. / Cayo Pablllo Santana de Jesus. –
Salvador, 2009.

91 p. : il.

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Sistemas e
Computação da Universidade Salvador – UNIFACS, como requisito
parcial para a obtenção do grau de Mestre.

Orientador a: Prof. Dr. Jorge Alberto Prado de Campos.

1. Computação móvel. I. Campos, Jorge Alberto Prado de, orient. II.
Universidade Salvador – Unifacs. III. Título.

CDD: 004.6

TERMO DE APROVAÇÃO

CAYO PABLO SANTANA DE JESUS

APLICAÇÕES MÓVEIS À BEIRA DO LEITO

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Sistemas e Computação, Universidade Salvador – UNIFACS, pela seguinte banca examinadora:

Jorge Alberto Prado de Campos – Orientador _____
Doutor em Spatial Information Science and Engineering, University of Maine at Orono
Universidade Salvador – UNIFACS

Thomas de Araújo Buck _____
Doutor em Informática, Universität Tübingen
Universidade Salvador – UNIFACS

Ana Maria Fernandes Pitta _____
Doutora em Medicina Preventiva, Universidade de São Paulo
Universidade Federal da Bahia – UFBA
Universidade Salvador – UNIFACS

Salvador, 15 de Dezembro de 2009

AGRADECIMENTOS

A minha mãe Margarete e minha avó Armizia, por tudo que tenho na minha vida. Amo vocês!

A minha esposa Jaqueline, pelo apoio e compreensão em relação a minha ausência para realização deste trabalho. Te amo minha menina!!

A meu orientador Prof. Jorge Campos pela sua orientação e confiança me dada para realização deste trabalho. Em todos os momentos que passamos durante a execução deste trabalho e outros projetos, Jorge sempre passou o exemplo de líder e amigo. Um exemplo de profissional e pessoa.

A FAPESP, pelo apoio financeiro e pela infra-estrutura de equipamentos que proporcionaram a realização deste trabalho.

Ao Prof. Thomas Buck pelo apoio e oportunidades dadas durante a realização deste trabalho.

Aos meus amigos Adriano e Tatiana, pelo apoio e companheirismo.

A meu amigo e companheiro de mestrado Rafael Soto pelo apoio dado antes e durante a realização deste trabalho.

Aos meus amigos, colegas de mestrado e pesquisa Rodrigo Rehem (Pelego), Herbert Monteiro (Garrocha), Daniel Cotrin, Rafael Costa, Marcelo Gigliotti (Presutinho), Walter Neto (Ragamoufin da Bahia), Ivo Koga, Ivan Koga, Reginaldo (Batista), Helder Aragão, Dimitri, Paulo Lopes, George Leite pelos momentos de descontração nos momentos difíceis e apoio nas pesquisas realizadas.

E a todos que contribuíram para realização deste trabalho.

RESUMO

Diversos esforços têm sido empreendidos no desenvolvimento de aplicações móveis para a área hospitalar. A maioria das aplicações, entretanto, não tem atendido de maneira satisfatória os requisitos impostos pela inerente mobilidade dos profissionais de saúde e pela conhecida limitação dos dispositivos móveis. Diante dessa realidade, este trabalho buscou identificar, dentro do ambiente hospitalar, duas grandes demandas por aplicações computacionais móveis que envolvessem tanto os profissionais da área de enfermagem quanto os profissionais da área médica. A primeira demanda identificada se refere ao processo de administração de medicamentos. Este processo, executado pelo pessoal de enfermagem, é considerado uma das atividades mais críticas de um hospital, pois a ocorrência de qualquer falha tem um sério impacto na saúde do paciente. A segunda demanda contempla a consulta de informações dos dados médicos dos pacientes. A consulta e análise de dados e o monitoramento do estado clínico dos pacientes são as atividades que mais demandam tempo dos médicos no exercício de sua função no ambiente hospitalar. De forma a atender as demandas mencionadas, este trabalho apresenta duas aplicações móveis: o Assistente Digital de Administração de Medicamentos (ADAM) e o Assistente Médico Digital (AMD). O ADAM tem como objetivo auxiliar os profissionais de enfermagem durante o processo de administração de medicamentos, trazendo informações em tempo real à beira do leito, identificando todos os atores envolvidos no processo e minimizando a ocorrência de erros. O AMD visa auxiliar o médico na execução de suas atividades a qualquer momento, mesmo durante seu deslocamento entre os diversos ambientes hospitalares.

Palavras-chave: Aplicações Móveis. Administração de Medicamentos. Assistente Médico Digital. Visualização de Informações em Dispositivos Móveis.

ABSTRACT

Several efforts have been attempt in developing mobile application for the healthcare domain. Several of these applications, however, have not met the requirements imposed by the inherent mobile nature of medical activities and limitations of the mobile devices. In this scene, this work aims at identify two major demands for mobile computing applications involving both nurses and doctors working at hospital environments. The first demand refers to the process of medication administration. This process, performed by nurses, is considered one of the most critical activities at a hospital, because the occurrence of any failure has a serious impact on patient health. The second demand deals with the presentation of information concerning patients' records. Doctors spend most of their time checking, analyzing and monitoring clinical status of patients. In order to meet these demands, this work presents two mobile applications: the Digital Assistant for Medication Administration (DAMA) and the Medical Digital Assistant (MDA). The DAMA aims at assisting nurses during the medication administration process, providing information in real time at the point of care, identifying all the actors involved in the process and minimizing occurrences of errors. The MDA goal is to assist physicians in carrying out its activities at any time, even when they are moving among various hospitals spots.

Keywords: Mobile Application. Medication Administration. Medical Digital Assistant. Visual Information for Mobile Devices.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1- Macro arquitetura dos sistemas corporativos de administração hospitalar	18
Figura 2.2 - Tela de admissão de paciente	19
Figura 2.3 - Tela de informações do paciente	20
Figura 2.4 - Tela de informações administrativo-financeiro	21
Figura 2.5 - Tela de Resumo Clínico do Paciente	22
Figura 2.6 - Macro arquitetura das aplicações satélites	23
Figura 2.7 - Tela de histórico de pacientes	25
Figura 2.8 - Tela de histórico de pacientes	26
Figura 2.9 - Tela de histórico de pacientes	27
Figura 2.10 - Tela de informações de exames	28
Figura 2.11- Anotações médicas realizadas via <i>Tablet</i>	30
Figura 2.12 - Agenda do médico via celular	30
Figura 2.13 - Telas do <i>Clinic Web</i> . a) localização de medicamentos. b) informações do paciente	31
Figura 2.14 - a) coleta de sinais vitais. b) coleta de balanço hidroeletrólíco. c) prescrição de enfermagem	32
Figura 2.15 - Telas do <i>Handy Patients</i> : a) registro de paciente. b) histórico do paciente. c) informações do paciente	33
Figura 2.16 - Tela de resultado de exame	33
Figura 2.17 - Telas do Borboleta: a) informações do paciente. b) e c) Telas sobre o registro da visita domiciliar	34
Figura 2.18 - Tela de coleta de sinal vital	35
Figura 2.19 - Telas do PHiP: a) Histórico do paciente. b) e c) Telas sobre o registro da visita domiciliar	35
Figura 3.1- Arquitetura de duas camadas	42
Figura 3.2 - Arquitetura de três camadas	43
Figura 3.3 - Arquitetura Orientada a Serviços	45
Figura 3.4 - Camadas da arquitetura para construção de aplicações móveis	47
Figura 4.1 - Procedimentos Médicos	53
Figura 4.2 - Diagrama de atividades do ADAM	57
Figura 4.3 - Diagrama de Seqüência de Autenticar Usuário	57

Figura 4.4 - Telas iniciais do ADAM: a) Tela de autenticação do usuário. b) Tela de digitação de senha. c) Lista de Pacientes	58
Figura 4.5 - Diagrama de seqüência de Consulta de Informações do Paciente	59
Figura 4.6 - Tela de informações do paciente	60
Figura 4.7- Tela de detalhes de itens prescrito	60
Figura 4.8 - Diagrama de sub-atividades da atividade de Administrar Medicamentos	61
Figura 4.9 - Modelo de dados de medicamentos	62
Figura 4.10 - Diagrama de seqüência da sub-atividade Identificar Paciente	64
Figura 4.11- Tela de listagem de medicamentos com quatro diferentes tipos de medicamentos. a) Solteiro, Kit, Fracionado e Ligado. b) Fracionado. c) Ligado	65
Figura 4.12 - Diagrama de seqüência da sub-atividade Efetuar Administração	66
Figura 4.13 - Tela de lista de medicamentos com alguns estados alterados	66
Figura 4.14 - Tela de registro de exceções	67
Figura 4.15- Telas do ADAM. a) Tela de notas médica. b) Tela de observações de administração	68
Figura 5.1 - Diagrama de atividades do AMD	72
Figura 5.2 - Tela de Monitor Médico	74
Figura 5.3- Telas do AMD: a) Tipo de consulta. b) Modo de visualização	75
Figura 5.4 - Modelo de referência de visualização	75
Figura 5.5 - Tela de visualização Quantitativa de exames	77
Figura 5.6 - Visualização de variáveis fisiológica na visualização Qualitativa	79
Figura 5.7 - Detalhes da visualização de variáveis fisiológica na visualização <i>RadarOverview</i>	80
Figura 5.8 - Opções de ordenação dos indicadores do paciente	82
Figura 5.9 - Ordenação manual dos indicadores do paciente	83
Figura 5.10 - Consulta individual da variável temperatura	83
Figura 5.11 - Configuração de alertas	84

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 JUSTIFICATIVA	12
1.2 PROBLEMA E OBJETIVO	13
1.3 METODOLOGIA	14
1.4 CONTRIBUIÇÕES	14
1.5 AUDIÊNCIA	15
1.6 APRESENTAÇÃO	15
2 SISTEMAS E APLICAÇÕES NA ÁREA DE SAÚDE	16
2.1 SISTEMAS CORPORATIVOS DE ADMISTRAÇÃO HOSPITALAR	17
2.2 APLICAÇÕES SATÉLITES PARA A ÁREA MÉDICA	23
2.2.1 Aplicações Satélites em Terminais Fixos	24
2.2.2 Aplicações Satélites para Dispositivos Móveis	29
2.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
3 MECANISMOS DE INTERAÇÃO DA INTERFACE COM O USUÁRIO E PORTABILIDADE EM APLICAÇÕES MÓVEIS	37
3.1 MECANISMOS DE INTERAÇÃO DA INTERFACE COM O USUÁRIO	37
3.1.1 Telas Diminutas	39
3.1.2 Entrada de Dados	39
3.1.3 Mobilidade	40
3.1.4 Contexto	41
3.2 PORTABILIDADE	41
3.2.1 Tipos de arquitetura de aplicações móveis	42
3.2.2 Arquitetura Orientada a Serviços	44
3.2.2.1 Serviços Web	45
3.2.2.2 Linguagem para Descrição de Serviços Web	46
3.3 A ARQUITETURA UTILIZADA PARA CONSTRUÇÃO DE APLICAÇÕES MÓVEIS	47
3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
4 ASSISTENTE DIGITAL DE ADMINISTRAÇÃO DE MEDICAMENTOS	51
4.1 PROCEDIMENTOS MÉDICOS	52
4.2 ANÁLISE E IMPLEMENTAÇÃO DO ASSISTENTE DIGITAL DE ADMINISTRAÇÃO DE MEDICAMENTOS	55
4.3 ATIVIDADE AUTENTICAR USUÁRIO	57

4.4 ATIVIDADES CONSULTAR INFORMAÇÕES DO PACIENTE E ITENS PRESCRITOS	59
4.5 ATIVIDADE ADMINISTRAR MEDICAMENTOS	61
4.5.1 Uma Classificação para os Medicamentos	62
4.5.2 Atividade Administração de Medicamentos	64
4.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
5 ASSISTENTE MÉDICO DIGITAL	70
5.1 ANÁLISE E IMPLEMENTAÇÃO DO ASSISTENTE MÉDICO DIGITAL	71
5.2 AUTENTICAR USUÁRIO	73
5.3 MONITOR MÉDICO	73
5.4 CONSULTAR EXAMES E CONSULTAR VARIÁVEIS DE CONTROLE	74
5.4.1 Visualização das Informações	75
5.4.1.1 Visualização Quantitativa	77
5.4.1.2 Visualização Qualitativa	78
5.4.1.3 Ordenação dos indicadores de visualização	81
5.4.2 Configurações de Alertas	84
5.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	85
6 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	86
7 REFERÊNCIAS	88

1 INTRODUÇÃO

Os profissionais de saúde estão a todo o momento se movimentando dentro do espaço físico dos hospitais, atendendo pacientes a beira do leito, verificando equipamentos, consultando relatórios, preenchendo formulários e executando outras atividades relativas aos processos hospitalares. Estima-se que médicos e enfermeiros cheguem a ocupar metade das suas jornadas de trabalho, consultando, recuperando e armazenando informações (ANCONA e outros, 2000). Dada a natureza móvel das atividades dos profissionais da área de saúde, a computação móvel está se tornando um importante aliado para a atividade médica (TURISCO; CASE, 2001).

Recentemente, os hospitais começaram a destinar uma parcela significativa dos seus investimentos para a aquisição de dispositivos móveis (ANCONA e outros, 2000). Dispositivos móveis são pequenos computadores com reduzido poder de processamento, tela diminuta, mecanismo de entrada de dados limitado, conectado a uma rede sem fio e que permite a execução de algumas tarefas enquanto o operador se movimenta (B'FAR, 2004). Apesar das limitações inerentes aos dispositivos móveis, quando comparados a simples computadores pessoais, o ganho do usuário com a mobilidade minimiza as deficiências em rendimento e da interface com o usuário (ARDITO e outros, 2006).

A mobilidade conferida pelos dispositivos móveis, entretanto, não garante o uso ou aceitação pelos profissionais da área de saúde. Embora os dispositivos móveis sejam fáceis de usar e transportar, a incorporação desse tipo de equipamento como um instrumento básico de trabalho desses profissionais vai depender fortemente das aplicações computacionais instaladas nos dispositivos.

Fornecer aos profissionais da área de saúde uma aplicação móvel que os auxilie no exercício de suas atividades em qualquer lugar, tornou-se um dos principais objetivos dos grandes hospitais. Conciliar um enorme volume de dados, mídias heterogêneas e as limitações dos dispositivos móveis, entretanto, traduz o objetivo mencionado em uma tarefa bastante complexa e desafiadora.

1.1 JUSTIFICATIVA

O presente trabalho foi motivado pela experiência do autor em um projeto de pesquisa aprovado no edital para desenvolvimento de soluções inovadoras no campo das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB). O Objetivo do referido projeto contemplava a concepção de uma

metodologia para o desenvolvimento de aplicações móveis para a área de saúde, em geral, e para as atividades dos profissionais de saúde à beira do leito, em particular. Durante a execução dos trabalhos de pesquisa, foram identificadas duas demandas que ao mesmo tempo requeriam de imediato algum suporte computacional e que possuíam um grande potencial para o uso da computação móvel.

A primeira aplicação, destinada aos profissionais de enfermagem, é voltada para o suporte ao atendimento aos pacientes à beira do leito. A segunda aplicação, endereçada aos médicos, é destinada à manutenção e consulta de todos os dados do prontuário do paciente, tais como: histórico, prescrições, dieta, recomendações, sinais vitais, atendimentos, exames, entre outros.

1.2 PROBLEMA E OBJETIVO

O principal problema identificado em alguns levantamentos de campo foi a falta de aplicações móveis que levassem em consideração as necessidades dos profissionais que as operam e as restrições dos dispositivos móveis. As aplicações móveis, até então desenvolvidas, não têm atendido de maneira satisfatória os requisitos impostos pela inerente mobilidade da atividade exercida pelos profissionais de saúde e pelas características peculiares dos dispositivos móveis. A grande maioria das aplicações móveis destinadas aos profissionais de saúde são meras adaptações de aplicações desenvolvidas para os computadores pessoais. Outro problema identificado no âmbito do desenvolvimento de aplicações móveis para a área médica é o forte acoplamento destas aplicações com os sistemas corporativos dos hospitais. As aplicações móveis são desenvolvidas com base no modelo de dados e regras de processos de cada hospital, o que dificulta a reutilização da aplicação móvel em outra instituição hospitalar.

Considerando os problemas mencionados, este trabalho propõe o desenvolvimento de duas aplicações móveis: o Assistente Digital de Administração de Medicamentos (ADAM) e o Assistente Médico Digital (AMD).

O ADAM é uma aplicação móvel destinada a auxiliar os profissionais de enfermagem durante a realização de suas atividades. Seu objetivo é colaborar com o processo de administração de medicamentos, trazendo informações em tempo real à beira leito, identificando todos os atores envolvidos no processo e minimizando a ocorrência de erros durante a execução do procedimento de administração de medicamentos.

O AMD é uma aplicação móvel que tem como objetivo facilitar a consulta dos dados dos pacientes pelos médicos. O principal objetivo do AMD é apresentar informações relevantes à execução das atividades médicas de maneira clara e intuitiva.

1.3 METODOLOGIA

Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica sobre computação móvel, em especial aplicações móveis na área de saúde. Em seguida, foram feitas visitas aos hospitais para aprofundar o conhecimento no domínio hospitalar e identificar as áreas com potencial para computação móvel. Identificadas as áreas, definiram-se duas aplicações móveis desenvolvidas neste trabalho destinadas aos dois profissionais mais requisitados em um hospital: o profissional de enfermagem e o médico.

Definidas as aplicações móveis, iniciou-se o processo de análise e implementação das referidas aplicações. Primeiramente, foi realizado o levantamento dos requisitos das aplicações. Em seguida, foi realizado o processo de análise. Durante este processo, foi dada uma atenção especial à interface gráfica com o usuário e à arquitetura das aplicações, através de estudos em design de interação e portabilidade. O próximo passo foi o desenvolvimento. Nesta etapa, foram adotados padrões de projeto e técnicas de programação orientadas a objetos já consolidadas. Por fim, foram realizados os testes através da simulação de um ambiente hospitalar.

1.4 CONTRIBUIÇÕES

As contribuições deste trabalho dizem respeito aos quesitos design de interação e portabilidade de aplicações móveis na área de saúde. Neste contexto foram desenvolvidas duas aplicações móveis: uma destinada aos profissionais de enfermagem e a outra voltada para os médicos. A primeira aplicação atua no processo de administração de medicamentos, realizando a identificação de todos os atores envolvidos: o paciente, a medicação, o horário, a via e a dosagem. A segunda aplicação trata da apresentação e o monitoramento do estado clínico dos pacientes.

No quesito design de interação, as aplicações fizeram uso intensivo de elementos gráficos e novos modelos de visualização para permitir o uso da aplicação enquanto o profissional executa alguma atividade ou se movimenta no ambiente hospitalar.

No quesito portabilidade, houve uma preocupação em desenvolver uma arquitetura flexível que permitisse o uso das aplicações em ambientes computacionais diversos.

1.5 AUDIÊNCIA

Este trabalho tem como audiência um público bastante diversificado, pois reúne diversos temas e contribuições nas áreas de computação móvel, visualização em dispositivos móveis e aplicações móveis na área de saúde.

Desta maneira acreditamos que o público alvo deste trabalho englobe estudantes e profissionais nas áreas de computação e saúde, tais como os desenvolvedores e analistas de sistemas, profissionais de enfermagem, médicos ou qualquer pessoa interessada em questões relativas a computação móvel na saúde.

1.6 APRESENTAÇÃO

O restante deste trabalho está organizado em cinco capítulos, o segundo capítulo aborda as principais fontes de alimentação e gestão das bases hospitalares, enfatizando os sistemas corporativos de administração hospitalar e as aplicações específicas para profissionais de saúde. No segundo caso, são abordadas tanto as aplicações para terminais fixos quanto as aplicações para dispositivos móveis.

O terceiro capítulo aborda os critérios determinantes na elaboração de uma arquitetura para aplicações móveis. Estes critérios foram utilizados no desenvolvimento da arquitetura para as aplicações móveis proposta neste trabalho. A arquitetura é um pré-requisito básico para a construção de qualquer aplicação.

O quarto capítulo apresenta a aplicação móvel ADAM e suas funcionalidades. O ADAM tem como objetivo auxiliar o processo de administração de medicamentos. Ainda neste capítulo, é apresentada uma proposta para a classificação de medicamentos, que foi desenvolvida para classificar e organizar os tipos de itens envolvidos no processo de administração de medicamentos.

O quinto capítulo apresenta a aplicação móvel AMD e suas funcionalidades. Neste capítulo é apresentando também um novo modelo de visualização de informações para dispositivos móveis. O modelo proposto visa apresentar uma grande quantidade de dados heterogêneos em um dispositivo de tela diminuta.

Por último, o capítulo seis apresenta as conclusões da pesquisa e identifica e propõe trabalhos futuros.

2 SISTEMAS E APLICAÇÕES NA ÁREA DE SAÚDE

As instituições de saúde e seus colaboradores são grandes geradores e consumidores de informação. O volume de dados produzidos por essas instituições cresce vertiginosamente à medida que as suas bases de dados são atualizadas. Este processo é contínuo, pois a todo instante o resultado de um exame é registrado, um dado vital de um paciente é colhido, uma imagem radiológica é armazenada, medicamentos são administrados, dentre outros eventos.

Diante do volume e variedade de informações gerada nos hospitais, faz-se necessário um sistema de computação para efetuar a gerência de todos estes dados. O sistema responsável pela gestão dos dados nos hospitais são conhecidos como sistemas corporativos de administração hospitalar. Estes sistemas realizam um corte transversal nas instituições hospitalares, ou seja, abrangem todas as áreas do hospital. Os sistemas corporativos de administração hospitalar englobam duas macro atividades dos hospitais: a administrativo-financeira e a médica.

As atividades administrativo-financeiras se referem ao funcionamento e manutenção da instituição hospitalar. Estas atividades estão ligadas aos processos destinados a administrar os recursos financeiros, materiais e humanos de um hospital. Os processos administrativo-financeiros visam a utilização eficiente dos recursos e alcançar os objetivos e as metas estabelecidas. O sistema corporativo utilizado pela área administrativa do hospital, por exemplo, é responsável por realizar o cadastro de funcionários e pacientes. As informações referentes aos pacientes e funcionários são utilizadas pelo sistema do setor financeiro para realizar a folha de pagamento dos funcionários e cobrar os custos dos tratamentos dos pacientes.

As atividades médicas são relativas ao serviço fim de todo hospital, ou seja, o atendimento aos pacientes. O atendimento aos pacientes é uma atividade restrita aos profissionais de saúde (médicos, enfermeiros, etc.). Estes profissionais normalmente necessitam de ferramentas computacionais no suporte a realização de suas atividades. Através do prontuário eletrônico do paciente, por exemplo, um médico pode acessar, incluir e alterar as informações relativas à vida clínica do paciente, consultar o histórico do paciente, as medicações as quais o mesmo é alérgico, os resultados de todos os exames realizados e toda uma gama de informações que o ajudará na execução de sua atividade.

Devido ao seu raio de abrangência, os sistemas corporativos de administração hospitalar possuem um alto grau de complexidade. Estes sistemas podem ser desenvolvidos pelos próprios hospitais (desenvolvimento *in house*) ou por terceiros. No caso de sistemas corporativos desenvolvido por terceiros, é comum que os sistemas não dêem suporte a alguma

atividade fim dos profissionais de saúde. Normalmente, estes casos acontecem quando um hospital oferece um serviço incomum, ou seja, foge do escopo dos sistemas corporativos de administração hospitalar. Objetivando solucionar este tipo de problema, os hospitais costumam desenvolver as chamadas aplicações satélites. As aplicações satélites não fazem parte do arcabouço de soluções proporcionadas pelos sistemas corporativos de administração hospitalar e são desenvolvidas com o objetivo de suprir uma lacuna não preenchida por estes sistemas. As aplicações satélites são aplicações específicas destinadas a auxiliar os profissionais de saúde em suas atividades.

As próximas seções apresentam uma visão geral dos principais sistemas corporativos de administração hospitalar e discute algumas aplicações satélites de interesse do presente trabalho.

2.1 SISTEMAS CORPORATIVOS DE ADMINISTRAÇÃO HOSPITALAR

Existem diversos sistemas corporativos de administração hospitalar. Neste universo convivem desde sistemas destinados a pequenas clínicas até sistemas que atendem as necessidades dos mais robustos e complexos centros hospitalares. Os sistemas corporativos de administração hospitalar são sistemas de informação que integram todos os dados e processos de uma organização em um único sistema. O objetivo destes sistemas é auxiliar os processos de gestão de uma empresa nas mais importantes fases de seu negócio. Através dos sistemas corporativos as instituições hospitalares passam a ter as seguintes vantagens:

- a) redução de redundância: as informações dos setores da organização estão integradas em uma base de dados comum e estão disponíveis a todos;
- b) agilidade do fluxo das informações: facilita o processo de transmissão de dados;
- c) redução dos custos: com a integração e agilização dos processos, os custos são diminuídos;
- d) qualidade das informações: as informações são consistentes, pois os dados são comparados e toda a organização trabalha em conjunto;
- e) facilidade na transferência de dados: organizações que possuem filiais geograficamente distantes, podem interagir e trocar informações;
- f) auxílio na tomada de decisão: acesso em tempo real a todas as informações da organização facilita a análise e cruzamento dos dados.

De uma forma geral, os sistemas corporativos de administração hospitalar são divididos em duas camadas: Regras de Negócio e aplicações *Font-End*. A camada de Regras

de Negócio define os modelos de dados e processos que regem o funcionamento dos sistemas corporativos. Já a camada *Front-end* é responsável pela interação com o usuário, ou seja, é responsável pela apresentação e manipulação das informações disponibilizadas pelos sistemas corporativos ao usuário (Figura 2.1).



Figura 2.1- Macro arquitetura dos sistemas corporativos de administração hospitalar
Nota: Elaboração do autor (2009).

Todos os processos, regras e modelos utilizados pelos sistemas corporativos são mapeados e definidos na camada Regras de Negócio. As informações são disponibilizadas através de aplicações *Front-End*. Estas aplicações não acessam diretamente a base de dados. Desta forma, os sistemas corporativos garantem a consistência dos dados armazenados no banco de dados. Além disso, qualquer aplicação que não faça parte do sistema corporativo pode utilizar sua infra-estrutura, acessando as Regras de Negócio. Desta maneira, a aplicação não precisará ter conhecimento do modelo de dados utilizado pelo banco de dados da organização, mantendo o foco na apresentação e manipulação das informações ao usuário.

A grande maioria dos sistemas corporativos utiliza esta arquitetura. Dentre os diversos sistemas corporativos na área hospitalar, dois merecem destaque no mercado nacional: o *TrakCare* (INTERSYSTEMS, 2007) e o MV 2000i (MV SISTEMAS, 2007). O *TrakCare* é um sistema de informações de saúde com base na Web e centrado no Prontuário Eletrônico do Paciente (PEP). O *TrakCare* possui um dos mais conceituados PEP do mercado mundial. O *TrakCare* fornece uma solução administrativa e clínica abrangendo praticamente todas as

áreas da instituição hospitalar, tais como: controle dos recursos, custos e resultados das instituições. O *TrakCare* realiza as tarefas básicas administrativas do hospital como registro de pacientes, controle de estoque, finanças, entre outras. Além disso, o sistema auxilia os profissionais de saúde na execução de suas atividades.

De forma a ilustrar o funcionamento do *TrakCare*, considere uma aplicação *Front-End* deste sistema na área administrativo-financeira. Esta aplicação é responsável pelo cadastramento de um paciente (Figura 2.2). O profissional que realiza a entrada do paciente no hospital preenche os dados pessoais e financeiros do paciente, dentre outros. As informações preenchidas durante a admissão do paciente alimentam a base de dados do hospital. Após a admissão do paciente, são realizadas as atividades médicas, isto é, o paciente é encaminhado para um profissional de saúde para que seja atendido. No momento do atendimento do paciente, o profissional de saúde utilizará a parte clínica do *TrakCare*, ou seja, as soluções destinadas às atividades específicas realizadas pelos profissionais de saúde.

Figura 2.2 - Tela de admissão de paciente
Fonte: INTERSYSTEMS (2007).

Apesar de atender adequadamente de maneira sistêmica o processo de admissão do paciente, o *TrakCare* apresenta um sério problema de usabilidade. Este problema se refere à maneira como as informações são apresentadas ao usuário. No *TrakCare* há uma sobrecarga de informações textuais apresentadas ao usuário, o que tem um impacto na usabilidade do

sistema. A usabilidade define as características que permitem ao usuário interagir com o computador satisfatoriamente e está relacionada à eficácia, eficiência e satisfação de uso. A deficiência na usabilidade das aplicações *Front-End* é um problema comum nos principais sistemas corporativos.

Um exemplo de uma aplicação *Front-End* do *TrakCare* na área médica permite que o médico visualize as informações dos pacientes (Figura 2.3). A partir dessas informações, o médico realizará o atendimento ao paciente, solicitando procedimentos de diagnósticos, tratamentos, registros de consultas, entre outros. A imagem exibida na Figura 2.3 evidencia o excesso de informação textual. A tela da aplicação não é intuitiva e não possui comandos claramente visíveis, o que obriga a memorização do usuário.

Observation Item	21/09/2007 13:04
Height (cm)	130
Weight (kg)	35
Body Mass Index	
Body Surface Area	

Observation Item	21/09/2007 13:04
Temperature	38
Systolic BP	110
Diastolic BP	70
Respirations	22
Pulse	90
Oxygen Saturation	

Observation Item	21/09/2007 13:00
Injections Attempts	
Sedation Score 0 - 2	
Pain Score	
BP = S/D	
Respirations	22
Comments	

Figura 2.3 - Tela de informações do paciente
Fonte: INTERSYSTEMS (2007).

Em termos de desenvolvimento nacional, o MV 2000i é um sistema que gerencia informações de saúde e integra dados da gestão hospitalar de mais de 400 instituições de saúde em todo o Brasil. O MV 2000i realiza o controle total dos processos das áreas de atendimento, clínica, diagnóstico, materiais, faturamento, financeira, apoio a tomada de decisão e serviços via Internet, abrangendo os segmentos de gestão estratégica, hospitalar, clínica e assistencial, administrativa e financeira, planos de saúde e saúde pública.

Através dos módulos administrativo-financeiro, o MV 2000i fornece aos gestores acesso às informações utilizadas para tomada de decisões referentes aos setores de recursos

financeiros e humanos do hospital. A Figura 2.4, por exemplo, ilustra um módulo administrativo-financeiro do sistema na qual o gestor pode observar que aproximadamente um terço dos leitos estão vagos. A partir dessa informação, decisões poderão ser tomadas a fim de deixar o hospital menos ocioso.

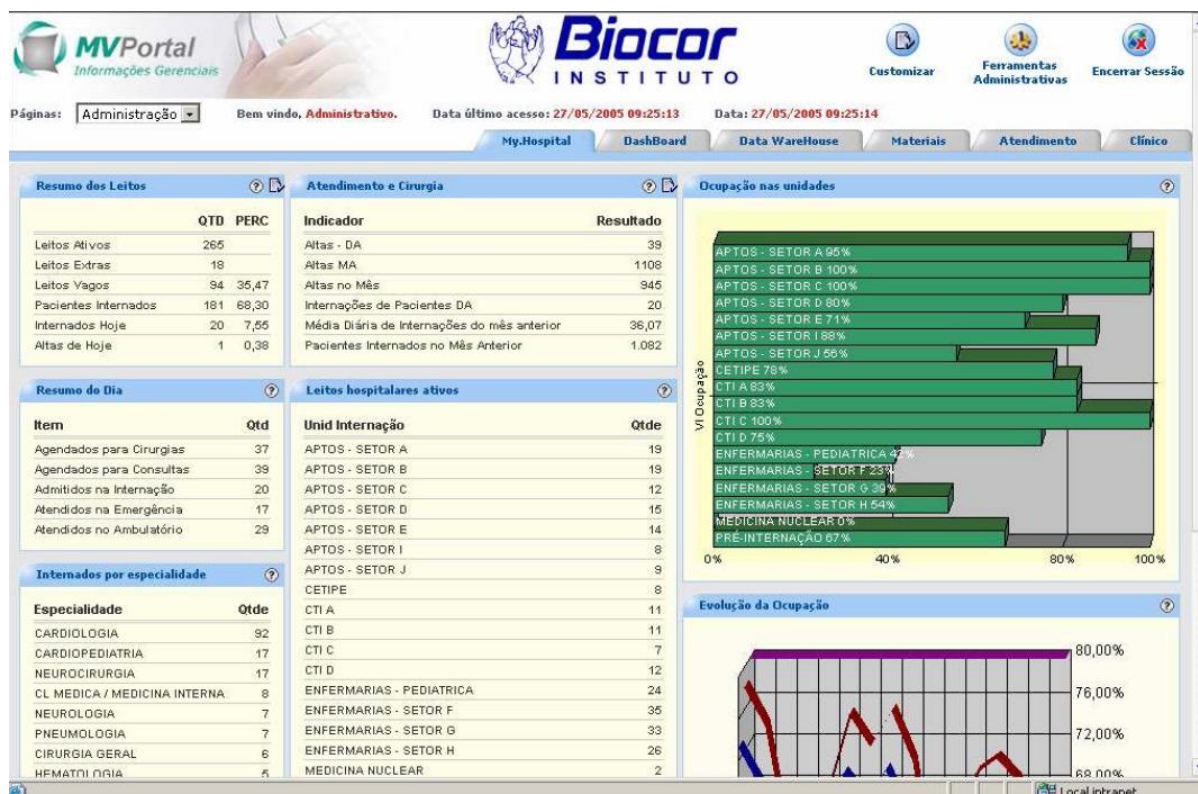


Figura 2.4 - Tela de informações administrativo-financeiro
Fonte: VRANDECIC (2007).

A interface com o usuário no MV 2000i apresenta recursos não disponíveis no *TrakCare*, e que melhoram a sua usabilidade. Na Figura 2.4, por exemplo, percebe-se a utilização de gráficos para a apresentação de informações. Esta abordagem estimula o sentido da visão humana. Através da utilização de gráficos pode-se representar uma quantidade maior de informações em relação a apresentação de dados tabulares. Entretanto, no nosso entendimento, ainda existe uma grande massa de informação textual apresentada ao usuário.

Um dos principais problemas encontrados nos sistemas corporativos de administração hospitalar está relacionado com as aplicações *Front-End* na área médica. Estas aplicações são, em geral, bastante genéricas e não atendem de forma satisfatória as atividades dos profissionais de saúde. As telas das aplicações médicas são relativamente complicadas e apresentam um grande volume de informações, o que torna difícil a assimilação e o uso posterior dos usuários.

Na área médica, o MV 2000i possui uma aplicação *Front-End* que permite a visualização do histórico do paciente (Figura 2.5). Através desta aplicação o médico pode verificar o estado atual do paciente. Percebe-se que houve uma maior preocupação para a apresentação da informação ao usuário. A tela ilustrada pela Figura 2.5, utiliza uma combinação de gráficos, textos e ícones para comunicar diversos tipos de informações. Essa abordagem facilita o entendimento das informações e significa um grande avanço na usabilidade dos sistemas corporativos.



Figura 2.5 - Tela de Resumo Clínico do Paciente
Fonte: Cavalcante (2007).

Outro grande problema dos sistemas corporativos hospitalares é que eles não levam em consideração a natureza móvel dos profissionais de saúde e não provêm aplicações *Front-End* móveis.

Visando suprir as deficiências identificadas nas aplicações *Front-End* dos sistemas corporativos, diversas aplicações satélites têm sido desenvolvidas como complemento aos sistemas corporativos hospitalares. Aplicações satélites são aplicações que utilizam a infraestrutura dos sistemas corporativos, mas oferecem aos usuários uma interface mais amigável e desenhada para atender atividades específicas dos profissionais de saúde. A próxima seção

discute algumas aplicações satélites para a área médica desenvolvidas tanto para os terminais fixos quanto para os dispositivos móveis.

2.2 APLICAÇÕES SATÉLITES PARA A ÁREA MÉDICA

Os sistemas corporativos de administração hospitalar foram desenvolvidos para atender as necessidades gerais de uma instituição hospitalar. Muitas vezes, entretanto, os hospitais possuem demandas que não são atendidas pelas aplicações padrões dos seus sistemas corporativos. Nestes casos, os hospitais têm duas opções: solicitar a empresa desenvolvedora do sistema corporativo que desenvolva uma nova aplicação *Front-End* ou providenciar o desenvolvimento de uma aplicação específica. Denominam-se as aplicações satélites as aplicações desenvolvidas fora do escopo do sistemas corporativos.

As aplicações satélites tiram proveito da infra-estrutura implantada pelo sistema corporativo e das regras de negócios definidas pelo hospital. A depender da funcionalidade requerida pela nova aplicação, entretanto, novas regras de negócios podem ser definidas para atender a aplicação satélite. A Figura 2.6 ilustra a macro-arquitetura do sistema corporativo estendida para acomodar as aplicações satélites.

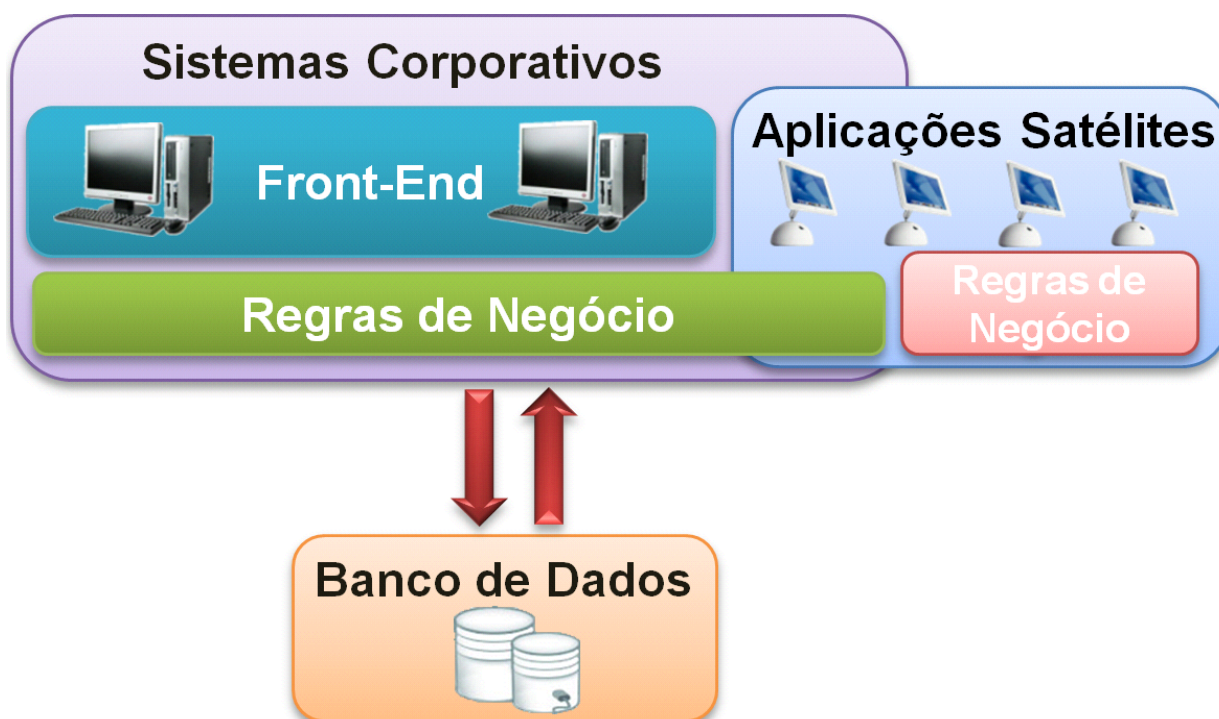


Figura 2.6 - Macro arquitetura das aplicações satélites
Nota: Elaboração do autor (2009).

De acordo com a plataforma alvo, as aplicações satélites podem ser classificadas em dois tipos: aplicações satélites para terminais fixos e aplicações satélites para dispositivos móveis. Os terminais fixos são computadores pessoais normalmente espalhados em postos de consulta pelo hospital. Já os dispositivos móveis são pequenos computadores de mão que podem ser transportados pelos profissionais de saúde em todo o hospital.

As primeiras aplicações satélites foram desenvolvidas para os terminais fixos. O acesso aos terminais fixos pelos profissionais de saúde se dá através dos pontos de consultas ou consultórios espalhados pelos hospitais. Desta forma, caso o profissional de saúde deseje acessar alguma informação deverá se deslocar até o terminal fixo mais próximo para ter acesso à aplicação. Sendo assim, a carga de trabalho dos profissionais de saúde torna-se mais intensa, uma vez que estes profissionais têm que se movimentar por todo o hospital durante a execução de suas atividades.

Com o avanço da computação móvel, as aplicações satélites para dispositivos móveis tornaram-se uma poderosa aliada aos profissionais de saúde durante a execução de suas atividades. Através destes dispositivos, os profissionais de saúde podem agora utilizar as aplicações satélites na execução de suas atividades em qualquer ponto do hospital. As próximas seções discutem alguns exemplos de aplicações satélites fixas e móveis.

2.2.1 Aplicações Satélites em Terminais Fixos

Os terminais fixos são computadores pessoais instalados em um ponto fixo no hospital. As principais vantagens no uso deste tipo de equipamento são: o grande poder de processamento da máquina, grandes telas para apresentação das informações e mecanismos de entrada e saída de dados conhecidos dos usuários. A principal desvantagem dos terminais fixos é exatamente a falta de mobilidade.

Dentre as diversas aplicações satélites existentes para os terminais fixos destaca-se o *LifeLines* (PLAISANT e outros, 1996). *LifeLines* é uma aplicação destinada aos profissionais de saúde que tem como objetivo prover uma visão geral do histórico médicos dos pacientes, como, por exemplo, as hospitalizações prescritas e os medicamentos utilizados. Além disso, esta aplicação fornece acesso direto a informações detalhadas e provê acesso às informações críticas e alertas. O diferencial do *LifeLine* está na visualização do histórico dos registros médicos de pacientes, que é apresentado através da metáfora de visualização *TimeLine* (TUFTE, 1983). A Figura 2.7 ilustra o histórico de um paciente com vários problemas, principalmente com fortes dores de cabeça, desordem de ataque apoplético e alergias a

medicamentos que deixam sua pele vermelha. Estas informações são adquiridas pelo médico ao analisar o histórico do paciente apresentado pelas linhas do tempo.

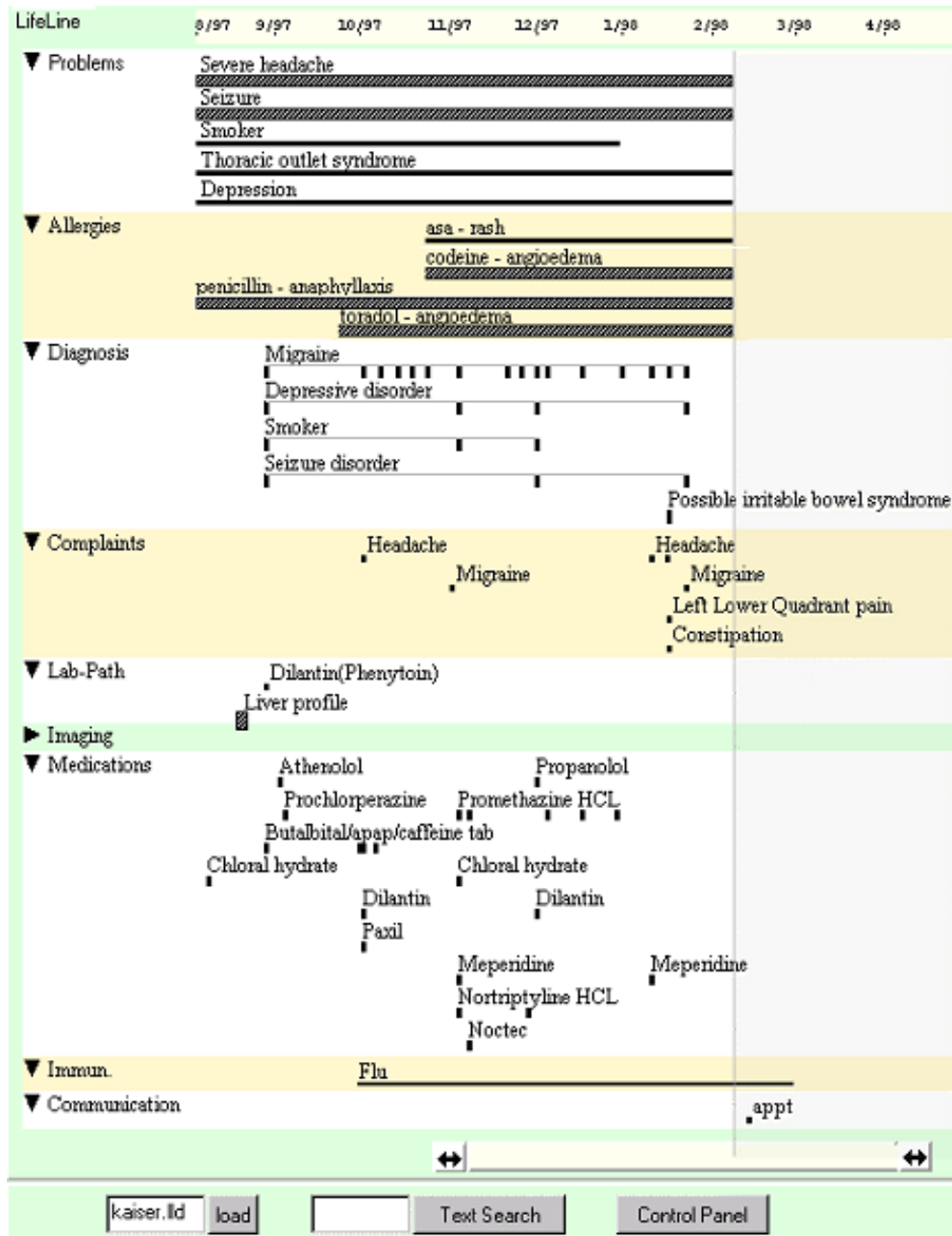


Figura 2.7 - Tela de histórico de pacientes
Fonte: Plaisant e outros (1996).

Uma segunda versão do *LifeLines*, o *LifeLines 2* (WANG e outros, 2008), possui como objetivo promover a descoberta e exploração de padrões múltiplos para apoiar a geração de hipótese através do estudo das relações de causa-efeito em uma população. O *LifeLines 2* também utiliza a metáfora de visualização *TimeLine*. A interface do *LifeLines 2* é

extremamente complexa e exige que o usuário seja especialista na área ou passe por um treinamento para poder interpretar as informações apresentadas pela aplicação (Figura 2.8).

A abordagem de apresentação de informações sobre o histórico do paciente através de linhas do tempo é um recurso que exibe uma grande e diversificada massa de informações em uma única visualização, o que possibilita aos profissionais de saúde absorverem uma quantidade maior de informação. Além disso, o usuário pode utilizar controles que o *LifeLines* disponibiliza para explorar melhor os dados apresentados, ou seja, o usuário pode criar filtros para personalizar a sua visualização. O *LifeLines* foi desenvolvido para representar as inter-relações semânticas entre os dados analisados: caso não haja relação entre os dados, os mesmos não são visualizados.

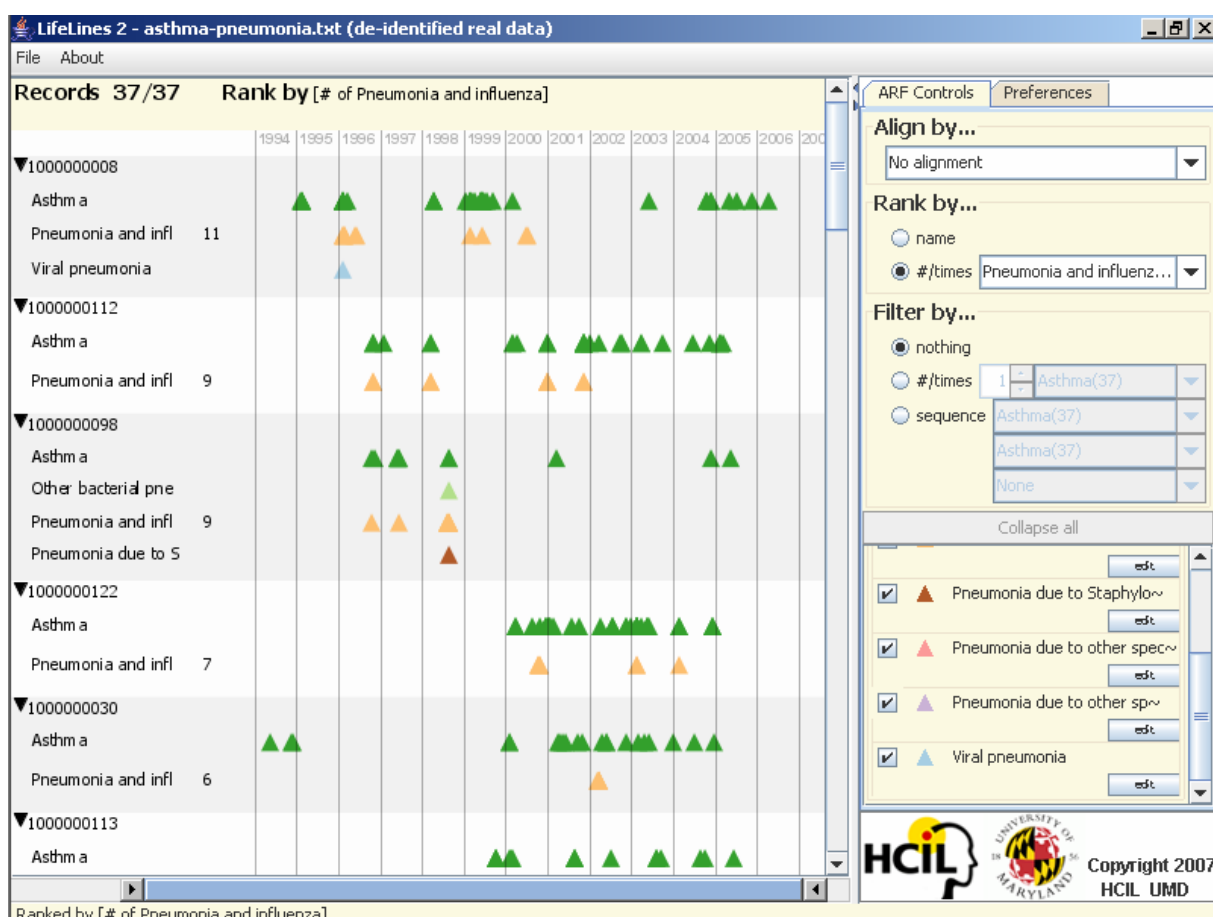


Figura 2.8 - Tela de histórico de pacientes
Fonte: Wang e outros (2008).

Um outro conjunto de aplicações satélites para a área médica é o projeto *Clinic Web* (MARTHA e outros, 2006). *Clinic Web* é um arcabouço de soluções para área de saúde, tanto para os terminais fixos quanto para os dispositivos móveis. O objetivo do *Clinic Web* é criar um PEP que pode ser acessado por qualquer dispositivo, facilitando a comunicação entre

médicos e pacientes. Para os terminais fixos o acesso ao *Clinic Web* se dá via Web, ou seja, a aplicação independente da plataforma do terminal fixo. Já para os dispositivos móveis, existe uma versão do *Clinic Web* específica para cada modelo do dispositivo. O pacote *Clinic Web* é composto por aplicações para prescrição, verificação de agendas, anotações médicas, consulta de tratamentos, localização de medicamentos e envios de lembretes para o paciente (SMS ou e-mail). A versão do *Clinic Web* disponibilizada para os terminais fixos é responsável por gerir as informações relativas ao paciente, prescrição médica, histórico de paciente, consulta de tratamentos. A Figura 2.9 ilustra a visualização do histórico do paciente, no qual o médico pode relatar informações como diagnósticos, procedimentos adotados, medicações prescritas, anotações médicas, dentre outras informações.

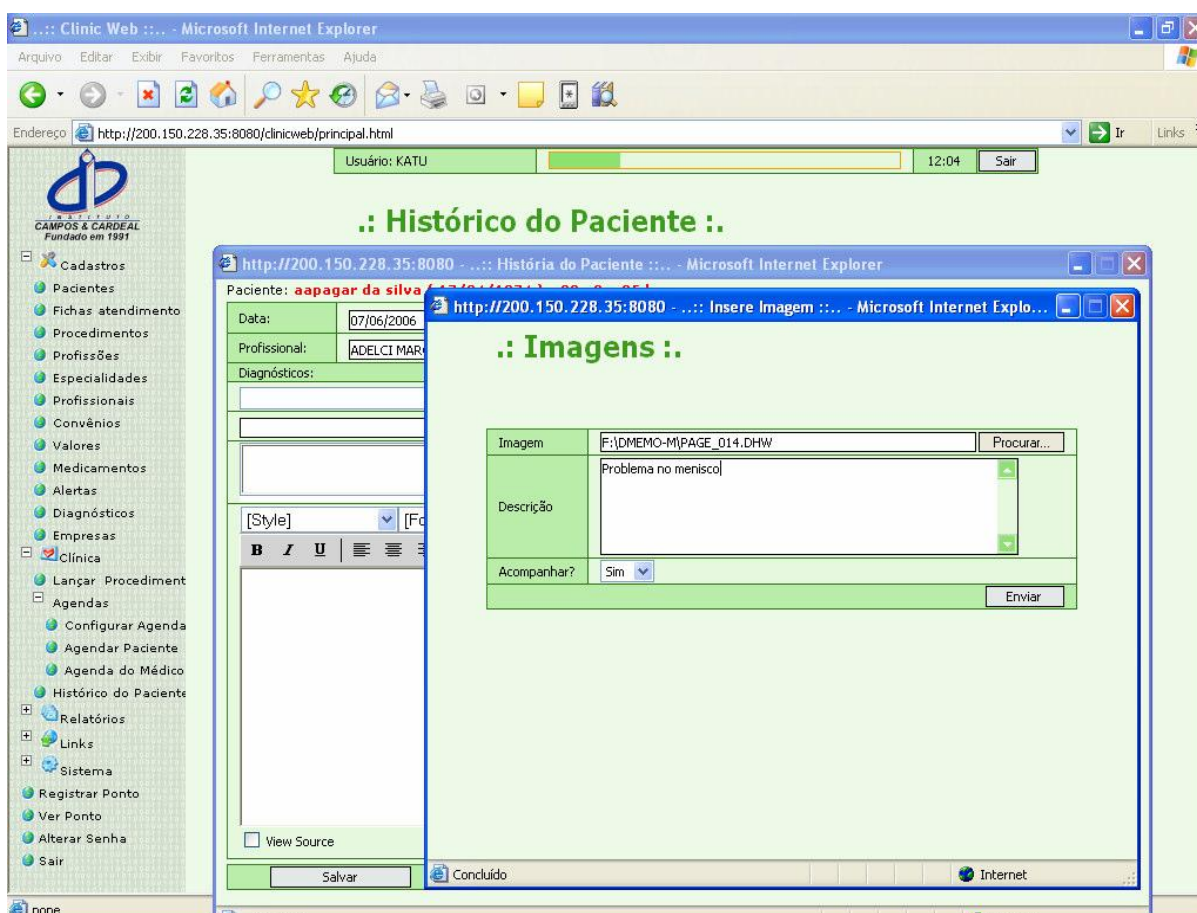


Figura 2.9 - Tela de histórico de pacientes
Fonte: Martha e outros (2006).

O principal problema do *Clinic Web* está relacionado com a interface com o usuário. O *Clinic Web* apresenta as informações através de inúmeros campos e listagens. Esse tipo de apresentação de informação sobrecarrega o usuário com informações textuais e dificulta a navegação para obtenção da informação desejada.

Outro projeto que merece destaque é a aplicação desenvolvida por Jasinski e outros (2006). Esta aplicação realiza a transcrição do áudio de uma consulta, prescrição médica ou resultado de exame para a forma de texto. O objetivo desta aplicação é reduzir os custos e os erros do processo de transcrição de consultas e prescrições. Atualmente muitos hospitais realizam as transcrições de consultas através de digitadores, que é um procedimento caro e sujeito a erros. A Figura 2.10 ilustra o uso da aplicação de gravação e reprodução do laudo médico. O resultado de um exame realizado é enviado ao banco de dados e acessado via web. O laudo em áudio digital pode ser gravado durante o exame ou após o envio do mesmo para o banco de dados. Após o envio do laudo em áudio, o servidor inicia o processo de reconhecimento de voz e conversão para texto. Com a transcrição completa, o laudo temporário fica disponibilizado, com acesso restrito ao locutor do laudo para as correções e aprovação final. Somente com a aprovação do médico é que o laudo é publicado no prontuário do paciente.

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO
Prof. Polydoro Ernani de São Thiago

Portal de Telemedicina - Requisitante >> listando Exames

Bem Vindo Dr. Cyclops - hoje é 06 de Julho de 2006

Alterar minha senha Sair

[1]

Buscar: Requisição

Setor: Todos Mostrar: Todos

ver todos os exames

Requisição	Prontuário	Data	Paciente	Residente	Executor	Título
HU16024485	HU000873	09/06/06	Paciente Cyclops		Dr. João Carlos Costa de Oliveira	VIDEOCOLONOSCOPIA
HU14253927	HU002008	22/05/06	TESTE ENVIO RADIOLOGIA	Dr. Cyclops	Dr. Cyclops	PUNÇÃO
HU9442898	HU000823	04/04/06	Cylops_paciente		Dr. Cyclops	PERFIL BIOFÍSICO FETAL
HU8734305	HU60103	30/03/06	Irma Pacheco		Dr. Horácio Joaquin Perez	Colonoscopia
HU8937297	HU000783	30/03/06	CYCLOPS_COLO_TEST	Dr. Cyclops	Dr. Cyclops	Colonoscopia
HU73	HU000	14/03/06	CYCLOPS_TEST	Dr. Cyclops	Dr. Cyclops	CYCLOPS_TEST
HU7341384	HU000806	14/03/06	CYCLOPS_TEST	Dr. Cyclops	Dr. Cyclops	CYCLOPS_TEST
HU6521509	HU000703	06/03/06	Cylops_Bronco	Dr. Cyclops	Dr. Cyclops	Broncofibroscopia
HU5214943	HU000705	21/02/06	CYCLOPS_LAUDO	Dr. Cyclops	Dr. Cyclops	Endoscopia Digestiva Alta
HU172420	HU001535	01/01/02	teste	Dr. Cyclops	Dr. Cyclops	ULTRA-SONOGRAFIA DO COTOVELO [] /EPICONDILITE

Sem Laudo Laudo não confirmado Laudo confirmado Visualizar

Alterar minha senha Sair

Figura 2.10 - Tela de informações de exames
Fonte: Jasinski e outros (2006).

O principal problema apresentado desta aplicação está na dificuldade de fazer a transcrição na língua portuguesa. Para reduzir essa limitação, é necessário definir os modelos acústicos da gramática portuguesa para que o uso de uma aplicação de reconhecimento de voz possa ser utilizado.

2.2.2 Aplicações Satélites para Dispositivos Móveis

As atividades exercidas pelos profissionais de saúde requerem um alto grau de mobilidade dentro dos hospitais. Além disso, é imprescindível o acesso à informação e a sua divulgação entre os demais profissionais nos seus postos de trabalho. Estima-se que cerca de 50% do tempo dos médicos e enfermeiros é atualmente gasto arquivando, recuperando, coordenando e sincronizando informações entre eles (ANCONA e outros, 2000).

As atividades exercidas pelos profissionais de saúde auxiliadas por meio de aplicações móveis podem trazer uma série de benefícios, tanto para estes profissionais quanto aos pacientes assistidos. Os profissionais de saúde podem utilizar os dispositivos móveis e executar suas tarefas em qualquer local do hospital, sem precisar se locomover até um terminal fixo para acessar as informações. Desta forma, os profissionais podem dedicar mais tempo ao atendimento de pacientes.

Desde que a computação móvel se tornou popular na área da saúde, muitas aplicações móveis foram desenvolvidas por terceiros. Até o presente momento, os sistemas corporativos de administração hospitalar não disponibilizaram versões móveis dos seus sistemas. *WARD-IN-HAND* (ANCONA e outros, 2000) foi uma das primeiras aplicações móveis com acesso a base de dados hospitalar em tempo real via rede wireless. *WARD-IN-HAND* possibilita a checagem de vários tratamentos, prescrições, entrega de medicamentos e notas médicas. O *WARD-IN-HAND* propõem a utilização de uma interface com o usuário adaptada ao tipo de atividade exercida pelo profissional de saúde: uma interface via voz é destinada aos profissionais de saúde que necessitam às mãos livres para executarem suas atividades; e uma outra interface via tela sensível ao toque é destinada aos profissionais de saúde que não necessitam muito das mãos nas execuções de suas atividades.

Como mencionado anteriormente, o *Clinic Web* também possui uma versão para os dispositivos móveis. Com a versão móvel do *Clinic Web* é possível capturar anotações manuais feita pelos médicos ou simplesmente consultar a agenda do profissional em um aparelho celular. A Figura 2.11 ilustra uma anotação médica realizada via um *Tablet* com uma versão do *Clinic Web*. Dessa maneira, toda a anotação médica é digitalizada e registrada na base de dados do hospital. Já a Figura 2.12 ilustra o acesso à agenda do médico através de um celular.

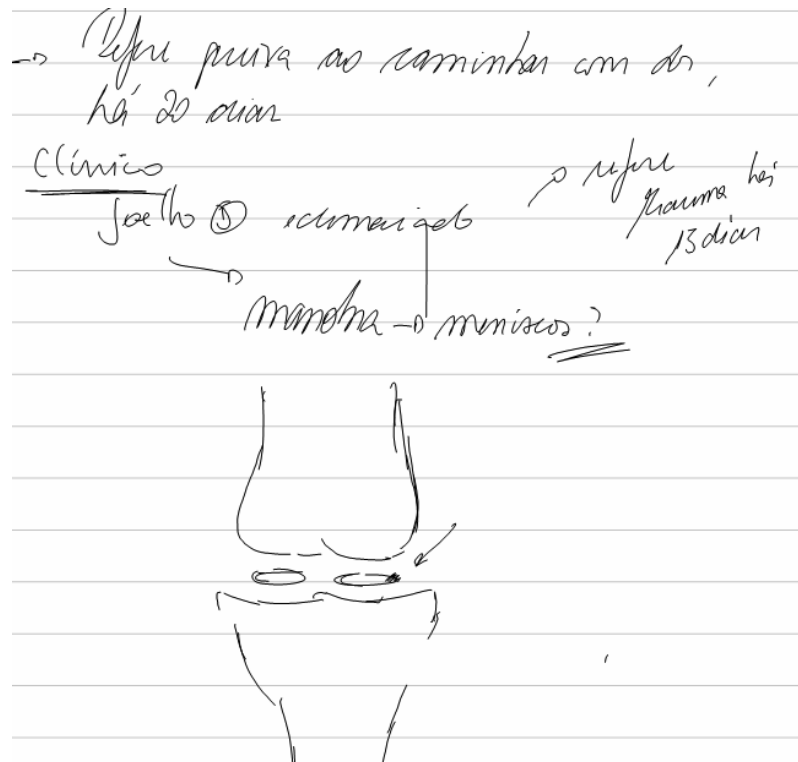


Figura 2.11- Anotações médicas realizadas via Tablet
Fonte: Martha e outros (2006).



Figura 2.12 - Agenda do médico via celular
Fonte: Martha e outros (2006).

Com o *Clinic Web* é possível ainda fazer uma consulta a uma base de dados de medicamentos. A Figura 2.13.a ilustra a tela de localização de medicamentos, que pode ser tanto pelo nome comercial como pelo fármaco componente. Ao selecionar o medicamento, o *Clinic Web* exibe as informações relativas a medicação, como: nome, forma de apresentação, posologia e composição do medicamento. A Figura 2.13.b ilustra a tela de informações do paciente. Dentre as opções disponibilizadas para o médico, é possível selecionar hipótese de diagnóstico através do Código Internacional de Doenças (CID), medicamento, exames e procedimentos.

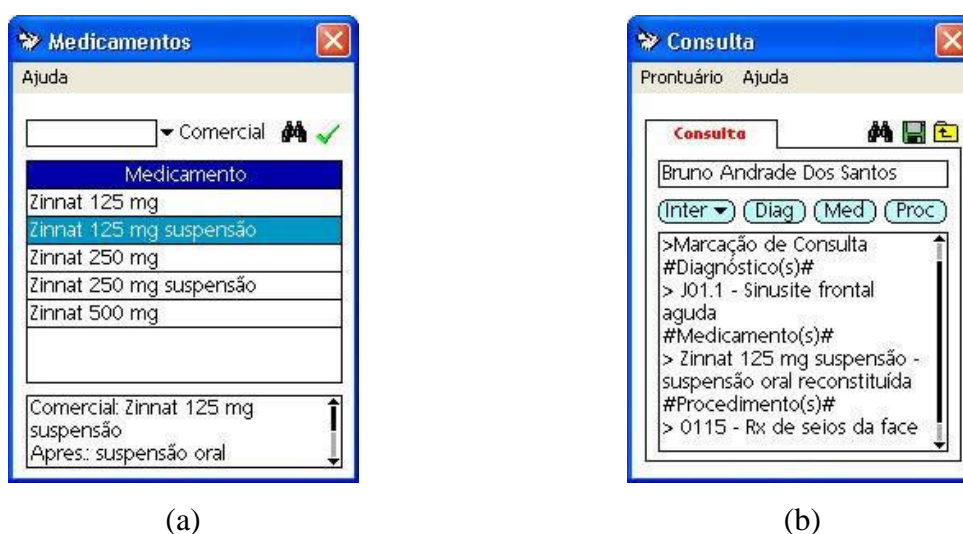


Figura 2.13 - Telas do *Clinic Web*. a) localização de medicamentos. b) informações do paciente
Fonte: Martha e outros (2006).

Sperandio e outros (2008) desenvolveram um projeto cujo objetivo é a sistematização da assistência a enfermagem, ou seja, uma aplicação móvel que engloba as atividades exercidas pelas enfermeiras. A aplicação móvel do referido projeto é constituída de cinco módulos: sinais vitais, balanço hidroeletrolítico, evolução e prescrição de enfermagem à beira do leito. A Figura 2.1.4.a ilustra o processo de coleta de sinais vitais do paciente, onde a enfermeira realiza o procedimento e faz o registro do resultado na aplicação móvel. Já a Figura 2.1.4.b ilustra o balanço hidroeletrolítico do paciente e a Figura 2.14.c ilustra a prescrição de enfermagem.

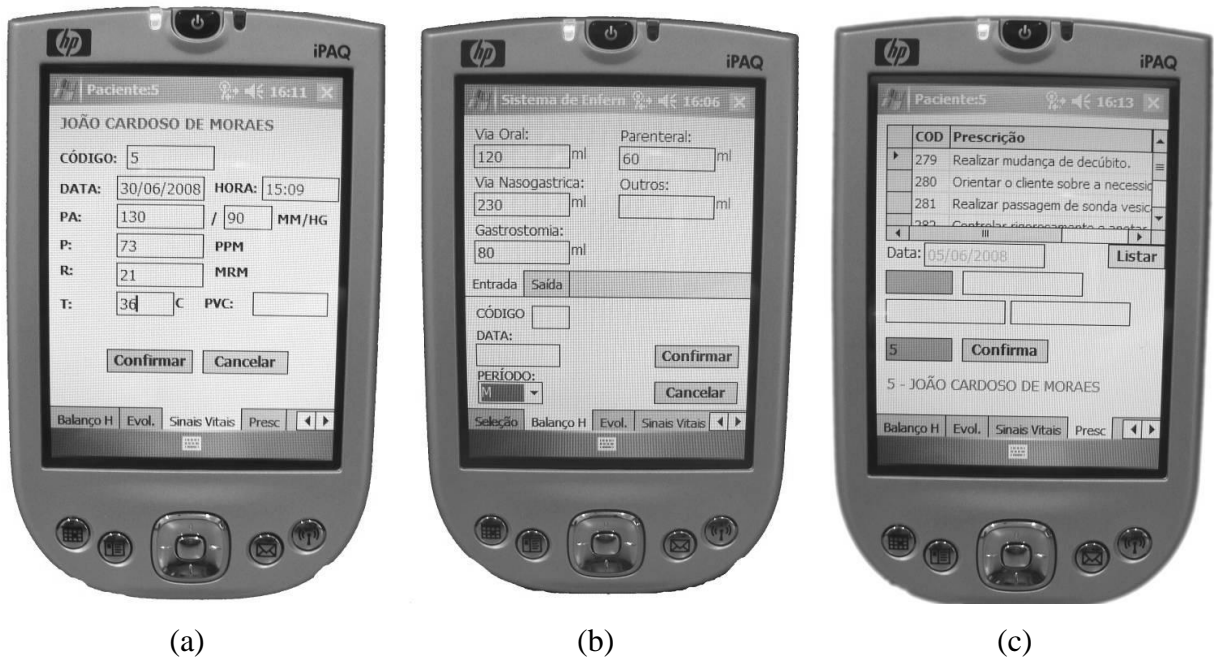


Figura 2.14 - a) coleta de sinais vitais. b) coleta de balanço hidroeletrólíco. c) prescrição de enfermagem
Fonte: Sperandio e outros (2008).

Na área comercial, a aplicação móvel *Handy Patients* (HANDYLIFE, 2007) foi desenvolvida para os médicos acessarem suas agendas, informações de pacientes, resultados de exames, imagens, relatórios médicos, dentre outras informações do paciente. A interface gráfica com o usuário do *Handy Patients*, entretanto, é uma mera adaptação de uma versão voltada para os terminais fixos, adaptada para as telas reduzidas dos dispositivos móveis. Dessa maneira, os problemas apresentados na utilização da aplicação em terminais fixos, são amplificadas na versão móvel. A Figura 2.15 ilustra algumas telas do *Handy Patients*. A Figura 2.15.a ilustra a inclusão de um paciente, a Figura 2.15.b ilustra o histórico do paciente e a Figura 2.15.c as informações do paciente. Percebe-se que existe uma grande quantidade de informações textuais exibidas nas telas da aplicação. Sendo assim, a atenção do usuário se concentra na aplicação móvel e não na execução de suas atividades. Uma aplicação móvel deve ser um auxiliar do usuário durante a execução de suas atividades e não ser o foco da atenção do usuário.

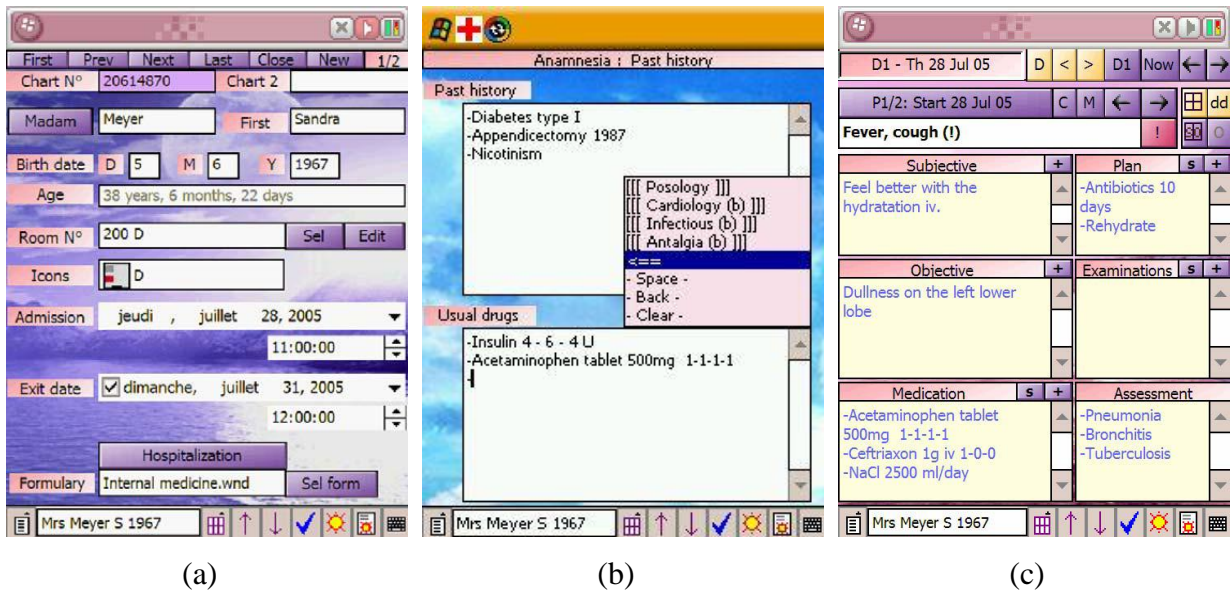


Figura 2.15 - Telas do *Handy Patients*: a) registro de paciente. b) histórico do paciente. c) informações do paciente
Fonte: HandyLife (2007).

A IQMax (IQMax, 2007) é outra aplicação móvel comercial que possui quatro soluções móveis específicas para a área de saúde. O IQMax possui as seguintes funcionalidades: consultar a agenda do paciente, apresentar censo e distribuição demográficas dos pacientes e apresentar os resultados dos exames realizados e relatórios dos pacientes. Assim como o *Handy Patients*, a IQMax não passa de uma adaptação de uma versão voltada para terminais fixos. A Figura 2.16 ilustra a visualização do resultado de exame de um paciente.

CBCWD	05/16/08 16:15	05/14/08 04:52	05/12/08 05:38	05/11/08 04:05	05/11/08 04:05
WBC	14.64	9.58	9.59	7.30	-
RBC	3.93	3.35	3.34	2.72	-
HGB	12.5	10.3	10.2	8.6	-
HCT	35.4	30.5	30.1	24.4	-
MCV	89.9	91.0	90.0	89.7	-
MCH	31.7	30.7	30.4	31.7	-

Figura 2.16 - Tela de resultado de exame
Fonte: IQMax (2007).

O Borboleta é uma aplicação móvel de auxílio aos profissionais de saúde que realizam atendimentos domiciliares e tem o objetivo de reduzir o tempo de coleta e acesso aos dados de

cada visita (CORREIA; KON, 2008). O Borboleta é uma aplicação móvel que é executada fora do ambiente hospitalar e auxilia no tratamento do paciente após o período de internação hospitalar. O sistema manipula tanto dados cadastrais sobre os pacientes quanto informações sobre as visitas dos profissionais de saúde aos domicílios. A Figura 2.17.a ilustra as informações do paciente. Já as Figuras 2.17.b e 2.17.c ilustram alguns dos passos necessários para efetuar um registro de um atendimento realizado pela aplicação móvel Borboleta.

Borboleta - Patient 99999
Reg. Id 99999
Name Doe Joe
Address ▾ Nowhere Land
Number 444
Complement
Gender ▾ Male
Date of Birth 6/8/80
Message Telephone:
Message Contact:
Mother:
Delete Socioeconomic ...

Borboleta - New Visit
 Bandage
 Diet Preparing/Management
Measurements
MMSS
MMII
Temperature
Arterial Pressure
Glucometer
Difficulties:
to walk in a regular floor
 No
 Yes
 With Help
Save Delete ...

Borboleta - New Visit
Arterial Pressure
Glucometer
Difficulties:
to walk in a regular floor
 No
 Yes
 With Help
to answer the door
 No
 Yes
 With Help
to answer the phone
Save Delete ...

(a) (b) (c)

Figura 2.17 - Telas do Borboleta: a) informações do paciente. b) e c) Telas sobre o registro da visita domiciliar
Fonte: Correia e Kon (2008).

O *senSAVE* é outra aplicação móvel de atendimento domiciliar que realiza o monitoramento dos dados vitais de pacientes com mais de cinquenta anos (LORENZ e outros, 2007). Como o *senSAVE* deve ser operado pelo próprio paciente, sua interface foi concebida de forma a contemplar as características e limitações do seu público alvo. A Figura 2.18 ilustra a tela para o paciente registrar pressão arterial. Percebe-se que a tela apresenta grandes botões para o usuário selecionar e navegar entre os números que devem ser preenchidos no campo da pressão arterial.

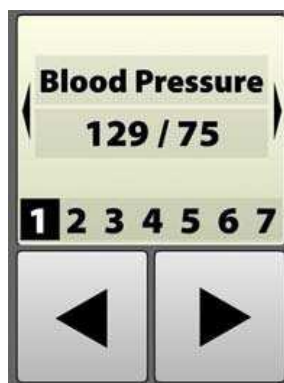


Figura 2.18 - Tela de coleta de sinal vital
Fonte: Lorenz e outros (2007).

Uma aplicação móvel interessante para apresentação de dados históricos do paciente é a *Patient History in Pocket* – PHiP (ARDITO e outros, 2006). Esta aplicação apresenta o histórico dos pacientes através de *LifeLines* (PLAISANT e outros, 1996) e permite a apresentação da informação através de dois tipos de visualização: *Overview+Detail* (PLAISANT e outros 1995) e o *zoomable* (PERLIN; FOX, 1993). Embora o PHiP faça uso intensivo de metáforas de visualização de informações, a metodologia utilizada pela aplicação móvel é uma metáfora desenvolvida para os terminais fixos e não se adapta bem às idiossincrasias dos dispositivos móveis. A Figura 2.19.a ilustra o histórico do paciente compreendido entre 01/2002 à 04/2006, tendo como destaque a visualização das medições e internações nos primeiros cinco meses do ano de 2005. Já a Figura 2.19.b ilustra o período entre os anos de 2002 a 2006, exibindo as medicações e tratamentos utilizados durante este período de quatro anos. Caso o usuário queria uma visão detalhada é possível visualizar informações mais refinadas, como ilustra a Figura 2.19.c para o ano de 2005.

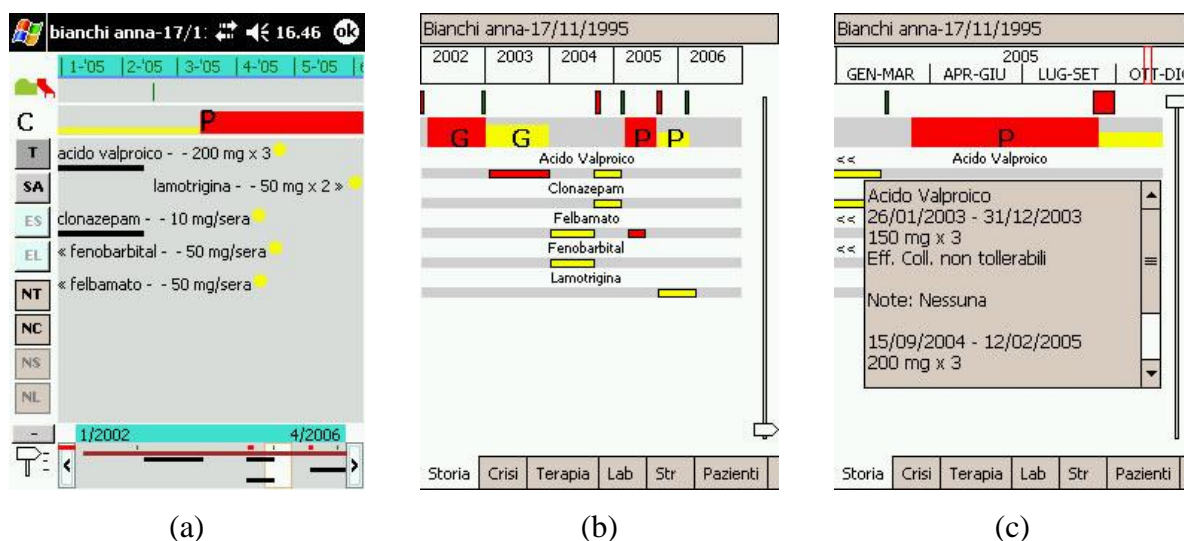


Figura 2.19 - Telas do PHiP: a) Histórico do paciente. b) e c) Telas sobre o registro da visita domiciliar
Fonte: Ardito e outros (2006).

2.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo apresentou as duas principais ferramentas computacionais de acesso à informação das bases de dados hospitalares: os sistemas corporativos de administração hospitalar e as aplicações satélites. Os sistemas corporativos de administração hospitalar são responsáveis por suportar as atividades relacionadas a administração dos recursos financeiros, materiais e humanos de um hospital. Estes sistemas são as principais fontes de alimentação e gestão da base de dados hospitalar. Já as aplicações satélites, são aplicações específicas que auxiliam os profissionais de saúde a executarem suas atividades, preenchendo uma lacuna não atendida pelos sistemas corporativos de administração hospitalar.

As aplicações satélites podem ser classificadas em aplicações para terminais fixos e aplicações para dispositivos móveis. Verificou-se que a computação móvel pode ser uma grande aliada dos profissionais de saúde, desde que as aplicações desenvolvidas para os dispositivos móveis não sejam adaptações das versões para terminais fixos. Adaptar a interface de uma aplicação de um terminal fixo para uma aplicação móvel não é recomendável, pois sobrecarrega o usuário com informações textuais e dificulta a navegação para a obtenção da informação desejada. Além disso, as aplicações móveis devem ser desenvolvidas levando em consideração as características intrínsecas dos dispositivos móveis. Entendemos que um ambiente computacional adequado para os hospitais é composto por um bom sistema corporativo e aplicações satélites para terminais fixos e móveis. Algumas atividades médicas são melhor executadas através de terminais fixos, como PEP, por exemplo. O terminal fixo possui mecanismos de entrada que facilitam a entrada de grandes quantidades de informação. Por outro lado, existem atividades médicas que se adaptam muito bem aos dispositivos móveis, tais como: o atendimento domiciliar ao paciente, administração de medicamentos e controle de sinais vitais, somente para citar algumas. Entretanto, é necessário que a aplicação móvel possua uma interface gráfica compatível com a realidade dos dispositivos móveis, e não seja uma mera adaptação das interfaces gráficas já utilizadas nos terminais fixos.

O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de aplicações satélites móveis para os profissionais de saúde que exercem suas atividades à beira do leito. Antes de apresentar estas aplicações, entretanto, faz-se necessário discutir alguns aspectos relativos às boas práticas de desenvolvimento de aplicações móveis em geral. Estes aspectos são discutidos no próximo capítulo.

3 MECANISMOS DE INTERAÇÃO DA INTERFACE COM O USUÁRIO E PORTABILIDADE EM APLICAÇÕES MÓVEIS

Dois fatores são determinantes no desenvolvimento de uma aplicação móvel: os mecanismos de interação da interface com o usuário e a portabilidade. Os mecanismos de interação da interface com o usuário são responsáveis pelo manuseio da aplicação pelo usuário, levando em consideração o contexto em que este está inserido e as particularidades do dispositivo móvel. Já a portabilidade está relacionada à capacidade de se re-utilizar a aplicação móvel em outros ambientes similares para o qual foi desenvolvida.

Uma aplicação esteticamente agradável torna o primeiro contato com o usuário mais fácil e provavelmente contribui para que a tarefa seja realizada de forma mais prazerosa. Quando se trata de uma aplicação móvel, este fator torna-se ainda mais importante, uma vez que a atenção do usuário é dividida entre a aplicação móvel, o ambiente externo e a tarefa que está executando.

O foco deste trabalho é o desenvolvimento de aplicações móveis para área de saúde. Para se atingir este objetivo, entretanto, foi necessário a criação de uma arquitetura para o desenvolvimento de aplicações móveis que considerou tanto os fatores dos mecanismos de interação da interface com o usuário quanto a portabilidade. As aplicações móveis desenvolvidas neste trabalho, administração de medicamentos e consulta de dados do paciente, demandam um elevado nível de interação homem-computador, requisito que requer estudos avançados de design de interação. Por outro lado, a aplicação móvel para ser genérica, necessita interagir com os diversos sistemas corporativos utilizados nos hospitais, isto é, o desenvolvimento da aplicação precisa considerar os aspectos da portabilidade.

Este capítulo revê os principais fundamentos de design de interação em uma aplicação móvel bem como os mecanismos de comunicação responsáveis pela portabilidade das aplicações.

3.1 MECANISMOS DE INTERAÇÃO DA INTERFACE COM O USUÁRIO

Os mecanismos de interação da interface com o usuário podem ser definidos como a concepção de produtos interativos para apoiar o cotidiano da vida das pessoas e o seu trabalho (PREECE e outros, 2002). Este processo envolve observar as pessoas, a fim de compreender as suas necessidades, e o desenvolvimento de protótipos que utilizam as capacidades de concepção, orientação, estudos de caso e modificações evolutivas por meio de

visitas curtas aos usuários. Cada uma dessas atividades é realizada repetidamente, para que haja o refinamento do protótipo. Os usuários devem ser envolvidos em todas as fases dos processos, identificando e representando os serviços que podem ser mais difíceis no desenvolvimento do sistema (JONES; MARSDEN, 2006).

O projeto da interface e projeto de interação não é igual. Projeto de interface está relacionado a estética – tela da aplicação. Como por exemplo, o cenário em um jogo. Já o projeto de interação tem o objetivo de resolver como o usuário se comunica com o conteúdo e as informações de controle do sistema. No projeto de interação há duas dinâmicas importantes: entender primeiro as necessidades fundamentais do usuário e, em seguida, construir a forma como o sistema coopera com o usuário (JONES; MARSDEN, 2006).

A interação é projetada para atender as facilidades no dispositivo ou serviços oferecidos. A interação não é apenas uma propriedade das pessoas que o utilizam, o modo como reagem ou percebem o sistema. Pelo contrário, a interação diz respeito a relação entre a tecnologia e os usuários no contexto no qual estes estão inseridos. No processo de desenvolvimento dos mecanismos de interação da interface com o usuário eficaz, são envolvidos três principais tipos de atividades (JONES; MARSDEN, 2006):

- a) compreender os usuários: entender as necessidades das pessoas e suas limitações; ganhar uma rica imagem do que compõe os detalhes de suas vidas, as coisas que fazem e usam;
- b) desenvolvimento de um protótipo: representar uma proposta dos mecanismos de interação da interface com o usuário, de tal forma que pode ser demonstrada, alterada e discutida;
- c) evolução: cada protótipo é um trampolim para um próximo e melhor projeto refinado. Evoluções técnicas identificam os pontos fortes e fracos de um projeto, mas também pode levar a equipe a propor uma abordagem completamente diferente, rejeitando a atual linha de pensamento.

Além de contemplar os mecanismos de interação da interface com o usuário, uma aplicação móvel deve considerar ainda as características intrínsecas dos dispositivos móveis. Um dispositivo móvel é um pequeno computador, provavelmente conectado a uma rede sem fio, que permite a execução de algumas tarefas enquanto o operador está em movimento. Uma aplicação computacional móvel é um pedaço de *software* embutido em um dispositivo móvel (B'FAR, 2004) (LEE e outros, 2004).

Limitações, como poder de processamento, memória, velocidade de conexão, duração da bateria e capacidade de armazenamento, tendem a ser minimizadas com o avanço da tecnologia. Apesar disto, dois aspectos importantes dificilmente serão alterados devido à natureza do equipamento: visualização em telas pequenas e mecanismos de entrada de dados limitados (B'FAR, 2004) (LEE e outros, 2004). Estes dois fatores estão diretamente relacionados com o design de interação da aplicação móvel.

3.1.1 Telas Diminutas

Telas pequenas é a característica comum a todos os dispositivos móveis. Existem diversos modelos de telas que variam quanto à dimensão, ao uso de cores, a sensibilidade ao toque e à possibilidade de mostrar imagens. As telas dos dispositivos móveis devem continuar pequenas e podem até se tornar menores que as dos equipamentos atuais (KEIM e outros, 2004).

O tamanho da tela é um dos grandes desafios da computação móvel, pois é necessário utilizar mecanismos que facilitem a leitura nas telas reduzidas e criar novos modelos de apresentação do conteúdo para maximização e exploração de espaço sem sobrecarregar a área de visualização (ARDITO e outros, 2006).

3.1.2 Entrada de Dados

O teclado e o mouse são os meios mais usuais de entrada dos dados nos terminais fixos. Para os dispositivos móveis, entretanto, existe uma variedade de mecanismos para entrada de dados, tais como: diversas formas de botões e controles que facilitam a navegação, mini-teclados, tela sensível ao toque, entre outros (LEE e outros, 2004).

O *multi-tap*, por exemplo, é um método de entrada de dados muito utilizado nos celulares. Este mecanismo é composto por um mini-teclado alfanumérico nos quais é preciso pressionar várias vezes a mesma tecla até encontrar a letra desejada. Este procedimento é considerado difícil e pouco intuitivo (WEISS, 2002). Uma alternativa é o uso de texto preditivo, ou seja, o usuário vai pressionando as teclas que contém a letra desejada uma única vez e o *software* oferece uma série de palavras que iniciam com esta letra baseado em um banco de palavras. Essa técnica também pode confundir o usuário à medida em o que ele quer digitar não é o que está aparecendo na tela (WEISS, 2002).

Os Assistentes Pessoais Digitais (do inglês *Personal Digital Assistant* – PDA) e alguns telefones celulares mais sofisticados (*smartphones*) geralmente possuem mini-teclados. Muitos modelos incorporaram os princípios da manipulação direta (tela sensível ao toque) que

permite o usuário manipular objetos da tela usando algum tipo de apontador. Desta forma é possível utilizar uma caneta para selecionar as teclas virtuais que aparecem na tela ou escrever diretamente sobre ela quando o equipamento possuir *software* de reconhecimento de escrita. Os dispositivos móveis com tela sensível ao toque permitem uma maior interação com o usuário. Segundo pesquisas de Parhi et al. (2006) e Vogel e Baudisch (2007), demonstrou-se que para o usuário executar melhor suas atividades com o uso de um dispositivo móvel, o usuário deve operá-lo somente com uma das mãos, deixando a outra livre para executar a sua atividade. Sendo assim, o usuário poderá se concentrar na execução de suas tarefas, que é sua prioridade principal, enquanto opera o dispositivo móvel, que é sua prioridade secundária (JONES; MARSDEN, 2006).

3.1.3 Mobilidade

A mobilidade pode ser definida como a capacidade de se mover ou se transportar facilmente. No contexto de computação móvel, a mobilidade se refere à utilização dos dispositivos móveis enquanto o operador está em movimento ou executando outras atividades. Portanto para se caracterizar como móvel, o dispositivo móvel tem que atender as seguintes características (LEE e outros, 2004):

- a) portabilidade: é definido como a capacidade de ser facilmente transportado e operando durante o transporte. Não confundir aqui o termo portabilidade do dispositivo com a portabilidade da aplicação. O conceito de portabilidade da aplicação será discutido na próxima seção;
- b) usabilidade: poder ser utilizado por diferentes tipos de pessoas e ambientes. A usabilidade de um dispositivo móvel está ligada a vários fatores: usuário, ambiente e características do dispositivo;
- c) funcionalidade: dispositivos móveis podem ser usados para diversos fins. A funcionalidade deve ser implementada sob a forma de uma aplicação móvel;
- d) conectividade: o dispositivo móvel deve ser capaz de se conectar, de forma contínua ou intermitente, com outros dispositivos de rede de computadores.

Na perspectiva do usuário, o dispositivo móvel deve oferecer o máximo de mobilidade em conjunto com todas as características supracitadas. Entretanto, a falta de uma dessas características pode ser suprida por outra correspondente compensatória (LEE e outros, 2004).

3.1.4 Contexto

Além das características físicas do equipamento móvel é fundamental entender o usuário e o contexto em que ele está inserido. O tempo é um fator preponderante para o usuário móvel, pois o mesmo ao utilizar o dispositivo móvel está executando outras atividades e o seu foco não pode ser desviado para o dispositivo. Ao executar a aplicação móvel, o usuário deve realizá-la de maneira rápida e intuitiva (B'FAR, 2004) (LEE e outros, 2004) (JONES; MARSDEN, 2006). Isso acontece porque o ambiente em que o usuário se encontra é muito mais dinâmico do que o ambiente de uso de um computador pessoal. Normalmente, o operador do dispositivo está envolvido em várias atividades que ocorrem simultaneamente. Sendo assim, um usuário móvel tem uma menor capacidade de processar e absorver conteúdo apresentado por uma aplicação do que um usuário que está sentado em frente a um computador de mesa (B'FAR, 2004) (JONES; MARSDEN, 2006).

As características de telas diminutas, mecanismos de entrada de dados limitados, da mobilidade e do contexto são preponderantes na questão da interação de uma aplicação móvel. Desta forma, estas características devem ser cuidadosamente analisadas no desenvolvimento desse tipo de aplicação.

A próxima seção trata da questão da portabilidade da aplicação móvel, isto é, a capacidade da aplicação em ser executada em ambientes heterogêneos sem a necessidade de grandes adaptações.

3.2 PORTABILIDADE

A grande maioria das aplicações móveis são desenvolvidas de forma fortemente acoplada as bases de dados da organização, ou seja, a aplicação móvel reflete diretamente o modelo de dados da instituição. Sendo assim, não é possível aproveitar a aplicação móvel em outro ambiente que não possua o mesmo modelo de dados para a qual a aplicação foi desenvolvida.

No contexto das organizações de saúde, as aplicações móveis são geralmente aplicações satélites. Isto se deve ao fato das empresas desenvolvedoras dos sistemas corporativos ainda não contemplarem em seus pacotes de soluções, aplicações que possam ser executadas em dispositivos móveis. Desta forma, o desenvolvimento de uma aplicação móvel que pretenda ser genérica e utilizada em qualquer hospital não pode ser dependente dos sistemas corporativos ou do modelo de dados do hospital.

A portabilidade de uma aplicação móvel está diretamente relacionada com a forma de comunicação da aplicação móvel com a base de dados da organização. Desta maneira, a forma de comunicação torna-se um dos principais pontos da arquitetura de uma aplicação

móvel. As próximas seções discutem diversos mecanismos de comunicação e a solução adotada neste trabalho.

3.2.1 Tipos de arquitetura de aplicações móveis

Inicialmente, as primeiras aplicações móveis foram desenvolvidas com a arquitetura de duas camadas ou arquitetura Móvel/Servidor. A camada Móvel se refere à aplicação móvel, enquanto a camada Servidor contém os dados que serão consumidos pela camada Móvel. É na camada Móvel que fica definida as regras de negócio da aplicação móvel. Além disso, a camada Móvel também é responsável pela interface gráfica com o usuário, ou seja, a apresentação dos dados e interação com o usuário. Já a camada Servidor é responsável por acessar o banco de dados, os sistemas legados ou qualquer outra fonte de informação. A Figura 3.1 ilustra a arquitetura de duas camadas.

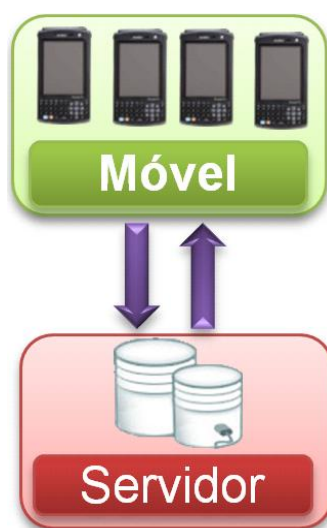


Figura 3.1- Arquitetura de duas camadas
Nota: Elaboração do autor (2009).

A arquitetura de duas camadas tem como principal vantagem a velocidade de comunicação, uma vez que a aplicação móvel se comunica diretamente com as bases de dados da organização. Este modelo de arquitetura é utilizado quando a instituição tem como principal objetivo o desempenho da sua aplicação móvel. A desvantagem da utilização da arquitetura de duas camadas está no acoplamento da aplicação móvel com as regras e modelos de negócios da organização. Caso exista alguma alteração nestes elementos, a aplicação móvel também deverá ser modificada.

Como exemplo de arquitetura de duas camadas pode-se citar Arshad e outros autores (2003), Borboleta (CORREIA; KON, 2008) e *WARD-IN-HAND* (ANCONA e outros, 2000).

O projeto Borboleta além de realizar acesso *on-line* aos dados propõe também o acesso *off-line*. O acesso *off-line* do Borboleta se dá pela substituição da camada Servidor por arquivos que utilizam a linguagem *eXtensible Markup Language* – XML (W3C, 2009) que ficam guardados no dispositivo móvel, possibilitando o acesso aos dados. Já o projeto *WARD-IN-HAND* tem como diferencial em sua arquitetura, múltiplas formas de apresentação da informação pela camada Móvel. Ou seja, a depender do tipo de atividade exercida pelo profissional de saúde, a interface gráfica da aplicação móvel do *WARD-IN-HAND* se adapta ao novo contexto e às necessidades do usuário.

Na arquitetura de duas camadas a aplicação móvel está fortemente acoplada às regras de negócios da organização que foi desenvolvida, ou seja, não há como desvincular o modelo da base de dados e os modelos de processos da aplicação móvel. Desta forma, o reaproveitamento da aplicação móvel por outra instituição que não possua as mesmas referências utilizadas na construção da aplicação móvel fica prejudicado.

Com o objetivo de solucionar os problemas apresentados pela arquitetura de duas camadas, foi proposta a arquitetura em três camadas. A arquitetura em três camadas mantém as camadas Móvel e Servidor e coloca uma nova camada entre estas, o *Middleware*. O *Middleware* consiste em um conjunto de serviços com múltiplos processos, rodando em uma ou mais máquinas e interagindo através de uma rede de computadores. A Figura 3.2 ilustra a arquitetura de três camadas.

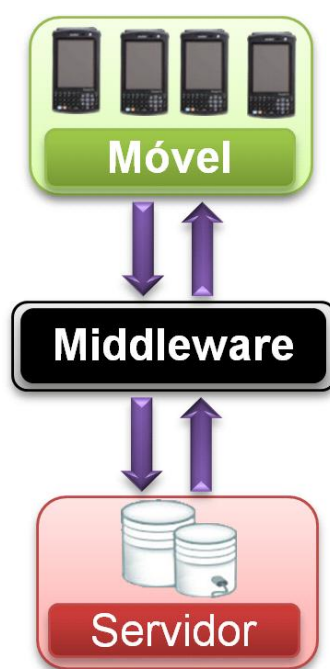


Figura 3.2 - Arquitetura de três camadas
Nota: Elaboração do autor (2009).

A finalidade do *Middleware* na arquitetura de três camadas é de funcionar como um conversor entre o modelo de negócios utilizado pela camada Móvel e o modelo de negócios utilizado pela camada Servidor. Dessa maneira, há sempre como garantir a portabilidade da aplicação móvel para qualquer ambiente, uma vez que as regras de negócios e modelos de dados adotados pelas organizações não estão mais vinculados a camada Móvel. A principal desvantagem na utilização da arquitetura de três camadas é a queda no desempenho global da aplicação.

O projeto *MobileSOA* (TERGUJEFF e outros, 2007) foi um dos pioneiros a propor a utilização do SOA na construção de aplicações móveis. O *MobileSOA* identificou que a depender do tipo de dispositivo móvel, o grau de complexidade do *Middleware* pode variar bastante. Isto é, dispositivos móveis com um maior poder de processamento podem receber um serviço menos elaborado, pois contam com um maior processamento no lado da camada Móvel. Já os dispositivos móveis com menor poder de processamento recebem serviços mais elaborados, isto é, o *Middleware* realiza um maior processamento nas mensagens que são enviadas à aplicação móvel. Com isso, a camada Móvel realiza um processamento menor em relação às aplicações móveis que recebem um serviço menos elaborado. A próxima seção discute alguns aspectos relevantes da arquitetura orientada a serviços.

3.2.2 Arquitetura Orientada a Serviços

A Arquitetura Orientada a Serviços (SOA) é um tipo de arquitetura de sistemas distribuídos que tem como base tornar as aplicações provedoras de serviços (PAPAZOGLU, 2003). Basicamente, a arquitetura SOA possui três elementos: um cliente de serviços, um provedor de serviços e um repositório de informações sobre os mesmos (*Service Broker*). Na Figura 3.3 é possível ver a interação entre esses elementos.

As funcionalidades dos três principais elementos da SOA são:

- a) cliente: são os usuários do serviço disponibilizado. O cliente pode ser qualquer aplicação, até mesmo uma aplicação que disponibiliza outros serviços. O cliente envia requisições ao serviço iniciando o ciclo de comunicação, esperando como resposta o resultado do que foi solicitado;
- b) provedor de serviços: é o fornecedor de serviços que pode conter um ou mais serviços que são disponibilizados para os clientes. O provedor de serviços recebe as solicitações, interpreta e responde ao solicitante;

- c) *service brokers*: armazena informações sobre os serviços, possibilitando assim os clientes conhecerem o serviço antes de utilizá-lo.



Figura 3.3 - Arquitetura Orientada a Serviços
Nota: Elaboração do autor (2009).

Um dos requisitos básicos do SOA é que os elementos que o compõem devem interoperar, mesmo que sejam sistemas ou linguagens de programação diferentes (PAPAZOGLU, 2003). Isso deve ser feito via comunicação com protocolos padrões, introduzindo assim a tecnologia de Serviços Web (do inglês *Web Services*), comumente usada para fazer essa integração. A interação utiliza os protocolos da Internet que são independentes de plataforma e linguagens de programação.

3.2.2.1 Serviços Web

Para melhor definir o que são Serviços Web, primeiro se faz necessário definir serviços em computação. Serviço é um programa ou componente de software em um dado ambiente que provê e gerencia o acesso a recursos que são essenciais para outras entidades. É importante ressaltar que a noção de recurso nessa definição é bastante genérica. O recurso pode ser um hardware ou um software. Já os Serviços Web fazem parte de uma classe especial de serviços onde a principal característica é a interoperabilidade via Internet (APTE; MEHTA, 2002).

Os Serviços Web funcionam em redes de computadores e são suportados por um *framework* específico. O *framework* provê meios de descrever e descobrir o serviço, interagir com o serviço e, em uma forma mais sofisticada, integrar os Serviços Web.

Uma das características principais dos Serviços Web é que as tecnologias relacionadas têm como base o uso da linguagem XML, que é utilizada para a comunicação entre as aplicações, descrição e definição de tipos complexos de dados, descrição dos serviços e publicação e descoberta dos mesmos. Essas funcionalidades do XML geralmente são implantadas através das seguintes tecnologias: a Linguagem para Descrição de Serviços Web (do inglês *Web Services Description Language* – WSDL); o Protocolo de Acesso a Objetos Simples (do inglês *Simple Object Access Protocol* – SOAP) (BOX, 2000); e o Padrão Universal de Descrição, Descoberta e Integração (do inglês *Universal Description, Discovery and Integration* – UDDI). Essas tecnologias fazem parte do *framework* de Serviços Web que por sua vez visam possibilitar o acesso aos mesmos.

O WSDL descreve as características técnicas dos Serviços Web. Essa descrição pode ser usada para conhecer previamente o serviço. Outro componente importante dos Serviços Web é o Ponto de Acesso (do inglês *Access Point*), como é comumente chamado. O Ponto de Acesso é um Identificador de Recurso Uniforme (do inglês *Uniform Resource Identifier* – URI), que nomeia o endereço onde deve ser realizada a conexão com o serviço.

3.2.2.2 Linguagem para Descrição de Serviços Web

O WSDL é uma linguagem baseada em XML que descreve os Serviços Web disponibilizados por uma aplicação. Ou seja, é recomendado que ao disponibilizar um Serviço Web, seja disponibilizado também um documento WSDL que descreve como os usuários podem realizar requisições ao serviço. Essas descrições fornecem a forma de interação e os requisitos necessários para a comunicação, o que deixa a comunicação transparente no que diz respeito à plataforma e a linguagem de programação para o cliente.

Outro uso bastante conhecido do documento WSDL é na criação dinâmica de clientes de acesso ao serviço. Dependendo da estrutura e forma de acesso, é possível, através de um documento WSDL, construir automaticamente uma aplicação que possa usar o Serviço Web. Isso é possível devido ao fato de que no WSDL são descritas as informações de acesso ao serviço como: a URI do Ponto de Acesso, os parâmetros de entrada e saída, entre outras.

Baseado nos conceitos de design de interação e portabilidade foi desenvolvido uma arquitetura para o suporte ao desenvolvimento das aplicações móveis. Esta arquitetura é apresentada na próxima seção.

3.3 A ARQUITETURA UTILIZADA PARA CONSTRUÇÃO DE APLICAÇÕES MÓVEIS

O objetivo da arquitetura utilizada na construção de aplicações móveis propostas neste trabalho é de permitir flexibilidade de integração da aplicação móvel com qualquer ambiente. Além disso, a arquitetura também contempla a criação de soluções baseadas nas idiossincrasias impostas pelos dispositivos móveis e no contexto do usuário.

A arquitetura proposta neste trabalho possui três camadas: (1) Aplicação Móvel, (2) *Middleware* de Integração e (3) os Sistemas de Informação Corporativos (Figura 3.4).



Figura 3.4 - Camadas da arquitetura para construção de aplicações móveis
Nota: Elaboração do autor (2009).

A Infra-Estrutura de Comunicação sem Fio é tratada genericamente como qualquer tipo de rede de comunicação baseado em protocolos TCP/IP e não será abordado neste trabalho. Presume-se que uma aplicação móvel sem fios possui algum mecanismo para enviar uma solicitação e receber uma resposta por parte de um provedor de serviços de aplicação. A segurança de rede também é um fator essencial para que a troca de informações seja feita de maneira confiável. Presume-se, também, que a segurança de rede está contemplada pela de Infra-Estrutura de Comunicação sem Fio, que é de responsabilidade da entidade servidora dos dados.

A camada de Aplicação Móvel representa a aplicação móvel cliente sendo executada em um dispositivo móvel. A camada de Aplicação Móvel é responsável por integrar as regras de negócio da aplicação, realizar a integração com a camada de acesso a dados (*Middleware*) e apresentar as informações ao usuário. Esta camada está subdividida em três subcamadas: Interação Humano-Computador (IHC), Apresentação e Consumidor de Serviços.

A subcamada IHC é responsável por atender as particularidades dos dispositivos móveis, definindo quais os tipos de mídia e os mecanismos de entrada e saída suportados pelo dispositivo móvel. Além disso, é na subcamada de IHC que deve ser definido o contexto em que o usuário está inserido. A partir do contexto do usuário, a interface gráfica da aplicação é

montada. Ou seja, a combinação do contexto do usuário com as limitações impostas pelo dispositivo móvel levam a criação dos componentes gráficos utilizados pela interface gráfica da aplicação móvel. A criação da interface gráfica da aplicação móvel é feita através de componentes gráficos. Os componentes gráficos são baseados nos padrões de componentes de software. Componentes são, de forma simplificada, pedaços de programas que podem ser facilmente reutilizados em qualquer aplicação. Através da utilização dos componentes de *software*, o desenvolvimento da interface gráfica da aplicação móvel fica mais fácil e com elevado nível de reaproveitamento.

A subcamada de Apresentação utiliza os componentes visuais de interface gráfica desenvolvidos na subcamada de IHC e acrescenta os componentes gráficos necessários para criação da aplicação móvel. Ou seja, esta subcamada é responsável pela montagem da interface gráfica da aplicação móvel. Além disso, a subcamada Apresentação é também responsável pelas regras de negócio do contexto na qual a aplicação móvel está inserida.

A subcamada de Consumidor de Serviços implementa os componentes de comunicação orientados a serviços. Os componentes de comunicação utilizados pelos Consumidores de Serviço são responsáveis pela integração com a camada de acesso a dados (*Middleware*). Ou seja, são os Consumidores de Serviços que alimentam a Apresentação com as informações necessárias para o funcionamento da aplicação móvel.

A camada *Middleware* é utilizada como meio de interligação entre a Aplicação Móvel e os Sistemas de Informações Corporativos da instituição. O principal objetivo desta camada é tratar de forma genérica o processo de comunicação entre o modelo de dados utilizados pelos Sistemas de Informações Corporativos da instituição e o modelo de dados proposto para a Aplicação Móvel. Com o objetivo de endereçar o problema de interoperabilidade, foi proposta uma solução baseada em SOA, concebido a partir da utilização dos Serviços Web. A utilização destas tecnologias aliadas ao SOA permitem a implementação de um canal de comunicação entre os Sistemas de Informação Corporativos e a Aplicação Móvel de uma forma independente de plataforma e com baixo índice de acoplamento.

A camada *Middleware* é dividida em duas subcamadas: Fornecedor de Serviços e Integração. O Fornecedor de Serviços especifica uma interface de comunicação entre a Aplicação Móvel e os Sistemas de Informação Corporativos. A tradução das regras de negócio e de outras informações dos processos é realizada na subcamada Integração, que utiliza o modelo definido para a aplicação móvel como forma de garantir a integração.

O *Middleware* funciona como uma ponte entre os dois extremos. A sua utilização garante a compatibilidade entre a aplicação móvel e os mais diversos ambientes

computacionais corporativos. Lembramos que a solução proposta por esta arquitetura objetiva o desenvolvimento de aplicações móveis genéricas compatíveis com qualquer organização.

A camada *Middleware* é desenvolvida no lado servidor, ou seja, no lado das instituições. Isso garante uma maior flexibilidade e liberdade no desenvolvimento, uma vez que ninguém melhor do que os detentores da base de dados para definir o acesso as suas informações e as regras de negócio dos processos.

Finalmente, a camada que representa os Sistemas de Informação Corporativos compreende todas as camadas de software relacionadas aos sistemas de informação disponíveis nas instituições, ou seja, bases de dados, fluxo de processos, sistemas legados, regras de negócio e assim por diante. Estes recursos são tidos como premissas básicas para se desenvolver e implantar uma aplicação móvel.

O funcionamento de uma aplicação móvel na arquitetura proposta acontece da seguinte maneira: a camada Apresentação monta a interface gráfica conforme os componentes gráficos, tipos de mídia suportados, mecanismos de entrada e saída definidos na camada IHC. Os Consumidores de Serviços, por sua vez, intermediam o fluxo de comunicação entre a aplicação móvel e o *Middleware* através dos componentes de comunicação. Os Consumidores de Serviços são responsáveis por solicitar as informações da base de dados da organização a serem manipuladas pela aplicação móvel. O caminho inverso também é realizado, quando a subcamada Apresentação necessita enviar alguma informação à base de dados institucional: os Consumidores de Serviços capturam as informações desejadas e as enviam para os *Middleware*. Na outra ponta, o Fornecedor de Serviço utiliza os dados oriundos do *Middleware* e os utiliza da maneira que foi instruído. Estas questões serão mais detalhadas nos próximos capítulos durante a apresentação das aplicações móveis para a área de saúde.

3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O foco deste trabalho é a construção de aplicações móveis para saúde. Para atingir este objetivo, entretanto, foi necessário construir uma arquitetura que desse suporte ao desenvolvimento de aplicações que considerassem os fatores de design de interação e portabilidade. O modelo de arquitetura proposto utiliza as melhores práticas dos modelos de arquitetura existentes. A divisão da arquitetura em camadas permitiu a atribuição de responsabilidades específicas para cada camada. Caso seja necessária a realização de alguma alteração na aplicação móvel, fica fácil identificar em que ponto será realizada esta modificação. Dessa maneira, há como mensurar o grau de impacto da alteração desejada.

As aplicações móveis desenvolvidas neste trabalho são ADAM (Assistente Digital de Administração de Medicamentos) e o AMD (Assistente Médico Digital). O ADAM é uma aplicação móvel que trata da administração de medicamentos aos pacientes no ponto de cuidado, isto é, no local onde o paciente se encontra no momento da administração do medicamento. O AMD contempla as atividades que mais demandam tempo dos médicos no exercício de suas atividades profissionais no ambiente hospitalar. Os próximos capítulos detalham estas aplicações.

4 ASSISTENTE DIGITAL DE ADMINISTRAÇÃO DE MEDICAMENTOS

Todos os anos, milhares de pacientes morrem desnecessariamente em hospitais devido a erros na execução de procedimentos médicos (INSTITUTE OF MEDICINE, 1999). Além da perda de vidas humanas, os erros na execução de procedimentos médicos diminuem a satisfação dos pacientes e dos profissionais de saúde, causam prejuízos financeiros anuais de bilhões de dólares e comprometem a acreditação do sistema hospitalar como um todo (INSTITUTE OF MEDICINE, 1999).

Podemos definir erros na execução de procedimentos médicos como o fracasso de uma ação planejada ou o uso de um plano errado para alcançar um objetivo. No caso do fracasso de uma instrução planejada, por exemplo, o médico realiza a prescrição de um medicamento em uma certa dosagem e a medicação e/ou a dosagem é administrada ao paciente de forma diferente do que foi prescrito. Já no caso de um plano errado, o profissional de saúde realiza o procedimento conforme planejado, mas o procedimento foi equivocadamente prescrito pelo médico. Este trabalho considera que todas as recomendações médicas estão corretas e objetiva fornecer um ferramental que auxilie os profissionais de saúde na execução dos procedimentos recomendados pelo médico, minimizando a ocorrência de erros na execução desses procedimentos.

O processo de administração de medicamentos é executado repetidas vezes nos hospitais, sendo um dos principais e mais críticos e complexos processos realizados no ambiente hospitalar (LENDERINK; EGBERTS, 2004). Visando minimizar a ocorrência de erros na execução de procedimentos médicos durante o processo de administração de medicamentos, estabeleceu-se um conjunto de procedimentos mínimos a serem obedecidos nesta tarefa. Estes procedimentos são conhecidos como a política dos Cinco Certos (LENDERINK; EGBERTS, 2004; PATCHETT, 2004). A política dos Cinco Certos se baseia em cinco pilares fundamentais:

- a) identificar o Paciente Correto;
- b) identificar o Medicamento Correto;
- c) confirmar a Dosagem Correta;
- d) confirmar a Via Correta;
- e) confirmar o Horário Correto.

Objetivando implementar a política dos Cinco Certos, as organizações de saúde estão em constante procura por metodologias para melhorar o controle dos processos e incorporar os avanços tecnológicos para apoiar a correta execução dos procedimentos recomendados (HIMSS, 2003). A utilização de código de barras para a identificação de pacientes e medicamentos, por exemplo, tem demonstrado grande potencial para tornar os processos hospitalares mais seguros, dinâmicos, confiáveis e robustos (FDA, 2004). Desta forma, o mecanismo de identificação através de código de barras tem sido cada vez mais utilizado em aplicações médicas e aplicações gerenciais como, por exemplo, os sistemas de administração de medicamentos, os sistemas de prescrição eletrônica e os sistemas de gestão das farmácias dos hospitais e dos sistemas de PEP.

Este capítulo apresenta uma aplicação que explora os recursos de computação móvel e da tecnologia de código de barras para auxiliar o profissional de saúde na execução do processo de administração de medicamentos, ao tempo que busca promover a obediência dos procedimentos identificados na política dos Cinco Certos.

O restante deste capítulo está estruturado da seguinte maneira: a próxima seção descreve o processo de Procedimentos Médicos. Este processo envolve atividades que vão desde a prescrição dos procedimentos pelo médico até a execução desses procedimentos pelo pessoal de enfermagem. Em seguida é descrita a análise e implementação da aplicação móvel para o suporte da atividade administração de medicamentos.

4.1 PROCEDIMENTOS MÉDICOS

O processo de Procedimentos Médicos foi identificado através de visitas a três hospitais de grande porte privados de Salvador com aproximadamente trezentos leitos em média. As visitas foram realizadas durante a execução do projeto de pesquisa que serviu como base de inspiração para este trabalho (PABLLO e outros, 2008) (PABLLO; CAMPOS, 2009). Acredita-se que a realidade vivenciada durante as visitas realizadas nos referidos hospitais reflete a realidade da maioria dos hospitais, isto é, as principais etapas envolvidas nos Procedimentos Médicos podem ser encontrados com pequenas variações em qualquer hospital do Brasil ou do mundo.

Os Procedimentos Médicos podem ser divididos em quatro etapas: prescrição, aprazamento, dispensa e administração. A Figura 4.1 ilustra estas etapas.



Figura 4.1 - Procedimentos Médicos
Nota: Elaboração do autor (2009).

O processo Procedimentos Médicos inicia-se com a prescrição médica. A prescrição médica consiste na descrição detalhada de todos os cuidados, medicações, exames, interconsultas e outras recomendações que deverão ser direcionados a um determinado paciente. Durante o processo de visitas aos hospitais foi identificado que os mesmos, em sua grande maioria, já realizam a prescrição de maneira eletrônica, ou seja, através de uma aplicação computacional de prescrição médica. Outros hospitais estão em processo de viabilizar a realização da prescrição médica de maneira eletrônica.

Após o registro das prescrições é executado o procedimento de aprazamento. A tarefa de aprazamento é realizada pelo pessoal de enfermagem. O aprazamento consiste na definição dos horários em que cada item prescrito pelo médico deverá ser administrado ao paciente. O médico geralmente prescreve a frequência que uma medicação deve ser administrada a um paciente (de oito em oito horas, por exemplo). O pessoal de enfermagem define no aprazamento os horários nos quais os medicamentos serão administrados. Identificou-se também que alguns hospitais já realizam o processo de aprazamento de maneira automatizada. O profissional de enfermagem através de uma aplicação de aprazamento envia as informações para o sistema da farmácia do hospital. Salienta-se que esta comunicação se dá entre uma aplicação satélite (prescrição de medicamentos) e os sistemas corporativos de administração hospitalar (estoque da farmácia do hospital). Em alguns hospitais, entretanto, verificou-se o

procedimento de aprazamento sendo realizado manualmente. O profissional de enfermagem de posse de uma listagem impressa, realiza o aprazamento e encaminha a lista com os horários definidos para a farmácia do hospital.

A fase da dispensa consiste na separação dos medicamentos e o seu respectivo encaminhamento para que possa ser administrado ao paciente. Alguns hospitais já realizam todo o processo de dispensa automatizado, ou seja, cada medicamento é separado na dosagem correta, lacrado em uma embalagem plástica e identificado com uma etiqueta com código de barras. O código de barras contém os dados do paciente e do conteúdo da embalagem. Muitos hospitais ainda não automatizaram completamente este processo, mas todos possuem projetos em andamento nesta direção.

Após a dispensa dos medicamentos pela farmácia do hospital, os medicamentos são encaminhados para os postos de enfermagem. Nos postos de enfermagem existe um pequeno depósito, chamado de farmácia de enfermagem, cuja finalidade é guardar os medicamentos oriundos da farmácia do hospital até o momento da sua administração ao paciente. Em todos os hospitais visitados, o processo de administração de medicamentos não possui nenhum suporte computacional. Na maioria dos hospitais o processo de administração de medicamentos inicia-se com o profissional de enfermagem imprimindo uma listagem contendo informações de todos os procedimentos que serão administrados aos pacientes. O profissional separa os medicamentos a serem administrados, os acomodando em uma bandeja. A partir desse momento, o profissional sai do posto de enfermagem em direção ao leito do paciente para realizar a administração.

Nas visitas aos hospitais foi identificado que a maior parte dos Procedimentos Médicos é informatizado, notadamente as etapas de prescrição, aprazamento e dispensa. Entretanto, o momento mais crítico, isto é, a etapa de administração de medicamentos não possui nenhum suporte computacional.

A condição de saúde dos pacientes assistidos no ambiente hospitalar depende diretamente do cumprimento das prescrições, ações e orientações oriundas dos profissionais de saúde que os acompanham. Desta forma, o controle do uso correto das medicações e demais cuidados (curativos, fisioterapia, etc.) através de um ferramental que garanta que o paciente certo, tomou o medicamento correto, no horário, dosagem e via prescritos propiciará uma maior segurança no processo e na gestão de administração de medicamentos, melhorando, desta forma, a eficácia do tratamento do paciente.

Em virtude da carência de um suporte computacional durante o processo de administração de medicamentos foi desenvolvido o Assistente Digital de Administração de

Medicamentos (ADAM). A próxima seção discute o processo de análise e implementação do ADAM.

4.2 ANÁLISE E IMPLEMENTAÇÃO DO ASSISTENTE DIGITAL DE ADMINISTRAÇÃO DE MEDICAMENTOS

Esta seção apresenta os detalhes do processo de análise e implementação do ADAM. O objetivo do ADAM é auxiliar o profissional de saúde durante a execução da atividade de administração de medicamentos.

Inicialmente foram estabelecidos os requisitos não-funcionais da aplicação. Estes requisitos buscam estabelecer as premissas básicas, em termos de recursos computacionais, requeridas pela aplicação. Os requisitos não-funcionais contemplam tanto o dispositivo móvel, onde o ADAM será executado, quanto a infra-estrutura necessária no ambiente computacional do hospital.

Os principais requisitos não-funcionais do ADAM são:

- a) o dispositivo móvel deve possuir:
 - leitor de código de barra;
 - comunicação com redes sem fios;
 - tela sensível ao toque.
- b) o hospital deve possuir:
 - infra-estrutura de redes sem fios;
 - pulseiras com código de barras para identificação do paciente;
 - medicamentos com identificação de código de barras;
 - distintivos de trabalhador de cuidado médico com identificação em código de barras;
 - prescrição digital de medicamentos;
 - cadastro eletrônico do paciente;
 - processo de dispensa de medicamentos informatizado.

O ADAM explora o uso de três tecnologias bastantes difundidas, mas que dificilmente são utilizadas em conjunto em aplicações móveis no ambiente hospitalar, que são: códigos de barras, comunicação em redes sem fio e telas sensíveis ao toque.

A utilização de códigos de barras deve-se principalmente à possibilidade de identificar de forma unívoca os principais atores envolvidos no processo, isto é, o paciente, o funcionário responsável pela administração do medicamento e o medicamento. O leitor de

código de barras acoplado ao dispositivo móvel, elimina os erros de digitação e acelera o processo de entrada de dados.

A necessidade de conexão em rede sem fio deve-se ao fato do ADAM não armazenar de forma persistente no dispositivo móvel nenhuma informação relativa ao processo de administração de medicamentos. Todas as informações são enviadas pelo sistema do hospital sob demanda e em tempo real. Esta característica tem um importante papel na segurança do processo de administração de medicamentos. Finalmente, como requisito não-funcional optou-se pelos dispositivos móvel com telas sensíveis ao toque. A utilização desse tipo de dispositivo permite que o usuário opere a aplicação com somente uma das mãos, ficando com a outra mão livre para executar outras tarefas (PARHI e outros, 2006).

Os requisitos funcionais do ADAM visam atender o objetivo básico da aplicação, que é de minimizar a ocorrência de erros durante a execução do processo de administração de medicamentos. Os principais requisitos funcionais do ADAM são:

- a) identificar o profissional de saúde;
- b) identificar o paciente;
- c) identificar a medicação;
- d) consultar lista de pacientes;
- e) consultar informações sobre o paciente;
- f) consultar lista de medicações de um paciente;
- g) consultar informações sobre a medicação.

Uma vez estabelecidos e identificados os requisitos não-funcionais e funcionais, iniciou-se a fase de identificação das principais atividades. Essas atividades são representadas em um diagrama de atividades. O diagrama de atividades descreve os passos a serem percorridos para a conclusão de uma atividade. As atividades podem ser aplicadas à modelagem de sistemas de informação para especificar os processos no nível de sistema. Além disso, as atividades podem ser aplicadas à modelagem organizacional para engenharia de processos de negócios e fluxo de trabalho.

Uma atividade é composta por um conjunto de ações, ou seja, os passos necessários para que a atividade seja concluída. Um diagrama de atividades pode modelar mais de uma atividade. O diagrama de atividades do ADAM é composto por quatro atividades: Identificação, Consulta de Itens Prescritos, Administração e Consulta de Informações do Paciente (Figura 4.2). A atividade de Identificação é responsável por efetuar a identificação do usuário. A atividade de Consulta de Itens Prescritos permite ao usuário efetuar consultas

sobre as medicações prescritas ao paciente. A atividade de Consulta de Informações do Paciente possibilita o acesso às informações do paciente. A atividade de Administração descreve o processo de administração de medicamentos em si. As próximas seções discutem cada uma das atividades descritas no Diagrama de Atividades do ADAM.

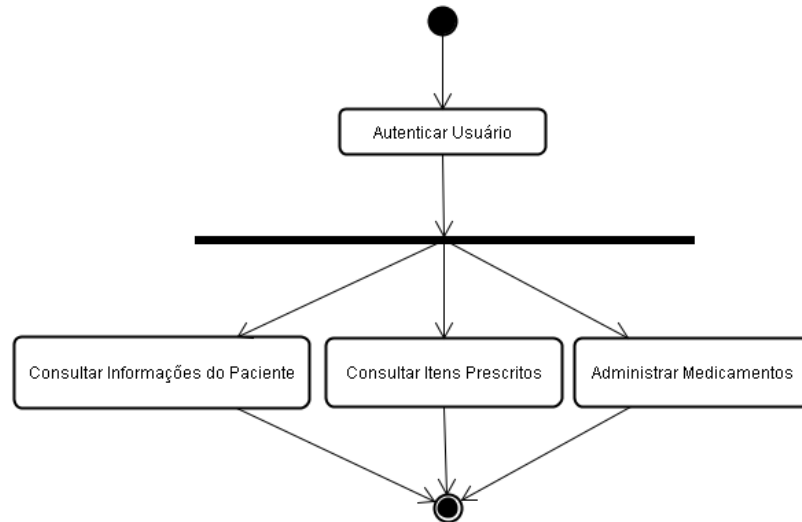


Figura 4.2 - Diagrama de atividades do ADAM

Nota: Elaboração do autor (2009).

4.3 ATIVIDADE AUTENTICAR USUÁRIO

A primeira atividade apresentada no diagrama de atividades é Autenticar Usuário. Esta atividade corresponde ao processo de identificação do usuário. A fim de elucidar melhor esta atividade, foi concebido o diagrama de seqüência (Figura 4.3). O diagrama de seqüência determina a seqüência de eventos que ocorrem em um determinado processo, identificando os métodos e em que ordem estes são disparados entre os atores.

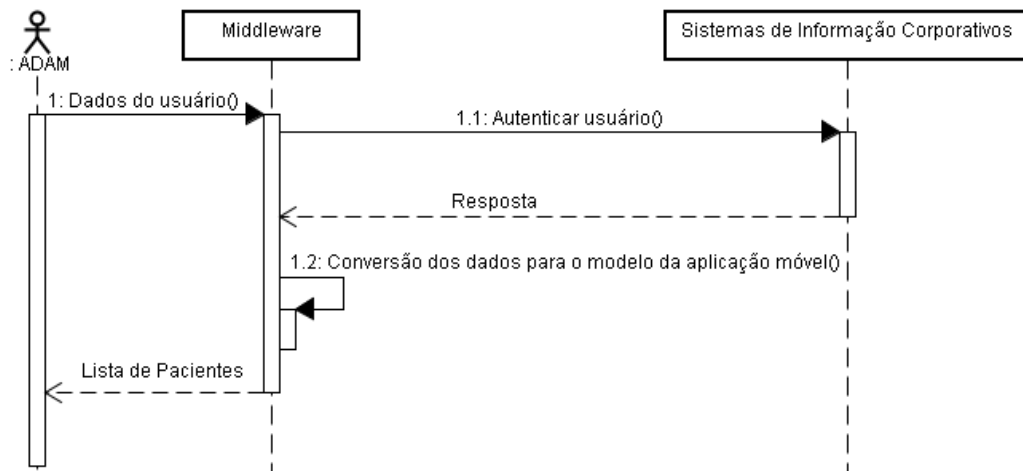


Figura 4.3 - Diagrama de Seqüência de Autenticar Usuário

Nota: Elaboração do autor (2009).

A atividade Autenticar Usuário inicia-se com o usuário realizando sua identificação através da leitura do seu crachá e digitação de uma senha. Em seguida a aplicação móvel envia uma solicitação ao *Middleware* com os dados fornecidos pelo usuário. O *Middleware* se comunica com o Sistema de Informação Corporativo e realiza uma solicitação de identificação do usuário. O Sistema de Informação Corporativo do hospital realiza uma consulta em sua base de dados a fim de verificar o registro do usuário. Em seguida, o Sistema de Informação Corporativo do hospital responde a solicitação emitida ao *Middleware*. De posse da resposta, o *Middleware* realiza uma chamada à subcamada de Integração, para realizar a conversão dos dados do modelo de negócios do hospital para o modelo de negócios da aplicação móvel. Esta conversão garante a portabilidade do ADAM para qualquer ambiente corporativo. De posse das informações enviadas pelo *Middleware*, a camada móvel realiza o processo de apresentação das informações ao usuário, ou seja, procede a montagem da interface gráfica com as respostas obtidas pelo processo de autenticação de usuário. Caso o usuário esteja autorizado a realizar a administração de medicamentos, o *Middleware* retorna a lista de paciente sob seu cuidado. Caso contrário, a aplicação é bloqueada.

As telas iniciais do ADAM relacionados à atividade Autenticar Usuário são ilustradas na Figura 4.4. A tela inicial da aplicação (Figura 4.4a) solicita ao usuário a leitura do crachá através do leitor de código de barras. Em seguida é apresentada a tela para digitação da senha (Figura 4.4b). Finalmente a aplicação apresenta uma lista de paciente sob os cuidados do profissional (Figura 4.4c).

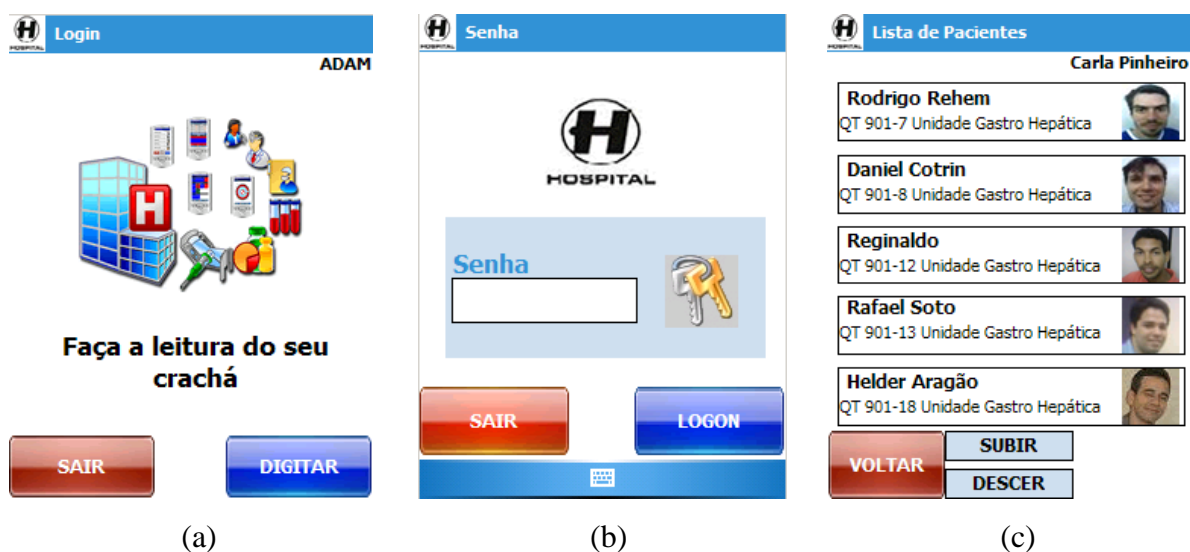


Figura 4.4 - Telas iniciais do ADAM: a) Tela de autenticação do usuário. b) Tela de digitação de senha. c) Lista de Pacientes

Nota: Elaboração do autor (2009).

Após a realização da atividade Autenticar Usuário, o funcionário está apto a realizar qualquer uma das outras três atividades suportadas pelo ADAM: Consulta de Informação do Paciente, Consulta de Itens Prescritos e Administração de Medicamentos.

4.4 ATIVIDADES CONSULTAR INFORMAÇÕES DO PACIENTE E ITENS PRESCRITOS

A atividade Consultar Informações do Paciente é uma atividade simples e tem como objetivo detalhar as informações de um determinado paciente. A Figura 4.5 retrata o diagrama de seqüência dessa atividade. A atividade inicia-se com o usuário selecionando um paciente da lista de pacientes sob seus cuidados. Neste instante o ADAM envia uma solicitação contendo a identificação do paciente ao *Middleware*. Em seguida, o *Middleware* envia uma solicitação dos dados do paciente ao Sistema de Informação Corporativo. O Sistema de Informação Corporativo realiza a consulta referente aos dados do paciente e envia de volta ao *Middleware*. Finalmente, O ADAM recebe as informações do *Middleware*, monta a apresentação e a exibe para o usuário (Figura 4.6).

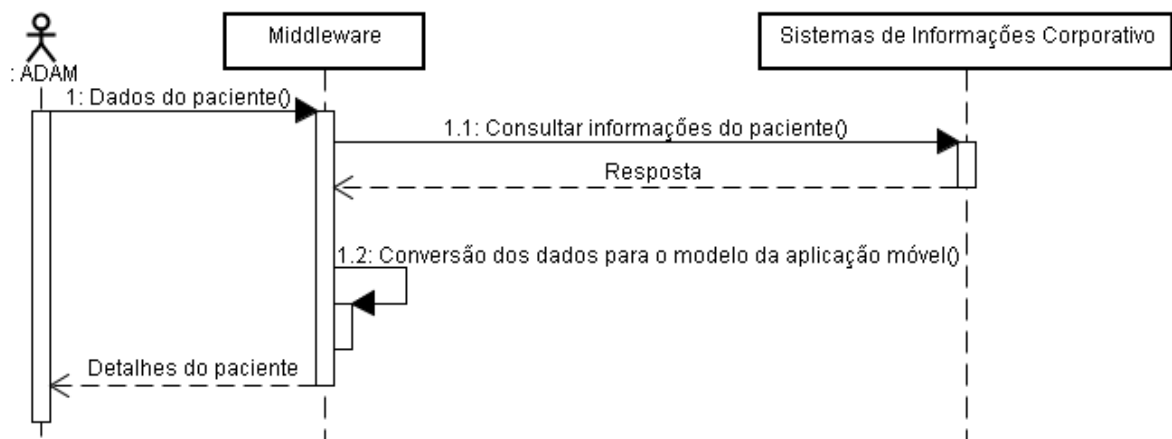
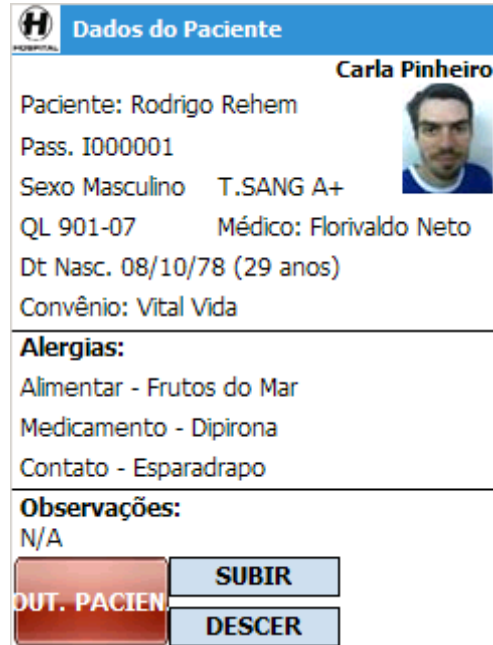


Figura 4.5 - Diagrama de seqüência de Consulta de Informações do Paciente
Nota: Elaboração do autor (2009).

As informações exibidas na tela de informações do paciente são personalizadas, isto é, cada hospital tem a liberdade de definir quais as informações sobre o paciente que consideram importantes para exibição. A Figura 4.6 ilustra a tela de informações do paciente na qual as seguintes informações são apresentadas: nome do paciente, identificador, sexo, tipo sanguíneo, leito, médico responsável, convênio, alergias e observações.



Dados do Paciente

Carla Pinheiro

Paciente: Rodrigo Rehem
 Pass. I000001
 Sexo Masculino T.SANG A+
 QL 901-07 Médico: Florivaldo Neto
 Dt Nasc. 08/10/78 (29 anos)
 Convênio: Vital Vida

Alergias:
 Alimentar - Frutos do Mar
 Medicamento - Dipirona
 Contato - Esparadrapo

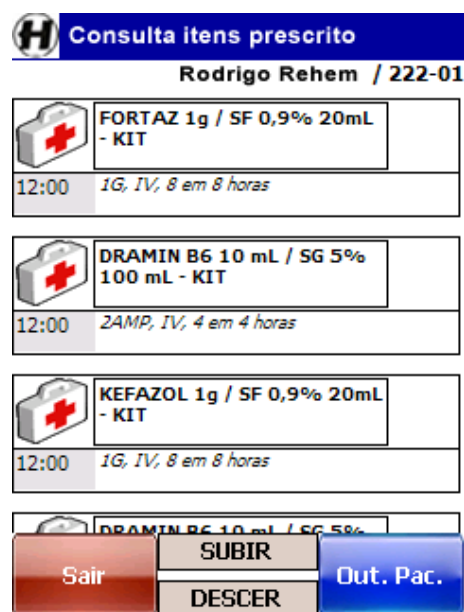
Observações:
 N/A

OUT. PACIEN SUBIR
 DESCER SUBIR

Figura 4.6 - Tela de informações do paciente
 Nota: Elaboração do autor (2009).





A Consulta de Itens Prescritos funciona de forma semelhante à Consulta de Informações do Paciente. A principal diferença é que nesta atividade o *Middleware* retorna uma lista com todos os medicamentos a serem administrados (Figura 4.7).

A listagem de itens prescritos possui as seguintes informações: nome do medicamento, dosagem, via de administração, horário de administração e o tipo da medicação a ser administrada.



Consulta itens prescrito

Rodrigo Rehem / 222-01

	FORTAZ 1g / SF 0,9% 20mL - KIT
12:00	1G, IV, 8 em 8 horas
	DRAMIN B6 10 mL / SG 5% 100 mL - KIT
12:00	2AMP, IV, 4 em 4 horas
	KEFAZOL 1g / SF 0,9% 20mL - KIT
12:00	1G, IV, 8 em 8 horas
	DRAMIN B6 10 mL / SG 5%

Sair SUBIR
 DESCER Out. Pac.

Figura 4.7- Tela de detalhes de itens prescrito
 Nota: Elaboração do autor (2009).

4.5 ATIVIDADE ADMINISTRAR MEDICAMENTOS

A atividade Administrar Medicamentos compreende o processo de administração em si. Esta é a atividade mais complexa suportada pelo ADAM. Dada a complexidade desta atividade, faz-se necessário a expansão do diagrama de atividades para apresentar todas as sub-atividades envolvidas no processo (Figura 4.8).

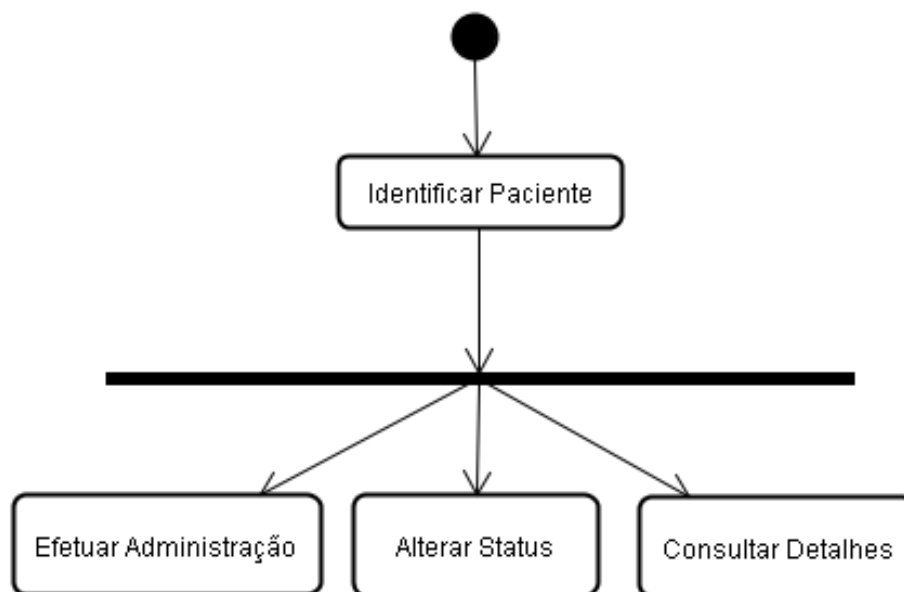


Figura 4.8 - Diagrama de sub-atividades da atividade de Administrar Medicamentos
Nota: Elaboração do autor (2009).

A atividade de Administrar Medicamentos inicia-se quando o profissional de saúde está na beira do leito, próximo ao paciente a ser medicado. Inicialmente é efetuada a identificação do paciente através da leitura do código de barras localizado na sua pulseira. Após a leitura da pulseira do paciente, o ADAM recebe e apresenta uma listagem dos medicamentos a serem administrados. A partir deste ponto, o operador pode iniciar o processo de administração de medicamentos, alterar o status do medicamento ou consultar os detalhes de um medicamento.

Antes de apresentarmos e discutirmos a seqüência de eventos envolvidos em cada sub-atividade, é necessária uma discussão sobre o conteúdo da listagem dos itens a serem administrados ao paciente. Os elementos nesta lista não são meras descrições textuais dos medicamentos. Estes elementos são objetos de primeira classe que possuem componentes distintos em função do seu tipo.

De forma a definir o comportamento dos vários tipos de medicamento, foi concebido uma classificação genérica para os mesmos. Esta classificação serve como modelo de dados

para o ADAM e tem um papel importante no processo de administração. A próxima seção detalha a classificação para os medicamentos proposta neste trabalho.

4.5.1 Uma Classificação para os Medicamentos

A classificação para os medicamentos é um modelo genérico para representar o domínio da administração de medicamentos em aplicações móveis. Este domínio tem dois principais atores: o paciente e a medicação.

A abstração do paciente no modelo é trivial. O paciente é modelado como um objeto que possui um código de barras e alguns outros atributos. O código de barras identifica o paciente de forma inequívoca. Para o ADAM, a identificação de código de barra é a única informação necessária. Outros atributos presentes no modelo do paciente são apenas consumidos pelos usuários da aplicação móvel e não têm nenhum impacto no processo de administração de medicamentos.

A abstração da medicação é mais complicada. A medicação pode ter comportamentos variados no processo de administração. O medicamento, por exemplo, pode ser administrado como uma simples pílula ou como um kit formado por medicações e itens acessórios. A fim de representar o domínio da administração de medicamentos, foi proposta uma classificação para os medicamentos. A classificação é formada por uma classe abstrata Item e quatro entidades concretas de tipos: Solteiro, Kit, Fracionado e Ligado (Figura 4.9). É importante salientar que essa classificação reflete apenas a compreensão do domínio de medicação para a atividade Administração de Medicamentos.

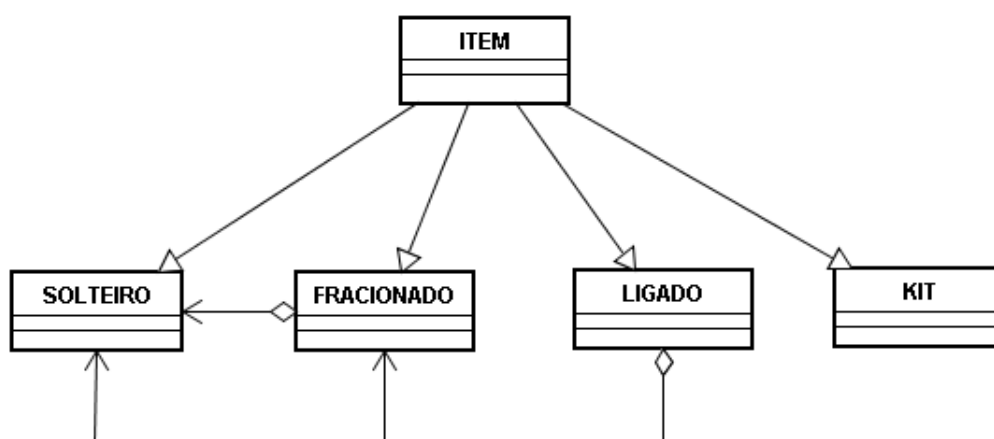


Figura 4.9 - Modelo de dados de medicamentos
Nota: Elaboração do autor (2009).

No modelo de dados que implementa a classificação para os medicamentos, a classe abstrata *Item* representa atributos e funcionalidades comuns a todos os medicamentos. Essa classe possui quatro subclasses concretas: *Solteiro*, *Fracionado*, *Ligado* e *Kit*.

A classe item *Solteiro* corresponde a uma unidade de medicamento que pode ser administrado como ele é. O principal atributo do item *Solteiro* é seu código de identificação, isto é, o código anexado à medicação no formato de código de barras.

O item *Fracionado* refere-se a um conjunto de doses de itens *Solteiros* da mesma medicação. Os itens *Fracionados* são usados para compor a dosagem prescrita de uma medicação. O uso do item *Fracionado* pode ocorrer quando a dosagem prescrita não é um padrão comercial ou a farmácia não possui a medicação com a dosagem desejada. Em ambos os casos, os pacientes devem receber a dosagem prescrita através da administração de dois ou mais itens *Solteiros*, isto é, um item *fracionado*.

Os itens *Ligados* representam medicações que são semanticamente acopladas. Instâncias deste tipo de item representam uma coleção arbitrária de itens *Solteiros* e/ou itens *Fracionados*. Os itens *Ligados* podem ser usados, por exemplo, quando a terapia recomenda a associação de dois medicamentos distintos ou quando uma determinada medicação estiver sendo usada para combater os efeitos colaterais de outra medicação. Nestas situações é importante estabelecer uma união formal entre dois ou mais medicamentos.

Os itens *Fracionados* e os itens *Ligados* são abstrações que representam uma agregação de medicamentos que devem sempre ser administrados em conjunto.

A classe item *Kit* representa a materialização de um kit produzido nas farmácias dos hospitais. O item *Kit* geralmente é composto de itens de qualquer tipo (*Solteiro*, *Fracionado* ou *Ligado*), equipamentos (por exemplo, um inalador), e alguns itens acessórios (seringas, luvas, etc.). Os itens que formam o kit são embalados em conjunto e recebem um código de identificação único. Os kits são montados por conveniência da prescrição e da administração de processos. Estes elementos são muito úteis para os médicos prescreverem procedimentos comuns que envolvem uma longa lista de itens acessórios. Kits também são úteis para os profissionais de saúde, pois têm em um único recipiente tudo o que precisam para executar o procedimento prescrito.

A classificação para os medicamentos, proposta neste trabalho, não reflete necessariamente a realidade dos modelos existentes nos diversos hospitais. Esta característica, entretanto, não apresenta maiores problemas na arquitetura de três camadas utilizadas pelo ADAM. Através do *Middleware* é realizada a conversão do modelo de dados dos hospitais

para o modelo de dados adotado pelo ADAM. Dessa maneira, independentemente de qual seja o modelo de dados utilizado pelo hospital, o ADAM terá seu modelo de dados preservado.

4.5.2 Atividade Administração de Medicamentos

Conforme discutido anteriormente, a atividade Administrar Medicamentos pode ser dividida em quatro sub-atividades (Figura 4.8). A primeira atividade, Identificar o Paciente, inicia-se à beira do leito quando é feita a leitura do código de barras da pulseira do paciente. A Figura 4.10 ilustra o diagrama de seqüência desta sub-atividade. O ADAM envia o código lido para a camada *Middleware* e recebe de volta uma lista com as medicações a serem administradas ao paciente. Para montar esta lista, o *Middleware* valida o código do paciente e executa a consulta na base de dados do hospital. O resultado da consulta é mapeado para o modelo de dados da camada Móvel e enviado de volta para ao ADAM. Finalmente, o ADAM, baseado no tipo de cada medicamento, monta uma apresentação gráfica na forma de árvore, onde os nós que representam estruturas complexas podem ser expandidos.

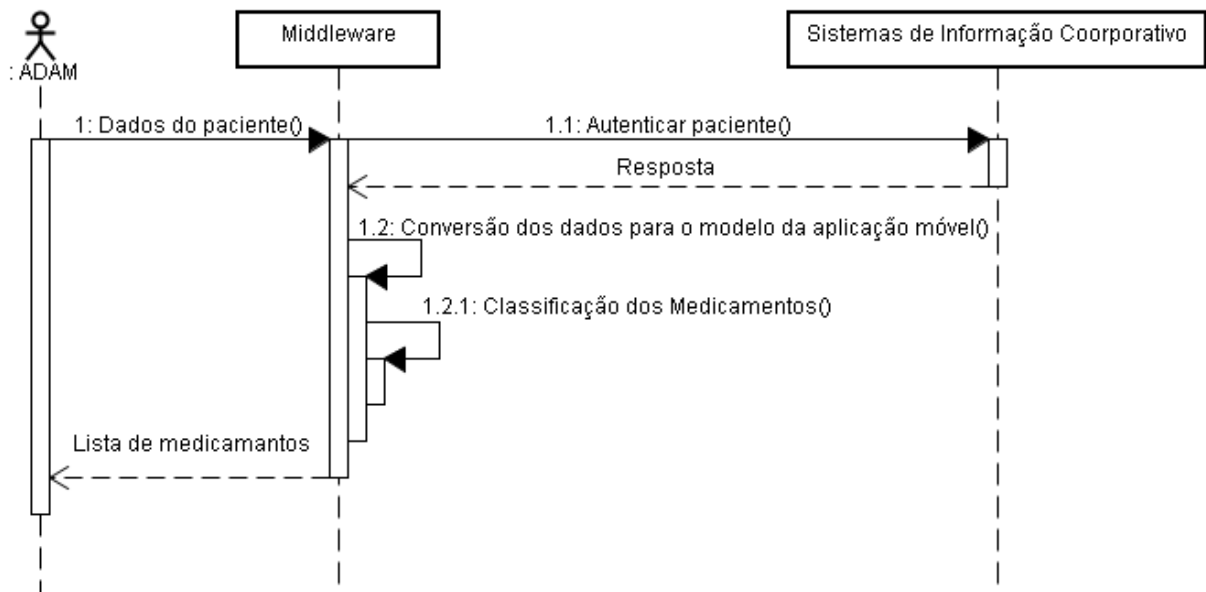


Figura 4.10 - Diagrama de seqüência da sub-atividade Identificar Paciente
Nota: Elaboração do autor (2009).

A Figura 4.11a ilustra a tela da aplicação com a materialização de quatro medicamentos a serem administrados a um paciente. Cada elemento da lista possui três componentes: um ícone indicador do tipo de medicamento, uma descrição textual da medicação e uma caixa colorida indicando o status do processo de administração.

O ícone associado ao medicamento indica o seu tipo na classificação de medicamentos proposta anteriormente. Os primeiros dois medicamentos na lista são um item Solteiro e um

Kit, respectivamente. Itens Solteiros e Kits são folhas na árvore e não podem ser expandidos. O terceiro medicamento é um item Fracionado. Itens Fracionados são nós da árvore que possuem filhos compostos somente por folhas (itens Solteiros) (Figura 4.11b). O quarto medicamento é um item Ligado. Itens Ligados também são nós da árvore, mas seus filhos podem ser folhas (itens Solteiros e Kits) ou nós (itens Fracionados) (Figura 4.11c).

O componente de texto possui uma descrição do medicamento. Finalmente a caixa colorida indica o *status* do processo de administração. O *status* da medicação pode ser: a) não administrado (caixa branca); b) administrado (caixa verde); c) administração suspensa (caixa preta) e; d) administração não pode ser executada (caixa vermelha).

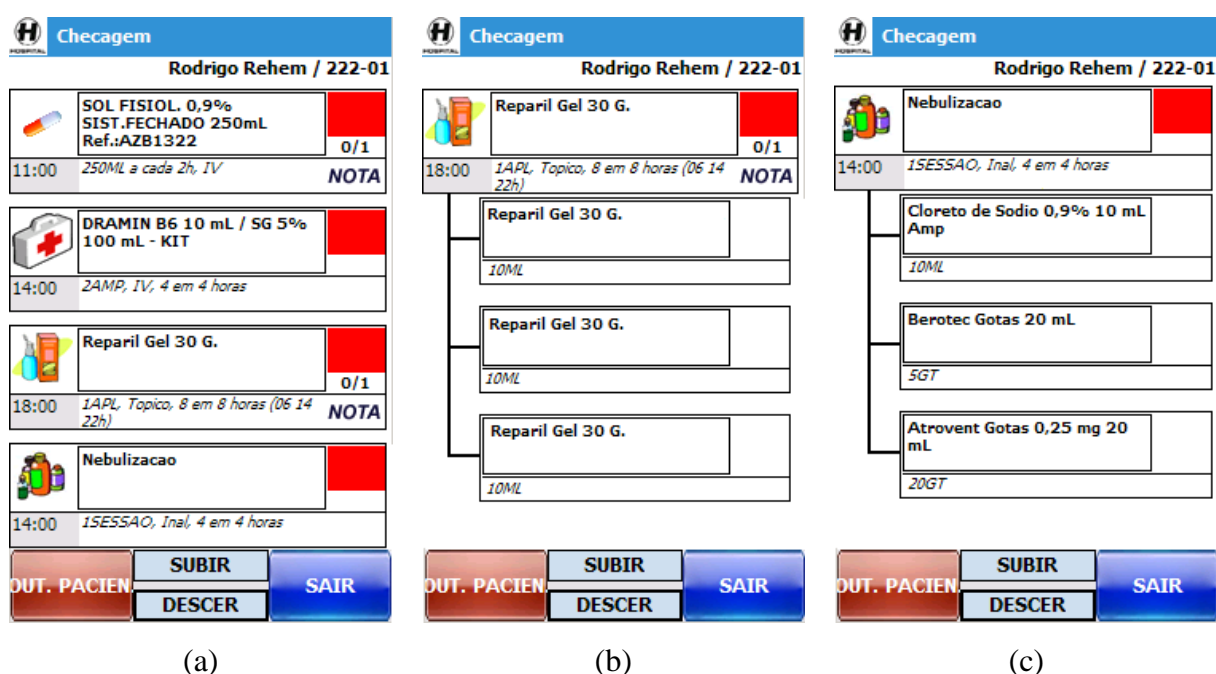


Figura 4.11- Tela de listagem de medicamentos com quatro diferentes tipos de medicamentos. a) Solteiro, Kit, Fracionado e Ligado. b) Fracionado. c) Ligado
Nota: Elaboração do autor (2009).

A lista de medicamentos é iniciada com todos os itens no estado não administrado. A administração do medicamento é um simples passo para o usuário. O usuário efetua a leitura do código de barras do medicamento antes de administrá-lo ao paciente. A leitura do medicamento pelo código de barras evita que possíveis erros de digitação sejam cometidos, garantindo assim uma maior confiabilidade no processo de administração de medicamentos.

A Figura 4.12 apresenta o diagrama de seqüência da sub-atividade Efetuar Administração.

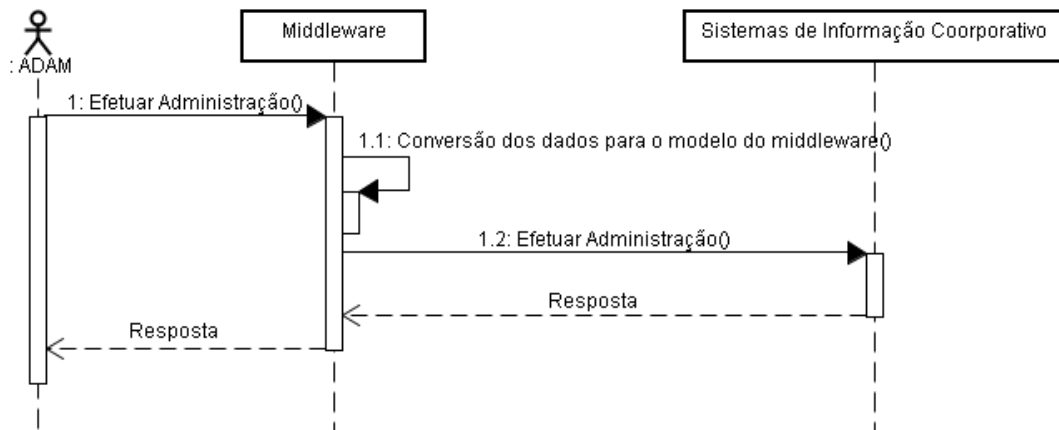


Figura 4.12 - Diagrama de sequência da sub-atividade Efetuar Administração
Nota: Elaboração do autor (2009).

De forma a autorizar ou bloquear a administração de um medicamento, uma solicitação com as informações do paciente e do medicamento são enviados pelo ADAM para o *Middleware*. O *Middleware* por sua vez, realiza a comunicação com os sistemas de informação corporativos do hospital a fim de validar esta informação. A confirmação do *Middleware* só é obtida se a medicação foi prescrita para o paciente no horário e dosagem informado e dispensado por completo pela farmácia. Na tela de listagem de medicações, a medicação administrada recebe o status verde (Figura 4.13). Se a medicação é parte de um item Ligado ou Fracionado, seu componente recebe o status verde e seu pai na árvore recebe o status de parcialmente verde. Itens Ligados e Fracionados somente recebem o estado verde integralmente quando todos itens associados são administrados.

H Checagem		
Trovoada Will Hank / 222-01		
	FORTAZ 1g / SF 0,9% 20mL - KIT	1/1
12:00	1G, IV, 8 em 8 horas	
	DRAMIN B6 10 mL / SG 5% 100 mL - KIT	0/2
12:00	2AMP, IV, 4 em 4 horas	
	KEFAZOL 1g / SF 0,9% 20mL - KIT	0/1
12:00	1G, IV, 8 em 8 horas	
	DRAMIN B6 10 mL / SG 5%	0/1
<div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> Sair SUBIR Out. Pac. </div> <div style="display: flex; justify-content: center; margin-top: 5px;"> DESCER </div>		

Figura 4.13 - Tela de lista de medicamentos com alguns estados alterados
Nota: Elaboração do autor (2009).

Uma resposta negativa do *Middleware* impedirá que o paciente receba a medicação lida pelo dispositivo. Esta negação pode ser motivada por diversas razões: a medicação não foi prescrita, o horário está errado, o médico cancelou a medicação ou a farmácia suspendeu o lote do medicamento. Independente do motivo, a medicação não pode ser administrada ao paciente. Esta abordagem confere à aplicação móvel de administração de medicamentos um elevado nível de segurança, pois a verificação se um determinado medicamento pode ser administrado ou não é feita em tempo real e imediatamente antes de administrar a medicação no paciente.

Outra possibilidade para a não administração do medicamento é uma exceção gerada no nível operacional. O paciente, por exemplo, pode estar dormindo ou simplesmente se recusar a tomar a medicação. Nesses casos, o profissional de saúde deve registrar a situação selecionando a medicação específica na listagem e alterando o seu status de forma manual. A aplicação móvel fornece uma interface que permite o profissional especificar o tipo da exceção e opcionalmente, registrar uma mensagem de voz detalhando a ocorrência (Figura 4.14). No caso de uma exceção o medicamento recebe o status vermelho.

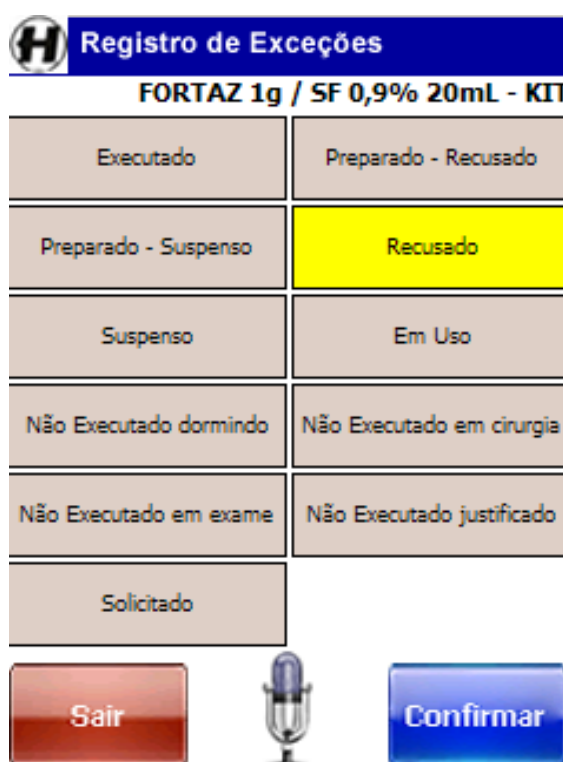


Figura 4.14 - Tela de registro de exceções
Nota: Elaboração do autor (2009).

Caso haja a necessidade de se realizar algum procedimento antes da administração de medicamentos, a aplicação móvel exibirá notas de prescrição com obrigatoriedade de leitura

antes da administração (Figura 4.15). O usuário ficará impossibilitado de realizar a administração do medicamento até que a leitura da nota de prescrição do paciente seja aberta. Normalmente estas notas de prescrição obrigatórias contêm procedimentos prescritos pelo médico que devem ser realizados pelo profissional de saúde durante o processo de administração. Este procedimento é importante no caso de pacientes com cuidados especiais, como por exemplo, um paciente em quadro pós-operatório.

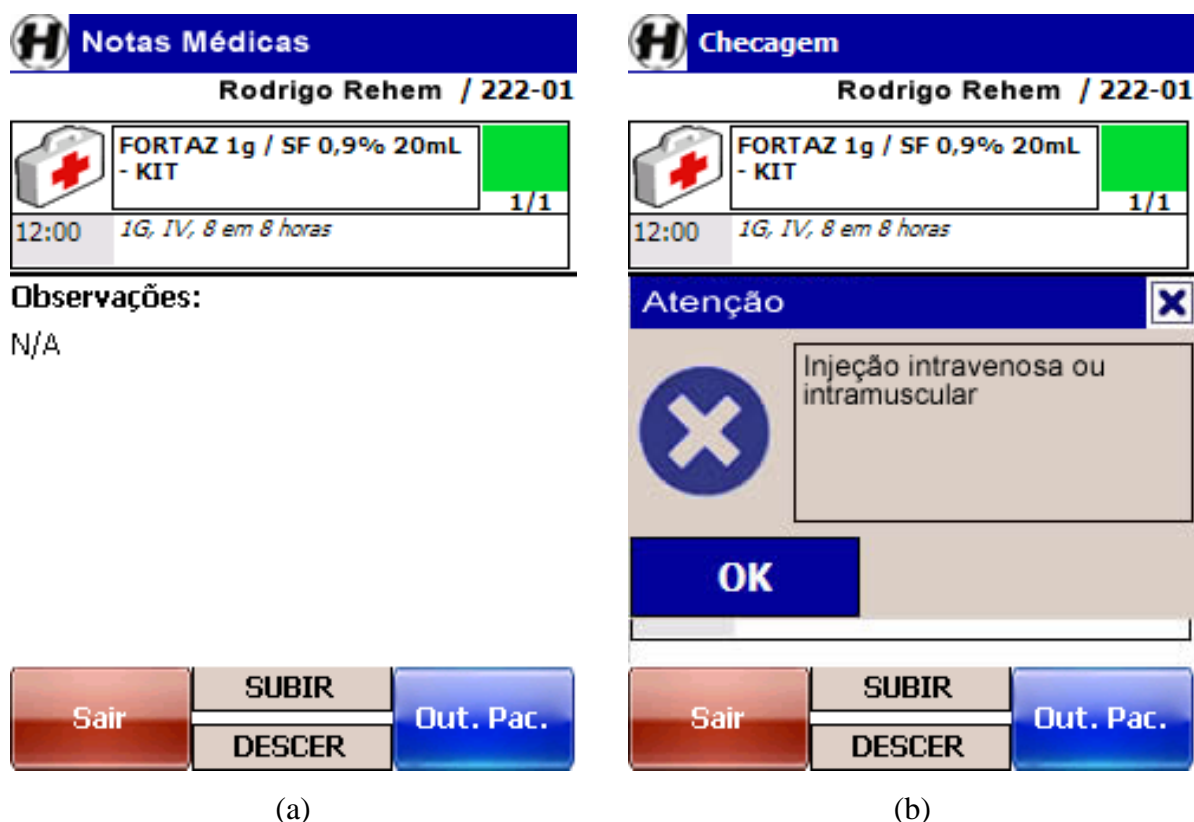


Figura 4.15- Telas do ADAM. a) Tela de notas médica. b) Tela de observações de administração
Nota: Elaboração do autor (2009).

Uma vez que todas as medicações recebem o status apropriado, o ADAM retorna à lista de pacientes e fica pronto para continuar o processo de administração em um novo paciente.

4.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização da computação móvel e leitores de código de barras tem se mostrado um importante aliado no suporte às atividades da área da saúde (TURISCO; CASE, 2001). Entre as diversas áreas que possuem potencial para explorar estes recursos tecnológicos, a administração de medicamentos é uma das áreas que desperta mais interesse da comunidade médica (LENDERINK; EGBERTS, 2004). O processo de administração de medicamentos é

uma atividade extremamente crítica para os hospitais, sujeito a erros dos mais diversos tipos e com grande impacto na acreditação das instituições de saúde.

Diante deste quadro foi concebido o ADAM, que torna o processo de administração de medicamentos mais ágil e seguro. Com o ADAM, qualquer dúvida pode ser retirada à beira do leito evitando que o profissional interrompa a execução de suas atividades para se deslocar até um terminal de consulta.

O maior mérito do ADAM, entretanto, é garantir que a política dos cinco certos seja contemplada no processo de administração de medicamentos, isto é, o ADAM garante que o paciente certo tomou a medicação correta, no horário correto, na dosagem e a via corretos.

Dando continuidade às contribuições de dispositivos móveis na área de saúde, o próximo capítulo apresenta o Assistente Médico Digital (AMD). O AMD é uma aplicação móvel que contempla as atividades que mais demandam tempo dos médicos no exercício de suas atividades profissionais no ambiente hospitalar.

5 ASSISTENTE MÉDICO DIGITAL

A atividade médica envolve na sua essência o processo de investigação, de coleta de informações sobre o paciente e da identificação de indícios que apontem as causas e a solução do problema (SCLIAR, 2002). Com base no seu conhecimento e experiência profissional, o médico julga o significado de cada informação e toma decisões, formulando diagnósticos e orientando o tratamento adequado.

O histórico do paciente e o resultado de exames fornecem o mais imediato e também mais importante conjunto de dados para que o médico estabeleça suas primeiras conclusões. Os exames complementares se constituem num extraordinário arsenal de recursos através do qual o médico realiza o diagnóstico definitivo, permitindo afastar ou confirmar suas suspeitas preliminares, medir os desvios da normalidade e avaliar a gravidade do problema (SCLIAR, 2002).

O volume de dados produzido pelos hospitais é imenso, a todo o instante são coletadas e registradas informações sobre as condições dos pacientes, tais como: temperatura, pressão arterial, balanço hídrico, dentre outros. Desta forma, extrair informações que sirvam de base para os médicos tirarem as conclusões sobre o diagnóstico de um paciente torna-se um processo altamente custoso. Primeiro, as informações têm que ser atualizadas constantemente de forma que o médico possa ter as informações atuais sobre o estado de saúde do paciente. Segundo, a apresentação destas informações ao médico tem que ser rápida e clara, ou seja, cada informação deve ser registrada com clareza e organizada de modo a permitir comparações e análises evolutivas, assegurando, desta forma, conclusões seguras e corretas. É desta maneira que o médico decide e orienta o tratamento do seu paciente.

Para obter qualquer informação a respeito do estado do paciente, o médico necessita acessar os sistemas de informação corporativos do hospital. Esse acesso é efetuado a partir de sua sala ou de algum posto de acesso disponível dentro do hospital, ou seja, o médico terá que se deslocar até o terminal fixo mais próximo. Durante o atendimento aos pacientes diversas situações podem ocorrer, tais como: interrupções no atendimento; demora na localização da ficha do paciente; atraso na entrega de resultado de exames; entre outros. A combinação desses fatores contribui para uma rotina de trabalho árdua para os médicos, pois um tempo desnecessário é perdido no acesso às informações.

Fornecer aos profissionais da área de saúde um ferramental que permita obter a informação desejada em qualquer lugar e horário, tornou-se um dos principais objetivos dos

grandes hospitais. Diversas iniciativas na área da computação móvel estão sendo tomadas neste sentido. As aplicações móveis desenvolvidas, entretanto, não têm atendido de maneira satisfatória os requisitos impostos pela inerente mobilidade da atividade médica e pela limitação dos dispositivos móveis.

Em virtude da carência de um suporte computacional móvel adequado para os médicos reduzirem o tempo dedicado a consulta de informações, foi desenvolvido o Assistente Médico Digital (AMD). O AMD é uma aplicação móvel de consulta de informações de dados médicos que leva em consideração os mecanismos limitados de entrada e saída de dados dos dispositivos móveis e o fato de que os médicos necessitam consultar estas informações enquanto se deslocam entre diferentes lugares de um hospital. O grande desafio do AMD está em conciliar um enorme volume de dados, mídias heterogêneas e as limitações dos dispositivos móveis através de uma metáfora de visualização que permita uma rápida assimilação e entendimento por parte do usuário.

O restante deste capítulo está estruturado da seguinte maneira: a próxima seção descreve o processo de análise e implementação do AMD, em seguida são discutidas as suas funcionalidades.

5.1 ANÁLISE E IMPLEMENTAÇÃO DO ASSISTENTE MÉDICO DIGITAL

O objetivo do AMD é prover informações relevantes ao exercício das atividades dos médicos, tais como: monitoramento do estado clínico do paciente, consulta de sinais vitais e de exames médicos e o recebimento de alertas. Através de uma nova abordagem de visualização de informações, os médicos têm acesso às informações mais importantes para execução de suas tarefas.

No processo de análise do AMD, identificou-se inicialmente os requisitos não-funcionais e funcionais. Os requisitos não-funcionais do AMD são:

- a) o dispositivo móvel deve possuir:
 - comunicação com redes sem fios;
 - tela sensível ao toque;
 - leitor de código de barras (opcional).
- b) o hospital deve possuir:
 - infra-estrutura de redes sem fios;
 - prescrição digital de medicamentos;
 - cadastro eletrônico do paciente;
 - divulgação de exames informatizada.

O AMD necessita de uma infra-estrutura de comunicações sem fio com acesso à Internet porque todas as informações manipuladas pela aplicação são oriundas das bases de dados dos hospitais, ou seja, nenhum dado é armazenado no dispositivo móvel.

Em seguida, foram definidos os requisitos funcionais do AMD. Os principais requisitos funcionais do AMD são:

- a) consultar informações sobre o paciente;
- b) consultar informações sobre exames;
- c) consultar informações sobre variáveis de controle;
- d) permitir navegação sobre a lista de pacientes;
- e) permitir navegação sobre a lista de exames;
- f) permitir navegação sobre a lista de variáveis de controle;
- g) configurar emissão de alertas.

Uma vez estabelecidos e identificados os requisitos não-funcionais e funcionais, iniciou-se a fase de identificação das principais atividades da aplicação.

O diagrama de atividades ilustrado pela Figura 5.1, modela todas as principais atividades suportadas pelo AMD: Autenticar Usuário; Monitorar Pacientes, Consultar Exames ou Variáveis de Controle e Configurar Alertas. As próximas seções detalham estas atividades.

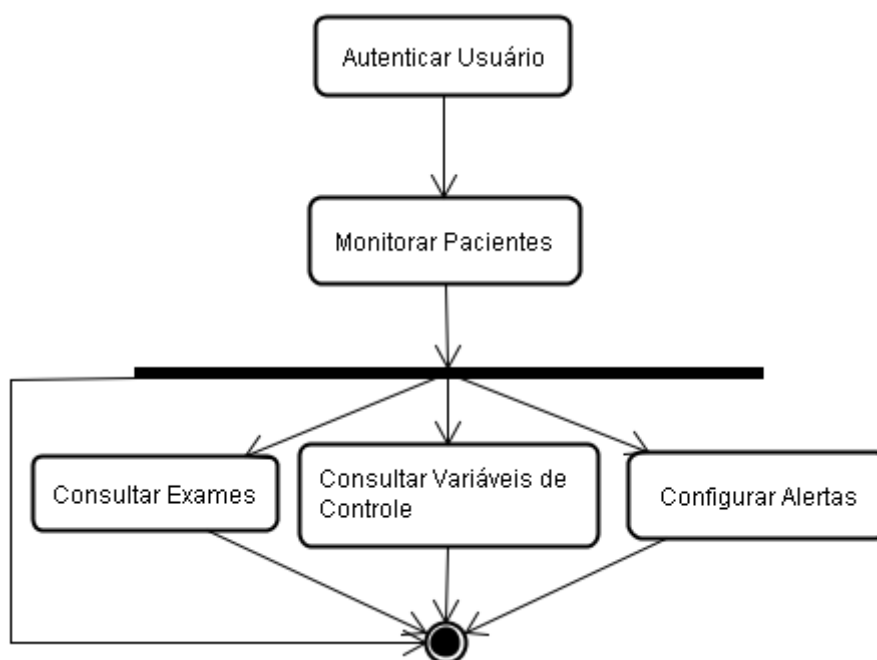


Figura 5.1 - Diagrama de atividades do AMD
Nota: Elaboração do autor (2009).

5.2 AUTENTICAR USUÁRIO

A atividade de autenticação do usuário no AMD é idêntica à atividade de autenticação do ADAM, discutida no capítulo anterior. Inicialmente, o médico efetua a sua identificação no AMD através da leitura do crachá ou digitação de seu *login* e sua senha, caso o dispositivo móvel não possua leitor de código de barras. O AMD de posse dos dados de identificação do usuário envia uma solicitação ao *Middleware*. O *Middleware* por sua vez, realiza uma consulta nos sistemas de informações corporativos do hospital. De posse da resposta dos sistemas corporativos do hospital, o *Middleware* realiza a tradução dos dados para o modelo de negócios do AMD e envia a resposta para que a camada móvel possa realizar a apresentação das informações ao usuário.

5.3 MONITOR MÉDICO

Após o processo de autenticação, o AMD apresenta uma tela denominada de Monitor Médico (Figura 5.2). O Monitor Médico é responsável por informar o estado de cada paciente sob a responsabilidade do médico. Para atribuir um estado ao paciente, foi proposta uma classificação com quatro possíveis categorias: *Estável* (cor azul), *Em Alerta* (cor vermelho), *Em Recuperação* (cor verde) ou *Inconsistente* (interrogação). Estas categorias são baseadas nos valores históricos das variáveis vitais do paciente e dos resultados dos exames, permitindo que o médico avalie qualitativamente o estado geral de um grande número de pacientes aos seus cuidados.

A categoria *Estável* indica os pacientes que apresentam atualmente valores normais para as variáveis de controle e que os valores dessas variáveis na leitura anterior também se encontravam no intervalo de normalidade. A categoria *Em Alerta* indica pacientes que apresentam valores de pelo menos uma variável de controle fora do limite considerado normal. Os pacientes *Em Recuperação* apresentam atualmente variáveis de controle dentro dos limites considerados normais, mas apresentavam o estado *Em Alerta* quando considerado os valores da leitura anterior. Finalmente, o paciente com estado *Inconsistente* reflete o fato de um valor, considerado impossível, ter sido atribuído a alguma variável de controle. Por exemplo, o paciente apresenta a temperatura corporal de 100 graus centígrados. Informações inconsistentes podem ter sido geradas por um erro de digitação ou por uma troca de unidade de medida, por exemplo, a temperatura foi medida em Fahrenheit.



Figura 5.2 - Tela de Monitor Médico
Nota: Elaboração do autor (2009).

A tela do Monitor Médico permite que o médico identifique o grupo de pacientes que dará atendimento prioritário. Uma opção razoável seria priorizar os pacientes com o estado *Em Alerta*. Contudo, existe a possibilidade de existir mais de um paciente nesse estado. Desta forma, o médico necessita consultar os dados de cada paciente nesta categoria e estabelecer uma ordem de prioridade entre os pacientes previamente selecionados. Uma forma do médico estabelecer prioridades para o atendimento é através da consulta dos últimos exames realizados e dos valores das variáveis de controle. Estas atividades serão descritas nas próximas seções.

5.4 CONSULTAR EXAMES E CONSULTAR VARIÁVEIS DE CONTROLE

As atividades de Consulta de Exames e Variáveis de Controle consistem no acesso às informações relativas aos exames médicos e dados vitais do paciente, respectivamente. Os passos iniciais para execução dessas duas atividades são praticamente os mesmos, divergindo somente na apresentação das informações visualizadas pelo médico, isto é, o resultado de exames ou de variáveis de controle.

A atividade de Consulta de Exames ou Variáveis de Controle inicia quando o médico seleciona um paciente na tela de Monitor Médico (Figura 5.2). Após a seleção do paciente, o médico seleciona qual atividade de consulta irá realizar: Exame ou Variáveis de Controle

(Figura 5.3.a). Definido o tipo da consulta, o médico tem que escolher um dos dois tipos de visualização: Qualitativa ou Quantitativa (Figura 5.3.b). As próximas seções detalham os modos de visualização.

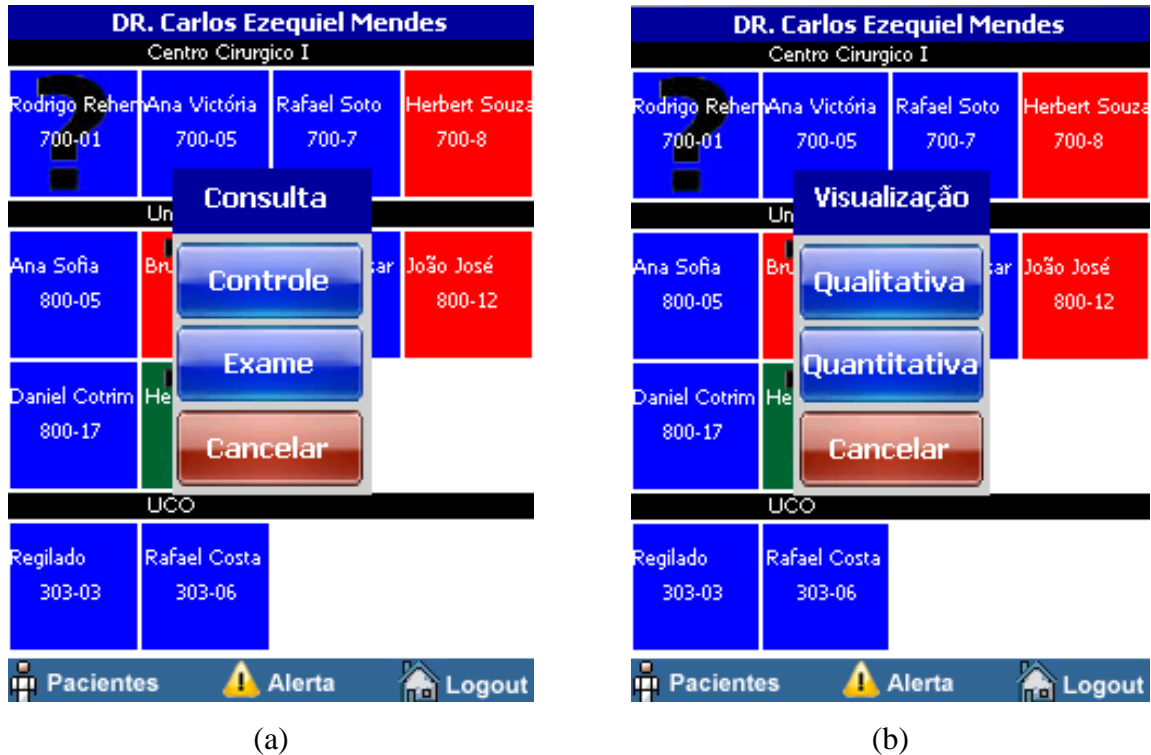


Figura 5.3- Telas do AMD: a) Tipo de consulta. b) Modo de visualização
Nota: Elaboração do autor (2009).

5.4.1 Visualização das Informações

A visualização de dados é um processo que pode ser interpretado como uma série de mapeamentos, no qual dados são transformados em primitivas geométricas e/ou visuais. O modelo mais conhecido para esse processo é o apresentado por Card e outros (1999), como ilustra a Figura 5.4.

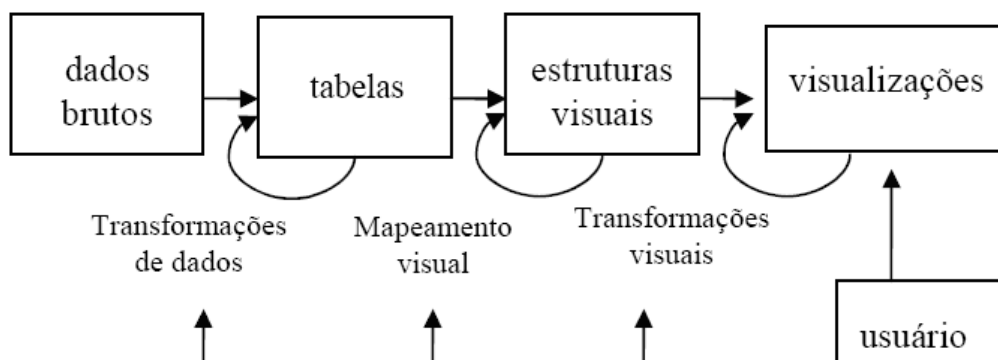


Figura 5.4 - Modelo de referência de visualização
Fonte: Card e outros (1999).

Os dados brutos, coletados ou gerados por algum processo, são transformados em tabelas. Além da transformação inicial dos dados brutos em descrições relacionais (tabelas), novas transformações podem ser aplicadas. É possível agregar novos dados ao conjunto inicial, como, por exemplo, grandezas estatísticas; converter os dados originais em outros tipos ou reorganizar o conjunto de dados, classificando-o. As tabelas são mapeadas para estruturas visuais ou representações visuais. Estas estruturas visuais são, por sua vez, exibidas em vistas, ou imagens. Operações sobre essas representações visuais correspondem a transformações visuais e objetivam mostrar informações adicionais sobre elementos do conjunto de dados através de mudança do ponto de observação, manipulação geométrica ou indicação de região/subconjunto de interesse.

A representação do conhecimento médico é uma tabela complexa e abstrata que considera diversos aspectos da vida humana (BARDRAM, 2003). Desta forma, o mapeamento dos dados brutos para visualização no AMD, não é um mero tratamento dos dados dos pacientes.

Não temos a pretensão aqui de apresentar nenhum tipo de suporte à representação do conhecimento médico. Nosso objetivo é comunicar aos médicos, dados relevantes na elaboração do seu diagnóstico ou avaliação do estado do paciente. Entendemos que os resultados de exames e variáveis de controle são fundamentais neste processo.

É importante salientar que a consulta dos resultados de exames e das variáveis de controle é realizada, tradicionalmente, através de relatórios impressos ou na tela de um terminal de mesa. Estas consultas são disponibilizadas, na maioria das vezes, através de relatório extensos, de difícil assimilação e que exigem um enorme esforço por parte do médico para extrair informações que permitam inferir sobre a real situação do quadro geral do paciente. A transposição pura e simples desta forma de apresentação dos dados para as telas diminutas de um dispositivo móvel é uma solução bastante ineficaz, tanto em termos de interação quanto em termos de poder de comunicação.

A grande dificuldade encontrada no desenvolvimento do AMD foi contemplar em um dispositivo móvel com tela diminuta uma grande quantidade de informações. A fim de solucionar este problema, o AMD disponibiliza dois tipos de visualização das informações: Quantitativa e Qualitativa. A primeira opção apresenta as informações através de tabelas, enquanto que a segunda visualização apresenta as informações através de um novo paradigma de visualização de dados. A inovação do AMD, neste particular, está na capacidade de apresentar em um pequeno espaço, grande partes das informações disponíveis nos relatórios

dos terminais fixos. Esta capacidade é fruto de uma nova forma de apresentação gráfica da informação.

5.4.1.1 Visualização Quantitativa

Na visualização quantitativa, o AMD utiliza o mecanismo de tabela, acrescido de elementos gráficos que facilitam a assimilação das informações mais relevantes. Esta forma de apresentação permite que o médico faça uma avaliação mais criteriosa do estado geral do paciente e identifique rapidamente as variáveis de controle fora do padrão de normalidade.

Considere, por exemplo, que o médico tenha solicitado a visualização quantitativa dos dados de sinais vitais de um determinado paciente em estado de alerta. A visualização destes dados é apresentada ao usuário em forma de um gráfico tabular. Esse tipo de consulta é disponibilizada através de uma listagem contendo os valores e a data e hora das três últimas leituras de cada indicador (Figura 5.5). Nessa tabela foram acrescentadas, para cada indicador, informações derivadas dos dados históricos do paciente. O campo DELTA indica o maior e o menor valor já registrado para o paciente. Estes valores são computados tendo como base todas as leituras já realizadas e não somente as três últimas leituras apresentadas na tela.

Paciente: Rodrigo Rehem			
Pas: I045678		Local: 901-07	
Variáveis Fisiológicas			1/1
Indicador	Data	Situação	
Temperatura	04/04/09 - 04:11	39.5	↑
MAX 39.5	03/04/09 - 22:23	37.0	↓
MIN 36.0 (DELTA)	03/04/09 - 13:13	39.0	↓
FR (inc/mim)	04/04/09 - 04:11	31	↑
MAX 32	03/04/09 - 22:23	29	↑
MIN 25 (DELTA)	03/04/09 - 13:13	26	↑
SaO2 (%)	04/04/09 - 04:11	59	↓
MAX 70	03/04/09 - 22:23	67	↑
MIN 55 (DELTA)	03/04/09 - 13:13	58	↑
FB (bpm)	04/04/09 - 04:11	80	↓
MAX 119	03/04/09 - 22:23	115	↓
MIN 75 (DELTA)	03/04/09 - 13:13	119	—

1

Configurar Alerta Monitor

Figura 5.5 - Tela de visualização Quantitativa de exames
Nota: Elaboração do autor (2009).

Além da apresentação dos valores máximos e mínimos, a tela de visualização Quantitativa incorpora elementos gráficos coloridos (setas azuis ou vermelhas) indicando a tendência dos valores do indicador quando comparada com a leitura anterior. A seta superior indica a evolução da variável tomando como referência a última e penúltima leitura, enquanto a seta inferior indica a tendência tomando como base a penúltima e antepenúltima leitura. Considere, por exemplo, a evolução da temperatura do paciente. A penúltima leitura apresenta um valor menor do que registrado na leitura anterior. Além disso, a temperatura registrada na penúltima leitura apresenta-se dentro do limite de normalidade. Desta forma, uma seta azul para baixo é mostrada ao lado dessas leituras, indicando que a temperatura está caindo e que o valor se encontra no intervalo de normalidade. Quando é analisado a evolução da penúltima para a última leitura, verifica-se que a temperatura subiu e que atualmente encontra-se fora do limite de normalidade (seta vermelha para cima). Salienta-se que para valores que permanecem constantes entre duas leituras é apresentado um retângulo na cor azul ou vermelho, indicando valores estáveis dentro ou fora da normalidade, respectivamente.

Observa-se que a visualização Quantitativa apresenta somente dados de quatro indicadores. Para consultar os demais indicadores faz-se necessário a paginação entre telas. A ordem na qual os indicadores são apresentados, e conseqüentemente o agrupamento dos indicadores por tela, é definida, a priori, pelo sistema de gestão do hospital, responsável pelo envio das informações. O AMD, entretanto, possui um mecanismo de ordenamento que pode ser aplicado tanto na apresentação quantitativa quanto na apresentação qualitativa dos dados. Este mecanismo de agrupamento será discutido mais adiante.

Outra forma para apresentar os valores dos dados vitais e resultados de exames de um paciente é a visualização Qualitativa. Esta forma de apresentação permite uma visão global do estado do paciente através da visualização simultânea de todos os indicadores em uma única tela.

5.4.1.2 Visualização Qualitativa

O AMD introduz uma nova metáfora de visualização de dados médicos que permite a apresentação de um grande número de variáveis em uma mesma tela. Determinamos a metáfora desenvolvida para a apresentação dos dados de forma qualitativa de *RadarOverview*. Este novo modelo de visualização de dados foi desenvolvido com o objetivo de apresentar diversas informações de tipos heterogêneos nas telas diminutas dos dispositivos móveis.

O modelo de visualização *RadarOverview* é baseado na técnica de visualização geométrica (gráfico em radar) em conjunto com a técnica *Overview+Detail* (PLAISANT e

outros 1995). A ideia principal do *RadarOverview* é apresentar tipos de dados heterogêneos em um único gráfico. Através desta abordagem é possível analisar diversos dados médicos e identificar padrões, anomalias, exceções e similaridades entre os dados.

O modelo de visualização *RadarOverview* exibe os dados em um conjunto de círculos coloridos concêntricos. Cada círculo determina uma região no gráfico. As diversas dimensões dos dados são representadas por raios no grande círculo (Figura 5.6).

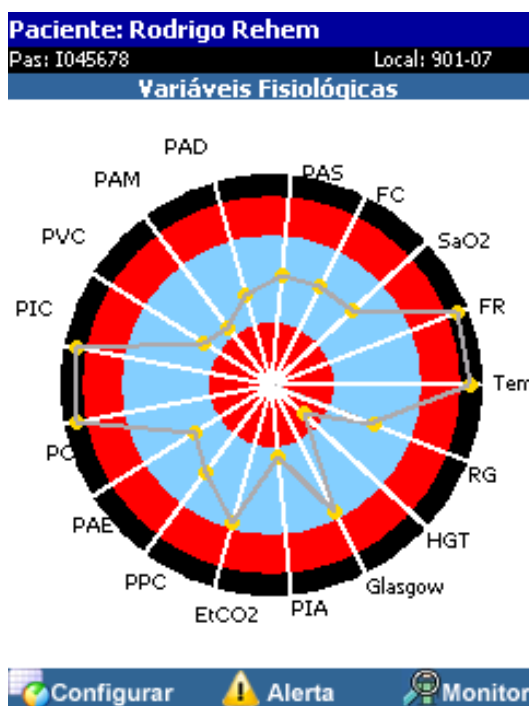


Figura 5.6 - Visualização de variáveis fisiológicas na visualização Qualitativa
Nota: Elaboração do autor (2009).

Os valores da última leitura de cada variável gráfica (dimensão) é classificado qualitativamente e colocado em algum ponto ao longo do seu eixo. Desta forma, o ponto sempre cairá em uma das quatro regiões: uma preta, duas vermelhas e uma azul. A região preta é utilizada para representar valores de leitura inconsistentes, isto é, fora do limite que é considerado razoável para a variável (por exemplo, uma temperatura de 100 graus centígrados). A região azul é utilizada para representar valores dentro do limite de normalidade. Valores próximos ao centro do intervalo de normalidade são representados na porção central da região, enquanto que valores próximos ao limite inferior ou superior do intervalo são representados próximos as zonas vermelhas interna ou externa, respectivamente. Finalmente, as regiões vermelhas são utilizadas para representar valores fora do intervalo de normalidade. A região vermelha interna é usada para valores abaixo do limite mínimo e a região vermelha externa para valores acima do limite máximo do intervalo de normalidade. A

posição relativa do ponto dentro da região informa também o quando os valores se afastam ou se aproximam dos limites do intervalo.

A visualização *RadarOverview* difere dos seus congêneres por permitir a apresentação de informações com valores e escalas distintas em um único gráfico. Através dessa característica o *RadarOverview* permite que diversos tipos de indicadores possam ser utilizados na mesma visualização, dando a idéia do estado geral do paciente. O gráfico apresentado pela Figura 5.6 apresenta informações de 17 indicadores. Embora este número seja considerado bastante expressivo, testes realizados com um número maior de indicadores, apresentaram gráficos ainda bastantes legíveis.

É importante salientar que a apresentação qualitativa permite mesclar em um único gráfico indicadores com valores em escalas variadas. Por se tratar de uma visão qualitativa dos dados, o médico pode inferir se os valores estão dentro ou fora de um limite de normalidade, a depender da posição do ponto em cada região. A principal vantagem do gráfico, entretanto, é apresentar todos os indicadores em uma única tela, o que permite estabelecer uma idéia do estado geral do paciente.

Um grande diferencial proporcionado pelo modelo de visualização *RadarOverview* é a visualização em detalhe de um indicador na visualização qualitativa (Figura 5.7). Esta visualização permite obter informações quantitativas de um determinado indicador sem perder o contexto geral dos outros indicadores.

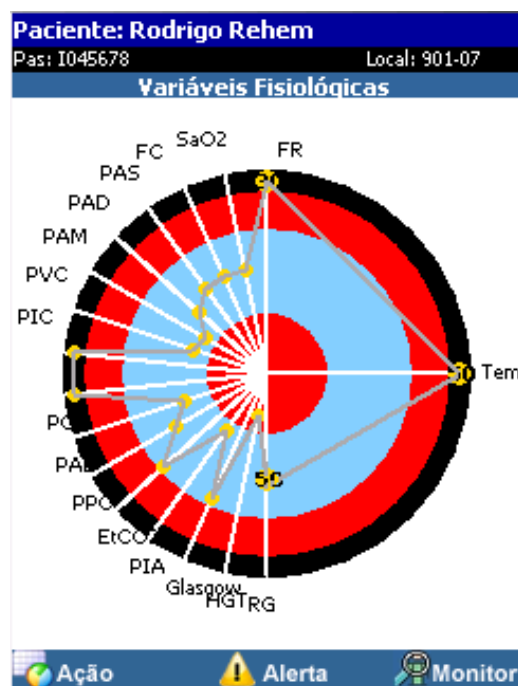


Figura 5.7 - Detalhes da visualização de variáveis fisiológicas na visualização *RadarOverview*
 Nota: Elaboração do autor (2009).

A exibição de uma quantidade de uma visão mais detalhada na visualização Qualitativa é ativada através da seleção de um ponto na tela próximo à ocorrência do indicador que se deseja obter mais detalhes. Neste momento, o gráfico é redesenhado pelo componente de apresentação de forma a salientar informações sobre o indicador selecionado, isolando o indicador em uma metade do círculo e comprimindo os outros indicadores na outra metade. Na visualização em detalhe é apresentado o valor da última leitura do indicador selecionado e dos seus dois vizinhos no gráfico. Nota-se que neste momento, o médico passa a ter uma visão quantitativa dos indicadores que estão em evidência, ao mesmo tempo em que mantêm a visão global qualitativa das demais variáveis. No exemplo na Figura 5.7, o médico selecionou a variável temperatura. Neste instante é possível visualizar o valor associado a esta variável, bem como os valores das variáveis vizinhas (FR e RG).

Salienta-se que este recurso é dinâmico, isto é, ao arrastar o apontador pela tela do dispositivo, o gráfico coloca em evidência outros indicadores. Desta forma, é fácil para o médico isolar qualquer indicador e verificar o valor da última leitura dessa variável e determinar o quão sério é ter uma determinada variável fora do padrão de normalidade.

5.4.1.3 Ordenação dos indicadores de visualização

Independente da forma de apresentação das informações utilizadas, qualitativa ou quantitativa, a ordenação dos indicadores é definida, a priori, pela entidade que envia as informações ao AMD, isto é, o hospital. Entretanto, o médico pode alterar essa ordenação a qualquer momento. Em ambas as telas de consulta existe um botão com a opção Configurar. Este botão ativa a função de ordenamento personalizado dos indicadores (Figura 5.8).

A pequena tela de ordenação no centro da janela possui quatro opções de ordenação: *Padrão*, *Crescente* e *Manual*. A opção Padrão utiliza a ordem dos indicadores enviada pelo sistema de informação corporativo hospitalar. Esta ordem pode ser definida de maneira a colocar próximos um do outro, indicadores que normalmente são avaliados em conjunto pelo médico, isto é, possuem uma relação relevante para a tomada de decisão. Os hospitais possuem também a capacidade de filtrar somente um conjunto de indicadores considerado necessário para um determinado grupo de pacientes. Por exemplo, um conjunto de indicadores pode ser fundamental para pacientes internados nas unidades de terapia intensiva, mas este mesmo conjunto pode não ser coletado para pacientes da ala de ortopedia. Desta forma, fica a cargo do hospital enviar somente os dados padrões para aquele tipo de paciente ou unidade.



Figura 5.8 - Opções de ordenação dos indicadores do paciente
Nota: Elaboração do autor (2009).

A opção de ordenamento Crescente faz uma reorganização qualitativa dos indicadores, ou seja, os indicadores são organizados pela posição que eles ocupam nas regiões do gráfico em radar. Na ordenação Crescente aparecem primeiro os indicadores localizados na região vermelha interna, em segundo lugar os indicadores localizados na região azul e por último os indicadores localizados nas regiões vermelha externa e preta, nesta ordem. Para indicadores localizados na mesma região, a posição relativa dentro da região é considerada no algoritmo de ordenação.

No caso da ordenação Manual, o médico tem a possibilidade de agrupar os indicadores na ordem que achar mais conveniente. Para isso, é apresentada uma tela com uma lista de todos os indicadores disponíveis (Figura 5.9).

A interface de ordenação manual permite além da movimentação relativa de qualquer item na lista (setas), a inclusão ou exclusão de indicadores na lista (sinais de adição e subtração). A ordenação manual é uma importante ferramenta para uma configuração personalizada dos indicadores e permite que as telas de consulta contenham somente os dados necessários para a avaliação do paciente e agrupados de forma a facilitar uma avaliação comparativa de vários indicadores.

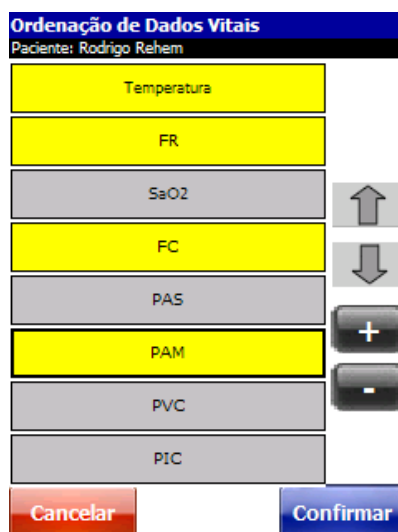


Figura 5.9 - Ordenação manual dos indicadores do paciente
Nota: Elaboração do autor (2009).

Além das apresentações das informações em tabelas e *RadarOverview*, o AMD permite que o médico avalie detalhadamente um determinado indicador. Para ter acesso a esse recurso, o médico seleciona o indicador desejado e posteriormente clica na opção *Detalhes*, que se encontra no canto inferior direito das telas de consulta.

A tela de consulta individual do item apresenta os dados históricos em duas formas distintas: tabela e gráfico de linha (Figura 5.10). Dessa forma, o médico possui duas apresentações do mesmo conteúdo para realizar uma análise mais apurada. Além disso, a tabela e o gráfico de linha são coloridos com as mesmas cores adotadas no gráfico radar, facilitando desta forma a assimilação das informações pelo médico.

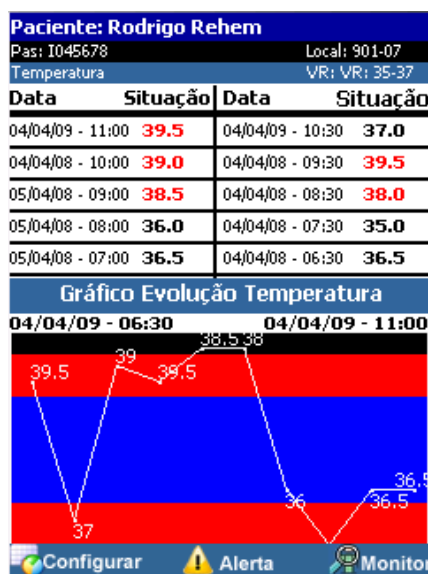


Figura 5.10 - Consulta individual da variável temperatura
Nota: Elaboração do autor (2009).

5.4.2 Configurações de Alertas

A despeito da facilidade na consulta dos dados sobre os pacientes proporcionada pelo AMD, não é razoável imaginar que o médico irá consultar a aplicação de forma contínua. Pelo contrário, o AMD foi concebido de forma a liberar o médico para atividades mais nobres e só utilizar a aplicação quando o profissional considerar necessário ou quando algum evento extraordinário ocorrer. Pensando nisso, o AMD incorporou um mecanismo de alerta que pode ser facilmente configurado pelo próprio médico. A configuração de alertas permite que o médico estabeleça regras sobre os valores dos indicadores que tenha interesse em monitorar. Toda vez que um desses indicadores se afasta do padrão definido pelo médico, o mesmo é notificado através de alertas enviados para seu dispositivo. Desta forma, o profissional não precisa estar constantemente consultando a aplicação para monitorar o estado do paciente.

A tela de configuração de alertas do AMD possui seis opções de configuração (Figura 5.11). Todas as opções podem ser ativadas simultaneamente. As seis opções são: acima ou abaixo dos valores de referência, acima ou abaixo dos valores estabelecidos pelo médico, quando normalizado ou possuir algum dado inconsistente. O alerta quando normalizado é emitido toda vez que o paciente entrar no estado *Em Recuperação*, definido anteriormente. Um paciente em recuperação é aquele que estava no estado Em Alerta e passou a ter todos os indicadores dentro do limite de normalidade na última leitura. O alerta inconsistente é emitido quando algum dado inconsistente é adicionado aos dados do paciente. A depender dos sistemas de gestão dos hospitais, este alerta nunca será emitido, pois bons sistemas deveriam bloquear a entrada de dados inconsistentes. A partir da configuração dos alertas, o AMD passa a monitorar o paciente e informar ao médico através de alertas sonoros ou da vibração do dispositivo quando um determinado indicador ultrapassou os limites estabelecidos.

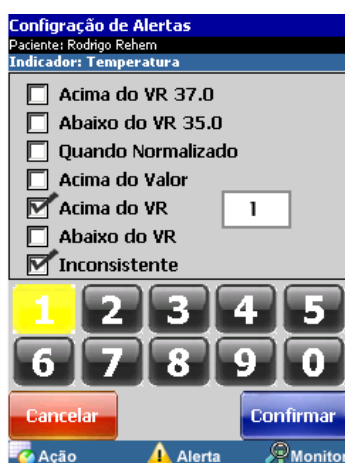


Figura 5.11 - Configuração de alertas
Nota: Elaboração do autor (2009).

5.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo apresentou o AMD, uma aplicação móvel de auxílio aos médicos. O AMD contempla tarefas consideradas relevantes para a atividade médica. Através do AMD é possível consultar resultados de exames médicos e dados de sinais vitais, verificar o estado geral do paciente e receber notificações sobre o estado ou resultado de exames de um determinado paciente. Além disso, todas as informações são apresentadas em conformidade com as premissas de apresentação de informações em uma aplicação móvel (CHITTARO, 2006).

O AMD disponibiliza duas novas formas de apresentação de dados: uma Qualitativa e outra Quantitativa. A apresentação Quantitativa utiliza a metáfora de tabela, acrescida de elementos gráficos que facilitam a assimilação das informações mais relevantes. Já a apresentação Qualitativa utiliza uma nova metáfora de visualização de dados, *RadarOverview*, que permite a apresentação de um grande número de variáveis de controle heterogêneas em uma mesma tela. Através da combinação destas formas de apresentação, o médico pode realizar uma avaliação mais criteriosa do estado geral do paciente, identificando rapidamente as variáveis de controle fora do padrão de normalidade e a evolução histórica dessas variáveis.

Com as interações de visualização propostas pelo AMD, o usuário passa a ter uma poderosa ferramenta de análise dos dados. Ao mesmo tempo em que é disponibilizada uma visão global dos dados, detalhes sobre certos dados também são apresentados, ou seja, o gráfico apresenta mais detalhes de uma certa variável (visão Quantitativa), ao mesmo tempo possibilita a visão global (visão Qualitativa). Acredita-se que essa visualização é útil para representar grandes volumes de dados complexos, facilitando a análise, a identificação de padrões, a descoberta de anomalias, exceções e de similaridades entre os dados.

O AMD possibilita ao médico o acesso às informações dos seus pacientes em qualquer lugar. Essa liberdade, conferida pelo AMD, permite que o médico saiba em tempo real o estado clínico de qualquer paciente que esteja sob seus cuidados. Além disso, qualquer alteração no quadro clínico do paciente é informado ao médico através de alertas.

O próximo capítulo contempla as considerações finais deste trabalho.

6 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Os avanços obtidos pela tecnologia da informação, em geral, e da computação móvel, em particular, proporcionaram o desenvolvimento de soluções inovadoras nas mais diversas áreas do conhecimento. A área de saúde é uma das áreas que mais se beneficiaram dos referidos avanços. As atuais aplicações móveis na área de saúde, entretanto, não atendem de maneira satisfatória os requisitos impostos pela inerente mobilidade exercida pelos profissionais de saúde e pelas limitações dos dispositivos móveis.

Objetivando fornecer soluções móveis que contemplem os requisitos de mobilidade e interatividade, foram desenvolvidas duas aplicações: uma aplicação destinada ao processo de administração de medicamentos e outra voltada para consulta de informações médicas. Estas aplicações são, respectivamente, o Assistente Digital de Administração de Medicamentos (ADAM) e o Assistente Médico Digital (AMD).

O ADAM torna a atividade de administração de medicamentos mais ágil e segura, pois identifica e valida todos os atores envolvidos no processo: o paciente, a medicação, o horário, a via e a dosagem a serem administradas. Desta maneira, o ADAM assegura uma maior confiabilidade ao processo de administração de medicamentos. O principal diferencial do ADAM em relação às aplicações congêneres está no fato da aplicação utilizar recursos tecnológicos que asseguram a obediência de todos os preceitos da política dos Cinco Certos. O ADAM utiliza o identificador de código de barras para garantir a verificação da identidade do paciente e dos medicamentos prescritos. Através de consultas em tempo real, o ADAM é capaz de detectar e impedir a administração de um medicamento que acaba de ser suspenso pelo médico ou pela farmácia.

No quesito interatividade, o ADAM permite que o profissional de saúde opere o dispositivo com somente uma das mãos, podendo utilizar a outra mão para a execução de outra atividade.

A segunda aplicação desenvolvida, o AMD, tem como objetivo apresentar as informações relevantes à execução das atividades médicas em um dispositivo móvel. A visualização dos dados no AMD se dá através de duas formas: uma visualização Qualitativa e outra visualização Quantitativa. A visualização Quantitativa utiliza a metáfora de tabela, acrescida de elementos gráficos que facilitam a assimilação das informações mais relevantes. Já a apresentação Qualitativa utiliza uma nova metáfora de visualização de dados, o

RadarOverview, que permite a apresentação de um grande número de variáveis de controle heterogêneas em uma mesma tela.

O principal diferencial do AMD está no uso intensivo de gráficos para apresentação das informações e na possibilidade de configurar e personalizar a apresentação baseado no contexto ao qual o profissional está inserido no ambiente hospitalar e nas suas preferências pessoais. Além disso, a comunicação em tempo real com os sistemas corporativos do hospital, permite que o médico seja notificado sobre qualquer alteração no estado clínico dos seus pacientes e avaliar, do próprio local onde se encontra, a gravidade da situação.

As aplicações desenvolvidas não são definitivas e podem ser estendidas e melhoradas com a incorporação de diversos recursos adicionais. No caso do ADAM, por exemplo, poderia-se incorporar recursos que permitissem a anotação e o registro de imagens. O profissional de enfermagem poderia, por exemplo, registrar a imagem de um ferimento que apresenta um quadro inflamatório, acrescido de um comentário gravado em áudio. Estas informações poderiam ser disponibilizadas para o médico consultar no AMD.

No caso do AMD seria interessante incorporar um módulo para consulta e realização de prescrições simplificadas. Considerando que o médico hoje é capaz de receber um alerta de que uma variável de controle está fora do padrão, seria interessante que o médico a partir do seu dispositivo móvel pudesse incluir, alterar ou excluir uma prescrição. Por exemplo, o médico recebe um alerta que a frequência cardíaca de um determinado paciente está fora do padrão. A partir desta informação, o médico consulta as medicações prescritas ao paciente, e descobre que uma determinada medicação pode ser a responsável pelo aumento da frequência cardíaca do paciente. Através do AMD, o médico realiza a suspensão desta medicação. Se neste mesmo instante estiver sendo realizada a administração dos medicamentos ao paciente, no momento em que profissional de enfermagem efetuar a identificação do medicamento, o ADAM efetuará a suspensão da medicação ao paciente.

Como trabalhos futuros pretende-se explorar outros domínios da área médica, tais como: visualização de histórico de pacientes, prescrição médica de emergência, telemedicina, cuidados domiciliares, diagnóstico e anotações sobre imagens médicas e interfaces colaborativas para os profissionais. Além disso, pretende-se empregar outras tecnologias não utilizadas neste trabalho, tais como: Voz sobre IP (VoIP), Identificação por Rádio Frequência (do inglês *Radio-Frequency IDentification* – RFID), entre outros.

REFERÊNCIAS

ANCONA, M. et al. Mobile computing in a hospital: the WARD-IN-HAND project. In: ACM SYMPOSIUM ON APPLIED COMPUTING, v. 2, 2000, Como, Italy. **Anais...** Como: ACM Symposium on Applied Computing, 2000. p. 554-556.

APTE, N.; MEHTA, T.; **UDDI**: building registry-based web services solutions. HP Professional Series. [S.l.]: [s.n.], 2002. 448 p.

ARDITO, C. et al. Two different interfaces to visualize patient histories on a PDA. In: HUMAN-COMPUTER INTERACTION WITH MOBILE DEVICES AND SERVICES, v. 159, 2006, Helsinki, Finland. **Anais...** Helsinki: ACM International Conference Proceeding Series, 2006. p. 37-40.

ARSHAD, U.; MASCOLO, C.; MELLOR, M. Exploiting mobile computing in health-care. In: WORKSHOP ON SMART APPLIANCES, 2003, **Anais...** 2003.

B'FAR, R.; **Mobile computing principles**: designing and developing mobile applications with UML and XML. Cambridge University Press, 2004. 878 p.

BARDRAM, J. E. Hospitals of the future: ubiquitous computing support for medical work in hospitals. **UbiHealth**, 2003.

BOX, D. **Simple Object Access Protocol (SOAP)**. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/2000/NOTE-SOAP-20000508/>>. Acesso em: 22 mar. 2009.

CARD, K.; MACKINLAY, D.; SHNEIDERMAN, B.; **Readings in information visualization**: using vision to think. [s.l.]: Morgan Kaufmann Publishers, 1999. 712 p.

CAVALCANTE, G. PEP: Reflexo da evolução da tecnologia e dos processos hospitalares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA EM SAÚDE, 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Informática em Saúde, 2007.

CHITTARO, L. Visualizing information on mobile devices. In: COMPUTER, Los Alamitos, CA, USA. **Anais...** Los Alamitos: IEEE Computer Society Press, 2006. p. 40-45

CORREIA, R.; KON, F. Borboleta: a mobile telehealth system for primary homecare. In: ACM SYMPOSIUM ON APPLIED COMPUTING, 2008, Fortaleza, Ceara, Brazil. **Anais...** Ceará: Symposium on Applied Computing, 2008. p. 1343-1347.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **FDA Issues Bar Code Regulation**, Washington, D.C., USA, 25 fev. 2004. Disponível em: <<http://www.fda.gov>>. Acesso em: 22 jan. 2007.

HANDYLIFE. **Handy Patient**. Disponível em: <<http://www.handylife.com/handypatients.html>>. Acesso em: 30 jun. 2007.

HIMSS – THE HEALTHCARE INFORMATION AND MANAGEMENT SYSTEMS SOCIETY. **Patient Safety Survey**. Disponível em: <<http://www.himss.org/>>. Acesso em: 27 jan. 2007.

INSTITUTE OF MEDICINE. **To err is human**: building a safer health system. Washington: National Academy Press, 1999.

INTERSYSTEMS. **TrakCare**. Disponível em: <<http://www.intersystems.com.br/isc/trakcare/index.csp>>. Acesso em: 15 fev. 2007.

IQMAX. **IQMAX**. Disponível em: <<http://www.iqmax.com/solutions/>>. Acesso em: 10 jun. 2008.

JASINSKI, M. G.; ANDRADE, R.; MAIA, R. S. Sistema de reconhecimento de voz na radiologia com vocabulário restrito. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA EM SAÚDE, 2006, Florianópolis, SC, Brasil. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Informática em Saúde, 2006.

JONES, M.; MARSDEN, G.; **Mobile Interaction Design**. John Wiley & Sons, 2006. 398 p.

KEIM, D. A.; SCHNEIDEWIND, J.; SIPS, M. CircleView: a new approach for visualizing time-related multidimensional data sets. In: WORKING CONFERENCE ON ADVANCED VISUAL INTERFACES, 2004, Gallipoli, Italy. **Anais...** Gallipoli: Advanced Visual Interfaces, 2004. p. 179-182.

LEE, V.; SCHNEIDER, H.; SCHELL, R. **Mobile applications: architecture, design, and development**. Prentice Hall, 2004. 368 p.

LENDERINK, B. W.; EGBERTS, T. C.G. Closing the loop of the medication use process using electronic medication administration registration. **Pharmacy World & Science**, v. 26, n. 4, 2004.

LORENZ, A.; MIELKE, D.; OPPERMAN, R. Personalized mobile health monitoring for elderly. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMAN COMPUTER INTERACTION WITH MOBILE DEVICES AND SERVICES, 2007, Singapore. **Anais...** Singapore: ACM International Conference Proceeding Series, 2007. p. 297-304.

MARTHA, A. S. et al. Clinic Web - PEP e interação com dispositivos móveis. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA EM SAÚDE, 2006, Florianópolis, SC, Brasil. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Informática em Saúde, 2006.

MV SISTEMAS. MV 2000i. Disponível em: <<http://www.mvsistemas.com.br/>>. Acessado em: 30 jun. 2007.

PABLO, C.; CAMPOS, J. Assistente Médico Digital – AMD. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA MÉDICA, São Bento, SP, Brasil, 2009. **Anais...** São Bento: Sociedade Brasileira de Computação, 2009.

PABLO, C.; SOTO, R.; CAMPOS, J. Mobile medication administration system: application and architecture. In: EURO AMERICAN CONFERENCE ON TELEMATICS AND INFORMATION SYSTEMS, 2008, Aracaju. **Anais...** Aracaju, 2008.

PAPAZOGLU, M. Service-oriented computing: concepts, characteristics and directions. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON WEB INFORMATION SYSTEMS ENGINEERING, 2003, Washington, DC, USA. **Anais...** Washington: IEEE Computer Society, 2003.

PARHI, P.; KARLSON, A. K.; BEDERSON, B. B. Target size study for one-handed thumb use on small touchscreen devices. In: CONFERENCE ON HUMAN-COMPUTER

INTERACTION WITH MOBILE DEVICES AND SERVICES, p. 203-210, 2003, Helsinki, Finland. **Anais...** Helsinki: ACM International Conference Proceeding, 2003. p. 203-210.

PATCHETT, J. A. **Bar coding**: a practical approach to improving medication safety. North Shore LIJ; Hospital: ASHP Advantage. 2004.

PERLIN, K., FOX, D. Pad: an alternative approach to the computer interface. In: ANNUAL CONFERENCE ON COMPUTER GRAPHICS AND INTERACTIVE TECHNIQUES, 1993, Anaheim, CA. **Anais...** Anaheim: ACM SIGGRAPH, 1993. p. 57-64.

PLAISANT, C.; CARR, D.; SHNEIDERMAN, B. Image browsers: taxonomy, guidelines, and informal specifications. In: IEEE SOFTWARE, 1995, Los Alamitos, CA, USA. **Anais...** Los Alamitos: IEEE Computer Society, 1995. p. 21-32.

PLAISANT, C. et al. LifeLines: visualizing personal histories. In: CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS: COMMON GROUND, 1996, Vancouver, British Columbia, Canada. **Anais...** Vancouver: Human-Factors in Computing Systems, 1996. p. 221-227.

PREECE, J., ROGERS, Y.; SHARP, H. **Interaction Design**: beyond human-computer interaction. [s.l.]: John Wiley & Sons, 2002. 544 p.

SCLIAR, M. **A linguagem médica**. Publifolha, 2002. 88 p.

SPERANDIO, D. J.; ÉVORA, Y. D. M.; OLIVEIRA, M. M. B. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA EM SAÚDE, 2008, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão: Sociedade Brasileira de Informática em Saúde, 2008.

TERGUJEFF, R. et al. Mobile SOA: Service Orientation on Lightweight Mobile Devices. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON WEB SERVICES, 2007, Salt Lake City, Utah, USA. **Anais...** Salt Lake City: IEEE Computer Society 2007. p. 1224-1225.

TUFTE, E. **The Visual Display of Quantitative Information**. Graphics Press, 1983. 197 p.

TURISCO, F.; CASE, J. **Wireless and mobile computing**. Califórnia: HealthCare Foundation, 2001. 44 p.

VOGEL, D.; BAUDISCH, P. Shift: a technique for operating pen-based interfaces using touch. In: SIGCHI CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 2007, San Jose, California, USA. **Anais...** San Jose: Conference on Human Factors in Computing Systems, 2007. p. 657-666.

VRANDECIC, M. Administrador hospitalar do ano 2006. Hospital do Ano 2006. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA EM SAÚDE, 2007, São Paulo, **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Informática em Saúde, 2007.

W3C. **Extensible Markup Language (XML)**. Disponível em: < <http://www.w3.org/XML/>>. Acesso em: 22 mar. 2009.

WANG, T. D. et al. Aligning temporal data by sentinel events: discovering patterns in electronic health records. In: SIGCHI CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN

COMPUTING SYSTEMS, 2008, Florence, Italy. **Anais...** Florence: Human-Factors in Computing Systems, 2008. p. 457-466.

WEISS, S. **Handheld Usability**. [s.l.]: John Wiley & Sons, 2002. 271 p.