

## Telemedicina através de Dispositivos Móveis

### Telemedicine through Mobile Devices

Denise Antonia Furukawa\*  
Edson Shozo Nishi\*  
Eduardo Cotrin Teixeira\*\*  
Leonardo Mota Pinheiro\*\*\*

\* Alunos do curso de Engenharia da Computação da Universidade Norte do Paraná (UNOPAR)  
e-mail: <denise.furukawa@unopar.br>  
e-mail: <edson.nishi@unopar.br>

\*\* Mestre em Ciência da Computação (UFSCAR)  
Docente do curso de Engenharia da Computação da UNOPAR  
e-mail: <eduardo.cotrin@prof.unopar.br>

\*\*\*Mestrando em Ciência da Computação (UFRGS). Docente do curso de Engenharia da Computação da UNOPAR  
e-mail: <leonardo.pinheiro@prof.unopar.br>

#### Resumo

A evolução tecnológica dos dispositivos móveis proporciona serviços de conexão em qualquer lugar e a qualquer hora, através de software embarcado. A implementação de métodos de armazenamento e comunicação nesses dispositivos permite a identificação e recuperação de dados clínicos de um paciente, o que aprimora a elaboração do diagnóstico. O trabalho aqui apresentado especifica o desenvolvimento do Sistema de Auxílio Médico (SAM), que visa a disponibilização de dados de pacientes via dispositivos móveis para auxílio em atendimentos médicos.

**Palavras-chave:** Sistema de Auxílio Médico, aparelhos móveis, saúde, software embarcado.

#### Abstract

*The technological evolution of mobile devices provides service connection anywhere and anytime through available software. The implementation of storage and communications methods in these devices allows identification and recovery of a patient's clinical information, improving the elaboration of the diagnosis. The work presented here specifies the development of the Medical Aid System (MAS), which aims to provide information about the patient health through mobile devices, providing an extra aid during medical treatments.*

**Key words:** Medical Aid System, mobile devices, health, mobile unit embarked software.

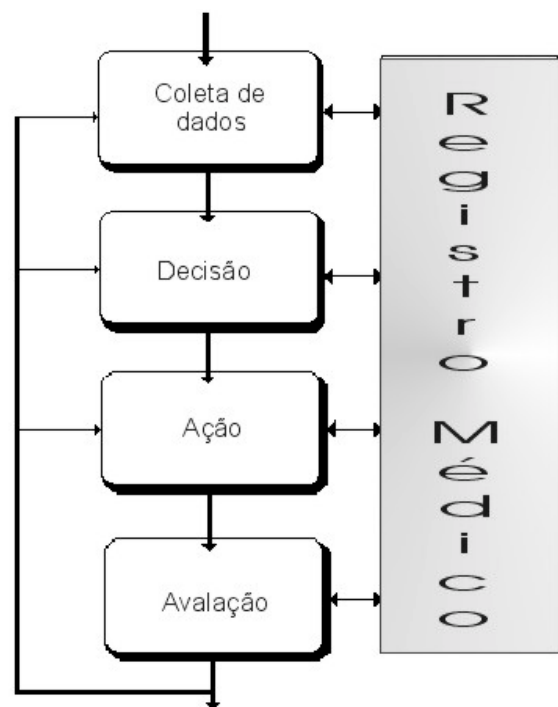
#### Introdução

Na medicina, as atividades de um médico incluem constantemente processos de tomada de decisões que afetarão profundamente o atendimento prestado. Um dos fatores mais importantes nesse processo é o diagnóstico. O diagnóstico é elaborado através da análise dos dados e informações coletados de diversas fontes de naturezas diferentes, incluindo a experiência prévia do médico em realizar diagnósticos do mesmo tipo (FATTU,1986).

Segundo Sabbatini (1995) os processos básicos de tomada de decisão na medicina são: coleta de dados, decisão, ação e avaliação, todas interligadas ao registro médico e sempre seguindo uma certa ordem (Figura 1).

Sistemas de informação na área da saúde e na prestação de serviços de saúde em todo mundo têm levado a uma crescente demanda por informações que colaborem com o desempenho do atendimento médico, visando melhores serviços a menores custos ao maior número possível de pessoas.

Com a evolução na área de dispositivos móveis, novos serviços são possíveis como a integração de aparelhos móveis aos serviços da Internet, a execução de aplicações dinâmicas durante a navegação, a utilização de aplicações gráficas, transmissão e visualização de figuras, fotografias digitais e acesso a sites interativos. O usuário pode também personalizar seu dispositivo móvel de acordo com as suas necessidades,



**Figura 1** – Processos básicos de tomada de decisão na medicina.

fazendo *download* de aplicativos e atualizá-los sempre que necessário sem a necessidade da aquisição de um novo aparelho.

O uso de sistemas de informação, na área da saúde, e a evolução da tecnologia de dispositivos móveis motivaram o desenvolvimento do Sistema de Auxílio Médico (SAM) que atuará provendo informações específicas sobre a saúde do usuário, como tipo de medicação que utiliza, dados clínicos, lembretes e histórico completo através de dispositivos móveis. Assim, o médico atualiza os dados do usuário via WEB e o usuário recebe essa atualização no próprio dispositivo móvel mantendo o sistema sempre atualizado.

Este projeto é desenvolvido com a colaboração de docentes de medicina da Universidade Estadual de Londrina.

## 1 Teleconsulta e Prontuário Médico Eletrônico

A telemedicina pode ser definida como o uso das telecomunicações e da tecnologia da informação para fornecer serviços de assistência médica, não importando onde os fornecedores da assistência médica, pacientes, informações ou equipamentos estejam localizados.

Em Lima (1999) são definidos atributos de qualidade para a avaliação de aplicações de teleconsulta. A primeira observação destacada é que sistemas de teleconsulta implicam na existência de um prontuário médico eletrônico que disponibilize as informações do paciente para consulta a distância, sendo necessário, portanto, considerar todas as características desse tipo de sistema.

Uma questão fundamental é a identificação única do paciente. A viabilidade de um sistema de teleconsulta depende da possibilidade de se identificar o paciente de modo rápido e seguro em diferentes localidades. Outros aspectos importantes referem-se à capacidade do sistema para localizar e disponibilizar as informações do paciente obtidas ao longo do tempo em quaisquer dos locais que compõem a rede de assistência médica integrada, a possibilidade dessas informações serem acessadas com facilidade, rapidez e segurança e a facilidade com que o médico pode lidar com a complexidade das informações organizadas pelo sistema.

Nesse contexto devem ser acrescentados os atributos relacionados à adequação com relação ao prontuário eletrônico, que são os seguintes: identificação única do paciente, disponibilidade das informações e apoio à consulta ou tratamento.

Um prontuário médico consiste em um conjunto de documentos referentes a um paciente cuja principal finalidade é facilitar a assistência médica documentando a história dos exames, o diagnóstico e o tratamento a que esse paciente foi submetido. Além disso, esse prontuário é a prova mais importante em situações de acusação de má conduta médica ou de outras acusações relativas à assistência médica prestada ao

paciente. No caso do prontuário eletrônico no qual as informações estão armazenadas em computador, MacDonald (1990), Swanson (1996) e Lima (1999) citam vantagens como:

- a) Disponibilidade de acesso imediato a informações;
- b) Informações completas, legíveis e mais bem organizadas;
- c) Funcionalidades que realizam a agregação das informações apoiando a pesquisa médica e a gerência da prática médica;
- d) Possibilidade de adição de funcionalidades que auxiliem a tomada de decisão;
- e) Identificação de eventos clínicos que necessitam de atenção;
- f) Emissão de lembretes e diminuição de tarefas manuais.

## 2 Desenvolvimento de Software Embarcado

A construção de software embarcado apresenta como principal característica a necessidade de independência de plataforma, em um contexto que prevê a utilização de diversos modelos e fabricantes de dispositivos móveis. Para atender tal característica, foi adotada a tecnologia Java, por possuir atributos de portabilidade adequados a esse tipo de desenvolvimento (DEITEL, 2001).

A linguagem J2ME (*Java 2 Platform, Micro Edition*) é uma versão compacta da linguagem Java que vai permitir a convivência entre fornecedores de modelos tão diferentes de dispositivos. Em uma visão ampla, J2ME atua em duas categorias de dispositivos:

- *Dispositivos fixos conectados a informação e compartilhados*: têm grande capacidade de interface com o usuário e sua memória varia entre 2 e 16 megabytes, sua conexão à rede é de alta velocidade e usa freqüentemente TCP/IP. Essa categoria é representada por dispositivos tipo CDC (*Connected Device Configuration*). Exemplos desse tipo de dispositivo são Internet TVs, *Internet-enabled screenphones*, *high-end communicators*, sistemas de entretenimento e navegação de automóveis.
- *Dispositivos móveis conectados a informação e pessoais*: Interface muito simples (comparadas ao de um PC), a capacidade de memória é mínima (aproximadamente 128 kilobytes), sua conexão a rede é de baixa velocidade e os protocolos de comunicação não são baseados em TCP/IP. Esta categoria é representada por CLDC (*Connected, Limited Device Configuration*), como telefones celulares, *paggers* e organizadores pessoais.

A máquina virtual Java de J2ME é denominada KVM (*Kilo Virtual Machine*), que foi projetada para dispositivos com memória estática de pelo menos 40 e 80 kilobytes (dependendo da opção de compilação e da plataforma escolhida), com isso fica portátil, adquire modularização e customização, não sacrificando outras partes.

O *Kilo* foi nomeado assim pela sua capacidade de memória que é medida em *kilobytes*, sendo satisfatório para processadores de 16 e 32 bits. Estes estão presentes em *paggers*, telefones celulares digitais, organizadores pessoais.

O CLCD e o KVM são muito próximos. Em essência o primeiro é a especificação das classes da máquina virtual que podem ocorrer em várias categorias de dispositivos. O KVM então é uma implementação particular de uma máquina virtual que conhece as especificações do CLDC.

As aplicações em CLDC têm de garantir funcionalidades como: ser portátil para vários dispositivos de comunicação sem fio e definir a mínima complementação do software nativo para garantir interoperabilidade entre dispositivos. Entretanto temos também especificações que o KVM para CLCD não suporta, como pontos flutuantes, Java Native Interface (JNI), *multi-thread*, o método *finalize()* das classes instanciadas e é limitado para identificar eventos de erros.

As aplicações construídas são especificadas como MIDP (*Mobile Information Device Profile*). O MIDP são pacotes do tipo JAR (*Java Archive*) com arquivos de classes que formam as MIDlets.

Uma aplicação MIDP pode receber o nome de MIDlet. O MIDlet é similar a um Applet, pois tem um ciclo de vida em estados que são representados como métodos *startApp()* que é a execução do MIDlet, *pauseApp()* quando está em espera e *destroyApp(boolean uncondition)* que verifica a finalização. O ciclo de vida de um MIDlet é apresentado na Figura 2.

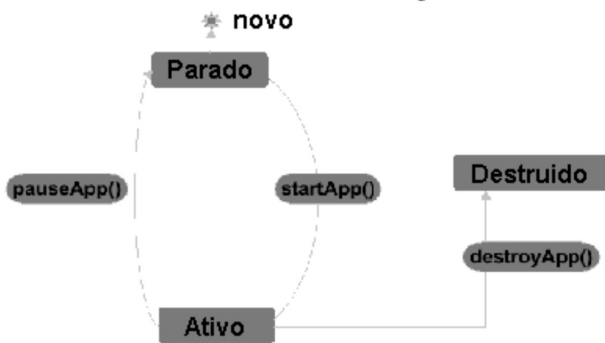


Figura 2 – Ciclo de vida de um MIDlet.

O princípio para a construção de um MIDlet é que ele tem que ser reutilizado para todos os dispositivos. A maioria dos dispositivos de conexão sem fio tem um visor limitado em alguns pixels, e nem todos os dispositivos têm um direcionador. Portanto, devemos considerar que a interface para o usuário final deve ser interativa, sem esquecer que o dispositivo utilizado não é um PC e sim um dispositivo móvel para informações, e suas aplicações devem se comportar residentes, podendo ser executadas em qualquer lugar.

A linguagem J2ME, apesar de compacta, oferece os recursos necessários para implantação do sistema, podendo ser reutilizado para outros dispositivos.

### 3 Arquitetura do SAM

A arquitetura do sistema está dividida em camadas para um melhor desempenho. As camadas são *Client Tier*, *Web Tier*, *Middleware Tier*, *Backend Tier*. Na camada *Client Tier* é utilizada a linguagem J2ME com *parser* (analisador) XML para exibição e armazenamento de informações nos aparelhos móveis dos usuários. É utilizado *browser* HTML para a exibição e alteração de dados tanto para a instituição médica como para o próprio usuário. Na camada *Web Tier* é utilizado JSP (*Java Server Pages*) interagindo com HTML e XML, que é encarregada de gerar dinamicamente as informações conforme a identificação do usuário. Na camada *Middleware Tier*, é utilizado a arquitetura J2EE (*Java Enterprise Edition*) que gerencia as aplicações, ou seja, a lógica de negócio. A camada *Backend Tier* é o Banco de Dados que armazena os dados dos usuários. O conjunto dessas camadas pode ser visualizado na Figura 3.

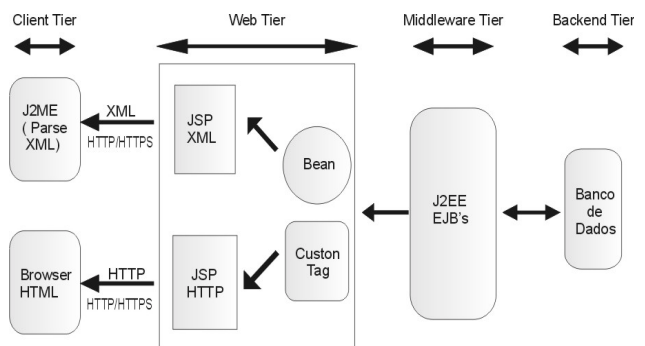


Figura 3 – Arquitetura do SAM utilizando tecnologia Java.

### 4 Características do Sistema

As características na comunicação do dispositivo móvel até a base de dados são as seguintes:

- Base de dados: J2EE JSP, servlets, EJB (session and entity beans), JNDI, RMI em IIOP, JAXP, JDBC[tm].
- Comunicação entre o portal e o dispositivo: JSP/XML (JAXP).
- Interface do cliente: MIDlet.
- Dispositivo do Cliente: tem que ter a maquina virtual para J2ME (CLDC + MIDP)
- Tecnologia do Cliente: J2ME (CLDC, MIDP), XML, XML parser
- Mecanismo de transporte entre o servidor e o dispositivo móvel : XML ou HTTP/HTTPS.

As características na comunicação dos desktop até a base de dados são as seguintes:

- Base de dados: J2EE JSP, servlets, EJB (session and entity beans), JNDI, RMI em IIOP, JAXP, JDBC[tm].
- Comunicação entre o portal e o dispositivo: JSP/HTML
- Interface do cliente: HTML browser;
- Dispositivo do Cliente: Desktop/laptop;

- Tecnologia do Cliente: HTML;
- Mecanismo de transporte entre o servidor e o dispositivo móvel : HTML ou HTTP/HTTPS;

A Figura 4 mostra a disponibilidade dos dados no aparelho celular, lembrando que a navegação será diferente para cada tipo de dispositivo móvel, pois os botões são diferentes para cada dispositivo.



Figura 4 – Interface gráfica do aparelho celular.

## 5 Contexto Nacional

No contexto nacional, a utilização de padrões em tecnologia de informação para saúde é amplamente aceita pela comunidade acadêmica e discutida entre profissionais de competência na área.

Em Datusus (2001) o Ministério da Saúde tem entre suas competências a definição e disseminação de padrões em tecnologia de informação para a saúde no Brasil. Para tanto, o MS tem tomado a frente nas discussões sobre o tema e está procurando usar seu poder normativo no sentido de formar redes tecnológicas com padrões que atendam aos interesses do Governo e do Sistema Único de Saúde.

O padrão de identificação de pacientes do Comitê de Padronização do Registro Clínico (CPRC, 1999), proposto pelo Ministério da Saúde, foi resultado do trabalho de vários especialistas, na área da saúde, do Brasil e define bem as características essenciais para identificação de pacientes. Algumas das características suportadas pelo PRC são: Código, Nome, Data de Nascimento, Idade Aparente, Endereço, Local de Nascimento (Naturalidade), País de Nascimento (Nationalidade), Sexo, Documentos, entre outras.

Portanto a adoção das Tabelas e DTDs (*Document Type Definitions*), definidas para o Sistema do Cartão Nacional de Saúde pela Datusus, e o padrão de identificação de pacientes, proposto pelo CPRC, são implementados no SAM, para possibilitar a interoperabilidade com as tecnologias propostas para o Sistema Único de Saúde.

## Conclusão

A telemedicina, aplicada através de dispositivos móveis, proporciona um grande avanço na obtenção de dados do paciente, auxiliando o médico no diagnóstico, pois esses dados são disponibilizados não importando o local e a hora.

A linguagem J2ME fornece recursos para garantir a flexibilidade e portabilidade do SAM, uma característica importante em um contexto que atua em ambiente heterogêneo, no qual se localizam os dispositivos móveis.

O SAM tem o objetivo de melhorar a qualidade da assistência médica, com o acompanhamento de profissionais da área, para não incorrer em erros graves ou até mesmo fatais. Como, por exemplo, temos o Therac25, máquina com controle computadorizado de terapia de radiação. Devido a um erro no software, diversos pacientes receberam aproximadamente 125 vezes a dose normal de radiação, o que provocou a morte de dois deles e causou lesão em outros 30. Assim a preocupação com a qualidade do software do SAM é um requisito essencial.

No entanto o desenvolvimento de serviços, na área da saúde, através de dispositivos móveis, revolucionará a telemedicina. Em breve, com a evolução da telemedicina casos como: o médico interagindo com o navegador de automóvel, um brinquedo auxiliando no diagnóstico e consultas através de aparelhos celulares serão cenas do cotidiano.

## Referências

- COMITÊ DE PADRONIZAÇÃO DO REGISTRO CLÍNICO (CPRC). *Conjunto Essencial de Informações do Prontuário para Integração da Informação em Saúde*. Novembro, 1999. Disponível em: <ftp://ftp.datusus.gov.br/prc/Rec\_001.zip>. Acesso em: 20 jan. 2002.
- DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SUS (DATASUS). *DTD's de integração do Cartão Nacional de Saúde*. Disponível em: <http://www.datusus.gov.br/dtd>. Acesso em: 20 jan. 2002.
- DEITEL, H. M.; DEITEL, P. J. *Java, como programar*. Trad. Edson Furnankiewicz. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- FATTU, J. M.; PATRICK, E. A. Computer-aided diagnosis and decision making. In: JAVITT, J. (Ed.). *Computers in medicine: applications and possibilities*. Philadelphia, PA: W.B. Saunders, 1986. p. 201-233.
- LIMA, K. V. C. *Uma aplicação de telemedicina em cardiologia*. 1999. Dissertação (Mestrado) – COPPE / URFJ, Rio de Janeiro, 1999.
- McDONALD, C. J.; BARNETT, G. Medical Record systems. In: SHORTLIFFE, E. H.; PERREAULT, L. E. (Ed.). *Medical informatics – computer application in healthcare*. Massachusetts: Addison Wesley, 1990.

ROCHA, A. R. C.; MALDONADO, J. C.; WEBER, K. C. *Qualidade de software: teoria e prática*. São Paulo: Prentice Hall, 2001.

SABBATINI, R. M. E. *Uso do computador no apoio ao diagnóstico médico*. Disponível em: <<http://www.epub.org.br/informed/decisao.htm>>. Acesso em: 20 jan. 2002.

SUN, Microsystems. *Java™ 2 Platform, Micro Edition (J2ME™ Platform)*. Disponível em: <<http://java.sun.com/j2me/>>. Acesso em: 15 out. 2001.

SWANSON, T. Toward an electronic office – the integration of computerized laboratory system with a paperless electronic medical record system. In: PROCEEDING of the Toward an Electronic Patient Record'96. [San Diego], maio 1996. CD-ROM

