

MOBIDOCTOR: UMA APLICAÇÃO MÓVEL PARA ACESSO AO REGISTRO ELETRÔNICO DE SAÚDE DE PACIENTES

Leandro Ferreira Paz

Graduação em Ciência da Computação pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUI), 2013. Atualmente é Técnico Administrativo em Educação do Instituto Federal Farroupilha Câmpus de Santo Augusto/RS.

leandro.ferreirapaz@gmail.com

Vinicius Maran

Professor do curso de Ciência da Computação, Departamento de Ciências Exatas e Engenharias (DCEEng). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUI). vinicius.maran@unijui.edu.br

Alencar Machado

Doutorando em Computação pelo Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Atualmente é Professor da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). alencar.machado@gmail.com

Juliano Gomes Weber

Mestre em Computação pelo Programa de Pós-Graduação em Informática da Universidade Federal de Santa Maria, 2009. Atualmente é Professor do curso de Ciência da Computação, Departamento de Ciências Exatas e Engenharias (DCEEng). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUI). jgw@unijui.edu.br

RESUMO

As informações geradas nos Registros Eletrônicos de Saúde (RES) são essenciais no auxílio à tomada de decisões por parte de médicos e enfermeiros. No entanto, a burocracia, a dificuldade e o tempo gasto no acesso às informações de pacientes dificultam o trabalho dos profissionais de saúde. Desta forma, faz-se necessária a definição de uma arquitetura que, aliada a tecnologias provenientes da Computação Ubíqua, pode fornecer informações a profissionais de saúde de forma ágil em relação às soluções atuais. Este trabalho propõe uma arquitetura de *software* denominada MobiDoctor para dispositivos móveis que possibilita a consulta de informações médicas utilizando conceitos e tecnologias provenientes da Computação Ubíqua. Como resultado, obteve-se um sistema adaptável ao perfil do usuário, devido à utilização de um modelo de contexto do tipo chave-valor, que auxilia o profissional clínico no diagnóstico dos pacientes e com a mobilidade do aplicativo teve também como resultado rapidez no acesso às informações clínicas dos enfermos.

PALAVRAS-CHAVE: Computação Ubíqua na Saúde. Telemedicina Móvel. Sistemas de Cuidados com a Saúde.

MOBIDOCTOR: A MOBILE APPLICATION FOR ACCESS TO THE ELECTRONIC HEALTH RECORDS OF PATIENTS

ABSTRACT

The information generated in Electronic Health Records (EHR) are essential in assisting decision making by doctors and nurses. However, the bureaucracy, the difficulty and time

spent in accessing patient information hinder the work of health professionals. So, it is necessary to define an architecture that, combined with technologies from ubiquitous computing, can provide information to healthcare professionals in a fast compared to current solutions. This paper proposes a software architecture called MobiDoctor for mobile devices which enables the consultation of medical information using concepts and technologies from the Ubiquitous Computing. As a result, there was obtained an adaptable system to the user's profile, due to the use of a context model key-value type, which assists the practitioner in the diagnosis of clinical patients and mobility application has also resulted fast in access clinical information of the sick people.

KEYWORDS: Ubiquitous Computing in Health. Telemedicine Mobile. Systems of Healthcare.

MOBIDOCTOR: UMA APLICAÇÃO MÓVEL PARA ACESSO AO REGISTRO ELETRÔNICO DE SAÚDE DE PACIENTES

INTRODUÇÃO

A falta de eficiência dos serviços hospitalares é causa de grandes debates e reflete na sociedade de forma global. Problemas como o aumento dos custos e a baixa qualidade dos serviços prestados são oriundos da carência de profissionais de saúde e o substancial crescimento da população. Esta situação aumenta a necessidade por melhores serviços, demandando cada vez mais da infraestrutura atual das instituições de saúde [1].

Entretanto, o cenário atual da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) nos hospitais já não consegue trabalhar com tantos outros problemas, como a escassez de hardware, desatualização de programas gestores e centralização da informação. Uma vez que estas informações estão gravadas em *software* de gestão hospitalar, cuja instalação é arbitrariamente em *desktops*, causa demora e dificulta o acesso ao registro clínico de pacientes. Para tanto, é necessário a disseminação de paradigmas da computação como a Computação Ubíqua no setor da saúde. Ela propõe a distribuição da informação, possibilitando, por exemplo, que o Registro Eletrônico de Saúde (RES) do paciente esteja acessível em qualquer situação. Logo, sistemas com acesso ao RES devem direcionar as informações que sejam relevantes para o profissional, ou seja, usar o contexto onde o usuário encontra-se, tornando estes sistemas ubíquos sensíveis ao contexto [2].

O uso conjunto de tecnologias provenientes da Computação Móvel e da Computação Ubíqua na área da saúde surge como importantes ferramentas para atender algumas necessidades desta área. Este setor está se beneficiando da Computação Móvel e impulsiona as pesquisas na área da saúde ubíqua. Ambientes de medicina ubíqua são considerados locais em que as tecnologias (sensores, redes, dispositivos móveis) possibilitam o acesso e uma interação entre usuários, como o acesso ao RES do paciente [3] [4].

A Computação Ubíqua, proposta por Mark Weiser [5], surgiu como um novo paradigma que prevê a onipresença e invisibilidade da computação perante o usuário, não devendo impor restrições para que ele possa utilizar quaisquer recursos. Os usuários poderão realizar suas tarefas sem se preocupar como os recursos computacionais funcionam, esta comunicação deve atender as necessidades do utilizador sem que haja qualquer

intervenção. Outra proposta da Computação Ubíqua é permitir que a informação esteja disponível em qualquer lugar, a qualquer momento.

Este objetivo é considerado um dos requisitos para que os sistemas ubíquos possam ajudar os profissionais de saúde nas tarefas do dia a dia: deixar as informações dos pacientes disponíveis para os profissionais de saúde no momento que está realizando o atendimento [2]. Essa ideia sugere que a troca de informações entre aplicações médicas ubíquas seja segura, rápida e eficiente [6].

Dado este contexto, é proposto neste artigo uma arquitetura que integra sistemas móveis de consulta ao RES do paciente em ambientes hospitalares que, utilizando conceitos de computação sensível ao contexto e ubíqua, tem o objetivo de diminuir o tempo que um profissional de saúde leva para obter do RES os dados relevantes à sua especialidade a fim de agilizar a elaboração de hipóteses diagnósticas. Para ressaltar as palavras relevantes à especialidade do profissional em questão, muda o fundo da cor do texto, dando destaque às palavras que estejam associadas à sua especialização cadastrada para o médico usuário do sistema.

O artigo está estruturado conforme citado a seguir. Inicialmente é apresentada a fundamentação teórica. A seguir é apresentada a proposta de arquitetura móvel chamada MobiDoctor para a integração e consulta de informações de saúde. Após é discutida a descrição de um estudo de caso para validação dos protótipos construídos até o momento. A seguir os trabalhos relacionados. E por fim, uma discussão sobre os resultados obtidos nos testes com a arquitetura, as conclusões e agenda de pesquisa deste projeto.

BACKGROUND

Para contextualizar o trabalho são apresentados aqui conceitos utilizados na concretização da arquitetura MobiDoctor.

REGISTROS DE INFORMAÇÕES EM SAÚDE

O Registro Eletrônico de Saúde (RES) denominado também de Prontuário Eletrônico do Paciente (PEP) é uma base de dados construída a partir da inserção de informações por *software* de gestão hospitalar. Esses dados referentes ao paciente são obtidos no momento que estão ocorrendo. O prontuário eletrônico é um local onde são guardadas todas as informações de saúde, clínicas e demográficas de cada paciente que ao longo da vida vão ocorrendo [7]. Para tanto, o RES não é considerado um sistema computacional e sim uma base de dados que contém toda a trajetória da vida da saúde do paciente. Alguns desses dados são extremamente relevantes e que ajudam na decisão dos profissionais de saúde e auxilia-os na prevenção e diagnósticos de doenças.

No entanto, a quantidade de informações inviabiliza o trabalho dos profissionais de saúde, pois a procura pela informação necessária no momento do atendimento do paciente custa tempo e atenção. Assim, permitir a interoperabilidade das informações em ambientes hospitalares vem para melhorar os processos assistenciais e os meios de comunicação deste setor. Para garantir esta interoperabilidade em Sistemas de Registro Eletrônico de Saúde (S-RES) deve-se estabelecer um padrão de comunicação para que ocorra a troca de mensagens entre dispositivos e aplicações médicas num campo que existe uma variedade

de *software* criados para plataformas diferentes e bases de dados heterogêneas. Para além destes fatos, sistemas que não se comunicam tem como consequência a existência de dados redundantes ou contraditórios e não usar algum tipo de norma de terminologia pode dificultar a integração destes sistemas.

A existência da interoperabilidade em um cenário heterogêneo caracteriza-se pela capacidade de duas ou mais aplicações trocar informações e poder usar a informação trocada [8]. Não importa a plataforma nem a linguagem de programação usada para desenvolver o S-RES, a troca de mensagens ocorrerá devido ao padrão adotado. Esses padrões possuem uma nomenclatura própria para área da saúde, identificando individualmente desde o paciente até eventos como atendimento ambulatorial; procedimentos cirúrgicos; doenças; diagnósticos, etc. Hoje existe uma variedade de padrões, porém procurou-se discriminar neste trabalho os mais solidificados e que fornecem melhor estrutura. Dentre estes se destacam *Continuity Care of Record (CCR)*, criado pela empresa *ASTM International* e *Health Level Seven – Clinical Document Architecture (HL7 - CDA)* de propriedade da organização *Health Level Seven*.

Escolhido como padrão para troca de mensagens para o aplicativo proposto, o HL7 é uma organização voluntária sem fins lucrativos, que foi fundada em 1987 com o objetivo de produzir protocolos e transações de seguradoras. Conceituada como uma das Organizações Desenvolvedoras de *Standarts* que, operando na área da saúde possui um framework abrangente e normas relacionadas com o intercâmbio, integração, compartilhamento e recuperação de informações de saúde eletrônica que suporta prática clínica e gestão, execução e avaliação dos serviços da saúde [9]. O HL7 foi criado especificamente para dados clínicos e administrativos, gerenciando e compartilhando informações pertinentes aos cuidados com o paciente entre aplicativos, bem como a administração, distribuição e avaliação dos serviços de saúde. O compartilhamento destes dados ocorre através da chamada de eventos, por exemplo, na admissão de pacientes é automaticamente disparada uma mensagem para todas as aplicações que consigam receber as mensagens e interpretá-las. As mensagens são compostas por segmentos (Figura 1) que são separados pelo caractere *pipe*. Cada *pipe* é um campo contendo uma informação. Os dados nos campos não são obrigatórios, pois o HL7 não verifica se o campo está preenchido ou vazio.

```
MSH|^~\&|AccMgr|1|||20050110045504||ADT^A01|599102|P|2.3|||
EVN|A01|20050110045502|||
PID|1||10006579^^^1^MRN^1||DUCK^DONALD^D||19241010|M||1|111 DUCK
ST^^FOWL^CA^999990000^^M|1|8885551212|8885551212|1|2||40007716^^^AccMgr^VN^1|12
3121234|||||NO NK1|1|DUCK^HUEY|SO|3583 DUCK
RD^^FOWL^CA^999990000|8885552222|Y|||||
V1|1|I|PREOP^101^1^1^^^S|3|||37^DISNEY^WALT^^^^^^AccMgr^^^^CI|||01|||1|||37^DIS
NEY^WALT^^^^^^AccMgr^^^^CI|
```

Figura 1: Exemplo de mensagem HL7.

Rapidamente o padrão evoluiu da versão 1 para versão 2, amenizando limitações no que diz respeito às funcionalidades. Apesar das versões 2.X possuírem problemas como de regras aplicacionais e de utilização; redução do grau de flexibilidade, opções e fraca interoperabilidade com novas tecnologias (XML, WEB); ainda é mais usada atualmente, pois o HL7 versão 3 não é compatível com as versões anteriores [10]. Outros padrões de troca de mensagens, como CCR, possui algumas diferenças com relação ao HL7 quanto à forma de manipulação e envio das mensagens.

Conforme a ASTM, o objetivo do CCR é usar a tecnologia da informação para trocar informações relevantes sobre a saúde dos pacientes [11]. O resumo das informações mais relevantes é feito pelo médico no fim da consulta. Este documento em CCR pode ser disponibilizado em papel ou eletronicamente em XML. A concepção é transportar as informações mais relevantes sobre a condição de saúde do paciente. São dados como alergias, medicações, diagnósticos, procedimentos recentes, tratamentos recentes, recomendações para cuidados futuros, motivo de encaminhamento e transferência. É criado apenas um documento no final da consulta pelo médico, contendo todas as informações e após é disponibilizado para toda a rede.

Entre estes padrões existem algumas diferenças as quais levaram à decisão em usar HL7 no desenvolvimento do aplicativo móvel. Conforme Tabela 1, notam-se algumas vantagens do HL7 em relação ao CCR. O HL7 é de simples criação com grande aceitação em todo o mundo, além de ser um padrão genérico para todos os documentos clínicos enquanto CCR é padrão para continuidade do cuidado médico, específico dos EUA [12].

Tabela 1: Comparativo entre HL7 e CCR [12].

	HL7	CCR
Fotografia no tempo	Sim	Sim
Criação simples	Sim	Não
Parte legal de um registro	Sim	Pode
Baseado em modelo	Sim	Não
Compartilha tipo de dados	Sim	Não
Extensibilidade	Definida	Indefinida
Tipos adicionais	Sim	Não
Semântica incremental	Sim	Não

Outra situação entre as tecnologias está na disponibilização dos dados. O CCR envia às aplicações o resumo do atendimento, contendo todas as informações que o médico relatou serem relevantes, ou seja, existe apenas um envio de informação, enquanto o HL7 envia partes de um atendimento. Por exemplo, é realizado um exame no paciente, uma mensagem HL7 é enviada para todas as aplicações que o enfermo recebeu tal procedimento. Com todas as mensagens HL7 enviadas de um paciente pode-se criar um resumo do atendimento no final do dia. No HL7 o profissional clínico sabe a informação em tempo real, já o CCR informa para aplicações todos os eventos gerados para um determinado paciente num documento, enquanto o HL7 descreve o que está ocorrendo num determinado instante.

COMPUTAÇÃO MÓVEL APLICADA NA SAÚDE

Enquanto alguns clínicos atendem em salas com seus *desktops* utilizando um S-RES, outros profissionais que trabalham em constante mobilidade têm dificuldades de se adaptar a esta situação, pois há necessidade de ferramentas que estejam ao seu lado o tempo todo. Mesmo nas situações relativamente simples é muito difícil acessar uma informação, pois em momentos de urgência, as decisões devem ser tomadas em segundos e as informações relevantes devem estar disponíveis para apoiar os profissionais. Portanto, a área da saúde é

considerada um grande campo que necessita das tecnologias móveis a fim de facilitar o cotidiano dos médicos [1].

Algumas vantagens do uso da computação móvel na área da saúde são: melhoria do processo de codificação e documentação das informações; suporte à decisão e ao diagnóstico; melhoria da eficiência das requisições de exames laboratoriais e prescrições de medicamentos; e redução do tempo de espera tanto do paciente como do profissional devido à facilidade com que se recuperam os dados [13].

Com a incorporação da computação móvel nos hospitais haverá uma disseminação de dispositivos sem fio sendo operados pelos profissionais de saúde. As instituições de saúde estão aceitando que informações tanto administrativas como patológicas podem se interligar através destas tecnologias colaborando para que o serviço seja mais eficaz e ágil. No entanto, esta ligação entre tecnologia e usuário deve ser facilitada a fim de gerenciar responsabilidades [14].

Assim, verifica-se que soluções de tecnologias móveis da saúde tendem a se mostrar favoráveis para este setor, pois surgem para atender uma demanda por acesso em tempo real às informações que médicos necessitam quando estão em movimento.

SENSIBILIDADE AO CONTEXTO

Os sistemas ubíquos sensíveis ao contexto alavancaram o interesse em usar as técnicas de como representar o contexto, de tornar sistemas computacionais cientes das mudanças de foco. Esses sistemas têm de ser flexíveis para que possam se adaptar e capazes de atuar automaticamente para ajudar o usuário na realização de suas atividades, eles devem ser proativos. O contexto pode ser oriundo de fontes diferentes e, portanto, os sistemas devem saber trabalhar com esse impasse de modo que mantenha a interoperabilidade entre eles [15].

Contexto é um termo amplo que contém muitos significados. O autor Dey [16] define contexto como qualquer informação que pode ser usada para caracterizar a situação de uma entidade (pessoa, local ou objeto) que é considerada relevante para a interação entre o usuário e a aplicação, incluindo o próprio usuário e a aplicação. Para Augustin, Lima e Yamin [17] contexto é toda informação relevante para aplicação que pode ser obtida por ela, podendo se referir a informações ambientais, funcionais ou comportamentais. Um sistema sensível ao contexto tem de ser capaz de extrair do ambiente (contexto da computação ou físico); do usuário ou do tempo, dados que ajudem na realização da tarefa [18]. Como também capturar de maneira de ágil, a partir de um modelo de contexto, os serviços que estejam na rede para que o usuário possa utilizá-los na realização da tarefa a que foi designado.

Na literatura existe uma variedade de propostas que modelam o contexto a partir das informações dos pacientes. Destaca-se aqui o trabalho de Prados-Suárez et al [19], que propõe um novo paradigma de acesso aos sistemas RES. A informação contextualizada é ordenada de acordo com a preferência ou relevância para a assistência ou processo patológico que o médico está envolvido. Isto impede a manipulação de uma grande quantidade de informação desnecessária. As informações são reunidas em grupos de dados que são organizados sob o ponto de vista clínico. Cada grupo de dados possui suas

propriedades como o nível de relevância para o paciente e para o atendimento que está sendo realizado.

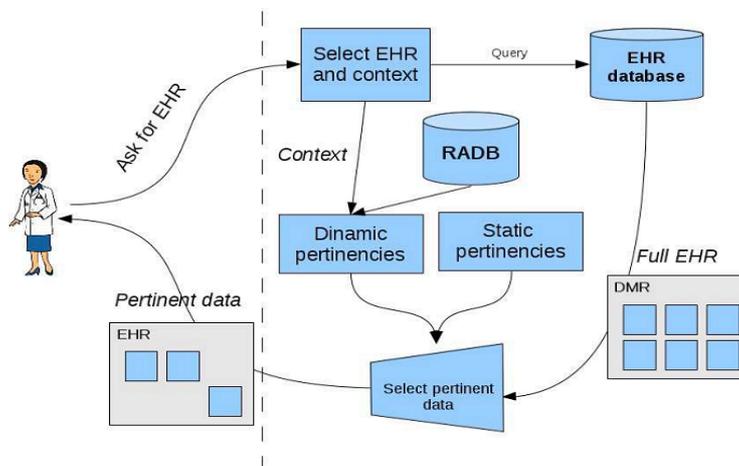


Figura 2: Esquema de identificação do contexto [19].

Conforme demonstrado na Figura 2, o médico acessa o sistema. Elementos chave são detectados como o horário e local onde do médico se encontra, a partir deste ponto a aplicação captura o contexto para o acesso. O médico identifica o paciente no RES. O sistema recebe os dados e faz uma consulta às pertinências estáticas e dinâmicas em todos os grupos de dados clínicos ordenados por prioridade e mostra ao usuário.

MOBIDOCTOR: UMA ARQUITETURA DE ACESSO AO REGISTRO CLÍNICO DE PACIENTES

A arquitetura do sistema é composta pela aplicação móvel proposta rodando em um celular com sistema operacional *Android*. A base de dados que contém o RES do paciente se encontra instalada no *SQLite* de cada dispositivo. Todos os celulares estão conectados na rede sem fio do ambiente hospitalar onde podem trocar informações médicas entre si ou com outras bases de dados através do protocolo de troca de mensagens médicas, o HL7.

O sistema é composto por nove interfaces que permitem ao usuário entrar no sistema e visualizar as informações clínicas como: resultados de exames; procedimentos médicos; diagnósticos, alergias e doenças crônicas do paciente, no entanto, cabe salientar que a contextualização da informação ocorre em cinco delas. Para o acesso é necessário que o usuário esteja cadastrado na base de dados com usuário e senha. É importante ressaltar que cada enfermo deve possuir uma etiqueta bidimensional do tipo *Quick Response Code* (QR Code) para que o sistema faça a leitura e identifique o paciente.

Na visão do profissional de saúde, conforme apresentado na Figura 3, o aplicativo funciona como um ponto de acesso rápido ao RES do paciente a qualquer momento e em qualquer lugar do ambiente hospitalar, possuindo uma ferramenta auxiliar na identificação de palavras que possam ajudar na elaboração de hipóteses diagnósticas. As palavras são destacadas com um fundo de cor diferente na tela do aplicativo.

Para isso, a classe java *IdentifierOfContext.class* analisa e compara cada informação entre a tabela *WordListOfSpeciality* com as outras tabelas do sistema. Num segundo momento,

a aplicação está recebendo e enviando mensagens para outros sistemas utilizando o protocolo HL7.

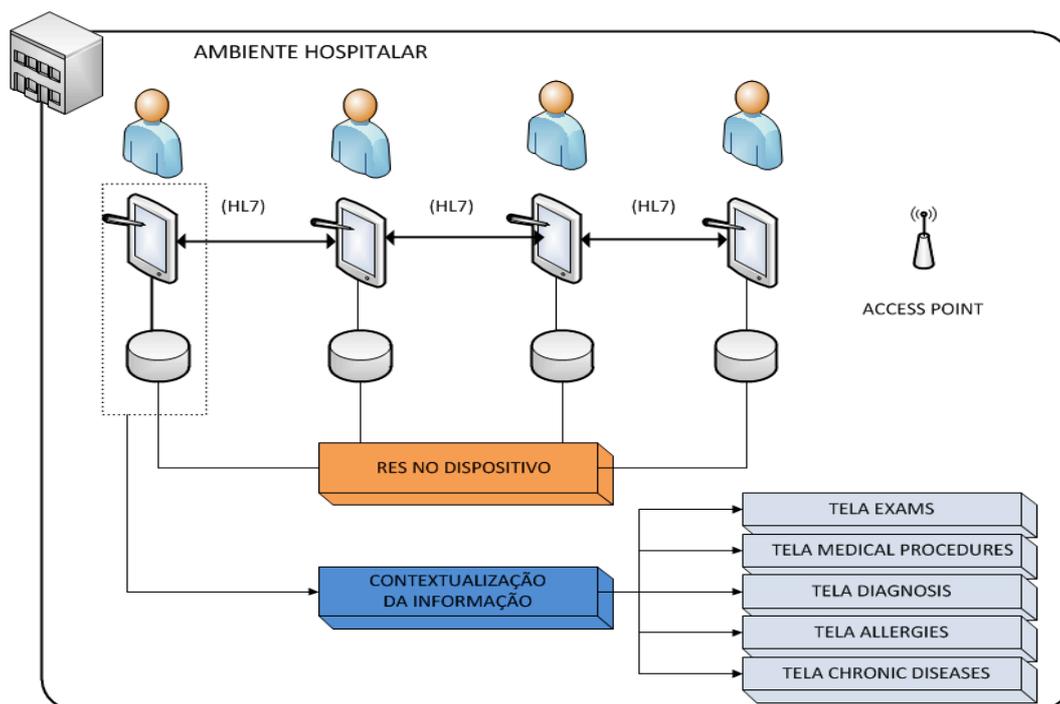


Figura 3: Arquitetura do sistema MobiDoctor.

Esta troca de mensagens é feita pela classe java *HL7Client.class*. A montagem delas é feita pelas informações contidas no RES e enviadas para quaisquer dispositivos dentro do ambiente hospitalar, desde que esses sejam capazes de receber e interpretar as mensagens HL7.

IMPLEMENTAÇÃO DA SENSIBILIDADE AO PERFIL DO USUÁRIO

O contexto em sistemas ubíquos é um atributo chave que mostra toda informação que é relevante e que pode alterar o funcionamento do sistema [20]. A quantidade de informação capturada e acessada num modelo de representação do contexto é significativa. No entanto, a dificuldade é organizar o conteúdo de forma a filtrar apenas os dados relevantes para se atingir um foco. E com o passar do tempo, as informações tendem a perder a relevância, ficarem sem valor.

O estudo de técnicas de representar o contexto das informações para criação de sistemas tem crescido nos últimos anos. Alguns modelos existentes como pares de chaves-valor, esquemas de marcação; modelos gráficos; modelos baseados em objetos e em ontologias estudam diferentes formas de trocas de informações por diferentes entidades como *software*, usuário e dispositivos tornando um sistema sensível ao contexto através do suporte à interoperabilidade semântica [21].

O modelo par chave-valor foi escolhido para o desenvolvimento da identificação do contexto da aplicação, pois é considerado o modelo mais simples de programar. Constitui-se de uma lista de pares de chaves. Para modelar o contexto basta atribuir para cada chave um valor que identifique o elemento do contexto. Na identificação do valor de um atributo,

é comumente usar um algoritmo de recuperação como casamento de nomes (*string matching*) com um resultado exato de comparação (*exact matching*) [21].

Na Figura 4 é ilustrado um exemplo da modelo par chave-valor. No exemplo, existe uma chave: “nota” e um respectivo valor “menor que cinco”. Uma ação “Exibir mensagem” está associada para este contexto. Assim, quando o valor da nota de um aluno for menor que cinco, o sistema irá exibir a mensagem “Aluno Reprovado!”.

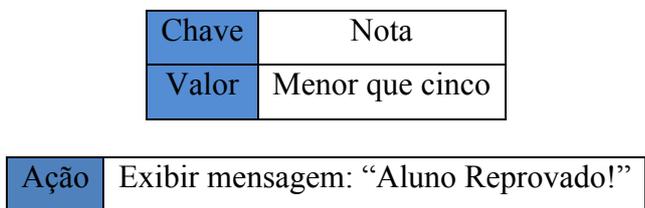


Figura 4: Exemplo da modelagem de contexto chave-valor.

Com esta abordagem foi desenvolvida a classe java *IdentifierOfContext.class* com o propósito de buscar as informações relativas à especialidade médica que sejam importantes no momento do atendimento ao paciente. O funcionamento do processo identificação do contexto é ilustrado na Figura 5. A especialidade do clínico está diretamente relacionada com a tabela *WordListOfSpeciality*. Todas as palavras das tabelas *Allergy*, *ChronicDisease*, *Exam*, *Medical Procedure* e *Diagnosis* são comparadas com as palavras da tabela *WordListOfSpeciality* através da classe *IdentifierOfContext.class*.

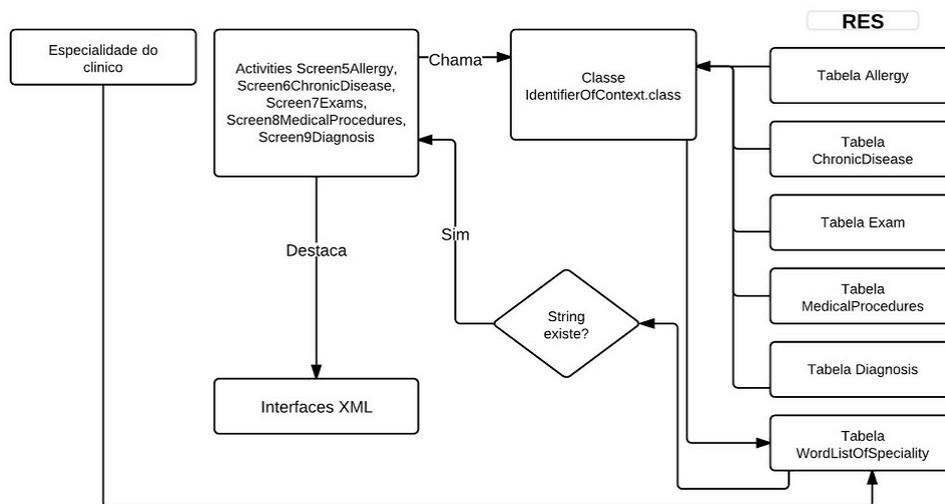


Figura 5: Fluxo do processo de identificação do contexto.

Caso a palavra existir na tabela de palavras específicas, a classe de identificação do contexto informará às *activities* (interfaces) para destacar estas informações na tela do aplicativo. As palavras relacionadas à especialidade médica que forem encontradas nas outras tabelas mencionadas acima são manipuladas pelo algoritmo o qual envia uma ação que, associado a este contexto, solicita o destaque destas palavras nas telas.

DIAGRAMA DE CLASSES DO SERVIÇO HL7

A arquitetura do sistema foi composta com o serviço de troca de mensagens médicas executado pela classe java *HL7Client.class*. É de conhecimento a variedade de tipos de mensagens HL7 que existem na norma, porém, para testar o uso desse padrão foi adotado no projeto apenas composição de mensagens do tipo ADT^A01, usada em admissões de pacientes. A Figura 6 ilustra o diagrama de classes do serviço HL7 da aplicação.

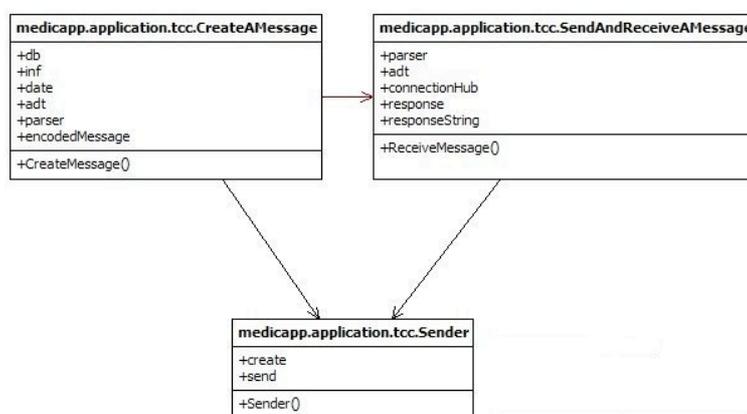


Figura 6: Diagrama de classes do HL7.

A classe *CreateAMessage.class* retira as informações necessárias do banco e compõe a mensagem HL7 que retorna uma *string*. Já a classe *SendAndReceiveAMessage.class* recebe como parâmetro a mensagem criada na *CreateAMessage.class* que por sua vez recebe também as respostas do servidor HL7. Para instanciar ambas foi criada a classe *Sender.class*. Os testes de envio e recebimento das mensagens foram feitos em laboratório. Foi utilizada a ferramenta *Test Panel* como servidor de mensagens HL7.

ESTUDO DE CASO

Para ilustrar a funcionalidade do aplicativo na identificação do contexto constituiu-se um cenário representando a operacionalização de procedimentos dentro de um hospital. Neste ambiente existem constantes atendimentos sendo realizados por profissionais de saúde. O médico cardiologista Dr. Leandro muito atarefado com uma lista de pacientes a atender, precisa acessar o histórico clínico do doente Fulano de Tal, que teve entrada no hospital no mesmo dia.

O médico porta um dispositivo móvel, conectado à rede sem fio do hospital e rodando o aplicativo *MobiDoctor*. O cardiologista com diversos atendimentos agendados necessita de agilidade e acesso às informações clínicas do paciente. Ao visitar o leito do referido doente, acessa o sistema no dispositivo móvel com usuário e senha. Através da aplicação aciona a leitura do QR Code do enfermo. Adiante, o sistema mostra informações analíticas nas telas que o profissional de saúde tem acesso como: dados demográficos, exames realizados, procedimentos médicos, alergias e doenças crônicas relativas ao paciente que está sendo atendido.

O paciente queixa-se de fadiga e falta de ar. Na tela *Exams*, conforme demonstrado na Figura 7, o cardiologista atenta-se para dois destaques na tela: o paciente realizou um exame denominado “*eletrocardiograma*”, tendo como resultado “*hipertrofia ventricular*”.

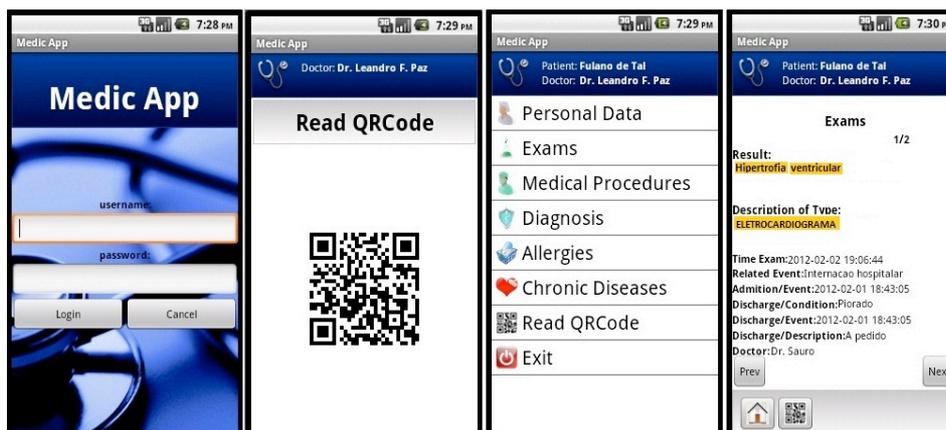


Figura 7: Interfaces do MobiDoctor.

A partir disso, o profissional pode identificar que os sintomas podem ter sido causados pelo problema identificado no exame realizado.

TRABALHOS RELACIONADOS

No levantamento de trabalhos relacionados buscaram-se as informações relacionadas à Computação Ubíqua móvel na medicina, fazendo uma breve descrição de suas principais características. A primeira aplicação relacionada foi desenvolvida sob o padrão de arquitetura de *software Representational State Transfer* (REST). Trata-se de um sistema para profissionais clínicos terem acesso aos resultados de exames clínicos e laboratoriais de pacientes que estão sendo atendidos. A troca de mensagens médicas utiliza padrão de comunicação HL7 [22].

Adiante foi relacionado um aplicativo móvel que se conecta as funcionalidades de um Prontuário Eletrônico do Paciente (PEP) através de *web services*. A meta é prestar ao médico acesso ao PEP do paciente em qualquer lugar, a qualquer momento. Em suma, o usuário pode inserir e pesquisar dados de seus pacientes, por exemplo, as medicações do enfermo. O sistema trabalha com padrão de troca de mensagens *Continuity Care of Records* (CCR) [23].

O próximo *software* relacionado é um aplicativo para *Iphone* e *Ipad*, que permite acesso ao RES do paciente. De forma geral, o objetivo da aplicação é permitir ao usuário acessar informações referentes ao paciente dentro de uma base de dados e verificar, editar e excluir compromissos da agenda do médico. O trabalho foi realizado no âmbito do projeto ClinicSpace. Para projetar os procedimentos do *software* foram abordadas algumas atividades essenciais dos médicos, obtidas através de pesquisa. Alguns elementos importantes podem ser destacados como o uso de serviços do *Google Calendar* e *Health*. O sistema usa CCR para troca de informações médicas [24].

Por fim, o último *software* relacionado é *Clinical Form Mobile* (CFM) com as funcionalidades de cadastro e pesquisa das informações no leito do paciente, contemplando todos os setores e especialidades do hospital. A ferramenta possibilita buscas rápidas enquanto o enfermo é examinado, auxiliando o raciocínio médico sobre hipóteses diagnósticas [25]. Contudo, foi realizada uma análise dos trabalhos no que diz respeito à abrangência, e verificou-se o cenário onde o sistema está incluso sendo hospitalar,

residencial ou misto sendo este em qualquer lugar. Em relação a método entende-se por ser um sistema que possa reagir ao ambiente e se ele pode trabalhar de forma preventiva através da coleta de informações por algum usuário. Verificou-se nestes trabalhos relacionados que as arquiteturas embora permitam mobilidade ao usuário fora ou dentro do ambiente hospitalar, nenhum oferece quaisquer tipos de recursos de computação sensível ao contexto. A partir da análise foi possível montar a Tabela 2 com o comparativo dos trabalhos relacionados em relação a abrangência e método de funcionamento.

Tabela 2: Abrangência e método.

Sistema (Referência do autor)	Hospitalar	Residencial	Misto	Proativo	Reativo
[22]			X		X
[23]			X		X
[24]	X				X
[25]	X				X
MobiDoctor	X			X	

Desta forma, a arquitetura móvel aqui desenvolvida buscou como diferencial na ciência do contexto focar o usuário no atendimento sem ter a preocupação de procurar as informações clínicas relevantes do paciente, caracterizando assim um sistema proativo, ou seja, o sistema responde ao usuário sem pedir para ele qualquer intervenção.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Uma aplicação móvel desenvolvida essencialmente para área da saúde deve possibilitar, por exemplo, o acesso ao RES do paciente ajudando os profissionais de saúde na tomada de decisões; na realização de hipóteses diagnósticas, prevenindo doenças e oferecendo ao paciente um acompanhamento do médico com mais produtividade. Desta forma, com o intuito de verificar o comportamento do sistema desenvolvido, foi realizado um teste de desempenho. A Tabela 3 mostra os resultados.

Tabela 3: Teste de desempenho do sistema.

Evento	Tempo de resposta (segundos)
Inicialização do aplicativo	0.81
<i>Login</i> usuário	0.66
<i>Barcode Scanner</i>	2.1
Resposta leitura QRCode	1.1
Transição entre telas	1.2

Buscou-se também verificar o comportamento da aplicação quando forem executadas transações ou regras sob condições de carga normal ou limite de trabalho. Os resultados dos testes mostram um tempo relativamente pequeno nos eventos realizados, mostrando uma eficiência considerável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E AGENDA DE PESQUISA

A conveniência dos serviços oferecidos pela da Computação Ubíqua juntamente com a Computação Móvel na área da saúde, proporcionam ao profissional de saúde maior mobilidade e tendo como foco principal o paciente. Com a necessidade de disseminar a informação tornando-a disponível em qualquer lugar a qualquer momento, muitas pesquisas estão impulsionando o desenvolvimento de aplicações ubíquas para área da medicina, possibilitando a realização das tarefas clínicas mais intuitivas.

Diante disso, este trabalho teve como objetivo a implementação de uma aplicação móvel para área da saúde, baseada em paradigmas da Computação Ubíqua. O uso da ferramenta pelos profissionais clínicos proporcionará acesso ao Registro Eletrônico de Saúde do paciente, resultando a obtenção rápida das informações relevantes que sejam relacionadas à especialidade do usuário do sistema. O algoritmo de percepção de contexto usa como destaque nos dados relevantes trocando a cor de fundo das palavras, caracterizando o *software* como sensível ao contexto ao perfil do usuário.

Pode-se observar que o contexto identificado pelo sistema auxilia o médico na elaboração das hipóteses diagnósticas dos pacientes atendidos. A sobrecarga do dia a dia destes profissionais poderia ocorrer que estas informações relevantes passassem despercebidas. Além disso, o acesso rápido às informações com o uso de tecnologias móveis é imprescindível na área da saúde, onde na maioria dos casos os dados estão centralizados.

Como trabalhos futuros propostos: (i) implementar maior segurança do sistema utilizando certificados digitais, parte considerada fundamental numa aplicação que disponibiliza informações sigilosas sobre os pacientes, (ii) outro ponto a trabalhar é a sincronização com bases remotas, utilizando algum middleware livre como ferramenta de sincronismo. Isso por que o espaço para armazenamento de dados em dispositivos móveis é relativamente pequeno e não demanda tanto processamento, (iii) aumentar as informações de contexto, tratando mais situações relevantes além da especialidade do médico, (iv) testes de usabilidade em um cenário real.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1].JUNIOR, C. F. C; FERNANDES, A. M. da R. Análise das Tendências Tecnológicas para Computação Móvel Aplicada à Saúde. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA EM SAÚDE, 10, 2006, Florianópolis. *Anais*. Florianópolis: SBIS, p.376-381. Disponível em: <<http://www.sbis.org.br/cbis/arquivos/761.pdf>>. Acesso em: 01 mar. 2013.
- [2].VICENTINI, C. F.; MACHADO, A.; AUGUSTIN, A. Requisitos de um Registro Eletrônico de Saúde Ubíquo. In: SIMPÓSIO DE INFORMÁTICA DA UNIFRA, 8, 2009, Santa Maria. *Anais*. Santa Maria: UNIFRA. Disponível em: <<http://www.sirc.unifra.br/artigos2009/artigo11.pdf>>. Acesso em: 01 mar. 2013.
- [3].DINIZ, J. UbiDoctor: Arquitetura de Serviços para Gerenciamento de Sessão e Adaptação de Conteúdo em Ambientes de Medicina Ubíqua. 2009. 178 f. Tese (Doutorado em Ciência da Computação), Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Recife, PE. Disponível em: <<http://ppginf.ucpel.tche.br/TI-arquivos/2009/PPGINF-UCPel-TI-2009-2-006.pdf>>. Acesso em: 01 mar. 2013.

- [4]. WIKILIVROS. Sistemas de Informação Distribuídos e Computação Ubíqua nos Sistemas de Informação Distribuídos. Disponível em: <<http://pt.wikibooks.org/>>. Acesso em: 02 mar. 2013.
- [5]. WEISER, M. *The computer for the 21st century*. Scientific American. [S.l.], p.94 – 104, 1991. Disponível em: <<http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/SciAmDraft3.html>>. Acesso em: 03 de mar. 2013.
- [6]. MORAES, J. L. de. et al. Usando Arquétipos e Linguagem Específica de Domínio no Desenvolvimento de Aplicações Ubíquas para o Cuidado de Saúde Pervasivo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA EM SAÚDE, 13, 2012, Curitiba. *Anais*. Curitiba: SBIS. Disponível em: <<http://www.sbis.org.br>>. Acesso em: 05 mar. 2013.
- [7]. MASSAD, E.; MARIN, H. F.; AZEVEDO NETO, R. S. DE. O Prontuário Eletrônico do Paciente na Assistência, Informação e Conhecimento Médico. 1. ed. São Paulo: 2003. 202 p. Disponível em: <<http://www.sbis.org.br/site/arquivos/prontuario.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2013.
- [8]. IEEE Standard Computer Dictionary: *A Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries*. IEEE Computer Society Press. 1990.
- [9]. HL7. O que é HL7? Disponível em: <<http://www.hl7brasil.org/>>. Acesso em: 06 mar. 2013.
- [10]. Neotool. The HL7 Evolution: *Comparing HL7 Version 2 to Version 3, Including a History of Version 2*. 2007 Disponível em: <<http://www.corepointhealth.com/sites/default/files/whitepapers/hl7-v2-v3-evolution.pdf>>. Acesso em: 24 mar. 2013.
- [11]. ASTM. *ASTM E2369 05 e1 standart specification for continuity of care record (CCR)*. Disponível em: <<http://www.astm.org/Standards/E2369.htm>>. Acesso em: 13 de mar. 2013.
- [12]. LICHTENSTEIN, F. Interoperabilidade Padrões e Comunicação. Disponível em: <[http://telemedicina6.unifesp.br/set/curso/soa/SOA%20I/2008_06_27_Arquiterura%20orientada%20a%20servi%C3%A7os%20\(SOA\)_Flavio%20Lichtenstein_interoperabilidade%20-%20hl7%20-%20gli%20-%20rim%20-%20arquetipos%20-%20soa.pdf](http://telemedicina6.unifesp.br/set/curso/soa/SOA%20I/2008_06_27_Arquiterura%20orientada%20a%20servi%C3%A7os%20(SOA)_Flavio%20Lichtenstein_interoperabilidade%20-%20hl7%20-%20gli%20-%20rim%20-%20arquetipos%20-%20soa.pdf)>. Acesso em: 20 de abr. 2013.
- [13]. Turisco, F., Case, J. (2001), *Wireless and Mobile Computing*, Oakland: California Health-care Foundation. (ISBN: 1-929008-72-4)
- [14]. CASTANEDA, W. A. C. Novo Paradigma da Engenharia Clínica na Integração de TICs para Criação de Ambientes Ubíquos e de Interoperabilidade na Saúde. 128 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011. Disponível em: <<http://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/95329/297054.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 04 abr. 2013.
- [15]. MACHADO, A. Associação do Contexto de Interesse do Usuário às Atividades Clínicas na Arquitetura Clinicspace. 2010. 92 f. Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010, p.18. Disponível em: <http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=3467>. Acesso em: 11 mar. 2013.
- [16]. DEY, A. K. *Understanding and using context*. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.67.236&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 11 mar. 2013.

- [17]. AUGUSTIN, I; LIMA, J.C.D.; YAMIN, A.C. Computação Pervasiva: como Programar Aplicações. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO, 10, 2006, Itatiaia, Rio de Janeiro. *Anais*. [S.I]: SBLP, 2006.
- [18]. CHEN, G.; SOLAR, K. D. *A pervasive-computing infrastructure for context-aware mobile applications*. TECHNICAL REPORT TR2000-381. Dartmouth Computer Science. Disponível em: <<http://www.cs.dartmouth.edu/reports/TR2002-421.pdf>>. Acesso em: 11 mar. 2013.
- [19]. Prados-Suárez, B., Molina, C., Peña Yañez, C., de Reyes, M.P., *Improving Electronic Health Records Retrieval Using Contexts, Expert Systems with Applications* (2012), doi: 10.1016/j.eswa. 2012.01.016. Disponível em: <<http://www.di.ujaen.es/~carlosmo/sites/default/files/ProofOnline.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2013.
- [20]. AUGUSTIN, I. Abstrações para uma Linguagem de Programação Visando Aplicações Móveis em um Ambiente de Pervasive Computing. 194 f. Tese de Doutorado em Ciência da Computação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004, p.76. Disponível em: <<http://www.lume.urgs.fbr/bitstream/handle/10183/3866/000405134.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 04 abr. 2012.
- [21]. VIEIRA, V. et al. Uso e Representação de Contexto em Sistemas Computacionais. 2006. Disponível em: <<http://www.cin.ufpe.br/~fcf3/Contexto%20Computacional/Artigos%20Computacional/Artigos%20B%E1sicos/Minicurso-SBSC-Texto-FINAL.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2013.
- [22]. ANDRY, F.; WAN, L.; NICHOLSON, D. *A Mobile Application Accessing Patients' Health Records Through a REST API*. In: HEALTHINF 2011 INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH INFORMATICS, 2011, Itália. *Anais*. Roma: INSTICC, p. 27-32. Disponível em: <http://www.fandry.net/pub/ANDRY_ET_A_HealthINF11.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2013.
- [23]. MACHADO, A. et al. Aplicações móveis de acesso às informações do paciente. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA SAÚDE, 22, 2010, Porto de Galinhas. *Anais*. Porto de Galinhas: ITARGET, 2010, p. 1-4.
- [24]. GUERRA, G. P. Desenvolvimento de um Aplicativo para Iphone e Ipad para Acesso às Informações Médicas em um Hospital Pervasivo no Âmbito do Projeto ClinicSpace. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010. Disponível em: <<http://www-app.inf.ufsm.br/bdtg/arquivo.php?id=137&download=1>>. Acesso em: 03 mar. 2013.
- [25]. CÉSAR, H. V. et al. Uma Ferramenta de Apoio à Sistematização do Atendimento Clínico Especializado Baseado em Paradigmas da Computação Ubíqua. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA EM SAÚDE, 13, 2012, Curitiba. *Anais*. Curitiba: SBIS. Disponível em: <<http://www.sbis.org.br>>. Acesso em: 05 mar. 2013.