

# Ambiente de Computação Ubíqua para o Cuidado de Saúde Pervasivo(ACUCSP)

João Luís Cardoso de Moraes, Wanderley Lopes de Souza, Antonio Francisco do Prado

Grupo de Computação Ubíqua (GCU) – Departamento de Computação (DC) –  
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)  
São Paulo – SP – Brasil

moraes.uol@uol.com.br, desouza@dc.ufscar.br, prado@dc.usfcar.br

**Abstract.** *Pervasive health care focuses on the use of new technologies, tools, and services, in order to help patients to play a more active role in the management and treatment of their diseases, placing them in the center of the health care. Ubiquitous computing in communities, homes and hospitals, can be extremely useful for building a pervasive health care model, since this kind of model demands a huge amount of information exchange between the professionals responsible for providing health care services. In this sense, this paper proposes a ubiquitous computing environment to allow caregivers to exchange context aware messages using electronic health records.*

**Resumo.** *O Cuidado de Saúde Pervasivo foca explicitamente no uso de novas tecnologias, ferramentas e serviços, que possibilitem ao paciente desempenhar um papel mais ativo no gerenciamento e tratamento de doenças, colocando-o no centro do processo de Cuidado de Saúde. Ambientes de Computação Ubíqua, em comunidades, lares e hospitais, podem ser extremamente úteis na construção de um modelo de Cuidado de Saúde Pervasivo. Nesse ambiente é necessário que a troca de informações, entre os diversos profissionais responsáveis pelo Cuidado de Saúde dos pacientes, seja ágil, eficiente e segura. Este artigo tem por objetivo o desenvolvimento de um ambiente que permita aos seus usuários a troca de mensagens de acordo com o contexto.*

## 1. Introdução

Num futuro próximo a maioria dos países enfrentará o mesmo conjunto de desafios em relação a *Healthcare*, neste artigo denominado *Cuidado de Saúde*: altos custos necessários ao cuidado de um número cada vez maior de idosos; um rápido aumento de doenças crônicas relacionadas ao “moderno estilo de vida”; uma demanda crescente por novos tratamentos médicos e tecnologias; e uma diminuição no número de médicos, enfermeiros e *cuidadores de saúde (caregivers)*, baseada no aumento da população. Em Ontário, a província mais povoada do Canadá, a previsão é que o Cuidado de Saúde

venha a representar 50% das despesas governamentais em 2011, 66% em 2017 e 100% em 2026 [Skinner 2005].

Em breve o modelo vigente de Cuidado de Saúde não poderá atender a esses desafios, já que está concentrado em torno de pessoas altamente especializadas, localizadas em grandes hospitais e focando em casos agudos de tratamento. Esse modelo pode ser comparado ao modelo de processamento de dados centralizado da primeira era da Computação, ou seja, a era dos mainframes.

O “Cuidado de Saúde Mainframe” precisa ser distribuído, a fim de produzir respostas mais rápidas e auxiliar o paciente a gerenciar a sua própria saúde. Um modelo de “Cuidado de Saúde Distribuído”, que permeie o cotidiano dos cidadãos, é muito mais apropriado para enfrentar os desafios citados. De acordo com [Bardram 2007] o objetivo da *Pervasive Healthcare*, neste artigo denominada *Cuidado de Saúde Pervasivo*, é habilitar esse modelo distribuído para o gerenciamento da saúde e bem estar, via o uso de *Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs)*, a fim de tornar o Cuidado de Saúde disponível em qualquer lugar, a qualquer momento e para qualquer pessoa.

O Cuidado de Saúde Pervasivo foca explicitamente no uso de novas tecnologias, ferramentas e serviços, que possibilitem ao paciente desempenhar um papel mais ativo no gerenciamento e tratamento de doenças, colocando-o no centro do processo de Cuidado de Saúde. Isso inclui suporte para a realização de auto-gerenciamento, auto-monitoramento, auto-cuidado, esforços preventivos, cooperação entre paciente e instituições de saúde, cooperação entre lar e hospital, consulta e monitoramento remotos.

A Computação Ubíqua [Hansmann 2003] está sendo considerada a nova era da Computação. Esta tem por meta permitir ao usuário, a qualquer momento, de qualquer lugar e usando qualquer tipo de dispositivo, o fácil acesso e processamento da informação. Segundo Mark Weiser, o pai da Computação Ubíqua, “as mais profundas tecnologias são as que desaparecem” [Weiser 1991]. Neste sentido, a Computação Ubíqua pode ser considerada como o oposto da Realidade Virtual. Enquanto na segunda o usuário penetra no mundo virtual criado pelos computadores, na primeira é a computação que penetra no mundo físico do usuário, construindo a ponte que liga esses dois mundos.

Ambientes de Computação Ubíqua, em comunidades, lares e hospitais, podem ser extremamente úteis na construção de um modelo de Cuidado de Saúde Pervasivo. Em particular, para que a “alma” desse modelo seja voltada para o paciente, é fundamental o pronto atendimento ao mesmo. Para tal, é necessário que a troca de informações, entre os diversos profissionais (e.g., administradores, médicos, enfermeiros, técnicos) responsáveis pelo Cuidado de Saúde dos pacientes, seja ágil, eficiente e segura.

Motivado por estas idéias este artigo propõe o desenvolvimento de um *Ambiente de Computação Ubíqua para o Cuidado de Saúde Pervasivo (ACUCSP)*, desenvolvendo um ambiente computacional que possa suportar esse tipo de modelo de Cuidado de Saúde Pervasivo. A contribuição principal do ambiente ACUCSP será permitir aos usuários desse ambiente a troca de mensagens e o acesso às informações, quando, onde

e como melhor lhes aprouverem, levando em consideração informações contextuais tais como localização, dispositivo de acesso, identificação e função do profissional.

Tendo em vista o recém-criado (2006) Curso de Medicina da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), que visa à formação do Médico de Família e cuja proposta pedagógica inovadora [CEP-UFSCar 2005] é baseada em *Problem Based Learning (PBL)* [Rhem 1998], no Brasil denominada *Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)*, e tendo em vista o recém-construído (2006) Hospital Escola Municipal de São Carlos, ambos integrantes da Rede-Escola do Município de São Carlos [Comissão RT 2007], um sistema de saúde municipal que possui um modelo de Cuidado de Saúde Distribuído, outras contribuições importantes do ambiente ACUCSP serão: a implantação de um protótipo desse ambiente e a sua avaliação na Rede-Escola do Município de São Carlos; o possível desenvolvimento de um produto a partir desse protótipo; e o seu aporte no desenvolvimento de um modelo de Cuidado de Saúde Pervasivo para São Carlos.

Membros do Grupo de Computação Ubíqua (GCU) do Departamento de Computação (DC) da UFSCar têm trabalhado em Computação Ubíqua desde 2001, em particular na área de Adaptação de Conteúdo, como atestam os artigos referenciados [Souza 2002], [Forte 2005], [Claudino 2005], [Forte 2006A], [Forte 2006B], [Forte 2007], [Santana 2007A], [Santana 2007B], [Santos 2008] e [Forte 2007].

Este artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta os resultados esperados do ponto de vista científico-tecnológico e acadêmico desse projeto; a Seção 3 apresenta as principais tecnologias a serem utilizadas no desenvolvimento do ambiente proposto; a Seção 4 apresenta a metodologia a ser empregada para o desenvolvimento desse ambiente, a Seção 5 apresenta como será realizada a avaliação de um protótipo desse ambiente e a Seção 6 apresenta algumas conclusões relativas a esse projeto.

## **2. Resultados Esperados**

Do ponto de vista técnico-científico e acadêmico espera-se que este trabalho:

(a) difunda a adoção de dispositivos móveis para o acesso, via redes sem fio e com base em informações contextuais, a artefatos eletrônicos de dados clínicos, tais como Registros Eletrônicos de Saúde (RESs) [ISO-18308], raios-X, imagens, prescrições de medicamentos;

(b) contribua para o trabalho colaborativo e coordenado dos profissionais envolvidos no cuidado de saúde dos pacientes, através da troca de informações via uma grande variedade de artefatos eletrônicos de informação, que substituirão os artefatos de informação tradicionais (e.g., grandes quadros brancos, notas, prontuários de pacientes);

(c) possibilite desenvolver um RES e um conjunto de aplicações sensíveis a contexto, que envolvam adaptação de conteúdo, visando à ubiquidade desse RES, ou seja, o profissional poder acessá-lo a qualquer momento, de qualquer lugar do ambiente e usando qualquer tipo de dispositivo (e.g., desktop, laptop, tablet, Personal Digital Assistant-PDA, smartphone);

(d) seja implantado e avaliado junto à Rede-Escola do Município de São Carlos, contribuindo assim para a construção de um modelo de cuidado de saúde pervasivo para São Carlos;

(e) seja multi-institucional, já que será projetado, implementado, implantando e avaliado por professores do GCU/DC/UFSCar, professores do Departamento de Medicina (DMed) da UFSCar, profissionais da Rede-Escola do Município de São Carlos, em particular do Hospital Escola Municipal de São Carlos, profissionais da Secretaria Municipal de Saúde de São Carlos, alunos dos cursos de Graduação Bacharelado em Ciência da Computação (BCC) e Engenharia da Computação (EC), alunos do Programa de Pós-Graduação em Computação (PPG-CC) da UFSCar e alunos do Curso de Medicina da UFSCar;

(f) utilize a abordagem para adaptação de conteúdo e as aplicações, que estão sendo desenvolvidas no projeto Ambiente de Computação Ubíqua para o Ensino de Medicina baseado em ABP (ACUEM-ABP), um projeto do GCU/DC/UFSCar em parceria com o DMed/UFSCar e com o Departamento em Informática em Saúde (DIS) da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP); e

(g) fortaleça a integração de profissionais das instituições envolvidas nesse projeto, assim como o intercâmbio com outros grupos da UFSCar e de outras instituições, graças à natureza multidisciplinar do projeto, e contribua para a formação de recursos humanos na Graduação e na Pós-Graduação dos cursos de Computação e de Medicina da UFSCar, bem como de outras instituições interessadas.

### **3. Tecnologias Utilizadas no ACUCSP**

Os computadores surgiram em ambientes hospitalares a mais de quarenta anos atrás, a maioria para dar suporte a tarefas administrativas e contábeis, e continuam sendo a espinha dorsal (*backbone*) de muitos hospitais. Com a adoção de RESs e de *Sistemas de Suporte a Decisão Clínica* (*SSDCs*), o foco dos sistemas computacionais em hospitais está paulatinamente movendo-se para suportar os profissionais a cuidar da saúde dos pacientes, sendo que é esperado que tais sistemas reduzam erros médicos e custos e aumentem a qualidade do Cuidado de Saúde. Entretanto, os computadores pessoais de mesa foram desenvolvidos para o trabalho em escritório, que é muito diferente do trabalho clínico. Essa diferença provoca uma série de desafios científicos/tecnológicos, que dificilmente serão superados com o paradigma desktop tradicional.

O trabalho clínico exige colaboração e coordenação intensas entre os diversos profissionais, encarregados do Cuidado de Saúde, que usualmente estão distribuídos no espaço (diferentes locais) e no tempo (trabalhando em diferentes turnos). Estes estão constantemente movendo-se para localizar colegas, avaliar e cuidar de pacientes, acessar informações e obter recursos diversos, o que torna a mobilidade uma característica intrínseca ao trabalho clínico. Além disso, esses profissionais estão sujeitos a interrupções constantes e frequentemente precisam mudar os contextos de seus trabalhos com base nas suas localizações, nos pacientes que estão atendendo, na notificação de novos resultados de laboratório, ou nas mudanças repentinas dos estados dos pacientes.

Essas condições de trabalho demandam por um novo paradigma computacional, que suporte mobilidade, colaboração, coordenação, interação sem costuras (*seamless*) entre dispositivos heterogêneos e mudanças freqüentes de tarefas. A Computação Ubíqua pode ser a resposta para esses desafios, já que oferece meios para suportar tais condições [Bardram 2007].

Para que um ambiente de Computação Ubíqua possa ser empregado eficientemente em tarefas clínicas, é fundamental que este suporte a mobilidade e o trabalho colaborativo dos profissionais envolvidos. Em [Bardram 2005] são apresentadas estratégias vigentes para a realização desse suporte, sendo que basicamente tecnologias móveis são associadas a tecnologias de redes sem fio. Entretanto, restam ainda muitos desafios a serem superados, para que tais tecnologias contribuam de forma mais efetiva ao trabalho clínico:

(a) a **sobrecarga de informação**, já que são tratados centenas de pacientes, cada um podendo dispor de dados clínicos volumosos, dificulta para os profissionais, que usualmente trabalham num ritmo acelerado, navegar por toda essa informação usando as pequenas telas dos dispositivos móveis;

(b) a **heterogeneidade** das tecnologias móveis atuais obriga os profissionais, que se movem constantemente trocando de dispositivo computacional em função de suas tarefas e localizações, a restabelecerem suas sessões de usuário a cada troca de dispositivo;

(c) os **dispositivos móveis** atuais são intrinsecamente **isolados** e tendem a não suportar os freqüentes trabalhos cooperativos **ad hoc** dos profissionais, já que não permitem a troca e o compartilhamento de visões e informações clínicas.

### 3.1. Ciência de Contexto

Ciência de Contexto (*context-aware*) [DEY 2000] é um meio de atenuar a sobrecarga de informação, já que sistemas que usam essa tecnologia ajudam a localizar e apresentar dados relevantes aos seus usuários, baseando-se em informações contextuais (e.g., identidade do usuário, o papel que este desempenha, a sua localização, o dispositivo que está usando). Com base na combinação dessas informações, aplicações podem adaptar-se a diferentes situações e comportar-se de forma ótima para cada uma delas. Por exemplo, num hospital um médico carregando um PDA, ligado a um sistema ciente de contexto, ao aproximar-se do leito de um de seus pacientes, poderia ter os dados clínicos mais relevantes desse paciente mostrados automaticamente nesse PDA [Bardram 2004].

Ciência de contexto pode também ser usada na comunicação entre os profissionais, habilitando-os a enviar e receber diferentes tipos de **mensagens** dependendo do contexto envolvido. Um exemplo de cenário, onde informações contextuais são usadas para entrega de mensagens, é apresentado em [Muñoz 2003]: um médico, ao realizar a ronda final do seu turno da manhã, nota que um paciente não está respondendo bem a uma medicação. Após rever o RES desse paciente no seu PDA, este decide solicitar um exame laboratorial e deixar uma mensagem a ser entregue ao médico do turno da tarde, somente quando o resultado do exame estiver pronto. Nesse caso o tempo (turno da tarde), a localização do médico (próximo ao paciente) e a

disponibilidade do resultado do exame são as condições contextuais que acionarão a entrega da mensagem.

### **3.2. Roaming de Aplicação**

*Roaming* de Aplicação é um meio de lidar com a *heterogeneidade de dispositivos*, já que suporta a transferência de sessão de usuário entre dispositivos (e.g., de desktop para PDA), mas exige que a sessão seja adaptada durante essa transferência (e.g., o tamanho reduzido da tela do PDA e a largura de banda limitada da rede de acesso sem fio devem ser considerados) [Bardram 2003]. É importante ressaltar que num ambiente ubíquo os dispositivos móveis não devem estar isolados, mas sim inseridos à infra-estrutura tecnológica existente. Dispositivos móveis precisam operar sem costuras com RESs, não só provendo acesso a dados clínicos, mas também cooperando com aplicações que estejam executando em diferentes computadores.

### **3.3. Composição de Dispositivos**

Composição de dispositivos é um meio de lidar com o *isolamento dos dispositivos móveis*, já que permite a constituição *ad hoc* de um dispositivo lógico a partir de dispositivos físicos distintos [Pham 2001]. Por exemplo, um enfermeiro e um médico carregando seus respectivos tablets poderiam colocá-los próximos, para que estes se compusessem num único tablet lógico. Esses profissionais poderiam então baixar e arrastar arquivos, objetos e aplicações entre as duas telas e interagir com os mesmos diretamente. Uma técnica correlata é o suporte à transferência de informações entre dispositivos heterogêneos [Favela 2004], que possibilita, por exemplo, a transferência de informação médica de um computador com múltiplos usuários para um PDA pessoal, ou o uso desse PDA como ponto de acesso remoto a um display interativo de parede, ou ainda o uso de vários PDAs conectados a esse display para suportar um conferência médica.

Em função do exposto, há dois grandes desafios a serem superados no ambiente proposto: o desenvolvimento de um Sistema de Informação Hospitalar (SIH) que possa ser acessado a partir de qualquer unidade da Rede-Escola do Município de São Carlos e que seja passível de comunicação com outros sistemas de informação homogêneos ou heterogêneos; o desenvolvimento de um Serviço de Mensagens Sensíveis a Contexto (SMSC) que, comunicando-se com o SIH, suporte a mobilidade e o trabalho colaborativo dos profissionais na realização de suas tarefas clínicas.

## **4. Metodologia de Desenvolvimento do ACUCSP**

Para o desenvolvimento do ACUCSP inicialmente está sendo levado em conta o modo de operação da Rede-Escola do Município de São Carlos. Para compreender bem as práticas dos profissionais da Rede-Escola, são usados métodos qualitativos (e.g., entrevistas, observação passiva) e técnicas de análise oriundas das Ciências Sociais. Há vários anos tais métodos são aplicados na Ciência da Computação, sobretudo nas áreas Interação Humano-Computador, Trabalho Cooperativo Suportado por Computador e Engenharia de Software.

A partir do entendimento de como as atividades da Rede-Escola desenrolam-se, tem sido possível determinar os elementos contextuais que afetam o gerenciamento da

informação da Rede-Escola e moldar o projeto do ambiente ubíquo com o foco voltado para tais elementos. Têm sido também identificados os processos nos quais os profissionais mais freqüentemente interagem e/ou mudam as suas localizações e/ou acessam informações de pacientes. Uma vez classificadas as atividades que dependem de variáveis contextuais (e.g., localização, identidade, papel, tempo), esses processos são modelados por participantes do projeto e validados pelos profissionais da Rede-Escola usando novamente métodos qualitativos.

Posteriormente serão identificados cenários, situações que exemplificam casos de uso típicos de um ambiente que suporta sensibilidade ao contexto, sendo que estes deverão ser esboçados em atividades de usuário. Esses cenários não devem detalhar como as tarefas poderiam ser executadas ou como o ambiente poderia habilitar a funcionalidade requerida, mas sim devem ajudar a enquadrar o entendimento das práticas de trabalho da Rede-Escola e dar uma idéia de como a computação ciente de contexto pode incrementar esse trabalho. Esses cenários possibilitam a tradução dessas constatações em vinhetas que capturam facetas de como ferramentas sensíveis a contexto podem encaixar-se em práticas vigentes de trabalho. Um exemplo de cenário foi apresentado na seção anterior deste artigo.

Em seguida serão identificadas tecnologias sensíveis a contexto, que suportarão esse ambiente, e será desenvolvido um RES e um conjunto de aplicações sensíveis a contexto, que envolvam adaptação de conteúdo para dispositivos móveis, para tornar o RES ubíquo. Finalmente o ACUCSP será completamente especificado, implementado e será construído um protótipo desse ambiente, a ser implantado e demonstrado aos profissionais da Rede-Escola, para que estes o avaliem. Essa avaliação será baseada em modelos desenvolvidos para essa finalidade, tais como o *Technology Acceptance Model (TAM)* [Davis 1995].

#### **4.1. Arquitetura do ACUCSP**

Os casos típicos de uso do ACUCSP requerem mais que um simples serviço de mensagens instantâneas, no qual dois usuários específicos comunicam-se, e mostram a necessidade de um Serviço de Mensagens Sensíveis a Contexto (SMSC) no qual agentes, que interagem com os usuários, auxiliam na tomada de decisão. Os agentes podem rever o contexto e tomar decisões relativas às atividades a desempenhar e quando desempenhá-las, que tipo de informação comunicar e a quem comunicá-la. Agentes podem negociar serviços com outros agentes, empacotando funcionalidades complexas do ACUCSP.

Alguns *agentes* podem monitorar informações clínicas, tais como notificar um médico que os resultados dos exames laboratoriais de um determinado paciente estão disponíveis. Outros *agentes* podem indicar o terminal de vídeo público mais próximo do médico de plantão e notificar um médico especialista, de tal forma que estes possam discutir os resultados dos exames. Outros *agentes* podem ainda controlar o acesso aos recursos da Rede-Escola, levando em consideração prioridades ou restrições de segurança e as localizações dos usuários. Finalmente, um último *agente* pode monitorar o ambiente para garantir que os requisitos contextuais estejam satisfeitos antes da entrega da mensagem.

A Figura 1 fornece uma visão abstrata da arquitetura do ACUCSP, onde é adotado o modelo cliente-servidor com a possibilidade de integração do modelo ponto a ponto, dependendo da tecnologia definida para o hardware de localização. Essa arquitetura é basicamente constituída de um *Sistema de Informação Hospitalar (SIH)*, ao qual são adicionados um *Servidor MSC*, um *Cliente MSC* e um *conjunto de agentes*, que estão sendo definidos e desenvolvidos.

O *Gerenciador* gere todas as comunicações entre os diversos módulos do servidor. O *Gerenciador de Contexto* processa as informações dinâmicas de contexto (e.g., localização do usuário), obtidas do *Agente de Localização*, e as informações estáticas de contexto (e.g., identidade, papel do usuário), obtidas do *Repositório de Contexto*. Baseando-se nessas informações, o *Gerenciador* solicita ao *SIH* o conteúdo apropriado e verifica se há mensagens relativas ao usuário. O *Gerenciador* consulta o *Gerenciador de Adaptação* que verifica, com base nas características do dispositivo do usuário, se há necessidade de adaptação de conteúdo. O conteúdo é então enviado ao módulo *Aplicação Sensível ao Contexto* do dispositivo do usuário, que se comunica com os módulos *Cliente MSC* e *Interface de Usuário*.

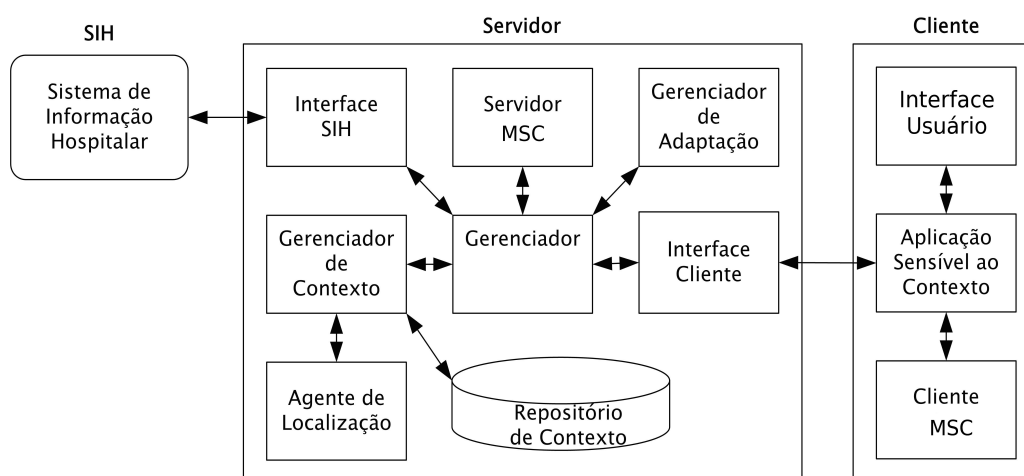


Figura 1. Arquitetura do ACUCSP

## 4.2. Sistema de Informação Hospitalar

Os SIHs têm sido implementados em diferentes sistemas computacionais, há um grande esforço para a criação de um padrão que habilite a integração e a cooperação entre esses sistemas, mas há também diferentes padrões vigentes e até o momento nenhum deles obteve uma aceitação geral. O padrão americano é o *Health Level 7 (HL7)* [HL7], amplamente difundido em vários países, o europeu é o *Health Information Systems Architecture (HISA)* [HISA] e, em relação ao RES, os órgãos internacionais têm buscado definir os requisitos arquitetônicos [ISO-18308], o contexto e o escopo [ISO-20514] e os modelos para comunicação de extratos [CEN/TC251 2006]. Isso implica que é essencial considerar, na arquitetura proposta do ACUCSP, os padrões a serem usados no SIH da Rede-Escola, bem como os padrões a serem usados no RES a ser implantado nesse SIH, para que haja comunicação e cooperação entre esse sistema e o *SMSC*.



Apesar disso, a área de saúde possui características que tornam bastante complexo o desenvolvimento de um padrão RES: vários conceitos em constante evolução; dificuldade de consenso quanto a modelos abrangentes e à manutenção de modelos propostos; desenvolvedores precisam responder às necessidades de especialistas e manter os sistemas interoperáveis.

Para contornar a necessidade de constantes alterações no modelo de persistência dos RES, algumas propostas têm sido apresentadas [Johnson 1996] [Nadkarni 1999] [Chen 2007], cuja característica central é a separação do modelo do domínio do modelo de persistência. Esta separação de responsabilidades foi melhor especificada pela Fundação openEHR [OpenEHR], a qual propôs um modelo de desenvolvimento para RES, denominado dual, que facilita a manutenção evolutiva do mesmo. No modelo dual há um *Reference Model (RM)* e um modelo de domínio definido pelos arquétipos [Beale].

O RM é o modelo cujas classes serão persistidas e tende a ser estável, ou seja, suas classes devem ser alteradas mais lentamente que os arquétipos. Os arquétipos fornecem a interpretação semântica dos objetos que são armazenados via RM. No OpenEHR as alterações de estrutura e de regras de negócios devem ser refletidas nos arquétipos e não no RM, de modo que não sejam necessárias alterações no mecanismo de persistência, seja ele relacional, orientado a objetos, xml, ou outro qualquer. Além disso, os arquétipos são criados e editados por especialistas do domínio e não por analistas de sistemas.

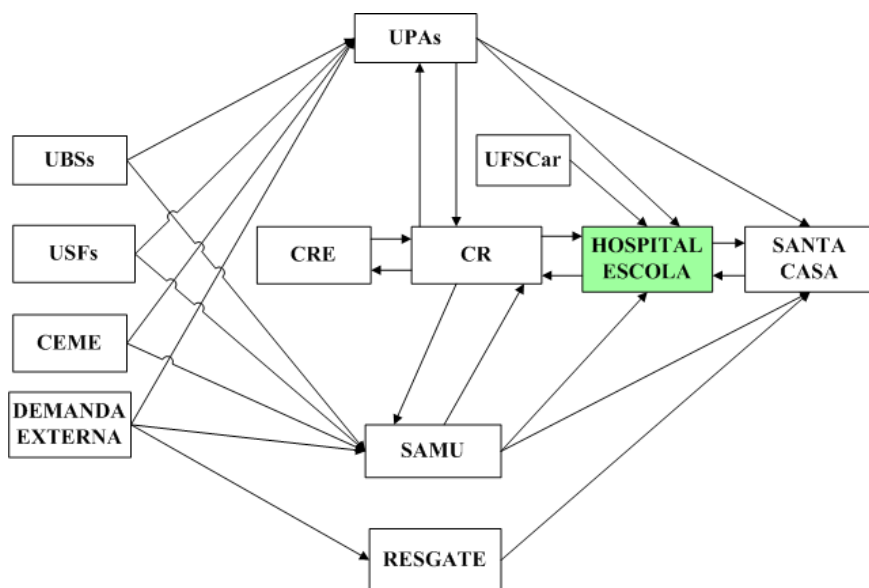
Todos esses conceitos e padrões estão sendo investigados e eventualmente empregados no ACUCSP, isso tanto para o desenvolvimento do SIH quanto para o desenvolvimento do RES a ser implantado nesse SIH.

## 5. Avaliação

Um protótipo do RESP será implantado no SIH, a ser instalado no Hospital Escola Municipal de São Carlos, e será avaliado por participantes do ACUCSP, professores e alunos do Curso de Medicina da UFSCar e por profissionais da Rede-Escola. A Figura 2 apresenta a arquitetura da Rede-Escola, um sistema que possui um modelo de Cuidado de Saúde Distribuído e cujas unidades serão interligadas pela Rede Metropolitana Comunitária de Educação e Pesquisa (COMEP) de São Carlos, um projeto da Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP) do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT).

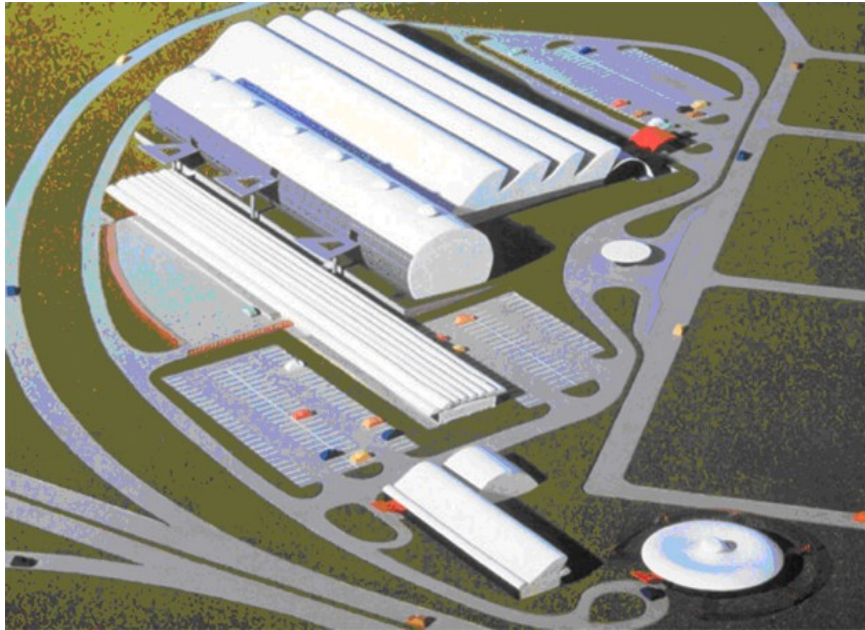
Conforme ilustrado na Figura 2, o Hospital Escola Municipal de São Carlos opera com demanda referida, isto é, sua porta de entrada é controlada pela *Central de Regulação do Município (CR)*. Todos os usuários, que procurarem serviços básicos de saúde nas *Unidades Básicas de Saúde (UBSs)* e nas *Unidades de Saúde da Família (USFs)* e estiverem com urgência/emergência, serão encaminhados ao *Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU)* ou às *Unidades de Pronto Atendimento (UPAs)*. Constatada a necessidade de internação, o *SAMU* ou a *UPA* contatará a *Central de Regulação (CR)* que, dependendo do caso, encaminhará o usuário ao *Hospital Escola* ou à *Santa Casa*. O *Centro de Especialidades Médicas (CEME)*, que concentra o atendimento às diferentes especialidades médicas, também se reportará ao *SAMU* ou às *UPAs*, quando necessitar encaminhar suas urgências/emergências. Eventualmente um cidadão pode se reportar diretamente ao *SAMU/RESGATE* ou à *UPA Demanda Externa*,

sendo que nestes casos a *CR* também será acionada para a definição do destino hospitalar do usuário. Quando em dificuldade (e.g., escassez de leitos), a *CR* pode definir internações em outros hospitais de São Carlos, ou solicitar à *Central de Regulação Estadual (CRE)*, situada no município vizinho de Araraquara, internações em hospitais da micro-região ou fora dela. Inversamente, a *CRE* pode solicitar à *CR* leitos em São Carlos para internações de pacientes da micro-região.



**Figura 2 Rede-Escola do Município de São Carlos**

A construção do Hospital Escola Municipal de São Carlos, financiada pelo Ministério de Saúde, está sendo realizada em etapas de forma a integrá-las à Rede-Escola do Município de São Carlos. A Figura 3 apresenta a maquete deste complexo hospitalar, que uma vez totalmente pronto contará com 220 leitos.



**Figura 3 Maquete do Hospital Escola do Município de São Carlos**

Na 1ª etapa foi construída a *Unidade de Urgência/Emergência*, as obras civis foram iniciadas no final de 2004 e concluídas no início de 2006 e essa unidade tornou-se operacional no final de 2007. A Figura 4 apresenta a fotografia dessa unidade, cuja construção contempla infra-estrutura de acesso, salas de atendimentos, 30 leitos de observação, setor de imagem, métodos gráficos, administração médica e de enfermagem, arquivo médico e estacionamento para usuários e trabalhadores de saúde.

Na 2ª etapa estão sendo construídos os blocos que contemplarão centro cirúrgico, *Unidade de Tratamento Intensivo (UTI)*, laboratórios de análises clínicas e anatomia patológica, central de esterilização, ala com 190 leitos de clínica médica, pediatria e ginecologia/obstetrícia e as instalações destinadas à infra-estrutura de apoio (e.g., lavanderia, nutrição, manutenção). A conclusão dessa etapa está prevista para fins de 2009 e o funcionamento de todo o complexo hospitalar para o início de 2010, quando os alunos do curso de Medicina da UFSCar começarão seus estágios hospitalares (5º ano).



**Figura 4 Unidade de Urgência/Emergência do Hospital Escola**

## **5. Conclusão**

A computação ubíqua ou pervasiva tem sido utilizada em ambientes saturados de dispositivos computacionais e redes de comunicação sem fio e é considerada a nova era da computação. Este artigo pesquisou uma abordagem para o desenvolvimento de um ambiente de computação ubíqua para o cuidado de saúde pervasivo, que poderá contribuir para que os usuários desse ambiente possam trocar mensagens cientes de contexto e ter acesso às informações onde, quando, e como melhor lhes convier, levando em consideração as informações contextuais tais como: a localização, dispositivo de acesso, identificação e função do funcionário, e também contribuir para o desenvolvimento de um modelo de Cuidado de Saúde Pervasivo para o atendimento de saúde de pacientes no município de São Carlos/SP.

Embora existam outros ambientes semelhantes à arquitetura proposta, as vantagens oferecidas pelo ambiente proposto vêm da integração do Sistema de Mensagens Sensíveis ao Contexto com os Sistemas de Informação Hospitalar através do uso do padrão HL7 para comunicação entre estes diferentes sistemas, e o suporte à mobilidade e ao trabalho colaborativo dos funcionários de uma instituição de saúde na realização de suas tarefas clínicas.

O ambiente proposto dá mais um passo na automatização de grande parte das tarefas dos profissionais de saúde, atenuando a sobrecarga de informações através da ciência de contexto, utilizando *roaming* de aplicação para lidar com a heterogeneidade de dispositivos, e a composição de dispositivos para lidar com o isolamento dos dispositivos em um ambiente hospitalar.

## References

- Skinner, B. J. Paying more, getting less (2005): measuring the sustainability of provincial public health expenditure in Canada. The Fraser Institute, Canadá.
- Bardram, J.E.; Mihailidis, A.; Wan, D. (2007) Pervasive Computing in Healthcare. CRC Press.
- Hansmann, U.; Merk, L.; Nickous, M. S.; Stober, T. (2003) Pervasive Computing. Second edition, Springer-Verlag.
- Weiser, M. (1991) The computer for the 21<sup>st</sup> century. Scientific American 265:3, pp. 94-104.
- CEP-UFSCar Conselho de Ensino e Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos. (2005) Curso de Medicina da UFSCar. [www2.ufscar.br/graduacao/medicina.php](http://www2.ufscar.br/graduacao/medicina.php).
- Rhem, J. (1998) Problem-Based Learning: An Introduction. Featured Article, Oryx Press, Vol. 8, No 1, December.
- Comissão RT de Coordenação da Implantação das Atividades, Procedimentos e Serviços do Hospital-Escola Municipal “Horácio Carlos Panepucci”. (2007) Relatório de Trabalho. Prefeitura Municipal de São Carlos, documento não publicado.
- Souza, W. L.; Bochmann, G. V.; Khatib, K. E.; He, X. (2002) Adaptação de conteúdo de mensagens HTTP baseada em perfis de dispositivo, conteúdo, usuário e serviço de rede. Anais do 20º Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores (SBRC 2002), vol. 2, pp. 554-568, Búzios (RJ).
- Forte, M.; Souza, W. L.; Prado, A. F. (2005) Um servidor para a classificação e filtragem de conteúdo na Internet. Anais do 23º Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores (SBRC 2005), vol I, pp. 191-204, Fortaleza (CE).
- Claudino, R. A. T.; Souza, W. L.; Prado, A. F. (2005) Um framework baseado em componentes para o domínio de adaptação de conteúdo na Internet. Anais do 19º Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software (SBES 2005), pp. 88-103, Uberlândia (MG).
- Forte, M.; Souza, W. L.; Prado, A. F. (2006A) A content classification and filtering server for the Internet. Anais do 21<sup>st</sup> Annual ACM Symposium on Applied Computing (SAC 2006), vol. 2, pp. 1166-1171, Dijon (França).
- Forte, M.; Souza, W. L.; Prado, A. F. (2006B) Utilizando ontologias e serviços Web na Computação Ubíqua. Anais do 20º Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software (SBES 2006), pp. 287-302, Florianópolis (SC).
- Forte, M.; Souza, W. L.; Prado, A. F.; Santana, L. H. Z.; Claudino, R. T. (2007) A component-based framework for the Internet content adaptation domain. Anais do do 22<sup>st</sup> Annual ACM Symposium on Applied Computing (SAC 2007), vol. 2, pp. 1450-1455, Seoul (Coréia do Sul).

- Santana, L. H. Z.; Martins, D. S.; Forte, M.; Souza, W. L.; Prado, A. F.; Biajiz, M.; Knoff, L. (2007A) Serviço de tradução de linguagens de marcação para a Internet. Anais do 25º Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores (SBRC 2007), vol. I, pp. 541-554, Belém (PA).
- Santana, L. H. Z.; Martins, D. S.; Perlim, C. B.; Prado, A. F.; Souza, W. L.; Biajiz, M. (2007B) Adaptação de Páginas Web para Dispositivos Móveis. Anais do XIII Brazilian Symposium on Multimedia and the Web (WebMedia 2007), vol 1, pp. 1-8, 21-24/out, Gramado (RS).
- Santos, H.F.; Santana, L.H.Z.; Martins, D.S.; Souza, W. L.; Prado, A.F.; Biajiz, M. A (2008) Ubiquitous Computing Environment for Medical Education. Anais do 23<sup>st</sup> Annual ACM Symposium on Applied Computing (SAC 2008), vol 2, pp. 1395-1399, 16-20/MAR, Fortaleza (CE).
- Forte, M; Souza, W. L.; Prado, A. F. (2007) Using Ontologies and Web Services in Ubiquitous Computing. Journal of Systems and Software (JSS), Vol. 81, No 3, pp. 368-381, Elsevier, 2008, ISSN 0164-1212, doi:10.1016/j.jss.04.044.
- ISO-18308 - Requirements for an Electronic Health Record Reference Architecture. [http://www.openehr.org/standards/t\\_iso.htm](http://www.openehr.org/standards/t_iso.htm). [19] ADAMS, J. et al. Healthcare 2015: *Win-win or lose-lose?*. IBM Institute for Business Value, 2006.
- Bardram, J. E. (2005) Activity-Based Computing: Support for Mobility and Collaboration in Ubiquitous Computing. Personal and Ubiquitous Computing, Vol. 9, No 5, pp. 312-322.
- Dey, A. K. (2000) Providing Architectural Support for Building Context-Aware Applications. Ph.D. Thesis, Georgia Institute of Technology.
- Bardram, J. E. (2004) Applications of Context-Aware Computing in Hospital Work – Examples and Design Principles. Anais do 19<sup>th</sup> Annual ACM Symposium on Applied Computing (SAC 2004 ), ACM press, pp. 1574-1579.
- Muñoz, M.; Rodriguez, M.; Favela, J.; Gonzalez, V. M.; Martinez-Garcia, A. I. (2003) Context-Aware Mobile Communication in Hospitals. IEEE Computer, Vol. 36, No 8, pp. 60-67.
- Bardram, J. E.; Kjaer, T. K.; Nielsen, C. (2003) Supporting Local Mobility in Healthcare by Application Roaming among Heterogeneous Devices. Anais da Fifth International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services, LNCS, Springer-Verlag, Vol. 2795, pp. 161-176.
- Pham, T. L.; Schneider, G.; Goose, S.; Pizano, A. (2001) Composite Device Computing Environment: A Framework for Situated Interaction Using Small Screen Devices. Personal Ubiquitous Computing, Vol. 5, No 1, pp. 25-28.
- Favela, J.; Rodriguez, M.; Preciado, A.; Gonzalez, V. (2004) Integrating Context-Aware Public Displays into a Mobile Hospital Information System. IEEE Transactions on Information Technology in BioMedicine, Vol. 8, No 3, pp.279-286.
- Davis, F. D.; Venkatesh, V. (1995) Measuring User Acceptance of Emerging Information Technologies: An Assessment of Possible Method Biases. Anais do 28<sup>th</sup> Hawaii International Conference on System Sciences, IEEE CS Press, pp. 29-736.

- HL7 - Health Level Seven, Inc. - Health Level 7. <http://www.hl7.org/>.
- HISA. <http://www.infoloom.com/gcaconfs/WEB/ts1378/tp1378.HTM>.
- ISO-20514. (2005) Health informatics-Electronic health record - Definition, scope and context. Technical Report. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- CEN/TC251, prEN 13606-1. (2006) Health informatics-Electronic healthcare record Communication-Part 1: Reference Model. Final Version.
- Johnson, S. B. (1996) Generic Data Modeling for Clinical Repositories. Journal of the American Medical Informatics Association, Vol. 3, No. 5, pp. 328-339.
- Nadkarni, P. M; Marenco, L; Chen, R; Skoufos, E; Shepherd, G; Miller, P. (1999) Organization of Heterogeneous Scientific Data Using the EAV/CR Representation. Journal of the American Medical Informatics Association, Vol. 6, No. 6, pp. 478-493.
- Chen, R; Enberg, G; Klein, G. O. (2007) Julius - a template based supplementary electronic health record system. BMC Medical Informatics and Decision Making, 7:10, doi:10.1186/1472-6947-7-10.
- OpenEHR. The openEHR Foundation. <http://www.openehr.org>
- Beale, T. Archetypes-An Interoperable Knowledge Methodology for Future-proof Information Systems. <http://www.deepthought.com.au/it/archetypes>.