PEHS – Arquitetura de um Sistema de Informação Pervasivo para Auxílio às Atividades Clínicas

Caroline Fighera Vicentini¹
Alencar Machado¹
Giuliano Lopes Ferreira¹
Fábio Lorenzi¹
Iara Augustin²

Resumo: Apesar de aumentar a eficiência no acesso às informações do paciente, os sistemas eletrônicos de saúde sofrem rejeição dos clínicos, pois as características dinâmicas das suas atividades não são adequadamente tratadas por esses sistemas. Este artigo apresenta a arquitetura de um sistema de informação pervasivo em saúde chamado pEHS, que associa conceitos e tecnologias da Computação Ubíqua visando aproximar os sistemas computacionais do modo como o clínico realiza suas atividades. Os requisitos do pEHS são: adaptação às atividades dos profissionais clínicos, personalização através da composição/programação de tarefas, sensibilidade ao contexto e acesso pervasivo ao histórico de saúde do paciente.

Palavras-chave: Computação Pervasiva e Ubíqua. Sistema de Informação Hospitalares. pEHS.

Abstract: In spite of the efficiency increasing in the access to patient information, electronic healthcare systems are rejected by the clinicians, because the dynamic characteristics of their activities are not adequately addressed by these systems. This paper presents the architecture of a pervasive healthcare system called pEHS, which uses concepts and technologies of ubiquitous computing to approach the computational systems to the way how the clinician conducts its activities. The requirements of pEHS are: adapted to the activities of medical professionals, personalization through composition/programming tasks, context awareness and pervasive access to the patient's health history.

Keywords: Ubiquitous and Pervasive Computing. Health Care Electronic Systems. pEHS

1 Introdução

A adoção de sistemas computacionais para armazenamento de informações de saúde sobre o paciente em ambientes hospitalares traz grandes benefícios, tornando o atendimento médico mais eficaz em razão da facilidade do acesso aos dados. Mas, ao mesmo tempo em que propõe ser uma ferramenta de apoio ao profissional, os sistemas de informação hospitalares impõem mudanças na forma como o profissional de saúde realiza suas tarefas, sendo este um forte motivo que leva à rejeição da utilização desses sistemas em ambientes de saúde [1][2]. Diferente de outras áreas, a área clínica possui características muito dinâmicas, que devem ser levadas em consideração na construção dos sistemas que os profissionais irão utilizar, mas nem sempre essas são

Projeto parcialmente financiado pelo MCT/FINEP/CNPq.

doi: 10.5335/rbca.2010.016

¹ Programa de Pós Graduação em Informática, UFSM, Santa Maria (RS) - Brasil carol@inf.ufsm.br, alencar.ufsm@gmail.com, {giuliano, lorenzi}@inf.ufsm.br ² Departamento de Eletrônica e Computação, UFSM, Santa Maria (RS) - Brasil august@inf.ufsm.br,iara.augustin@pesquisador.cnpq.br

observadas. Como resultado, os sistemas construídos não são utilizados adequadamente, as informações são inseridas de forma incompleta, para evitar que absorvam parte do tempo de atendimento ao paciente.

Conceitos e tecnologias da Computação Ubíqua podem contribuir para amenizar esse problema [3]. A Computação Ubíqua [4] propõe que a computação seja invisível ao usuário final, possibilitando que ele utilize a computação de forma natural para realização de suas atividades, sem se preocupar propriamente com ela (instalar, configurar, manter recursos computacionais). Este paradigma apresenta-se num cenário no qual os diversos dispositivos existentes no ambiente estão totalmente integrados, comunicam-se entre si, reagem próativamente às alterações detectadas nas informações de contexto, de forma a auxiliar o usuário em suas atividades diárias.

Considerando o ambiente ubíquo, o grupo de pesquisa em Computação Móvel e Pervasiva (GMOB) da Universidade Federal de Santa Maria está desenvolvendo o projeto ClinicSpaces, que tem como objetivo o desenvolvimento de uma ferramenta-protótipo de auxílio às atividades do profissional de saúde utilizando tecnologias e conceitos de Computação Ubíqua [5]. Dentro da arquitetura de software ClinicSpaces foi desenvolvido o pEHS – pervasive Electronic HealthCare System, devido aos novos requisitos exigidos para um sistema de informação em saúde integrar-se ao ambiente ubíquo e pervasivo previsto na arquitetura ClinicSpaces

Este artigo descreve as soluções adotadas para modelar o pEHS e encontra-se organizado como segue: na seção 2, as características das atividades clínicas que influenciam a modelagem do pEHS e os tipos de sistemas hospitalares existentes são descritos; na seção 3 são apresentados os conceitos e tecnologias derivadas da proposta de Computação Ubíqua de Mark Weiser [4]; na seção 4, a arquitetura de software ClinicSpaces é resumida, seguida da proposta do pEHS na seção 5; na seção 6 são apresentados os trabalhos relacionados e, por fim, na seção 7 é apresentada a conclusão do trabalho.

2 Requisitos de Sistemas de Informação Clínicas

2.1 Características das Atividades Clínicas

Diferente das outras áreas, a área clínica possui diversas características dinâmicas que tornam a construção de sistemas computacionais um desafio, entretanto tais características nem sempre são levadas em consideração. Uma dessas características é a mobilidade: os profissionais precisam deslocar-se pela instituição, e os sistemas devem garantir ao profissional rápido acesso aos dados do paciente em qualquer ponto do hospital. Atualmente, por exemplo, no caso de pacientes internados, as informações são mantidas temporariamente em papel tanto para visualização quanto para posterior inserção no sistema. A duplicação de dados e o retrabalho podem levar à incoerência de dados e a erros ao repassar as informações para o sistema em uma etapa posterior ao atendimento.

No atendimento ao paciente, diferentes grupos de profissionais podem estar envolvidos, tais como enfermeiros, médicos, nutricionistas, fisioterapeutas, entre outros. Mesmo dentro do grupo de médicos existem especialidades, como cardiologista, neurologista, clínico geral, etc. Esta característica, unida à grande quantidade de dados de saúde do prontuário do paciente e à necessidade de acesso rápido à informação, torna necessário que os sistemas disponibilizem apenas as informações relevantes de acordo com a preferência e especialidade do profissional, agilizando o acesso aos dados relevantes.

Para o atendimento do paciente, os profissionais necessitam trocar informações para diminuir a ocorrência de erros e aumentar a qualidade do serviço realizado. São dois os principais casos de necessidade de troca de informações: (i) o primeiro é entre profissionais de uma mesma instituição, onde, por exemplo, os médicos na troca de turnos precisam repassar informações sobre o estado de saúde dos pacientes; (ii) o segundo caso é entre diferentes instituições, em que, por exemplo, um clínico geral de um posto de saúde de uma região afastada encaminha ou pede segunda opinião a um especialista de um centro de saúde para diagnóstico.

Situações de emergência ou situações nas quais o profissional precisa das informações corretas para rápida análise na tomada de decisão são comuns em ambientes hospitalares. Informações como alergias, procedimentos clínicos anteriores e problemas crônicos de saúde, como diabetes ou pressão alta, devem ser disponibilizadas ao profissional prontamente, evitando graves consequências de diagnósticos ou tratamentos realizados sem dispor de tais dados para decisão.

Outro cenário derivado do atendimento em situação de emergência é a descontinuidade na realização das atividades clínicas. No momento que ocorre uma emergência, por exemplo, o profissional de saúde interrompe a atividade que está realizando e atende à emergência; terminado a emergência, o profissional retoma a atividade anterior. Assim, algumas atividades clínicas são realizadas em etapas de tempo descontínuas, como o caso de medicar ou de avaliar os pacientes internados no hospital.

Essas características dinâmicas das atividades clínicas não foram adequadamente tratadas nos requisitos dos sistemas de informação hospitalares (ver item 2.2) disponíveis. Na computação, atualmente, é o usuário que deve se adaptar ao sistema informatizado, dominar a tecnologia e se tornar um usuário que sabe utilizar o sistema adequada e eficientemente. Na área clínica, a forma como os profissionais realizam suas atividades não deve ser adaptada à forma como os sistemas funcionam, e sim, o contrário.

2.2 Tipos de Sistemas Hospitalares

O prontuário em papel é utilizado há muito tempo pela medicina e tem como objetivo registrar as informações de saúde do paciente e os cuidados prestados a ele pelos profissionais de saúde [6]. Nos últimos anos tem aumentado o interesse dos governos na adoção de sistemas de informação nos hospitais para registro de informações e procedimentos. Dentre os tipos de sistemas existentes podem-se citar:

- Prontuário Eletrônico do Paciente (PEP): é a versão digital do prontuário em papel. Cada instituição mantém sua base de dados em formato proprietário, sem preocupação com interoperabilidade ou unificação dos dados. Esse cenário gera inconsistência de dados, redundância de informações e de realização de exames, entre outros danos;
- Sistema de Informação/Gestão Hospitalar (EHR): gerencia a parte administrativa do hospital (leitos ocupados, nutrição, almoxarifado, etc.), sendo o PEP um dos módulos do sistema;
- Registro Eletrônico de Saúde (EHS): apresenta a mesma proposta do PEP, armazenar informações, mas sem o problema de inconsistência ou redundância de dados, pois mantém todo o histórico de saúde da vida do paciente disponível para acesso a quem está autorizado para tal; o paciente é o dono de suas informações e participa no cuidado de sua saúde [7].
- Registro Pessoal de Saúde: apresenta o enfoque do paciente, que é o responsável pela inserção e
 gerenciamento de suas informações. O paciente pode compartilhar seus dados de saúde com
 quem desejar. Esta proposta de sistema surgiu nos últimos anos e as empresas Google
 (www.google.com/health) e Microsoft (http://www.healthvault.com) disponibilizam ao público
 geral este tipo de servico de armazenamento de dados de saúde.

Desde sua criação até os dias atuais, os sistemas de informação hospitalares focam a parte administrativo-financeira, na visão do paciente ou na simples manutenção dos dados em uma base, sem preocupação com a realização das atividades clínicas. Este artigo apresenta uma arquitetura que (i) mantém todo o histórico de saúde do paciente acessível para qualquer instituição de saúde autorizada onde o paciente for atendido e para ele mesmo; (ii) é adaptada às atividades realizadas pelos profissionais de saúde, auxiliando os profissionais durante a realização do seu trabalho; (iii) é adaptada ao contexto, usando informações do ambiente para adaptação das informações às necessidades do profissional.

3 Tecnologias Derivadas da Proposta de Computação Ubíqua

A Computação Ubíqua foi proposta por Mark Weiser [4] como um novo paradigma da computação, no qual milhares de recursos computacionais, totalmente integrados ao ambiente real, colaboram entre si para auxiliar o usuário na realização de suas atividades diárias, sem que este perceba, conscientemente, o uso da computação (invisibilidade). Nesse cenário, o usuário não é mais o responsável pela instalação, configuração e funcionamento dos sistemas informatizados, mas simplesmente utiliza os recursos/dispositivos focando na realização de sua atividade.

A partir da proposta de Weiser, surgiram outros conceitos que utilizam a tecnologia dos dispositivos móveis e redes sem fio. A Computação Pervasiva [8] é um exemplo. Proposta em 1998 pela IBM, prevê um ambiente impregnado de dispositivos, no qual o usuário tem acesso às informações e recursos computacionais

em qualquer local (*any where*), qualquer hora (*any time*) e com qualquer dispositivo (*any device*). Na última década, a Google propôs o termo Computação nas Nuvens (*Cloud computing*) [9], significando que o usuário tem apenas um terminal de acesso para os recursos e serviços computacionais, que ficam distribuídos em uma espécie de "nuvem" computacional (internet). O usuário não se preocupa com a instalação ou configuração de sistemas ou hardware; a "nuvem de computadores" fica responsável por armazenar informações e disponibilizar serviços computacionais ao usuário.

Outra linha de pesquisa baseada no usuário com propostas convergentes à Computação Ubíqua é a Computação Orientada a Atividades (*Activity-Based Computing*). Foi proposta inicialmente por Bardram [10] a partir da observação de que, para a realização de uma atividade simples, o profissional de saúde necessitava iniciar diversas aplicações, navegar pela interface procurando pelas informações desejadas, dentre outras coisas não diretamente relacionadas à atividade clínica em si. Nesse cenário, propôs que a computação fosse orientada a atividades, não a processos e dados, como é realizado atualmente. Ao invés de compor sistemas com interfaces e formulários voltados à base de dados e aos processos, os sistemas deveriam ser construídos em torno das atividades realizadas pelos profissionais. É o sistema que deve, automaticamente, iniciar as aplicações e buscar os dados necessários.

As pesquisas atualmente se voltam para uma segunda geração da Computação Ubíqua, focando na construção de arquiteturas que possibilitem a construção de aplicações centradas nas atividades diárias do usuário [3], diferindo da primeira geração, que focou em disponibilizar plataformas computacionais de gerenciamento do ambiente.

4 Arquitetura ClinicSpaces

O projeto ClinicSpaces surgiu da análise da forma como os sistemas de informação hospitalares foram desenvolvidos, sem levar em consideração as características inerentes ao dinamismo desses ambientes. Acreditase que a distância entre como o usuário realiza suas atividades e como a modelagem dessas é realizada nos atuais sistemas de informação é a fonte da alta rejeição dos profissionais de saúde (chegando, em alguns casos, a níveis de boicote) à utilização desses sistemas. No projeto propõe-se a utilização de conceitos e tecnologias de Computação Ubíqua que visam tornar a computação invisível ao usuário, permitindo o foco na realização da sua atividade, não na utilização do sistema em si, para reduzir a rejeição e torná-los mais integrados aos ambientes hospitalares.

Tem-se como objetivo construir um protótipo de uma ferramenta que auxilie o profissional de saúde na realização de suas atividades. Uma proposta é a adaptação das aplicações às informações de contexto, capturadas do ambiente, de forma pró-ativa em prol do usuário, possibilitando que o sistema se adapte à situação apresentada sem a intervenção direta do usuário. A pró-atividade e a personalização são equilibradas para que o sistema reflita a forma individualizada como cada profissional realiza a atividade. Assim, espera-se que o clínico se sinta mais confortável ao utilizar o sistema, pois lhe será dada a oportunidade de controle e adequação às suas necessidades.

As atividades realizadas pelos clínicos foram decompostas no conceito de tarefas (refletem as ações do clínico com suporte computacional), as quais são auxiliadas por aplicações e seguem a forma particular de cada indivíduo realizá-las (personalização). Tarefas simples são compostas por subtarefas (refletem as operações básicas do sistema – aplicações Java disponibilizadas para composição das tarefas pelo clínico) e, quando agrupadas, formam uma tarefa composta, que segue um fluxo de execução (workflow) [5]. Essa modelagem dá às tarefas as características de decomposição, recombinação e reúso. A Figura 1 ilustra essa organização.

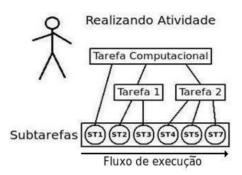


Figura 1. Conceito de tarefas na arquitetura ClinicSpaces

A arquitetura ClinicSpaces, ilustrada na Figura 2, registra as tarefas programadas, reconhece o contexto e controla o fluxo de execução das mesmas. Para programar as tarefas, o clínico utiliza a Interface de Edição de Tarefas [11]. A arquitetura controla o fluxo de execução e a aquisição automática das informações [12]. O middleware EXEHDA [13] (http://www.inf.ufrgs.br/~exehda), para gerenciamento de ambientes pervasivos, foi utilizado como base para a arquitetura ClinicSpaces. Este foi modificado para permitir a Orientação a Atividades [14]. O Exehda possibilita às tarefas interrupção (tarefas podem ser interrompidas e retomadas posteriormente), contextualização (tarefas podem estar associadas a um contexto ou receber a associação dinamicamente), mobilidade e adaptação (tarefas devem migrar e se adaptar às diferentes características do ambiente de forma a acompanhar o usuário (semântica siga-me) [15]). Maiores detalhes da arquitetura estão disponíveis na referência [14].

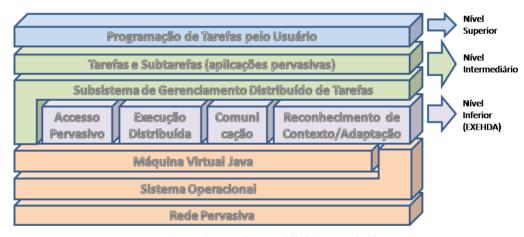


Figura 2. Arquitetura ClinicSpaces [14]

Para prova de conceito modelaram-se algumas tarefas realizadas pelos profissionais clínicos. Foram selecionadas 11 tarefas realizadas com mais frequência, a partir dos resultados do trabalho de Laerum e Faxvaag [16] num levantamento para identificar atividades clínicas e a frequência com que eram realizadas. No sistema ClinicSpaces, os usuários clínicos podem construir novas tarefas, conforme a forma individualizada com que realizam suas atividades a partir das 11 tarefas mínimas, das subtarefas que as compõem e das tarefas já criadas por eles. O Quadro 1 apresenta as 11 tarefas mínimas.

- 1. Revisar os problemas do paciente
- 2. Procurar informações específicas em registros do paciente
- 3. Obter os resultados de novos testes ou investigações
- 4. Adicionar notas diárias sobre as condições do paciente
- 5. Requisitar análises clínicas em laboratórios bioquímicos
- 6. Obter resultados de exames clínicos
- 7. Requisitar raios-X, ultra-som e tomografias computadorizadas

- 8. Obter resultados de raios-X, ultra-som e tomografías computadorizadas
- 9. Requisitar tratamentos
- 10. Escrever Prescrições
- 11. Registrar códigos para diagnósticos ou procedimentos executados

Quadro 1. Tarefas Mínimas da Arquitetura ClinicSpaces

Em termos de modelagem, cada tarefa é composta por subtarefas, como ilustra a Figura 3. A tarefa 1 - Revisar os Problemas do Paciente é composta por quatro subtarefas, enquanto a tarefa 10 - Escrever Prescrições é composta por três subtarefas. As duas primeiras subtarefas de ambas as tarefas (A, B, E, F) são de identificação automática (baseada no reconhecimento do contexto) e as subtarefas restantes (C, D, G) são aplicações do sistema eletrônico de saúde pervasivo, pEHS. A Figura 3 apresenta também a sequência na qual as subtarefas são executadas quando o profissional de saúde realiza sua atividade: A, B, C, D, E, F e G.

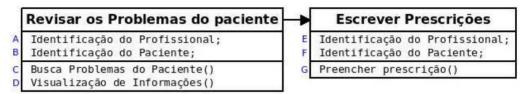


Figura 3. Tarefas e sua composição por subtarefas

Para possibilitar esse cenário, a proposta inicial da arquitetura ClinicSpaces considerava a existência de um sistema EHR que poderia ser adaptado para integrar a arquitetura. Estudos posteriores indicaram a inviabilidade dessa solução [17]. Assim, tornou-se necessário modelar um sistema de informação adequado para tratar os requisitos da arquitetura ClinicSpaces. Esse sistema, chamado pEHS – pervasive Electronic HealtCare System, é descrito a seguir.

5 Arquitetura pEHS

Para a proposta do sistema pEHS foram consideradas como características principais: (i) adaptação às atividades do profissional de saúde, possibilitando o auxílio no dia a dia; (ii) adaptação à mobilidade do profissional na instituição; (iii) adaptação ao contexto do ambiente (dispositivo, tempo, localização, usuário, etc.), possibilitando a personalização dos resultados de buscas; (iv) manutenção do todo histórico de saúde do paciente, para que o profissional tenha acesso a todas as informações relevantes para realização de seu trabalho, com maior precisão.

Tendo definido os requisitos necessários, foi elaborada uma proposta de arquitetura com as características necessárias ao sistema descrito a seguir.

5.1 Arquitetura do Sistema pEHS

Para que o pEHS fosse adaptado às atividades dos profissionais de saúde foi necessária a construção do mesmo como um conjunto de aplicações correspondentes às subtarefas da arquitetura ClinicSpaces. Cada aplicação do pEHS executa funções específicas no sistema, tais como a busca dos últimos exames, a inserção automática de dados coletados por sensores ou a inserção de uma prescrição médica. As tarefas podem ser construídas utilizando somente uma ou várias dessas aplicações. A estrutura das aplicações pode ser visualizada na Figura 4, no quadro 3. Devido ao middleware EXEHDA dar suporte à migração das aplicações do usuário pelo ambiente pervasivo, o pEHS foi desenvolvido utilizando esses recursos preexistentes; assim, cada tarefa do ClinicSpaces e as aplicações pEHS por ela utilizadas são capazes de acompanhar o movimento do usuário no ambiente.

Para tornar o pEHS sensível ao contexto foi necessário identificar, inicialmente, quais elementos de contexto influenciavam no comportamento das tarefas do usuário. Esses elementos são: Tempo, Sala, Dispositivo, Profissional e Paciente. Após, foi definida a integração das aplicações pEHS com o módulo de

contexto do ClinicSpaces, que é ilustrado na Figura 4, quadro 1. O SGCT (Sistema Gerenciador de Contexto de Tarefas) recebe uma requisição da tarefa solicitando informações sobre as entidades do contexto; então, automaticamente, identifica os pacientes, dispositivos, sala, etc. existentes no ambiente (essa identificação pode ser feita através de RFIDs, por exemplo) gerenciada pelo subsistema de Reconhecimento de Contexto do EXEHDA. Após a identificação, mais informações sobre as entidades de contexto são buscadas em uma base de dados interna no centro de saúde, onde estão descritos atributos da sala (se é uma sala de cirurgia, um corredor, entre outros), dispositivo (capacidade de processamento, tamanho de tela, etc.), pacientes, etc. Somente após juntar todas as informações (do ambiente/sensores e da base de dados) essas são enviadas para a tarefa iniciar sua execução. Dessa forma, as aplicações pEHS se adaptam ao contexto do ambiente. A adaptação é feita de forma estática, ou seja, para cada informação do elemento de contexto deve ser programada a reação da aplicação. As aplicações podem também acessar diretamente o SGCT para possibilitar o monitoramento de sinais vitais do paciente, por exemplo.

Para o acesso ao histórico de saúde do paciente (Base de Dados PEP), considera-se a existência de uma base de dados externa ao hospital, onde ficam armazenadas as informações de saúde de toda vida do paciente. As instituições de saúde têm acesso aos dados do paciente, mantendo-os sempre atualizados e acessíveis, independentemente em qual instituição o paciente se encontra. Como mostrado no quadro 4 da Figura 4, toda vez que as aplicações pEHS necessitam acessar ou gravar dados do paciente, a base de dados externa é acessada. Como características, essa base de dados deve estar sempre acessível, ser tolerante a falhas, gerenciar o acesso às informações, possibilitar rastreabilidade (para identificar quem alterou as informações), entre outras.

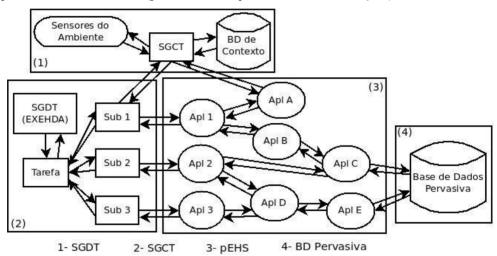


Figura 4. Integração pEHS com demais componentes ClinicSpaces

5.2 Protótipo Desenvolvido para Prova de Conceito

Um protótipo foi desenvolvido com o objetivo de analisar e avaliar o comportamento adaptativo da arquitetura proposta.

5.2.1 Configuração do Ambiente

O middleware EXEHDA e a arquitetura ClinicSpaces foram desenvolvidos utilizando a plataforma Java, da mesma forma que o pEHS. Primeiramente, foi implementada a integração com os outros módulos da arquitetura ClinicSpaces (SGCT, SGDT) e, após, as aplicações pEHS para um estudo de caso. Foi modelada a tarefa do profissional de saúde ilustrada na Figura 2 ("Atendimento ao Paciente"), composta por duas tarefas mínimas "Revisar Problemas do Paciente" e "Escrever Prescrição". Como pode ser visualizado na Figura 3, a composição da tarefa apresenta subtarefas de busca, visualização e inserção, que são os tipos de subtarefas mais comuns nas 11 tarefas mínimas. Apesar da simplicidade da tarefa adotada no estudo de caso, ela exemplifica o funcionamento de grande parte das aplicações pEHS. Para cada tarefa e subtarefa foram definidos quais e como os elementos do contexto influenciavam seu comportamento. Também foi necessária a criação de um arquivo associado à subtarefa de busca contendo as opções de dados que o usuário deseja visualizar, podendo, assim,

personalizar a tarefa para que ela retorne apenas os dados que são relevantes para aquela situação. Para o estudo de caso foi considerado que o profissional de saúde desejaria visualizar apenas os problemas/sintomas do paciente.

Para simular a base de dados de saúde, contendo o histórico do paciente, foi utilizando o Google Health (www.google.com/health). O Google Health é um sistema pessoal de saúde no qual o paciente gerencia suas informações e as compartilha. As aplicações conectam-se à base de dados do Google, que segue a proposta de Cloud Computing [9], para obter e inserir informações, que são formatadas através do padrão CCR (Continuity of Care Record) [18], permitindo a interoperabilidade de dados entre diversos sistemas de saúde. O Google Health adota em sua proposta a visão do paciente relativo aos seus dados de saúde; porém, como a proposta deste trabalho é a construção de um sistema com a visão do profissional de saúde, o ideal seria a construção de uma base de dados com essa mesma proposta.

Definidas as funcionalidades das aplicações e desenvolvido o ambiente para a construção da arquitetura, foram desenvolvidas as aplicações pEHS que as tarefas do estudo de caso utilizam. Também foram definidos casos de teste para avaliar a adaptação do sistema ao contexto. Diferentes conjuntos de valores para o contexto do ambiente foram definidos, variando o estado da sala e o dispositivo utilizado. A Tabela 1 ilustra as combinações para os casos de teste e o comportamento do sistema.

	-	a , .	1 r	
I a ha	0	Cenários	de	Lacta

Cenário	Sala: número de pessoas	Dispositivo: recursos	Dispositivo: tipo	Sistema: Comportamento
<u>C1</u>	2	Normal	Privado	Sem restrição
C2	2	Limitado	Privado	Restringe busca
C3	12	Normal	Público	Restringe exibição

A Figura 5 mostra o resultado da execução da primeira tarefa mínima criada pelo usuário, "Revisar os Problemas do Paciente", no cenário C1, onde o dispositivo é privado (somente o profissional visualiza as informações) e não possui restrições de recursos (de processamento ou de tela, por exemplo). Neste caso, os dois sintomas do paciente existentes na base de dados são exibidos.



Figura 5. Tela de execução da primeira tarefa mínima

A Figura 6 mostra o formulário para preenchimento da prescrição, execução da segunda tarefa no cenário C1, onde o profissional de saúde pode inserir a prescrição.



Figura 6. Tela de execução da segunda tarefa

No cenário C2, onde o dispositivo utilizado pelo profissional tem capacidade de processamento limitada, a tarefa de busca e visualização retorna ao usuário apenas um único sintoma (número criado apenas para teste de adaptação). Na Figura 7 é apresentada a tela de execução da primeira tarefa.



Figura 7. Execução da primeira tarefa na presença de contexto

Em outro cenário de teste (C3), onde o dispositivo utilizado é público (visível para várias pessoas, como um telão) e há mais pessoas na sala além do profissional e do paciente, a aplicação de visualização não permite a visualização dos dados e a aplicação de prescrição não permite que o usuário digite informações. Na Figura 8 é apresentada a tela de execução da segunda tarefa, onde o contexto informava que o dispositivo utilizado é público (visível a todos os presentes na sala) e existiam mais pessoas na sala além do médico e do paciente. A aplicação de prescrição impede que o profissional digite as informações, que podem ser sigilosas, na presença de terceiros.



Figura 8. Execução da segunda tarefa na presença de contexto

O comportamento das aplicações nos diferentes cenários de teste foi predefinido para testar a capacidade de adaptação do pEHS ao contexto do ambiente. Cenários mais complexos podem ser definidos e também as regras de restrição ao conteúdo e critérios de busca podem utilizar diferentes elementos de contexto.

6 Trabalhos Relacionados

O projeto WobileWard [19][20] foi realizado no hospital Frederikshavn (Dinamarca) para avaliação da usabilidade do sistema hospitalar da IBM IPJ 2.3, em uso pelo hospital. Para sanar os problemas de usabilidade identificados (mobilidade, complexidade e relação com as atividades) foi desenvolvido um módulo móvel para o sistema, chamado de Mobileward. Além do (i) suporte às atividades móveis para resolver o problema de mobilidade, o sistema também apresentava as características de (ii) adaptação ao contexto (localização, tempo e tarefa), relacionada ao problema de complexidade, e (iii) integração com o Prontuário Eletrônico do Paciente. Após uma nova avaliação, os pesquisadores concluíram que sistemas com características móveis e com noção de contexto auxiliam o profissional de saúde na realização de suas atividades, e a construção de aplicações deste tipo traz, ao mesmo tempo, soluções e novos problemas, como os relativos ao transporte de dispositivos móveis e à imprevisibilidade, por parte dos clínicos, quanto à adaptação automática do contexto. Os problemas de usabilidade apresentados ilustram o tipo de problema enfrentado na área médica, e as soluções apresentadas mostram que a Computação Ubíqua é um dos caminhos para tornar os sistemas computacionais mais adequados a essa área. Apesar de avaliar um sistema hospitalar similar a um prontuário do paciente, a pesquisa não analisa nem propõe melhorias ou modificações para as características mais específicas que esse tipo de sistema apresenta.

Dentre os projetos de Computação Ubíqua aplicada à área da saúde, o projeto ABC (Activity-based Computing) [10][21] destaca-se com a proposta da adoção da Computação Baseada em Atividades para aproximar a computação do trabalho realizado pelo profissional de saúde. Nesse projeto, desenvolveu-se o Framework ABC, que provê uma infraestrutura de execução de serviços que suporta características inerentes ao trabalho dos profissionais clínicos. Assim, os serviços podem ser inicializados, suspensos, armazenados, retomados em qualquer dispositivo computacional, em qualquer instante de tempo, encaminhado para outros usuários e compartilhado entre diversos usuários. Além disso, a execução dos serviços é adaptável de acordo com o contexto dos usuários. O projeto construiu uma ferramenta (API) que permite aos desenvolvedores construírem aplicações orientadas a atividades tendo suporte a mobilidade, interrupções, atividades paralelas, cooperação e consciência de contexto para a concepção e consciência de contexto.

Muitas das ideias apresentadas por esses projetos influenciaram na proposta da arquitetura ClinicSpaces, principalmente o projeto ABC, que norteou a definição de conceitos relativos a tarefas para a área da saúde. O grande diferencial do projeto ClinicSpaces é a centralização no profissional de saúde, possibilitando-lhe a personalização de suas tarefas, no momento de sua criação, e o controle delas, no momento que estão sendo executadas, permitindo pausá-las, retomá-las e migrá-las durante a realização de seu trabalho. Outra característica do projeto é o equilíbrio entre a pró-atividade do sistema, realizado pela da análise e adaptação ao contexto, e o controle do profissional de saúde sobre a programação e execução de suas tarefas. A Tabela 2 ilustra essas comparações.

Tabela 2. Trabalhos Relacionados

Trabalhos	Mobilidade	Contexto	Atividades	Personalização	BD pervasivo
MobiWard	X	X			
ABC	X	X	X		
pEHS	X	X	X	X	X

A contribuição deste trabalho é uma proposta de arquitetura para sistemas de informações de toda vida de saúde do paciente adaptado à proposta de Computação Orientada a Atividades e Computação Ubíqua. Para o projeto considerou-se o enfoque nas atividades do profissional de saúde e as características das mesmas. A arquitetura proposta permite que as aplicações do sistema pEHS se adaptem às tarefas dos profissionais e que estas reajam às informações de contexto, adaptando-se sem necessidade de intervenção do usuário. O sistema permite que o profissional personalize as aplicações informando quais tipos de dados deseja acessar para a realização de suas tarefas. A proposta de armazenamento dos dados de saúde em um servidor central acompanha as propostas emergentes, possibilitando que o profissional tenha acesso a todo histórico de informações do paciente, possibilitando que dados relevantes para o trabalho do profissional clínico estejam acessíveis. Esperase com essas características que os sistemas computacionais hospitalares causem menos impacto na forma como as atividades clínicas são realizadas e, consequentemente, sofram menos rejeição dos profissionais de saúde.

7 Conclusão

A Computação Ubíqua é uma área emergente, que nos últimos anos tem se desenvolvido muito em termos de pesquisa, principalmente em razão da possibilidade de simulação de ambientes pervasivos que as novas tecnologias disponibilizam e ao novo enfoque dado ao usuário como centro da computação. Existe grande demanda ainda em definir e projetar como esses ambientes e as aplicações nele inseridas irão funcionar.

A área clínica pode ser beneficiada por este paradigma com a construção de sistemas voltados para o profissional de saúde, adaptando os sistemas à forma como as atividades são realizadas. O projeto ClinicSpaces tem como proposta desenvolver uma ferramenta-protótipo para auxílio do profissional de saúde na realização de suas atividades, buscando com isso (i) diminuir a diferença entre como os sistemas são construídos atualmente e como os profissionais da área realizam individualmente suas atividades e, consequentemente, (ii) reduzir a rejeição da adoção de sistemas computacionais em ambientes hospitalares.

Este artigo, no escopo da arquitetura ClinicSpaces, apresenta a arquitetura do sistema pEHS, Sistema Eletrônico de Saúde Pervasivo, cujas principais características são: (i) manutenção dos dados do histórico de saúde do paciente em uma base de dados pervasiva, (ii) adaptação às atividades do profissional de saúde; (iii) personalização pelo profissional utilizando técnicas de programação pelo usuário final e (iv) sensibilidade às informações de contexto do ambiente. A principal contribuição do trabalho é a proposta de um sistema de acesso pervasivo/ubíquo às informações de saúde do paciente que leva em consideração as atividades realizadas pelos profissionais de saúde. O protótipo desenvolvido permite a adaptação ao contexto, a personalização dos dados de busca, o armazenamento pervasivo dos dados e é adaptado às tarefas definidas pela arquitetura ClinicSpaces.

Como trabalhos futuros, o protótipo será apresentado para um grupo pequeno de profissionais da área médica para validação, a fim de, com base nas sugestões e críticas, realizar novas modificações ou aprimoramentos.

Referências

- [1] MILLER, R.; Sim, I. Physicians' Use Of Electronic Medical Records: Barriers And Solutions. In: Health Affairs, 2004, 23, no. 2. p 116-126.
- [2] JHA, A.; DESROCHES, C.; CAMPBELL, E.; DONELAN, K.; RAO, S.; FERRIS, T; SHIELDS, A.; ROSENBAUM, S.; BLUMENTHAL, D. The Use of Electronic Health Records in U.S. Hospitals. In: New England Journal of Medicine. 2009, 360:1628-1638.
- [3] AUGUSTIN, I.; LIMA, J.; YAMIN, A. Computação Pervasiva: como Programar Aplicações. In: X Simpósio Brasileiro de Linguagens de Programação, 2006, (SBLP).
- [4] WEISER, M. The Computer of 21st Century, In: Scientific American, 1991, p 3-11.
- [5] FERREIRA, G.; LIBRELOTTO, G.; AUGUSTIN, I. Middleware for management of end-user programming of clinical activities in a pervasive environment. In: **Workshop on Middleware for Ubiquitous and Pervasive Systems**, 2009, WMUPS.
- [6] DICK, R.; STEEN, E; DETMER, D. The Computer-based Patient Record: An Essential Technology for Health Care. Washington, **DC: National Academy Press**, 1997.
- [7] IAKOVIDIS, I. Towards personal health record: current situation, obstacles and trends in implementation of electronic healthcare record in Europe. **In: International Journal of Medic Informatics**, 1998, p 105-115.
- [8] MCCANN, J.; PARASHAR, M.; RANA, O.; FOSCHINI, L.; KINDBERG, T. Is cloud computing essential to the future of pervasive services? In Proceedings of the 2009 international Conference on Pervasive Services. 2009. ICPS '09. ACM, New York, NY, p147-148.
- [9] DELIC, K.; WALKER, M. Emergence of the Academic Computing Clouds. In: Ubiquity, 2008, p 1-1.

- [10] BARDRAM, J.; CHRISTENSEN, H. Pervasive Computing Support for Hospitals: An overview of the Activity-Based Computing Project," In: IEEE Pervasive Computing, 2007, p. 44-51.
- [11] SILVA, F. ClinicSpace: Modelagem de uma Ferramenta-Piloto para Definição de Tarefas Clínicas em dicionando ao Middleware Exehda o Suporte a Aplicações Orientadas a Atividades Humanas. 2009. Dissertação (Mestrado em Computação) Programa de Pós-Graduação em Informática Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- [12] RIZZETTI, T. A. Um Ambiente de Contexto Personalizado e Orientado a Tarefas na Arquitetura ClinicSpace. 2009. Dissertação (Mestrado em Computação) Programa de Pós-Graduação em Informática Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- [13] YAMIN, A.; AUGUSTIN, A.; SILVA, L.; REAL, R.; SCHAEFFER, A. GEYER, C. EXEHDA: adaptive middleware for building a pervasive grid environment. In Frontiers in Artificial Intelligence and Applications Self-Organization and Autonomic Informatics (I), Volume 135, 2005. Edited by Hans Czap, Rainer Unland, Cherif Branki, Huaglory Tianfield. IOS Press. ISBN 1-58603-577-0. pg 203-219.
- [14] FERREIRA, G. Adicionando ao Middleware Exehda o Suporte a Aplicações Orientadas a Atividades Humanas. 2009. Dissertação (Mestrado em Computação) Programa de Pós-Graduação em Informática Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- [15] AUGUSTIN, I.; YAMIN, A.; SILVA, L.; REAL, R.; FRAINER, G.; GEYER, C. ISAMadapt: Abstractions and Tools for Designing General-Purpose Pervasive Applications. In: **Software, Practice & Experience** Special Issue "Auto-adaptive and Reconfigurable Systems", Wiley InterScience "SP&E" journal. 2006, n. 12 v. 36.
- [16] LAERUM, H.; FAXVAAG, A. Task-oriented evaluation of electronic medical records systems: development and validation of a questionnaire for physicians. In: BMC Medical Informatics and Decision Making, 2004, p. 1-16.
- [17] VICENTINI, C. pEHS: Arquitetura de um Sistema Pervasivo de Informação em Saúde Orientado às Atividades Personalizadas pelo Usuário Clínico. 2010. Dissertação (Mestrado em Computação) Programa de Pós-Graduação em Informática Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- [18] ASTM International (ASTM), ASTM E2369-05 Standard Specification for Continuity of Care Record (CCR). Disponível em: http://www.astm.org/Standards/E2369.htm, acessado em novembro de 2009. DOI: 10.1520/E2369-05-05E01.
- [19] SKOV, M.; KØEGH, R. Supporting Information Access in a Hospital Ward by a Context-Aware Mobile Electronic Patient Record. In: Personal Ubiquitous Computing. Vol 10. Issue 4, 2006, p 205-214.
- [20] KJELDSKOV, J.; SKOV, M. Exploring context-awareness for ubiquitous computing in the healthcare domain. In: Personal Ubiquitous Computing. Vol 11. No 7, 2007, p 549-562.
- [21] BARDRAM, J.; CHRISTENSEN, H. Pervasive Computing Support for Hospitals: An overview of the Activity-Based Computing Project. **IEEE Pervasive Computing**, vol. 6, issue 1, 2007, p. 44-51, 2007.