

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA**

**PEHS: ARQUITETURA DE UM SISTEMA PERVASIVO
DE INFORMAÇÃO EM SAÚDE ORIENTADO ÀS
ATIVIDADES PERSONALIZADAS PELO USUÁRIO
CLÍNICO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Caroline Fighera Vicentini

**Santa Maria, RS, Brasil
2010**

**PEHS: ARQUITETURA DE UM SISTEMA
ELETRÔNICO DE SAÚDE PERVASIVO ORIENTADO
ÀS ATIVIDADES DO USUÁRIO CLÍNICO**

por

Caroline Fighera Vicentini

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Computação do Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGI), Área de Concentração em Computação, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Computação**

Orientadora: Prof.^a Iara Augustin

Santa Maria, RS, Brasil

2010

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Informática**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**PEHS: ARQUITETURA DE UM SISTEMA ELETRÔNICO DE SAÚDE
PERVASIVO ORIENTADO ÀS ATIVIDADES DO USUÁRIO CLÍNICO**

elaborada por
Caroline Fighera Vicentini

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Computação

COMISSÃO EXAMINADORA:

Iara Augustin, Dra.
(Presidente/Orientadora)

Solange Cristina da Silva Martins Hoelzel, Dra. (UNIFRA)

Roseclea Duarte Medina, Dra. (UFSM)

Santa Maria, 26 de Abril de 2010.

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Informática
Universidade Federal de Santa Maria

PEHS: ARQUITETURA DE UM SISTEMA ELETRÔNICO DE SAÚDE PERVASIVO ORIENTADO ÀS ATIVIDADES DO USUÁRIO CLÍNICO

Autor: Caroline Fighera Vicentini

Orientadora: Iara Augustin

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 26 de Abril de 2010

Apesar das grandes vantagens existentes na adoção de sistemas computacionais para armazenamento das informações do paciente em ambientes hospitalares, tais sistemas são adotados com restrições em hospitais. Estudos indicam que a rejeição destes pelos clínicos é grande devido à computação não levar em consideração as características das atividades desempenhadas pelo usuário e sua forma particular de o fazê-lo. Tendo em vista essa necessidade, o projeto ClinicSpace tem por objetivo prototipar uma ferramenta para auxílio ao profissional de saúde na realização de suas atividades, utilizando conceitos e tecnologias da Computação Ubíqua, a qual propõe que a computação deve ser totalmente integrada ao ambiente de forma a desaparecer da consciência do usuário e auxiliá-lo na realização de suas atividades diárias. Este trabalho propõe uma arquitetura chamada pEHS – Pervasive Electronic Healthcare System – sistema eletrônico de saúde inserido na proposta do ClinicSpace, onde a computação é orientada a atividades clínicas e as aplicações interagem com o ambiente ubíquo através das informações de contexto. A contribuição deste trabalho é uma proposta nova de arquitetura de software na qual as aplicações modulares do pEHS acompanham as atividades médicas, fazendo com que o sistema adapte-se às atividades do profissional. Destacam-se dois pontos da arquitetura: a possibilidade de acesso a qualquer informação do histórico de saúde do paciente e a adaptação das aplicações pEHS às informações de contexto em tempo de execução. A arquitetura prototipada será utilizada no andamento do projeto ClinicSpace para a construção das aplicações necessárias aos profissionais de saúde para a realização de suas atividades de forma personalizada.

Palavras-chave: computação pervasiva; computação ubíqua; sistema hospitalar; pEHS; computação orientada a atividades; tarefas clínicas.

ABSTRACT

Master's Dissertation
Post-Graduate Program in Informatics
Federal University of Santa Maria

PEHS: ARQUITETURA DE UM SISTEMA ELETRÔNICO DE SAÚDE PERVASIVO ORIENTADO ÀS ATIVIDADES DO USUÁRIO CLÍNICO

Author: Caroline Fighera Vicentini

Advisor: Iara Augustin

Santa Maria, April, 26st, 2010

In despite of the great advantages of adopting computer systems for storing patient's information in hospitals and clinics, such systems are adopted with restrictions in these institutions. Some studies indicate that the rejection of such systems by the clinicians is great due to computing not considering the particularities of the activities performed by the user in the clinical field. Considering this background, the project ClinicSpace aims to build a prototype tool to help health professionals in performing of their activities, using concepts and technologies of ubiquitous computing, which suggests that the computation must be fully integrated into the environment, disappearing from the user's consciousness and assisting him in their daily activities. This paper proposes an architecture called pEHS - Pervasive Electronic Healthcare System - a electronic health system inserted in the ClinicSpace's proposal, where the computing is oriented to clinical activities and the applications do interact with the ubiquitous environment through context information. The contribution of this paper is the proposal of a new software architecture in which pEHS modular applications follows the medical activities, making the system to adapt to the clinician's activities. In the architecture there are two points in evidence: the possibility of access to any information from the patient's health history and the adaptation of pEHS applications to the context information at runtime. The prototyped architecture will be used in the ClinicSpace project to build the applications needed for the clinicians helping them to carry out their activities.

Key-words: pervasive computing; ubiquitous computing; healthcare system; pEHS; activity based computing; clinical tasks.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Relação existente entre Atividades, Tarefas e Subtarefas | 30 |
| Figura 2 - Arquitetura para programação e gerenciamento de tarefas [Fonte: (FERREIRA, 2009)] | 31 |
| Figura 3 – Relacionamento entre os componentes que compõem o sistema proposto. [Fonte: (SILVA, 2009)] | 32 |
| Figura 4- Máquina de estado para as tarefas [Fonte: (FERREIRA, 2009)] | 34 |
| Figura 5 – Exemplo de tarefa com as subtarefas que a compõem. [Fonte: (SILVA, 2009)] | 38 |
| Figura 6 – Exemplo de fluxo de execução. [Fonte: (SILVA, 2009)] | 39 |
| Figura 7 - Subsistema de Gerenciamento Distribuído de Tarefas [Fonte: (FERREIRA, 2009)] | 41 |
| Figura 8 - Armazenamento de dados para o pEHS..... | 51 |
| Figura 9 – Separação do ClinicSpace em dados, processos e atividades | 53 |
| Figura 10 – Adaptação às atividades..... | 54 |
| Figura 11 – Estrutura pEHS – visão interna | 54 |
| Figura 12 – Interação pEHS com contexto | 59 |
| Figura 13- 24 Tarefas clínicas e as 11 mínimas [Traduzido de (LÆRUM; FAXVAAG, 2004)] | 60 |
| Figura 14 – Exemplo de Tarefa com as subtarefas que a compõem | 63 |
| Figura 15 – Exemplo de fluxo de execução | 63 |
| Figura 16 – Diagrama de seqüências do funcionamento do protótipo. | 67 |
| Figura 17 – Criação da tarefa de atendimento ao paciente. [Fonte: (SILVA, 2009)] | 71 |
| Figura 18 – Edição de parâmetros de busca de dados do paciente. [Adaptado de: (SILVA, 2009)] | 72 |
| Figura 19 – Fluxo da tarefa “Atendimento ao Paciente” | 72 |
| Figura 20 Arquitetura contendo pEHS | 81 |
| Figura 21 - Funcionamento interno do pEHS durante a execução das subtarefas | 82 |
| Figura 22 - Execução da tarefa 1 no cenário1 | 84 |
| Figura 23 - Execução da tarefa 2 no cenário 1 | 85 |
| Figura 24 - Execução da tarefa 1 no cenário 2 | 86 |
| Figura 25 - Execução da tarefa 2 no cenário 2 | 87 |
| Figura 26 - Execução da tarefa 1 no cenário 3 | 88 |
| Figura 27 - Execução da tarefa 2 no cenário 3 | 89 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1 - Vantagens e desvantagens do prontuário em papel e eletrônico [Fonte: (PINTO, 2006, p 7)] | 17 |
| Quadro 2 – Vantagens na utilização do prontuário eletrônico do paciente. [Adaptado de COSTA (2001)] | 18 |
| Quadro 3 – Conjunto mínimo de tarefas | 37 |
| Quadro 4 – 11 Tarefas mínimas e sua composição..... | 62 |
| Quadro 5 - Classificação das tarefas mínimas..... | 64 |
| Quadro 6 - Influência do contexto e parâmetros sobre as tarefas mínimas | 65 |
| Quadro 7 - Estrutura das tarefas mínimas | 66 |
| Quadro 8 – Estrutura de contexto de dispositivo | 74 |
| Quadro 9 – Estrutura de contexto de sala | 75 |
| Quadro 10 - Estrutura interna da tarefa | 76 |
| Quadro 11 - Arquivo XML para representar parâmetros de busca definidos pelo profissional..... | 77 |
| Quadro 12 - Estrutura da tarefa de inserção | 78 |
| Quadro 13 – Soluções Propostas pelos Projetos | 91 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|---------------|--|
| EHR | <i>Electronic Health Record</i> - Registro Eletrônico de Saúde |
| EHRP | Registro Eletrônico de Saúde Pervasivo |
| EXEHDA | <i>Execution Environment for Highly Distributed Applications</i> |
| PEHS | <i>Pervasive Electronic Healthcare System</i> |
| PEP | <i>Prontuário Eletrônico do Paciente</i> |
| SGDT | Subsistema de Gerenciamento Distribuído de Tarefas |
| SGT | Serviço de Gerenciamento de Tarefas |

LISTA DE APÊNDICES

| | |
|---|-----|
| Apêndice A – CCR Utilizado pelo Google | 106 |
|---|-----|

SUMÁRIO

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 11 |
| 1.1 | Problema e Objetivos..... | 12 |
| 1.2 | Organização do Texto..... | 13 |
| 2 | COMPUTAÇÃO UBÍQUA/PERVASIVA NA SAÚDE (Ubi Health)..... | 14 |
| 2.1 | Computação Ubíqua e Pervasiva..... | 14 |
| 2.2 | Sistemas de Informação Hospitalares..... | 15 |
| 2.2.1 | Origem dos Sistemas de Registro Eletrônico do Paciente (PEP)..... | 16 |
| 2.2.2 | Características das Atividades Clínicas..... | 19 |
| 2.2.3 | Tipos de Sistemas de Informação Hospitalares Existentes..... | 22 |
| 2.3 | Projetos de Pesquisa em Computação Ubíqua na Área da Saúde..... | 25 |
| 2.3.1 | Mobiward..... | 25 |
| 2.3.2 | Computação Baseada em Atividades..... | 27 |
| 2.3.3 | Projeto ClinicSpace..... | 28 |
| 3 | PROJETO CLINICSPACE..... | 29 |
| 3.1 | Motivação e Problemas Abordados..... | 29 |
| 3.2 | Arquitetura ClinicSpace..... | 31 |
| 3.3 | Tarefas e seu Funcionamento..... | 33 |
| 3.4 | Conjunto Mínimo de Tarefas..... | 35 |
| 3.5 | Funcionalidades da Arquitetura ClinicSpace..... | 40 |
| 3.6 | Interface Gráfica para Programação e Gerenciamento das Tarefas..... | 46 |
| 3.7 | Do Módulo de Interceptação ao pEHS atual..... | 47 |
| 4 | ARQUITETURA DO SISTEMA PEHS..... | 49 |
| 4.1 | Requisitos Mínimos..... | 49 |
| 4.2 | Arquitetura pEHS..... | 50 |
| 4.2.1 | Armazenamento de Dados de Saúde..... | 50 |
| 4.2.2 | Adaptação às Tarefas e Mobilidade..... | 52 |
| 4.2.3 | Adaptação ao Contexto e Dispositivo..... | 56 |
| 4.3 | Aplicações pEHS..... | 60 |
| 4.4 | Funcionamento do Protótipo..... | 66 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 4.5 | Modificações na Proposta Inicial | 68 |
| 5 | ESTUDO DE CASO | 70 |
| 5.1 | Tarefa Utilizada para Estudo de Caso..... | 70 |
| 5.2 | Definição do Funcionamento das Tarefas Mínimas..... | 73 |
| 5.2.1 | Tarefa “Procurar Informações Específicas no Registro do Paciente” (2) | 76 |
| 5.2.2 | Tarefa “Escrever Prescrições” (10) | 78 |
| 5.3 | Desenvolvimento do Ambiente Necessário para a Execução do Estudo de caso..... | 80 |
| 5.4 | Cenários de Testes | 83 |
| 6 | RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 90 |
| 6.1 | Avaliação Comparativa dos Trabalhos Relacionados..... | 90 |
| 6.2 | Análise dos Casos de Teste..... | 92 |
| 7 | CONCLUSÕES..... | 94 |
| 7.1 | Trabalhos Futuros..... | 95 |
| | Referências..... | 99 |
| | Glossário..... | 105 |
| | Apêndice A – CCR Utilizado pelo Google Health..... | 106 |

1 INTRODUÇÃO

A Computação Ubíqua foi proposta por MARK WEISER (1991) como um novo paradigma onde a computação torna-se invisível para o usuário, possibilitando que este realize suas atividades sem consciência da utilização dos recursos computacionais. Esta nova abordagem propõe que o usuário se dedique à realização de suas tarefas sem se preocupar em como utilizar os recursos computacionais e sem adaptar sua forma de realizar as atividades ao modo como o sistema foi construído. A Computação Ubíqua propõe que a computação deve se adaptar à forma com que o usuário realiza suas atividades cotidianas.

A Computação Ubíqua (ou Computação Pervasiva) é considerada a terceira onda da computação, na qual os diversos dispositivos e recursos (software e hardware) existentes e totalmente integrados no ambiente real comunicam-se entre si pró-ativamente para auxílio ao usuário na realização de suas atividades (SATYANARAYANAN, 2001). Nesse ambiente, o usuário não tem mais o dever de instalar e configurar dispositivos e sistemas, as aplicações do usuário adaptam-se às mudanças do ambiente de acordo com as necessidades do usuário.

Apesar de parecer utopia na época em que foi proposta, atualmente, com o desenvolvimento de tecnologias de rede sem fio, hardware, sensores e dispositivos móveis, o desenvolvimento de projetos de Computação Ubíqua tem aumentado. As primeiras pesquisas de Computação Ubíqua foram direcionadas para a construção de middlewares para gerenciamento de recursos e ambientes pervasivos; atualmente, os estudos focam a construção de aplicações para o usuário que sejam capaz de reagir às informações de contexto do ambiente, de modo pró-ativo (AUGUSTIN; LIMA; YAMIN, 2006).

Observou-se que um problema presente na área de saúde é a rejeição dos sistemas computacionais pelos profissionais de saúde em ambientes dinâmicos como hospitalares, mesmo com as vantagens existentes na sua utilização (JHA et al, 2009). Um dos possíveis motivos dessa rejeição são as características dinâmicas inerentes às atividades clínicas, onde o profissional necessita locomover-se constantemente, trocar informações com outros profissionais, diagnosticar e prescrever rapidamente com base em informações de saúde do paciente, lidar com situações de emergência, etc, em um ambiente restrito quanto a recursos e ou informações.

Acredita-se que a rejeição surge devido á modelagem das atividades médicas pelos sistemas computacionais não corresponder adequadamente às atividades reais desenvolvidas pelos profissionais no ambiente hospitalar, impondo a estes a necessidade de modificar a forma com que realizam suas atividades para se adequarem aos sistemas computacionais (MILLER; SIM, 2004) (SIMON et al, 2007). Nesse cenário, a Computação Ubíqua pode contribuir para a diminuição da rejeição dos sistemas hospitalares, disponibilizando sistemas que se adaptem pró-ativamente às atividades dos profissionais, fazendo com que o profissional tenha mais tempo para o atendimento aos pacientes e diminuindo a necessidade de interação com os sistemas.

O escopo de desenvolvimento dessa dissertação é o projeto “ClinicSpace: auxílio às tarefas clínicas em um ambiente hospitalar do futuro baseado em tecnologias da Computação Ubíqua/Pervasiva”, em desenvolvimento na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), grupo GMob (www.inf.ufsm.br/gmob), que tem como proposta o desenvolvimento de um protótipo de uma ferramenta de auxílio às atividades dos profissionais de saúde baseado na consciência de contexto, mobilidade e personalização das atividades. O diferencial do projeto é que o profissional pode personalizar suas tarefas da forma como ele as realiza durante seu trabalho, além disso, estas tarefas são sensíveis ao contexto, adaptando-se às informações do ambiente, garantindo acesso às informações relevantes na medida em que são necessárias.

1.1 Problema e Objetivos

Construir um sistema baseado em um novo paradigma torna necessária a realização de uma nova análise para definição de funcionamento e arquitetura. A utilização da proposta de computação baseada em atividades (*Activity Based Computing*) torna necessário adaptar os sistemas hospitalares como são hoje desenvolvidos a um novo cenário. Os sistemas eletrônicos de saúde (EHS – Electronic HealthCare System) vão muito além dos Prontuários Eletrônicos do Paciente (PEP) em uso nos hospitais. Eles são responsáveis pelo armazenamento do histórico de informações de saúde de toda a vida do paciente, e servem como base de dados para tomada de decisão mais segura pelo profissional, durante a realização de seu trabalho.

Esta dissertação tem como objetivo propor uma nova arquitetura de software para um sistema eletrônico de saúde, chamada pEHS (pervasive Electronic HealthCare System),

considerando os requisitos estabelecidos pela arquitetura ClinicSpace, os quais implicam na adaptação do sistema às características ubíquas e à computação orientada a atividades e consciente do contexto. Assim, o sistema pEHS tem como premissas: (i) a adaptação às atividades do profissional modeladas na arquitetura ClinicSpace; (ii) a adaptação das aplicações às informações de contexto do ambiente e dos dispositivos; (iii) a capacidade das aplicações acompanharem a mobilidade dos profissionais de saúde e (iv) a utilização de uma base de dados pervasiva¹ para manutenção do histórico de saúde do paciente.

Como objetivos específicos, esta dissertação busca: (i) estudar as características e necessidades atuais dos sistemas eletrônicos de saúde; (ii) analisar a arquitetura e modelagens propostas pelo projeto ClinicSpace; (iii) propor a arquitetura pEHS inserida no projeto ClinicSpace; (iv) desenvolver um estudo de caso, para demonstrar a viabilidade da arquitetura proposta.

1.2 Organização do Texto

O restante do texto está organizado em capítulos com a estrutura como segue. No capítulo 2 são apresentados os conceitos da Computação Ubíqua e as áreas convergentes à mesma, juntamente com uma visão geral sobre a informática na saúde, as características das atividades dos profissionais de saúde e uma análise dos tipos de sistemas eletrônicos de saúde existentes. No capítulo 3 é apresentado o projeto ClinicSpace, no qual este trabalho encontra-se inserido, sua arquitetura e a modelagem de tarefas. No capítulo 4 a proposta da arquitetura de software pEHS é apresentada, seguida, no capítulo 5, do relato da construção de um estudo de caso para análise da arquitetura e funcionamento do pEHS na arquitetura ClinicSpace. No capítulo 6 são feitas as conclusões e as considerações finais sobre trabalhos futuros a serem desenvolvidos.

¹ A base de dados pervasiva proposta no trabalho utiliza a proposta de cloud computing (ou computação nas nuvens) (WEISS, 2007), que utiliza uma gigantesca infraestrutura de hardware para realizar processamento computacional que é acessado pelo usuário através da rede como um serviço, disponível em qualquer local.

2 COMPUTAÇÃO UBÍQUA/PERVASIVA NA SAÚDE (UBI HEALTH)

Este capítulo apresenta o conceito de Computação Ubíqua, sistemas eletrônicos na saúde e sua relação com este trabalho.

2.1 Computação Ubíqua e Pervasiva

A Computação Ubíqua (Ubiquitous Computing) foi proposta por Mark Weiser (WEISER, 1991) como um novo paradigma da computação no qual os recursos computacionais, inseridos e totalmente integrados ao ambiente real, colaboram entre si para auxiliar o usuário na realização de suas atividades, sem que este perceba conscientemente o uso da computação. Neste cenário, o usuário não é responsável pela instalação, configuração e funcionamento dos sistemas, como hoje; ele naturalmente utiliza os recursos (computacionais ou não) focando na realização de sua atividade. Juntamente com a proposta de Weiser, surgiram outros paradigmas que utilizam a mobilidade disponibilizada pela tecnologia dos dispositivos móveis e redes sem-fio. A Computação Pervasiva (Pervasive Computing) é um exemplo (RANGANATHAN; CAMPBELL, 2005), foi proposta em 1998 pela IBM e prevê um ambiente impregnado de dispositivos, no qual o usuário tem acesso às informações e recursos computacionais em qualquer local (anywhere), qualquer hora (anytime) utilizando qualquer dispositivo (any device). Atualmente, muitos pesquisadores usam os termos Computação Pervasiva e Computação Ubíqua como sinônimos, e assim foi considerado para este trabalho.

Na última década, o conceito nomeado como Computação nas Nuvens (Cloud Computing), proposto pela Google (DELIC; WALKER, 2008), propõe que o usuário tenha apenas um terminal de acesso para os recursos e serviços computacionais, que ficarão distribuídos em uma espécie de “nuvem” computacional. Dessa forma, o usuário não necessita instalar e configurar softwares nem comprar computadores mais modernos, apenas acessa os serviços existentes na rede através de um terminal com entrada (mouse, teclado, etc) e saída (monitor, fone, etc) para acesso e envio de informações. A “nuvem de computadores” fica responsável por armazenar informações e disponibilizar serviços computacionais que o

usuário necessita. O “computador é a rede” já era proposto por Weiser e outros pesquisadores (Augustin, 2004).

Outra linha de pesquisa baseada no usuário com propostas convergentes à Computação Ubíqua é a Computação Orientada a Atividades (ABC - Activity-Based Computing), proposta inicialmente por Bardram a partir da observação das atividades realizadas pelos profissionais de saúde (BARDRAM; CHRISTENSEN, 2007) (BARDRAM, 2005). Ele observou que para a realização de uma simples tarefa, como diagnóstico, era necessário que o profissional de saúde iniciasse diversos sistemas (de armazenamento de imagens, de exames de laboratório, do prontuário do paciente, entre outros), navegasse pela interface em busca das informações desejadas, para somente depois realizar efetivamente sua atividade. No cenário ACB, a computação é orientada a atividades, e não a processos e dados, como é atualmente. Segundo Bardram (2007), em vez de compor sistemas com interfaces e formulários voltados à base de dados e aos processos, os sistemas devem ser construídos entorno das atividades realizadas pelos profissionais, adaptando a computação ao usuário. Desta forma, quando o usuário deseja realizar uma atividade, o sistema computacional de suporte busca pró-ativamente os recursos de dados e softwares necessários para a sua realização.

Atualmente, as pesquisas convergem para o paradigma da Computação Ubíqua (onipresente), focando cada vez mais no usuário e nas atividades humanas. Os primeiros estudos visavam à construção de middlewares para gerenciamento e comunicação de recursos existentes no ambiente, fazendo parte da primeira geração de sistemas da Computação Ubíqua. Agora, as pesquisas caminham para a segunda geração, focando na construção de arquiteturas que possibilitem a construção de aplicações e sistemas programáveis pelo usuário (AUGUSTIN; LIMA; YAMIN, 2006).

2.2 Sistemas de Informação Hospitalares

Nesta seção são apresentados conceitos da área médica relevantes para a compreensão deste trabalho.

2.2.1 Origem dos Sistemas de Prontuário Eletrônico do Paciente (PEP)

A citação abaixo, retirada de Costa (2001) relata a história dos sistemas de informação hospitalares e de criação do prontuário eletrônico do paciente (PEP):

Na década de 60, começaram a aparecer os primeiros sistemas de informação hospitalar, inicialmente, com a finalidade de comunicação entre as diversas funções do hospital, tais como prescrição médica, faturamento, controle de estoque, etc. No entanto, não havia ainda uma finalidade clínica real. Mas, logo em seguida, esses sistemas evoluíram e passaram a armazenar algumas partes do prontuário. Em 1969, Lawrence Weed descreveu o chamado Registro Médico Orientado ao Problema (Problem-Oriented Medical Record, POMR), no qual sugeria que todos os registros no prontuário ficassem organizados de modo a serem indexados por cada problema médico do paciente. Em 1972, o National Center for Health Services Research and Development e o National Center for Health Statistics dos Estados Unidos patrocinaram um congresso com o objetivo de estabelecer uma estrutura para os registros médicos ambulatoriais. Logo em seguida, começaram a aparecer os primeiros sistemas de PEP (...). Devido à crescente importância do PEP, o Institute of Medicine dos Estados Unidos encomendou, em 1991, um estudo a um comitê de especialistas com o intuito de definir o PEP, bem como propor medidas para a sua melhoria, em resposta à expansão da demanda por informações, levando em consideração as novas tecnologias. Isso resultou num relatório que também foi publicado como livro: "The Computer-based Patient Record - An Essential Technology for Health Care" que foi um marco na história do PEP, trazendo novos conceitos e organizando toda a informação a respeito do assunto, além de direcionar ações e definir metas para a melhoria dos sistemas de PEP. Esse mesmo livro foi revisado e reeditado em 1997, com novas discussões e uma atualização tecnológica (Dick, Steen e Detmer, 1997).

Inicialmente, a proposta para tais sistemas era puramente administrativa, mas acrescentando informações do paciente, esses sistemas passaram a servir como ferramenta para os profissionais de saúde realizarem suas atividades cotidianas.

O prontuário em papel existe desde Hipócrates, no século 5 A.C. e tem como proposta armazenar informações de saúde do paciente para futuros tratamentos. Em sua dissertação, Costa (2001) apresenta a definição de prontuário em papel como:

Um Prontuário Médico pode ser entendido como (Novaes, 1998; Slee, Slee e Schmidt, 2000):

- um conjunto de documentos padronizados, ordenados e concisos, destinados ao registro dos cuidados médicos e paramédicos, prestados ao paciente pelo hospital;
- um conjunto de informações coletadas pelos médicos e outros profissionais de saúde que cuidaram de um paciente;
- um registro de saúde do indivíduo, contendo toda a informação referente à sua saúde, desde o nascimento até a morte;
- um acompanhamento do bem-estar do indivíduo: assistência, fatores de risco, exercícios e perfil psicológico.

Os prontuários em papel são utilizados ainda na maioria dos hospitais no Brasil. Na Europa, estão surgindo iniciativas do governo para a utilização de sistemas eletrônicos para

manutenção das informações de saúde. Na Dinamarca, o governo obrigou os hospitais a adotarem sistemas eletrônicos até 2005 (KJELDSKOV; SKOV, 2007)(BARDRAM; KJÆR; NIELSEN, 2003) e, com a crise econômica, o presidente Obama lançou um incentivo aos hospitais dos Estados Unidos à adoção de sistemas de informação hospitalares (BLUMENTHAL, 2009). Esse incentivo deve-se às vantagens existentes na adoção de sistemas computacionais para armazenamento de informações de saúde. O Quadro 1 apresenta algumas das desvantagens na utilização de prontuário em papel relatada por profissionais de saúde.

| Prontuários | Vantagens | Inconvenientes |
|-----------------------|--|---|
| Prontuário em Papel | <ul style="list-style-type: none"> -Maior liberdade na maneira de escrever; -facilidade no manuseio, -não requer treinamento para o seu manuseio; e -nunca fica “fora do ar”. | <ul style="list-style-type: none"> -Ilegibilidade em decorrência dos “hieróglifos” da equipe de saúde; -espaço único, territorialização; -ambigüidade, -perda freqüente de informações; -multiplicidade de pastas; -dificuldade de acesso e de pesquisa coletiva; -falta de padronização; e -fragilidade do papel. |
| Prontuário Eletrônico | <ul style="list-style-type: none"> -Redução no tempo de atendimento e custos, eliminação da redundância na demanda de exames; -desterritorialização; -possibilidades de reconstrução histórica e completa dos casos acerca dos pacientes, registros médicos, tratamentos, laudos...; -contribuição para a pesquisa; -fim do problema de compreensão dos hieróglifos da equipe de saúde; -facilidade na organização e no acesso às informações; -racionalidade do espaço de arquivamento de grandes quantidades de documentos; e -comunicação entre o paciente e a equipe de saúde. | <ul style="list-style-type: none"> -Manutenção dos prontuários em papel para fins jurídicos, em virtude da indefinição legal dos documentos eletrônicos; -necessidade de grande investimento em <i>hardware</i>, <i>software</i> e treinamento; -resistência a mudanças; -demora na sua implantação, -Falhas na tecnologia, -falhas no sistema de fornecimento de energia elétrica. |

Quadro 1 - Vantagens e desvantagens do prontuário em papel e eletrônico [Fonte: (PINTO, 2006, p 7)]

O Quadro 2 apresenta as vantagens na utilização de sistemas eletrônicos de armazenamento de informações do paciente em ambientes de saúde.

O Prontuário Eletrônico do Paciente apresenta as seguintes vantagens :

Acesso remoto e simultâneo: Vários profissionais podem acessar um mesmo prontuário simultaneamente e de forma remota. Com a possibilidade de transmissão segura através da Web, os médicos podem rever e editar os prontuários de seus pacientes a partir de qualquer lugar .

Legibilidade: Registros feitos à mão são notoriamente difíceis de ler. Os dados na tela ou mesmo impressos são muito mais legíveis do que os manuscritos.

Segurança dos dados: Um sistema bem projetado, com esquemas seguros de backup e planos contra desastres, o PEP é muito mais confiável e menos passível de perda de dados do que os prontuários convencionais em papel.

Confidencialidade dos dados do paciente: O acesso ao prontuário pode ser restrito e monitorado automaticamente, com cada usuário tendo um nível de acesso específico. Registros de auditoria podem ser utilizados para a detecção de acessos não-autorizados.

Flexibilidade do layout dos dados: Os usuários podem visualizar os dados de formas diferentes, vê-los em ordens diferentes, tais como cronológica crescente ou decrescente, etc.

Integração com outros sistemas de informação Uma vez em formato eletrônico, os dados do paciente podem ser interligados para armazenar as informações localmente ou, via Internet, num computador do outro lado do mundo, por exemplo.

Captura automática de dados: Dados fisiológicos podem ser capturados automaticamente de monitores e aparelhos, evitando-se erros de digitação e trabalho dos usuários.

Processamento contínuo dos dados: Os dados são estruturados e codificados de forma não-ambígua. Os softwares podem continuamente checar e filtrar os dados em busca de erros, sumarizar e interpretar, bem como emitir alertas e lembretes para os médicos.

Assistência à pesquisa: Os sistemas podem pesquisar em texto livre, palavras-chave, encontrar dados específicos para encontrar um item em particular; facilitando o levantamento estatístico.

Diversas modalidades de saída de dados: Os dados podem ser apresentados para os usuários de diversas formas: voz, impresso, por e-mail, por exemplo. Instruções podem ser enviadas para equipamentos como bombas de infusão. Alarmes podem ser disparados, dentre outras.

Construção de diversos tipos de relatórios: Os dados podem ser exibidos ajudando a chamar a atenção dos médicos para dados mais importantes. Imagens podem ser impressas em conjunto com os dados ilustrando e ajudando a diagnosticar a doença do paciente.

Os dados estão sempre atualizados: Se o PEP é integrado, então todos os dados estão imediatamente disponíveis para todos os médicos da instituição.

Com o avanço da computação, os sistemas foram aprimorando-se e tecnologias como redes e dispositivos móveis, juntamente com uma gama maior de aplicações, como sistemas de apoio a tomada de decisões, permitiram a construção de sistemas elaborados que auxiliassem as atividades profissionais. Entretanto, apesar da variedade, das funcionalidades, das tecnologias e dos benefícios na adoção dos sistemas de informação hospitalares, a rejeição encontrada pelos profissionais de saúde é ainda grande.

Uma pesquisa realizada nos hospitais americanos (JHA et al, 2009), em um levantamento com 2.952 hospitais, relata que apenas 1,6% usam EHR's completos e cerca de 7,6% usam uma espécie de EHR restrito. Para essa pesquisa, considerou-se EHR (Electronic Health Record – Registro Eletrônico de Saúde) como sendo “um registro eletrônico longitudinal de informação de saúde do paciente gerado por um ou mais encontros em qualquer cenário envolvendo o fornecimento de cuidados médicos”. A pesquisa também mostra que, juntamente com questões financeiras, um dos quatro maiores empecilhos para a adoção dos sistemas é a resistência por parte dos médicos.

Desde sua origem, os sistemas de informação hospitalares têm o enfoque administrativo: os primeiros sistemas visavam a administração hospitalar, os dados de saúde foram acrescentados aos sistemas com o mesmo enfoque administrativo (de controle).

Acredita-se que um dos grandes motivos da rejeição desses sistemas de registro eletrônico de saúde pode ser explicado pela natureza do ambiente hospitalar e características das atividades desempenhadas pelos profissionais de saúde.

2.2.2 Características das Atividades Clínicas

A área hospitalar possui características que dificultam ao profissional a adoção dos atuais sistemas de informação durante a realização de suas atividades.

2.2.2.1 Mobilidade

Uma das características mais marcantes das atividades clínicas que conflitam com a utilização dos sistemas eletrônicos é a mobilidade (deslocamento) do profissional durante a realização do seu trabalho (BARDRAM; BOSSEN, 2005). Por exemplo, hoje o médico, em sua ronda aos pacientes internados, deve locomover-se de sua sala e visitar os pacientes em seus leitos, não tendo acesso ao sistema de informação durante a realização de sua tarefa. Para

ter acesso às informações do paciente, deve existir uma duplicata dos dados existentes no sistema no leito em que o paciente está internado e, quando o profissional deseja acrescentar alguma nova informação ao prontuário do paciente, deve anotar neste papel duplicado e, posteriormente, realizar a anotação novamente, inserindo-a no sistema. Neste pequeno e comum cenário, é evidente dois problemas: (i) a manutenção de informações duplicadas (uma impressa no leito e outra no sistema de informação utilizado pelo hospital), que pode acarretar em informações incoerentes e (ii) o retrabalho em realizar as anotações, que pode acarretar em erros humanos na hora de atualizar as informações no sistema.

A mobilidade torna-se um empecilho para a adoção de sistemas eletrônicos, pois o profissional não terá à disposição, em cada sala que se locomover, um computador disponível para acesso aos dados onde possa navegar pela interface à procura da informação que deseja. O indicado para redimir esse problema é que os sistemas sejam acessíveis através de dispositivos móveis, através dos quais o profissional possa acessar as informações necessárias para o atendimento do paciente internado. Alguns sistemas atuais disponibilizam acesso às informações através de dispositivos móveis, mas não adaptado às atividades que o profissional está realizando.

2.2.2.2 Grupo Heterogêneo de Profissionais

Dentro de um hospital, existem vários profissionais envolvidos no atendimento ao paciente: médicos, enfermeiros, nutricionistas, fisioterapeutas, farmacêutico, entre outros (BOSSÉN, 2002). Além disso, dentro da categoria de profissionais médicos existem várias especialidades, como cardiologia, clínica geral, neurologia, etc. Para cada profissional ou especialidade, as informações relevantes para a realização das atividades são diferentes. Por exemplo, o farmacêutico, geralmente, não necessitará de nenhuma informação além das prescrições médicas para fornecer o medicamento necessário.

2.2.2.3 Acesso a Informações Relevantes

O sistema eletrônico deve manter vários tipos de informações, desde o nascimento do paciente até o momento atual (IAKOVIDIS, 1998). Durante a realização do seu trabalho, o profissional de saúde não necessita de todas essas informações, mas somente daquelas que ele utiliza para a realização de suas atividades. O sistema ideal deve buscar e disponibilizar as informações de acordo com o profissional de saúde e a atividade sendo realizada, reduzindo as informações que o profissional acessa. Atualmente, os sistemas permitem que o profissional informe qual o papel desempenhado no hospital para que a interface seja

adaptada àquele perfil, mesmo assim, esta personalização é estática, não levando em consideração informações de contexto e a atividade desempenhada no momento.

2.2.2.4 Colaboração entre Profissionais

Para atender a um paciente, é comum que vários profissionais estejam envolvidos, necessitando troca de informações sobre o paciente, para um bom atendimento. Como exemplo, um médico termina seu turno no hospital e deve passar para o médico do próximo turno informações sobre os pacientes, ou então, um profissional necessita de uma segunda opinião, em um caso de saúde mais complicado, e deseja mostrar exames e outras informações do prontuário para um especialista na área (BOSSSEN, 2002). O sistema deve permitir a troca de informações entre os profissionais, possibilitando que estes cooperem para o atendimento do paciente. Mecanismos de compartilhamento de informações são poucos comuns em sistemas de informação hospitalares atuais.

2.2.2.5 Interoperabilidade de Dados

Às vezes, existe a necessidade de troca de informação entre instituições diferentes, é o caso onde um clínico geral de um hospital de região afastada solicita uma segunda opinião ou encaminha o paciente a um profissional de algum centro de pesquisa. Neste caso em específico, as informações do paciente devem ser compartilhadas não somente entre diferentes profissionais mas também entre diferentes instituições. Atualmente, cada instituição mantém sua própria base de dados em formato proprietário, onde a troca de informações entre os sistemas é praticamente inviável (GRIMSON; GRIMSON; HASSELBRING, 2000). A interoperabilidade serve também para casos como a solicitação de exames, onde o laboratório poderia inserir os exames diretamente no prontuário do paciente, ao invés de o paciente carregar os exames de um lado para outro, como ocorre hoje. Existem projetos, como (GRIMSON; GRIMSON; HASSELBRING, 2000), (HARNO et al, 2008), (KATARIA, 2008), que têm como objetivo montar uma arquitetura para troca de informações entre diferentes sistemas, mas na prática, não são muito utilizadas.

2.2.2.6 Acesso Rápido à Informação Contextualizada

As emergências são comuns em hospitais. É o tipo de situação onde o profissional necessita de informações relevantes de forma rápida, a falta de informações sobre o paciente pode ser fatal (DARABANT; TODORAN, 2008). A situação pode não dar ao profissional tempo para procura de informações no sistema, ou tempo para que ele navegue pela interface

dos sistemas em busca das informações que ele precisa. Normalmente, nesse tipo de situação, mesmo que o profissional tenha um computador para acesso à informação pelo sistema, não o utilizará. Para este tipo de cenário, os sistemas devem buscar somente as informações que são necessárias ao médico, como sinais vitais, tipos de alergias, medicamentos sendo ministrados. O sistema deve adaptar-se à informação de contexto de emergência e disponibilizar ao profissional apenas informações relevantes. Este tipo de comportamento é pouco encontrado em sistemas de informação hospitalares atualmente.

2.2.2.7 Descontinuidade na Realização da Tarefa

A descontinuidade na realização das atividades médicas é bastante comum. Tanto em situações de emergência, onde o profissional deve abandonar a atividade que está realizando para atendê-la, quanto em atividades que são interrompidas para espera dos resultados de exames (BARDRAM, 2005). Esses são exemplos de atividades nas quais o profissional interrompe o que está fazendo e retorna à atividade em outro momento. Nos sistemas atuais, o profissional, uma vez abandonando o que está fazendo, teria que refazer todos os passos até retornar ao estado inicial da atividade, tomando mais tempo ainda quando uma emergência ocorre. Para possibilitar este tipo de comportamento no sistema, o estado atual e os dados da atividade devem ser salvos temporariamente e retomados quando o profissional deseja voltar à atividade inicial. É um cenário bastante comum no ambiente hospitalar, mas sem suporte nos sistemas existentes.

2.2.3 Tipos de Sistemas de Informação Hospitalares Existentes

Como visto, a partir da década de 70, os sistemas de administração hospitalares passaram a manter as informações do paciente. Com a adição de novas propostas e tecnologias computacionais, surgiram novos sistemas, destacando-se (COSTA, 2001):

- **Prontuário Eletrônico do Paciente (PEP):** é praticamente a versão digital dos prontuários em papel. Cada hospital mantém os seus dados em uma base de dados proprietária sem preocupação de interoperabilidade dos dados com outras instituições. Este cenário gera inconsistência de dados (informações que deveriam ser iguais, são diferentes) redundância (duplicata) de informações e realização de exames;

- Sistema de Informação Hospitalar: gerencia a parte administrativa do hospital (gerenciamento de leitos, nutrição, maternidade, almoxarifado, etc). O prontuário é apenas um dos módulos existentes no sistema. Utilizados atualmente por planos de saúde, clínicas e hospitais;
- Registro Eletrônico de Saúde (EHR- Electronic Healthcare System): apresenta a mesma proposta do PEP para armazenar informações mas sem o problema de inconsistência ou redundância de dados, mantendo todo o histórico do paciente disponível para acesso (as informações não ficam restritas à instituição) e o paciente é o dono de suas informações, podendo acessá-las, tendo participação ativa no cuidado de sua saúde (IAKOVIDIS, 1998). Existem como proposta, mas não foram encontrados exemplos em uso;
- Registro Pessoal de Saúde: apresenta o enfoque do paciente, que é o responsável pela inserção e gerenciamento de suas informações de saúde. 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 em geral este tipo de serviço de armazenamento de dados de saúde;
- Sistema Eletrônico de Saúde Pervativo (pEHS – pervasive Electronic Healthcare System): é o sistema proposto neste trabalho. As diferenças do pEHS para os outros sistemas listados anteriormente são: enfoque nas atividades desempenhadas pelos profissionais de saúde; (ii) armazenamento de todo o histórico de saúde do paciente de modo pervativo (acessível em qualquer instituição na qual o paciente se localiza e a qualquer hora); (iii) adaptação automática ao contexto do ambiente onde o profissional se encontra; (iv) mobilidade do profissional e migração das aplicações entre dispositivos; (v) mecanismos de personalização dos dados que o profissional deseja acessar.

Para o projeto ClinicSpace, buscava-se um sistema de armazenamento de informações de saúde do paciente. Foi realizada uma análise em alguns sistemas disponíveis que pudessem ser utilizados no projeto, adotando os seguintes requisitos para a pesquisa:

- manutenção do histórico do paciente ou interoperabilidade;
- possibilidade de adaptação/modificação do sistema (para adaptá-lo à arquitetura ClinicSpace);
- modularidade do sistema (para adaptação às tarefas da arquitetura ClinicSpace);

- enfoque no usuário (profissional clínico).

Foram encontrados e analisados vários sistemas tanto de código aberto quanto proprietário (VICENTINI, 2008). Estes foram classificados entre três tipos: (i) Sistema de Prontuário Eletrônico (enfoque no armazenamento de informações do paciente), (ii) Sistema de Gestão Hospitalar (enfoque administrativo do hospital contendo também sistema de prontuário eletrônico) e (iii) Sistemas de Armazenamento Pessoal de Saúde.

Os sistemas de gestão hospitalares de código aberto estudados apresentaram propostas que vão além do simples armazenamento e automatização. Dentre as propostas, o Care2x (<http://www.care2x.org>) possibilita a criação de servidores centrais de dados que podem ser acessados por diversas instituições através de um protocolo comum que permite a troca de informações. Já o Hospub (<http://dev-hospub.datasus.gov.br/w3c/hp.php>) propõe que os hospitais que possuem convênio com o SUS utilizem a base de dados do SUS através do cadastro único do paciente, possibilitando o acesso às informações independente da localização.

Os sistemas de gestão hospitalar proprietários (por exemplo: Alert (<http://www.alert.pt>), Vegga Hosp Manager (<http://www.infosaude.com.br/vegga.htm>), MEDVIEW (<http://www.wpd.com.br/medview.asp>)) apresentam enfoque no auxílio do trabalho do profissional de saúde com maior precisão no atendimento ao paciente. Propõem a diminuição do tempo gasto na utilização do sistema para atender ao paciente através da disponibilização das informações rapidamente, utilização de interfaces configuráveis entre outras. São também adotadas tecnologias como a utilização de códigos de barras em pacientes, identificação biométrica, interfaces para telas sensíveis ao toque. Poucos sistemas de gestão hospitalar proprietários preocupam-se com questões de interoperabilidade adotando padrões como HL7 (<http://www.hl7.org>) ou openEHR (<http://www.openehr.org>). O padrão HL7 é um padrão proprietário para padronização da linguagem médica que propõe modelos de informação para representar o ambiente de saúde, definindo as estruturas das mensagens para troca de informações clínicas, administrativas e financeiras do ambiente hospitalar. O padrão openEHR tem como proposta fornecer um padrão livre para a representação de serviços, workflow de informações clínicas, demográficas e arquétipos, que são utilizados para modelar conceitos clínicos.

Os prontuários eletrônicos de código aberto têm como proposta digitalizar o prontuário eletrônico de papel e automatizar as tarefas clínicas realizadas. Em contrapartida, os sistemas de prontuário eletrônico proprietários buscam disponibilizar diversas funcionalidades para auxílio das atividades clínicas. O acesso do sistema através de

dispositivos móveis com possibilidade de inserção de informações é apresentado pela maioria dos sistemas.

Os sistemas de armazenamento pessoal de saúde têm como proposta que o usuário gerencie suas informações. Alguns sistemas propõem que estas informações fiquem armazenadas em um cartão, que o paciente carrega consigo e entrega para o profissional/instituição na hora do atendimento. O Google Health (www.google.com/health) propõe o armazenamento de todos os dados de saúde do paciente e possibilita que este compartilhe seus dados com instituições cadastradas e profissionais de sua confiança.

Nenhum sistema de saúde existente foi adotado para o projeto ClinicSpace, devido ao fato desses sistemas não atenderem aos requisitos necessários ao projeto. Tanto as características propostas pelo projeto ClinicSpace quanto as características que os sistemas deveriam apresentar são relatadas e discutidas no capítulo 3.

2.3 Projetos de Pesquisa em Computação Ubíqua na Área da Saúde

A Computação Ubíqua com sua proposta de enfoque no usuário final vai ao encontro das necessidades das atividades médicas, justamente por estas apresentarem características dinâmicas. Pesquisadores já propuseram o emprego da Computação Ubíqua na área clínica. Neste item relatam-se alguns desses projetos.

2.3.1 Mobiward

Em um projeto de Computação Ubíqua aplicada em hospitais, a usabilidade do PEP utilizado pelo hospital de Frederikshavn da Dinamarca foi avaliada (SKOV; KØEGH, 2006)(KJELDSKOV; SKOV, 2007). Para a pesquisa, foi adotado o trabalho matinal de um grupo de enfermeiras. Foram identificados 75 problemas de usabilidade do PEP, sendo estes classificados em: críticos (9), sérios (39) e cosméticos (27), de acordo com Molich (2000). Os problemas de usabilidade apresentados pelo sistema em uso foram analisados e classificados em 3 problemas abstratos de usabilidade: mobilidade, complexidade e relação com as atividades.

O problema de **mobilidade** é decorrente de uma característica importante das atividades médicas: os profissionais de saúde devem se mover durante a realização de suas atividades. Carregar laptops, como o hospital vinha fazendo para amenizar o problema de mobilidade, era inviável para os profissionais pois, além dos dispositivos, outras ferramentas eram utilizadas para a realização das tarefas. A **complexidade** do sistema relaciona-se com a estrutura com a qual os dados de saúde estavam armazenados no sistema: os profissionais não tinham segurança de que tinham acessado todas as informações relevantes e corretas sobre o paciente. O problema da **relação com as atividades** realizadas deriva do fato de os profissionais não associarem os dados presentes no sistema com a forma com que realizavam as tarefas: elas usariam informações diferentes para resolverem os problemas apresentados, o sistema representava as tarefas parcialmente, dificultando o acesso e registro das informações.

Baseado nesses três principais problemas de usabilidade, o grupo de pesquisadores propôs como solução o desenvolvimento de um módulo móvel para o sistema, chamado de MOBILEWARD (SKOV; KØEGH, 2006)(KJELDSKOV; SKOV, 2007). Além do (i) suporte às atividades móveis para resolver o problema de mobilidade, o sistema também apresenta as características de (ii) adaptação ao contexto (localização, tempo e tarefa), relacionada ao problema de complexidade e (iii) integração com o PEP utilizado para integrar os dados do módulo com o sistema, evitando retrabalho (anotar no papel para depois passar os dados para o sistema).

O módulo foi desenvolvido tendo dois objetivos principais: (i) refletir o contexto do usuário, reagindo às mudanças do ambiente, e interface desenvolvida para (ii) suportar botões e interface *touchscreen* (sensível ao toque). O sistema é capaz de detectar a localização dos profissionais apresentando as informações e funcionalidades de acordo com o contexto apresentado no quarto (pacientes e tempo). O sistema mostra para o profissional apenas as informações relevantes de acordo com o contexto, podendo ser referente à localização, tempo e/ou tarefa. Por exemplo, caso uma enfermeira entre em uma sala, apenas os pacientes daquela sala e as tarefas pendentes relacionados ao mesmo serão mostradas, já no corredor, todos os pacientes da ala são listados pelo sistema.

Após a implementação e utilização do módulo, uma nova avaliação de usabilidade foi realizada, revelando 37 problemas de usabilidade: 8 críticos, 19 sérios e 10 cosméticos. Os problemas de usabilidade foram novamente agrupados em 3 problemas abstratos: interação, mobilidade e noção de contexto. Os problemas relacionados à mobilidade foram: (i) o transporte dos dispositivos de um local para outro que atrapalha na realização das tarefas, e

(ii) a troca de contexto sem intervenção do usuário deixou as enfermeiras confusas, pois não entendiam por que o sistema mudava seu estado.

Os pesquisadores concluíram que a utilização de um sistema hospitalar móvel sensível ao contexto auxilia nas atividades médicas. Também sugeriram que seja explorada a utilização mesclada de dispositivos móveis e desktops, sendo um ponto para avaliação a adoção de terminais espalhados pelo hospital para eliminar o problema de carregar os dispositivos para acesso às informações.

2.3.2 Computação Baseada em Atividades

Outro trabalho de pesquisa relevante envolvendo Computação Ubíqua aplicada em hospitais foi realizado por Bardram [BARDRAM 2005][BARDRAM 2007], também na Dinamarca. Seu trabalho iniciou após a constatação de que, para a realização de uma simples atividade como prescrição de medicamentos ou realização do diagnóstico, o profissional de saúde devia iniciar diversos serviços (de armazenamento de exames, prontuário eletrônico) para pesquisar, através da interface disponível, os dados do paciente. Como uma das propostas da Computação Ubíqua é tirar a computação do desktop e colocá-la no ambiente, Bardram propõe que a computação deve se adequar às atividades realizadas pelos usuários.

Analisando as atividades realizadas, foram identificados três níveis de abstração: de atividades, de serviços e de dados. Como os sistemas não suportam o nível de atividade, Bardram propõe que a computação se adequa às atividades humanas através da computação baseada em atividades (ABC - Activity-Based Computing). O framework ABC foi desenvolvido para ser uma plataforma de programação onde as aplicações orientadas a atividades poderiam executar. O framework lida com a complexidade computacional de gerenciar atividades distribuídas e colaborativas adaptando-as aos serviços e recursos existentes no ambiente.

Uma das principais características suportadas pelo framework ABC são atividades móveis, que são relevantes para atividades médicas. O sistema suporta a mobilidade do usuário pelo hospital, não do dispositivo, não sendo necessário, dessa forma, que o profissional de saúde carregue os dispositivos de um local para outro. Para possibilitar que a tarefa se movimente juntamente com o usuário, o framework permite que a tarefa seja

pausada no computador na qual ela foi iniciada e seja retomada posteriormente em outro computador (mobilidade de código).

Outra característica intrínseca às atividades médicas que o framework suporta é a possibilidade de cooperação de uma tarefa. A cooperação se dá quando um profissional realiza parte da atividade em algum tempo e, posteriormente, outro profissional interfere na atividade acrescentando/editando/excluindo dados. Outro tipo de colaboração suportada é a de tempo real, que se dá entre diversos profissionais da saúde, na qual a tela da atividade é a mesma para todos, como ocorre em uma conferência, por exemplo.

A atividade foi computacionalmente modelada como uma coleção de tarefas, tendo múltiplos participantes e pode ser pausada e retomada no tempo e no espaço. O usuário pode se mover e usar diferentes dispositivos que dão suporte à realização da tarefa. Para possibilitar a mobilidade e a colaboração das atividades do usuário, foram criados mecanismos de gerenciamento de estados da atividade, que informam em que estado da tarefa o usuário está. Grupos de usuários podem se mover entre dispositivos realizando a mesma tarefa sem perder seu estado e sem deixarem de estar atualizados (colaboração assíncrona). O framework também suporta colaboração de tempo real (síncrona), na qual todos os usuários realizam a mesma tarefa, ao mesmo tempo.

2.3.3 Projeto ClinicSpace

No capítulo seguinte, será apresentado o projeto ClinicSpace, um projeto de pesquisa que tem como objetivo modelar de saúde um sistema a partir da visão do clínico, prototipando uma ferramenta de auxílio às atividades do profissional de saúde, utilizando conceitos e tecnologias de Computação Ubíqua. Dentro deste projeto está inserido o pEHS, proposto neste trabalho, com enfoque nas atividades do usuário, levando em consideração as informações de contexto e dispositivo e disponibilizando ao profissional informações relevantes à medida que são necessárias.

3 PROJETO CLINICSPACE

Este capítulo apresenta o projeto ClinicSpace, sua origem e o trabalho inicial realizado pelos autores FERREIRA (2009), SILVA (2009) e RIZZETTI (2009) na definição inicial do projeto e os módulos e trabalhos realizados pelos mesmos. Além de explicar o projeto, este capítulo tem como objetivo situar o escopo no qual se desenvolve esta dissertação.

3.1 Motivação e Problemas Abordados

No projeto ClinicSpace é defendido que a rejeição dos profissionais de saúde (JHA et al, 2009) em utilizar os sistemas de informação hospitalares deve-se ao fato destes não estarem adaptados às atividades dinâmicas realizadas no ambiente hospitalar, fazendo com que o profissional tenha que modificar a forma de realizar seu trabalho para se adaptar aos sistemas (MILLER; SIM, 2004) (SIMON et al, 2007), o que nem sempre é possível. Tendo em vista este cenário, o projeto propõe a utilização de conceitos e tecnologias de Computação Ubíqua, a qual visa tornar a computação invisível ao usuário permitindo o foco na realização da atividade e não na utilização do sistema, para diminuir a rejeição dos profissionais de saúde na utilização dos sistemas de informação hospitalares. Assim, o projeto ClinicSpace tem como objetivo construir um protótipo de uma ferramenta adaptada e personalizada às atividades dos profissionais, diminuindo a diferença que existe na forma com que os profissionais realizam suas atividades e a forma com que os sistemas de informação em saúde são construídos atualmente.

Uma das principais características de ambientes ubíquos é a adaptação dos sistemas às informações de contexto de forma pró-ativa em prol do usuário, a qual possibilita que o sistema se modifique automaticamente, dependendo da situação apresentada, sem a intervenção direta do usuário. No projeto, a pró-atividade e a personalização das tarefas pelo usuário são equilibradas, permitindo que o profissional individualize o sistema, tornando-a próxima à forma como deseja realizar suas atividades. Com esta estratégia, ao mesmo tempo em que o sistema reage automaticamente às informações de contexto adaptando-se a este, o

usuário mantêm o controle sobre como suas tarefas serão executadas no sistema. Espera-se, dessa forma, um aumento da confiança do clínico no sistema de informação em saúde.

O projeto propõe o enfoque no profissional de saúde e em suas atividades, diferente dos sistemas atuais que focam a parte administrativa do hospital e as informações do paciente.

As atividades clínicas foram definidas como processos realizados por humanos de forma colaborativa, coordenada e distribuída em um espaço determinado (RANGANATHAN; CAMPBELL, 2005). Para o ClinicSpace, foi adotada a seguinte definição:

As atividades humanas podem ser decompostas em tarefas (ações), as quais são auxiliadas por aplicações computacionais, e seguem a forma particular de cada indivíduo de realizá-la (personalização). Tarefas simples são compostas por subtarefas (operações) e, quando agrupadas, formam uma tarefa composta que segue um fluxo de execução (workflow) (FERREIRA, 2009).

A Figura 1 ilustra o texto acima:

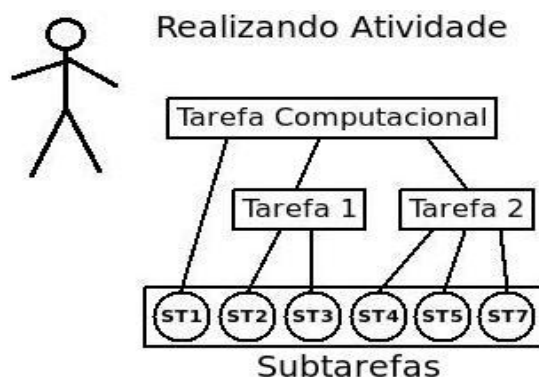


Figura 1 – Relação existente entre Atividades, Tarefas e Subtarefas

O usuário realiza uma atividade no dia-a-dia e esta atividade pode ser associada com uma tarefa na arquitetura ClinicSpace. Para criar a(s) tarefa(s) que irá(ao) representar computacionalmente a atividade a ser realizada, o profissional pode utilizar as tarefas mínimas, disponibilizadas para composição de tarefas, ou tarefas que ele já tenha criado anteriormente, que são comportas por outras tarefas ou por tarefas mínimas. As tarefas mínimas disponíveis ao profissional são compostas por subtarefas, que são ações computacionais mínimas e juntas compõem um fluxo de execução que, para o profissional, refere-se à sua forma de realizar seu trabalho.

Para exemplificar, uma das atividades que o profissional realiza no dia-a-dia é o atendimento ao paciente. Esta atividade possui uma tarefa correspondente no sistema. No sistema, esta tarefa pode ser composta pelas subtarefas (por exemplo): revisão das últimas informações de saúde do paciente, anotação dos sintomas do paciente, solicitação de exames, realização do diagnóstico e prescrição de medicamentos.

3.2 Arquitetura ClinicSpace

Esta dissertação tem forte correlação com o trabalho desenvolvido nas dissertações de Fábio Silva (SILVA, 2009), Giuliano Ferreira (FERREIRA, 2009) e Tiago Rissetti (RIZZETTI, 2009). Para melhor entendimento da arquitetura pEHS proposta, são retirados dessas dissertações detalhes da arquitetura ClinicSpace, inicialmente idealizada. No próximo capítulo, a principal mudança na abordagem do pEHS é apresentada.

A arquitetura do projeto ClinicSpace é apresentada na Figura 2, onde ilustra-se os níveis de organização do sistema: (i) nível superior, composto pelo usuário-final (médico) que interage com a ferramenta, tanto para composição das suas tarefas quanto para interação com as aplicações computacionais relacionadas às suas tarefas; (ii) nível intermediário, composto pelo mapeamento entre tarefas (definidas pelo usuário) e subtarefas (aplicações pervasivas) e pelo gerenciamento de ambas; (iii) nível inferior, composto pelo conjunto de serviços do *middleware* de gerenciamento do ambiente pervasivo e de suporte à execução das aplicações pervasivas: EXEHDA (YAMIN, 2004).

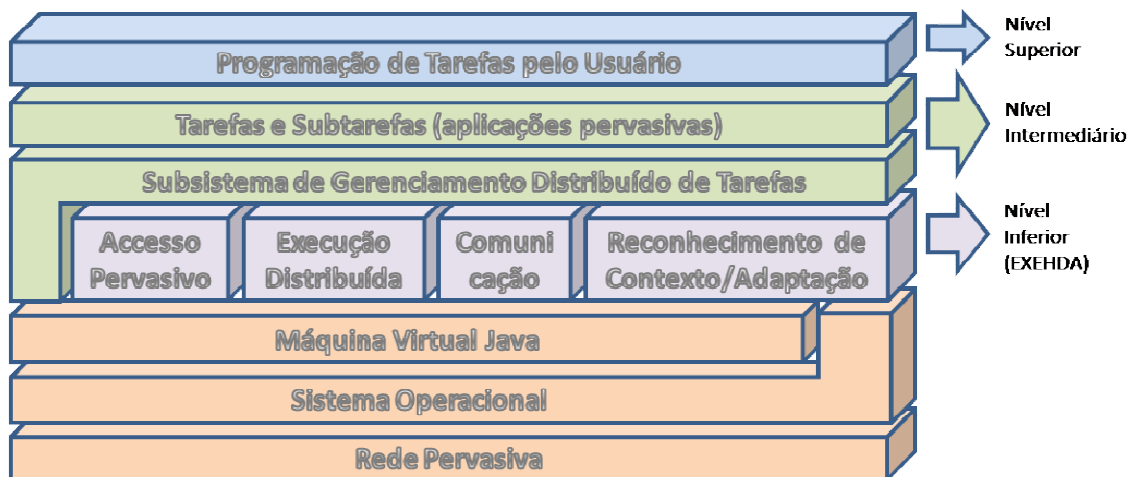


Figura 2 - Arquitetura para programação e gerenciamento de tarefas [Fonte: (FERREIRA, 2009)]

A ferramenta-piloto proposta pela ClinicSpace é composta por: (i) ferramenta gráfica de criação e personalização de tarefas (SILVA et al, 2008)(SILVA et al, 2009), (ii) *middleware* para dar suporte à execução das tarefas denominado de novo Subsistema de Gerenciamento

Distribuído de Tarefas - SGDT (FERREIRA et al, 2009a) (FERREIRA et al, 2009b), e (iii) Sistema pEHS (pervasive Electronic Health-care System). A relação entre esses componentes é ilustrada na Figura 3.

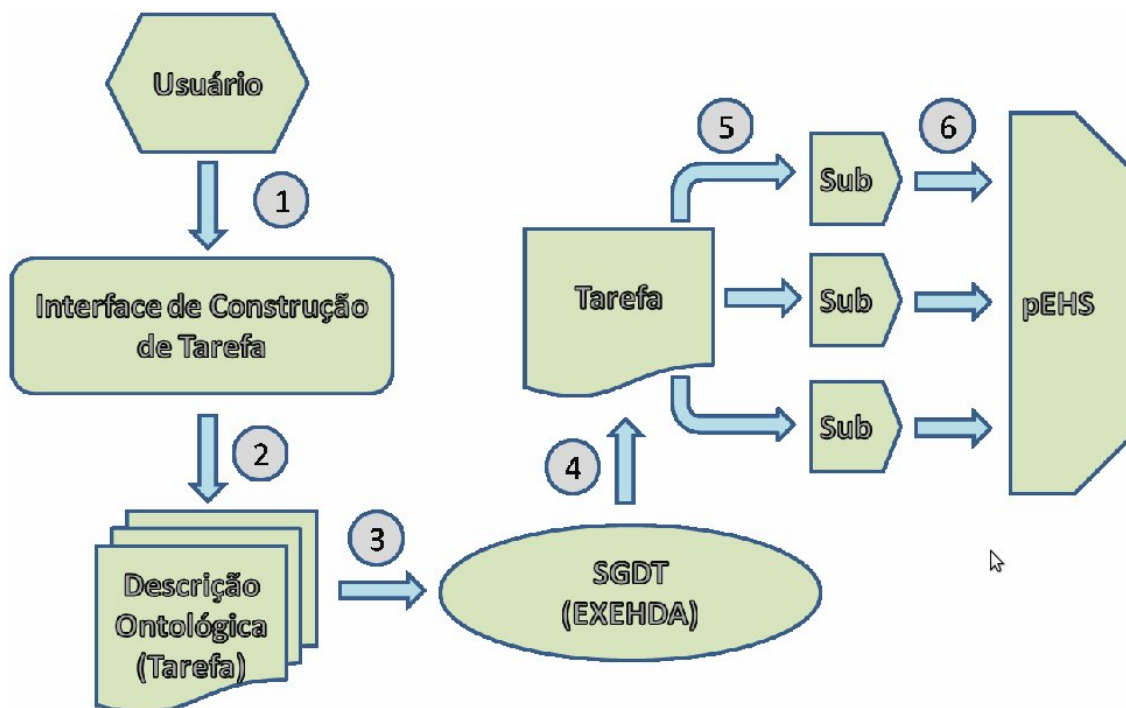


Figura 3 – Relacionamento entre os componentes que compõem o sistema proposto. [Fonte: (SILVA, 2009)]

Assim, o relacionamento entre os componentes é composto das seguintes etapas:

1. O usuário cria e personaliza as tarefas a partir de outras tarefas e subtarefas já modeladas;
2. A Ferramenta de Criação e Personalização de Tarefas interage com a Descrição Ontológica das Tarefas para a criação de uma descrição ontológica² para a tarefa;
3. A descrição ontológica da tarefa é processada pelo SGDT e convertida em uma aplicação pervasiva;
4. O SGDT instancia e gerencia a tarefa, com o auxílio dos outros serviços do EXEHDA;
5. A tarefa gerencia a execução e a troca de informações de suas subtarefas;

² Ontologias são modelos de dados que representam um conjunto de conceitos dentro de um domínio e os relacionamentos entre estes, ou seja, são utilizados para representar conhecimento e realização de inferências (GUARINO, 1998).

6. As subtarefas invocam aplicações do pEHS, as quais são contextualizadas e adaptativas.

A ferramenta de criação e personalização de tarefas é usada pelo usuário para: (i) criar tarefas simples, a partir de subtarefas (aplicações pervasivas do sistema); (ii) criar tarefas compostas (workflow), a partir de suas próprias tarefas; e (iii) personalizar suas tarefas de acordo com suas necessidades.

3.3 Tarefas e seu Funcionamento

No modelo projetado para a arquitetura ClinicSpace, as tarefas são compostas por subtarefas ou tarefas reusáveis (Decomposição). Frequentemente, diferentes tarefas possuem subtarefas em comum. Assim, as subtarefas e tarefas podem ser recombinadas de diferentes maneiras para originarem novas tarefas (Recombinação) e facilitar o processo de desenvolvimento de tarefas já que podem ser utilizadas subtarefas e tarefas já programadas (Reuso).

A arquitetura ClinicSpace destina-se a ambientes clínicos, os quais possuem características peculiares (seção 2.2.2), como as frequentes interrupções que os profissionais clínicos sofrem ao executar as suas atividades diárias. Os clínicos, muitas vezes, acabam tendo que interromper seus procedimentos para atenderem a outras chamadas ou pacientes. Profissionais clínicos percorrem uma grande distância em um hospital, pois executam os procedimentos de cuidados clínicos aos pacientes em diversos locais (BARDRAM; CHRISTENSEN; OLSEN, 2004). Dessa forma, o modelo de tarefa deve considerar tais características do trabalho em ambientes hospitalares, permitindo que as tarefas possam ser interrompidas e retomadas posteriormente, semelhante ao fluxo de execução de co-rotina (Interrupção). As tarefas devem migrar e se adaptar às diferentes características do ambiente (Móveis e Adaptativas) de forma a acompanhar o usuário - semântica siga-me (AUGUSTIN, 2005). As tarefas também podem estar associadas a um contexto; caso não estejam, receberão essa associação dinamicamente (Contextualizada).

Para um correto e eficaz gerenciamento das tarefas é necessário a monitoração das tarefas. Para isso, as tarefas obrigatoriamente estarão em um dos cinco estados, que são:

- Inicializada: tarefa foi criada e inicializada recentemente;
- Executando: tarefa está ativa e executando no momento;

- Descrição. Descrição textual da tarefa;
- Recursos. Responsável por informar pré-condições de execução da tarefa, tais como aplicações assistentes a ela;
- Contexto. A tarefa pode estar associada a contextos, e esses ainda podem ser opcionais ou obrigatórios para a execução da tarefa (RISSETTI, 2009).

3.4 Conjunto Mínimo de Tarefas

Como o projeto prevê a implementação de uma ferramenta-protótipo para a definição e gerenciamento das tarefas clínicas a serem executadas no ambiente hospitalar, identificou-se um conjunto mínimo de tarefas clínicas para serem disponibilizadas para os usuários. Os usuários clínicos poderão construir novas tarefas e fluxos de execução conforme a sua preferência e necessidade a partir das tarefas, e das subtarefas que as compõem, do conjunto mínimo.

Para identificação do conjunto mínimo de tarefas clínicas, analisaram-se os resultados publicados da pesquisa de LÆRUM & FAXVAAG (2004), realizada com profissionais clínicos (especialmente médicos) para a identificação e definição das principais tarefas clínicas executadas pelos profissionais dessa área. Essa pesquisa definiu atividades clínicas realizadas em períodos de frequência diária, semanal, mensal ou esporádica. O estudo apresentou um conjunto de vinte e quatro (24) atividades realizadas em ambientes hospitalares identificadas pelos profissionais clínicos como relevantes e frequentemente realizadas no trabalho.

Para classificar essas atividades, adotou-se a classificação de tarefas baseada na proposta de KUMAR et al (2003). As tarefas foram classificadas em:

- Tarefas Clínicas de Diagnóstico. Categoria composta por atividades relacionadas a métodos, procedimentos ou técnicas utilizadas para determinar a natureza, ou identidade, da doença ou enfermidade;
- Tarefas Clínicas de Tratamento. Categoria composta por atividades relacionadas a métodos, procedimentos ou técnicas utilizadas para melhorar as condições dos pacientes, e também outras quaisquer atividades executadas para tratar doenças, enfermidades e ferimentos;

- Tarefas Laboratoriais. Categoria composta por atividades relacionadas a métodos, procedimentos ou técnicas utilizadas para determinar a composição, qualidade ou concentração de espécime. Nessa categoria estão inclusas atividades que medem o tempo e taxa das reações e, também, as atividades que se relacionam com o sistema laboratorial para a obtenção de informações de exames como análises laboratoriais, raios-x, etc;
- Tarefas Administrativas. Categoria composta por atividades relacionadas à manutenção de informações clínicas dos pacientes nos sistemas de informação. Entende-se por manutenção quaisquer atividades relacionadas a operações de inclusão, modificação, atualização e exclusão de informações clínicas a serem mantidas e organizadas nos sistemas computacionais.

Para projetar a arquitetura ClinicSpace foram selecionadas onze (11) atividades que são executadas com maior frequência ao dia (apresentadas no Quadro 3). As tarefas mínimas forma decompostas em subtarefas, mapeadas para uma aplicação do sistema eletrônico de saúde adaptado a essa arquitetura - pEHS (VICENTINI, 2009) - ou a serviços do middleware de gerenciamento do ambiente, EXEHDA (FERREIRA et al, 2009a), que será invocado para a interação com o usuário. Além disso, o sistema, através do reconhecimento automático do contexto, poderá informar previamente alguns dados para a aplicação, minimizando a entrada de dados por parte do usuário (RIZZETTI, 2009). A partir dessas tarefas, e nas subtarefas que as compõem, o usuário pode usá-las e reutilizá-las para a criação de outras tarefas e fluxos de execução.

| . | Tarefa | Definição | Classificação |
|----|---|---|---------------------------|
| 1 | Revisar os problemas do paciente | Obter informações suficientes para formular os principais problemas dos pacientes para, então, poder realizar ou requisitar novas investigações ou tomar decisões clínicas. | Diagnóstico |
| 2 | Procurar informações específicas em registros do paciente | Procurar específicas e limitadas quantidades de informações sobre o paciente nos registros do paciente (EHR). | Diagnóstico |
| 3 | Obter os resultados de novos testes ou investigações | Identificar e obter resultados de investigações já executadas e analisadas e que ainda não tenham sido acessadas por um clínico. | Diagnóstico |
| 4 | Adicionar notas diárias sobre as condições do paciente | Escritas sobre avaliações das condições do paciente e, assim, formular notas de progresso do estado do paciente. | Tratamento Diagnóstico |
| 5 | Requisitar análises clínicas em laboratórios de análises clínicas | Requisitar uma ou diversas análises clínicas em laboratórios bioquímicos. A reserva do teste pode ser feita pelo médico ou outro profissional. | Diagnóstico |
| 6 | Obter resultados de exames clínicos | Obter resultados novos, ou velhos, de exames clínicos executados em laboratórios bioquímicos. | Laboratorial |
| 7 | Requisitar raios-X, ultra-som e tomografias computadorizadas | Requisitar raios-X, ultra-sons ou tomografias computadorizadas, e ainda prover um sumário clínico do paciente. A reserva da investigação pode ser feita pelo médico ou outro profissional. | Diagnóstico |
| 8 | Obter resultados de raios-X, ultra-som e tomografias computadorizadas | Obter resultados novos, e velhos, de raios-X, ultra-sons ou tomografias computadorizadas. | Laboratorial |
| 9 | Requisitar tratamentos | Requisitar procedimentos de tratamentos como medicamentos, cirurgias, etc. a serem executadas no hospital e que, geralmente, não sejam administradas pelos pacientes. | Tratamento |
| 10 | Prescrever receitas | Receitar medicamentos (ou outros tipos de tratamentos auto-administráveis) para o paciente comprar, coletar ou administrar. A ordem (receita) deve incluir instruções para o paciente sobre como e quando o tratamento deve ser aplicado. | Tratamento |
| 11 | Registrar códigos para diagnósticos ou procedimentos executados | Executar seleções em vários sistemas de classificação para os procedimentos clínicos executados ou para diagnósticos, e documentar a seleção. | Administrativa |

Quadro 3 – Conjunto mínimo de tarefas

Para exemplificar a definição das subtarefas que compõe uma tarefa clínica, utiliza-se a tarefa “Requisitar Análises Laboratoriais” (ver Figura 5). Para o suporte a essa tarefa é necessária a execução de um conjunto de aplicações e serviços (subtarefas). Nesse caso, o conjunto de subtarefas clínicas que compõe a tarefa é formado por:

- **Identificador de Profissional.** Subtarefa utilizada para a identificação do profissional clínico que, nesse caso, irá fazer a requisição da análise laboratorial. Note que o sistema de gerenciamento das tarefas (FERREIRA et al, 2009a) fará a identificação automaticamente, usando o reconhecimento de contexto (RIZZETI, 2009);
- **Identificador de Paciente.** Subtarefa utilizada para a identificação do paciente sobre o qual será efetuado a análise;
- **Preenchimento de Requisição Laboratorial.** Subtarefa que propicia o preenchimento das informações relativas à requisição, o encaminhamento da requisição e o registro desta no sistema pervasivo de informações de Saúde (pEHS).

| |
|---|
| Obter resultados de exames laboratoriais |
| Identificar Profissional |
| Identificar Paciente |
| Buscar Informações do Paciente |
| Visualizar Informações |

Figura 5 – Exemplo de tarefa com as subtarefas que a compõem. [Fonte: (SILVA, 2009)]

Esse modelo de decomposição e construção da tarefa permite que o profissional de saúde, sem necessidade de conhecimento sobre informática ou programação, componha suas tarefas no sistema de acordo com a maneira que realiza suas atividades. O sistema desenvolvido no projeto ClinicSpace é quem tem o completo entendimento da forma com que deve associar as abstrações disponíveis ao usuário (subtarefas, tarefas e fluxos de execução) com as aplicações e serviços que representam cada abstração (FERREIRA et al, 2009a). Além disso, o profissional poderá utilizar as abstrações já definidas pelo sistema e as que ele definiu para a criação e definição de outras que julgar necessário, possibilitando o reaproveitamento de subtarefas, tarefas e fluxos de execução já definidos anteriormente.

Um exemplo de reaproveitamento de tarefas é o fluxo de execução ilustrado na Figura 6 que é formado por três tarefas pertencentes ao conjunto mínimo de tarefas (“Requisitar Análises Laboratoriais”, “Obter resultados de exames laboratoriais”, “Adicionar notas diárias”).

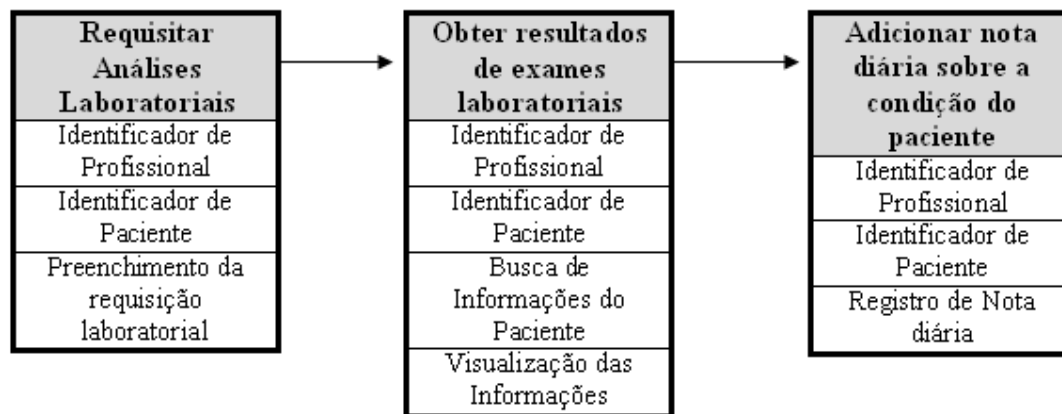


Figura 6 – Exemplo de fluxo de execução. [Fonte: (SILVA, 2009)]

Para validar a composição das tarefas, foram identificadas quatro diferentes categorias para a classificação das subtarefas (SILVA, 2009). As categorias são:

Subtarefas de **Identificação**. Nessa categoria são incluídas as subtarefas que permitem a identificação automática de profissionais e pacientes;

Subtarefas de **Busca**. Nessa categoria são incluídas todas as subtarefas responsáveis pela busca de informações de profissionais e pacientes. As informações a serem buscadas geralmente estão armazenadas no Sistema pEHS, onde são armazenadas as informações clínicas dos pacientes;

Subtarefas de **Preenchimento**. Nessa categoria são incluídas as subtarefas responsáveis pelo registro de informações dos pacientes no Sistema pEHS. Engloba ainda as subtarefas que permitem o preenchimento de requisições de exames, análises, encaminhamentos, etc.;

Subtarefas de **Visualização**. Nessa categoria são incluídas as subtarefas que permitem a visualização de informações dos pacientes. Essas subtarefas servem para a visualização de informações armazenadas no Sistema de Informação pEHS e também podem ser

informações providas por subtarefas de outras categorias que são executadas anteriormente.

3.5 Funcionalidades da Arquitetura ClinicSpace

A execução das tarefas é gerenciada pelo *middleware* EXEHDA (YAMIN et al, 2005). Porém, como o EXEHDA não foi desenvolvido para ser orientado a tarefas, a introdução do conceito de orientação a tarefas (*activity-driven* ou *task-oriented computing*) exigiu a inserção de um novo subsistema no *middleware*, estendendo suas funcionalidades. O novo Subsistema de Gerenciamento Distribuído de Tarefas (SGDT) tem a função de fazer a ponte entre tarefas e aplicações pervasivas, conforme definidas na arquitetura do *middleware*, auxiliando no processo de conversão de tarefas-aplicações (FERREIRA, 2009). Portanto, o SGDT é responsável por gerenciar, em alto nível, as tarefas, delegando o gerenciamento das subtarefas (aplicações pervasivas) para os subsistemas atuais do EXEHDA.

O novo Subsistema de Gerenciamento Distribuído de Tarefas (SGDT), mostrado na Figura 7, é responsável por gerenciar, em alto nível, as tarefas, delegando o gerenciamento das subtarefas (aplicações pervasivas) para os serviços atuais do EXEHDA.

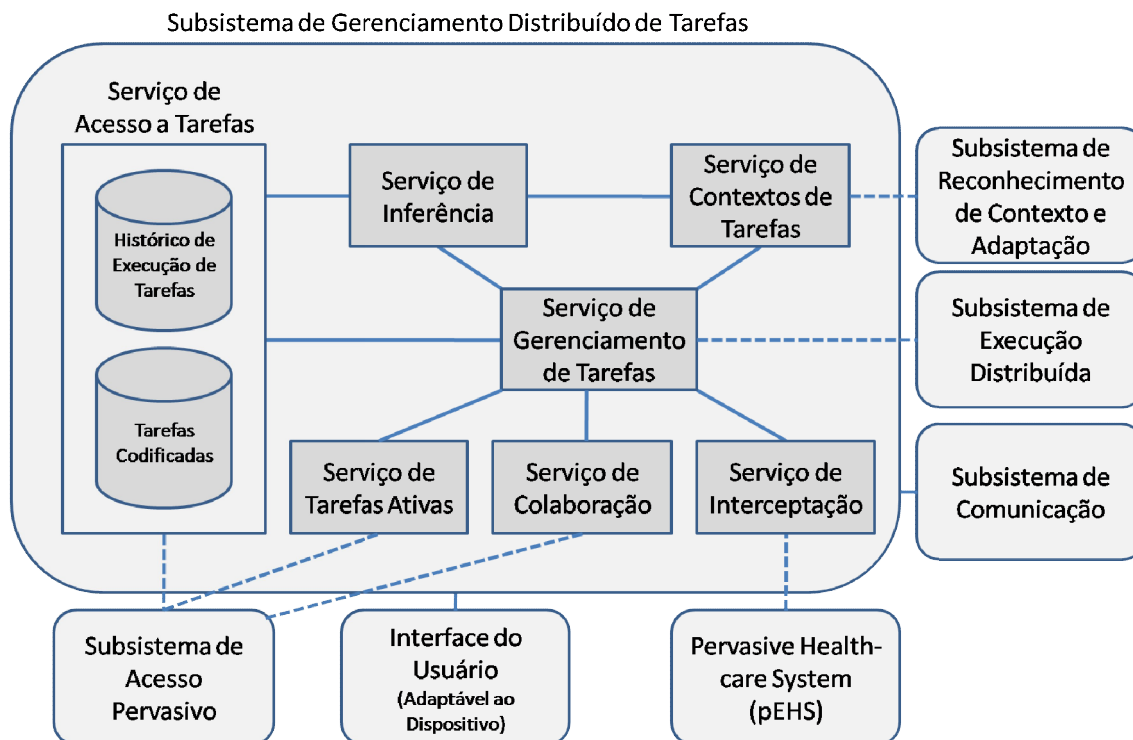


Figura 7 - Subsistema de Gerenciamento Distribuído de Tarefas [Fonte: (FERREIRA, 2009)]

O novo subsistema foi modelado de acordo com a especificação do *middleware* EXEHDA. Assim como os outros subsistemas, foi dividido em serviços: (i) Serviço de Acesso a Tarefas, (ii) Serviço de Contexto de Tarefas, (iii) Serviço de Inferência, (iv) Serviço de Gerenciamento de Tarefas, (v) Serviço de Tarefas Ativas; (vi) Serviço de Colaboração, e (vii) Serviço de Interceptação.

3.5.1 Serviço de Acesso às Tarefas

O Serviço de Acesso a Tarefas é responsável por armazenar e acessar informações das tarefas e da execução delas para cada usuário. Assim, esse serviço possui duas funcionalidades: (i) acesso à base de dados de tarefas codificadas, que é um repositório de tarefas disponíveis ao usuário; e (ii) acesso ao histórico de execução de tarefas, que armazena informações úteis ao Serviço de Inferência.

A Base de Dados de Tarefas Codificadas armazena as tarefas e subtarefas disponibilizadas aos usuários. A associação entre os usuários e as tarefas disponíveis a eles também é responsabilidade do bando de dados que armazena as tarefas. Para isso, o banco

deve manter a relação de tarefas disponíveis para cada usuário na forma de cópias da tarefa original. Assim, quando um profissional personaliza (modifica) sua tarefa, as outras cópias não sofrem alterações.

A Base de Dados do Histórico de Execução das Tarefas tem a função de armazenar as informações de execução das tarefas para cada usuário, relativas à forma particular com que eles realizam suas atividades. Essas informações de execução das tarefas são utilizadas pelo Serviço de Inferência para processamento da preferência do usuário, por exemplo. Assim, o Subsistema de Gerenciamento Distribuído de Tarefas pode utilizar essas informações para otimizar a rotina do profissional, dentro do escopo das atividades diárias auxiliadas pela computação pervasiva.

Além disso, essa base de dados mantém informações quantitativas de utilização das tarefas, como número de vezes que a tarefa foi executada, data da última execução e data da última modificação da tarefa. Com base nessas informações, pode-se gerenciar o ambiente (principalmente a interface gráfica) do usuário para evoluir a usabilidade do sistema.

3.5.2 Serviço de Contexto de Tarefas

A utilização do contexto nas tarefas é fundamental pelo seguinte motivo:

Não é viável projetar uma aplicação móvel para cada ambiente possível e encarregar o usuário de selecionar e ativar a aplicação adequada ao ambiente corrente. É necessário um comportamento adaptativo – consciente do contexto - da própria aplicação. Codificar uma aplicação pervasiva é especificar qual código deve executar no ambiente em que a aplicação está no momento. Deste objetivo deriva a necessidade de adaptação dinâmica ao contexto (AUGUSTIN; LIMA; YAMIN, 2006, p. 7).

O Serviço de Contexto de Tarefas disponibiliza, através de uma interface de consulta e de um serviço de subscrição (*publish/subscribe*), as informações de contexto necessárias ou úteis para o disparo e execução das tarefas. Portanto, o Serviço de Contexto de Tarefas é responsável pela integração do SGDT com o Subsistema de Reconhecimento de Contexto do EXEHDA.

Em uma primeira análise, o contexto é formado por usuários, localização, tempo e recursos (RISSETTI, 2009). Além disso, podem integrar a noção de contexto informações sobre outras pessoas (pacientes e profissionais) próximas ao usuário, e outras informações do ambiente clínico.

3.5.3 Serviço de Inferência de Tarefas

O Serviço de Inferência tem a função de processar informações de contexto, disponibilizadas pelo Serviço de Contexto de Tarefas, juntamente com dados históricos de tarefas executadas, objetivando tornar o Subsistema de Gerenciamento Distribuído de Tarefas

(SGDT) pró-ativo, inferindo as tarefas que o usuário costuma utilizar em determinado contexto³ (SOUZA; AUGUSTIN, 2010).

A inferência de tarefas que o usuário costuma utilizar em determinado contexto possibilita tanto a sugestão de tarefas ao usuário, melhorando a usabilidade do sistema e reduzindo o impacto do sistema computacional na rotina dele, como o disparo automatizado das tarefas associadas, pelo usuário, a determinados contextos.

Um grande problema do disparo automático de tarefas está relacionado à taxa de erro na inferência, o que prejudica a usabilidade do sistema. Por isso, esse serviço exige um estudo mais aprofundado sobre técnicas de inferência comportamental, do qual serão retiradas as regras de inferência usadas pelo SGDT.

3.5.4 Serviço de Colaboração

O Serviço de Colaboração disponibiliza a comunicação e a transferência de tarefas em execução entre os usuários⁴. Esse serviço foi projetado para atender a essa necessidade do ambiente clínico. Segundo Bardram (BARDRAM; CHRISTENSEN, 2007), a colaboração é um aspecto fundamental no trabalho de médicos, enfermeiros, e outros profissionais da saúde. Dessa forma, o suporte à colaboração está sendo projetado com duas funcionalidades: Comunicação e Transferência de Tarefas em Execução (delegação).

Uma forma muito freqüente de colaboração entre os profissionais da saúde é, segundo Bardram (BARDRAM; CHRISTENSEN, 2007), a consulta à opinião de outro profissional. Por isso, foi previsto, para o Serviço de Colaboração, o suporte à comunicação dos usuários, inicialmente por troca de mensagem, podendo ser expandido para formas mais robustas, como vídeo conferência. Através dessa funcionalidade, os profissionais podem compartilhar informações sobre o paciente, discutir problemas e soluções, solicitar e dar opiniões sobre determinado caso.

Uma possível implementação para essa funcionalidade é a criação de uma tarefa dedicada à comunicação entre os usuários. Essa tarefa não seria exatamente uma tarefa clínica. Ela executaria em *background*, funcionando como um cliente do Serviço de Colaboração, notificando o usuário sobre novas mensagens, e disponibilizando uma interface para leitura e escrita de mensagens (FERREIRA, 2009).

Outra forma de colaboração é a transferência de tarefas em execução entre os profissionais, realizada principalmente na troca de plantão. Para isso, o sistema deverá

³ O Serviço de Inferência é abordado no trabalho do mestrando Marcos Vinícius B. de Souza, intitulado "Inferência de Atividades Clínicas na Arquitetura ClinicSpace a Partir de Propriedades do Contexto" (PPGI/UFSM).

⁴ O Serviço de Colaboração é desenvolvido pelo mestrando Marcelo Kroth (PPGI/UFSM).

permitir aos usuários transferir suas tarefas não concluídas para outro profissional. Dessa forma, essa funcionalidade foi projetada com a seguinte funcionalidade: quando um usuário recebe a tarefa que outro transferiu para ele, o sistema permite ao profissional que recebeu a tarefa escolher entre aceitá-la ou rejeitá-la. Ao rejeitá-la, a tarefa retorna ao emissor. Já aceitando a tarefa, ela será incorporada a sua lista de tarefas interrompidas, podendo ser reiniciada ou retomada do ponto onde foi parada.

3.5.5 Serviço de Interceptação

Durante as etapas anteriores de definição e projeto do protótipo do ClinicSpace, supôs-se a existência de um sistema pervasivo de informação de saúde, denominado pEHS, que é um software de gerenciamento de informações de saúde com características de pervasividade, como migração da sessão do usuário e adaptação ao dispositivo. As características pervasivas do pEHS permitem que aplicações não terminadas possam ser retomadas. Assim, qualquer tarefa pode ser interrompida e retomada pela interface do usuário, sem que ele necessite conhecer o pEHS. Portanto, o pEHS deve implementar: (i) migração de suas aplicações; (ii) armazenamento temporário das informações que estão sendo utilizadas pela aplicação; (iii) adaptação da interface e das informações de suas aplicações (FERREIRA, 2009).

O Serviço de Interceptação é responsável por fazer o tratamento de eventos gerados pelo sistema pervasivo de informação de saúde (pEHS). Os eventos podem ser críticos, quando exigem a atenção imediata do usuário, ou normais, quando o usuário deve ser apenas notificado.

Eventos críticos correspondem a algum tipo de urgência ou emergência monitorada pelo sistema pEHS, como sinais vitais dos pacientes. Já, eventos normais são disparados em casos nos quais o pEHS somente precisa notificar o usuário.

Esse serviço é bastante dependente do sistema de informação pEHS. Pois, somente após as funcionalidades desse estarem bem definidas é que se poderá classificar seus eventos e fazer a integração com o Serviço de Interceptação. Essa integração envolve, além do tratamento de eventos, a troca de informações sobre o usuário, para que o sistema pEHS tenha conhecimento se ele está usando o sistema computacional ou não.

Para tratar um evento, o Serviço de Interceptação deve: (i) interagir com o Serviço de Gerenciamento de Tarefas (SGT) para interromper as tarefas em execução, no caso de o evento ser crítico; ou (ii) notificar o usuário, quando o evento é normal.

Sempre que um evento normal é interceptado, o Serviço de Interceptação dispara uma rotina que mostra, na interface do usuário, a notificação do evento, com informações suficientes para que o usuário possa decidir se deve dar atenção ao evento, ou se deve

continuar as tarefas que estava realizando. Assim, se o usuário optar por dar atenção ao evento, o Serviço de Interceptação solicita ao SGT a interrupção das tarefas que estavam sendo executadas e o disparo da tarefa associada ao evento.

Entretanto, se o evento interceptado for crítico, o Serviço de Interceptação, ao mesmo tempo em que gera o alerta na interface do usuário, solicita ao SGT a interrupção das tarefas que estão em execução e o disparo de uma tarefa que auxiliará o usuário a tratar o evento. Dessa forma, os dois tipos de eventos são tratados, pelo Serviço de Interceptação, de maneira semelhante, com a diferença que o tratamento de um evento normal pode ser postergado pelo usuário, caso ele esteja ocupado no momento em que o evento é interceptado.

Em ambos os casos, quando o tratamento do evento termina, o Serviço de Interceptação notifica o SGT para que seja retomada a execução das tarefas que haviam sido interrompidas.

Para aperfeiçoamento desse serviço, sugere-se a modelagem de uma hierarquia de prioridades de eventos, categorizando-os em níveis, de modo que um evento de menor prioridade não possa interromper o tratamento de um de maior prioridade. Essa categorização depende de um maior aprofundamento no estudo sobre urgências e emergências clínicas e hospitalares.

3.5.6 Serviço de Gerenciamento de Tarefas

O Serviço de Gerenciamento de Tarefas (SGT) é o núcleo do Subsistema de Gerenciamento Distribuído de Tarefas (SGDT), e é responsável por gerenciar a execução das tarefas dos usuários. Esse serviço mapeia as tarefas em aplicações pervasivas (objetos) do EXEHDA. Para isso, o SGT utiliza o Serviço de Acesso a Tarefas para buscar e instanciar a tarefa que será executada, obtém os serviços do *middleware* necessários à execução, configura e dispara a execução da tarefa. Cada subtarefa da tarefa é executada sequencialmente, utilizando dados produzidos pelas anteriores, dados pré-configurados na personalização da tarefa e informações obtidas do Serviço de Contexto de Tarefas.

O SGT também é responsável pela migração das tarefas. Quando o usuário troca de dispositivo, sua sessão é fechada no dispositivo que ele estava usando e restaurada no novo dispositivo. Dessa forma, antes da sessão ser fechada, o SGT interrompe as tarefas que estavam em execução e executa a migração delas para o dispositivo onde se encontra o Serviço de Tarefas Ativas. No momento em que a sessão é restaurada, o SGT informa a interface do usuário sobre as tarefas interrompidas. Se ele solicitar a retomada de uma tarefa, o SGT dispara a migração dela para o hospedeiro atual do usuário e inicia a execução do

ponto onde ela havia sido interrompida. Porém, antes da retomada, o Serviço de Contexto é consultado para verificar se houve mudanças no contexto utilizado pela tarefa, o que pode ocasionar adaptações na execução da tarefa.

Durante uma adaptação, provocada por uma migração, a subtarefa acessa o Serviço de Contexto de Tarefas para obter informações sobre o dispositivo. Então, o Serviço de Acesso a Tarefas é usado para obter a melhor interface gráfica para esse dispositivo, caso ela possua uma, ou a informação do dispositivo é usada para instanciar a interface gráfica da aplicação do sistema pervasivo de informação de saúde (pEHS).

3.5.7 Serviço de Tarefas Ativas

O Serviço de Tarefas Ativas é responsável por manter informações sobre as tarefas ativas de cada usuário. Uma tarefa é considerada ativa quando ela foi inicializada pelo Serviço de Gerenciamento de Tarefas (SGT) e ainda não foi concluída nem cancelada. Assim, esse serviço disponibiliza uma API (através de requisições HTTP) para consultar as tarefas ativas de determinado usuário, bem como, adicioná-las a sua lista, removê-las e atualizá-las.

3.6 Interface Gráfica para Programação e Gerenciamento das Tarefas

A interface gráfica para o usuário é uma extensão da interface de criação e personalização de tarefas (SILVA, 2009). Além do foco atual, a interface gráfica disponibilizada ao usuário servirá para o gerenciamento das tarefas e também irá utilizar as técnicas providas pela Computação orientada ao usuário-final.

O Subsistema de Gerenciamento Distribuído de Tarefas (SGDT), através do Serviço de Gerenciamento de Tarefas, disponibiliza métodos para que o usuário possa gerenciar a execução de suas tarefas. Dessa forma, a interface gráfica de gerenciamento das tarefas deve fazer uso desses métodos para informar o usuário sobre tarefas disponíveis e tarefas ativas, e para disponibilizar o controle sobre elas (disparar, interromper, retomar, cancelar).

Além disso, a interface gráfica deve interagir com outros serviços do SGDT. O Serviço de Interceptação disponibiliza informações do pEHS e a interface deve monitorar essas informações e mostrá-las ao usuário. O Serviço de Colaboração disponibiliza informações sobre comunicação e transferência de tarefas, as quais devem ser repassadas aos usuários pela interface gráfica.

Já a interação da interface gráfica com o Serviço de Contexto de Tarefas (MACHADO; LIBRELOTTO; AUGUSTIN, 2009) diferentemente das anteriores, não resulta em novas informações para o usuário. Essa interação tem o objetivo de obter informações do contexto para adaptar a própria interface.

Portanto, a interface gráfica deve ser tratada como uma aplicação pervasiva que utiliza tanto serviços do Subsistema de Gerenciamento Distribuído de Tarefas, como dos outros subsistemas do EXEHDA. Os primeiros sendo usados para permitir que o usuário gerencie suas tarefas; os últimos, para gerenciar sua própria execução no ambiente pervasivo. Sendo assim, essa aplicação deve ser implementada de modo semelhante a um agente móvel, com a função de “seguir” o usuário, carregando as informações necessárias (sessão), e instanciando a “tela gráfica” adequada ao dispositivo em uso.

3.7 Do Módulo de Intercepção ao pEHS atual

Na proposta inicial do ClinicSpace, a função do pEHS é servir como sistema de informação hospitalar levando em consideração as características do ambiente ubíquo (mobilidade entre os dispositivos e adaptação ao contexto do ambiente) e também apresentando a visão do profissional de saúde, auxiliando-o na realização das atividades. Inicialmente, quando o ClinicSpace foi projetado, o sistema pEHS deveria utilizar um sistema de informação em saúde EHR existente para armazenar as informações e disponibilizar os dados. O sistema a ser encontrado deveria ser adaptado aos requisitos do ClinicSpace, sendo os mais importantes:

1. modularidade: pra adaptação ao sistema de composição das tarefas;
2. possibilidade de modificação do sistema: para adaptá-lo à mobilidade e ao contexto,
3. manutenção do histórico de saúde do paciente ou sistemas interoperáveis: para possibilitar ao profissional acessar qualquer informação relevante.

Para iniciar a modelagem do pEHS previsto por FERREIRA (2009) foram estudados três tipos de sistemas: sistemas hospitalares, sistemas de prontuário eletrônico e sistemas de armazenamento pessoal de saúde. Foram analisados tanto sistemas proprietários quanto sistemas de software livre. A análise foi feita buscando um sistema que se encaixasse nos requisitos do ClinicSpace. Detalhes dessa análise foram relatados no capítulo 2.

Após essa pesquisa, constatou-se que poucos sistemas apresentavam a proposta de manutenção do histórico de saúde do paciente ou interoperabilidade, para que as informações não ficassem atreladas unicamente à instituição, e sim ao paciente. Outro problema encontrado foi em relação à modularidade, necessária para a adaptação das funcionalidades do sistema à arquitetura do ClinicSpace. Os sistemas analisados são construídos integrando base de dados, funcionalidades e interface, dificultando ou inviabilizando acessar funcionalidades mínimas ou dados diretamente da base. Esta forma integrada de desenvolver os sistemas também dificulta a adaptação do sistema hospitalar ao contexto do ambiente. Estes motivos levaram a equipe a abandonar a proposta inicial de utilização de um sistema existente para armazenamento de dados do paciente.

Para o projeto ClinicSpace, esta mudança implica na remoção do módulo de interceptação, pois a função do mesmo era responsável por fazer o tratamento dos eventos gerados pelo pEHS. Abandonando a ideia inicial, uma nova proposta de arquitetura para o sistema pEHS foi elaborada. Este trabalho tem como objetivo descrever essa nova solução do pEHS inserida na arquitetura ClinicSpace. O estudo é apresentado no capítulo seguinte.

4 ARQUITETURA DO SISTEMA pEHS

Este capítulo apresenta os estudos realizados para a definição da nova modelagem do sistema pEHS dentro da arquitetura ClinicSpace.

4.1 Requisitos Mínimos

Para o desenvolvimento do pEHS foi identificado um conjunto mínimo de requisitos através da análise das características da Computação Ubíqua, das necessidades da área médica e da proposta do projeto ClinicSpace.

O principal requisito é a adequação do sistema pEHS como suporte às **atividades** do profissional de saúde. Esta característica torna o sistema uma ferramenta de auxílio ao profissional, pois diminui o tempo necessário para interação com o sistema e acompanha o andamento da atividade realizada. Adaptar o pEHS às atividades profissionais significa adaptá-lo à forma com que o profissional a realiza nas instituições de saúde.

A proposta de Computação Ubíqua, de o ambiente interagir para auxílio das atividades do profissional, vem ao encontro das necessidades dos profissionais de saúde, que necessitam de acesso rápido às informações contextualizadas para sua atividade. Como a quantidade de dados de saúde é bastante grande, é necessário disponibilizar apenas informações relevantes para o contexto presente. A adaptação da atividade ao **contexto** de realização desta é uma característica importante do pEHS.

A **mobilidade** é uma característica marcante nos centros hospitalares e por isso, o sistema pEHS deve dar suporte à migração de dados e aplicações, para que o profissional possa interromper suas atividades, se locomover pelo ambiente hospitalar e retomá-las quando necessário.

Num ambiente pervasivo, existem diversos dispositivos que o profissional pode utilizar na realização de suas atividades, na visualização de informações e que também permitem a mobilidade do profissional pelo centro de saúde. O pEHS considera a existência de tais dispositivos adaptando o conteúdo à capacidade de visualização e as funcionalidades aos recursos computacionais disponíveis.

Por último, outro requisito considerado importante para a construção do pEHS é referente às informações de saúde do paciente que servem como base para a tomada de decisões e realização das atividades médicas. O **histórico de saúde do paciente** deve ser mantido, para que o profissional tenha em mãos qualquer tipo de informação que possa auxiliar na realização de suas atividades e que possibilite maior qualidade no cuidado da saúde do paciente. As informações de qualquer instituição pela qual o paciente passar, como exames, diagnósticos e tratamentos realizados, devem ficar disponíveis para futuras consultas.

4.2 Arquitetura pEHS

Esta seção tem como objetivo a apresentação da arquitetura do sistema pEHS garantindo os requisitos apresentados na seção 4.1.

4.2.1 Armazenamento de Dados de Saúde

A primeira questão a ser resolvida sobre o pEHS é o armazenamento de dados, pois ele serve para o profissional de saúde como fonte de informações para tomadas de decisões sobre o paciente. Como discutido anteriormente, o pEHS deve armazenar o histórico de informações de saúde do paciente e qualquer nova informação adicionada, independente da instituição que a fez, deve estar disponível para visualização do profissional de saúde.

Existem vários trabalhos de pesquisa atualmente que tem como objetivo tornar as informações de saúde do paciente acessíveis independente do local. Entre as soluções em discussão, destacam-se as seguintes (GRIMSON; GRIMSON; HASSELBRING, 2000):

- centralizar os dados em um único servidor disponível para todas as instituições de saúde;
- adotar um padrão de armazenamento de dados comum para todos os sistemas;
- utilizar a troca de mensagens para troca de dados.

Uma tendência observada na área de saúde é a disponibilização do serviço de armazenamento pervasivo de informações de saúde por instituições privadas que ficam responsáveis pelo armazenamento, gerenciamento e disponibilização das informações, cabendo ao usuário apenas inseri-las e autorizar o acesso e inserção de mais informações aos

profissionais de saúde. As empresas Google e Microsoft estão investindo na área de saúde e disponibilizando sistemas para que os usuários possam armazenar suas informações de saúde e compartilhá-las com profissionais de sua confiança.

Seguindo essa tendência, o pEHS prevê a existência de uma base de dados centralizada de informações de saúde, na qual o histórico de saúde do paciente pode ser acessado por todas as instituições. A Figura 8 ilustra a nova relação dos componentes da arquitetura ClinicSpace (apresentada no capítulo anterior), relativo ao gerenciamento das tarefas, e o pEHS com acesso a uma base de dados externa de informações do paciente.

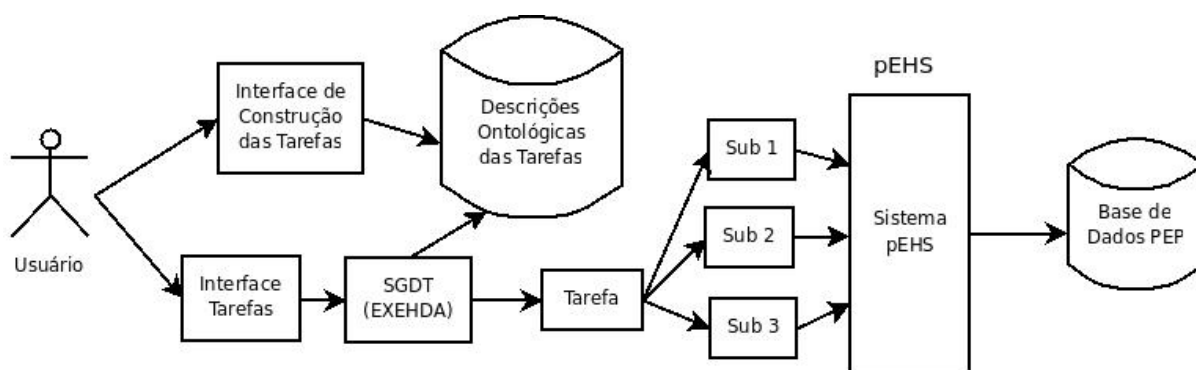


Figura 8 - Armazenamento de dados para o pEHS

Nesta base de dados externa das informações de saúde do paciente ficam armazenados os prontuários eletrônicos do paciente (PEP), ou seja, uma versão digital do prontuário em papel. Este PEP deve possibilitar o armazenamento de todo o tipo de informação relativa aos cuidados médicos do paciente, como tipos de alergias, tratamentos submetidos, histórico familiar de saúde, entre outras informações que podem ser úteis para evitar erros ou auxiliar no diagnóstico e tratamento ao paciente. Essa base, virtualmente centralizada, deve restringir o acesso às informações apenas às instituições de saúde habilitadas, deve ter a propriedade de sempre disponível (*always on*) e garantir acesso a qualquer dado, a qualquer hora e lugar, com qualquer dispositivo. Essas características definem uma base de dados pervasiva. Manter uma base de dados centralizada possibilita manter as informações de saúde do paciente atualizadas, sem redundância e inconsistência.

O restante do sistema pEHS é instalado no centro de saúde, apenas a base de dados fica externa para acesso à qualquer centro de saúde. Esta solução permite que cada instituição adote a solução que melhor se adequar ao seu perfil (hospital, clínica, laboratórios, farmácia, etc). Esta base de dados deve atender aos requisitos relacionados à base de dados hospitalares,

como a manutenção do histórico de alterações, rastreabilidade, autenticação, autoria das modificações, backups, entre outras.

Além de armazenar o histórico de saúde de toda vida do paciente, a base deve controlar o acesso às informações, garantindo as questões de segurança e privacidade. Seguindo a tendência atual e a proposta de EHR, na qual o paciente é dono de suas informações, o PEP pervasivo deve controlar o acesso às informações. Uma possibilidade é que o paciente possa classificar quais dados são sigilosos e quais ele não se importa em exibir para a maioria dos profissionais de saúde e também que possa dizer que tipo de informação a instituição ou o profissional tem acesso. Assim, cria-se um perfil de acesso ('sigiloso', 'particular' e 'geral') e o paciente pode associar à sua lista de profissionais e instituições que tem acesso aos seus dados, informando que tipo de acesso cada profissional/instituição tem.

4.2.2 Adaptação às Tarefas e Mobilidade

Esta seção apresenta a solução proposta para o sistema pEHS em relação aos requisitos de adaptação às tarefas do usuário e mobilidade do profissional pela instituição de saúde.

4.2.2.1 Tarefas

Uma vez que a base de dados é gerenciada por outra instituição, o sistema pEHS fica responsável pela disponibilização dos aplicativos, das funcionalidades necessárias para inserção e visualização das informações no PEP. Esta separação possui similaridades com a proposta de computação orientada a atividades (BARDRAM; CHRISTENSEN, 2007), onde os sistemas computacionais apresentam os conceitos de dados, processos e atividades. Na Figura 9, é possível visualizar quais módulos do ClinicSpace são responsáveis por cada funcionalidade.

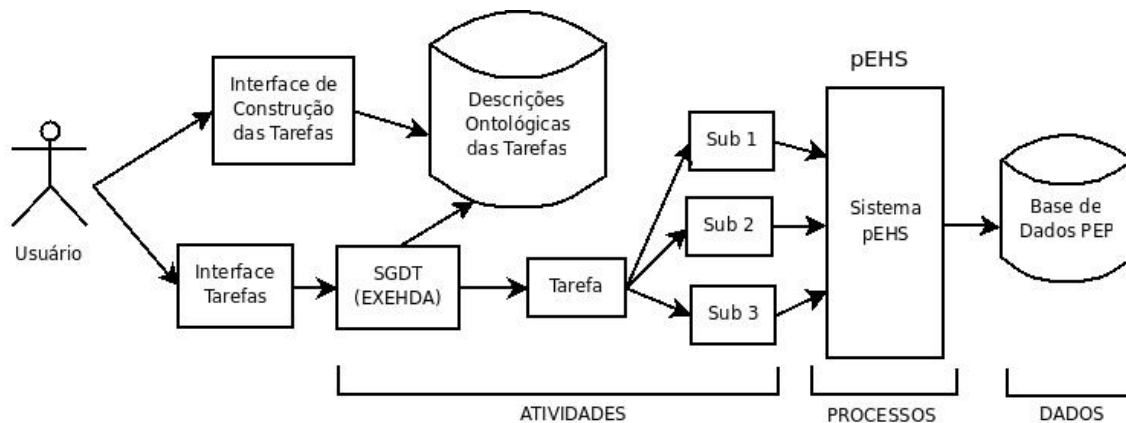


Figura 9 – Separação do ClinicSpace em dados, processos e atividades

A parte do ClinicSpace correspondente à camada de atividades é composta pelo SGDT, pelas tarefas e subtarefas. O SGDT é responsável pela execução das tarefas do profissional de saúde, enquanto as tarefas e subtarefas são modelagens da atividade clínica real programada pelo clínico. As subtarefas são obrigatoriamente associadas a uma aplicação computacional, e, no caso das tarefas clínicas, grande parte são associadas às aplicações do pEHS, que correspondem à camada de processos da arquitetura. O pEHS acessa a camada de dados, que no sistema é a base de dados pervasiva.

Diferente da maneira como os sistemas baseados em Desktop são projetados atualmente, o pEHS atende às necessidades das atividades clínicas modeladas na arquitetura ClinicSpace, mantendo as características destas que são: decomposição, recombinação, reuso, interrupção e mobilidade. O pEHS apresenta um alto grau de modularização necessário para se adaptar às tarefas mais específicas realizadas pelo profissional de saúde e realizadas pelo próprio sistema ClinicSpace (como por exemplo, a captura automática de dados do ambiente para inserção no prontuário do paciente).

Para a adaptação às atividades, o pEHS foi modelado como um conjunto de aplicações que mantêm as características das tarefas do ClinicSpace. A proposta do sistema pode ser visualizada na Figura 10. Cada subtarefa possui uma aplicação correspondente no sistema pEHS. Assim, por exemplo, a tarefa do usuário de atendimento ao paciente executa uma aplicação pEHS.

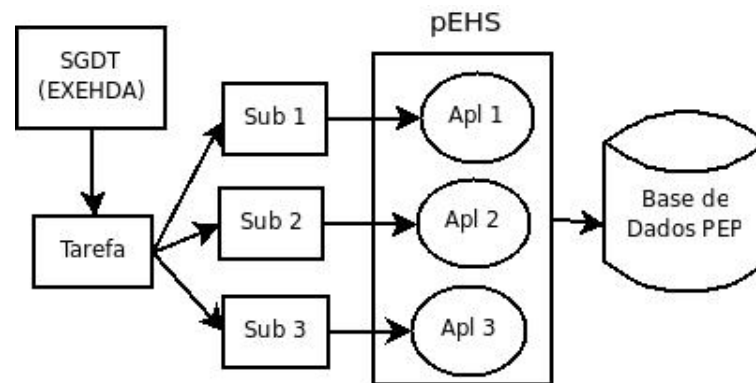


Figura 10 – Adaptação às atividades

As aplicações do pEHS são organizadas de maneira autocontida para que desempenhem a funcionalidade necessária à subtarefa. Essas aplicações podem ser recombinadas e reutilizadas para a construção de aplicações mais complexas. A Figura 11 representa internamente, de maneira básica, como as aplicações são organizadas.

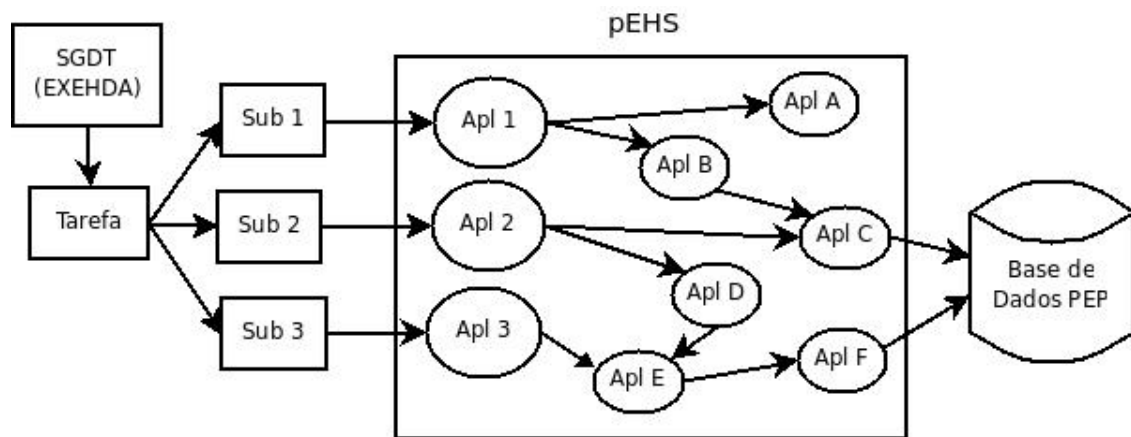


Figura 11 – Estrutura pEHS – visão interna

As aplicações do pEHS podem ser utilizadas na composição de aplicações maiores e mais elaboradas. Aplicações semelhantes podem utilizar uma mesma aplicação menor para desempenhar uma funcionalidade específica em comum. As aplicações podem ou não acessar a base de dados com as informações do paciente, inserindo ou obtendo informações.

4.2.2.2 Mobilidade

No middleware de gerenciamento do ambiente pervasivo, EXEHDA, a mobilidade é garantida utilizando-se a semântica “siga-me”. Este é construído pela agregação de serviços relativos ao reconhecimento de contexto, ao acesso pervasivo e à comunicação (YAMIN, 2004). Dessa forma, o middleware possui dois mecanismos principais que dão suporte à semântica *siga-me*: (i) um mecanismo de monitoramento que permite inferir sobre o estado dos recursos e das aplicações; (ii) e outro que promove adaptações funcionais e não-funcionais de acordo com o contexto monitorado.

Entende-se por adaptação não-funcional a capacidade de o middleware modificar a localização física dos componentes das aplicações, seja pela migração do mesmo, ou pela instanciação remota deles. Por sua vez, a adaptação funcional é a capacidade de o middleware selecionar a implementação do componente, dentre as disponibilizadas no desenvolvimento, a ser utilizada em um determinado contexto de execução.

A instanciação remota do componente implica que o código a ser instanciado deve estar disponível através do acesso pervasivo a um repositório de código. Já o acesso ao ambiente computacional do usuário, independentemente de localização e do dispositivo empregado, implica no acesso pervasivo a seus dados e configurações pessoais.

No ClinicSpace, o SGGT, que é o módulo que garante ao EXEHDA a execução das tarefas, possibilita que as tarefas e subtarefas migrem de um dispositivo para outro, acompanhando a mobilidade do usuário.

As tarefas foram inicialmente modeladas prevendo a interrupção das atividades do profissional clínico e sua retomada (e migração) em (para) outro dispositivo. Este modelo “Pausa-Retoma” permite que a aplicação migre de um dispositivo para outro utilizando os mecanismos do middleware EXEHDA (subsistema de execução distribuída) (YAMIN, 2004).

As subtarefas do ClinicSpace estão sempre associadas a uma aplicação pervasiva, ou seja, a um objeto do EXEHDA (chamado OX) que executa no ambiente pervasivo. Ressalta-se que as aplicações do pEHS também são implementadas como objetos do EXEHDA, possibilitando desta forma que a aplicação migre juntamente com a tarefa do usuário. Este gerenciamento da execução das tarefas é realizado pelo SGGT (FERREIRA, 2009).

4.2.3 Adaptação ao Contexto e Dispositivo

A interação do sistema pEHS com o contexto é de difícil abordagem. Para este trabalho, foi necessário definir a que tipo de contexto o pEHS é consciente, definir sua forma de representação e utilização no sistema. Trabalhos em andamento aprofundam o estudo dessa questão (MACHADO; LIBRELOTTO; AUGUSTIN, 2010).

4.2.3.1 Tipos de Contextos relevantes ao pEHS

Primeiramente, para tornar o pEHS sensível ao contexto foi necessário definir a que tipos de contexto ele se adaptaria. Na arquitetura ClinicSpace, foram identificados três tipos principais de contexto que influenciam na realização das tarefas:

1. Contexto de Disparo de Tarefas: na presença de um determinado elemento de contexto (ex: data e hora) ou cenário (ex: conjunto de equipamentos presentes em uma sala) uma tarefa específica é iniciada⁵. Este tipo de contexto não afeta a modelagem do sistema pEHS, e por isso seu estudo foi desconsiderado.
2. Contexto da Atividade – contexto presente no ambiente que pode modificar a forma com que uma atividade é executada. Ex: dispositivo, especialidade, data atual, paciente, sala, etc. Esta informação é passada à tarefa e, conseqüentemente, ao pEHS como parâmetro para realização de buscas, aplicação de filtros, visualização de imagens, processamento e adaptação de informações. Um exemplo mais específico é a captura da especialidade do médico para a seleção de informações relacionadas com tal especialidade, ou a captura de informações do dispositivo utilizado para seleção/formatação das informações antes de sua visualização.
3. Dados de Saúde – são dados de saúde do paciente ou informações do ambiente que são coletados por máquinas e fornecidas às tarefas para serem processadas e/ou inseridas no pEHS ou processadas pela tarefa. Utilizada principalmente para a captura automática de dados - evita trabalho de entrada de dados por parte dos clínicos para preenchimento de formulários, monitoramento de dados vitais do paciente ou análise

⁵ Este estudo é abordado no trabalho do mestrando Marcos Vinícius B. de Souza (SOUZA, AUGUSTIN, 2010).

de temperatura da sala. A captura de dados de saúde do paciente e preenchimento de formulários foi parcialmente estudada por RISSETTI (2009).

Após identificar quando o contexto pode influenciar em uma tarefa, foram definidas as principais entidades de contexto que são relevantes para as mesmas e, neste trabalho em específico, que são relevantes ao sistema pEHS.

Segundo Augustin (2006) as atividades são executadas sob determinado contexto. Por isso, a modelagem de tarefas responde às questões que definem seu contexto: quem (paciente, acompanhante, clínico), onde (localização), quando (data e horário), com o quê (recursos lógicos e físicos), o que (composição de atividades).

Contexto é qualquer informação que pode ser usada para caracterizar a situação de uma entidade (pessoa, serviço, aplicação, dispositivo, objeto, lugar, etc) considerada relevante para o comportamento da aplicação (AUGUSTIN; LIMA; YAMIN, 2006,p. 7).

Para a modelagem deste protótipo, as entidades de contexto para as tarefas são formadas por usuários (profissional e paciente), localização (sala), tempo e recursos (dispositivos). Segue abaixo uma descrição mais detalhada de cada elemento.

1. Paciente: destina-se a identificar o paciente dentro do hospital. Para isto, acessa uma base de dados interna do hospital (não fica na base de dados pervasiva) que possui as seguintes informações: idPaciente, urlPaciente - que indica onde está o prontuário do paciente, listaSensores - que é uma lista de conjunto de informações <descrição><valor> onde descrição informa o que está sendo monitorado (pressão, glicose, temperatura, batimentos cardíacos, etc) e valor, que é o dado monitorado. O processo de identificação do paciente pelo contexto funciona da seguinte forma: seu id é informado ao SGCT (Sistema Gerenciador de Contexto de Tarefas) que busca na base interna do hospital as informações armazenadas sobre o mesmo (urlPaciente). O SGCT irá buscar outras informações de contexto do paciente (listaSensores) somente se esta for necessária para a aplicação (comuns para aplicações de monitoramento). Com o atributo urlPaciente, as aplicações podem buscar no PEP pervasivo os dados de saúde do paciente.
2. Profissional: destina-se a identificar o profissional de saúde que está executando as tarefas. Também acessa uma base de dados interna do centro de saúde para obter a especialidade do profissional ou o papel que ele desempenha no hospital (anestesiista, cirurgião, clínico geral, cardiologista, etc).

3. Dispositivo: destina-se a identificar características relevantes sobre o dispositivo utilizado pelo profissional para a realização das tarefas. Recupera através do id as seguintes informações da base de dados: CPU (informação sobre a capacidade de processamento), tela (informa resolução), rede (informações sobre conexão) e se o dispositivo é público (tela em um corredor ou sala a qual várias pessoas têm acesso) ou privado (telefone celular, desktop, etc onde somente o profissional visualiza as informações).
4. Tempo: destina-se a informar a data e hora atual. Esta informação de contexto é utilizada para disparo de informações. Também é utilizada como passagem de parâmetros para as tarefas, permitindo que o profissional busque as últimas informações, por exemplo.
5. Sala: destina-se a armazenar informações sobre as salas existentes nos hospitais e seu papel (a que se destina). Uma sala pode ser uma maternidade, CTI, corredor, escritório, clínica especializada, corredor, sala de espera, secretaria, pronto-socorro, entre outros. Essas informações são armazenadas em uma base de dados interna do hospital. O SGCT pode buscar informações da sala como: (i) “lista de leitos e respectivos pacientes”, (ii) lista de ids das pessoas presentes na sala – utilizado para realização de inferências de situações e para decidir se informações podem ser mostradas em dispositivos públicos, (iii) lista de ids de dispositivos presentes na sala – para realização ou sugestão de migrações. Esse tipo de informação é relevante para decidir se determinadas informações podem ser visualizadas nos dispositivos (caso de informações pessoais em monitor de corredor), para transferir informações em caso de emergência para os profissionais ou para disparo de tarefas quando o profissional e paciente se encontram na sala.

Podem existir outras entidades de contexto, entretanto, as que mais influenciam no pEHS são inicialmente estas. Uma análise mais detalhada sobre contexto no ambiente hospitalar será realizado por Alencar⁶.

⁶ O contexto está sendo estudado no trabalho de dissertação (em andamento) do mestrando Alencar Machado (PPGI - UFSM), também ligado ao projeto ClinicSpace

4.2.3.2 Proposta de Interação entre pEHS e Contexto

A Figura 12 ilustra a interação do pEHS ao contexto.

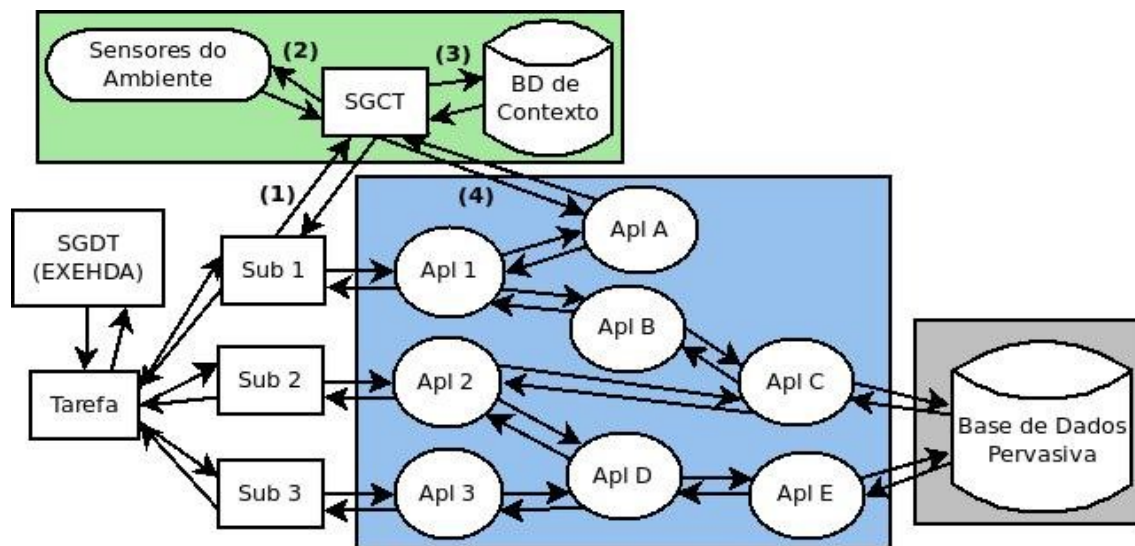


Figura 12 – Interação pEHS com contexto

O SGCT (Sistema Gerenciador de Contexto de Tarefas) gerencia a captura das informações do ambiente (obtidas através de sensores ou de RFIDs). Ao iniciar a execução de uma tarefa, a subtarefa informa ao SGCT o contexto do qual deseja obter informações (1), o SGCT obtém as informações dos sensores no ambiente identificando o 'id' do referido contexto (2), após pesquisa em uma base de dados do hospital que descreve os componentes de contexto relevantes (profissionais, dispositivos, etc), junta o 'id' com estas informações e preenche um arquivo de contexto (3). Este arquivo é enviado para a tarefa, que começa a executar de acordo com as informações recebidas. Outro tipo de interação com o contexto é após a tarefa começar a executar. Neste caso, a aplicação acessa o SGCT diretamente para obter informações de contexto ou dados de saúde do paciente sendo monitorados (4).

4.3 Aplicações pEHS

No projeto ClinicSpace foram previstas 11 tarefas mínimas. Estas tarefas surgiram do trabalho de LÆRUM & FAXVAAG (2004) que fez o estudo das atividades clínicas e sua relação com o sistema hospitalar utilizado.

A Figura 13 mostra as 24 atividades e o resultado do questionário aplicado aos profissionais relativo a (A) considerar a tarefa como parte do seu trabalho em um hospital, (B) frequência com que a atividade era realizada e (C) última vez que a tarefa foi realizada e o tempo que ela demora para ser realizada.

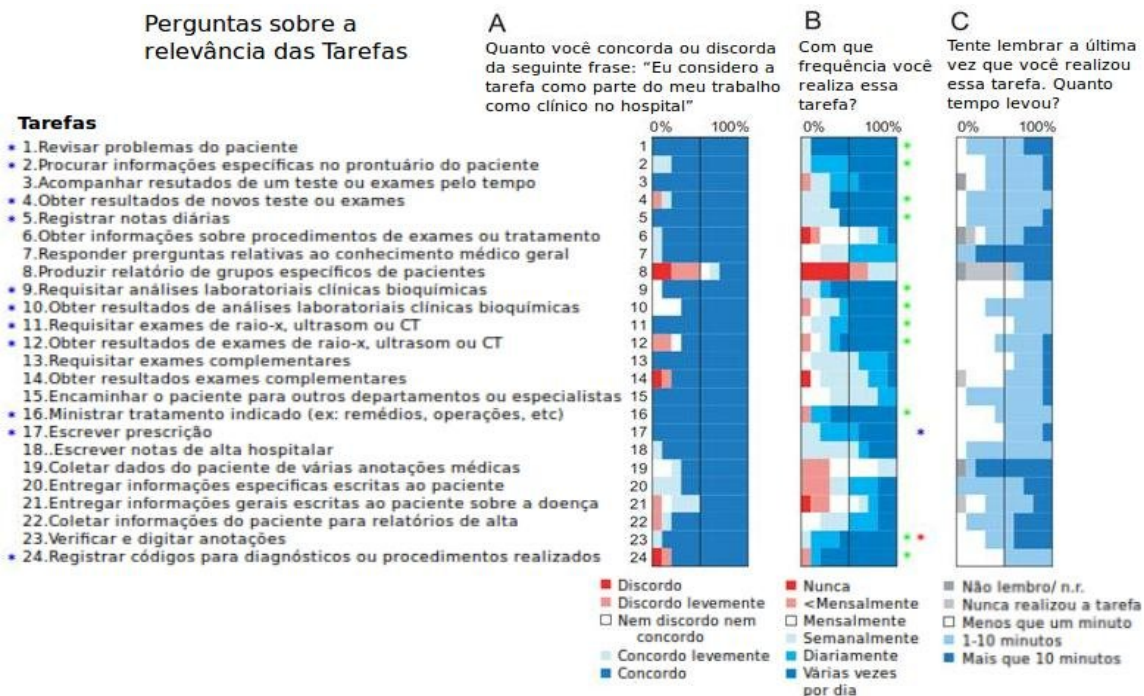


Figura 13- 24 Tarefas clínicas e as 11 mínimas [Traduzido de (LÆRUM; FAXVAAG, 2004)]

Para a seleção das atividades a serem adotadas na construção inicial do ClinicSpace foram consideradas apenas atividades relacionadas ao médico, dentre estas foram selecionadas as que eram realizadas com mais frequência (SILVA, 2009).

Na Figura 13, as onze tarefas mínimas estão assinaladas com um asterisco azul, no canto esquerdo da figura. As atividades de maior frequência selecionadas foram as que pelo menos 50% dos profissionais indicaram que realizavam várias vezes ao dia, na coluna B da

figura, marcadas com um asterisco verde. A atividade 23, marcada com um asterisco vermelho, foi descartada por não se tratar de uma tarefa computacional. A tarefa 17 (Escrever Prescrições), marcada com um asterisco azul, foi selecionada por ser considerada uma tarefa médica importante.

Essas tarefas foram estudadas anteriormente e definidas por pequenas subtarefas que as compõem (LORENZI, 2009). O Quadro 4 mostra a composição resultante.

| | |
|--|---|
| <p align="center">1. Revisar os Problemas do Paciente.</p> | <p align="center">2. Procurar Informações Específicas no Registro do Paciente.</p> |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificação do Profissional; 2. Identificação do Paciente; 3. Busca Informação do Paciente; 4. Visualização das Informações. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificação do Profissional; 2. Identificação do Paciente; 3. Busca Informação do Paciente (Parâmetro: Informação requisitada); 4. Visualização de Informações. |
| <p align="center">3. Obter os resultados de novos Testes e Investigações.</p> | <p align="center">4. Adicionar Notas Diárias sobre Condições do Paciente.</p> |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificação do Profissional; 2. Identificação do Paciente; 3. Busca Informação do Paciente (Parâmetro: Informações novas); 4. Visualização de Informações. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificação do Profissional; 2. Identificação do Paciente; 3. Registro de Nota diária. |
| <p align="center">5. Requisitar Análises Laboratoriais.</p> | <p align="center">6. Requisitar Exames de Vídeo/Imagem (raio-x, tomografia, etc.).</p> |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificação do Profissional; 2. Identificação do Paciente; 3. Preenchimento de requisição Laboratorial. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificação do Profissional; 2. Identificação do Paciente; 3. Preenchimento da requisição de exames de vídeo/imagem. |
| <p align="center">7. Obter Resultados Laboratoriais.</p> | <p align="center">8. Obter Resultados de Exames de Vídeo/Imagem.</p> |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificação do Profissional; 2. Identificação do Paciente; 3. Busca de Informações do Paciente (Parâmetro: Requisições Laboratoriais); 4. Visualização de Informações. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificação do Profissional; 2. Identificação do Paciente; 3. Busca Informações do Paciente (Parâmetro: Requisições de vídeo/imagem); 4. Visualização de Informações. |
| <p align="center">9. Requisitar Tratamentos</p> | <p align="center">10. Escrever Prescrições</p> |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificação do Profissional; 2. Identificação do Paciente; 3. Preenchimento de requisição de tratamento; | <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificação do Profissional; 2. Identificação do Paciente; 3. Preencher prescrição. |
| <p align="center">11. Registro de códigos para diagnóstico e procedimentos executados.</p> | |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificação do Profissional; 2. Identificação do Paciente; 3. Registro de diagnósticos e procedimentos executados. | |

Quadro 4 – 11 Tarefas mínimas e sua composição

De acordo com o quadro 4, as 11 tarefas mínimas são compostas por subtarefas. A Figura 14 apresenta a estrutura da tarefa mínima “Requisitar Análises Laboratoriais” (5), composta por suas subtarefas.

| Requisitar Análises Laboratoriais |
|--|
| Identificador de Profissional |
| Identificador de Paciente |
| Preenchimento de Requisição Laboratorial |

Figura 14 – Exemplo de Tarefa com as subtarefas que a compõem

A Figura 15 mostra o resultado da composição de uma tarefa pelo profissional de saúde composta por 3 outras tarefas que por sua vez são compostas por suas subtarefas:

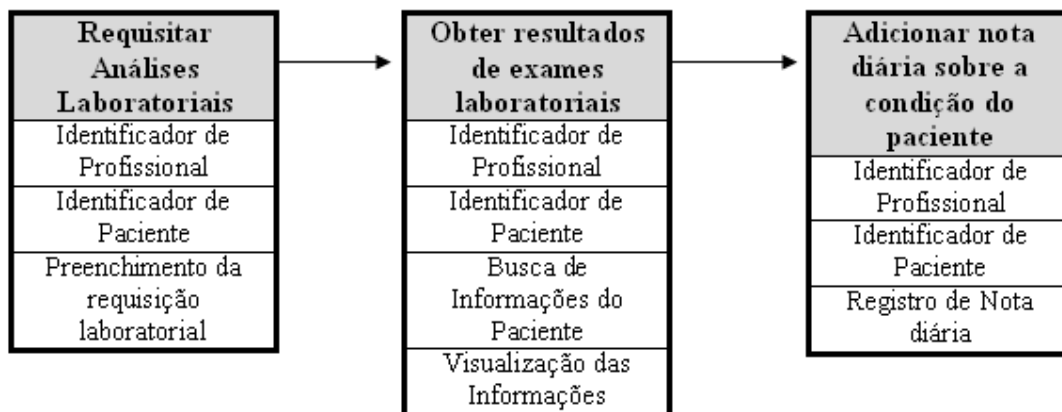


Figura 15 – Exemplo de fluxo de execução

As 11 tarefas mínimas podem ser compostas por quatro (4) tipos de aplicações sobre os dados do prontuário do paciente: Busca, Visualização, Requisições e Inserção de informações. O Quadro 5 mostra essa classificação.

| Busca de Informações | Visualização de Informações |
|--|--|
| (1) Revisar os Problemas do Paciente; (2) Procurar Informações Específicas no Registro do Paciente; (3) Obter os Resultados de Novos Testes e Investigações; (7) Obter Resultados Laboratoriais; (8) Obter Resultados de Vídeo/Imagem (raio-x, tomografia...); | (1) Revisar os Problemas do Paciente; (2) Procurar Informações Específicas no Registro do Paciente; (3) Obter os Resultados de Novos Testes e Investigações; (7) Obter Resultados Laboratoriais; (8) Obter Resultados de Vídeo/Imagem (raio-x, tomografia...); |
| Inserção de Informações | Requisição |
| (4) Adicionar Notas Diárias sobre Condições do Paciente; (10) Escrever Prescrições; (11) Registrar Códigos para Diagnósticos e Procedimentos Executados; | (5) Requisitar Análises Laboratoriais; (6) Requisitar Exames de Vídeo/Imagem (raio-x, tomografia...); (9) Requisitar Tratamentos |

Quadro 5 - Classificação das tarefas mínimas

Para cada aplicação que busca informações do paciente na base de dados pervasiva, existe uma aplicação correspondente para a visualização das informações retornadas (adaptação ao contexto). Por este motivo, as aplicações de busca e visualização são consideradas como correlacionadas/atreladas, pois não existe (para o profissional de saúde) busca que não resulte na visualização das informações. Porém, podem existir no pEHS aplicações que busquem informações na base de dados pervasiva sem necessariamente utilizar aplicações de visualização; é o caso da construção de sistemas de inferência ou monitoramento que necessitam buscar informações no pEHS para a realização de computação sobre esses dados. O modelo proposto neste trabalho possibilita a construção de ambas aplicações, mas o foco é a construção das 11 tarefas mínimas.

As aplicações de inserção de informações referem-se àquelas que resultam na inserção de algo na base de dados pervasiva. Estas aplicações são compostas por um formulário onde o profissional deve inserir informações (prescrever medicamentos, por exemplo) e as armazena no prontuário do paciente na base de dados pervasiva.

As aplicações de Requisição são aquelas que não geram inserção de informações na base de dados, nem busca de informações, mas exigem a ação ou interação com sistemas externos, como a solicitação de tratamento ou a solicitação de encaminhamento para a

realização de exames. Um exemplo de atividade que utiliza esse tipo de aplicação é a requisição de exames, onde o profissional pode agendar a realização de um exame no setor laboratorial de acordo com o tempo disponível do paciente e os exames já pré-marcados. As aplicações de Requisição não inserem dados na base de dados pervasiva.

As aplicações de busca de dados são as únicas nas quais o profissional pode definir parâmetros, tanto de tempo quanto de dado, nas aplicações de Inserção e Requisição não faz sentido a definição de parâmetros. O Quadro 6 ilustra como o contexto e os parâmetros afetam as aplicações de acordo com sua classificação.

| Tipos de Aplicações | Afetadas por |
|-----------------------|--|
| Busca | - contexto do Dispositivo (informado pelo SGCT em tempo de execução); - parâmetros de Busca (Definidos pelo usuário na criação da tarefa) |
| Visualização | - contexto do Dispositivo (informado pelo SGCT em tempo de execução); - contexto da Sala (informado pelo SGCT em tempo de execução); |
| Inserção e Requisição | - contexto do Dispositivo (informado pelo SGCT em tempo de execução); - contexto da Sala (informado pelo SGCT em tempo de execução); |

Quadro 6 - Influência do contexto e parâmetros sobre as tarefas mínimas

Tendo esta análise como base, pode-se descrever a estrutura das 11 aplicações do pEHS como ilustra o Quadro 7.

| Tarefas de Busca e Visualização de Dados |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. SGCT informa contexto (Profissional, Paciente, Dispositivo, Sala e Tempo) 2. pEHS busca informações na base. Comportamento influenciado por: <ul style="list-style-type: none"> • Contexto (Profissional, Paciente, Dispositivo e Tempo) • Parâmetros (Tipos de dados de busca) 3. pEHS visualiza informações. Comportamento influenciado por: <ul style="list-style-type: none"> • Contexto (Profissional, Dispositivo e Sala) |
| Tarefas de Requisição |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. SGCT informa contexto (Profissional, Paciente, Dispositivo, Sala e Tempo) 2. pEHS formulário de requisição. Comportamento influenciado por: <ul style="list-style-type: none"> • Contexto (Profissional, Paciente, Dispositivo, Sala e Tempo) |
| Tarefas de Inserção de Dados |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. SGCT informa contexto (Profissional, Paciente, Dispositivo, Sala e Tempo) 2. pEHS formulário de inserção de dados. Comportamento influenciado por: <ul style="list-style-type: none"> • Contexto (Profissional, Paciente, Dispositivo, Sala e Tempo) |

Quadro 7 - Estrutura das tarefas mínimas

Cada aplicação criada deve apresentar a estrutura acima, e, em cada aplicação, o programador deve definir e implementar como a aplicação se comporta diante do contexto e dos parâmetros. Como os parâmetros podem ser definidos pelo profissional, no momento de criação da tarefa, a interface de criação⁷ deve possibilitar esta personalização.

4.4 Funcionamento do Protótipo

As propostas de soluções para os requisitos mínimos do pEHS abordadas nas seções anteriores foram utilizadas na construção do protótipo do projeto ClinicSpace, que já contava com a interface de criação de tarefas (SILVA, 2009), com o SGDT (FERREIRA, 2009) e com o SGCT (RISSETTI, 2009). Ao protótipo, este trabalho acrescenta as aplicações pEHS, cuja interação com os outros módulos já existentes é apresentada na Figura 16, que busca retratar

⁷ A Interface de Criação foi desenvolvida por SILVA (2009) e uma avaliação de usabilidade da interface para o usuário está sendo estudada pelo aluno Mikael de Souza Fernandez.

no diagrama de seqüências simplificado, o comportamento do protótipo na execução de uma tarefa pelo profissional clínico.

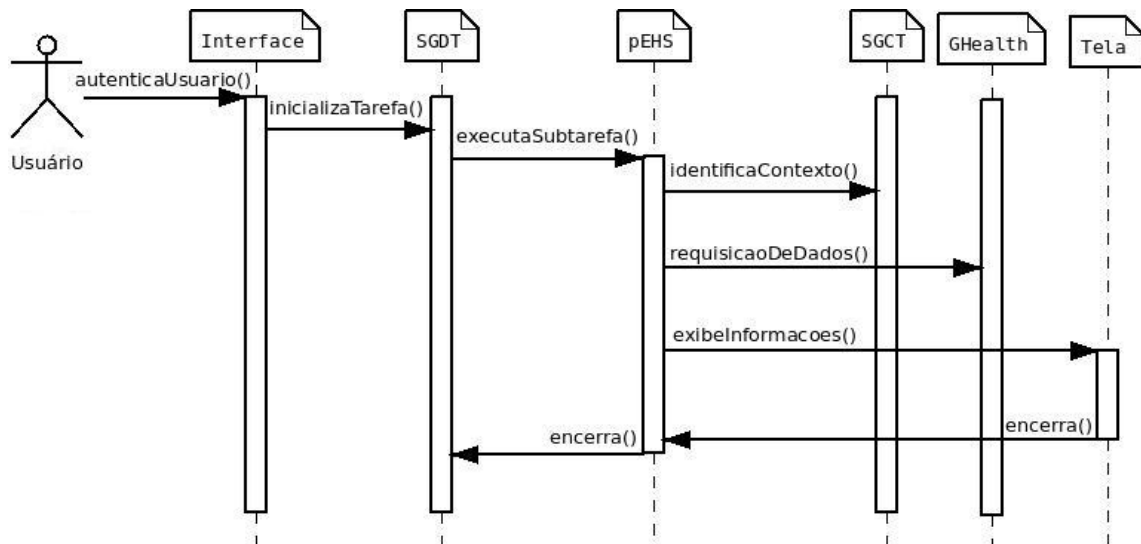


Figura 16 – Diagrama de seqüências do funcionamento do protótipo.

O usuário inicia a utilização do sistema autenticando-se na interface do sistema, a qual dá acesso à funcionalidade de criação de tarefas (SILVA, 2009) ou à execução de alguma das suas atividades disponíveis e/ou criadas. Ao inicializar uma de suas tarefas, o SGDT inicia o gerenciamento da atividade solicitada (FERREIRA, 2009) e logo começa a execução das subtarefas que a compõem. As 11 tarefas mínimas possuem pelo menos uma subtarefa que executa aplicações do pEHS, então o SGDT inicia a execução da aplicação referida.

Quando a aplicação pEHS é executada, as informações de contexto são solicitadas ao SGCT (RISSETTI, 2009), que retorna os dados referentes aos sensores do ambiente e também aos dados internos da instituição. Caso a subtarefa seja de busca, a aplicação pEHS também busca as configurações do profissional de saúde (não ilustrado no diagrama). Após, a aplicação pEHS faz uma requisição de dados à base de dados pervasiva (no caso, o Google Health) para obter ou inserir as informações desejadas. Após obtidas as informações de saúde do paciente, o pEHS processa as informações e as exibe em uma tela específica de visualização dos dados. Após o usuário visualizar os dados, ele encerra a tela de exibição de informações, que por sua vez, termina a aplicação pEHS, retornando ao SGDT o aviso de término de execução. O SGDT informa à interface sobre a modificação do estado da tarefa e,

caso houver, inicia a execução da próxima tarefa, senão, possibilita ao usuário a execução de outra atividade.

O Diagrama de Sequências da Figura 16 apresenta os componentes principais do protótipo, não as classes, pois existem várias classes envolvidas no gerenciamento de interface e de gerenciamento das tarefas, que tornariam a ilustração e explicação mais complexas. Outro ponto a ressaltar sobre o Diagrama é que o SGDT, SGCT e a base de dados pervasiva (no caso implementado, o Google Health) ficam disponíveis o tempo todo para fornecimento de serviços às tarefas clínicas, enquanto as aplicações pEHS e as telas de exibição de dados são executadas a medida que as tarefas são iniciadas pelo SGDT.

4.5 Modificações na Proposta Inicial

O projeto ClinicSpace é um projeto em andamento, que conta com a colaboração de uma equipe para a definição/construção das propostas e protótipo. Durante o processo de desenvolvimento do projeto, análises sob diferentes pontos de vista acabam modificando a proposta inicial; alguns detalhes são revistos e propostos de forma diferente. Este trabalho acabou modificando alguns pontos específicos da proposta inicial, que estão listados abaixo.

- O profissional clínico não possui acesso às subtarefas para a composição das suas atividades, mas apenas às 11 tarefas mínimas mais as tarefas criadas a partir destas. Esta modificação (mais conceitual) foi feita com o intuito de não permitir que o profissional clínico (que não tem conhecimento de programação) tenha que manipular a construção das tarefas de forma muito abstrata. Outro motivo é que as 11 tarefas mínimas são definidas de forma bastante pontual, não sendo necessário ao clínico entender como são construídas.
- "Identifica paciente" não foi implementada no protótipo como uma subtarefa, e sim como uma requisição ao SGCT. Esta modificação foi feita por tornar a interação com o SGCT mais dinâmica, deverá ser alterada futuramente após a definição de modelagem de contexto e de seu funcionamento com o restante da arquitetura.

- As subtarefas de busca e visualização foram atreladas para a construção das aplicações pEHS. São implementadas como duas subtarefas diferentes, pois serviços do projeto e aplicações de monitoramento podem utilizar a tarefa de busca sem necessariamente utilizar a de visualização. Entretanto, para o profissional clínico compor suas tarefas, fica disponível a opção de visualização dos dados, sem a compreensão que esta tarefa engloba uma fase de busca e outra de visualização.
- A descrição da subtarefa ganhou mais dois componentes: um para informar qual é a classificação da subtarefa (busca, visualização, inserção ou requisição) e a outra é para identificar o arquivo de personalização da tarefa, onde o profissional pode configurar quais tipos de dados de saúde do paciente deseja visualizar. A classificação da subtarefa já havia sido prevista no trabalho de SILVA (2009), para a verificação da validade da composição das tarefas, entretanto, não estava contemplada no protótipo existente. Esta modificação foi feita para possibilitar ao usuário a personalização da pesquisa.

5 ESTUDO DE CASO

Este capítulo apresenta a implementação de uma tarefa dentro da arquitetura proposta para análise de comportamento do protótipo. O protótipo inicial foi proposto com a (i) interface de criação de tarefas, na qual o profissional de saúde pode criar e personalizar suas tarefas, e o (ii) sistema de gerenciamento de tarefas, no qual o profissional executa suas atividades existente e criadas para auxiliar na realização de suas atividades diárias.

5.1 Tarefa Utilizada para Estudo de Caso

Para o estudo de caso, foi criado o seguinte cenário: o profissional de saúde cria no sistema uma tarefa relacionada à sua atividade de “Atendimento ao Paciente”, utilizando a interface de edição de tarefas (SILVA, 2009). Inicialmente, na interface de edição de tarefas, as 11 tarefas mínimas mais as tarefas que o profissional criou estão disponíveis para a composição de novas tarefas. Considerando (hipoteticamente para este estudo de caso) que esse profissional costuma realizar a atividade de “Atendimento ao Paciente” em uma consulta de retorno, primeiramente, revisando os problemas de saúde do paciente e, depois, escrevendo a prescrição ao mesmo. Para compor esta atividade no sistema, o profissional de saúde utiliza as Tarefas Mínimas 2 e 10 (Quadro 4), respectivamente, “Procurar informações específicas em registros do paciente” e “Prescrever receitas”, como ilustrado na Figura 17.

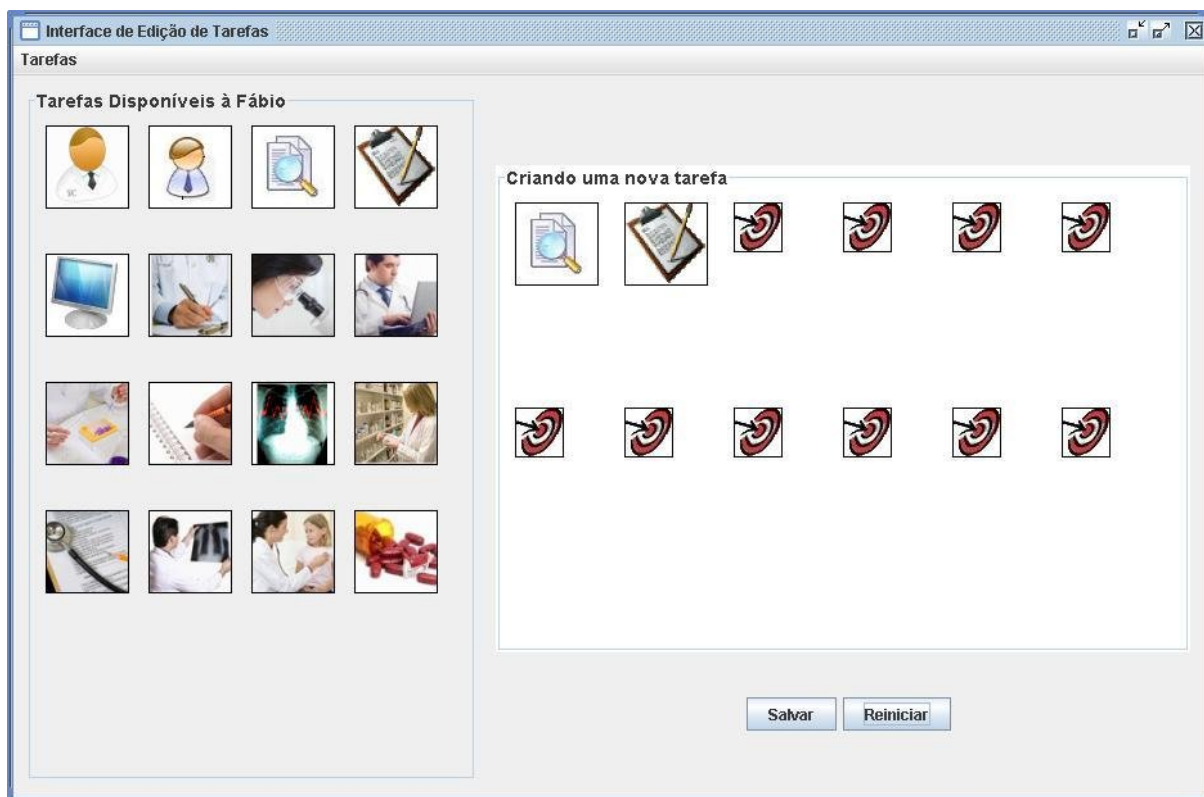


Figura 17 – Criação da tarefa de atendimento ao paciente. [Fonte: (SILVA, 2009)]

No momento em que o profissional está criando as tarefas, ele pode definir parâmetros de busca de dados do paciente para as atividades de busca, ou seja, para a tarefa “Procurar informações específicas em registros do paciente”, ele pode definir que tipos de dados do paciente ele deseja visualizar para aquela tarefa. No exemplo da Figura 18, o profissional seleciona informações de condição, alergias e resultados de exames, além disso, também informa que deseja visualizar somente os últimos dados (em relação às condições e a resultados de exames, pois informações do tipo alergias e demográficas podem ser consideradas relevantes sempre que precisarem ser visualizadas).

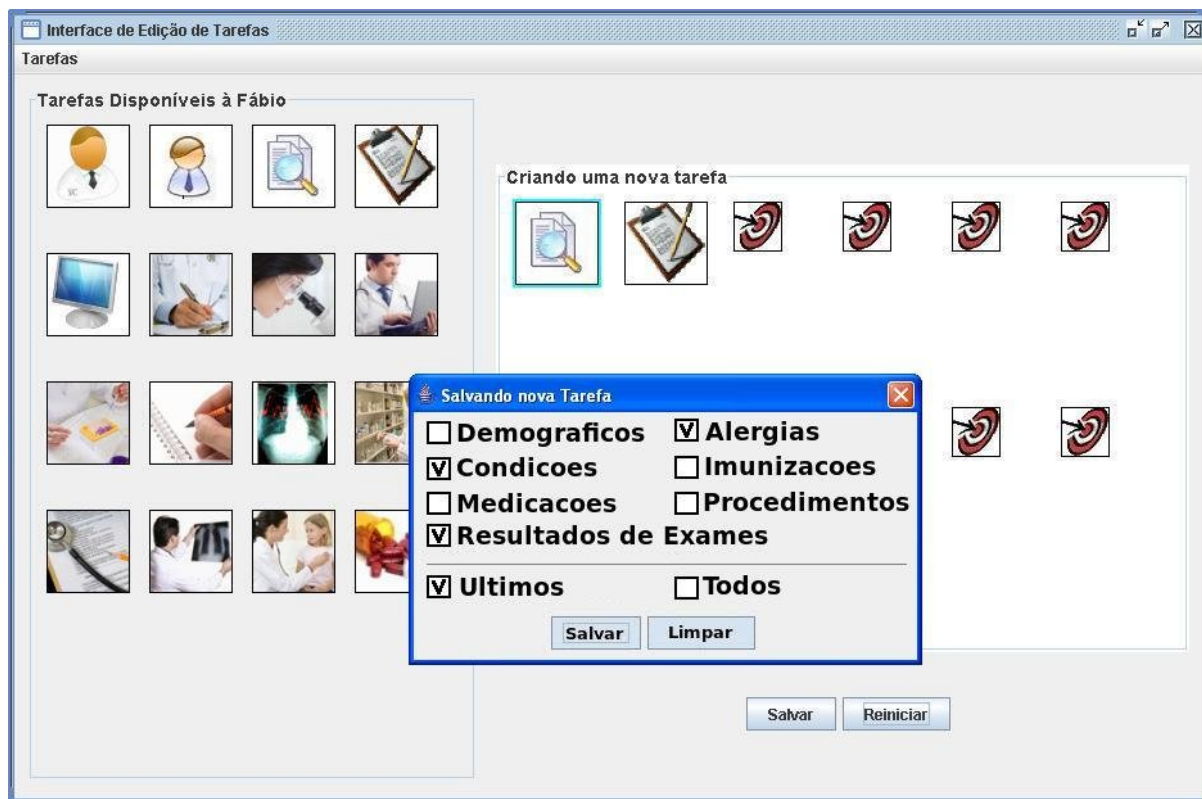


Figura 18 – Edição de parâmetros de busca de dados do paciente. [Adaptado de: (SILVA, 2009)]

Como apresentado na seção 3.3, as tarefas de “Procurar informações específicas em registros do paciente” e “Prescrever receitas”, após comporem a tarefa “Atendimento ao Paciente”, apresentam a estrutura e o fluxo mostrado na Figura 19:

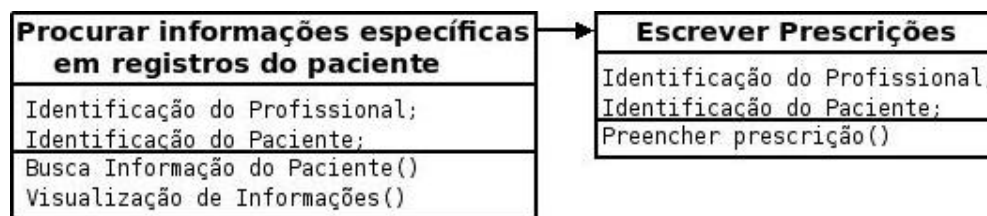


Figura 19 – Fluxo da tarefa “Atendimento ao Paciente”

A tarefa anteriormente composta pode parecer demasiadamente simples e a atividade de atendimento ao paciente pode ser bem mais complexa do que a apresentada; como por exemplo, a tarefa sendo composta das seguintes atividades nesta seqüência: “Revisar problemas do paciente” (1), “Adicionar Notas Diárias sobre Condições do Paciente” (4), “Procurar Informações Específicas no Registro do Paciente” (2), “Requisitar Análises

Laboratoriais” (5), “Escrever Prescrições” (10) e “Registro de códigos para diagnóstico e procedimentos executados” (11).

Entretanto, a tarefa escolhida para o estudo de caso serve como demonstração para maior parte das 11 atividades mínimas, sendo que a tarefa “Procurar informações específicas em registros do paciente” é composta por subtarefas de busca e visualização enquanto a tarefa de “Prescrever receitas” é composta por subtarefa de inserção (que é bastante semelhante às subtarefas de requisição).

5.2 Definição do Funcionamento das Tarefas Mínimas

No momento de criação da tarefa, profissional já tem ao seu dispor as 11 tarefas mínimas (suas tarefas criadas também ficam disponíveis na interface). Nos Quadros 8 e 9 tem-se a estrutura comum do contexto utilizada para a avaliação da construção das aplicações nas seções seguintes. Depois de identificado o dispositivo e a sala (374 e 17, no exemplo das figuras 8 e 9, respectivamente) através de sensores no ambiente, o SGCT busca na base de dados interna do hospital mais informações sobre os elementos de contexto. Desta forma, o SGCT obtém desta base informações de capacidade de processamento, tela, rede e perfil do dispositivo utilizado pelo médico (cujo id é igual a 374). Para a sala, é buscada na base de dados a função que esta desempenha no hospital (no caso, pronto socorro) e a lista de pessoas e dispositivos existentes no momento.

Após agrupar todas as informações do ambiente e base de dados, o SGCT envia os arquivos exemplificados nas Figuras 8 e 9 para as aplicações pEHS, as quais adaptarão seu funcionamento a tais informações.

| Dispositivo |
|-------------|
|-------------|

| |
|--|
| <pre><param> <name>id</name> <!valor do identificador do dispositivo no hospital> <value>374</value> </param> <param> <name>CPU</name> <!capacidade de processamento> <value>2.1</value> </param> <param> <name>tela</name> <tamanho da tela disponível para visualização> <value>800x600</value> </param> <param> <name>rede</name> <!capacidade de comunicação dentro do hospital> <value>wired/on</value> </param> <param> <name>perfil</name> <! acesso ao dispositivo> <value>privado</value> </param></pre> |
|--|

Quadro 8 – Estrutura de contexto de dispositivo

Sala

```

<param>
    <name>id</name>    <!valor do identificador da sala no hospital>
    <value>17</value>
</param>
<param>
    <name>função</name>    <!função que a sala tem no hospital>
    <value>pronto socorro</value>
</param>
<param>
    <name>Lista id Pessoas Presentes</name>    <!pessoas presentes na sala>
    <value>798</value>
    <value>546</value>
    <value>1024</value>
    <value>1248</value>
</param>
<param>
    <name>Lista id Dispositivos Presentes</name>    <!dispositivos presentes>
    <value>374</value>
    <value>377</value>
    <value>288</value>
</param>

```

Quadro 9 – Estrutura de contexto de sala

Estes modelos descritivos de contextos foram criados apenas para o desenvolvimento desta pesquisa e para este estudo de caso em específico. Uma análise mais aprofundada e mais embasada do contexto está sendo realizada para descrever os contextos que interferem na

realização das atividades e a forma mais apropriada de os representar dentro da arquitetura ClinicSpace (MACHADO; LIBRELOTTO; AUGUSTIN, 2010).

5.2.1 Tarefa “Procurar Informações Específicas no Registro do Paciente” (2)

A tarefa (2) “Procurar Informações Específicas no Registro do Paciente” é uma tarefa composta por subtarefas de busca e visualização de dados e possui a estrutura ilustrada no Quadro 10.

| Tarefas de Busca e Visualização: |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • SGCT informa contexto <ul style="list-style-type: none"> ▪ Profissional ▪ Paciente ▪ Dispositivo ▪ Sala ▪ Tempo • pEHS- aplicação de Busca (influenciada por) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Parâmetros (Dados e Tempo) ▪ Contexto (Profissional, Paciente, Dispositivo, Tempo) • pEHS – aplicação de Visualização (influenciada por) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Contexto (Profissional, Dispositivo, Sala) |

Quadro 10 - Estrutura interna da tarefa

O contexto da tarefa é obtido do SGCT (Sistema Gerenciador de Contexto de Tarefas), após, as subtarefas de busca e de visualização dos dados são executadas. Essas subtarefas são adaptadas ao contexto, o que quer dizer que o comportamento apresentado é diferente para cada contexto. Para implementar a aplicação de busca de dados, levou-se em consideração os seguintes contextos:

1. Profissional: para identificar quem está executando a tarefa, procurar seu perfil de preferências e registrar a autoria das ações realizadas no centro de saúde, entre outras;
2. Paciente: para identificar o paciente que está sendo tratado e buscar as informações referentes ao mesmo na base de dados;

3. Dispositivo: para buscar por informações que podem ser visualizadas no dispositivo utilizado pelo profissional para realização da tarefa, evitando desta maneira a seleção de imagens, por exemplo, que não poderão ser visualizadas no dispositivo utilizado.
 - a. Caso o dispositivo tenha tela pequena, buscar apenas informações de texto.
 - b. Caso o dispositivo tenha pouca capacidade de processamento, buscar apenas as últimas informações;
4. Tempo: para informar à aplicação a data e hora em que a atividade está sendo executada para a seleção das últimas informações, definida nos parâmetros de busca, por exemplo, em relação ao tempo atual.
 - a. Caso os parâmetros tenham sido definidos como “últimos”, calcular a consulta dos dados do último ano a partir da data atual obtida no contexto.

Além das informações de contexto, a aplicação de busca leva em consideração os parâmetros de busca definidos pelo profissional de saúde no momento de criação e personalização da tarefa. As informações de parâmetros definem que tipo de dados o profissional deseja visualizar, evitando, desta forma, a sobrecarga de informação no momento de realização de sua atividade. A estrutura do arquivo com os parâmetros de contexto pode ser visualizada no Quadro 11.

| Parâmetros de Busca |
|--|
| <pre><param> <name>SocialHistory</name> <name>Problems</name> <name>Alerts</name> <name>Medications</name> <name>Imunizations</name> <name>VitalSigns</name> <name>Results</name> <name>Procedures</name> <name>last</name> </param></pre> |

Quadro 11 - Arquivo XML para representar parâmetros de busca definidos pelo profissional

De acordo com os valores presentes no arquivo definido pelo profissional de saúde através da interface, a busca deve ser realizada levando em consideração esses parâmetros.

A aplicação de visualização também reage ao contexto, sendo que levou-se em consideração os seguintes tipos de contexto:

1. Profissional: para adaptar a visualização de acordo com o perfil do profissional;
2. Dispositivo: para adequar a visualização de acordo com os recursos do dispositivo utilizado, levando em consideração se as informações (podendo ser sigilosas) podem ser disponibilizadas em um dispositivo 'público', por exemplo.
 - a. Caso o dispositivo tenha tela pequena, mostrar apenas informações em modo texto.
 - b. Caso o dispositivo seja público e exista mais pessoas na sala além do paciente e profissional, sugerir migração da tarefa para um dispositivo privado existente na sala (através da lista de dispositivos existentes na sala);
3. Sala: para adequar a visualização das informações ao ambiente, impedindo que informações sigilosas sejam mostradas em dispositivos públicos, caso exista mais alguma pessoa dentro da sala, naquele momento, além do profissional e do paciente.
 - a. Caso o dispositivo seja público e existam mais pessoas na sala além do paciente e profissional, sugerir migração da tarefa para um dispositivo privado existente na sala (através da lista de dispositivos existentes na sala).

5.2.2 Tarefa “Escrever Prescrições” (10)

A tarefa (10) “Escrever Prescrições” é uma tarefa composta por uma subtarefa de inserção e possui a estrutura ilustrada no Quadro 12.

| Tarefas de Inserção: |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • SGCT informa contexto <ul style="list-style-type: none"> ▪ Profissional ▪ Paciente ▪ Dispositivo ▪ Sala ▪ Tempo • pEHS- aplicação/formulário de Inserção (influenciada por) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Contexto (Profissional, Paciente, Dispositivo, Sala, Tempo) |

Quadro 12 - Estrutura da tarefa de inserção

Após obter as informações de contexto, a aplicação de inserção é executada, possibilitando que o profissional de saúde insira informações na base de dados pervasiva.

Para implementar a aplicação inserção, levou-se em consideração os seguintes contextos:

1. Profissional: para identificar quem está executando a tarefa, procurar seu perfil de preferências e registrar a autoria das ações realizadas no centro de saúde, entre outras;
2. Paciente: para identificar o paciente que está sendo tratado e inserir as informações na base de dados pervasiva;
3. Dispositivo: para adaptar o formulário de acordo com a tela do dispositivo utilizado e verificar se a digitação das informações (podendo estas ser sigilosas) pode ser realizada no dispositivo 'público', por exemplo.
 - a. Caso o dispositivo seja público e existam mais pessoas na sala além do paciente e profissional, sugerir migração da tarefa para um dispositivo privado existente na sala (através da lista de dispositivos existentes na sala);
4. Sala: para verificar se as informações (podendo estas ser sigilosas) podem ser visualizadas na sala de acordo com o número de pessoas existentes na mesma e de acordo com o dispositivo utilizado.
 - a. Caso o dispositivo seja público e existam mais pessoas na sala além do paciente e profissional, sugerir migração da tarefa para um dispositivo privado existente na sala (através da lista de dispositivos existentes na sala).
5. Tempo: para informar à aplicação a data e hora em que a atividade está sendo executada para que os dados sejam inseridos com a data, como por exemplo, para indicar quando o diagnóstico foi realizada ou a data da última prescrição.

Uma das dificuldades de projetar e implementar aplicações orientadas ao contexto atualmente é a falta de suporte nas linguagens de programação para tal. Assim, deve-se definir e implementar como a aplicação irá reagir a cada elemento de contexto. Isso traz dificuldade na modelagem de uma solução mais genérica para a aplicação. Trabalhos futuros do grupo de pesquisa GMob deverão abordar esse tema.

5.3 Desenvolvimento do Ambiente Necessário para a Execução do Estudo de caso

Esta seção apresenta as ferramentas escolhidas para a implementação do estudo de caso, e descreve como elas foram utilizadas para tal fim.

5.3.1 Base de Dados Pervasiva

O principal papel desempenhado pelo pEHS dentro da arquitetura ClinicSpace é armazenar as informações de saúde de todo o histórico de saúde do paciente em uma base de dados pervasiva, para que o profissional tenha acesso aos dados durante a realização de suas atividades. Para simular a base pervasiva de armazenamento do histórico de saúde do paciente, foi utilizado o Google Health (www.google.com/health), que é um sistema de gerenciamento pessoal de saúde (versão Beta), que permite ao paciente insirir e gerenciar suas informações de saúde e compartilhar com quem desejar. O Google Health mantém a visão do paciente em um sistema de saúde, e não a visão do profissional de saúde, como é desejável pela proposta do ClinicSpace. Apesar disso, ele foi adotado para a construção do protótipo por possibilitar a simulação de uma base de dados pervasiva - , uma base de dados implementada usando a tecnologia (serviços) da Computação nas Nuvens (*Cloud Computing*).

O Google Health adota parte do padrão CCR ("Continuity of Care Record") (ASTM, 2009), que possibilita a interoperabilidade de dados entre diferentes sistemas hospitalares. No apêndice A, pode ser visto a estrutura do CCR que o Google Health trabalha.

5.3.2 Modelo de Representação de Contexto

Para simular o contexto, foram utilizadas classes que representam cada tipo de cenário. As subtarefas recebem do sistema gerenciador de contexto (SGCT) as informações e se adaptam ao cenário presente de acordo com seu (das tarefas) comportamento previsto para o cenário.

5.3.3 Mobilidade

O pEHS adapta-se à mobilidade através da implementação de suas aplicações como classes "Tarefa"; isto possibilita que o SGDT migre a aplicação pEHS juntamente com a tarefa a qual está sendo utilizada. Como o sistema trabalha com a migração está descrito no trabalho de FERREIRA (2009).

5.3.4 Parâmetros

Os parâmetros para busca de dados foram representados através de XML (eXtensible Markup Language) (WUWONGSE et al, 2001), onde o profissional pode criar vários níveis e informar com maior ou menor granularidade o tipo de informações que ele deseja visualizar.

A arquitetura resultante para o estudo de caso é ilustrada na Figura 20, a mesma proposta na seção 4.2.3.

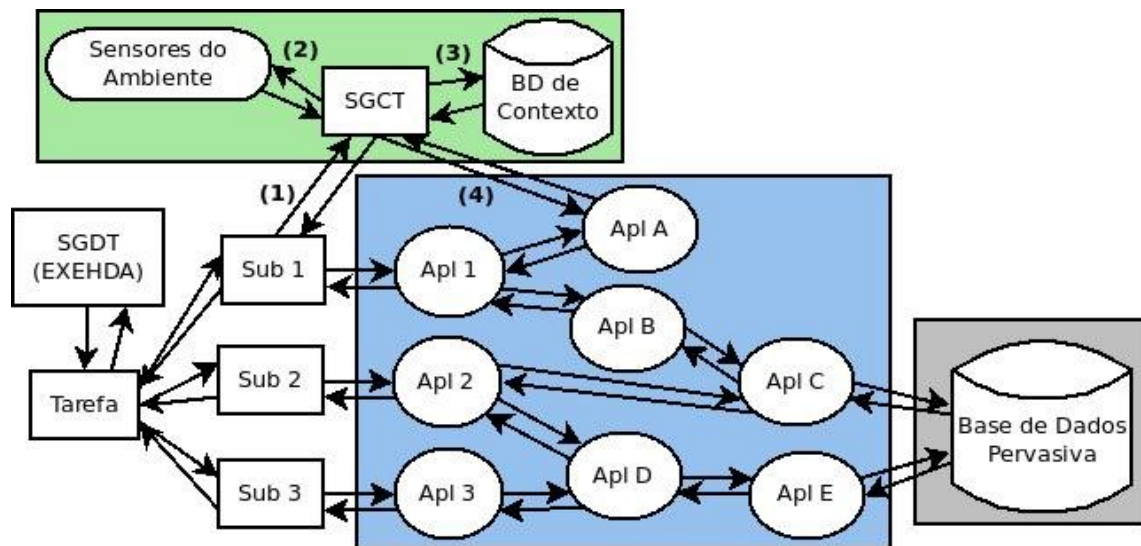


Figura 20 Arquitetura contendo pEHS

O serviço de contexto foi simulado através da criação dos cenários de contextos desejados estaticamente, tanto a parte que captura os dados dos sensores quanto a que pesquisa pelos dados na base de dados interna do hospital. Foram implementadas também as aplicações necessárias para a execução das tarefas utilizadas no exemplo.

Para a implementação das aplicações pEHS foram criadas os descritores (ontológicos ou XML) das tarefas e subtarefas, Foi criada uma classe de conexão com o Google Health que busca os dados solicitados, traduz o CCR de retorno para as classes correspondentes do prontuário e envia as informações para serem inseridas no Google Health.

A Figura 21 ilustra a execução e o funcionamento interno do pEHS durante a execução da tarefa do estudo de caso.

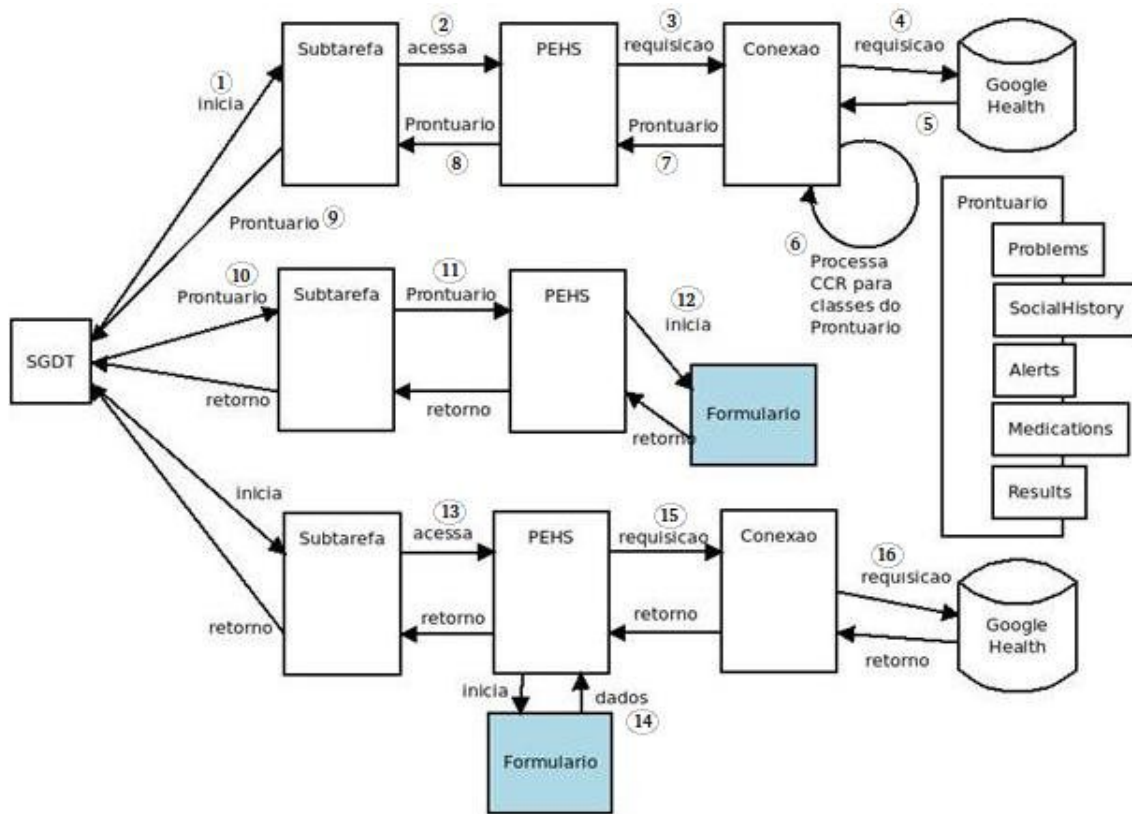


Figura 21 - Funcionamento interno do pEHS durante a execução das subtarefas

O SGGT inicia a execução da subtarefa (1), que é uma aplicação pervasiva (ou Objeto Exehda, OX). A subtarefa irá acessar a aplicação pEHS (2) que deve executar, neste caso, “Procurar Informações Específicas no Registro do Paciente”. A aplicação pEHS irá acessar o SGGT para obter o contexto atual do ambiente (não ilustrado na figura), também irá acessar o arquivo de configuração da subtarefa (não ilustrado na figura) onde o profissional de saúde informou/configurou quais informações deseja visualizar. Após, o pEHS cria a requisição para seleção de dados inserindo como parâmetros os dados do paciente (identificação para selecionar do registro certo), o tipo de informação desejada e o contexto presente. Esta requisição é enviada à classe de Conexão (3), que busca os dados no Google Health (4). O Google Health retorna um CCR (5), que é processado pela classe Conexão (6) para converter cada elemento do Body (ver Apêndice A) em uma classe que pode ser utilizada pelo sistema ClinicSpace. As classes contendo os dados do CCR são inseridas na classe Prontuario, que é

retornada para a aplicação pEHS (7), que retorna para a subtarefa (8), que por sua vez, retorna ao SGGT (9) para repassá-la à próxima subtarefa, de visualização de dados.

Na execução da subtarefa de visualização de dados, o SGGT passa à subtarefa o prontuário como parâmetro (10), este passa o prontuário a uma aplicação pEHS (11), a “visualiza Prontuário”, que cria um formulário de visualização de informações para o profissional de acordo com o contexto apresentado (12) (se o dispositivo é público e existem mais que duas pessoas na sala, não exibe as informações).

Após executadas as duas subtarefas correspondentes à primeira tarefa, a subtarefa da segunda tarefa é executada. Primeiro, a subtarefa executa a aplicação pEHS para exibição do formulário de inserção da prescrição (13). No momento que a aplicação pEHS executa, ele acessa o contexto para garantir que o profissional pode prescrever (caso o dispositivo seja público e existam mais de duas pessoas na sala, esta operação é impedida) (não ilustrado na figura). Após o profissional preencher o formulário (14), o pEHS cria a requisição de inserção, repassa-a para a classe Conexao (15) que insere os dados no Google Health (16).

Vale ressaltar que, de todo o processamento realizado, o profissional de saúde interage com o sistema apenas nos formulários, ou seja, na visualização das informações e na prescrição do medicamento ao paciente (em azul, na Figura 21).

5.4 Cenários de Testes

Para a tarefa criada como exemplo demonstrativo, composta pelas tarefas mínimas “Revisa Problemas do Paciente” e “Prescreve Medicamento”, subsequentemente compostas pelas subtarefas “Busca Problemas do Paciente”, “Visualiza Problemas do Paciente” e “Prescreve Medicamento” foram criados cenários hipotéticos para simulação de situações de contexto.

5.4.1 Cenário C1- Informações de contexto: dispositivo privado com poucos recursos computacionais, sala com várias pessoas presentes

O comportamento projetado para as subtarefas em relação ao contexto é:

- Subtarefa “Busca Problemas do Paciente”. Devido ao dispositivo utilizado possuir poucos recursos computacionais, a subtarefa de busca irá restringir o resultado apenas aos 10 últimos problemas listados no prontuário do paciente. Esta restrição

adapta o conteúdo tanto à capacidade de processamento do dispositivo quanto à tela de tamanho reduzido;

- Subtarefa “Visualiza Problemas do Paciente”. Devido à subtarefa de busca já selecionar dados mais restritos, a subtarefa de visualização não necessita reduzir as informações de acordo com a tela. Como o dispositivo é privado, parte-se do princípio que apenas o profissional de saúde pode visualizar os dados, sendo assim, o número de pessoas existentes na sala não é relevante, pois as mesmas não visualizarão dados sigilosos;
- Subtarefa “Prescreve Medicamento”. Como o dispositivo é privado e apenas o profissional de saúde pode visualizar os dados, o número de pessoas existentes na sala não é relevante, pois as mesmas não visualizarão dados sigilosos.

As Figuras 22 e 23 ilustram a execução no cenário descrito acima.

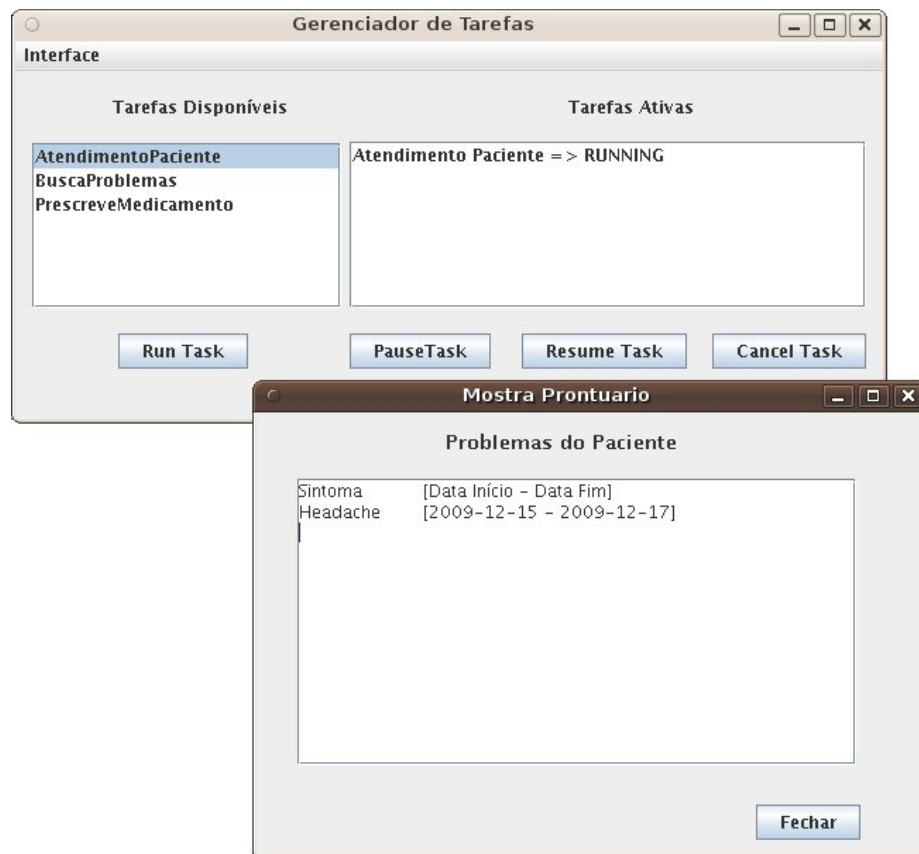


Figura 22 - Execução da tarefa 1 no cenário1

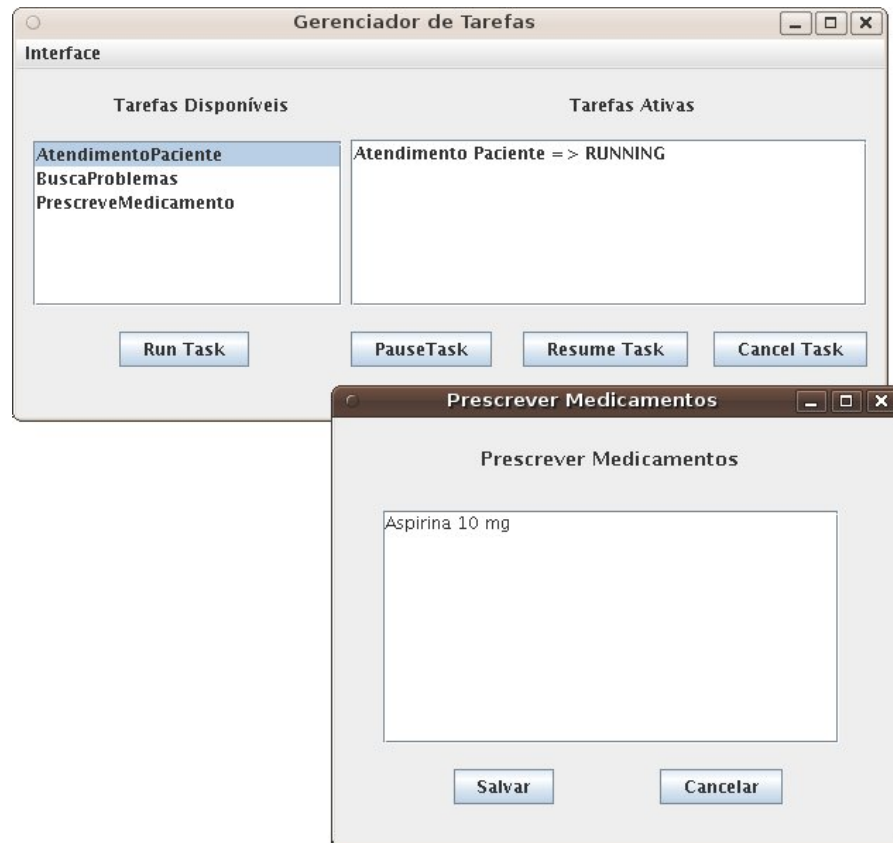


Figura 23 - Execução da tarefa 2 no cenário 1

5.4.2 Cenário C2- Informações de contexto: dispositivo público sem restrições de recursos computacionais (como uma tela fixa em uma sala de hospital que pode ser utilizada para diversos fins), sala com várias pessoas presentes

O comportamento previsto das subtarefas em relação ao contexto é:

- Subtarefa “Busca Problemas do Paciente”. Como o dispositivo não tem restrições de recursos, quaisquer problemas do paciente são exibidos;
- Subtarefa “Visualiza Problemas do Paciente”. Como o dispositivo é público e existem várias pessoas na sala, a subtarefa sugere ao profissional de saúde a migração da tarefa para um dispositivo privado, podendo listar os dispositivos existentes na sala que podem ser utilizados;
- Subtarefa “Prescreve Medicamento”. Como o dispositivo é público e existem várias pessoas na sala, a subtarefa sugere ao profissional de saúde a migração da tarefa para um dispositivo privado, podendo listar os dispositivos existentes na sala que podem ser utilizados.

A Figura 24 apresenta o resultado da execução da tarefa 1 no cenário 2, descrito anteriormente.



Figura 24 - Execução da tarefa 1 no cenário 2

A Figura 25 apresenta o resultado da execução da tarefa 2 no cenário 2.

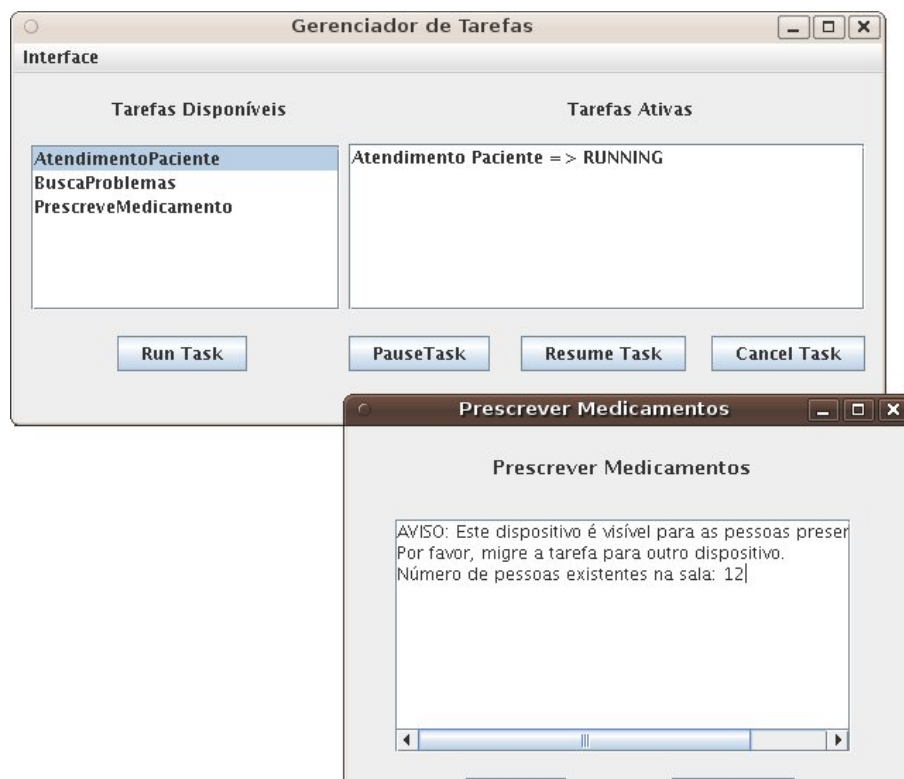


Figura 25 - Execução da tarefa 2 no cenário 2

5.3.3 Cenário C3

Informações de contexto: dispositivo público sem restrições de recursos computacionais (como uma tela fixa em uma sala de hospital que pode ser utilizada para diversos fins), sala apenas com o profissional e o paciente.

O comportamento previsto das subtarefas em relação ao contexto é:

- Subtarefa “Busca Problemas do Paciente”. Como o dispositivo não tem restrições de recursos, quaisquer problemas do paciente são exibidos;
- Subtarefa “Visualiza Problemas do Paciente”. Apesar de o dispositivo ser público, apenas o médico e o paciente estão presentes na sala, o que faz com que as informações possam ser visualizadas pelos presentes;
- Subtarefa “Prescreve Medicamento”. Apesar de o dispositivo ser público, apenas o médico e o paciente estão presentes na sala, o que faz com que as informações possam ser visualizadas pelos presentes.

A Figura 26 apresenta o resultado da execução da tarefa 1 no cenário 3.

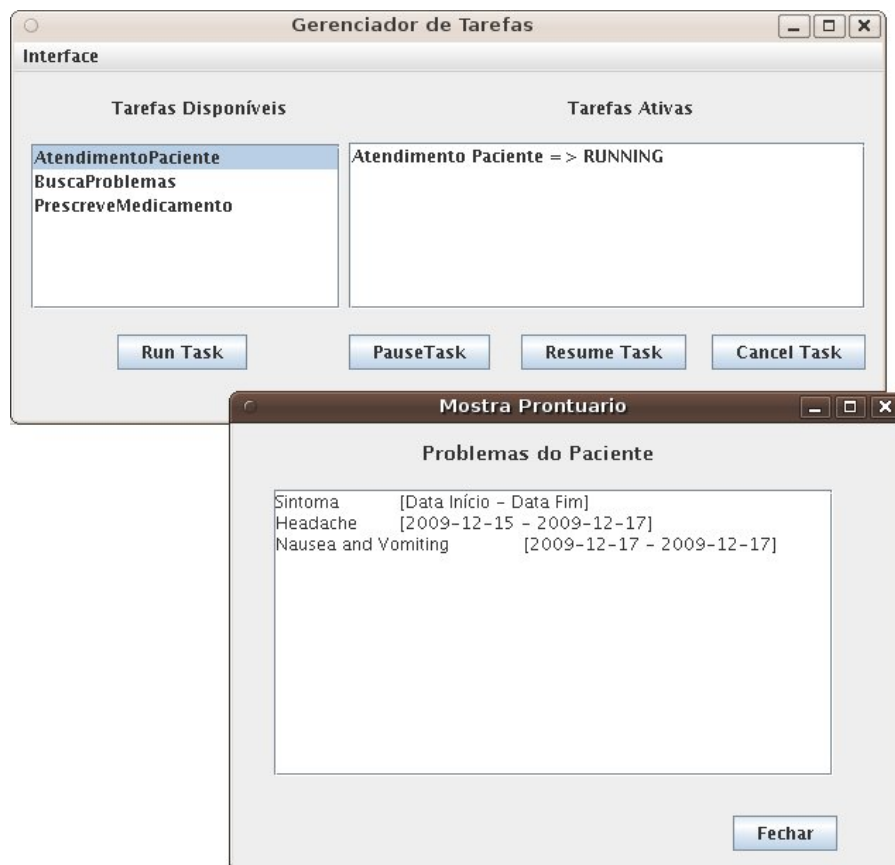


Figura 26 - Execução da tarefa 1 no cenário 3

A Figura 27 apresenta o resultado da execução da tarefa 2 no cenário 3.

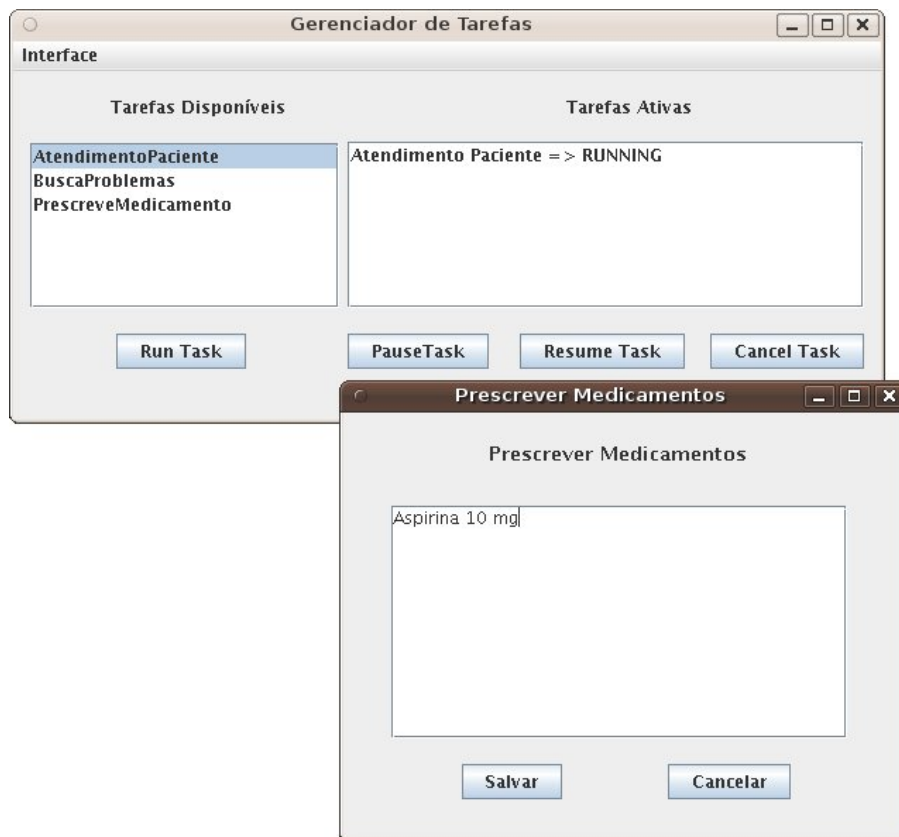


Figura 27 - Execução da tarefa 2 no cenário 3

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta a comparação deste trabalho com outros estudos relacionados destacando as diferenças e a solução proposta

6.1 Avaliação Comparativa dos Trabalhos Relacionados

O projeto WobileWard (SKOV; KØEGH, 2006) (KJELDSKOV; SKOV, 2007) foi realizado no hospital Frederikshavn (Dinamarca) para avaliação da usabilidade do sistema hospitalar. Para sanar os problemas de usabilidade identificados (mobilidade, complexidade e relação com as atividades) foi desenvolvido um módulo móvel (*i*) para o sistema, chamado de MOBILEWARD. Além do 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 PEP utilizado para integração dos dados dos sistemas utilizados. Após uma nova avaliação, os pesquisadores concluíram que um sistema 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 referentes ao transporte de dispositivos móveis e à imprevisibilidade por parte dos clínicos sobre a adaptação automática do contexto.

Os problemas de usabilidade apresentados no projeto 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 esta área. Apesar de avaliar um sistema hospitalar similar a um prontuário do paciente, a pesquisa não analisa nem propõem melhorias ou modificações para as características mais específicas que esse tipo de sistema apresenta.

Dentre os projetos de Computação Ubíqua aplicada na área da saúde, o projeto ABC (*Activity-based Computing*) (BARDRAM, 2005) (BARDRAM; CHRISTENSEN, 2007) destaca-se com a proposta da adoção da Computação Baseada em Atividades para aproximar a computação ao trabalho realizado pelo profissional de saúde. Nesse projeto, desenvolveu-se o Framework ABC que provê uma infra-estrutura 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 visava permitir que desenvolvedores de aplicações clínicas pudessem incorporar suporte à mobilidade, interrupções, atividades paralelas, cooperação e consciência de contexto para a concepção e implementação de seus programas.

Muitas das idéias apresentadas por esses projetos influenciaram a proposta do projeto ClinicSpace, principalmente o projeto ABC, que norteou a definição de conceitos relativos a tarefas para a área da saúde. O grande diferencial do projeto ClinicSpace é a centralização no profissional de saúde, possibilitando a este 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 através da análise e adaptação ao contexto, e o controle do profissional de saúde sobre a programação e execução de suas tarefas.

O Quadro 13 apresenta as características principais abordadas pelos projetos.

| Projetos | Características Apresentadas | | | | |
|------------|------------------------------|----------|------------|----------------|-------------------------|
| | mobilidade | contexto | atividades | personalização | base de dados unificada |
| MobileWard | X | X | | | |
| ABC | X | X | X | | |
| pEHS | X | X | X | X | X |

Quadro 13 – Soluções Propostas pelos Projetos

A contribuição deste trabalho é uma proposta de arquitetura para sistemas de armazenamento e acesso das informações 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 adaptem-se 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. Espera-se com estas características, que os sistemas computacionais hospitalares causem menos impacto na forma com que as atividades clínicas são realizadas e, conseqüentemente, sofram menos rejeição dos profissionais de saúde.

6.2 Análise dos Casos de Teste

O protótipo desenvolvido no projeto ClinicSpace propõe uma interface bastante simples para o usuário clínico, tanto para a composição das tarefas quanto para a execução das mesmas. Além da simplicidade, o protótipo apresenta uma estrutura diferente dos sistemas desenvolvidos atualmente, pois mantém o enfoque no profissional de saúde e nas suas atividades quotidianas. Essas duas abordagens permitem diminuir o tempo de interação com o sistema, pois uma vez a tarefa iniciar a execução, os dados e aplicações serão buscados e iniciados automaticamente pelo SGDT e aplicações pEHS.

Dentro do protótipo, o sistema pEHS, apresentado neste trabalho, garante ao profissional de saúde acesso aos últimos dados atualizados do paciente, pois propõe a utilização de uma base de dados pervasiva comum e centralizada. O pEHS também possibilita ao usuário a personalização das pesquisas dos dados do paciente, criando assim uma forma de filtrar as informações que serão visualizadas. A proposta de personalização está presente no projeto ClinicSpace através da possibilidade de o profissional de saúde configurar/programar a forma com que realiza sua atividade. Dentro da proposta de tarefas do ClinicSpace, o sistema pEHS disponibiliza as aplicações de forma modular para que possam ser executadas pelas tarefas do usuário e também possibilitando a migração das aplicações e dados juntamente com a tarefa do usuário. Seguindo a proposta do ClinicSpace, o pEHS é sensível ao contexto, adaptando-se de acordo com a situação do ambiente.

A proposta de arquitetura apresentada neste trabalho e o protótipo construído servem como base para a implementação das 11 tarefas mínimas e, a partir destas, do SGDT e da interface de criação de tarefas, pode iniciar-se a fase de apresentação da proposta do projeto para os profissionais da área médica sugerirem melhorias ou avaliarem pontos específicos da

proposta relacionada ao projeto. A infra-estrutura do projeto ClinicSpace ainda está em fase de projeto e desenvolvimento através dos trabalhos de pesquisa dos integrantes do grupo. O protótipo é desenvolvido e modificado à medida que as pesquisas são definidas e avançam. O protótipo em desenvolvimento tem o objetivo de apresentar para os profissionais de saúde a proposta do projeto ClinicSpace para que estes possam visualizar o funcionamento do protótipo no dia-a-dia, durante a realização das atividades, e contribuam com críticas e sugestões para as pesquisas.

7 CONCLUSÕES

Em sua segunda geração, a Computação Ubíqua volta-se para a construção de ambientes e aplicações centrados no usuário-final, tornando a computação invisível para o mesmo e livrando-o da incumbência de instalação, configuração e manutenção dos recursos computacionais (tanto hardware quanto software). Ao encontro desta proposta, estão as atividades médicas, que apresentam características dinâmicas que tornam os sistemas existentes atualmente inadequados para sua utilização durante a realização das atividades, colaborando para a rejeição da utilização desses sistemas em ambientes hospitalares.

Tendo em vista este cenário, o projeto ClinicSpace tem como proposta aplicar conceitos e tecnologias de Computação Ubíqua na construção de um protótipo que tem por objetivo disponibilizar uma ferramenta para auxílio das atividades do profissional de saúde, capaz de se adequar à forma com que o clínico realiza seu trabalho. Dentro deste projeto, insere-se este trabalho, o qual visa propor uma arquitetura de sistema de informação em saúde, chamado pEHS, que seja adaptado às atividades realizadas pelos profissionais de saúde, que mantenha o histórico de saúde de toda vida do paciente acessível a qualquer instituição, e que seja sensível ao contexto do ambiente.

Para a modelagem da arquitetura p

EHS, inicialmente, foi realizada a análise da estrutura das 11 tarefas mínimas definidas previamente no projeto ClinicSpace. A estrutura apresentada pelas tarefas mínimas levou a uma nova classificação para as tarefas e subtarefas, organizadas em 4 grupos: busca, visualização, inserção e requisição. Para as tarefas de busca, foi criado um sistema de personalização no qual o profissional de saúde pode configurar quais informações são necessárias para a realização de sua atividade, criando dessa forma uma espécie de filtro de acordo com o perfil do profissional.

Para a definição do funcionamento do pEHS e sua interação com as informações de contexto do ambiente, foi feito um estudo inicial e rudimentar para a definição dos tipos de contexto existentes e dos principais elementos de contexto que influenciam no funcionamento das tarefas mínimas. Esta identificação inicial possibilita definir de forma mais clara a quais informações de contexto o sistema pEHS reage, possibilitando a criação das aplicações.

Uma questão importante para os sistemas hospitalares, também incorporada na arquitetura deste trabalho, é a centralização virtual e pervasiva dos dados. Esta abordagem permite que qualquer instituição tenha acesso aos últimos dados do paciente, permitindo que o profissional possa realizar seu trabalho com mais embasamento e com os dados corretos do paciente, evitando inconsistência entre diferentes instituições e retrabalho com a inserção de informações já existentes.

O protótipo desenvolvido no trabalho permite ver com mais facilidade a forma com que o pEHS interage com os outros serviços do ClinicSpace e também esclarece o funcionamento da adaptação ao contexto, da personalização das subtarefas de busca e da interação do sistema com uma base de dados do histórico do paciente externa/pervasiva (no caso, simulado utilizando o Google Health). Este protótipo pode ser utilizado para apresentação da proposta do projeto ClinicSpace aos profissionais de saúde, para avaliação do projeto e realização de análises e críticas para nortear as pesquisas futuras.

A maior contribuição deste trabalho é a realização de uma proposta inicial de como os sistemas computacionais hospitalares devem ser construídos, tanto para adaptarem-se às atividades dos profissionais de saúde quanto para utilizarem os conceitos de Computação Ubíqua, tornando tais sistemas auxiliares na realização de atividades cotidianas.

7.1 Trabalhos Futuros

Esta primeira proposta para adaptação dos sistemas de informação em saúde para ambientes pervasivos com enfoque nas atividades do usuário deixa margem para melhorias e trabalhos futuros, dentre eles:

- Construção de uma base de dados pervasiva das informações de saúde do paciente. Esta base de dados deve, primeiramente, servir como repositório de dados para qualquer instituição de saúde, tais como hospitais, clínicas especializadas, laboratórios e também servir para áreas relacionadas à saúde, como nutrição, odontologia, entre outros. Essa base de dados única deve ser capaz de manter qualquer informação de saúde do paciente. Uma característica importante é a classificação dos dados sob diversas óticas (armazenamento e recuperação baseada em contexto) capaz de possibilitar a seleção de informações relevantes, por exemplo de acordo com a especialidade do

profissional, situações possíveis (emergência, cirurgias, etc), entre outras. A base de dados também deve manter a informação de qual é o formato do dado armazenado (número, imagem, texto, etc) para que os sistemas possam apresentá-los corretamente. Além disso, a base de dados deve controlar o acesso das informações, restringindo-as apenas para sistemas de instituições de saúde. A criação de uma base de dados de saúde centralizada gera problemas técnicos de tolerância a falhas, exigindo soluções de backup, acessibilidade, sobrecarga do servidor, entre outros;

- Definição do contexto clínico relevante para a execução das tarefas do profissional de saúde. O contexto deve ser estudado para definir como as modificações no ambiente clínico influenciam na execução das aplicações do profissional e como a adaptação auxilia na realização das tarefas. Este trabalho foi desenvolvido para suportar a adaptação ao contexto das tarefas; porém, definir quais são os contextos mais relevantes ao profissional de saúde é necessário para que o sistema realmente auxilie o profissional de saúde. Juntamente com este trabalho, após feita a análise do contexto e definida uma modelagem e funcionamento inicial para o projeto ClinicSpace, deve ser estudada uma forma mais dinâmica das tarefas adaptarem-se ao contexto do ambiente, pois no presente trabalho, esta adaptação ocorre de forma estática, programada previamente pelo desenvolvedor da aplicação pEHS;
- Desenvolvimento do perfil do profissional de saúde. O perfil do profissional de saúde pode ser utilizado como ferramenta para realização de inferências que diminuam a necessidade de interação do usuário com o sistema. As preferências dos profissionais para as subtarefas de busca podem ser armazenados em uma base de dados (dentre outras formas de inferência que possam ser utilizadas) para que, na criação de próximas tarefas, as mesmas opções apareçam selecionadas, diminuindo (em teoria) o tempo que o usuário necessita para a criação das tarefas. Informações históricas das tarefas do profissional já são armazenadas em uma base de dados para a realização de inferências de qual é a próxima tarefa que o profissional deseja executar⁸;
- Criação de um módulo de inferência de tarefas baseado em informações de contexto. Um estudo pode ser desenvolvido visando identificar as situações

⁸ O Serviço de Inferência foi desenvolvido no trabalho de Marcos Vinícius B. de Souza (PPGI-UFSM).

mais comuns encontradas em ambientes clínicos (cirurgias, emergências atendimentos aos pacientes internados, atendimentos agendados, manipulação de medicamentos) e formas de os detectar através dos sensores do ambiente. Por exemplo, um paciente, um ou mais enfermeiros e um ou mais médicos em uma sala de cirurgia pode significar que uma cirurgia será realizada. Neste caso o módulo de inferência procura nas tarefas do profissional alguma atividade relacionada a cirurgia e pergunta se ele gostaria de iniciá-la.

- Apresentação da proposta aos profissionais de saúde através do protótipo inicial implementado. No estado atual, os profissionais de saúde podem ter uma melhor idéia de qual é a proposta do projeto ClinicSpace e suas análises, dúvidas, comentários e sugestões serão valorosas na contribuição para o desenvolvimento de uma ferramenta para auxílio ao profissional de saúde. Para uma pesquisa de opinião dos profissionais de saúde, as 11 tarefas mínimas devem ser implementadas adotando a arquitetura apresentada neste trabalho e criando-se situações hipotéticas de contexto para dar ao profissional de saúde uma melhor noção da criação, configuração e execução das tarefas em um ambiente hospitalar ubíquo.

Além destes exemplos de melhorias e trabalhos futuros diretamente relacionados com o pEHS, também existem trabalhos paralelos relacionados com o projeto ClinicSpace.

- O **serviço de inferência** de tarefas está sendo concluído pelo mestrando Marcos Vinícius B de Souza. O trabalho utiliza uma base de dados para manter o histórico das tarefas iniciadas pelo profissional e a data e hora que foi realizada para servir como fonte para prever qual a próxima possível atividade que o profissional deseja executar.
- O **serviço de contexto** está sendo estudado pelo mestrando Alencar Machado, e tem como objetivo a modelagem do contexto hospitalar e o desenvolvimento de uma ferramenta de abstração de contextos para facilitar a sua utilização para a construção das tarefas.
- A **interface do sistema** está sendo proposta pelo mestrando Mikael de Souza Fernandez, e tem como objetivo a análise de interfaces para ambientes hospitalares ubíquos, onde a informação pode ser acessada de diferentes dispositivos.

- O serviço de colaboração está sendo desenvolvido pelo mestrando Marcelo Kroth, e tem como proposta possibilitar que os profissionais de saúde possam compartilhar tarefas, seja para transferência (um médico termina o turno e passa algumas tarefas para outro médico), delegação (médico delega ao profissional do laboratório a tarefa de realizar uma análise) ou compartilhamento (para pedido a um especialista uma segunda opinião sobre um caso mais específico) .

REFERÊNCIAS

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.

AUGUSTIN, Iara. Abstrações para uma Linguagem de Programação visando Aplicações no Ambiente da Pervasive Computing. 2004. 194f. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2004.

AUGUSTIN, Iara; LIMA, João Carlos D. and YAMIN, Adenauer C. 2006. Computação Pervasiva: como Programar Aplicações. In: X SIMPOSIO BRASILEIRO DE LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO (SBLP), 2006, Itatiaia, RJ. **Anais...** [S.l.]: SBLP, 2006.

BARDRAM, Jakob E.; KJÆR, Thomas A. K. and NIELSEN, Christina. 2003. Supporting Local Mobility in Healthcare by Application Roaming among Heterogeneous Devices. Proceedings of the 5 th International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services. p 161–176, 2003.

BARDRAM, Jakob E. 2005. Activity-based computing: support for mobility and collaboration in ubiquitous computing. **Personal and Ubiquitous Computing**, vol. 9, issue 5, p. 312-322, 2005.

BARDRAM, Jakob E. and BOSSEN, Clauss. 2005. Mobility work: the spatial dimension of collaboration at a hospital. In: **Computer Supported Cooperative Work (CSCW)**. Kluwer Academic Publishers, Paris, France, pp 176-185.

BARDRAM, Jakob E. and CHRISTENSEN, Henrik B. 2007. Pervasive Computing Support for Hospitals: An overview of the Activity-Based Computing Project. **IEEE Pervasive Computing**, vol. 6, issue 1, p. 44-51, 2007.

BLUMENTHAL, David. 2009. Stimulating the Adoption of Health Information Technology. In: **New England Journal of Medicine**. 360:1477-1479

BOSSEN, Claus. 2002. The parameters of common information spaces: the heterogeneity of cooperative work at a hospital ward. In **Proceedings of the 2002 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work**. CSCW '02. ACM, New York, NY, 176-185.

COSTA, Claudio G. A. 2001. **Desenvolvimento e Avaliação Tecnológica de um Sistema de Prontuário Eletrônico do Paciente, Baseado nos Paradigmas da World Wide Web e da Engenharia de Software**. 2001. 105f. Monografia (Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2001.

COSTA, C. and MARQUES, A. 1999. Implementação de um Prontuário Eletrônico do Paciente na Maternidade Escola Januário Cicco: Um Primeiro Passo. **PEP'99**. 1999.

DARABANT, Adrian S. and TODORAN, Horea. 2008. Mobile devices and data synchronization assisting medical diagnosis. In: **WSEAS TRANSACTIONS on COMMUNICATIONS**. (WTOC 7, 6). 551-562.

DELIC, Kemal. A. and WALKER, Martin. A. 2008. Emergence of the Academic Computing Clouds. **Ubiquity**, p 1—1, 2008.

DICK, Richard S.; STEEN, Elaine B. and DETMER, Don E. 1997. **The Computer-Based Patient Record: An Essential Technology for Health Care**, National Academy Press, Washington, DC, 1997. 234 p.

FERREIRA, Guiliano G. L. **Adicionando ao Middleware Exehda o Suporte a Aplicações Orientadas a Atividades Humanas**. 2009. 103f. Monografia (Mestrado em Computação) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2009.

FERREIRA, Giuliano L.; SILVA, Fábio L.; LIBRELOTTO, Giovanni R. and AUGUSTIN, Iara. 2009a. Middleware for Management of End-user Programming of Clinical Activities in a Pervasive Environment. In: In: 2009 **Workshop on Middleware for Ubiquitous and Pervasive Systems, Fourth International Conference on Communication System Software and Middleware**. WMUPS 2009.

FERREIRA, Giuliano L.; SILVA, Fábio L.; LIBRELOTTO, Giovanni R. and AUGUSTIN, Iara. 2009b. Adaptando o Middleware EXEHDA para o Tratamento de Atividades Clínicas. In: **XXXV Conferencia Latinoamericana de Informática (CLEI 2009)**. CLEI - Abstracts book of the Latin American Informatics Conference, 2009. p. 37-37.

GRIMSON, Jane; GRIMSON William. and HASSELBRING, Wilhelm. 2000. The SI Challenge in Health Care. In: **Communications of the ACM** **43, 6**, p 48-55.

GUARINO, Nicola. 1998. Formal Ontology in Information Systems. In: **Proceedings of the 1st International Conference**. 6-8 de Junho de 1998, Trento, Itália.

HARNO, Kari; RUOTSALAINEN, Pekka; NYKANEN, Pirkko and KOPRA, Kyosti. 2008. Migration from Regional to a National eHealth Network. In **Proceedings of the Second international Conference on Digital Society**. IEEE Computer Society, Washington, DC, 107-110.

IAKOVIDIS, Ilias. 1998. "Towards personal health records: Current situation, obstacles and trends in implementation of Electronic Healthcare Records in Europe". In: **International Journal of Medical Informatics** **52, 128**, 105–117.

JHA, Ashish K.; DESROCHES, Catherine M.; CAMPBELL, Eric G.; DONELAN, Karen; RAO, Sowmya R.; FERRIS, Timothy G.; SHIELDS, Alexandra; ROSENBAUM, Sara and BLUMENTHAL, David. 2009. The Use of Electronic Health Records in U.S. Hospitals. In: **New England Journal of Medicine**. **360:1628-1638**.

KATARIA, Pavandeep.; KOAV, Nigel; JURIC, Radmila; MADANI, Kambiz and TESANOVIC, Igor. 2008. Ontology for interoperability and data sharing in healthcare. In **Proceedings of the Fourth IASTED international Conference on Advances in Computer Science and Technology**. Ed. International Association Of Science And Technology For Development. ACTA Press, Anaheim, CA, 323-328.

KJELDSKOV, Jesper and SKOV, Mikael B. 2007. Exploring context-awareness for ubiquitous computing in the healthcare domain. In: **Personal Ubiquitous Computing**. Vol 11. N° 7, p 549-562.

KUMAR, Anand; CICCARESE, Paolo; SMITH, Barry and PIAZZA, Matteo. 2003. Context-based task ontologies for clinical guidelines. **Ontologies in Medicine: Proceedings of the Workshop on Medical Ontologies**, IOS Press, 2003.

LÆRUM Hallvard, and FAXVAAG, Arild. 2004. Task-oriented evaluation of electronic medical records systems: development and validation of a questionnaire for physicians. In: **BMC Medical Informatics and Decision Making**, **1**. p. 1-16.

LIBRELOTTO, Giovani R.; FREITAS, Leandro O.; GASSEM, Jonas B.; SILVEIRA, Matheus C.; TURCHETTI, Rogério and AUGUSTIN, Iara. 2008. OntoHealth - Um framework para o gerenciamento de ontologias em ambientes hospitalares pervasivos. In: **II WORKSHOP ON PERVASIVE AND UBIQUITOUS COMPUTING**, Campo Grande. **Anais...** [S.l.:s.n].

MACHADO, Alencar; LIBRELOTTO, Giovani R. and AUGUSTIN, Iara. (2010). Ferramenta para Definição de Contexto pelo Usuário Final na Programação de Tarefas Clínicas em Sistema de Saúde Pervasivo. Submetido para avaliação em: SBCUP – II Simpósio Brasileiro de Computação Ubíqua e Pervasiva.

MILLER, Robert H. and SIM, Ida. 2004. Physicians' Use Of Electronic Medical Records: Barriers And Solutions. In: **Health Affairs**, 23, no. 2. p 116-126.

MOLICH, R. 2000. **Usable web design** (em dinamarquês). Ingeniøren bøger

NOVAES, Maddala A. 1998. Prontuário Eletrônico do Paciente (PEP). **I Seminário de Tecnologia da Informação em Saúde**. Recife. 1998

PINTO, Virgínia, B. 2006. Prontuário Eletrônico do Paciente: Documento Técnico de Informação e Comunicação do Domínio da Saúde. In: **Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação e Biblioteconomia**, Florianópolis, v. 17, n. 21, p. 34-48.

RANGANATHAN, Anand and CAMPBELL, Roy H. 2005. Supporting Tasks in a Programmable Smart Home. In: **From Smart Homes to Smart Care, vol. 15**. Amsterdam: IOS Press, 2005. p. 3-10.

RIZZETTI, Tiago A. **Um Ambiente de Contexto Personalizado e Orientado a Tarefas na Arquitetura ClinicSpace**. 2009. 118f. Monografia (Mestrado em Computação) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2009.

SATYANARAYANAN, Mahadev. 2001. Pervasive computing: Vision and challenges. **IEEE Personal Communications**, 4(8). New York.

SILVA, Fábio L.; FERREIRA, Giuliano L.; RIZZETTI, Tiago A.; AUGUSTIN, Iara; LIBRELOTTO, Giovani R. and YANIN Adenauer C. 2008 . Introduzindo a orientação a

tarefas clínicas em um middleware de gerenciamento do espaço pervasivo. In: **II Workshop on Pervasive and Ubiquitous Computing**. WPUC 2008.

SILVA, Fábio L. **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. 98f. Monografia (Mestrado em Computação) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2009.

SILVA, Fábio L.; FERREIRA, Giuliano L.; RIZZETTI, Tiago A.; LIBRELOTTO, Giovanni R. and AUGUSTIN, Iara. 2009. Ferramenta para a Programação pelo Usuário-Final de Tarefas Clínicas em um Ambiente de Saúde Ubíquo. In: **XXXV Conferencia Latinoamericana de Informática** (CLEI 2009). CLEI - Abstracts book of the Latin American Informatics Conference, 2009. p. 37-37.

SIMON, Steven R.; KAUSHAL, Rainu; CLEARY, Paul D.; JENTER, Chelsea A.; VOLK, Lynn A.; POON, Eric G.; ORAV, John E.; Lo, Helen G.; WILLIAMS, Deborah H. and BATES, David W. 2007. Correlates of electronic health record adoption in office practices: a statewide survey. In: **Journal of the American Medical Informatics Association: JAMIA**, Vol. 14, No. 1. p 110-117.

SKOV, Mikael B. and KØEGH, Rune T. 2006. Supporting Information Acces in a Hospital Ward by a Context-Aware Mobile Electronic Patient Record. In: **Personal Ubiquitous Computing**. Vol 10. Issue 4, p 205-214.

SLEE, Vergil N.; SLEE, Debora A. and SCHMIDT, H.Joachin. 2000. **The Endangered Medical Record: Ensuring Its Integrity in the Age of Informatics**. Saint Paul: Tringa Press. 2000. 640 p.

SOUZA, Marcos Vinícius B and AUGUSTIN, Iara. 2010. **Inferência de Tarefas Através do Histórico de Execução do Usuário**. Submetido para avaliação em: SBCUP – II Simpósio Brasileiro de Computação Ubíqua e Pervasiva.

VICENTINI, Caroline F. 2008. **Pesquisa e Análise dos Sistemas Informatizados de Gestão Hospitalar e Registro de Pacientes**. Trabalho interno do Grupo Gmob.

WEISER, Mark. 1991. The Computer of the 21st Century. **Scientific American**, volume 265, número 9, 1991.

WEISS, Aaron. 2007. Computing in the clouds. In: *netWorker* 11, 4 (Dec. 2007), 16-25.

WUWONGSE, Vilas; ANUTARIYA, Chutiporn; AKAMA, Kiyoshi and NANTAJEEWARAWAT, Ekawit. 2001. Declarative Description: A Language for the Semantic Web. In: **IEEE Intelligent Systems**, v. 16, n3, p 54-65.

YAMIN, Adenauer C. **Arquitetura para um Ambiente de Grade Computacional Direcionado às Aplicações Distribuídas, Móveis e Conscientes do Contexto da Computação Pervasiva**. 2004. 194f. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

YAMIN, Adenauer; AUGUSTIN, Iara; SILVA, Luciano C.; REAL, Rodrigo A.; SCHAEFFER, Alberto E. and GEYER, Claudio F. R. 2005. EXEHDA: adaptative middleware for building a pervasive grid environment. **Frontiers in Artificial intelligence and Applications** – Self – organization and Automatic Informatics, IOS Press, vol. 135, p. 203-219, 2005.

GLOSSÁRIO

Aplicação Pervasiva – Objeto do EXEHDA (OX) que executa no ambiente pervasivo gerenciado pelo *middleware*.

Atividades clínicas – Processos realizados por humanos de forma colaborativa, coordenada e distribuída em um espaço determinado. São auxiliadas por aplicações computacionais, e seguem a forma particular de cada indivíduo de realizá-la (personalização).

Subtarefa – Operações que compõem uma tarefa. Cada subtarefa possui um descritor (ontologia) e uma aplicação pervasiva (implementação).

Tarefa – Ações que compõem uma atividade humana. Tarefas simples são compostas por subtarefas. Tarefas compostas são compostas por outras tarefas (workflow).

APÊNDICE A – CCR UTILIZADO PELO GOOGLE HEALTH

