

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

**METODOLOGIA ASSISTENCIAL SIMULTÂNEA DE
PACIENTES EM AMBIENTE HOME CARE
PERVASIVO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Cicero Volnei Jesus Ribeiro

Santa Maria, RS, Brasil

2014

METODOLOGIA ASSISTENCIAL SIMULTÂNEA DE PACIENTES EM AMBIENTE HOME CARE PERVASIVO

Cícero Volnei Jesus Ribeiro

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Informática da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM,
RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Ciência da Computação

Orientador: Prof. Dr. Giovani Rubert Librelotto (UFSM)

Santa Maria, RS, Brasil

2014

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

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

**METODOLOGIA ASSISTENCIAL SIMULTÂNEA DE PACIENTES EM
AMBIENTE HOME CARE PERVASIVO**

elaborada por
Cícero Volnei Jesus Ribeiro

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Ciência da Computação

COMISSÃO EXAMINADORA:

Giovani Rubert Librelotto (UFSM), Dr.
(Presidente/Orientador)

Reiner Franchesco Perozzo, Prof. Dr. (UNIFRA)

Lisandra Manzoni Fontoura, Prof^a. Dr^a. (UFSM)

Santa Maria, 11 de Abril de 2014.

AGRADECIMENTOS

Inúmeras foram as pessoas que contribuíram para a conquista e a conclusão desta jornada.

Em primeiro lugar agradeço a Deus, a quem sempre agradeço todas as conquistas e realizações.

Em especial a minha família que sempre incentivou na realização deste sonho. A minha esposa **Fabiane** presente em todos os momentos e que nas horas mais difíceis sempre tinha uma palavra de incentivo e orientação. Às minhas filhas, **Jéssica** e **Carine**, que souberam compreender o meu afastamento e incentivar a minha caminhada.

Ao meu orientador, professor Dr. **Giovani Rubert Librelotto**, pela orientação e empenho, dedicando seu tempo e disponibilizando seu conhecimento, que muito contribuíram para a realização deste trabalho. Obrigado pelo assessoramento.

A todos os professores, colegas e funcionários que de uma forma ou de outra contribuíram para a conclusão deste trabalho.

RESUMO

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

METODOLOGIA ASSISTENCIAL SIMULTÂNEA DE PACIENTES EM AMBIENTE HOME CARE PERVASIVO

AUTOR: CÍCERO VOLNEI JESUS RIBEIRO
ORIENTADOR: GIOVANI RUBERT LIBRELOTTO (UFSM)
Local da Defesa e Data: Santa Maria 11 de Abril de 2014.

O desenvolvimento de técnicas inovadoras na área de saúde alavancou, de forma significativa, a expectativa de vida do ser humano. Esse novo cenário gera na sociedade a preocupação de criar uma rede assistencial capaz de absorver essa demanda e oferecer condições de acesso aos mais variados tipos de necessidades. A constituição familiar decrescente e o aumento do número de idosos fazem surgir serviços direcionados a atender esse novo cliente, independente, conectado as tecnologias e muitas vezes sozinho. A figura da *Home Care*, nesse ambiente, proporciona um cuidado inerente as características dessas pessoas, que dependem de uma monitorização diária da saúde e da qualidade de vida. O advento da informática agiliza essa interação, criando um suporte capaz de oferecer em tempo real uma monitorização de condições físicas que podem sugerir uma situação de urgência médica ou de acompanhamento específico da pessoa. O estudo aqui defendido é a criação de uma rede de informações para monitorização residencial via *Home Care*. O sistema, através de computação pervasiva, fará a captação de sinais vitais por meio de dispositivos eletrônicos e de outras informações pertinentes as condições da pessoa. Será capaz de acionar um cuidador pré-determinado ou uma central de monitoramento, em casos específicos, onde um responsável, com capacitação técnica na área de saúde, tomará providências para o atendimento do paciente. O mesmo sistema será capaz de armazenar todo tipo de informação captada ou inserida pelo profissional no prontuário e emitir relatórios conforme solicitação.

Palavras-chave: Computação Pervasiva, Ontologias, *Home Care*.

ABSTRACT

Master's Dissertation
Program in Computer Science
Universidade Federal de Santa Maria

METHODOLOGY SIMULTANEOUS ASSISTANCE OF PATIENTS AT ENVIRONMENT PERVASIVE HOME CARE

AUTHOR: CÍCERO VOLNEI JESUS RIBEIRO
ADVISOR: GIOVANI RUBERT LIBRELOTTO (UFSM)
Defense Place and Date: Santa Maria 11 de Abril de 2014.

The development of innovative techniques in healthcare leveraged, significantly, the life expectancy of human beings. This new scenario raises concern in society to create a health care network able to absorb this demand and provide conditions for access to a range of needs. The decreasing family constitution and the increasing number of seniors are targeted to meet this emerging new customer, independent, connected technologies and services often alone. The figure of Home Care in this environment provides an inherent care for the characteristics of these people, who depend on daily monitoring of health and quality of life. The advent of computer technology streamlines this interaction, creating a support capable of providing real-time monitoring of physical conditions that might suggest a situation of medical emergency or specific monitoring of the person. The study advocated here is to create an information network for home monitoring via Home Care. The system, through pervasive computing, will capture vital signs through electronic devices and other relevant information conditions of the person. Be able to trigger a predetermined career or monitoring center, in specific cases, where an official with technical expertise in the healthy area, take steps to stabilize the frame. The same system will be able to store all kinds of information captured or entered by the professional records and issue reports as requested .

Keywords: Pervasive Computing, Ontology, Home Care.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Parte da Ontologia Proposta.....	42
Figura 2: Grafo da Hierarquia de Classes.....	43
Figura 3: Propriedade de dados.....	45
Figura 4: Arquitetura Geral.....	49
Figura 5: Fluxograma Geral do Sistema.....	51
Figura 6: DER - Base de Dados Local.....	54
Figura 7: Estudo de Caso 1 – Acionamento de Ambulância.....	61
Figura 8: Estudo de Caso 2 – Alteração de Rota de Ambulância.....	64

LISTA DE ABREVIATURAS

ANViSa	<i>Agência Nacional de Vigilância Sanitária</i>
DAML	<i>Darpa Agent Markup Language</i>
DER	<i>Diagrama Entidade Relacional</i>
DTD	<i>Document Type Definition</i>
GSM	<i>Sistema Global para Comunicações Móveis</i>
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
OIL	<i>Ontology Interence Layer</i>
OWL	<i>Web Ontology Language</i>
P	<i>Pulso ou Frequência Respiratória</i>
PA	<i>Pressão Arterial</i>
PC	<i>Computador Pessoal</i>
PEP	<i>Prontuário Eletrônico do Paciente</i>
PDA	<i>Personal Digital Assistant</i>
RDF	<i>Resource Description Framework</i>
RDFS	<i>Resource Description Framework Schema</i>
S	<i>Saturação de Oxigênio</i>
SGBD	<i>Sistema Gerenciador de Bando de Dados</i>
SQL	<i>Sturctured Query Language</i>
SQWRL	<i>Semantic Query-EnhancedWeb Rule Language</i>
SWRL	<i>Semantic Web Rule Language</i>
T	<i>Temperatura Corporal</i>
TI	<i>Tecnologia da Informação</i>
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
URI	<i>Uniform Resource Identifier</i>
XML	<i>eXtensible Murkup Language</i>
XSL	<i>eXtensible Stylesheet Language</i>
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i>

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição das classes da ontologia.....	42
Tabela 2 - Quadro comparativo.....	68
Tabela 3 - Tabela de propriedade de dados da ontologia.....	74
Tabela 4 - Tabela de propriedades de objetos da ontologia.....	77

Sumário

1. Introdução.....	12
2. Computação Pervasiva.....	15
2.1 Conceitos.....	16
2.2 Domínios da Computação Pervasiva.....	19
2.3 Exemplos de Projetos Envolvendo Computação Pervasiva e Home Care.....	19
2.4 Considerações do capítulo.....	20
3. Ontologia.....	22
3.1 Utilização de ontologias.....	24
3.2 Classificação das ontologias.....	25
3.3 Contexto de ontologias.....	26
3.4 XML.....	27
3.5 XSL.....	28
3.6 Representação de ontologias.....	29
3.6.1 RDF.....	29
3.6.2 RDFS.....	31
3.6.3 OWL 1.0.....	31
3.6.4 OWL 2.....	32
3.7 Inferências sobre ontologias.....	34
3.7.1 SWRL.....	34
3.7.2 SQWRL.....	35
3.8 Sumário do capítulo.....	36
4 Home Care.....	37
4.1 Serviços de Home Care.....	38
4.2 Home Care no Brasil.....	38
4.3 Estrutura de Home Care.....	39
4.4 Considerações do Capítulo.....	40
5. Uma ontologia para a modelagem do domínio de um ambiente domiciliar.....	41
5.1 Domínio e Escopo da Ontologia.....	41
5.2 Classes.....	43
5.3 Propriedade de Dados.....	46
5.4 Propriedades de Objetos.....	47
5.5 Instâncias.....	48
5.6 Consultas.....	48
5.7 Inferências.....	49
5.8 Considerações do Capítulo.....	50
6 A definição da arquitetura de uma Metodologia Assistencial Simultânea em Pacientes de Home Care Pervasivo.....	51
6.1 Fluxograma Geral do Sistema.....	52
6.2 Ambiente Domiciliar.....	54
6.2.1 Sensores e Monitores.....	55
6.2.2 Dispositivos.....	56
6.2.3 Módulo OntoHC.....	56
6.2.4 Base de Dados Local.....	57
6.3 Nuvem Computacional.....	58
6.3.1 OntoHC-Central.....	58
6.3.2 Prontuário Eletrônico do Paciente.....	59
6.3.3 Repositório de Ontologias.....	60
6.4 Central de Monitoramento.....	60

6.4.1 Sinais Visuais e Sonoros.....	60
6.4.2 Monitoramento.....	61
6.5 Serviço de Apoio.....	61
6.6 Sumário do capítulo.....	62
7 Casos de Estudo e Resultados.....	64
7.1 Estudo de Caso 1: Acionamento de Ambulância.....	64
7.2 Estudo de Caso 2: Alteração de Rota de Ambulância.....	67
7.3 Considerações do capítulo.....	69
8 Trabalhos Relacionados.....	71
9 Conclusão.....	73
10 Bibliografia.....	75
APÊNDICE A - PROPRIEDADES DE DADOS DA ONTOLOGIA.....	81
APÊNDICE B - PROPRIEDADES DE OBJETOS DA ONTOLOGIA.....	84

1. Introdução

No período compreendido entre os anos de 1950 e 2010, a expectativa de vida mundial aumentou em mais vinte anos. Países como Japão, França e Espanha possuem uma expectativa de 86,3 anos, 84,5 anos e 84,3 anos respectivamente. No Brasil de acordo com Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2012), a expectativa de vida dos brasileiros aumentou para 74,6 anos, em 2012. Este número representa um acréscimo de 3 anos, 11 meses e 6 dias em relação ao ano de 2000.

Paralelo a isso, a revista Valor Econômico (SARAIVA, 2010) divulgou que o crescimento de pessoas que moram sozinhas no país chega a 6,9 milhões. Esse número representa 12,1% do total de 57 milhões de domicílios, um aumento de 3% em relação ao censo de 2000.

De acordo com a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2011, realizado pelo IBGE, na variação entre 2008 e 2011, o total de pessoas que utilizaram a Internet aumentou 143,8%, ou seja, em três anos o crescimento foi de 45,8 milhões de usuários. Dos mais de 61 milhões de domicílios brasileiros, no mesmo ano, 36,5% (22 milhões) tinham microcomputador com acesso à Internet (IBGE 2011).

A pesquisa também investigou o uso de celular e descobriu que o contingente de pessoas de 10 anos ou mais de idade que tinham o aparelho para uso pessoal, em 2011, foi estimado em 115,4 milhões, o que correspondia a 69,1% da população dentro dessa faixa etária. Em 2005, eram apenas 55,7 milhões de pessoas.

Atualmente os telefones celulares não são apenas dispositivos de comunicação, mas também uma fonte rica de dados sensoriais que podem ser recolhidos e explorados de forma pervasiva.

A Computação Pervasiva ou Ubíqua tem sido tema de diversos trabalhos nos últimos anos. O termo foi usado pela primeira vez por Weiser (1991). A computação ubíqua tem como objetivo tornar a interação pessoa-máquina invisível, integrando a informática com as ações e comportamentos naturais das pessoas.

O processo ocorre de forma automática, com captação de dados sem que as pessoas percebam o dispositivo. Além disso, os computadores teriam sistemas inteligentes que estariam conectados ou procurando conexão o tempo todo, tornando-se onipresente.

A Computação Pervasiva pode ser descrita como um novo paradigma computacional, com tecnologia de comunicação e informação em qualquer lugar, acessível por qualquer pessoa, disponível a todo tempo, podendo ser aplicada, assim, em diversas áreas (CIRILO, 2010).

O monitoramento de pessoas e ambientes devem ser coletados em diferentes momentos do dia, de forma proativa, fazendo com que o sistema possa reagir conforme à necessidade de cada indivíduo ou contexto atual. Porém, para que seja possível tal adaptação, é necessário que a representação do conhecimento do domínio em questão seja detalhada.

Uma das maneiras mais adequadas para representação do conhecimento é através do uso de ontologias. Em uma ontologia, os relacionamentos são definidos formalmente e sua semântica detalhada. A nomeação apropriada desses relacionamentos gera um significado identificável capaz de viabilizar a leitura pelo ser humano, assim como um programa pode assumir a semântica de um dado relacionamento e atuar sobre a mesma (GASSEN, 2010).

No monitoramento de um indivíduo, diversas entidades podem ser encontradas: pessoas, cuidadores, locais e atividades, além de diversos dispositivos computacionais dispersos no ambiente. Essa variedade torna difícil a representação computacional do contexto atual. A ontologia descreve esses ambientes mais facilmente (CAMPOS, 2011).

Baseando-se nos conceitos de computação pervasiva e ontologias, essa dissertação apresenta uma arquitetura para sistemas pervasivos voltados ao monitoramento de pessoas que desejem ou necessitem de um acompanhamento efetivo em suas jornadas diárias. Mais precisamente, a metodologia proposta busca resolver questões como a integração dos diferentes tipos de sensores e dispositivos

computacionais, monitoramento constante e preservação da autonomia do indivíduo.

De forma a apresentar a metodologia proposta, o documento está organizado da seguinte forma: No Capítulo 2 são descritos os conceitos e características da computação pervasiva, bem como a importância de sua aplicação na área da saúde. No Capítulo 3 são detalhados conceitos de ontologias, áreas de utilização e classificação, bem como as formas e linguagens de representação e consultas. No Capítulo 4 são discutidos os conceitos e características de um ambiente *Home Care*, bem como informações sobre a regulação destes serviços no Brasil. Uma ontologia que representa o conhecimento de ambientes *Home Care* foi desenvolvida e está descrita no Capítulo 5. O Capítulo 6 apresenta uma Arquitetura de uma Metodologia Assistencial Simultânea em Pacientes de *Home Care Pervasivo*. Com o objetivo de validar a metodologia proposta, no Capítulo 7 é utilizado um estudo de caso já publicado na literatura e outro criado para demonstrar o fluxo de funcionamento do sistema, além da descrição dos resultados obtidos. A comparação entre o trabalho apresentado e outros existentes na literatura é descrita no Capítulo 8. Por último, no Capítulo 9 apresenta-se as conclusões do trabalho, através da descrição das contribuições e trabalhos futuros.

2. Computação Pervasiva

A computação pervasiva é um novo paradigma computacional do século XXI e seu principal objetivo é disponibilizar dados aos usuários a qualquer hora e lugar (SAHA; MUKHERJEE, 2003). Este capítulo apresenta uma revisão sobre diversos conceitos envolvendo computação pervasiva, assim como a descrição de suas características e algumas aplicações na área da saúde.

Em um ambiente pervasivo, o computador deve estar disposto de forma transparente, o usuário utiliza seus serviços sem perceber. Além disso, estes dispositivos têm a capacidade de obter informações do ambiente e utilizá-las para construir modelos computacionais dinamicamente, ou seja, controlar, configurar e ajustar a aplicação para melhor atender as necessidades do usuário. O ambiente deve ser capaz de detectar outros dispositivos que possam vir a fazer parte dele. A partir desta interação, computadores passam a agir de forma inteligente em um ambiente povoado por sensores e serviços computacionais (ARAUJO, 2003).

Conforme Weiser (1991) a computação pervasiva pode ser descrita como ambientes inteligentes cheios de dispositivos computacionais que interagem com usuários de forma tão natural a ponto de se tornarem parte deste ambiente. Na década de 90 os recursos de hardware necessário para a idealização desse novo modelo de computação eram muito restritos e tinham um custo muito alto.

Weiser (1991) descreve a Computação Ubíqua como uma computação onipresente, onde recursos dispostos em um ambiente inteligente se autoajustariam de forma a melhor atender as necessidades dos usuários. Embora a ideia original do autor quanto a “Computação Ubíqua” ainda esteja distante de uma prática cotidiana alicerçada por produtos de mercado (SATYANA-RAYANAN, 2001), sua proposta vem se tornando realidade com a disponibilização de tecnologias como PDAs (Personal Digital Assistant), Smartphones e a consolidação de padrões para redes sem fio como o Bluetooth e o IEEE 802.11 (GASSEN et al., 2008).

Os recursos dispostos em um ambiente pervasivo devem ser sensíveis ao contexto, realizando frequentes varreduras neste ambiente à procura de possíveis mudanças que possam ocorrer e adaptando-se a essas, de forma dinâmica (TIBIRIÇA, 2007). A heterogeneidade do ambiente instiga e promove a interação de diferentes plataformas no processamento dos dados.

A computação pervasiva propõe um modelo computacional que integra de

forma invisível os dispositivos de hardware e software, proporcionando aplicações que facilitam o desenvolvimento das tarefas em um ambiente inteligente (PINHEIRO, 2009).

2.1 Conceitos

Conforme Cirilo (2010) a computação pervasiva, por se tratar de uma área de pesquisa emergente, é considerada, por algumas pessoas, como sinônimo de computação ubíqua ou computação móvel, porém existem diferenças conceituais entre elas.

A computação móvel consiste em sistemas computacionais distribuídos em diferentes dispositivos que se comunicam entre si através de uma rede de comunicação sem fio, o que permite a mobilidade desses aparelhos. Os usuários podem utilizar os serviços disponíveis em qualquer aparelho integrado no sistema, independente da localização física do usuário.

Na computação pervasiva a tecnologia está embarcada ao ambiente de forma invisível para o usuário. O sistema tem capacidade de obter informações do ambiente e utilizá-las para informar, controlar, configurar e se auto ajustar (CIRILO, 2010).

A configuração do ambiente, saturada por sensores e serviços computacionais, possibilita a ação do sistema de forma inteligente sem a necessidade de um usuário operar o mesmo (CIRILO, 2010).

A computação pervasiva é baseada em quatro paradigmas fundamentais: a descentralização, a diversificação, a conectividade e a simplicidade.

Na época em que a computação era baseada em *Mainframe*¹, estes forneciam suas capacidades de processamento para “terminais burros”. Com o aparecimento dos PCs (Computadores Pessoais), surgiu a arquitetura cliente-servidor, deslocando o poder computacional do servidor para as estações de trabalho clientes.

A computação pervasiva distribuiu ainda mais a responsabilidade de

¹ Computador de grande porte dedicado ao processamento de um volume grande de informações

processamento, passando a usar uma variedade de dispositivos, cada qual com suas tarefas e funcionalidades específicas. Essas entidades de forma autônoma contribuem para um ambiente computacional heterogêneo, cooperando-se entre si como uma comunidade mútua e estabelecendo redes dinâmicas de relacionamento.

Essa descentralização gerou uma nova tarefa, a sincronização das atualizações de informação entre os variados dispositivos. As bases de dados presentes nos dispositivos com diferentes capacidades e recursos limitados devem se manter consistentes.

Na computação pervasiva é necessário o uso de dispositivos que melhor se adequem as necessidades da aplicação, levando em conta o desempenho de tarefas específicas, ao invés de computador de propósito geral. Um dos maiores desafios é como gerenciar as diferentes capacidades desses dispositivos. Cada um fornece uma plataforma com suas próprias características, o que faz com que se torne difícil prover aplicações homogêneas entre eles.

Os dispositivos estão ligados de alguma forma entre si. As informações poderão ser trocadas entre eles através de infravermelho, conectados fisicamente, via rede sem fio e outros. Assim, e-mails podem ser trocados entre dispositivos heterogêneos, documentos podem viajar através de redes e serem acessados de qualquer lugar. Um exemplo são os celulares GSM² que se beneficiam dos acordos de *roaming*³ internacionais, o que permite que se conectem em redes de comunicações diferentes de suas redes nativas.

Questões de especificidade de plataforma são os maiores obstáculos para aplicações e intercâmbio de informações. Pode-se citar a capacidade de armazenamento entre os dispositivos que são diferentes, processadores distintos que impõem diferentes restrições de desempenho e uso de memória, a variedade de

2 Sistema Global para Comunicações Móveis

3 Termo originado no padrão GSM que designa a habilidade de um usuário de uma rede em obter conectividade em áreas fora da localidade geográfica onde está registrado, ou seja, obtendo conectividade através de uma outra rede onde é visitante.

sistemas operacionais e suas formas de execução, o tamanho e a forma dos diferentes conectores, entre outros.

A adoção de padrões de comunicação, linguagens de marcação e softwares independentes de plataforma, devem ser integrados para formar a base da interoperabilidade. Novos padrões como WAP⁴, UMTS⁵, *Bluetooth*⁶ ou *IrDA*⁷ foram criados por amplas iniciativas da indústria e definem os protocolos de comunicações necessários, bem como as conexões físicas subjacentes.

Os dispositivos pervasivos são componentes bastante especializados, que ao serem utilizados em um sistema pervasivo devem desempenhar bem as tarefas para as quais foram designados. Nesse paradigma da computação pervasiva, a necessidade é garantir a disponibilidade, a conveniência e a facilidade de uso.

A tecnologia deve ser acessível ao usuário. A ideia básica é que a computação se mova para fora das estações de trabalho e torne-se pervasiva no cotidiano dos indivíduos.

Com a funcionalidade da computação pervasiva qualquer dispositivo computacional, sob posse de um usuário em movimento, pode construir dinamicamente modelos computacionais do ambiente em que está inserido e configurar seus serviços, dependendo da necessidade.

Para Weiser (1991), os computadores estariam presentes nos mais comuns objetos do dia a dia: etiquetas de roupas, xícaras de café, interruptores de luz, canetas, entre outros, de forma invisível para o usuário. E seria necessário aprender a conviver com computadores, e não somente interagir com eles.

4 Protocolo para Aplicações sem Fio - é um padrão internacional para aplicações que utilizam comunicações de dados digitais sem fio.

5 *Universal Mobile Telecommunication System* - é uma das tecnologias de terceira geração de telefones móveis.

6 *Bluetooth* é um especificador industrial para áreas de redes pessoais sem fio que provê uma maneira de conectar e trocar informações entre dispositivos, através de uma frequência de rádio de curto alcance.

7 *Infrared Data Association* padrão utilizado nos transmissores infravermelhos que equipam os computadores, notebooks, impressoras e handhelds atuais.

2.2 Domínios da Computação Pervasiva

Segundo Novo (2004) a computação pervasiva vem sendo usada em vários domínios de aplicação. Este autor ressalta que uma das primeiras demonstrações foram aplicadas nos laboratórios da *Olivetti Research Labs*, com o dispositivo *Active Badge* e nos laboratórios da *XeroxPARC*, por meio do dispositivo *PARCTab*. Estas aplicações eram sistemas de localizações de usuários, após localizados possibilitavam a implementação de transferências de ligações telefônicas e atualizações automáticas de mapas com a informação da localização dos usuários.

A computação pervasiva pode incluir diversas áreas como: ensino, trabalho colaborativo, residências e automóveis inteligentes.

Como exemplo, no domínio automotivo a atenção principal é na posição do usuário/dispositivo. Segundo Araújo (2003) o setor automotivo é um bom atrativo para a computação pervasiva, pois os dispositivos de comunicação já podem estar integrados nos automóveis. Os equipamentos de comunicação podem utilizar as fontes de energia do próprio automóvel, possuem preços relativamente pequeno comparado com o valor do automóvel e o mais importante, é que muitos serviços, como pedido de socorro e rastreamento remoto são de interesse dos compradores e dos produtores de automóveis.

Novo (2004) aborda o uso de aplicações pervasivas que abrangem o domínio doméstico. Segundo o mesmo, esse domínio tem os seguintes objetivos: conhecer as atividades dos moradores de uma casa e fornecer serviços que aumentem a qualidade de vida deles.

2.3 Exemplos de Projetos Envolvendo Computação Pervasiva e *Home Care*

O projeto *Aware Home* foi desenvolvido pelo Instituto de Tecnologia da Geórgia nos EUA e tem como metas: investigar que tipos de serviços podem ser fornecidos quando um sistema é ciente das atividades dos moradores da casa,

construir modelos de comportamento humano para auxiliar os computadores nas tomadas de decisão e apoiar pessoas com mais idade a morar sozinhas, possibilitando a manutenção de dietas, alertas sobre controle de medicamentos, ou mesmo, o envio de informações sobre o bem-estar dessas pessoas (KIDD et. al., 1999).

O *Easyliving* é um projeto da Microsoft Research para o desenvolvimento de tecnologias para ambientes inteligentes, focado principalmente em salas de estar residencial. Os serviços são fornecidos para melhorar o ambiente, como controle de luzes, músicas e preferências dos usuários (SHAFER et. al., 1998).

A Universidade do Colorado com o projeto *Adaptive House* tem como objetivo desenvolver uma casa que se programe observando o estilo de vida e os desejos de seus habitantes (MOZER, 2012).

Uma área importante de aplicação de sistemas pervasivos é a segurança de ambientes físicos. Seus principais objetivos são: a proteção de patrimônio contra roubos e intrusões, prevenção de acidentes e detecção de falhas.

Outro domínio seria monitorar as condições do ambiente e auxiliar em decisões que precisam ser executadas de maneira rápida e eficaz, quando situações anormais são detectadas. Pode-se citar neste caso o projeto Siren e Posto de Comando do Futuro. O Siren foi desenvolvido pela Universidade da Califórnia, voltado para o suporte à situações de incêndio, fornecendo comunicações entre bombeiros e mensagens de alerta. Já o Posto de Comando do Futuro consiste de um conjunto de projetos de investigação em situações de campo de batalha. Esses projetos focalizam o desenvolvimento de tecnologias que integrados a múltiplos sensores auxiliam comandantes na tomada de decisões de maneira rápida.

2.4 Considerações do capítulo

O objetivo deste capítulo foi introduzir os principais conceitos sobre computação pervasiva e as suas áreas de aplicação, demonstrando o quanto

diversificado são as possibilidades para o uso de sistemas desta natureza.

A área de saúde pode ser uma das mais beneficiadas com a computação pervasiva. Hospitais e ambientes *Home Care* podem fazer uso de dispositivos que capturem as mais variadas informações sobre condições físicas dos pacientes. Esses dados disponibilizados de maneira correta poderão auxiliar profissionais de saúde na tomada de decisões.

3. Ontologia

Uma ontologia pode ser definida como uma especificação formal e explícita de uma conceituação compartilhada. Desse modo a conceituação se refere ao modelo abstrato do mundo real; explícita significa que os conceitos e seus requisitos são definidos explicitamente; formal indica que a ontologia é processável por máquina, permite raciocínio automático e possui semântica lógica formal; compartilhada significa que uma ontologia captura o conhecimento apresentado não apenas por um único indivíduo, mas por um grupo. De outra forma, pode-se dizer que ontologia é um modelo de dados que representa o conhecimento de um domínio através dos conceitos e relacionamentos entre eles (GRUBER, 1993).

Outra definição propõe o compartilhamento e reuso de ontologias. Esta definição fala de uma proposta de uso de ontologias para modelar problemas e domínios, onde elas forneçam uma biblioteca para fácil reutilização de classes e objetos para a modelagem. O objetivo desta proposta é o desenvolvimento de uma biblioteca de ontologias que poderia ser reutilizada e adaptada para diferentes classes de problemas e ambientes (USCHOLD; GRUNINGER, 1996).

Koh e Mui (2001) definem que uma ontologia não se restringe a definição de um vocabulário sobre um determinado domínio, mas também possui relacionamentos e restrições entre os conceitos definidos no vocabulário. Os relacionamentos de uma ontologia são definidos formalmente e a semântica é feita de forma detalhada. Se os relacionamentos possuírem nomes apropriados, um humano ao visualizar a ontologia entenderá seu significado diretamente; assim como um programa pode assumir a semântica de um relacionamento e atuar sistematicamente através da mesma.

Um exemplo básico de relacionamento é o hierárquico “é um” que define que um conceito é de um determinado tipo específico. Essas especificações definidas com relacionamentos hierárquicos são denominadas taxonomias. Podem também existir relacionamentos do tipo “tem interesse em” entre os conceitos pessoa e

interesse, sem que se trate de um relacionamento hierárquico (KOH; MUI, 2001).

As restrições em uma ontologia são denominadas axiomas e servem para criar uma restrição para um conceito baseando-se em um relacionamento. Por exemplo, em uma ontologia que possua pessoas, existirá um relacionamento chamado “tem nome” que liga os conceitos nome e pessoa, e este relacionamento terá uma restrição que diz que “uma pessoa tem exatamente um nome” (ALMEIDA; BAX, 2003).

Almeida e Bax (2003) definem também que a ontologia pode também possuir regras de inferência que são capazes de chegar a conclusões baseando-se em fatos existentes nela. Por exemplo, uma ontologia em que “parente” é um relacionamento mais genérico que “pai”. Se Jorge é pai de Ana, o sistema deverá concluir automaticamente que Jorge também é parente de Ana. Portanto, se um usuário realizar uma pesquisa para saber quem são os parentes de Ana, Jorge estará no resultado, mesmo que este fato não tenha sido declarado.

Ontologias podem compartilhar certas semelhanças em sua estrutura, independente da linguagem em que são expressas. Entre estas semelhanças, é possível citar três elementos que são tidos como base para a construção de uma ontologia: indivíduos, classes e propriedades (GASSEN et al., 2008).

Os indivíduos, também chamados de instâncias, são considerados elementos-chave para a construção de uma ontologia. As classes são vistas como um conjunto que agrega indivíduos semelhantes e podem ser divididas em subclasses. Por sua vez, as propriedades têm a função de definir atributos, como nome, idade, ou qualquer outro tipo de dado, e também pode ser usada para definir relações entre indivíduos de classes distintas (ALMEIDA; BAX, 2003).

O primeiro uso de ontologias na área da informática foi em sistemas de inteligência artificial e se refere a artefatos de engenharia, constituídos por um vocabulário específico usado para descrever certa realidade (GUARINO, 1998). Após isto, seu uso foi proposto como base nos sistemas de informação baseados em ontologias.

Resumidamente, pode-se afirmar que as ontologias atuam como modelos semânticos conceituais representando um conhecimento comum em um modelo bem definido, consistente, complexo, extensível, reutilizável e modular (LIBRELOTTO et al., 2008).

3.1 Utilização de ontologias

Pode-se dizer que ontologias são usadas para prover a comunicação entre pessoas ou sistemas que fazem parte de um domínio de conhecimento, mas nem sempre compartilham da mesma conceituação a respeito dos componentes deste domínio. A falta de entendimento compartilhado pode trazer problemas na interoperabilidade e possibilidade de reuso e compartilhamento de conhecimento, que é de grande importância tendo-se em vista a grande variedade de métodos, paradigmas, linguagens e ferramentas existentes na área de computação (GUARINO, 1998).

A interoperabilidade entre recursos é possibilitada pelo uso de ontologias no desenvolvimento de modelagens que expressam o conhecimento possuído, formando uma camada de comunicação única aos usuários. Já o reuso e o compartilhamento tornam-se possíveis porque quando se usa ontologias para representar um determinado domínio, este torna-se padronizado, pois foi especificado em uma linguagem formal. Assim a leitura e interpretação da ontologia por outros domínios se torna mais fácil (GASSEN et al., 2008).

Segundo Department e Gruninger (1996) outro forte motivo para a utilização de ontologias se dá devido a necessidade de confiabilidade com relação aos conceitos do vocabulário ou linguagem que está sendo utilizado no domínio, pois a representação formal que se adquire com seu uso pode tornar possível a automação da checagem de consistência, o que implicará em ambientes mais confiáveis.

É possível citar outras vantagens no uso de ontologias na área da computação (LOPES, 2006):

- conhecimento representado através de um vocabulário, que possui uma conceituação que o sustenta e evita que sejam feitas interpretações ambíguas;
- compartilhamento e reuso da ontologia que irá modelar de forma adequada um domínio por pessoas que desenvolvam aplicações desse domínio;
- por ser escrita em uma linguagem formal como, por exemplo, a linguagem OWL, terá a descrição exata do conhecimento em um domínio, evitando o “gap semântico” que existe na linguagem natural, onde a mesma palavra pode ter significados diferentes de acordo com o contexto em que está empregada. Por exemplo, a palavra memória pode se referir a um dispositivo de armazenamento de dados em um computador ou à memória humana (capacidade de natureza psicológica de adquirir, armazenar e evocar informações). Portanto, se existir uma conceituação comum e as pessoas envolvidas concordarem em uma ontologia sobre o domínio “computadores”, possivelmente não haverá mal-entendido;
- fazer o mapeamento da ontologia sem alterar sua conceituação, ou seja, uma conceituação pode ser expressa em várias línguas;
- estender o uso de uma ontologia genérica para adaptá-la a um domínio específico.

3.2 Classificação das ontologias

Na literatura, são encontrados diversos tipos de classificações para as ontologias na área da computação.

Studer et. al. (1998) classifica as ontologias em quatro grupos:

As ontologias de domínio são usadas para representar o conhecimento de um domínio específico (como mecânica, medicina, biologia, entre outros). Expressam o vocabulário relativo a um domínio particular, descrevendo situações reais sobre o

mesmo.

As ontologias genéricas são consideradas similares às ontologias de domínio. Porém definem conceitos mais genéricos ou que podem ser usados em diferentes domínios, como: estado, espaço, tempo, processo, evento, importância, etc. Esses conceitos são independentes de um domínio particular. Os conceitos de uma ontologia de domínio são definidos como especializações de conceitos de ontologias genéricas.

As ontologias de aplicação possuem os conceitos necessários para modelagem do conhecimento requerido por uma determinada aplicação. Estes conceitos correspondem frequentemente aos papéis desempenhados por entidades do domínio enquanto executam uma atividade.

As ontologias de representação não estão ligadas a nenhum domínio específico e determinam entidades representacionais sem especificar o que será representado. As ontologias de representação fornecem primitivas que serão usadas pelas ontologias de domínio e genérica na hora de descrever seus domínios.

Guarino (1998) classifica outra ontologia, de tarefas, que são usadas para descrever tarefas ou atividades genéricas através da especialização dos termos introduzidos pelas ontologias genéricas.

3.3 Contexto de ontologias

O contexto é qualquer informação que possa ser utilizada para caracterizar a situação de entidades como: pessoa, lugar ou objeto, consideradas relevantes para interação entre um usuário e uma aplicação (DEY 2000).

Para Chen and Kotz (2000), o contexto apresenta quatro dimensões. O contexto computacional lida com os aspectos técnicos, relacionados com capacidades e recursos computacionais; o contexto físico é acessível por meio de sensores e recursos como: localização, condição de tráfego, velocidade, temperatura, iluminação; contexto de tempo capta informações como dia, semana,

mês, ano, estações do ano; o contexto do usuário está relacionado à dimensão social do usuário, como seu perfil, pessoas nas proximidades, situação social, preferências.

3.4 XML

XML (*eXtensible Markup Language*) é uma metalinguagem que define uma sintaxe para ser utilizada na criação de outras linguagens de marcação para um domínio específico, com estrutura e semântica própria (BRAY et al., 2008). Pode também ser definida como uma linguagem de meta marcação que, como a HTML (*Hipertext Markup Language*), inclui dados entre marcadores. Entretanto, elas possuem propósitos diferentes: HTML é uma linguagem para apresentação, enquanto XML é uma linguagem para descrição de dados estruturados (MEYER, 2011), ou seja, os marcadores XML estão relacionados ao significado do texto delimitado por eles ao passo que os marcadores HTML especificam como os dados serão apresentados. Devido aos marcadores XML indicarem o conteúdo e a estrutura dos dados, é possível construir documentos legíveis por seres humanos e que podem ser facilmente processados por máquinas (LIMA; CARVALHO, 2005).

Dois características relevantes de XML são a independência de dados e a separação entre conteúdo e apresentação, podendo serem perfeitamente processados por uma aplicação. Além disso, XML permite a criação de etiquetas personalizadas, possibilitando ao autor construir o modo como as informações serão estruturalmente representadas no documento. Outra vantagem é que XML é baseada em texto, assim qualquer pessoa pode criar um documento a partir de uma ferramenta simples.

Outras vantagens proporcionadas pela linguagem XML incluem informação semântica, independência de plataforma, facilidade de geração de visões diferentes de dados, simplicidade de leitura por pessoas e máquinas e facilidade de compartilhamento de dados entre aplicações.

3.5 XSL

XSL (*eXtensible Stylesheet Language*) é uma linguagem para estilos. Dada uma classe de documentos XML estruturados de forma arbitrária ou arquivos de dados, os projetistas utilizam XSL para expressar suas intenções sobre como o conteúdo estruturado deverá ser apresentado, isto é, como o conteúdo deve ser estilizado, definido e paginado em algum meio de apresentação, como uma janela em um navegador da Web ou um conjunto de páginas físicas em um catálogo, relatório, panfleto, ou livro, por exemplo (GLODBERG, 2008).

Páginas HTML utilizam *tags* as quais tem significados que podem ser entendidos diretamente. A linguagem XML permite a utilização de qualquer tag desejada e o significado delas não são automaticamente entendidos pelos *browsers*. Por exemplo, a etiqueta `<table>` pode significar uma tabela HTML ou um móvel de mobília. Desta forma, devido a natureza do XML não existe uma forma padrão de exibição de documentos XML.

Para exibir documentos XML, é preciso um formalismo para descrever como este documento deve ser formatado. Além disso, também é necessário uma ferramenta para interpretar esta descrição e aplicar a melhor forma de visualização. O mecanismo mais utilizado para realizar este trabalho é o XSL (GROSSO; WALSH, 2000).

Uma descrição XSL possui duas partes. A primeira refere-se a um método de transformação de documentos XML e, a segunda, refere-se a um método de formatação de documentos XML.

A linguagem XSL pode ser usada para definir como um documento XML deve ser visualizado através da transformação deste documento para um formato que possa ser lido por um *browser* como por exemplo, transformá-lo para HTML.

Além disso, XSL também pode ser utilizada para adicionar novos elementos à um arquivo de saída, ou ainda para remover elementos. Com esta linguagem é

possível re-arranjar e agrupar elementos, além de testá-los e tomar decisões sobre quais elementos devem ser visualizados.

É devido a esta característica que XSL será utilizado projeto. Com ela será possível acessar um documento OWL, e selecionar determinados elementos, criando uma nova ontologia OWL.

Estes elementos são relativos às entidades presentes no ambiente *Home Care* em um momento específico, caracterizando um contexto atual.

3.6 Representação de ontologias

Ontologias podem ser escritas de diferentes maneiras, inclusive em formato de texto. Entretanto, para representar conceitos compartilhados sobre determinado domínio, é necessária uma linguagem de representação conhecida. Atualmente existem várias maneiras de representação de ontologias baseadas em, basicamente, dois grupos: Lógica de Primeira Ordem e linguagens baseadas em XML.

O primeiro grupo refere-se as linguagens utilizadas para representação do conhecimento, enquanto o segundo é usado em ambientes Web, tendo impacto principal sobre aplicações da web semântica, onde as informações são apresentadas a partir de significados bem definidos, possibilitando, assim, que pessoas e computadores cooperem mais facilmente entre si (LOPES, 2006).

A linguagem XML (BRAY et al., 2008) é considerada a linguagem padrão para troca de informações na web, logo é desejável também a utilização de sua sintaxe para modelar ontologias. Partindo desse pressuposto, diversas linguagens foram propostas, as quais diferem nas suas expressividades e propriedades computacionais.

3.6.1 RDF

A linguagem RDF (*Resource Description Framework*) é uma base para

processamento de metadados que promovem a interoperabilidade entre aplicações e trocam informações interpretáveis por máquinas na web. Essa linguagem busca facilitar o processamento autônomo de recursos da web, tornando possível a especificação de semânticas de dados baseadas em XML, de forma padronizada e interoperável (LASSILA; SWICK, 1999).

Lima e Carvalho (2005) apontam que o objetivo geral do RDF é definir um mecanismo para descrever recursos que não façam suposições a respeito de um domínio de aplicação específico e que não defina as semânticas de nenhum domínio de aplicação. A definição deste mecanismo deve ser feita de forma neutra, ou seja, não pode ser específica para um determinado domínio, mas sim, deve ser aplicável para descrever informações sobre qualquer domínio de aplicação.

O modelo básico de dados para criação de um documento RDF consiste em três tipos de objetos: um recurso, uma propriedade e uma afirmação. O recurso é tudo o que está sendo descrito através de expressões RDF. A propriedade é um aspecto específico, característica, atributo ou relação usado para descrever um recurso. Cada propriedade tem um significado específico, define seus valores permitidos, os tipos de recursos que podem descrever, e sua relação com outras propriedades.

Um recurso específico, junto com uma propriedade e o valor dessa propriedade caracteriza uma afirmação RDF. Essas três partes individuais de uma afirmação que são chamados, respectivamente, o sujeito, o predicado e objeto. O objeto de uma declaração pode ser um outro recurso ou pode ser um literal, ou seja, um recurso (especificado por um URI) ou uma simples *string* ou outro tipo de dados primitivos definido por XML.

A linguagem RDF é orientada a objetos, onde uma coleção de classes é chamada de *schema*. Estas classes são organizadas em uma hierarquia, provendo extensibilidade através das subclasses (LIMA; CARVALHO, 2005).

3.6.2 RDFS

A linguagem RDFS (*Resource Description Framework Schema*) é uma extensão da linguagem RDF que permite a definição de vocabulários formados por propriedades e classes específicas de um domínio, onde as classes são organizadas em uma hierarquia, provendo extensibilidade através das subclasses definidas. Ainda, a RDFS fornece mecanismos para descrever grupos de recursos relacionados e os relacionamentos entre tais recursos (LASSILA; SWICK, 1999).

Pode-se afirmar que, na semântica RDFS, uma classe corresponde a um tipo ou categoria, onde recursos pertencentes a uma classe pode ser instância de uma ou mais classes. As classes no RDFS também podem ser divididas em subclasses, herdando as propriedades de sua superclasse. As propriedades, por sua vez, são utilizadas para caracterizar uma instância ou relacioná-la com outra instância. Além disso, o RDFS permite criar restrições para as propriedades como, por exemplo, os elementos *rdfs:domain* e *rdfs:range* que são usados para dizer a quem esta propriedade se aplica (FREITAS, 2011).

Ainda, a RDFS provê informações sobre a interpretação dos enunciados apresentados em um modelo de dados RDF, o que difere do propósito das DTDs (*Document Type Definition*) pertencentes à linguagem XML, as quais fornecem restrições específicas a estrutura de um documento XML (LOPES, 2006).

3.6.3 OWL 1.0

A linguagem OWL (*Web Ontology Language*), uma recomendação da W3C (*World Wide Web Consortium*) para web semântica, tem sua origem no DAML (*Darpa Agent Markup Language*) + OIL (*Ontology Interence Layer*) (HORROCKS et al., 2001). Apesar de ser baseada em RDF e RDFS, e utilizar a sintaxe de XML, a OWL é uma linguagem mais rica que as demais, e tem a vantagem de ter mais facilidade para expressar significados e semântica. Ela supre algumas limitações das outras linguagens, como restrições, disjunções de classes, restrições de

cardinalidade, entre outras (ANTONIOU; HARMELEN, 2012).

Segundo Mc-Guinness; Harmelen (2004) afirmam OWL 1.0 é dividida em três sublinguagens, distintas pelo nível de formalidade exigido e oferecido, e a liberdade dada ao usuário para a definição de ontologias: OWL-Lite, OWL-DL e OWL-Full .

A OWL-Lite é voltada para usuários que necessitam de uma classificação hierárquica com restrições simples. Tem como vantagem ser mais facilmente entendida e ter uma implementação razoavelmente fácil. Porém, suporta apenas classificações hierárquicas e restrições simples, como restrições de cardinalidade, onde são permitidos apenas valores de 0 ou 1, limitando sua expressividade.

A OWL-DL provê um maior grau de expressividade onde todas as conclusões computáveis e todas as computações terminam em tempo finito. É relacionada com a lógica descritiva. Ela inclui todos os construtores da OWL, mas eles só podem ser usados sob certas restrições.

A OWL-Full permite que os usuários utilizem a máxima expressividade e total liberdade de sintaxe do RDF. Apesar de ser mais expressiva que as demais sublinguagens, a OWL-Full não possui garantia computacional e tem a desvantagem de ter um custo de decisão mais alto, pois dá mais liberdade para o programador desenvolver o código, o que pode torná-lo bastante complexo ao ser processado pelo computador. Esta linguagem também permite unir OWL com RDFS e não requer disjunção de classes, propriedades, indivíduos e valores de dados, ou seja, uma ontologia criada em OWL-Full pode possuir uma classe que é ao mesmo tempo classe e indivíduo.

Cada uma das sublinguagem é uma extensão de sua predecessora. Isto significa que, por exemplo, uma ontologia válida em OWL-Lite também será válida em OWL DL, mas nem toda ontologia válida em OWL-DL será válida em OWL-Lite.

3.6.4 OWL 2

Apesar da OWL ter sido bem sucedida, com o crescimento de usuários que

passaram a utilizá-la, alguns problemas foram sendo identificados. Isoladamente nenhum desses problemas é considerado grave, porém, em conjunto indicaram a necessidade de uma nova versão da OWL, a OWL 2 (GRAU et al., 2008).

A OWL 2 traz também um suporte estendido a novos tipos de valores de dados, proporcionando maior expressividade. Grau et. al. (2008) introduziu três perfis, ou sub-linguagens que oferecem importantes vantagens em cenários de aplicações específicas. Cada perfil é definido como uma restrição sintática da especificação estrutural da OWL 2, isto é, como um subconjunto de elementos estruturais que podem ser usados em uma ontologia.

O perfil OWL 2 EL captura o poder expressivo usado em ontologias de grande escala, e é voltado para ontologias grandes, mas simples, e com bom desempenho no tempo de inferência sobre ela.

O perfil OWL 2 QL captura a expressividade usada normalmente em ontologias simples e fornece as características necessárias para capturar os modelos conceituais, como diagramas de classes UML, diagramas ER e esquemas de banco de dados. Este perfil é mais adequado para aqueles que necessitam uma fácil comunicação com bancos de dados relacionais e onde o raciocínio sobre grandes conjuntos de dados é o mais importante.

O perfil OWL 2 RL foi projetado para acomodar aplicações OWL 2 que necessitam usar toda a expressividade da linguagem com mais eficiência e em aplicações RDFS que precisam adicionar a expressividade da OWL 2.

Os três perfis possuem restrições sintáticas sobre determinados construtores e axiomas. As versões QL e RL são adequados para aplicações onde ontologias relativamente leves são usadas com grandes conjuntos de dados. A escolha entre eles vai depender dos tipos de dados a serem processados. Quando for necessário acessar dados diretamente através de consultas SQL, o perfil OWL 2 QL é o mais indicado. Por sua vez, o OWL 2 RL é voltado para quem precisa operar sobre dados na forma de triplas RDF.

3.7 Inferências sobre ontologias

A concepção atual de ontologias é voltada para representação do conhecimento, onde por meio de classes e propriedades podemos descrever um domínio. Porém, a expressividade semântica não está na capacidade de classificar, mas sim na possibilidade de inferência sobre seu próprio conteúdo. Desta forma, para aumentar o poder de expressividade das ontologias podem ser utilizadas linguagens que permitam execução de regras de inferência sobre a ontologia (HORROCKS et. al 2008).

Um exemplo de inferência, seria o caso no contexto onde estão mapeados na ontologia um paciente e um familiar. Sabe-se que muitas vezes quando uma pessoa está doente, familiares bastante distantes aparecem para prestar solidariedade, mas que não tem um grau de parentesco ou intimidade alto com o paciente. Por ter uma relação de sangue com o paciente, na ontologia esta pessoa está mapeada como sendo um indivíduo da classe *Familiar*, porém se um familiar tem um grau de parentesco caracterizado como sendo “Baixo” então ele também deve ser considerado um visitante e será mapeado na ontologia como tal.

3.7.1 SWRL

A linguagem OWL, utilizada neste trabalho, permite a escrita de predicados unitários (pertencer a uma classe) e binários (relações).

Para Horrocks et. al (2008) apenas pode-se inferir predicados unitários a partir de seu axioma, ou seja, OWL só permite a inferência para classificação. Esta limitação é bastante crítica, ao ponto de não ser possível representar, por exemplo a relação *possuiPrimo* a partir das relações *possuiPai*, *possuiIrmão* e *possuiFilho* de uma forma genérica. Nessa descrição apenas é possível relacionar dois indivíduos específicos da classe pessoa. Pode-se dizer que João é filho de Pedro e Maria é filha de Alberto onde Alberto é irmão Pedro e Maria e João são primos, mas não

dizer que todos os filhos de Alberto e Pedro são primos. Para resolver essas limitações, pode-se utilizar a linguagem SWRL (*Semantic Web Rule Language*).

A linguagem SWRL possui alguns tipos regras que podem ser utilizados em conjunto com o conhecimento expresso nas ontologias, aumentando seu poder de expressividade. A partir destas regras, é possível inferir novos conhecimentos sobre a ontologia.

Ao executar uma regra seu resultado irá afetar diretamente a estrutura da ontologia, ou seja, toda vez que as restrições presentes em uma regra forem aceitas, um novo conhecimento sobre o domínio será aplicado à ontologia. Assim, para uma representação mais poderosa, uma provável solução seria a utilização da combinação ontologias OWL + regras SWRL (HORROCKS et al., 2004).

3.7.2 SQWRL

A linguagem SWRL também possui uma linguagem para consulta chamada SQWRL (*Semantic Query-Enhanced Web Rule Language*) que permite a criação de consultas a ontologia de forma análoga ao SQL. Diferentemente das regras SWRL, que aplicam o resultado diretamente na ontologia, as consultas SQWRL apenas retornam as informações que satisfazem a restrição descrita e, então, esses resultados podem ser tratados utilizando uma linguagem de programação qualquer (O'CONNOR; DAS, 2008).

O SQWRL utiliza uma biblioteca com os métodos do SWRL, podendo utilizar-se destas regras para fazer buscas em OWL. O operador central de SQWRL é `sqwrl:select` e é necessário um ou mais argumentos, tipicamente associados a variáveis definidas na query. O código a seguir apresenta a sintaxe utilizada por consultas SQWRL:

```
Classe(?c) ^ propriedade(?c, ?v) -> sqwrl:select
```

Pelo fato de poder trabalhar usando as regras SWRL, o SQWRL torna-se uma

poderosa linguagem para buscas em OWL, podendo aproveitar ao máximo a expressividade semântica representada em OWL.

3.8 Sumário do capítulo

Neste capítulo foram apresentados conceitos sobre ontologias, formas de utilização e classificação, as linguagens mais relevantes para construção de ontologias, as regras de inferência, que aumentam o poder de expressividade das mesmas e as consultas sobre ontologias também foram descritas.

4 Home Care

Segundo Leme (2010) o termo *Home Care* é de origem inglesa. A palavra "*Home*" significa "lar" e a palavra "*Care*" traduz-se por "cuidados". Portanto, a expressão *Home Care* designa literalmente: cuidados no lar.

Conforme registros da *Metropolitan Life* (2013) em 1914 a empresa começou a utilizar os serviços de enfermeira visitante para 90% dos seus 10,5 milhões de credenciados, residentes em 2000 cidades nos EUA e Canadá. Foi o primeiro Plano de Saúde, no mercado americano, a adotar o sistema de pagamento por cuidados administrados por uma empresa de *Home Care*.

O propósito do *Home Care* é promover, manter e/ou restaurar a saúde, maximizando o nível de independência do paciente, enquanto minimiza os efeitos debilitantes das várias patologias e condições que gerência (LEME, 2010).

Este tipo de serviço é direcionado não somente aos pacientes, como também, de forma diferenciada, aos seus familiares em qualquer fase de suas vidas; seja para aqueles que aguardam seu restabelecimento e retorno às suas atividades normais, ou para os que necessitam de gerenciamento constante de suas atividades, como também, para pacientes que necessitam de acompanhamento em sua fase terminal.

No gerenciamento desses serviços devem ser usados critérios técnico-científicos e as decisões devem ser baseadas no melhor nível de evidência clínica possível, para cada procedimento. Essa prática é necessária em função da complexidade do meio ambiente do paciente, dos tipos de cuidados médicos exigidos, dos recursos, das condições psico-físicas do paciente e das patologias à serem gerenciadas (LEME, 2010).

O número de pessoas doentes e idosos que preferem receber cuidados médicos em casa vem aumentando consideravelmente nos últimos anos. A modificação neste cenário traz dois grandes benefícios (MCGEE-LENNON, 2008). O primeiro deles é o benefício social, visto que os pacientes podem permanecer mais tempo junto a seus familiares e amigos. Outro benefício é o econômico, o que possibilita aos hospitais fornecerem um serviço de qualidade com baixo custo a seus clientes (ISERN et. al., 2009).

4.1 Serviços de *Home Care*

Para Mcgee-Lennon (2008) o termo *Home Care* pode ser definido como um conjunto de serviços conectados que possibilitam o fornecimento de cuidados médicos a pacientes em suas casas.

Estes cuidados podem ser de ordem social, de saúde ou ambos. Um sistema de *Home Care* pode oferecer uma vasta gama de serviços, variando de aplicações simples como, por exemplo, alarmes eletro-mecânicos independentes instalados na casa do paciente e que o avisam quando uma banheira está transbordando ou uma porta ficou entreaberta, até sistemas integrados à infraestrutura da casa que realizam um monitoramento constante do estado de saúde do paciente e que tem a capacidade de realizar análises sofisticadas, trocar informações customizadas entre médico e paciente e suportar uma comunicação remota entre eles (MCGEE-LENNON, 2008).

As tecnologias existentes hoje possibilitam que pacientes recebam tratamento à domicílio, porém é preciso desenvolver aplicações confiáveis para que este tipo de serviço seja aceito pela sociedade. Estas tecnologias podem ser utilizadas para monitorar pacientes que estão incapazes de locomoção e que possam precisar de uma intervenção externa (MISKELLY, 2004).

Os avanços no desenvolvimento de tecnologias de rede facilitam a troca de informações entre paciente e equipe médica, mesmo quando eles não se encontram no mesmo ambiente de tratamento.

4.2 *Home Care* no Brasil

No Brasil, o termo *Home Care* muitas vezes foi adotado de forma errônea, sendo utilizado como sinônimos de serviços de empresas de *Home Care* (LEME, 2010).

Conforme informações contida no site do Centro de Excelência em Atenção Domiciliar (CEAD, 2012) o Grupo Geriatrics foi o primeiro *Home Care* instalado no Brasil. Criado no ano de 1982, o *Home Care* segue protocolos voltados para a melhor qualidade assistencial, visando prevenir e/ou postergar quadros agudos, complicações ou intercorrências das doenças.

A Resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 11, de 26 de janeiro de 2006, dispõe sobre o Regulamento Técnico de Funcionamento de Serviços que prestam

Atenção Domiciliar, modalidade *Home Care* no Brasil. Esta resolução estabelece e regula o funcionamento dos serviços que devem ser prestados pelas *Home Care*, e determina que nenhum serviço desta natureza pode funcionar sem estar licenciado pela autoridade sanitária local e demais legislações pertinentes (BRASIL, 2013).

4.3 Estrutura de *Home Care*

A *Home Care* deve ser compreendida como uma modalidade contínua de serviços na área de saúde, cujas atividades são dedicadas aos pacientes e a seus familiares em um ambiente extra-hospitalar (LEME, 2010).

Conforme a RDC Nº 11, toda *Home Care* para funcionar deverá possuir a seguinte estrutura:

- Alvará de funcionamento expedido pelo órgão competente;
- Um Serviço de Atenção Domiciliar (SAD) que será responsável pelo gerenciamento e operacionalização de assistência e/ou internação domiciliar;
- Um Plano de Atenção Domiciliar (PAD) que deve contemplar: a prescrição da assistência clínico-terapêutica e psicossocial para o paciente; os requisitos de infra-estrutura do domicílio do paciente, necessidade de recursos humanos, materiais, medicamentos, equipamentos, retaguarda de serviços de saúde, cronograma de atividades dos profissionais e logística de atendimento; o tempo estimado de permanência do paciente no SAD considerando a evolução clínica, superação de déficits, independência de cuidados técnicos e de medicamentos, equipamentos e materiais que necessitem de manuseio continuado de profissionais; e a periodicidade dos relatórios de evolução e acompanhamento.
- Um sistema de comunicação que garanta o acionamento da equipe, serviços de retaguarda, apoio ou suporte logístico em caso de urgência e emergência e garantir aos pacientes que estão em regime de internação domiciliar, a remoção ou retorno à internação hospitalar nos casos de urgência e emergência.
- Um sistema para garantir, aos pacientes que estão sendo atendido pela *Home Care*, a remoção ou retorno à internação hospitalar nos casos de urgência e emergência.

- Uma Equipe Multiprofissional de Atenção Domiciliar (EMAD) que atenda ao seu perfil de demanda e possa ser dimensionada para o atendimento de cada paciente conforme o PAD. As capacitações de cada integrante devem ser cuidadosamente registradas.

A estrutura física da *Home Care* deve ser conforme a RDC/ANVISA nº 50 de 2002, com os seguintes ambientes: recepção; área de trabalho para a equipe administrativa com arquivo; área de trabalho para a EMAD; almoxarifado; instalações de conforto e higiene;

4.4 Considerações do Capítulo

Neste capítulo foram apresentados os conceitos relacionados a ambientes *Home Care*, bem como histórico, características e a legislação vigente no Brasil que regula este tipo de serviço.

Este capítulo apresenta a última etapa da revisão bibliográfica, cujo objetivo foi introduzir os assuntos utilizados na construção deste trabalho.

5. Uma ontologia para a modelagem do domínio de um ambiente domiciliar

Este capítulo apresenta a ontologia modelada para representar um ambiente de *Home Care*, tendo como objetivo principal o mapeamento do conhecimento existente neste tipo de domínio.

A ontologia que está sendo apresentada pode ser classificada como uma ontologia de domínio, pois esta representa a área de saúde, ou seja, uma área específica. Entretanto pode ser classificada também como ontologia de aplicação, pois algumas atividades requerem conhecimento específico em sua aplicação.

Para o desenvolvimento da ontologia optou-se pela linguagem OWL-DL (Seção 3.6.3) utilizando a ferramenta *Protégé*, uma das mais utilizadas para criação e edição de ontologias. O *Protégé* possui uma série de vantagens em relação a outras ferramentas, como importação e exportação de ontologias em diferentes formatos, facilitando o reuso, além de possuir diversos *plugins*⁸ para visualização e manipulação das informações (JUPP et al, 2007).

A construção da ontologia se deu através dos seguintes passos, baseados na metodologia proposta por Noy e McGuinness (2001): (a) definição do domínio e escopo que a ontologia irá cobrir; (b) criação e organização hierárquica das classes presentes na ontologia; (c) determinar as propriedades de dados, as quais tem como objetivo caracterizar suas entidades, bem como as propriedades de objetos, cujo papel é estabelecer relações entre as classes; (d) estabelecer as restrições destas propriedades; e (e) criar as instâncias das classes. A seguir, tais etapas serão detalhadas.

5.1 Domínio e Escopo da Ontologia

No contexto deste trabalho, a ontologia tem como proposta mapear o conhecimento existente no âmbito de ambientes *Home Care* de forma que represente as relações existentes entre pacientes, cuidadores, equipes de

8 Programa de computador usado para adicionar funções a outros programas maiores

atendimento e atividades diárias destes pacientes. Além de cuidados envolvendo o paciente, a ontologia representa informações sobre o histórico de saúde dos pacientes, como por exemplo prontuário de consultas e resultados de exames.

Como dito na Seção 3.1, no processo de construção de ontologias, uma das vantagens diz respeito ao reuso de informações, ou seja, reutilizar conceituações previamente estabelecidas por outras ontologias.

Considerando a reutilização e os conceitos abordados por Freitas et al. (2011), o qual apresenta uma metodologia para assistir pacientes em ambientes *Home Care* pervasivos, estes serão usados como conhecimento já preestabelecidos.

Em sua proposta foram descritas as diversas classes que representam as entidades envolvidas em ambientes de *Home Care* genéricos. A definição apresentada pode, de alguma forma, influenciar o fluxo de tratamento genérico de pacientes.

Bastiani (2013) apresentou a ontologia de um sistema pervasivo para o cuidado de pacientes com demência em ambientes *Home Care*. Esse trabalho apresenta uma ontologia com um conjunto de classes e entidades relacionadas em torno do monitoramento do paciente, como sinais vitais e evolução, representa também, classes do ambiente em geral, como equipamentos e utensílios, além da representação das atividades realizadas pelo paciente.

Considerando o objetivo principal desta dissertação, que é a assistência de várias pessoas em ambiente *Home Care* distintos, alguns conceitos abordados nas ontologias descritas anteriormente não serão aplicados, porém são conhecimentos já validados e que certamente representam o domínio em questão.

A Figura 1 mostra a imagem com o grafo de parte da ontologia.

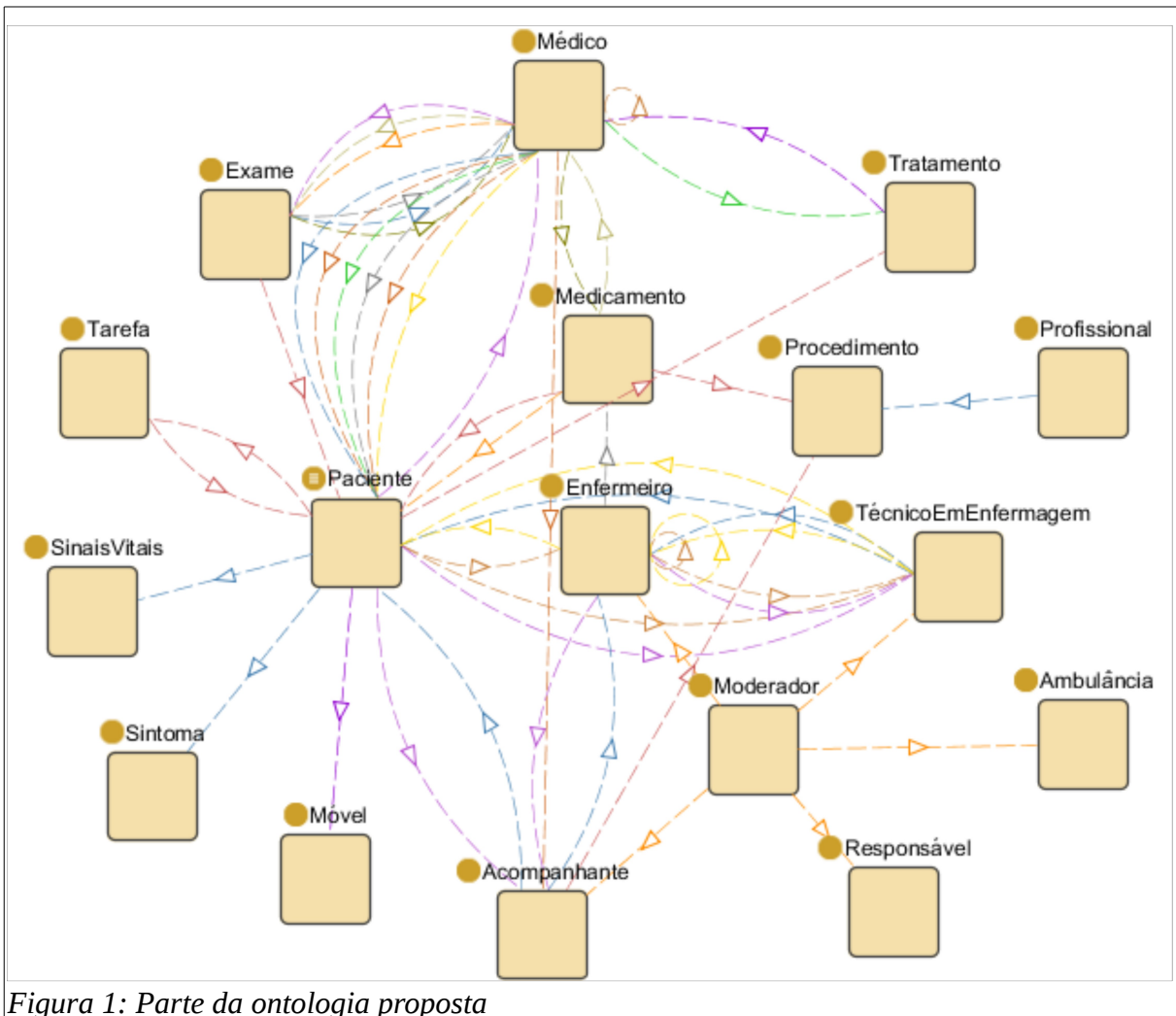


Figura 1: Parte da ontologia proposta

5.2 Classes

A partir de informações adquiridas em entrevista com o serviço de atendimento domiciliar da Unimed, visita ao Hospital Militar de Santa Maria e o estudo realizado no trabalho de (LAERUM; FAXVAAG, 2004), e considerando o objetivo principal deste trabalho, verificou-se a necessidade da criação de um conjunto de classes. As classes e suas descrições são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1: Descrição das classes da ontologia

Classe	Descrição
Médico	A classe médico é o profissional que atenderá o paciente. Esta classe é dividida em três subclasses: Responsável é médico encarregado pelo tratamento clínico do paciente; Moderador é o médico encarregado do acompanhamento

	dos pacientes sob responsabilidade da <i>Home Care</i> ; e Socorrista é o médico que participam das equipe de apoio da <i>Home Care</i> .
Enfermeiro	Responsável por auxiliar o médico e assistir o paciente durante o tratamento.
Técnico em Enfermagem	Deve auxiliar os enfermeiros e assistir o paciente no que for necessário.
Acompanhante	Pessoa que presta serviço de plantão durante um determinado momento. Pode ser visitante, familiar, ou profissionais.
Paciente	Pessoa que recebe cuidados médicos.
Visitante	Pessoa que terá contato esporádico com o paciente.
Sintoma	Alteração no estado de saúde do paciente que são usados para diagnosticar doença.
Tratamento	Procedimento médico para recuperação do paciente. Pode variar de repouso até cirurgia.
Sinais vitais	São constituídos de batimento cardíaco, pressão arterial, saturação e temperatura corporal. São monitorados constantemente.
Exame	Esta classe representa os tipos de exame que o médico responsável pode solicitar ao paciente.
Medicamento	Medicamentos administrados aos pacientes
Tarefa	São atividades realizadas pelos usuários do sistema. Não necessariamente envolvem dispositivos computacionais.
Dispositivos	Corresponde aos dispositivos usados no ambiente. Por exemplo, tablets, smartphone, PDAs e TVs digitais.
Sensores	São os equipamentos que realizarão o monitoramento do ambiente.
Cômodo	Representa os ambientes de uma casa. Por exemplo, sala, quarto ou cozinha.
Móvel	Nesta classe são representados os tipos de móveis do ambiente em questão
Procedimento	Esta classe descreve os procedimentos que devem ser executados para a administração de um medicamento
Ambulância	Representa o meio de transporte que poderá ser usado para remoção de um paciente. Poderá ser Normal ou UTI

Além destas classes ainda foi definida uma classe abstrata (ou seja, nenhum indivíduo faz parte dela), chamada *Pessoa* que é superclasse de *Profissional*, *Paciente*, *Acompanhante* e *Visitante*. A classe *Profissional* também é uma classe abstrata, a qual contém as classes *Médico*, *Enfermeiro* e *Técnico em Enfermagem*.

Por fim, a terceira classe abstrata é *Casa* formada por *Cômodo* e *Móvel*.

As classes que compõem uma superclasse são chamadas de subclasses, criando assim um sistema hierárquico na ontologia. Com isto, estas subclasses herdam automaticamente as propriedades (atributos) que foram definidas para sua superclasse. A Figura 1 apresenta um grafo com a hierarquia de classes da ontologia.

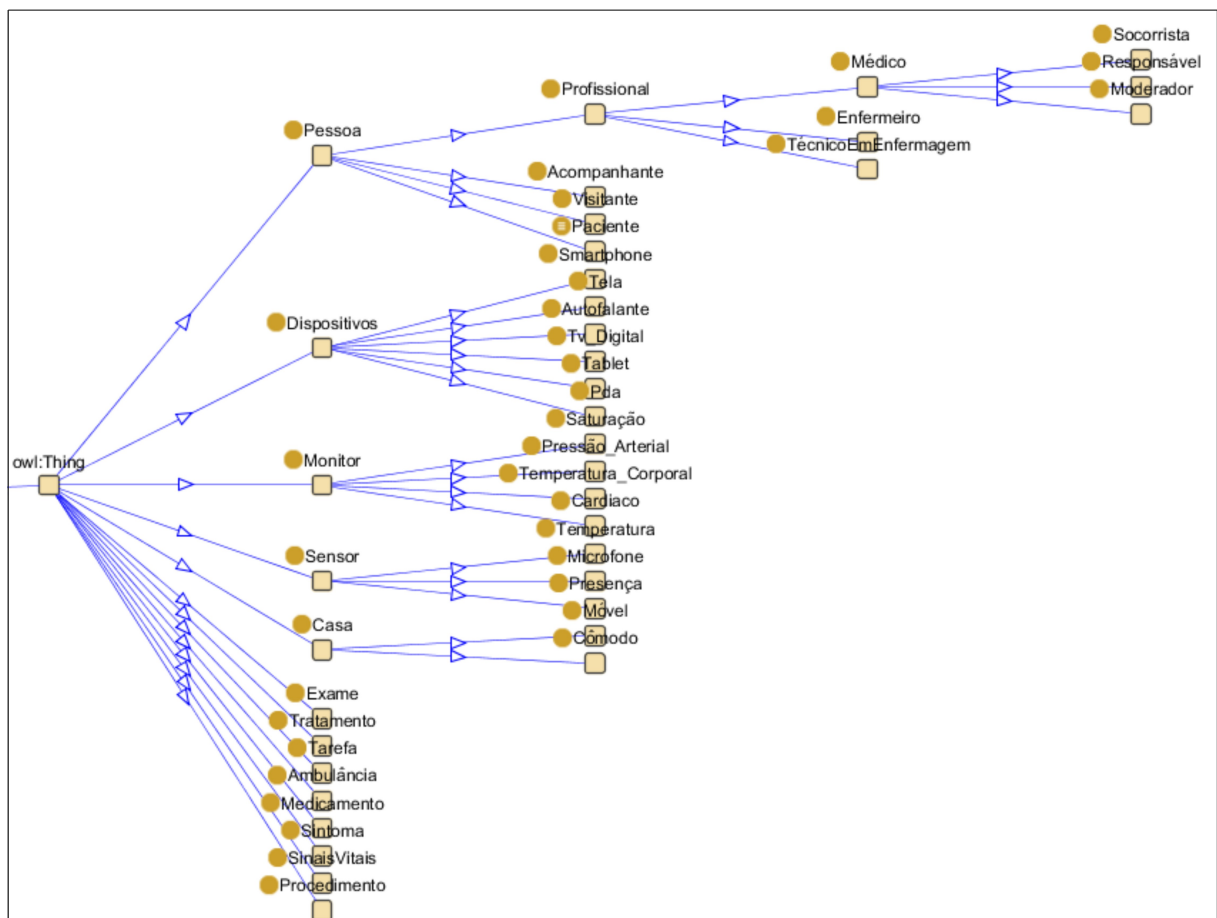


Figura 2: Grafo da Hierarquia de Classes

As classes de uma ontologia podem possuir dois tipos de propriedades: de dado e de objeto. As propriedades de dado (também chamadas de atributos) são classificadas como as características que os indivíduos de cada classe possuem. Por sua vez, as propriedades de objeto (também chamadas de relacionamentos ou relações) tem por objetivo criar uma relação entre duas classes distintas. A seguir, estes dois tipos de propriedades serão descritos em detalhes.

5.3 Propriedade de Dados

As propriedades de dados de uma classe são características que ela pode possuir e que serão usadas para diferenciá-las umas das outras. A função das propriedades é identificar as classes e também definir ações que possam ser exercidas pelas mesmas (LIBRELOTTO et al., 2011).

A classe *Pessoa*, por exemplo, possui as propriedades código e nome.

As subclasses de *Pessoa* herdam suas propriedades. A propriedade nome representa o nome de cada um dos indivíduos que fazem parte de alguma das subclasses de *Pessoa* como as classes *Médico* e *Paciente*, por exemplo.

A figura 2 identifica as propriedades de dados de cada uma das classes.

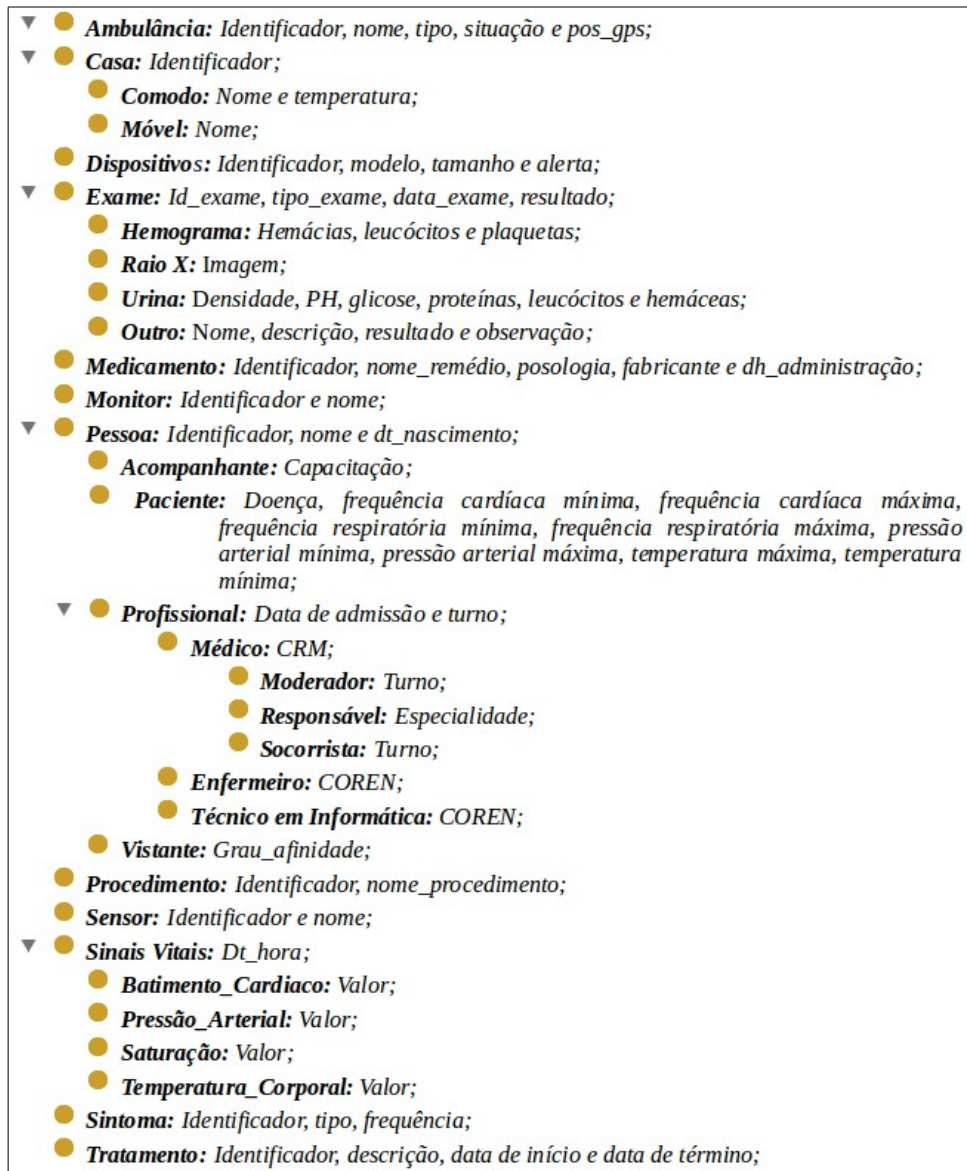


Figura 3: Propriedade de dados

5.4 Propriedades de Objetos

A ontologia foi desenvolvida para ser aplicada ao sistema de *Home Care* pervasivo, o qual terá o poder de sugerir possíveis atividades aos acompanhantes ou profissionais da saúde com relação ao atendimento de pacientes. Sendo assim, os relacionamentos devem ser criados para proporcionar informações relevantes para tornar possível estas sugestões de ações a serem executadas pelos profissionais.

Uma propriedade de um objeto em uma ontologia representa uma relação que liga duas classes distintas. Para exemplificar o uso de relações na ontologia, supõe-se a funcionalidade para verificação dos sinais vitais do paciente, para atender esta funcionalidade existe a relação entre a classe *Sensor* e a classe *Paciente*, através da propriedade *verifica_sinais*.

O anexo A apresenta uma relação com as propriedades de objetos.

5.5 Instâncias

As instâncias de uma ontologia representam os indivíduos que compõem o domínio em questão. Cada pessoa que faz parte do domínio de *Home Care* é considerado uma instância. É possível fazer uma analogia com um banco de dados relacional, onde cada registro de uma tabela no banco corresponde a uma instância em uma ontologia.

Em uma ontologia, as instâncias são agrupadas ou classificadas em classes. Isso significa que as instâncias de mesmo tipo devem estar reunidas na mesma classe. Em um ambiente *Home Care*, por exemplo, se as pessoas Pedro, João e Maria apresentarem alguma enfermidade, elas são classificadas como pacientes e, conseqüentemente, serão instâncias da classe *Paciente*.

Como a ontologia desenvolvida para este projeto irá utilizar informações baseadas em um contexto específico do ambiente *Home Care*, nenhuma instância foi inicialmente definida e alocada às classes.

5.6 Consultas

As consultas desenvolvidas para a ontologia do sistema foram criadas através da linguagem SQWRL e serão executadas cada vez que as condições definidas nas mesmas forem aceitas pelo motor de inferências.

Uma consulta SQWRL é executada, por exemplo, quando o módulo OntoHC realiza a verificação dos sinais vitais, neste momento o sistema verifica se os sinais estão dentro dos padrões estabelecidos para o paciente. O sistema identifica o paciente, o sinal e o valor recebido do sensor, se estiver dentro dos padrões apenas registra na base de dados, caso esteja alterado registra e aciona a equipe de

acompanhamento. Para isto, o sistema executa a seguinte consulta:

```
Paciente(?p) ^ Sinal(?s) ^ Valor(?v) ^ padrao(?pd, ?p) ^ swrlb:notEqual(?v, true) ->
sqwrl:select(?s)
```

5.7 Inferências

Uma grande vantagem da utilização de ontologias na representação do conhecimento de um domínio se deve a possibilidade de utilizar regras de inferência para a dedução de novos fatos a partir de informações já conhecidas e descritas. Estas regras serão executadas a partir de um motor e estes novos fatos serão armazenados juntamente com as outras informações na ontologia.

Para este projeto foram criadas regras de inferência através da linguagem SWRL que serão executadas sempre que suas premissas forem aceitas pelo motor de inferências, assim como

nas consultas SQWRL. A seguir serão descritas algumas das regras desenvolvidas para serem utilizadas com a ontologia.

O primeiro caso no qual pode ser utilizada uma regra de inferência refere-se a um contexto onde estão mapeados na ontologia um paciente e um familiar. Sabe-se que muitas vezes quando uma pessoa está doente, familiares bastante distantes aparecem para prestar solidariedade, mas que não tem um grau de parentesco ou intimidade alto com o paciente. Nestes casos, o paciente pode sentir-se constrangido de falar detalhadamente sobre seu problema e, conseqüentemente,

não gostaria, por exemplo, que seu médico analisasse exames sobre seu estado de saúde na frente deste familiar. Por ter uma relação de sangue com o paciente, na ontologia esta pessoa está mapeada como sendo um indivíduo da classe Familiar.

Como nem os familiares são próximos ao paciente, foi desenvolvida uma regra que diz que, se um familiar tem um grau de parentesco caracterizado como sendo “Baixo” então ele também deve ser considerado um visitante e será mapeado na ontologia como tal. A regra que especifica isto é a seguinte:

```
Familiar(?f) ^ Paciente(?p) ^ parente_de (?f, ?p) ^  
grau_de_parentesco(?f, ?grau) ^  
swrlb:equal(?grau, "Baixo") -> Visitante(?f)
```

5.8 Considerações do Capítulo

Este capítulo apresentou em detalhes a ontologia que representa o ambiente domiciliar. Foram descritas as classes com suas propriedades de dado (atributos) e propriedades de objeto (relação entre duas classes). Também foram descritas algumas das regras de inferência desenvolvidas com a linguagem SWRL e as consultas com a linguagem SQWRL, assim como as restrições cujo objetivo é validar os elementos da ontologia tornando-a fiel ao conhecimento do ambiente o qual ela representa.

A ontologia faz parte da metodologia proposta pelo trabalho e é de fundamental importância para o funcionamento do sistema pervasivo, uma vez que todas as informações referentes as entidades existentes no ambiente *Home Care* serão armazenadas nela e, conseqüentemente, o sistema terá que manipulá-la durante seu fluxo de funcionamento. No capítulo 6 é apresentada a arquitetura de um sistema pervasivo de *Home Care* que utiliza esta ontologia em seu fluxo de funcionamento.

6 A definição da arquitetura de uma Metodologia Assistencial Simultânea em Pacientes de *Home Care* Pervasivo

Este capítulo apresenta a metodologia de uma arquitetura para assistência simultânea em pacientes de *Home Care*, cujo objetivo principal é o monitoramento constante para evitar alterações no quadro de saúde dos pacientes. Entretanto, caso ocorra alguma intercorrência com um paciente, terá capacidade de acionar imediatamente o pronto atendimento deste.

A presente proposta aproveita a arquitetura apresentada por Freitas (2008), onde o sistema realizava varreduras frequentes no ambiente *Home Care* procurando mudanças de contexto que de alguma forma possam afetar o tratamento médico do paciente. Exemplos de atividades que mudam o contexto do sistema podem ser: a chegada do médico para sua visita diária; alteração de sinais vitais do paciente; troca de turno de enfermeiros e técnicos de plantão; horário que um determinado medicamento deve ser administrado e horário que um paciente deve realizar uma tarefa.

Como prosseguimento das pesquisas do grupo, buscando a melhoria do trabalho usado como base e levando em consideração o objetivo proposto neste trabalho, a arquitetura que está sendo proposta explora com maior detalhe o monitoramento dos sinais vitais, com a finalidade de melhor acompanhar o paciente e possibilitar apoio no menor tempo possível em casos de intercorrências.

Para o acompanhamento de vários ambientes domiciliares é necessário uma central de monitoramento em que as informações sobre os pacientes possam ser acompanhadas por profissionais de saúde *online*. O monitoramento será realizado através de monitores que recebem as informações do módulo de processamento na nuvem.

A figura 3 ilustra de forma gráfica a estrutura da arquitetura geral proposta.

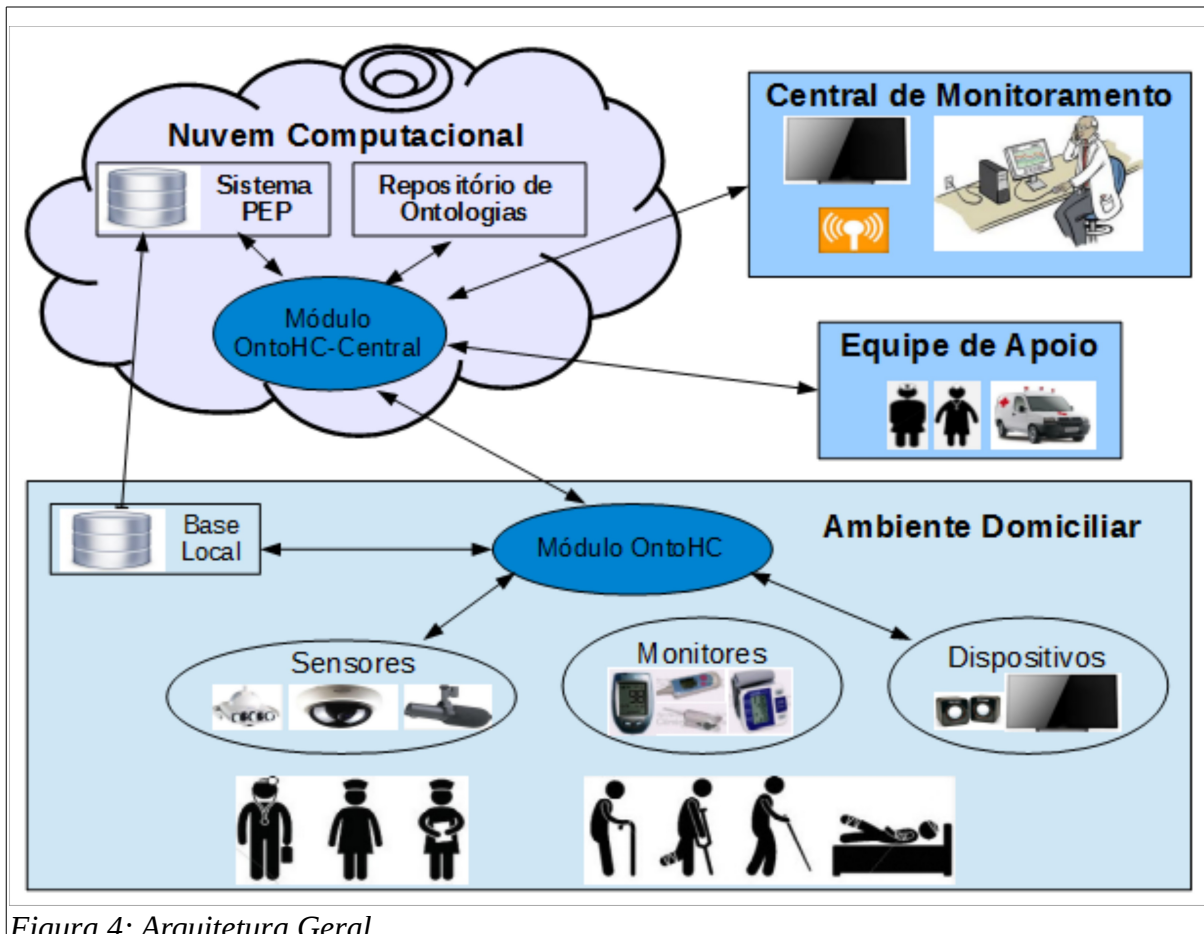


Figura 4: Arquitetura Geral

Esta estrutura será composta de quatro partes: a **Nuvem** onde fica o módulo central de monitoramento, a base central de dados do sistema e o repositório de ontologias; a **Central de Monitoramento** que é área física onde fica a equipe de atendimento da *Home Care*, responsável pelo acompanhamento dos pacientes; a **Equipe de Apoio**, que caso necessário será acionada pela equipe de monitoramento; e o **Ambiente Domiciliar**, local onde o paciente estará sendo acompanhado.

A seguir será descrito o processo de negócio do sistema e as partes que compõem a estrutura proposta.

6.1 Fluxograma Geral do Sistema

Constantemente o sistema, através dos sensores, realiza a verificação e o registro dos sinais vitais. O módulo *OntoHC* recebe estas informações, registra na base local e transmite os dados ao módulo de processamento na nuvem. O módulo de processamento grava as informações no sistema PEP e consulta regras da ontologia.

Esta consulta identificará se os dados coletados pelos sensores estão dentro dos padrões considerados normais ao paciente. Com o resultado da consulta, o sistema verifica se é o caso de acionar a equipe de monitoramento. Caso não seja necessário o sistema encerra o processo, caso contrário, o sistema emitirá um alerta para a equipe de monitoramento.

A equipe de monitoramento deverá analisar o caso e determinar o procedimento que deverá ser adotado. Para análise, o moderador poderá utilizar o histórico do paciente registrado no sistema PEP e a ontologia de contexto em que o paciente se encontra. O moderador poderá fazer uso dos dispositivos do ambiente domiciliar, estabelecendo uma Web conferência com o cuidador/paciente para visualização do paciente. Através deste procedimento poderão ser coletados mais dados para o melhor atendimento e, também, poderão ser transmitidas orientações para o atendimento do paciente.

Após análise, o moderador deverá estabelecer o procedimento a ser adotado. Dentre os procedimentos, o moderador poderá optar apenas por orientar o paciente/cuidador, prescrever uso de algum medicamento, determinar o deslocamento de algum profissional de saúde para prestação apoio ou de uma equipe com ambulância para a remoção do paciente a uma clínica ou hospital.

A Figura 5 ilustra o processo geral do sistema.

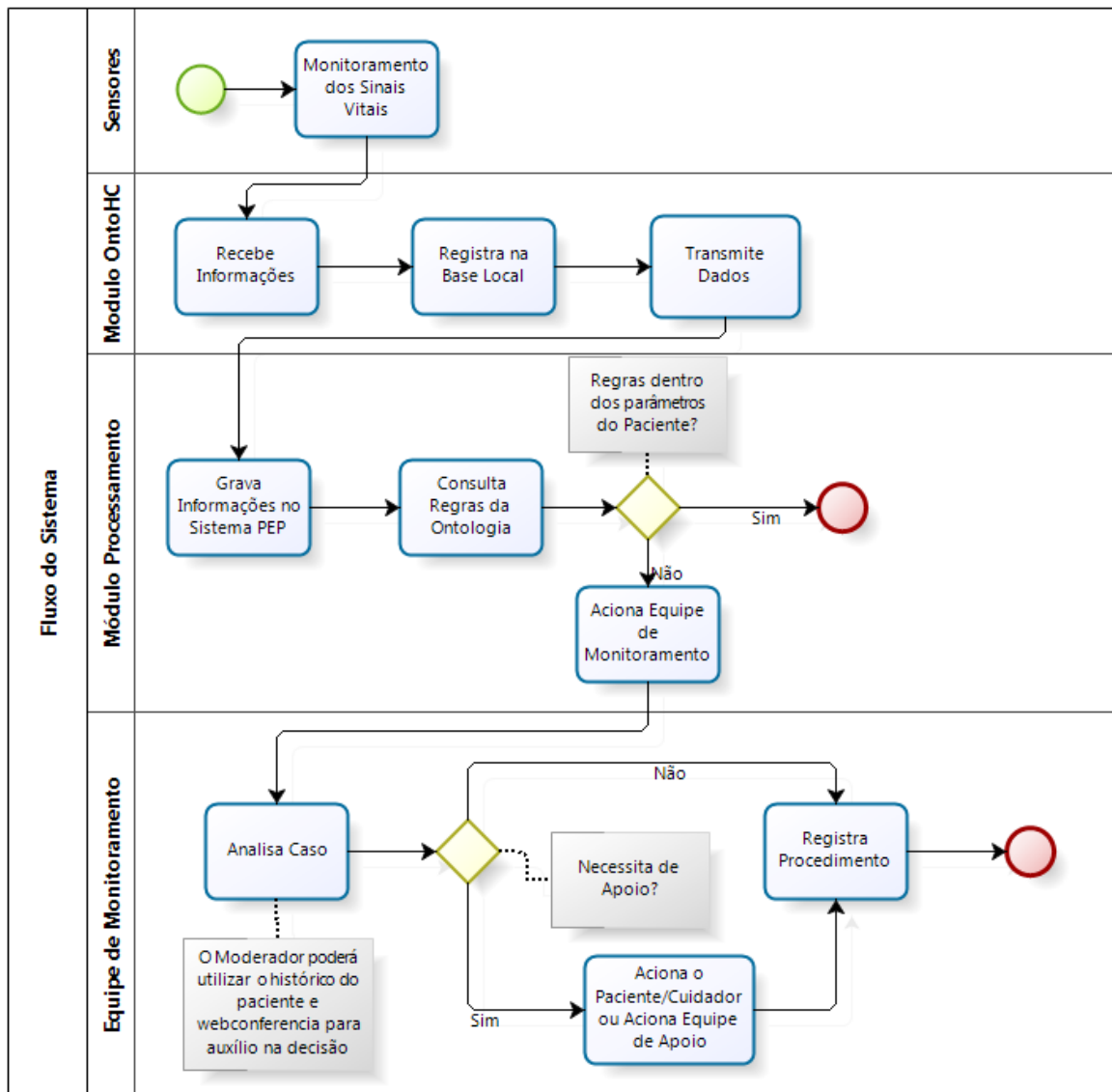


Figura 5: Fluxograma Geral do Sistema

6.2 Ambiente Domiciliar

O ambiente domiciliar é o local em que o paciente permanece a maior parte do tempo. Esse ambiente deverá ser equipado com diversos componentes que permitam o monitoramento e a interação do paciente com a equipe de atendimento e/ou vice-versa.

No cenário deste ambiente e conforme a ontologia proposta na seção 5.2, as classes que estão diretamente ligadas serão as seguintes: paciente, cuidador, médico, enfermeiro, técnico em enfermagem, visitante, dispositivos, sensores e monitores.

Nesse ambiente o sistema contará com um módulo de processamento e uma base de dados local. As próximas subseções descrevem os componentes de um ambiente domiciliar com essa arquitetura.

6.2.1 Sensores e Monitores

Em geral, um ambiente pervasivo deve possuir sensores que monitoram o local a procura de mudanças relevantes para o correto funcionamento do sistema. Em um ambiente *Home Care* ocorre da mesma maneira. É necessário que os sensores e monitores dispostos no ambiente consigam detectar mudanças no contexto para que de alguma forma sejam utilizadas em prol dos usuários, sejam eles pacientes ou equipe de atendimento.

Estes sensores devem ser capazes de, por exemplo, detectar o movimento de pessoas, mostrar imagens do local, transmitir sons do ambiente e principalmente captar os dados vitais do paciente. A seguir são descritas a funcionalidade destes sensores:

- O sensor de presença é utilizado para verificar a mudança de contexto do ambiente.
- A câmera será utilizada para a transmissão de imagens do paciente para a equipe de atendimento caso o sistema identifique alguma alteração dos sinais vitais. Este recurso será acionado pela equipe de monitoramento e só será estabelecida com a aceitação do paciente ou acompanhante. A aceitação é necessária para garantir a privacidade do paciente.
- O microfone é utilizado para a transmissão de sons do ambiente domiciliar, também só será utilizado mediante consentimento do paciente ou acompanhante, devido à privacidade.
- Os sinais vitais são monitorados através de sensores localizados no ambiente *Home Care*, de forma que consigam captar a temperatura corporal, a frequência respiratória, a pressão arterial e frequência cardíaca do paciente.

A partir do recebimento desses dados o sistema verifica se estão dentro da normalidade ou não. Normalidade significa os índices aceitos pela OMS⁹, estando

9 Organização Mundial de Saúde

dentro da normalidade, os dados são registrados na base de dados para consultas posteriores. Caso os dados registrados encontram-se fora do considerado normal o sistema registra na base e emite sinal de alerta para informar ao responsável pelo monitoramento sobre a evolução do quadro.

6.2.2 Dispositivos

Os dispositivos instalados no ambiente domiciliar servem para interagir com o paciente ou seu cuidador. Estes dispositivos possibilitarão à equipe de monitoramento a transmissão de informações ou recomendações de maneira virtual ao paciente ou seu acompanhante. Os dispositivos a princípio serão monitores de vídeo e alto-falantes.

O monitor será usado para exibir mensagens ou imagens sobre atividades que o paciente deverá executar. Os alto-falantes serão utilizados para emissão de sinais sonoros ou mensagens de voz da equipe de monitoramento.

Com a velocidade das redes de computadores cada vez maior, estes dispositivos, juntamente com os sensores, possibilitarão a realização web conferência. A web conferência, em um caso de emergência, torna-se um excelente meio de apoio ao paciente ou seu cuidador, pois permite a equipe de apoio executar atividades ou procedimento baseado em imagens *online* do ambiente. Estes procedimentos poderão garantir uma possibilidade maior de sucesso no apoio ao paciente.

6.2.3 Módulo *OntoHC*

O Módulo *OntoHC*, proposto por Freitas (2011), é o responsável pela manipulação da ontologia que representa um contexto atual específico do ambiente *Home Care*. Além da ontologia, este módulo possui uma base de dados que contém um conjunto de regras de inferência e consultas e também um repositório onde são armazenadas as ontologias que já foram utilizadas por algum contexto em particular. Estas regras de inferência podem ser executadas enquanto um usuário está realizando uma tarefa. Por exemplo, quando um médico prescreve um novo medicamento para seu paciente, uma nova instância da classe *Medicamento* é criada e deve ser inserida na ontologia através da execução de uma regra. Este processo é gerenciado automaticamente pelo sistema pervasivo.

Além disso, esta base também será utilizada para buscar informações da ontologia de contexto atual e enviá-las para nuvem computacional para atualização do sistema PEP.

Quando o módulo de monitoramento e distribuição enviam informações referentes às entidades detectadas pelos sensores para o módulo *OntoHC*, este utiliza o conjunto de consultas SQWRL armazenados em sua base para verificar se tais entidades já estão mapeadas na ontologia. Caso estejam, ele verifica quais ações podem ser disparadas e comunica o módulo de monitoramento e distribuição.

6.2.4 Base de Dados Local

A base de dados local serve para armazenamento das informações do paciente recebidas dos sensores e também armazena as regras para o processamento do módulo *OntoHC*.

A figura 5 ilustra o Diagrama Entidade Relacional (DER) previsto para a base de dados local.

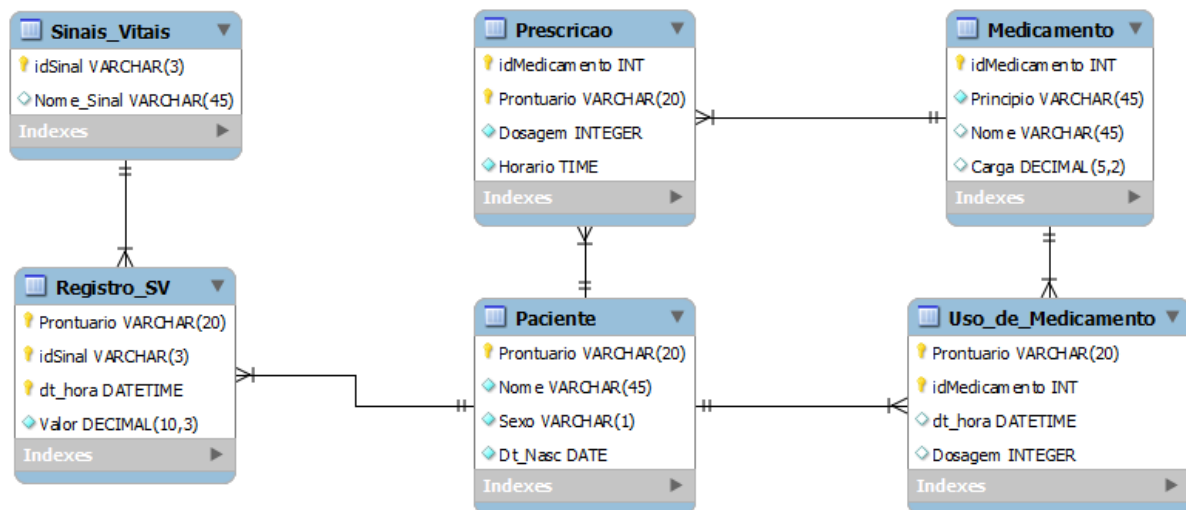


Figura 6: DER - Base de Dados Local

Os dados da base local serão atualizados periodicamente na base de dados localizada na nuvem, através de atualização incremental. Este procedimento é importante, pois caso a conexão do ambiente domiciliar com a nuvem seja interrompida, os dados continuam sendo armazenados localmente e no momento em que seja reestabelecida haverá uma sincronização dos dados. Essa sincronização será realizada tanto para o sistema PEP quanto para a base de ontologias.

6.3 Nuvem Computacional

Segundo Taurion (2009), o termo computação em nuvem surgiu em 2006 em uma palestra de Eric Schmidt, da Google, sobre como sua empresa gerenciava seus *Datas Centers*. Computação em nuvem é uma tendência recente que tem por objetivo proporcionar serviços de tecnologia da informação (TI) de forma global e centralizada, permitindo conexão de diversos dispositivos computacionais em rede (RUSCHEL et al, 2010).

Na proposta deste trabalho a nuvem computacional será usada como centralizador e distribuidor de informações para os diversos usuários do sistema.

A nuvem computacional será composta de três partes: o sistema PEP responsável pelos dados do paciente; a base de dados remota, local onde os dados dos pacientes estarão armazenados; e o módulo de processamento responsável pelo gerenciamento das informações que possibilitarão o acompanhamento efetivo dos pacientes atendidos pela *Home Care*.

6.3.1 *OntoHC-Central*

OntoHC-Central é o módulo processamento que será realizado na nuvem, que permitirá o acesso a partir de qualquer dispositivo conectado a rede. Este módulo será instalado em um servidor, possibilitando o acesso às informações a partir de qualquer lugar, desde que o usuário tenha acesso a internet. Tendo em vista a segurança das informações do sistema, todo o acesso será realizado através de autenticação dos usuários.

O módulo *OntoHC-Central* permitirá o gerenciamento de vários pacientes ao mesmo tempo, objetivo principal desta proposta.

Este módulo recebe as informações capturadas pelos sensores, que foram processadas pelo módulo *OntoHC*, atualiza o sistema PEP e armazena mudanças no repositório de ontologias para que se tenha um histórico do ocorrido com o paciente.

Ao receber as informações do módulo *OntoHC*, o módulo de processamento na nuvem consulta a base de regras, para verificar se os sinais estão dentro dos parâmetros. Caso algum sinal vital esteja alterado, o módulo emitirá um sinal de alerta para a central de monitoramento, informando a situação para a equipe de

monitoramento. Este módulo também irá registrar todas as informações de alerta para que se tenha um histórico do ocorrido no atendimento ao paciente.

Durante o monitoramento, caso o moderador responsável pelo acompanhamento do paciente necessite intervir, este módulo irá disponibilizar todos os dados já registrados para o paciente, bem como as diversas opções de intervenções disponíveis.

6.3.2 Prontuário Eletrônico do Paciente

O sistema PEP (Prontuário Eletrônico do Paciente) contém uma base com as informações de saúde do usuário, como medicamentos ministrados a ele e o histórico clínico deste usuário.

As informações disponíveis no PEP serão utilizadas para preencher a ontologia de contexto atual, e sofrerá alterações sempre que o usuário realizar um exame, receber um diagnóstico ou a ele for receitado um medicamento.

O PEP será armazenado na nuvem computacional, esta escolha se dá por diversos motivos, tais como:

- Vários módulos ou sistemas de *Home Care* podem utilizá-lo, e não apenas um sistema em específico.

- Acesso de qualquer lugar. Caso o usuário troque de ambiente, por exemplo quando o paciente for internado em um hospital por algum motivo, as informações podem ser obtidas do PEP da mesma forma, pois não sofrem alterações (VAQUERO et al., 2008).

- Possibilidade de alcançar o nível de abstração proposto pela computação pervasiva, onde os usuários acessam as informações desejadas em qualquer lugar, à qualquer hora, sem a necessidade de se preocupar com a infraestrutura computacional que mantém o sistema em funcionamento, a qual fica "invisível" aos usuários. Assim, qualquer dispositivo que permita acesso a internet e contenha um *browser*¹⁰ poderá acessar as aplicações do PEP.

Além disso, outros ganhos da computação em nuvem, como a manutenção dos sistemas ou elasticidade de processamento de acordo com a necessidade seriam obtidos (GASSEN, 2010).

¹⁰ Programa desenvolvido para permitir a navegação ou acesso a páginas na internet.

6.3.3 Repositório de Ontologias

O módulo *OntoHC*, descrito no item 6.2.3, processa a ontologia de contexto atual, ou seja, a situação em o que o paciente se encontra naquele momento, e a cada mudança no estado do paciente ou do ambiente uma nova ontologia é criada. Isto faz com que a ontologia de contexto atual esteja sempre sendo alterada.

O repositório de ontologias localizado na nuvem armazenará o histórico das ontologias de contexto dos pacientes, utilizados pelo módulo *OntoHC*. Este armazenamento será realizado em um banco de dados XML, devido ao modelo de dados que será armazenado, arquivos OWL. Por questões de compatibilidade e custo benefício, este estudo propõe o uso do banco de dados eXist-db. eXist-db é um banco de dados XML nativo de código aberto, desenvolvido em Java e que pode ser instalado nos sistemas operacionais Linux, Windows e Mac OS (eXist, 2012).

6.4 Central de Monitoramento

Conforme resolução Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), RDC nº 11 de 26 de janeiro de 2006, no item 7.2, regula que todo o serviço de *Home Care* deverá possuir uma sede com infraestrutura mínima para sua administração.

O monitoramento de pacientes será realizado através de equipamentos localizados na sede da *Home Care*, onde a equipe de monitoramento acompanhará a evolução dos pacientes sobre sua responsabilidade, através de informações recebidas do módulo de processamento na nuvem.

6.4.1 Sinais Visuais e Sonoros

Os sinais sonoros serão emitidos por campainhas instaladas na central de monitoramento, com a finalidade de chamar a atenção dos responsáveis pelo monitoramento, caso ocorra intercorrências no estado de saúde dos pacientes.

Os sinais visuais permitirão a visualização de alertas em monitores que apontarão as intercorrências e a identificação imediata do paciente.

No caso de intercorrência, além do sistema emitir um sinal sonoro, deverá mostrar em um mapa, com representação espacial da cidade, a identificação do local onde o paciente esta sofrendo a intercorrência.

6.4.2 Monitoramento

A equipe de monitoramento responsável pelo acompanhamento do paciente, terá acesso a todos os dados de prontuário do paciente. Conforme Possari (2005), o prontuário do paciente é um documento legal que consta de toda a história do paciente. Suas finalidades principais são de comunicação entre profissionais, pesquisas, auditorias e contabilidade. Esse prontuário mostra todos os procedimentos, evolução, anotações utilizadas durante a permanência do paciente no hospital ou clínica.

A equipe de monitoramento terá acesso online aos dados que estão sendo coletados pelos sensores, bem como ao histórico já registrado por estes sensores. Caso ocorra alguma intercorrência, a equipe de monitoramento terá a sua disposição todas as informações do paciente necessárias para uma tomada de decisão.

Conforme Portaria 2048 de 05 de novembro de 2002 (BRASIL 2003), do Ministério da Saúde, a classificação de risco deve ser realizada por profissional de saúde, de nível superior, mediante treinamento específico e utilização de protocolos preestabelecidos e tem por objetivo avaliar o grau de urgência, levando em conta as queixas e os sinais vitais registrados do paciente.

Durante a internação na *Home Care*, a equipe deverá acompanhar diariamente a evolução dos pacientes, com a finalidade de realização e agendamento de procedimentos e controle de medicação. Tendo em vista o objetivo deste trabalho, esta atividade se tornará mais fácil de ser executada, pois permitirá o acompanhamento de vários pacientes ao mesmo tempo.

Outro fator importante é possibilidade de interação imediata, caso necessário. Pois quando o sistema identifica alguma intercorrência um sinal de alerta será emitido e a equipe de monitoração poderá determinar procedimentos como: indicação de atividade a ser realizada pelo paciente ou acompanhante, deslocamento de um profissional até a residência ou mesmo a remoção do paciente até um hospital.

6.5 Serviço de Apoio

Conforme item 4.21 da RDC 11 de 26 Jan 2006, todo serviço de internação domiciliar deverá garantir a remoção ou retorno hospitalar nos casos de urgência e

emergência. As atividades previstas pela equipe de apoio, visualizado na figura 4, visa atender esta exigência.

A equipe de apoio é composto por pessoal e material que poderão ser acionados pelo moderador, caso este identifique sua necessidade. Para a prestação deste serviço deverão estar disponíveis ambulâncias equipadas com pessoal e material para o caso de remoção de um paciente ou retorno hospitalar e equipes ou profissionais que poderão prestar apoio para coleta de exames, aplicação de medicamentos ou visita de acompanhamento.

O acionamento deste apoio será através de atividades previstas no prontuário do paciente, por exemplo prescrição de medicamentos ou solicitação de exames, mas o principal motivo será por determinação do moderador em caso de emergência.

Este último caso poderá ser ilustrado da seguinte forma: o moderador após verificar a necessidade de intervenção de um profissional ou uma equipe, acionará, através do sistema a equipe ou profissional para que possa realizar a intervenção. O sistema, através do modulo de processamento na nuvem, mostrará a disponibilidade de pessoal para o atendimento de emergência, ou caso não possua disponibilidade de pessoal, alerte ao moderador para o fato. Isto permitirá que o moderador tome outra providência para o atendimento necessário. Tendo disponibilidade o acionamento será realizado e registrado pelo sistema.

6.6 Sumário do capítulo

Este capítulo apresentou uma arquitetura para ambientes *Home Care* pervasivos, a qual faz parte da metodologia proposta neste trabalho, detalhando cada um dos módulos computacionais que a compõem, sendo que foram descritas cada uma das partes da arquitetura, assim como o fluxo geral de funcionamento do sistema.

A utilização desta arquitetura, juntamente com a ontologia proposta no Capítulo 5 possibilita o desenvolvimento de aplicações eficientes, permitindo que os pacientes em ambientes *Home Care* pervasivos possuam um acompanhamento mais eficiente pela equipe de monitoramento. Com as aplicações desenvolvidas a partir da metodologia proposta, acredita-se que o fluxo de tratamento de pacientes e o trabalho de profissionais que os assistem diretamente em suas casas será

aprimorado.

A seguir são descritos dois casos de estudo a fim de exemplificar o funcionamento do sistema, bem como validar a arquitetura.

7 Casos de Estudo e Resultados

A metodologia proposta foi validada a partir da utilização de dois casos de estudo que descrevem situações que envolvem o monitoramento em um ambiente *Home Care*. O primeiro caso ilustra um cenário onde um paciente teve alteração significativa nos sinais vitais, o sistema deve verificar se é o caso de alerta e se for deve informar o acompanhante e a central de monitoramento. A outra situação ilustra o caso em que a central recebe dois alertas simultaneamente da necessidade de atendimento imediato. Durante a descrição dos casos detalha-se o fluxo de funcionamento do sistema pervasivo.

7.1 Estudo de Caso 1: Acionamento de Ambulância

O presente estudo de caso foi retirado de (ZARGHAMI et al., 2011). Neste cenário, John é um paciente com uma Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) de baixa gravidade, ou seja, pode realizar suas tarefas diárias normalmente, desde que tenha monitoramento médico constante. A qualidade de vida tem relação direta com a atividade física e com o controle de peso. Como se mantém ativo, praticando exercícios regularmente, é necessário um acompanhamento do nível de saturação de oxigênio por questões de segurança. Caso o nível de saturação caia abaixo do limite mínimo estipulado pelo médico responsável, poderão ocorrer complicações, surgindo a necessidade de uma intervenção médica ou até mesmo a remoção do paciente para um hospital ou clínica.

Para o enquadramento deste caso na metodologia que está sendo proposta, será considerado o agravamento do caso, com dessaturação de oxigênio do paciente.

É importante salientar que até o momento em que a situação prevista ocorra, o módulo *OntoHC* armazena uma ontologia com informações sobre o paciente John, importadas do módulo *OntoHC-Central*, além de informações referentes ao seu monitoramento clínico recomendado como: temperatura, sinais vitais, frequência cardíaca e nível de saturação de oxigênio, em tempo real.

No cenário proposto, o paciente *John* durante a realização de um exercício, apresenta sinais de diminuição de saturação de oxigênio. O módulo *OntoHC*, através do módulo de monitoramento, verificou que o sensor de saturação registrou um valor abaixo do especificado como normal para o paciente.

A Figura 6 mostra de forma gráfica a sequência das atividades do presente estudo de caso.

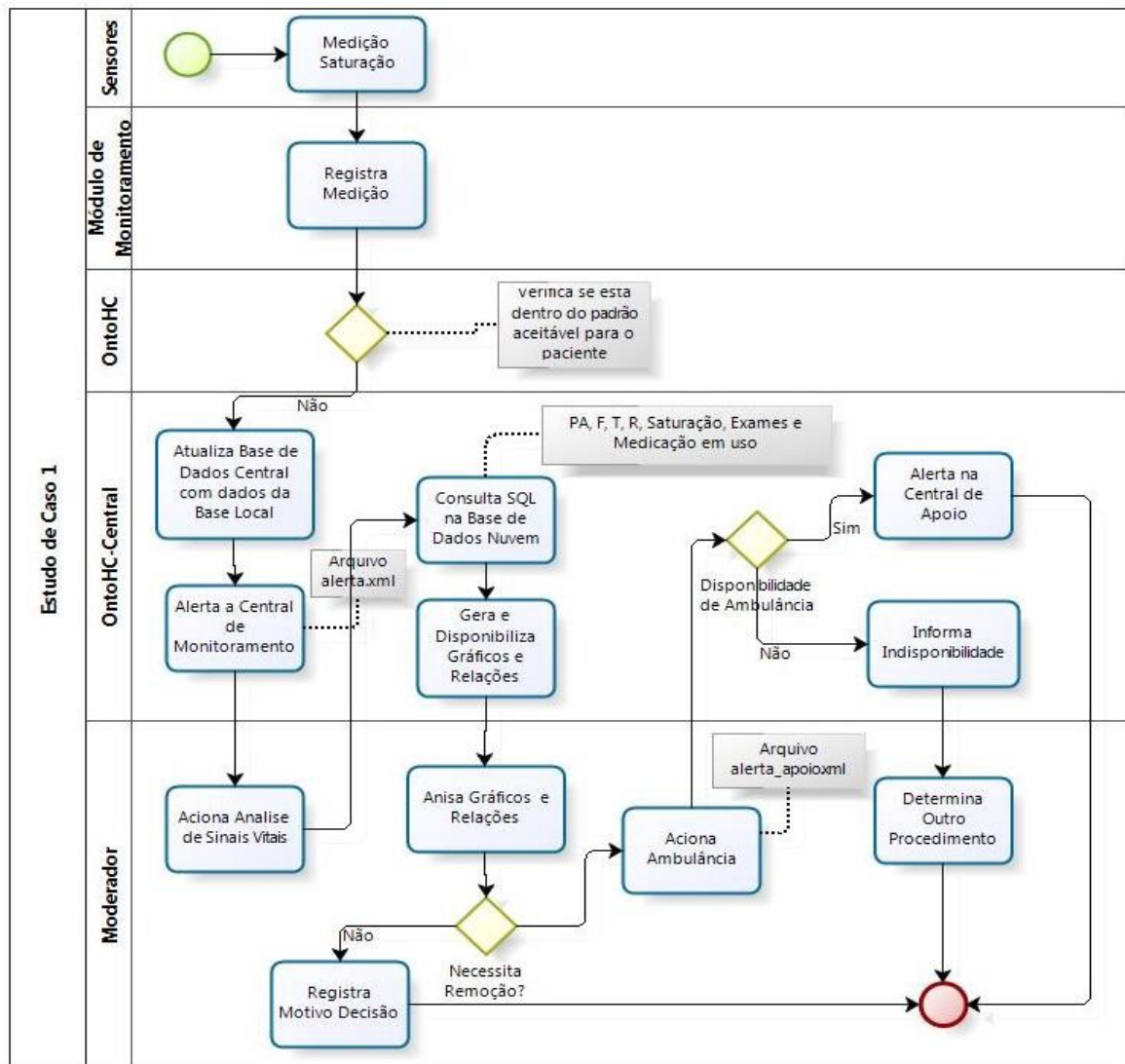


Figura 7: Estudo de Caso 1 – Acionamento de Ambulância

A informação de alerta é transmitida através do arquivo *alerta.xml*, conforme código a seguir:

```
<!--arquivo referente à entidade Paciente-->
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<alerta>
  <prontuario>PC238</prontuario>
  <nome>Jhon</nome>
  <sinal>Saturação</sinal>
  <valor>78</valor>
  <sit>Abaixo do Especificado</sit>
</alerta>
```

Ao receber esta informação o módulo *OntoHC-Central* executa a sincronização entre a base de dados local e a base de dados da nuvem. Este procedimento visa atualizar as informações constantes na nuvem, provenientes da base de dados local de dados que por ventura ainda não tenha sido sincronizados. Após a sincronização o módulo *OntoHC-Central* disponibiliza mensagem de alerta para a equipe de monitoramento.

O moderador ao ser alertado aciona a análise de sinais vitais. A partir disso, o módulo *OntoHC-Central* faz uma busca na base de dados através da seguinte consulta:

```
SinaisVitais(?s) ∧ prontuario(?p, ?s) ∧ valor(?v, ?s) ∧ swrlb:equal(?p, "PC238") →
sqwrl:select(?s, ?v)
```

Ao receber a resposta da consulta, o módulo montará um gráfico para cada tipo de sinal, no período compreendido entre as últimas 24 horas. Isto possibilitará a análise da variação dos sinais neste período.

O módulo *OntoHC-Central* também executará uma consulta *SQWRL* para verificar o resultado dos últimos exames realizados e outra com o consumo de medicamento do paciente, com os seguintes códigos:

- Resultado de Exames

```
Exame(?e) ∧ prontuario(?p, ?e) ∧ tipo_exame (?t, ?e) ∧
data_de_exame (?d, ?e) ∧ resultado (?r, ?e) ∧
swrlb:equal(?p, "Nr Pront") → sqwrl:select(?d, ?t, ?r)
```

A resposta desta consulta será uma relação com o resultado dos últimos exames realizados pelo paciente.

- Relação de Medicamentos

```
Medicamento(?m) ∧ prontuario(?p, ?m) ∧ nome_do_remédio (?n, ?m) ∧
dh_administracao (?d, ?m) ∧ swrlb:equal(?p, "Nr Pront") →
sqwrl:select(?d, ?m)
```

A resposta desta consulta será uma relação com o consumo de medicação por parte do paciente nos últimos três dias.

O moderador fará a análise dos dados do paciente. Caso verifique que não há necessidade de remoção do paciente, deverá registrar o motivo da decisão no sistema PEP. Porém se o caso for de remoção, este deverá executar a opção de *acionar_ambulância*.

A partir do acionamento o módulo *OntoHC-Central* executará uma consulta na base de dados para verificar a disponibilidade de ambulância, com o seguinte código:

```
Ambulância(?a) ^ situacao(?a, ?s) ^ swrlb:equal(?s, "Disponível") →
sqwrl:select(?a, ?s)
```

Caso o valor da resposta da consulta seja *'null'* significa que não existe ambulância disponível e o módulo *OntoHC-Central* emitirá uma mensagem para o moderador informando da inexistência.

Porém, caso exista ambulância disponível, o módulo *OntoHC-Central* enviará um alerta para a equipe de apoio, através do arquivo *alerta_apoio.xml*. Este arquivo terá o seguinte conteúdo:

```
<!--arquivo referente à entidade Equipe de Apoio-->
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<alerta_apoio>
  <codigo>A1</codigo>
  <prontuario>PC238</prontuario>
  <nome>Jhon</nome>
  <endereco>Rua Pedro Palmeiro, 352, Apto 402</endereço>
  <bairro>Duque de Caxias</bairro>
  <cidade>Santa Maria</cidade>
</alerta_apoio>
```

Neste arquivo será transmitido a identificação da ambulância, a identificação e o endereço do paciente.

A partir deste caso de estudo pode-se concluir que o sistema para monitoramento de ambientes *Home Care* baseado na metodologia proposta por este trabalho, pode auxiliar os responsáveis pelo acompanhamento dos pacientes no atendimento imediato caso seja necessário.

7.2 Estudo de Caso 2: Alteração de Rota de Ambulância

O segundo estudo de caso foi gerado a fim de demonstrar como o sistema pode auxiliar a equipe de monitoramento, durante a situação em que estão sendo identificadas intercorrências em mais de um paciente simultaneamente.

Neste caso Jorge, diagnosticado como cardiopata, que mora sozinho e está sendo monitorado constantemente, apresenta uma elevação súbita na frequência cardíaca, no mesmo momento da intercorrência descrita no estudo de caso anterior. O módulo *OntoHC* identifica a alteração por meio da medição do monitor cardíaco e a comparação com o índice considerado normal para o paciente. A informação é

repassada ao módulo de processamento na nuvem que registra a informação no sistema PEP e alerta a central de monitoramento. Ao ser alertado o moderador analisa a situação dos outros sinais vitais e verifica a necessidade do deslocamento de uma ambulância e executa a opção “acionar_ambulância”.

A Figura 7 mostra de forma gráfica a sequência das atividades do presente estudo de caso.

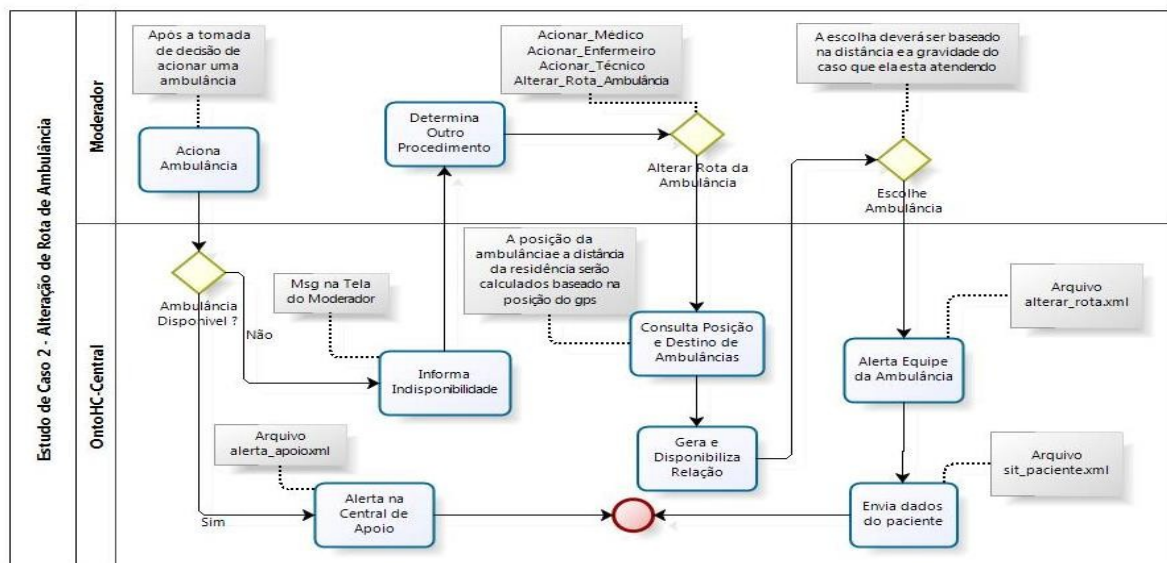


Figura 8: Estudo de Caso 2 – Alteração de Rota de Ambulância

A partir do acionamento, o módulo *OntoHC-Central* executará uma consulta para verificar a disponibilidade de ambulância, com o seguinte código:

```
Ambulância(?a) ^ situacao(?a, ?s) ^ swrlb:equal(?s, "Disponível") →
sqwrl:select(?a, ?s)
```

Como resposta da consulta o módulo retorna uma mensagem de indisponibilidade de ambulância. O moderador deverá tomar outra providência. O sistema oferecerá quatro opções: acionar médico, acionar enfermeiro, acionar técnico ou alterar a rota de uma ambulância.

Neste caso o moderador opta por alterar a rota de uma ambulância, para isso aciona a opção “alterar_rota_ambulância”. A partir desta ação o módulo *OntoHC_Central* executa uma consulta para verificar a localização das ambulâncias

e qual atividade estão sendo empregadas. Como resposta desta consulta, o sistema retornará uma relação informando a atividade e a distância em relação à residência do paciente.

A partir deste momento a responsabilidade do moderador será de escolher qual ambulância deverá ter sua rota alterada. Ao ser escolhido o modulo *OntoHC-Central* irá enviar mensagem para a mudança da rota da ambulância, através do arquivo *altera_rota.xml*. Este arquivo terá o seguinte conteúdo:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<alterar_rota>
  <codigo>A1</codigo>
  <msg>Alterar rota de deslocamento</msg>
  <prontuario>PC238</prontuario>
  <nome>Jorge</nome>
  <endereco>Rua Honório Magno, 132, Apto 101</endereco>
  <bairro>Patronato</bairro>
  <cidade>Santa Maria</cidade>
</alterar_rota>
```

Neste momento o sistema registra a mudança do deslocamento da ambulância para a residência do paciente e passa a informar a equipe da ambulância dos dados de monitoração do mesmo, através do arquivo *"sit_paciente.xml"*. Este arquivo terá o seguinte conteúdo:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<sit_paciente>
  <prontuario>PC238</prontuario>
  <nome>Jorge</nome>
  <PA>20 x 14</PA>
  <P>82</P>
  <S>92</S>
  <T>36° C</T>
</sit_paciente>
```

Este procedimento visa preparar a equipe para o novo atendimento, pois ao chegar a residência esta já estará ciente dos sinais vitais do paciente.

Aqui procurou-se demonstrar como ocorre a alteração na rota de uma ambulância que havia sido designada para um atendimento de um paciente para atender outro que foi considerado em situação mais grave pelo moderador.

7.3 Considerações do capítulo

A partir da análise dos dois casos de estudo apresentados neste capítulo, é possível afirmar que a metodologia proposta para arquiteturas de sistemas para assistência simultânea de pacientes em ambientes *Home Care* pervasivos pode ser

aplicada em qualquer situação onde o paciente precise receber cuidados médicos diretamente em sua casa. Isto acontece, pois como a proposta do trabalho sempre foi aprimorar o monitoramento de pacientes nestes ambientes, buscou-se criar uma arquitetura genérica, e que pudesse ser aplicada nas mais diversas situações. É necessário destacar que, para que esta arquitetura funcione, é preciso que o ambiente em questão possua uma infraestrutura com dispositivos computacionais que o caracterizem como um ambiente pervasivo.

Este capítulo apresentou dois estudos de casos com o objetivo de validar a metodologia proposta pelo trabalho.

8 Trabalhos Relacionados

Este capítulo tem por objetivo apresentar alguns trabalhos relacionados a este no que diz respeito a utilização de conceitos de computação pervasiva na proposição de aplicações para controle de ambientes *Home Care*.

Em Jantsch et al. (2011) é descrita a *TvCare*. A *TvCare* é uma proposta para a utilização da TV digital ser usada como um meio de acompanhamento de tratamento para idosos, possuindo módulos para exames, dicas de saúde e comunicação. No trabalho os autores descrevem funcionalidades onde o usuário poderá realizar exames onde o resultado aparecerá na tela da TV digital, poderá ver dicas de saúde e comunicar-se com outras pessoas através de e-mail ou videoconferência. Primeiramente, difere deste trabalho devido à necessidade da intenção do usuário, o que o descaracteriza como sistema pervasivo. A questão da informação sobre os exames é um ponto importante, entretanto o sistema gera informações para o próprio paciente, não possibilitando um acompanhamento remoto por uma equipe responsável pelo ambiente *Home Care*.

Silva (2008) descreve o projeto PIMENTER da Universidade Estadual do Ceará que apresenta a concepção de cenários de aplicação em domótica¹¹ oferecendo serviços para monitoramento pessoal (saúde, agenda, lembretes, etc.), segurança local, dentre outros. Dentro deste projeto encontra-se o PIMENTER *Home Care* (PHC), uma aplicação do projeto PIMENTER Residencial cujo objetivo é monitorar pacientes e/ou usuários do sistema, cruzando dados de seu prontuário (off-line) com seus dados em tempo real (on-line). Por meio desta aplicação, os médicos poderão oferecer um atendimento pró-ativo em casos de emergência, proporcionando uma maior interação médico-paciente de forma remota e a qualquer momento. Entretanto, este trabalho não apresenta um processamento automático na questão do monitoramento e alerta em caso de emergência.

Por último o projeto CONFIDENCE (*Ubiquitous Care System to Support Independent Living*) investiga o desenvolvimento e a integração de tecnologias inovadoras para construir um sistema de cuidado para a detecção de eventos anormais, como quedas, desmaios ou comportamentos inesperados de saúde nas pessoas idosas (CONFIDENCE, 2013). Contudo este trabalho realiza alertas na

11 Domótica: junção da palavra latina “Domus” (casa) com “Robótica” (controle automatizado de algo)

própria residência do paciente ou usuário, com a finalidade de chamar a atenção de um cuidador ou familiar. A proposta apresentada nesta dissertação vai além, pois será capaz de alertar o ocorrido para uma equipe de monitoramento, que poderá interagir remotamente através de dispositivos de comunicação, interagindo com o usuário ou um cuidador local. E caso este não responda ou não possua cuidador, a equipe de monitoramento poderá designar uma equipe de apoio para o socorro imediato.

A Tabela 2 apresenta um comparativo das características deste trabalho com outros encontrados na literatura que também propõem o desenvolvimento de arquiteturas de serviços para ambientes *Home Care*.

Tabela 2: Quadro comparativo

Projeto	Monitoramento de Sinais Vitais	Identificação de Intercorrência	Alerta à <i>Home Care</i>	Acesso Remoto
Tv Care	X	-	-	-
PIMENTER	X	-	-	X
CONFIDENCE	-	X	-	-
Proposta	X	X	X	X

A partir da tabela acima, pode-se compreender que a abrangência da proposta dessa dissertação é maior quando comparada aos trabalhos relacionados, no que diz respeito ao acompanhamento de pacientes em ambientes *Home Care*. Esta proposta une as características das demais, além de contemplar funcionalidades não projetadas nas anteriores.

9 Conclusão

A globalização tecnológica facilitou o acesso à computação móvel e a dispositivos ligados a redes integradas de comunicação. Por esse motivo uma parcela considerável da população faz uso de serviços e dispositivos eletrônicos. Essa nova realidade é que impulsionou o desenvolvimento desse trabalho.

Considerando o aumento da expectativa de vida e o crescimento da população que opta por morar sozinha, surge uma grande oportunidade de desenvolver serviços e tecnologias que sirvam de apoio e melhorem a qualidade de vida dessas pessoas. Facilitar a adaptação de um serviço de monitoramento das condições básicas de saúde e agilizar um atendimento em caso de urgência proporciona uma segurança para o indivíduo que optar por esta estratégia.

A realização desta pesquisa foi motivada principalmente pela escassez de aplicações computacionais no monitoramento e acompanhamento de pacientes que recebem cuidados médicos diretamente em sua residência.

Este trabalho apresentou detalhadamente uma metodologia que pode ser utilizada como base para o desenvolvimento de sistemas pervasivos, para acompanhamento de paciente em ambientes *Home Care*, através da utilização de conceitos de computação pervasiva e ontologias aplicadas à área da saúde.

Para o projeto, foram aproveitados os estudos do grupo de pesquisa sobre ontologias de representação do conhecimento existente em um ambiente de *Home Care*, abordados por Freitas (2011) e Bastiani (2013), e a partir disso foram reavaliadas as classes, propriedades e restrições, com a finalidade de ampliar o monitoramento para mais de um paciente simultaneamente, objetivo principal deste trabalho.

Para a manipulação da ontologia foram desenvolvidas regras de inferência através da linguagem SWRL e consultas sobre a mesma através de SPARQL. O sistema pervasivo utiliza estas regras para deduzir novas informações sobre outras já descritas na ontologia, referente a um contexto em específico. A partir daí o sistema pode utilizar as consultas para buscar informações na ontologia para que aplicações possam ser executadas e utilizadas pelos usuários.

Com o objetivo de descrever o fluxo de funcionamento de um sistema baseado nesta arquitetura e também para validação da mesma, foram apresentados

dois estudos de casos simulados envolvendo situações diferentes.

O primeiro caso traz um cenário em que um paciente sofre de problemas pulmonares e necessita de monitoramento constante quanto ao nível de saturação do oxigênio. Dessa forma, o sistema deve alertar a central de monitoramento caso ocorra uma queda destes níveis, possibilitando um atendimento imediato, sob controle e acompanhamento de um profissional de saúde capacitado.

O segundo caso refere-se a um cenário onde o sistema alerta sobre intercorrência com dois pacientes simultaneamente, sendo que durante o primeiro alerta o moderador acionou uma ambulância para atendimento do paciente. Porém ao receber o segundo alerta este verificou que também haveria necessidade de acionamento de ambulância e o próprio sistema informou a indisponibilidade deste recurso. Ao avaliar os dois casos, verificou que o segundo era mais grave e optou por alterar a rota da ambulância. A partir desta opção o sistema alerta a equipe sobre a alteração e repassa todas as informações sobre o paciente que receberá o atendimento.

Como foi descrito nos casos de estudo, o sistema pervasivo pode auxiliar a equipe de monitoramento no acompanhamento dos pacientes e nas tomadas de decisão sobre atividades para o melhor atendimento aos pacientes, tanto diariamente quanto no caso de intercorrências.

Ressalta-se a importância de focar em questões não abordadas até o momento, como o deslocamento mais rápido entre a central de apoio e a residência do paciente e a proteção das informações sobre os pacientes e atendimentos que estão sendo realizados. Isso poderia ser feito através de orientação, pelo sistema, ao motorista para utilização do caminho mais rápido e a implantação de criptografias, dispositivos de autenticação e controles de acesso para visualização de informações do paciente. Estudos futuros poderão abordar essas questões.

Como prosseguimento pretende-se instalar um servidor e a implantar um sistema para teste com a finalidade de gerenciar o fluxo de informações que trafega pelo sistema pervasivo, levando em consideração a necessidade de testes simulados para analisar detalhadamente o funcionamento do sistema e disponibilizá-lo aos usuários.

10 Bibliografia

ANTONIOU, G.; HARMELEN, F. **Web Ontology Language:**

owl. Disponível em

<<http://www.cs.vu.nl/frankh/postscript/OntoHandbook03OWL.pdf>>. Acesso em Abril 2012.

ABBÊS, C.; MASSARO, A. **Acolhimento com Classificação de Risco**. Campinas, Hospital Municipal Mário Gatti, s.d.

Acesso à Internet e Posse de Telefone Móvel Celular para Uso Pessoal. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios do Instituto Brasileiro de Estatística. Disponível em <http://biblioteca.ibge.gov.br/d_detalhes.php?id=263999>. Acesso em 24 Jun 13.

ALMEIDA, M; BAX, M. **Uma visão geral sobre ontologias: pesquisa sobre definições, tipos, aplicações, métodos de avaliação e de construção**. Revista Ciência da Informação, 32(3), 2003.

ARAUJO, REGINA B. **Computação Ubíqua: princípios, tecnologias e desafios**. XXI Simpósio

Brasileiro de Redes de Computadores, 2003.

BASTIANI, E. **Modelagem de um Sistema Pervasivo para o cuidado de pacientes com demência em Ambientes de Home Care**. Dissertação de Mestrado, Santa Maria, RS, Brasil, 2012.

BOLZANI, CAIO. **Computação pervasiva e sistemas de identificação**. Disponível em:
<http://www.bolzani.com.br/2004/10/computacao-pervasiva-e-sistemas-de-identificacao/>. Acesso em 19 Abr 2012.

BRASIL. **Ministério da Saúde. Portaria 2048 de 02 de novembro de 2003**. Dispões sobre o Regulamento Técnico dos Sistemas Estaduais de Urgência. Brasília: DOU, 2002.

BRASIL. **RDC/ANVISA nº 11/2006 - Regulamento Técnico de Funcionamento de Serviços que prestam Atenção Domiciliar**. Disponível em:
<http://www.saude.mg.gov.br/index.php?option=com_gmg&controller=document&id=502>. Acessado em Março 2013.

BRASIL. **RDC/ANVISA Nº 50/2002 - Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde**. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/res0050_21_02_2002.html>. Acessado em Março 2013.

BRAY, T.; PAOLI, J.; SPERBERG-MCQUEEN, C. M.; MALER, E.; YERGEAU, F. **Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Fifth Edition)**. 2008.

CAMPOS, M. L. A; Campos, L. M e Medeiros J. S. **La Representación de Dominios de Conocimientos y una Teoría de La Representación la Ontología de Fundacion**. 2011.

Centro de Excelência em Atenção Domiciliar – CEAD. Disponível em: <<http://www.geriatrics.com.br/cead/o-que-e-cead>>. Acessado em outubro, 2013.

CHEN, G. and KOTZ, D. **A survey of context-aware mobile computing research**. Technical Report, 2000.

CIRILO, Carlos E. **Computação Ubíqua: definição, princípios e tecnologias**. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2010.

CONFIDENCE. Ubiquitous Care System to Support Independent Living. Disponível em: <<http://www.confidence-eu.org>>. Acesso em setembro de 2012.

DEPARTMENT, M. G.; GRUNINGER, M. **Designing and Evaluating Generic Ontologies**. In:

IN PROCEEDINGS OF THE 12TH EUROPEAN CONFERENCE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE, 1996. Anais... [S.l.: s.n.], 1996.

DEY, A. K. **Providing Architectural Support for Building Context-Aware Applications**. Georgia Institute of Technology, 2000.

DUARTE, O. C. M. B.; JUNIOR, M. B. F. **XML - Extensible Markup Language**. 2000.

eXist. **eXist-db Open Source Native XML Database**. Disponível em <<http://exist-db.org/exist/index.xml>>. Acesso em abril de 2012.

Expectativa de Vida do Brasileiro Aumenta para 74 Anos. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/arquivos/expectativa-de-vida-do-brasileiro-aumenta-para74-anos>>. Acessado em 06 Abr 2013.

FREITAS, L. O. **Uma metodologia para assistir pacientes em ambientes Home Care pervasivos**. Dissertação de Mestrado, Santa Maria, RS, Brasil, 2011.

GASSEN, J. B.; COPPETTI, M.; FREITAS, L. O.; MARTINS, E.; LIBRELOTTO, G. R. **Construção de uma ontologia para um hospital**. VII Simpósio de Informática da Região Centro

do RS, [S.l.], 2008.

GLODBERG, K. H. **XML: visual quickstart guide (2nd edition)**. [S.l.]: Peachpit Press, 2008.

GRAU, B. C.; HORROCKS, I.; MOTIK, B.; PARSIA, B.; PATEL-SCHNEIDER, P.; SATTLER, U. **OWL 2, the next step for OWL**. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bbr.2011.03.031>.

GROSSO,

P.;

WALSH,

N.

XSL

Concepts

and

Practical Use. <http://nwalsh.com/docs/tutorials/xsl/xsl/slides.html>.

GRUBER, T. R. **Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing. Formal Ontology in Conceptual Analysis and Knowledge Representation, Padova.** Itália, 1993.

GUARINO, N. **Formal Ontology and Information Systems.** In: 1998. Anais... IOS Press, 1998.

p.3–15.

Helping and Healing People. Disponível em: <http://global.metlife.com/about/metlife-history/helping-healing-people/index.html>. Acessado em outubro, 2013.

HORROCKS, I.; PATEL-SCHNEIDER, P. F.; BOLEY, H.; TABET, S.; GROSOFF, B.; DEAN,

M. **SWRL: a semantic web rule language combining OWL and RuleML.** [S.l.]: DARPA DAML

Program, 2004. Draft Version,

<http://www.daml.org/rules/proposal/>.

ISERN, D.; MORENO, A.; PEDONE, G.; SÁNCHEZ, D.; VARGA, L. Z. **Home Care Personalisation with Individual Intervention Plans.** Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2009. 134–151p.

JANTSCH, A.; REATEGUI, E.; BARBOSA, M. L. K.; ROESLER, V. **Proposta de uma Interface Simplificada para o TV-Care: homecare via TV Digital para a terceira idade.** Porto Alegre, RS, UFRGS – PPGEDU, 2011.

JANTSCH, A.; BARBOSA, M. L. K.; REATEGUI E.; ROESLER V. **Proposta de uma Interface Simplificada para o TV-Care:**

homecare via TV Digital para a terceira idade. VI Congresso Ibero-americano de Telemática (CITA 2011), Gramado RS (Brasil), 2011.

JUPP, S.; MOULTON, G.; RECTOR, A.; STEVENS, R.; WROE, C. **A Practical Guide To Building OWL Ontologies Using Prétége 4 and CO-ODE Tools** - Edition 1.1.

2007.

KIDD C. D., ORR R., ABOWD G. D., ATKESON C. G., ESSA I. A.

, MACINTYRE B., MYNATT E., STARNER T. E. e NEWSTETTER W. **The Aware Home: A Living Laboratory for Ubiquitous**

Computing Research. College of Computing and GVU Center

, Georgia Institute of Technology

, Atlanta, USA.

KOH, W.; MUI, L. **An Information Theoretic Approach for Ontology-based Interest Matching.** In: WORKSHOP ON ONTOLOGY LEARNING'01, 2001. Anais. . . [S.l.: s.n.], 2001. p.–1–1.

LAERUM, H.; FAXVAAG, A. **Task-oriented evaluation of electronic medical records systems: development and validation of a questionnaire for physicians.** BMC Medical Informatics and Decision Making, [S.l.], v.4, n.1, p.1, 2004.

LASSILA, O.; SWICK, R. **Resource Description Framework (RDF) Model and Syntax**

Specification. 1999.

LEME, E. O. **Home Care.** Disponível em: <<http://www.portalHomeCare.com.br>>. Acessado em outubro, 2012.

LIBRELOTTO, G.; FREITAS, L.; FIORIN, A.; MOZZAQUATRO, B.; PASETTO, L.; MARTINI, R.; AZEVEDO, R. de; PEREIRA, R. **OntoHealth: a system to process ontologies applied to health pervasive environment.** In: UBI-MEDIA TH COMPUTING (U-MEDIA), 2011 4 INTERNATIONAL CONFERENCE ON, 2011.

LIBRELOTTO, G. R.; GASSEN, J. B.; FREITAS, L. O.; SILVEIRA, M. C.; SILVA, F. L.;

AUGUSTIN, I.; HENRIQUES, P. R. **Uma Ontologia aplicada a um Ambiente Pervasivo Hospitalar.** In: CAPSI'08 – 8 a Conferência da Associação Portuguesa De Sistemas

De Informação, 2008, Setubal, Portugal. Anais... [S.l.: s.n.], 2008.

LIMA, J. C.; CARVALHO, C. L. **Ontologias - OWL (Web Ontology Language) - Technical Report.** Universidade Federal de Goiás – GO, 2005.

LOPES, J. L. B. **Sensibilidade ao Contexto na Computação Pervasiva: avaliando o uso de**

ontologias. [S.l.]: Universidade Católica de Pelotas - Escola de Informática, 2006.

MCGEE-LENNON, M. R. **Requirements engineering for home care technology.** In: PROCEEDING OF THE TWENTY-SIXTH ANNUAL SIGCHI CONFERENCE ON

HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 2008, New York, NY, USA. Anais... ACM, 2008.

p.1439–1442. (CHI '08).

MCGUINNESS, D. L.; HARMELEN, F. **OWL Web Ontology Language Overview.**

[S.I.]: W3C, 2004. (REC-owl-features-20040210).

MEYER, J. **O Guia Essencial do HTML5.** 2011.

MISKELLY, F. Memorandum by Dr Frank Miskelly. 2004.

MOZER M. C. **The Adaptive House.** Disponível em <<http://www.cs.colorado.edu/~mozer/index.php?dir=/Research/Projects/Adaptive%20house/>>. Acessado em setembro 2012.

NOVO, TACIANA K. **Computação ciente de contexto aplicada ao monitoramento de condições críticas em ambientes físicos.** Dissertação de Mestrado – 2004 – Universidade Federal de São Carlos

NOY, F. N.; MCGUINNESS, D. L. **Ontology development 101: a guide to create your first ontology.** Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report, [S.I.]. 2001.

O'CONNOR, M. J.; DAS, A. K. **SQWRL: a query language for owl.** In: OWLED, 2008.

Anais... CEUR-WS.org, 2008. (CEUR Workshop Proceedings, v.529).

PINHEIRO, M. **Mobilidade e Computação Pervasiva.** Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES. 2009.

POSSARI, J. **Prontuário do paciente e os registros de enfermagem.** 1ª ed. São Paulo: Iátria, 2005.

RIES, LUIS H. L. **Uma Plataforma para Integrar Dispositivos Eletrônicos em Ambientes Pervasivos.** Dissertação de Mestrado, Ago 2007.

RUSCHEL, H.; ZANOTTO, M. S.; MOTA, W. C. **Computação em Nuvem.** Pontifícia Universidade Católica do Paraná – Curitiba. 2010.

SAHA, D.; MUKHERJEE, A. **Pervasive Computing: a paradigm for the 21st century.** COMPUTER, [S.I.], v.36, n.3, p.25–31, 2003.

SARAIVA, A. (2010). **Cresce o Número de Pessoas que Moram Sozinhas.** Disponível em:<<http://www.valor.com.br/brasil/2868658/cresce-no-pais-numero-de-pessoas-que-moram-sozinhas-mostra-o-ibge>>. Acessado em 06 Abr 2013.

SATYANARAYANAN, M. **Pervasive Computing: vision and challenges.** IEEE Personal Com-munications, [S.I.], v.8, p.10–17, 2001.

SCHILIT, B. N.; ADAMS, N.; GOLD, R.; TSO, M.; WANT, R. **The ParcTab**

mobilecomputing system. Disponível em <<http://www.citeseerx.ist.psu.edu>>, Acesso em 22 Jun 2012.

SHAFER S., KRUMM J., BRUMITT B., MEYERS B., CZERWINSKI M., ROBBINS D. **The New EasyLiving Project at Microsoft Research.** Microsoft Corporation, 1998.

SILVA, F.E.C. **Concepção e implementação de cenários de aplicação do PIMENTER – O computador 24 h.** 2008. 96 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência da Computação) - Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza – CE, 2008. Disponível em: <http://mpcomp.pgcomp.uece.br/admin/arquivos/FernandoSilva2008.pdf>. Acesso em outubro de 2013.

STUDER, R.; BENJAMINS, V. R.; FENSEL, D. **Knowledge Engineering: principles and**

methods. 1998.

TAURION, CEZAR. **Cloud Computing: Computação em Nuvem: Transformando o mundo da tecnologia da informação.** Rio de Janeiro: Brasport, 2009.

TIBIRIÇCA, C. B. **Detecção de usuários e suas interações com o ambiente utilizando rede de sensores.** Dissertação de Mestrado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2007.

USCHOLD, M. e GRUNINGER, M. **Ontologies: Principles, Methods e Applications.** Toronto, Canadá, 1996.

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

YAMIN, A. **Arquitetura para um Ambiente de Grade Computacional Direcionado às Aplicações Distribuídas, Móveis e Conscientes do Contexto da Computação Pervasiva.** 2004.

Tese (Doutorado) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

ZARGHAMI, A.; ESLAMI, M. Z.; SAPKOTA, B.; SINDEREN, M. van. **Toward dynamic**

service provisioning in the homecare domain. In: PERVASIVE COMPUTING TECHNOLOGIES FOR HEALTHCARE (PERVASIVEHEALTH), 2011 5TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON, 2011. Anais. . . [S.l.: s.n.], 2011. p.292 –299.

APÊNDICE A - PROPRIEDADES DE DADOS DA ONTOLOGIA

Nessa seção serão apresentadas as propriedades de dados mapeadas na ontologia de *Home Care*. No entanto, as propriedades *identificador*, *descricao* e *necessario* não estão descritas na

Tabela 3, visto que estão presentes em todas as classes.

Tabela 3: Tabela de propriedade de dados da ontologia

Classe	Propriedade	Tipo Dado	Valores
Cômodo	luminosidade	float	0-100
	temperatura	float	–
	umidade	float	0-100
Móvel	tipoMovel	string	cadeira, sofá, balcão, cama, mesa ou outro
Objeto	tipoObjeto	string	quadro, porta-retrato, vaso ou outro
Atividade Paciente	inicioAtividade	dateTime	–
	status	boolean	true ou false
	terminoAtividade	dateTime	–
AtividadeCognitiva	tipoAtividadeCognitiva	string	memória, raciocínio, atenção ou linguagem
AtividadeFisica	intensidade	string	baixo, moderado ou alto
	necessitaAuxilio	boolean	true ou false
	tipoAtividadeFisica	string	caminhar, alongar, correr ou outro
AtividadeVidaDiaria	tipoAVD	string	beber, comer, dormir, acordar, banheiro, medicamento, vestir, sentar, levantar, banho, acordar, beber ou outro
DeficienciaVisual	grauDefVisual	float	leve, moderada, grave, profunda ou total
DeficienciaCognitiva	grauDefCognitiva	int	baixo, moderado, alto
DeficienciaFisica	grauDefFisica	string	baixo, moderado ou alto
DeficienciaAuditiva	grauDefAuditiva	string	leve, moderada, grave,

			profunda ou total
Doença	icd	string	–
Demência	curso	string	estável, progressivo ou reversível
	estágio	string	inicial, intermediário ou avançado
Equipamento	horaAtivacao	time	–
	horaDesligamento	time	–
	status	boolean	true ou false
	data	date	–
	diagnóstico	string	–
	observação	string	–
	visualizado	boolean	true ou false
	horario	time	–
Medicamento	quantidadeDisponivel	int	–
	posologia	string	–
Notificacao	horaNotificacao	dateTime	–
	mensagem	string	–
	visualizada	boolean	true ou false
Alerta	prioridade	string	normal ou alta
Pessoa	nome	string	–
	dataNascimento	date	–
Medico	CRM	string	–
	especialidade	string	geriatria, geral, gastroenterologia, neurologia, cardiologia ou outro
Enfermeiro	COREN	string	–
TecnicoEnfermagem	COREN	string	–
Visitante	grauAfinidade	string	baixo, médio ou alto
SinaisVitalis	frequenciaCardiaca	float	–
	frequenciaRespiratoria	float	–
	satOxigenio	float	–
	pressaoDiastolica	float	–
	pressaoSistolica	float	–
	temperatura	float	–

Sintoma	icd	string	–
AplicativoMovel	executando	boolean	true ou false
	versão	string	–
OntologiaCAtual	dataCriacao	date	–
	dataArmazenamento	date	–
PEP	versão	string	–
	dataAtualizacao	date	–
	executando	date	–

APÊNDICE B - PROPRIEDADES DE OBJETOS DA ONTOLOGIA

Este apêndice apresenta as propriedades de objetos (relacionamentos) presentes na ontologia.

Tabela 4: Tabela de propriedades de objetos da ontologia

Classe	Relacionament o	Classe	Relação Inversa
AplicativoMovel	comunica	ModEntrada	–
	recebe	Notificacao	–
	apresenta	Notificacao	–
	instaladoEm	Dispositivo Movel	possui
AtividadeFisica	podeInfluenciar	SinaisVitais	influenciadoPor
Comodo	contem	Equipamento, Movel, Objeto e Pessoa	estaEm
Doenca	temSintoma	Sintomas	eSintomaDe
	podeSerCausa De	Sindrome	podeSerExpressaoDe
	podeCausar	Deficiencia	causadaPor
Objeto	estaEm	Movel	contem
Enfermeiro	assiste	Paciente	assistidoPor
	auxilia	Paciente	auxiliadoPor
	administra	Medicamento	administradoPor
Exame	pertenceA	Paciente	–
Medicamento	estaEm	Dispenser	contem
	indicadoPara	Paciente	–
	combate	Sintoma	–
Medico	prescreve	Medicamento	prescritoPor
	recomenda	AtividadePaciente	–
	requisita	Exame	requisitadoPor
	visualiza	Exame	visualizadoPor
	responsávelPor	Paciente	sobResponsabilidade
	indica	Médico	–
ModOntoHC	comunica	OntologiaCAtual,	–

		ModNuvem, ModNotific e ModPICuidados	
ModEntrada	comunica	ModOntoHC e ModPICuidados	–
	comunica	ModOntoHC e ModPICuidados	–
ModPICuidados	comunica	ModOntoHC	–
ModNotific	comunica	Equipamento	–
	envia	Notificacao	–
ModNuvem	comunica	OntologiaHC, PEP	–
Notificacao	dispDestino	Equipamento	–
Paciente	realiza	Exame	realizadoPor
	realiza	AtividadePaciente	–
	possui	Doença, Deficiencia, e SinaisVitalis	–
	apresenta	Sintoma	–
Pessoa	possui	Dispositivo Computacional	pertenceA
	utiliza	Equipamento	utilizadoPor
Responsável	auxilia	Paciente	auxiliadoPor
	assiste	Paciente	acompanhadoPor
Sensor	monitora	Paciente e Comodo	monitoradoPor
Sindrome	temSintoma	Sintoma	eSintomaDe
TecnicoEnfermagem	auxilia	Paciente	auxiliadoPor
	assiste	Paciente	assistidoPor
Visitante	assiste	Paciente	assistidoPor