

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS — UNISINOS  
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO APLICADA  
NÍVEL MESTRADO

WILLIAM HART OLIVEIRA

PEPCONTEXTUAL: DEFINIÇÃO DE UM PRONTUÁRIO ELETRÔNICO DE PACIENTE  
CIENTE DE CONTEXTO

SÃO LEOPOLDO  
2016



William Hart Oliveira

PEPCONTEXTUAL: DEFINIÇÃO DE UM PRONTUÁRIO ELETRÔNICO DE PACIENTE  
CIENTE DE CONTEXTO

Dissertação apresentada como requisito parcial  
para a obtenção do título de Mestre pelo  
Programa de Pós-Graduação em Computação  
Aplicada da Universidade do Vale do Rio dos  
Sinos — UNISINOS

Orientador:  
Prof. Dr. Cristiano André da Costa

São Leopoldo  
2016

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

Oliveira, William Hart

PEPCONTEXTUAL: DEFINIÇÃO DE UM PRONTUÁRIO ELETRÔNICO DE PACIENTE CIENTE DE CONTEXTO / William Hart Oliveira — 2016.

100 f.: il.; 30 cm.

Dissertação (mestrado) — Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada, São Leopoldo, 2016.

“Orientador: Prof. Dr. Cristiano André da Costa, Unidade Acadêmica de Pesquisa e Pós-Graduação”.

1. Ciência de Contexto. 2. Ciência de Situação. 3. Computação Ubíqua. 4. Prontuário Eletrônico do Paciente. 5. Saúde Ubíqua. I. Título.

CDU 004:61

Bibliotecária: Carla Maria Goulart de Moraes — CRB 10/1252

*Pouca ciência faz dos homens orgulhosos;  
Muita ciência os torna humildes.  
Com isso, as espigas vazias elevam a cabeça soberba,  
Enquanto as cheias inclinam-se humildemente em direção ao planeta.*  
— AUTOR DESCONHECIDO



## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, devo agradecer aos meus pais, que me deram todo o suporte necessário. A criação e educação que recebi deles me possibilitou chegar a este momento.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Cristiano André da Costa, pela disponibilidade, ensinamentos, orientação, incentivo e apoio ao longo deste trabalho.

Um agradecimento à colega e amiga Milene Martini, com quem estive mais próximo durante este processo. Agradeço também aos demais colegas do PIPCA, que compartilharam momentos de aprendizado no decorrer deste projeto, bem como também aos professores e funcionários da Unisinos, que colaboraram de forma direta ou indireta na execução deste trabalho.

A minha irmã que sempre esteve disponível para conversar durante esta fase e me demonstrou que podemos ir a qualquer lugar, desde que tenhamos vontade e coragem de chegar.

Aos colegas de trabalho e amigos que de alguma forma foram impactados por este projeto e que entenderam os momentos de ausência que foram necessários, nunca duvidando das minhas qualidades.

Agradeço aos meus amigos Guilherme e Bumbel pelo apoio, reflexões e conversas de vida. Ainda, aos meus amigos Giancarlo e Marcelo, que me apoiaram nessa jornada e agregaram valor a este trabalho com debates, sugestões, auxílio e incentivos.

Gostaria de agradecer a CAPES pelo apoio financeiro através do Programa de Suporte à Pós-Graduação de Instituições de Ensino Particulares (PROSUP).

Finalmente, agradeço também ao Dr. Dinarte Alexandre Ballester, bem como o Sistema de Saúde Mae de Deus pela parceria no projeto e por disponibilizar sua equipe interna e infraestrutura para a avaliação da pesquisa.

Acredito que sem o apoio de todos aqui citados, esse trabalho não seria possível.

Obrigado!



*“Ninguém abre um livro sem que aprenda alguma coisa”.*  
(Anônimo)



## RESUMO

A computação móvel pode ser definida como informação na ponta dos dedos a qualquer hora, em qualquer lugar e avança como uma realidade nas tarefas e atividades das pessoas, em decorrência da popularização e diversificação de dispositivos móveis e redes sem fio. Faz-se importante então, desenvolver modelos que permitam não somente compartilhar dados clínicos, mas sim aumentar a longevidade dos dados, melhorar a sua qualidade, tornar os dados independentes da tecnologia usada e cientes de contexto. Neste cenário, o presente trabalho, denominado PEPContextual, consiste em um modelo que faz uso da ciência da situação (situation awareness), explorando informações relacionadas com o ambiente ou com os próprios usuários e onde diversos tipos de contextos são aglomerados de forma a gerar uma visualização mais rica, complexa e inteligente, criando inúmeras possibilidades, dentre elas, a inferência de riscos associados ao paciente. A contribuição principal deste trabalho está relacionada na identificação da dados de PHR do paciente e do uso da ciência da situação a fim de que seja possível realizar inferências de sintomas e possíveis diagnósticos. O modelo foi avaliado de duas formas: A primeira avaliação por estudo de caso confirmou a expectativa de que a aplicação de ciência de situação, baseada no modelo de Endsley, possibilitaria que o modelo de forma ubíqua detectasse riscos associados ao paciente; A segunda avaliação contemplou a usabilidade do modelo, como facilidade de uso e utilidade onde a maioria dos utilizadores considerou que as informações inferidas podem auxiliar diariamente em tratamentos.

**Palavras-chave:** Ciência de Contexto. Ciência de Situação. Computação Ubíqua. Prontuário Eletrônico do Paciente. Saúde Ubíqua.



## ABSTRACT

Ubiquitous computing can be defined as information at anytime, anywhere and its grows as a reality on people's activities and daily tasks through the diversification and popularization of mobile devices and networks. So, it's important create models that allow not only share clinical data, but increase its quality, making it indifferent to technology and context aware. In this case, the present paper, called PEPContextual, is about a model that makes use of situation awareness, exploring environment related information and/or its own users, where several types of contexts are combined looking a richer, complex and smart visualization, creating several possibilities and, among that, the inference of associated risks to patients. The main contribution of this paper is related to make use of PHR data and situation awareness in order to inference symptoms and some diagnoses. The model was evaluated by two distinct ways: The first evaluation by case study has confirmed the proposal that situation awareness, based on Endsley model, makes possible that the model is capable to find associated risks through ubiquity; The second evaluation measured the usability of the model, as the ease of use and utility where most of users had considered that inference information can help on daily treatments.

**Keywords:** Context Awareness. Situation Awareness. Ubiquitous Computing. Eletronic Health Record. Ubiquitous Health.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Avanços na Computação Ubíqua e Pervasiva. . . . .	30
Figura 2:	Ambiente com RES. . . . .	34
Figura 3:	Modelo Gráfico da Rede Bayesiana. . . . .	41
Figura 4:	Arquitetura do Framework AmI. . . . .	42
Figura 5:	Componentes Arquiteturais do Framework AmI. . . . .	43
Figura 6:	Abordagem para Serviço Ciente de Contexto. . . . .	44
Figura 7:	Arquitetura do ERMHAN. . . . .	45
Figura 8:	Arquitetura do Sistema DSS. . . . .	46
Figura 9:	Arquitetura do Framework de Detecção de Quedas. . . . .	47
Figura 10:	Modelo da Rede Bayesiana. . . . .	48
Figura 11:	Ontologia ELDeR. . . . .	50
Figura 12:	Agentes que Compõem o Modelo. . . . .	51
Figura 13:	Arquitetura do Modelo AHCS. . . . .	52
Figura 14:	Fluxo de Ação e Aplicação do Modelo. . . . .	58
Figura 15:	Etapas de Execução dos Componentes da Arquitetura. . . . .	59
Figura 16:	Arquitetura Geral do Modelo - Serviço. . . . .	60
Figura 17:	Modelagem do Agente Coletor. . . . .	61
Figura 18:	Modelagem do Agente de Contexto. . . . .	61
Figura 19:	Modelagem do Agente de Risco. . . . .	62
Figura 20:	Template do Paciente. . . . .	63
Figura 21:	Arquétipo do Profissional. . . . .	63
Figura 22:	Arquétipo de Mudança. . . . .	64
Figura 23:	Arquétipo de Acompanhamento. . . . .	64
Figura 24:	Questionário de Acompanhamento 1. . . . .	66
Figura 25:	Questionário de Acompanhamento 2. . . . .	67
Figura 26:	Diagrama de Atividade. . . . .	71
Figura 27:	Diagrama de Componentes. . . . .	72
Figura 28:	Camadas de Arquitetura. . . . .	73
Figura 29:	Diagrama de Sequência - Servidor. . . . .	73
Figura 30:	Diagrama de Sequência - Cliente. . . . .	74
Figura 31:	Interfaces iniciais do aplicativo. . . . .	75
Figura 32:	Interfaces principais e funcionalidades. . . . .	76
Figura 33:	Interfaces de protocolos ARC, SRQ e exemplo de inferência. . . . .	77
Figura 34:	Interface de notificação. . . . .	77
Figura 35:	Mockups da Aplicação Cliente. . . . .	80
Figura 36:	Resultados de Avaliação de Perfil . . . . .	83
Figura 37:	Resultados de Avaliação de Perfil . . . . .	83
Figura 38:	Resultados de Facilidades de Uso . . . . .	83
Figura 39:	Resultados de Facilidades de Uso . . . . .	84
Figura 40:	Resultados de Utilidade do Sistema . . . . .	84
Figura 41:	Resultados de Utilidade do Sistema . . . . .	85
Figura 42:	Resultados de Utilidade do Sistema . . . . .	85
Figura 43:	Resultados de Utilidade do Sistema . . . . .	85
Figura 44:	Resultados de Utilidade do Sistema . . . . .	86



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Características dos Trabalhos Relacionados. . . . .	53
Tabela 2:	Características que Serão Empregadas no PEPContextual. . . . .	55
Tabela 3:	Fases da RUP. . . . .	70



## LISTA DE SIGLAS

API	Application Programming Interface
EHR	Eletronic Health Record
GPS	Global Positioning System
HL7	Heath Level Seven
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IDE	Integrated Development Environment
ISO	International Organization for Standardization
JSON	JavaScript Object Notation
LINQ	Language Integration Query
MVC	Model View Controller
OO	Orientação a Objeto
OWL	Ontology Web Language
PHR	Personal Health Record
RDF	Resource Description Framework
REST	Representational State Transfer
SDK	Software Development Kit
SOA	Service Oriented Architecture
SOC	Computação Orientada a Serviços
SOAP	Simple Object Access Protocol
SQL	Structured Query Language
Ubiocomp	Ubiquitous Computing
UI	User Interface
UML	Unified Modeling Language
UPA	Unidade de Pronto Atendimento
XML	eXtensible Markup Language
XHTML	Extensible Hypertext Markup Language
WWW	World Wide Web
WSDL	Web Service Description Language
WS	Web Service
W3C	World Wide Web Consortium



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>21</b>
1.1 Motivação	23
1.2 Problema	24
1.3 Questão de Pesquisa	25
1.4 Objetivo	26
1.5 Metodologia	27
1.6 Organização do Texto	27
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>29</b>
2.1 Computação Ubíqua	29
2.1.1 Computação Móvel, Ubíqua ou Pervasiva?	30
2.2 Contexto, Ciência de Contexto e Ciência da Situação	31
2.2.1 Ciência de Contexto	31
2.2.2 Ciência da Situação	32
2.3 Saúde Ubíqua	33
2.4 OpenEHR e Ontologia	35
2.5 Modelagem Orientada à Agentes	36
2.6 Considerações sobre o Capítulo	37
<b>3 TRABALHOS RELACIONADOS</b>	<b>39</b>
3.1 Revisão Sistemática da Literatura	39
3.1.1 Definição da Busca	39
3.1.2 Execução da Busca	40
3.1.3 Ameaças à Validade	40
3.2 Data Mining for Censored Time-to-Event Data: A Bayesian Network Model for Predicting Cardiovascular Risk from Electronic Health Record Data	41
3.3 Ontology-Driven Monitoring of Patient's Vital Signs Enabling Personalized Medical Detection and Alert	42
3.4 An Ontology-Based System for Context-Aware and Configurable Services to Support Home-Based Continuous Care	43
3.5 A Mobile System for Real-Time Context-Aware Monitoring of Patient's Health and Fainting	45
3.6 Context-Aware Fall Detection Using a Bayesian Network	47
3.7 A Context-Aware Component for Identifying Risks Associated to Elders' Activities of Daily Living	49
3.8 Context-Aware Services for Ambient Assisted Living: A Case-Study	50
3.9 Avaliação dos Trabalhos Relacionados	51
3.10 Lacunas de Pesquisa	54
<b>4 MODELO PROPOSTO</b>	<b>57</b>
4.1 Diretrizes e Definições	57
4.2 Arquitetura	57
4.2.1 Serviço REST	60
4.2.2 Cliente	61
4.3 Templates e Arquétipos da Ontologia Baseada no Padrão OpenEHR	62
4.4 Estudo de Caso	64

4.4.1	Cenário de Aplicações . . . . .	65
4.4.2	Comportamento Esperado do Modelo . . . . .	67
<b>5</b>	<b>IMPLEMENTAÇÃO . . . . .</b>	<b>69</b>
5.1	Diretrizes e Definições . . . . .	69
5.2	Aspectos de Implementação . . . . .	69
5.2.1	Serviço REST . . . . .	72
5.2.2	Cliente . . . . .	74
5.3	Telas do Protótipo . . . . .	75
<b>6</b>	<b>AVALIAÇÃO DO MODELO . . . . .</b>	<b>79</b>
6.1	Metodologia . . . . .	79
6.2	Estudo de Caso . . . . .	79
6.3	Avaliação de Uso Estendido do PEPContextual . . . . .	80
6.3.1	Questionário . . . . .	80
6.3.2	Resultados do Questionário de Usuário . . . . .	82
6.3.3	Avaliação das Inferências Obtidas . . . . .	86
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS . . . . .</b>	<b>89</b>
7.1	Conclusão . . . . .	89
7.2	Contribuições . . . . .	90
7.3	Trabalhos Futuros . . . . .	91
	<b>REFERÊNCIAS . . . . .</b>	<b>93</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O surgimento de novas tecnologias da informação no cotidiano possibilitou diversas formas de comunicação e obtenção de informação. Estudos sobre mobilidade em sistemas distribuídos vêm sendo impulsionados pela proliferação de dispositivos móveis e pela exploração de novas tecnologias baseadas em redes sem fio (DIAZ A.; MERINO, 2010). De acordo com um estudo divulgado pelo eMarketer<sup>1</sup>, cerca de um quarto da população mundial terá um dispositivo móvel em 2015 e 51,7% dos usuários de celulares em todo o mundo terão smartphones até 2018, representando 2,560 bilhões de pessoas. Em relação a América Latina, o Brasil aparece em sexto lugar entre os 25 países com o maior número de usuários de smartphone em 2014.

Satyanarayanan (2010) diz que a computação móvel pode ser definida como informação na ponta dos dedos a qualquer hora e em qualquer lugar. A computação móvel avança como uma realidade nas tarefas e atividades das pessoas, em decorrência da popularização e diversificação de dispositivos móveis e redes sem fio. Como consequência, nasce o suporte computacional contínuo, denotando o conceito de computação ubíqua (CACERES C.; FERNANDEZ, 2006; WEISER, 1995). Isto somado com a possibilidade de acesso de boa parte da população em razão do baixo custo dos dispositivos torna possível a obtenção de informações (JING; HELAL; ELMAGARMID, 1999; COSTA; YAMIN; GEYER, 2008; TONIN, 2012).

Com isso, outro tema relacionado é o conceito de ciência de contexto (*context awareness*), que aliada à propagação da comunicação sem fio permitiu aos serviços computacionais serem disponibilizados em contextos específicos (BELLAVISTA et al., 2012). A ciência de contexto consiste na capacidade do sistema reagir a dados externos que podem influenciar uma aplicação (DEY; ABOARD; SALBER, 2001). Além disso, proporciona certa inteligência ao software com o intuito de ajudar a fornecer informações e tomar decisões baseadas nas preferências do usuário ligadas a um contexto como localização, preferências pessoais, dentre outras (CHEN; KOTZ, 2000; HOFER et al., 2003; SANTOS, 2009). Finalmente, Satyanarayanan (1996) conclui que a computação móvel é semelhante às formas de computação tradicionais em diversos aspectos.

Por outro lado, na área da saúde os registros médicos dos pacientes são mantidos por distintos provedores da área - Hospitais, UPAs (*Unidade de Pronto Atendimento*), Clínicas, dentre outras - o que acarreta em dificuldades para o compartilhamento dessas informações (BELYAEV et al., 2013). Além disso, devido à digitalização das informações dos registros médicos e da capacidade dos dispositivos em gerar tais informações, os sistemas de controle dos dados do paciente acabam por ficar não gerenciáveis, embora estudos demonstrem indicativos que o envolvimento do paciente no processo e no controle dos seus dados facilita o tratamento (TRIFANTAFYLLIDIS et al., 2013). Para agravar o quadro, a busca por uma informação relevante é complexa em função do volume de dados e uma tarefa que consome um tempo importante para o paciente e o atendimento em si (VICENTINI C. F.; MACHADO, 2009).

---

<sup>1</sup><http://www.emarketer.com/Article/2-Billion-Consumers-Worldwide-Smartphones-by-2016/1011694>, consultado em 11/04/2015

Em face desse panorama, uma alternativa que vem sendo abordada pela comunidade científica é a migração das informações armazenadas em prontuários eletrônicos do paciente (*Electronic Health Records – EHR*) para os chamados prontuários eletrônicos pessoais (*Personal Health Records – PHR*) (BELYAEV et al., 2013). Para tanto, dentre os principais padrões que tratam a interoperabilidade em sistemas, destaca-se o padrão OpenEHR<sup>2</sup> (KALRA, 2006; VELTE, 2011).

Assim sendo, se faz possível gerir, de forma individual, informações como exames, sinais vitais e demais dados que sejam pertinentes à saúde do paciente. Uma possibilidade nesse sentido, decorrente da disseminação dos dispositivos móveis e do crescimento no surgimento de sensores corporais (*wearable computing*), é permitir que o paciente interaja com o seu PHR a partir de múltiplos dispositivos móveis. Estes acessos podem ser combinados ou não com informações armazenadas de indicadores (SIMON S. K.; ANBANANDHEN, 2013) decorrentes de sensores corporais – a chamada saúde ubíqua (*ubiquitous health*) – utilizados em sistemas de saúde EHR baseados na ciência da situação (*situation awareness*) (KHARRAZI et al., 2012).

A saúde ubíqua consiste no uso da ciência de contexto sobre elementos do ambiente e dos usuários, inseridos neste de forma proativa, através da combinação de interfaces intuitivas e processos onde os usuários não necessitam de conhecimentos específicos para utilizar os sistemas de saúde de forma plena (SOUZA, 2010). Ainda, saúde ubíqua pode ser definida como a oferta de assistência médica em qualquer lugar e momento por meio de tecnologias de rede móvel (banda larga e 3G) (CACERES C.; FERNANDEZ, 2006; JEONG K.; JUNG, 2009; RODRIGUES S.; DILLI, 2011) ou então ser entendida como a utilização de recursos de computação ubíqua para assistência à saúde (LIM J.E.; CHOI, 2009; DEY A. K.; ESTRIN, 2011). Já a ciência da situação significa conhecer tudo sobre o que está acontecendo no escopo de uma situação, ligado ao conhecimento de um evento ou fenômeno em particular (ENDSLEY, 1998). Pode ser definida também como a percepção dos elementos de um ambiente, bem como a compreensão de seus significados e a projeção de seus status em um futuro próximo (DOMINGUEZ C., 1994).

Entretanto, a vasta heterogeneidade de modelos de dados das diversas aplicações implementadas dos sistemas de saúde e as diversas tecnologias utilizadas potencializam desafios ao desenvolvimento dos sistemas de informação. Dentre eles, destacam-se: longevidade dos registros clínicos; interoperacionalidade entre todos os sistemas de saúde; obsolescência dos sistemas; multiplicidade de sistemas de aquisição de dados; mobilidade de indivíduos; e variedade de terminologias médicas (BEALE, 2007).

Faz-se importante então, desenvolver modelos que permitam não somente compartilhar dados clínicos, mas sim aumentar a longevidade dos dados, melhorar a sua qualidade (agregando valor na informação), tornar os dados independentes da tecnologia usada e cientes de contexto. Neste cenário, o presente trabalho, denominado PEPContextual, consiste em um modelo que faz uso da ciência de contexto (*context awareness*) (DEY, 2001; DU; WANG, 2008) e ciên-

---

<sup>2</sup><http://openehr.org>, acessado em 11/04/2015

cia da situação (*situation awareness*), explorando informações relacionadas com o ambiente ou com os próprios usuários e onde diversos tipos de contextos são aglomerados de forma a gerar uma visualização mais rica, complexa e inteligente, criando inúmeras possibilidades, dentre elas, a inferência de riscos associados ao paciente (ANAGNOSTOPOULOS; NTARLADIMAS; HADJIEFTHYMIADES, 2007; STIPKOVIC; BRUNS; DUNKEL, 2013).

## 1.1 Motivação

Segundo o IBOPE<sup>3</sup> o número de usuários de smartphones no Brasil atingiu cerca de 9,5 milhões em 2012. Devido à disponibilidade destes dispositivos para a população, além do acesso à Internet por um custo relativamente baixo, os dispositivos tornam-se ferramentas para proliferação e acesso à informação. Estima-se que em 2017 existirão aproximadamente 3 bilhões de smartphones no mundo e até 2016 está previsto que o consumo de dados, através de dispositivos móveis, atingirá a faixa de 10 exabytes por mês (COMMISSION, 2012; MOBILE, 2012). Já segundo a CISCO<sup>4</sup>, em função da previsão de crescimento constante no tráfego móvel e a forte ascendência no número de dispositivos conectados à Internet móvel, o número destes dispositivos excederá o número de pessoas na Terra (segundo as Nações Unidas, 7,6 bilhões de pessoas em 2017).

Além disso, o registro das informações do paciente de forma eletrônica vem sendo usada por instituições de saúde ao longo dos últimos anos. A área de EHR cresceu 15% em 2012, com valor estimado de 20,7 bilhões de dólares, embora os indicadores mostrem que 39% dos médicos não recomendariam o EHR que fazem uso para seus colegas (SCHUTZBANK A.; FERNANDOPULLE, 2014).

Destaca-se também a dificuldade de integração dos dados entre os diversos provedores como um dos principais problemas dos atuais EHRs, tendo em vista que os pacientes possuem relações com distintas instituições de saúde (BELYAEV et al., 2013). Além de manter seus próprios dados, cada EHR tem seus mecanismos de segurança e credenciais, fazendo com que o foco não seja o paciente, mas sim a relação provedor-de-saúde e paciente (COATS; ACHARYA, 2013).

O uso atual de um PHR é a agregação das informações obtidas pelo próprio paciente, como dados coletados através de sensores de um smartphone e com as informações do prontuário eletrônico (SIMON S. K.; ANBANANDHEN, 2013). Entretanto, os PHRs permitem que o paciente obtenha o direito sobre seus dados, como o histórico médico, sintomas, informações relacionadas à saúde da pessoa, entre outros (BELYAEV et al., 2013). A participação do paciente na interação com seu prontuário deve sofrer mudanças em vista da utilização dos dispositivos móveis e a captura de indicadores através de sensores, além de agregar valor às informações e tornar possível uma ação mais proativa (CHEN et al., 2013).

Um sistema computacional ubíquo deve atender certas premissas, tais como invisibilidade,

<sup>3</sup><http://www.ibope.com.br/pt-br/noticias/paginas/mobilidade-digital-quase-dobra-entre-os-brasileiros-nos-ultimos-tres-anos.aspx>, consultado em 04/11/2014

<sup>4</sup><http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827>, consultado em 13/04/2014

escalabilidade, adaptação, disponibilidade, tolerância a falhas, entre outras particularidades (SATYANARAYANAN, 2010). Além disso, faz uso da computação móvel e ubíqua para o monitoramento do paciente independente da hora e local sem a necessidade de uma intervenção de um provedor de saúde (WEISER, 1995; COSTA; YAMIN; GEYER, 2008). Ou seja, fornecer um serviço conveniente ao paciente e facilitar o diagnóstico das condições clínicas (GELOGO; KIM, 2013).

A integração das áreas de saúde ubíqua, abrangendo o uso do prontuário pessoal do paciente, nasce da evolução do acesso à informação a partir dos dispositivos móveis e da mobilidade destes equipamentos e suas integrações com múltiplos sensores (KHARRAZI et al., 2012). Neste sentido, acabam surgindo diversos desafios de pesquisa, como a compatibilidade com diferentes plataformas e como lidar com o excesso de informações (CHEN et al., 2013).

A partir dessas lacunas, o presente trabalho propõe um modelo que adapte informações do prontuário eletrônico do paciente, sugerindo o uso de recursos fornecidos pela tecnologia móvel em que diversos tipos de contextos são agregados com o objetivo de inferir riscos associados ao paciente. Uma aplicação ciente de situação interage com o usuário, aprende com o comportamento, suas ações - obtidas através de sensores físicos e virtuais - e autonomamente sugere novas ações e/ou infere situações de acordo com o contexto situacional atual (ANAGNOSTOPOULOS; NTARLADIMAS; HADJIEFTHYMIADES, 2007). O modelo proposto consiste em um prontuário eletrônico do paciente focado em dispositivos móveis, no âmbito da saúde ubíqua que utiliza a ciência da situação e permita que os provedores de saúde possam agir de forma proativa.

## 1.2 Problema

Os sistemas de informação em saúde apresentam grandes desafios desde sua concepção até seu desenvolvimento, implantação e sustentação. É relevante considerar que a atividade médica é bastante fragmentada e uma boa porção dos problemas surge pelo modo como estes sistemas são concebidos, especificamente com terminologias e designações distintas para o mesmo elemento, seja no nível de como se trata o dado de um paciente em um prontuário, seja pela forma como se trata uma doença (TENTORI M.; FAVELA, 2008). Como resultado, se observa que não existe um padrão que seja totalmente seguido no desenvolvimento de sistemas de informação em saúde.

Em decorrência do crescimento e do acesso compartilhado de informações médicas em nível mundial, tanto os pacientes como os profissionais de saúde esperam que os dados de prontuário eletrônico possam ser transmitidos de uma forma segura, confiável e eficiente em todas as unidades de uma assistência médica. Desta forma, o histórico médico integrado de saúde de um paciente pode ser visualizado por prestadores de assistência médica independente do lugar e do momento (HEDAYAT, 2010a). Ainda, COSTA (2009) enfatiza que os sistemas de informação de instituições de saúde devem possuir meios de comunicação entre sistemas para

apoiar a atenção ao paciente em diversos níveis.

Neste sentido, é estabelecido um modelo de informação ou referência que é utilizado para representar as propriedades da informação, e um modelo de conhecimento representado pelo conceito de arquétipos (SANTOS, 2011; SANTOS M. R.; BAX, 2010). Cada situação ou contexto pode conter particularidades específicas que podem demandar uma adaptação de recursos de modo que se obtenha o maior proveito do arquétipo que está sendo oferecido. Com a dificuldade de acessar esses recursos a partir de dispositivos móveis, percebe-se a necessidade de um modelo que se adapte a situação (JEONG; HONG, 2013).

A computação ciente de contexto é um paradigma que está diretamente relacionada a computação móvel e também a computação ubíqua (JEONG K.; JUNG, 2009). O paradigma citado visa obter dados relacionados aos processos de negócio objetivando sempre aperfeiçoá-los e fornecer e gerar informações mais precisas e personalizadas aos usuários. O contexto pode ser definido como qualquer informação que pode ser usada para caracterizar a situação de uma entidade, que pode ser uma pessoa, um objeto ou mesmo um lugar (DEY, 2001). Já uma aplicação ciente ao contexto pode ser definida como uma aplicação cujo comportamento é diretamente afetado pelo contexto do usuário (DEY; ABOWD; SALBER, 2001).

Sendo assim, o objetivo da computação ciente ao contexto é obter informações relevantes ao ambiente visando agregar valor ao sistema abordado, executando tarefas mais complexas que fornecem informações baseadas na situação e contexto do usuário. Desta forma, a computação sensível ao contexto e a ciência da situação fornecem possibilidades de uma aplicação sugerir e/ou tomar decisões inteligentes (LIM J.E.; CHOI, 2009).

### 1.3 Questão de Pesquisa

Com base na caracterização do problema apresentado na seção anterior, a questão de pesquisa que este trabalho busca responder é:

*“É possível inferir riscos à saúde das pessoas fazendo uso da ciência da situação através de informações de um prontuário eletrônico pessoal acessível a partir de dispositivos móveis?”.*

O desafio desse trabalho encontra-se em desenvolver um modelo que obtenha o contexto e situação do paciente para a visão de PHR e então inferir riscos associados. Dessa forma, espera-se que o profissional possa ter maior assertividade no seu tratamento, bem como informações mais precisas sobre o estado do paciente.

Busca-se a aplicação do modelo em um PHR focado para dispositivos moveis, no âmbito da saúde ubíqua que utiliza a ciência da situação afim de gerar informações de acordo com o contexto do usuário. Com isso, um meio de prover uma padronização e taxonomia de entidades ou objetos em sistemas de saúde é com o uso de ontologias e arquétipos, ou seja, com um conjunto de entidades com suas relações, restrições, axiomas e vocabulário (LLOYD D., 2006).

O uso de padrões na área de informática em saúde contribui para a integração de dados médicos (SOARES, 2009) e portanto o padrão OpenEHR é um excelente exemplo por se tratar de um padrão aberto, difundido e acessível (LLOYD D., 2006). Destaca-se ainda que o SUS<sup>5</sup>, através da Portaria Nº 2.073, de 31 de Agosto de 2011, descreve e faz uso do OpenEHR como padrão para definição do PHR no Brasil, além do HL7 como padrão de interoperabilidade.

Uma área de atuação dos dispositivos móveis é a possibilidade de utilização da infraestrutura de computação ubíqua como ferramenta de assistência à saúde (LIM J.E.; CHOI, 2009; DEY A. K.; ESTRIN, 2011). Segundo Tang e Carpendale (2006), tecnologias aplicadas em saúde ubíqua podem monitorar e alertar fatores que influenciam na saúde dos pacientes que englobam não somente a saúde física, como mental.

Além disso, uma das vantagens da utilização de ontologias é a sua aplicação em inferências sobre domínio (D'AQUIN; NOY, 2012). O uso das informações do contexto e sua transposição ao formato da ontologia permitem a geração de novos sintomas ou diagnósticos, agregando valor ao tratamento de pacientes (LIM J.E.; CHOI, 2009).

A saúde ubíqua é um campo emergente de tecnologia que utiliza um grande número de sensores e atuadores para monitorar e melhorar as condições físicas e mentais dos pacientes (BROWN; ADAMS, 2007). Entretanto, a quantidade de dados apresentada nas consultas aos sistemas atuais inviabiliza o trabalho dos médicos, enfermeiros e demais profissionais devido ao alto volume na procura da informação no momento do atendimento ao paciente, exigindo um alto tempo e atenção (VICENTINI C. F.; MACHADO, 2009).

## 1.4 Objetivo

O principal objetivo deste trabalho é desenvolver um modelo ubíquo chamado PEPContextual, que faz uso da ciência de contexto e ciência da situação, explorando informações relacionadas com o ambiente ou com os próprios usuários e onde diversos tipos de contextos são aglomerados de forma a inferir riscos associados à saúde dos pacientes. Os objetivos específicos do trabalho são:

- Estipular uma arquitetura genérica para inferência de riscos de saúde associados aos pacientes através de dados de PHR;
- Desenvolver um protótipo que permita identificar, armazenar e analisar dados de PHR em inferências;
- Demonstrar como o uso de ontologias e arquétipos facilitam e possibilitam o reuso, padronização e compartilhamento de conhecimento e informações sobre dados de prontuários eletrônicos do paciente;

---

<sup>5</sup>[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2073\\_31\\_08\\_2011.html](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2073_31_08_2011.html)

O modelo consiste em um PHR focado para dispositivos moveis, no âmbito da saúde ubíqua que utiliza a ciência da situação de modo a gerar informações de acordo com o contexto do usuário. As informações serão salvas em uma ontologia de um arquétipo baseado no padrão OpenEHR de forma a possibilitar a detecção das possíveis situações e definição dos riscos envolvidos através da inferência ao contexto (PELEG et al., 2013; TRIANTAFYLLIDIS et al., 2013). Além disso, espera-se fornecer um modelo e avaliá-lo através da implementação de um protótipo (WAINER, 2007).

## 1.5 Metodologia

A metodologia é baseada em pesquisa explicativa com o objetivo de apresentar algo diferente. A hipótese é sustentada na proposta de relação entre contexto, situação e PHR, no sentido de avaliar se informações baseadas em contexto podem auxiliar a inferir riscos de saúde. Trata da criação de um modelo que possibilite a manipulação dessas informações.

A abordagem será mista, ou seja, quanti-qualitativa. Quantitativa na ênfase em comparação de resultados e no uso intensivo de técnicas estatísticas, através de técnicas de comparação abordadas na sessão de avaliação. E qualitativa na observação criteriosa dos ambientes e com base no entendimento dos usuários e suas perspectivas (WAINER, 2007; WAZLAWICK, 2009).

Será apresentado o aplicativo resultante do modelo PEPContextual e em seguida solicitado que os participantes respondam um questionário que avalia o impacto do modelo em casos reais nos quais este fora aplicado. Então, o processo da avaliação é finalizado com a aplicação de análises estatísticas, cruzando o resultado obtido pelas inferências do modelo versus o resultado esperado. Finalmente, o estudo visa fornecer o produto gerado com o objetivo de estimular novas pesquisas que estendam a ideia inicial e dar continuidade na produção de invenções ou inovações.

## 1.6 Organização do Texto

O presente trabalho está organizado na seguinte sequência. O capítulo 2 apresenta os conceitos básicos que são essenciais para a compreensão do modelo proposto, como computação ubíqua, ciência de contexto, ciência de situação, entre outros. O capítulo 3 traz uma lista com os principais trabalhos acadêmicos que buscam realizar, dentro dos seus respectivos interesses, inovações na área de saúde ubíqua. Propõe ainda uma comparação entre os trabalhos, bem como as lacunas identificadas e oportunidades de pesquisa. O capítulo 4 descreve em detalhes o modelo que envolve a inferência de riscos associados através das informações do PHR de acordo com o contexto e situação do paciente. O capítulo 5 apresenta a implementação do protótipo que representa o modelo, bem como as ferramentas e metodologias aplicadas, com amostras da aplicação para o dispositivo do profissional e servidor, este último responsável pela inferência e análise de riscos associados. O capítulo 6 descreve a avaliação aplicada ao modelo

proposto, bem como os cenários propostos e avaliação dos mesmos, bem como da usabilidade do protótipo. Para finalizar, são apresentados no capítulo 7 o desfecho e as contribuições desta pesquisa.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo procura-se abordar aspectos teóricos sobre os conceitos de computação móvel, ubíqua, pervasiva, saúde ubíqua, contexto, situação, entre outros. Além disso, trata de padrões abertos de trocas de dados, como o OpenEHR, ontologias, computação orientada à agentes e soluções utilizadas no monitoramento remoto de pacientes.

### 2.1 Computação Ubíqua

A computação ubíqua é definida como um ambiente de computação altamente distribuído e integrado, recheado de dispositivos computacionais onde a percepção de PC (computação pessoal) que conhecemos não prevalece (WEISER, 2002). Sudha (2007) defende que um grande número de agentes computacionais e dispositivos de comunicação que trabalham em conjunto caracterizam a computação ubíqua. Ainda, Weiser (2002) definiu que o relacionamento entre as pessoas e os computadores se tornaria transparente, isto é, as ações aconteceriam da forma mais natural possível, sem que o usuário perceba que está acionando um dispositivo ou uma aplicação.

SATYANARAYANAN (2001) descreve a computação ubíqua como uma evolução dentro da computação. A computação móvel é o ponto de partida para a computação ubíqua, herdando os conceitos de seus predecessores e adicionando, segundo Satyanarayanan, os conceitos de espaço inteligente, invisibilidade, escalabilidade e mascaramento, conforme:

- Espaço inteligente: utilização de infraestrutura computacional com o objetivo de aperfeiçoar a qualidade do ambiente;
- Invisibilidade: capacidade de um sistema ubíquo de não ser notado enquanto utilizado;
- Escalabilidade: demanda por recursos fisicamente próximos é maior do que a demanda por recursos distantes. Com isso, sistemas devem ser pensados para entidades fisicamente mais próximas;
- Mascaramento: espaços inteligentes de menor capacidade que os demais. Com isso, o ambiente deve compensar esta desigualdade;

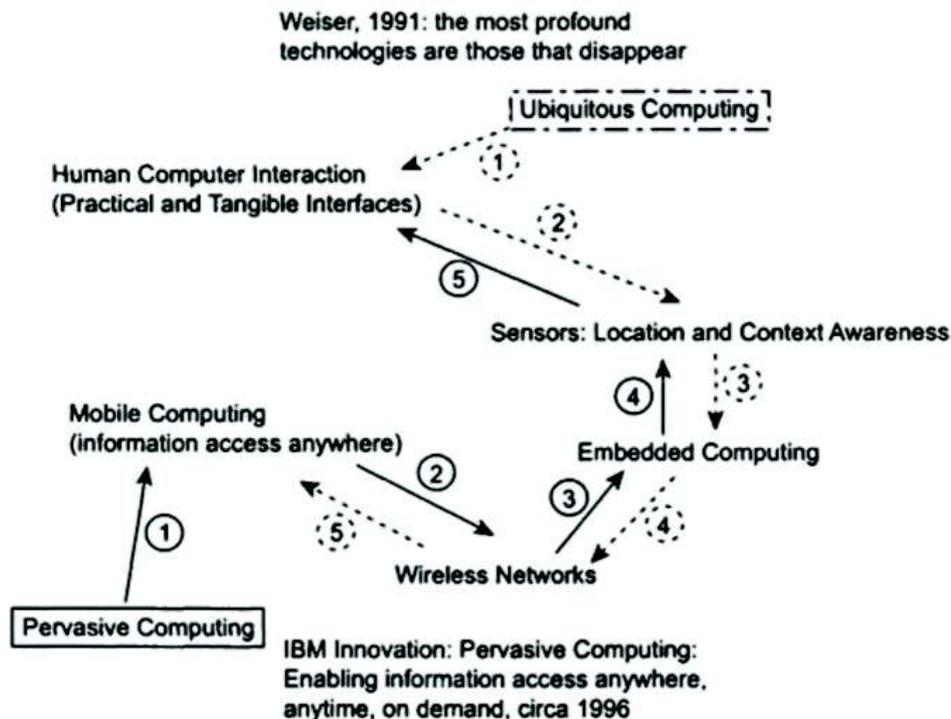
Sistemas ubíquos são orientados por duas características que se destacam: integração física e interoperação espontânea. A integração física é semelhante ao conceito de espaço inteligente, onde objetos integrados a dispositivos computacionais maximizam a experiência de uso do espaço físico. A interoperação espontânea é a capacidade de um dispositivo fazer contato com outros dispositivos em um ambiente dinâmico - ambiente onde os dispositivos mantém associações temporárias (KINDBERG T.; FOX, 2002).

### 2.1.1 Computação Móvel, Ubíqua ou Pervasiva?

Existem diferenças conceituais entre os termos computação ubíqua, pervasiva e móvel. Computação ubíqua é o encontro da computação móvel com a pervasiva, permitindo que um dispositivo móvel portado por um indivíduo em movimento possa personalizar as aplicações e serviços a partir da situação ou configurá-los dinamicamente de acordo com a necessidade do usuário (GOMES, 2007; CIRILO, 2007).

Conforme demonstra a Figura 1, a computação móvel envolve os sistemas computacionais nos mais diversos dispositivos trocando informações através de redes sem fio, permitindo a mobilidade. Na computação ubíqua os dispositivos móveis conseguem contextualizar as aplicações, adequando-se ao usuário de acordo com os serviços distribuídos na rede, possibilitando a realização de tarefas sem levar em conta a tecnologia (DOMINGUES, 2008). Já a computação pervasiva é a composição de cinco áreas de pesquisa - computação móvel, rede wireless, computação embarcada, ciência de contexto e IHC (*Human Computer Interaction*) (ROBINSON; VOGT; WAGEALLA, 2005).

**Figura 1:** Avanços na Computação Ubíqua e Pervasiva.



Fonte: (ROBINSON; VOGT; WAGEALLA, 2005).

Como na computação pervasiva nem todo dispositivo é móvel, é importante manter constantemente a disponibilidade de recursos (GOMES, 2007). Esse contexto pode-se considerar um desafio para a computação ubíqua: oferecer um suporte a essa movimentação de dados (ARAÚJO, 2003).

Com as redes, dispositivos, sensores e situações distintas, a complexidade cresce na medida

em que se busca as condições atuais do usuário e do ambiente de forma mais natural, o que torna também um grande obstáculo para a computação ubíqua: a computação sensível ao contexto. O contexto tem que ser extraído dinamicamente com qualidade e ser seguro quanto ao aspecto de extrair aquilo que não é sigiloso, respeitando o modelo da arquitetura de ciência do contexto (LOUREIRO, 2007).

## 2.2 Contexto, Ciência de Contexto e Ciência da Situação

Outra característica da computação ubíqua é ciência de contexto. A aplicação dita ciente de contexto coleta elementos do ambiente e dos usuários inseridos neste e a partir deste ponto diversas adaptações podem ser realizadas de forma proativa por sistemas ubíquos. Estas modificações ajudam na realização das tarefas do usuário, pois através da combinação de interfaces intuitivas e processos proativos baseados em contexto, os usuários não precisam de conhecimentos específicos de computação para utilizar os sistemas de saúde de forma plena (SOUZA, 2010).

A definição de aplicações cientes de contexto divide-se em duas categorias: as que se utilizam de informações de contexto e as que adaptam essas informações (DEY A. K.; ESTRIN, 2011). Além disso, Satyanarayanan (1996) define aplicações cientes de contexto adaptáveis à localização, pessoas, objetos próximos e as mudanças ocorridas destas adaptações com o passar do tempo.

Para isso, uma aplicação móvel ciente ao contexto tem de ser capaz de extrair do ambiente, usuário ou tempo, dados que ajudem na realização da tarefa (CHEN G; KOTZ, 2002). Também, capturar de maneira ágil os serviços que estejam na rede para que o usuário possa utilizá-los na realização da tarefa escolhida. Tudo que esteja inserido no ambiente é contexto, desde que seja relevante para a aplicação. Nesse sentido, a saúde ubíqua é um campo emergente de tecnologia que utiliza um grande número de sensores e atuadores para monitorar e melhorar as condições físicas e mentais dos pacientes (BROWN; ADAMS, 2007).

### 2.2.1 Ciência de Contexto

Contexto é definido por Dey (2001) como “qualquer informação que caracteriza a situação de uma entidade, sendo que uma entidade pode ser uma pessoa, um lugar ou um objeto considerados relevantes para a interação entre um usuário e uma aplicação, incluindo o próprio usuário e a aplicação. O contexto é tipicamente a localização, a identidade e o estado das pessoas, grupos ou objetos físicos e computacionais”.

Para um sistema ser considerado ciente de contexto, ele deve fazer uso do contexto para fornecer informações ou serviços relevantes para o usuário, sendo que a relevância depende da tarefa executada pelo usuário (DEY, 2001). Segundo Abowd e Mynatt (2000), ainda que uma definição completa de contexto seja indefinida, os cinco “Ws” formam um conjunto de

dimensões básicas a partir das quais é possível contextualizar uma determinada atividade ou tarefa, conforme descrito abaixo:

- **Who (quem):** Seres humanos associam atividades à presença de outras pessoas como artifício para se lembrarem do ocorrido. Logo, é importante prover informações não apenas do usuário, mas também de todas as pessoas em uma atividade assistida por computador;
- **What (o que):** Responsável por identificar a atividade do usuário, tarefa que em geral é considerada complexa. Dispositivos cientes de contexto devem suportar interpretações de atividades humanas;
- **Where (onde):** Na área de computação ubíqua, esta dimensão é utilizada em associação com a dimensão de identidade (who) e a temporal (when) com o objetivo de fornecer novas funcionalidades às aplicações. Por exemplo, aplicativos capazes de gerar dados e informações baseados na localização e na identidade do usuário em um determinado instante;
- **When (quando):** Utilizado para indexação de registros capturados ou para informar a duração de um usuário em um determinado local, tarefa ou sessão;
- **Why (por que):** Obter informações capazes de encontrar o motivo de uma ação do usuário pode ser atualmente o maior desafio da computação ciente de contexto. Devido a essa complexidade, para a obtenção de informações desta dimensão a combinação das quatro dimensões anteriores deve ser utilizada.

Os termos ciência de contexto e ciência de situação são usados por alguns autores como sinônimos. Para evitar essa confusão, é importante que nos foquemos no conceito de ciência de situação que se concentra na modelagem do ambiente do usuário. A ciência de contexto permite que os sistemas se adaptem automaticamente às mudanças no domínio de tarefas de um usuário, por meio da atualização de informações relevantes e de prestações de serviços, ao passo que ciência de situação tem foco em informações sobre o estado do ambiente onde essas tarefas são realizadas (NWIABU et al.,2011).

### 2.2.2 Ciência da Situação

Endsley (1995) trata a Ciência de Situação como “a percepção e compreensão de uma ou mais situações e a projeção de seus efeitos em um futuro próximo”. O modelo é formado por três níveis voltados para a obtenção de ciência de situação: percepção, compreensão e projeção. Ainda, os níveis de seu modelo podem ser descritos da seguinte forma:

- **Nível 1 – Percepção:** O primeiro passo para obtenção de ciência de situação é perceber o estado, os atributos e a dinâmica dos elementos relevantes do ambiente;

- **Nível 2 – Compreensão:** A compreensão da situação é caracterizada pela síntese dos elementos desconexos identificados no nível 1 através dos processos de reconhecimento de padrões, interpretação e avaliação. Será necessário um entendimento do significado de todos os elementos e eventos;
- **Nível 3 – Projeção:** Capaz de projetar ocorrências futuras, a partir da compreensão dos elementos no ambiente atual. Isto é alcançado através do conhecimento do estado e dinâmica dos elementos e da compreensão da situação (de ambos os níveis 1 e 2).

Em uma definição mais atual, Bettini et al. (2010) tratam situação como abstrações semânticas obtidas a partir de contextos de baixo-nível, permitindo especificações de alto-nível do comportamento humano no cenário e nos sistemas de serviços correspondentes. Ainda, Lopes et al. (2014) define uma situação como uma visão de alto nível e abrangente de contexto, utilizada pelas aplicações em seu processo de adaptação.

Lopes et al. (2014) cita que essa visão decorre da construção de contextos de alta complexidade, que podem ser criados a partir de informações obtidas por diferentes sensores distribuídos no ambiente ubíquo. Finalmente, afirma que a construção do suporte à ciência de situação para as aplicações ubíquas apresenta diversos desafios de pesquisa, tais como: a coleta do contexto a partir de fontes heterogêneas e distribuídas, o processamento das informações de contexto adquiridas e a respectiva atuação sobre o meio físico e a disseminação do contexto a consumidores interessados de forma distribuída e no momento oportuno.

### **2.3 Saúde Ubíqua**

Saúde Ubíqua pode ser definida como a oferta de assistência médica em qualquer lugar, a qualquer momento, por meio de tecnologias de comunicação de banda larga e sem-fio móveis (CACERES C.; FERNANDEZ, 2006; JEONG K.; JUNG, 2009; RODRIGUES S.; DILLI, 2011). A saúde ubíqua também pode ser entendida como a utilização da infraestrutura de computação ubíqua como ferramenta de assistência à saúde (LIM J.E.; CHOI, 2009; DEY A. K.; ESTRIN, 2011). Ainda, através de um smartphone, dados de saúde de um paciente podem ser fácil e continuamente monitorados através de sensores embarcados de baixa potência para descrever o seu status e sintomas (NG JOSEPH KEE-YIN; WANG, 2014).

Saúde ubíqua é um campo emergente da tecnologia que usa uma grande variedade de sensores espalhados pelo ambiente e pelos pacientes com o objetivo de monitorar e melhorar a condição mental e física dos pacientes (ROGGEN D.; TROSTER, 2006). Pequenos sensores que coletam informações do corpo como temperatura, frequência cardíaca, pressão sanguínea e quase toda e qualquer característica fisiológica que fornecem informações que auxiliam em diagnósticos de saúde (KOMNINOS; STAMOU, 2006).

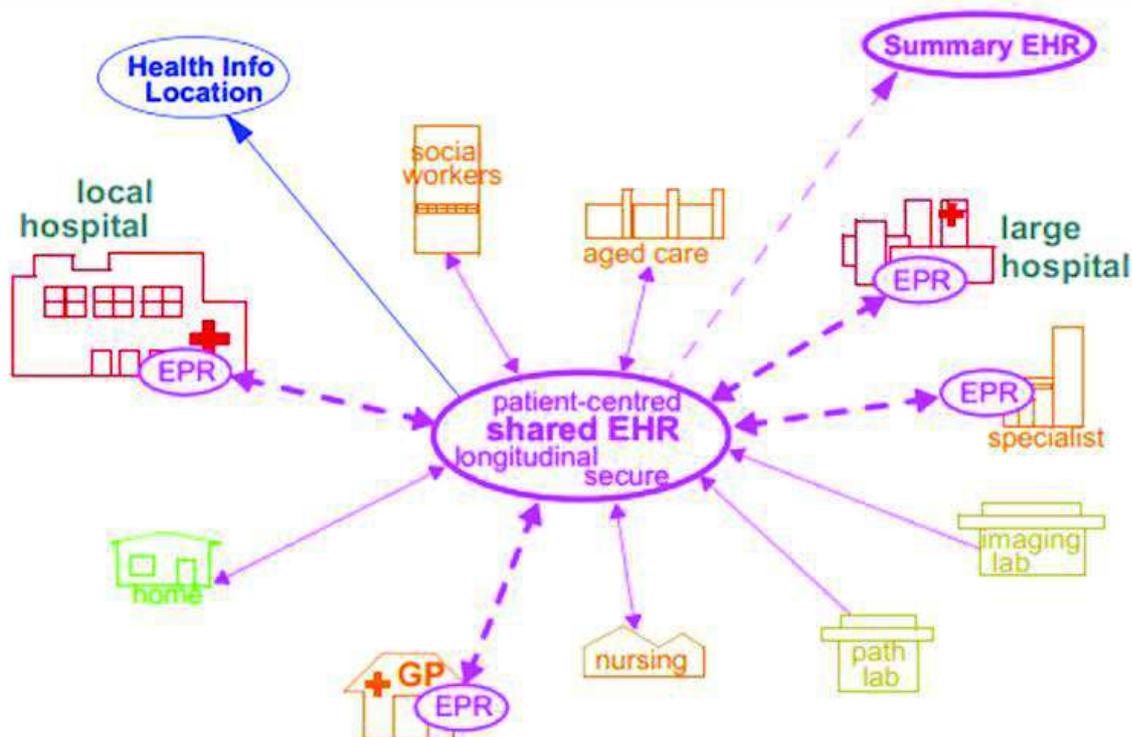
O propósito principal destes sensores é auxiliar pacientes e seus cuidadores de modo a analisar e realizar intervenções que melhoram o status de saúde. Com o tempo, a tecnologia

se estenderá a todos os indivíduos, não somente aqueles com condições crônicas ou similares (TANTORI M., 2006). Pacientes menos capazes, como crianças pequenas ou pessoas com problemas cognitivos precisam de suporte mais intensivo de profissionais e membros da família. Tecnologias de saúde ubíqua podem monitorar e alertar fatores que influenciam na saúde dos pacientes que englobam não somente a saúde física, como mental (TANG; CARPENDALE, 2006).

Tecnologias também estão sendo desenvolvidas para apoiar atividades de cuidadores, seja no hospital ou em outros ambientes críticos, assim como cuidados básicos. Exemplos incluem: sistemas EHR que modificam a informação mostrada aos funcionários do hospital baseada no contexto atual destes funcionários (MASSEY T. GAO; SARRAFZADEH, 2006); suporte à informação qualificada entre enfermeiras em troca de turno (FISHKIN K.; SOUTER, 2004) e a pré-transmissão de informações de cenas de acidentes para hospitais (MIHAILIDIS A.; HOEY, 2006).

O Registro Eletrônico de Saúde (RES) denominado também de Prontuário Eletrônico do Paciente (EHR) é uma base de dados construída a partir da inserção de informações por softwares de gestão hospitalar. Para BEALE (2014), o RES “É um registro de cuidado longitudinal, centrado no paciente e compartilhado entre as organizações de atenção à saúde”. Um ambiente com um sistema RES é exibido na Figura 2 mostrando a relação do repositório central com demais sistemas e atores envolvidos, onde no centro encontra-se o EHR central e os diversos consumidores (hospitais, clínicas, laboratórios, UPAs, etc)(BEALE, 2014).

**Figura 2:** Ambiente com RES.



O EHR é um meio físico, um repositório onde todas as informações de saúde, clínicas e administrativas, ao longo da vida de um indivíduo estão armazenadas (MASSAD, 2003). O RES de um paciente pode ser visualizado por prestadores de assistência médica independente do lugar e do momento (HEDAYAT, 2010b). Costa C. M.; MALDONADO (2009) enfatiza que sistemas de informação das instituições de saúde devem ser capazes de comunicar entre si para apoiar a atenção ao paciente em diversos níveis. Finalmente, é necessário que exista uma interoperabilidade entre os sistemas de informação para permitir o compartilhamento do registro de saúde, preservando fielmente o significado clínico do autor (KALRA, 2006).

## 2.4 OpenEHR e Ontologia

Conforme Lloyd D. (2006), um EHR deve ser completo e comunicável, apresentar integridade e coerência, ser transmissível entre diferentes sistemas e países e apresentar características ético-legais que permitam ser utilizado em cuidados de saúde. Com isso, a fundação OpenEHR é uma empresa sem fins lucrativos, fundada pela University College London (Reino Unido) e Ocean Informatic Pty Ltd (Austrália). Seu principal fim é ajudar na criação e compartilhamento de registro de EHR. A fundação OpenEHR visa também (LLOYD D., 2006):

- Promover e publicar a especificação de requisitos para representação e comunicação;
- Promover e publicar informação sobre arquiteturas de RES, modelos e dicionários de dados que atendam a esses requisitos;
- Gerenciar a validação das arquiteturas EHR e PHR através da implementação e avaliação clínica;
- Manter implementações de código aberto para melhorar o conjunto de ferramentas disponíveis ao apoio de sistemas clínicos;
- Colaborar com outros grupos de trabalho para a alta qualidade, sistemas de informação de saúde interoperáveis.

Ainda, o SUS utiliza o OpenEHR e ontologias baseadas no padrão como referência para a definição do Registro Eletrônico em Saúde (RES) - equivalente brasileiro ao PHR. Ainda, através da Portaria Nº 2.073, de 31 de Agosto de 2011, descreve e faz uso do OpenEHR como padrão para definição do PHR no Brasil, além do HL7 como padrão de interoperabilidade.

Ontologia que, segundo d'Aquin e Noy (2012), é uma representação de um domínio de conhecimento. A ontologia é formada pelos seguintes itens:

- Classes: representam os conceitos do domínio;
- Instâncias ou Indivíduos: exemplos concretos com cada conceito;

- Propriedades: relações entre indivíduos;
- Axiomas: restrições aplicadas a certos elementos da ontologia e necessárias para especificar completamente o domínio de conhecimento.

Além disso, o uso de ontologias traz vantagens como: compartilhamento de conhecimentos comuns da estrutura da informação entre indivíduos ou agentes de software; reutilização de conhecimento do domínio; aplicação em inferências sobre domínio; separação do conhecimento do domínio e dos conhecimentos operacionais e como uma forma de análise do conhecimento sobre o domínio (D'AQUIN; NOY, 2012).

Finalmente, a fundação OpenEHR fornece especificações de sistemas de informação de saúde e mecanismos de interoperabilidade utilizando notações que representam conceitos da abordagem de Orientação a Objetos (OO), arquétipos e ontologias. A OO abrange o desenvolvimento de software que trata dos problemas do mundo real como um conjunto de objetos não semelhantes. Ainda, possui características específicas como identidade, classificação, encapsulamento, herança, polimorfismo e persistência (PFLEEGER, 2004).

## 2.5 Modelagem Orientada à Agentes

Diz-se que um sistema pode ser visto como o conjunto das partes e sua interação. Assim, o sistema é mais que a simples soma das partes (VON, 1975). Ainda, Bonabeau (2002) revela que ao realizar uma modelagem através de agentes o sistema é pensado como um grupo de entidades autônomas chamadas agentes. Segundo Aguilar et. al (2001), uma simulação baseada em agentes busca trocar atores individuais de um sistema por representações de software destes mesmos atores.

Estes modelos procuram criar isolamentos com o objetivo de determinar como as interações e comportamentos dos vários agentes individuais produzem estrutura e padrão (BERRY BRIAN J. L., 2003). Finalmente, para Bonabeau (2002) a modelagem baseada em agentes (MBA) é vista mais como uma forma de pensar do que propriamente uma tecnologia, onde um sistema é descrito pela perspectiva das partes que o compõem.

A MBA pode oferecer vantagens sobre abordagens tradicionais e, portanto, é interessante pensar em termos de agentes. São elas: quando existe uma representação natural de uma situação como agentes; quando existem situações e comportamentos que podem ser definidos discretamente; quando é importante que os agentes se adaptem e alterem seu comportamento; quando os agentes tem relacionamentos dinâmicos com outros agentes e estes relacionamentos possam ser formados e removidos; dentre outras (MACAL C. M. E NORTH, 2005).

Ainda, para Bonabeau (2002) a MBA apresenta alguns benefícios em relação a outras técnicas de modelagem, pois: (1) permite capturar fenômenos emergentes; (2) fornece uma descrição natural de certos tipos de sistemas; (3) é flexível. Revela ainda situações para utilização da MBA, tais como: quando os agentes possuem um comportamento complexo; quando o sistema

é descrito de forma mais natural através de atividades ao invés de processos; dentre outras.

## **2.6 Considerações sobre o Capítulo**

O presente capítulo apresentou uma introdução dos temas de computação ubíqua, saúde ubíqua, entre outros conceitos aplicados neste trabalho. Foi feita uma breve descrição do conceito de computação ubíqua, que é o nível onde a computação é totalmente integrada e distribuída, e sua aplicação na saúde é chamada de saúde ubíqua. Esta aplicação em geral é utilizada no monitoramento de pacientes, seja em rotinas hospitalares ou no suporte ao bem-estar.

Abordou-se ainda a ciência de contexto, uma técnica muito utilizada em computação ubíqua. Particularmente, o conceito de ciência de contexto foi expandido para uma abordagem de ciência de situação que será empregada no modelo proposto. Falou-se do padrão OpenEHR e ontologias, bem como modelagem orientada à agentes. No próximo capítulo serão detalhados os trabalhos relacionados, bem como uma comparação entre os trabalhos e o modelo proposto, visando identificar as lacunas de contribuição científica.



### 3 TRABALHOS RELACIONADOS

Este capítulo apresenta sete modelos voltados à saúde ubíqua que visam a inferência de riscos associados ao paciente através do uso de contexto do usuário em ambientes móveis, bem como dados de EHR e PHR. Em um estudo, Jimenez (2009), através de uma revisão sistemática na literatura, investigou desafios e possíveis melhorias para o desenvolvimento distribuído de software. Aproveitando este conceito, para identificar os trabalhos relacionados, foi realizada uma revisão sistemática da literatura (MUNZLINGER; NARCIZO; QUEIROZ, 2012).

#### 3.1 Revisão Sistemática da Literatura

Seguindo as recomendações apresentadas em Kitchenham (2004), foi realizada uma pesquisa envolvendo as etapas de definição da busca, execução da busca, extração das informações e análise dos resultados. As subseções abaixo detalham as etapas descritas.

##### 3.1.1 Definição da Busca

Considerando o objetivo da pesquisa envolvendo diversos domínios (saúde ubíqua, riscos, contexto), foi selecionado como ferramenta de busca o Google Acadêmico<sup>1</sup>. A opção pela ferramenta de busca Google Acadêmico justifica-se devido ao fato de os artigos publicados em revistas reconhecidas cientificamente serem encontrados por esta ferramenta, mas também por permitir a busca de artigos publicados em outras fontes de pesquisa como bibliotecas, repositórios ou conferências digitais, tornando possível a busca em diversos meios e domínios de publicação online.

- Critérios de Inclusão/Exclusão

Foram considerados os artigos que se enquadravam nos seguintes critérios:

- (a) Escritos na língua inglesa;
- (b) Publicados entre 2003 e 2015, pois artigos anteriores foram considerados obsoletos;
- (c) Descrevendo as etapas ou passos utilizados na inferência de riscos associados ao paciente através do uso de contexto do usuário em ambientes móveis.

Foram excluídos da pesquisa artigos que:

- (a) Mostram apenas pesquisas sobre riscos associados ao paciente e não como foram desenvolvidos e/ou detectados;
- (b) Processos descritos de forma superficial, sem profundidade entre as suas etapas.

---

<sup>1</sup><http://scholar.google.com.br>

- Termos de Busca

Os termos utilizados foram: *inferring risks* AND *context* AND ("Electronic Health Record" OR "Personal Health Record" OR EHR OR PHR) AND (*method* OR *methodology* OR *approach* OR *framework* OR *process* OR *model*) AND (*design* OR *implementation* OR *development* OR *creation*).

A busca foi realizada em três etapas. A primeira buscou a seleção dos artigos/trabalhos pela leitura dos títulos e abstracts. A segunda visou identificar entre os selecionados os que realmente apresentam os processos de análise e inferência de riscos em pacientes, para isso os artigos considerados relevantes na primeira etapa tiveram a introdução, resultados e conclusão lidos. A terceira etapa consistiu em analisar entre os artigos/trabalhos filtrados na etapa 2, quais apresentaram descrições claras de suas etapas e processos e não apresentaram apenas características superficiais.

### 3.1.2 Execução da Busca

Na primeira etapa foram encontrados 35 artigos por meio da leitura dos títulos e *abstracts* apresentados como resultado da busca na ferramenta Google Acadêmico. Entre os 35 resultados da primeira etapa foram aceitos 12 após uma leitura da introdução, resultados e conclusão dos artigos/trabalhos. Entre esses 12, que tiveram uma leitura completa realizada, apenas 6 descrevem claramente as etapas do processo. Ao processo de busca foi adicionado 1 artigo relevante não encontrado nas buscas, sendo de conhecimento do autor. Com isso, foram identificados 7 trabalhos relacionados dentro dos critérios de inclusão definidos. Finalmente, foram analisadas apenas as 8 primeiras páginas dos resultados do Google Acadêmico, pois a partir da nona página os artigos deixaram de possuir relação com o tema de pesquisa.

### 3.1.3 Ameaças à Validade

Consideram-se ameaças à validade da pesquisa dos trabalhos relacionados todos os fatores que podem influenciar negativamente os resultados da revisão sistemática da literatura. Entre os fatores, podemos citar a falta de padronização dos termos utilizados na área de inferência de riscos, contexto e saúde ubíqua (VICENTINI C. F.; MACHADO, 2009).

As etapas de extração das informações e análise dos resultados são caracterizadas na comparação dos trabalhos relacionados e na identificação das lacunas de pesquisa. Nas seções seguintes serão apresentados cada um dos trabalhos relacionados, bem como a análise comparativa destacando as principais lacunas identificadas e a contribuição científica do trabalho. A seguir, cada um dos trabalhos selecionados será discutido em detalhes.

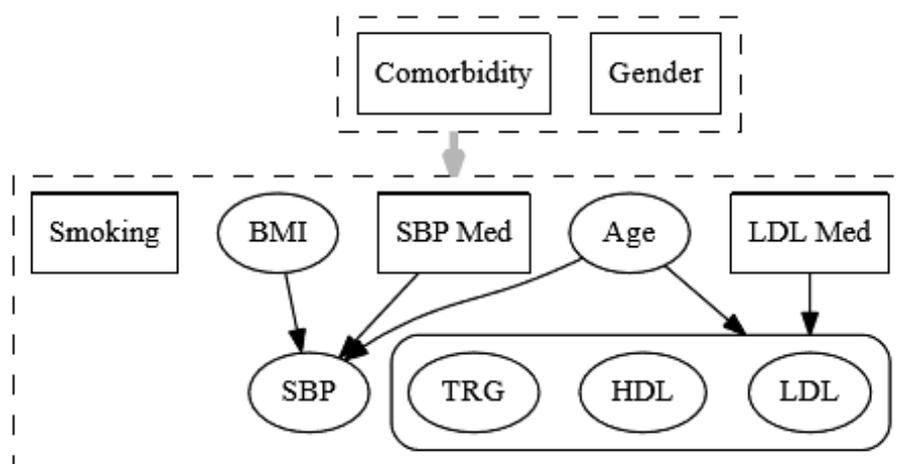
### 3.2 Data Mining for Censored Time-to-Event Data: A Bayesian Network Model for Predicting Cardiovascular Risk from Electronic Health Record Data

O artigo escrito por Bandyopadhyay et al. (2014) apresenta um modelo para predição de riscos de eventos cardiovasculares. Consiste em uma Rede Bayesiana treinada com dados EHR para prever a probabilidade de ter um evento cardiovascular em cinco anos.

A ideia principal do modelo é afirmar que a abordagem de aprendizado de máquina é apropriada na geração de indicadores de risco em comparação aos métodos tradicionais de mineração de dados. Isto dadas as características únicas e os desafios de trabalhar com dados de prontuário eletrônico do paciente, incluindo a falta de informações dos fatores de risco, relacionamentos não-lineares entre fatores de risco e eventos cardiovasculares, dentre outras.

Para o modelo proposto uma rede bayesiana é especialmente preparada para lidar com as particularidades ao prever riscos usando dados de EHR/PHR. Se comparadas a máquinas vetoriais ou redes neurais, redes bayesianas lidam com falta de dados de forma natural e eficiente, eliminando a necessidade de dados de EHR pré-carregados para produzir dados completos. Por causa de sua interpretabilidade e sua habilidade de lidar com a incerteza, redes bayesianas tem sido usadas extensivamente em aplicações biomédicas (P. J. F. LUCAS; ABU-HANNA, 2004). A Figura 3 ilustra o modelo gráfico da rede bayesiana utilizada.

**Figura 3:** Modelo Gráfico da Rede Bayesiana.



Fonte: (BANDYOPADHYAY et al., 2014).

A Figura 3 contempla a estrutura dos fatores de risco, condicionada ao status do evento cardiovascular. Os nodos representam variáveis de entrada e ligações representam dependências condicionais entre as variáveis. A variável de saída do evento cardiovascular está conectada a cada nodo no grafo. Variáveis contínuas e discretas são indicadas por nodos elípticos e retangulares, respectivamente. Os nodos são agrupados em sub-grafos, indicados pelas caixas pontilhadas e cada variável representa um indicador a ser avaliado no modelo.

Modelos estatísticos tradicionais de previsão são bem desenvolvidos, mas tipicamente me-

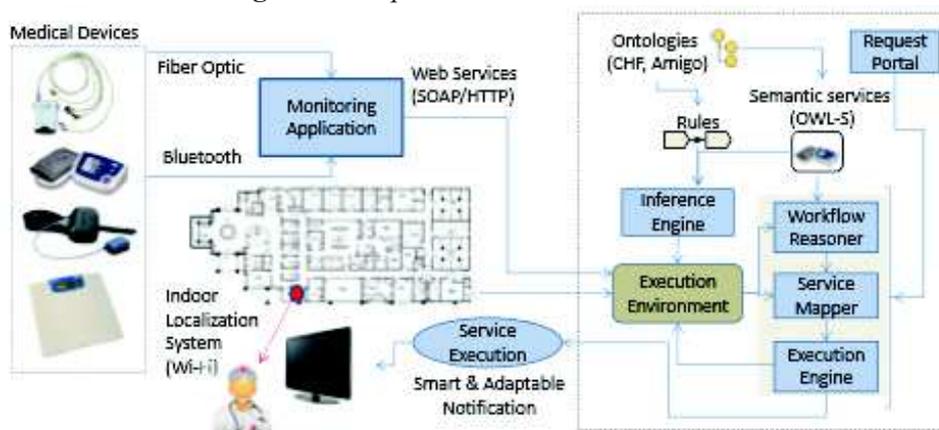
nos flexíveis que os que utilizam técnicas de machine learning para classificação dos dados. O estudo mostra que as vantagens do método aplicado são reveladas quando aplicado a uma extensa massa de dados de EHR. Além disso, a abordagem tem melhores resultados que o modelo de Cox (1972) baseado em regressão.

### 3.3 Ontology-Driven Monitoring of Patient's Vital Signs Enabling Personalized Medical Detection and Alert

Uma abordagem para frameworks de ambientes inteligentes (AmI) que suportam monitoramento remoto em tempo real de pacientes diagnosticados com falência cardíaca congestiva (CHF) é tratada no trabalho de Hristoskova et al. (2014). A inteligência recai na adoção da semântica, que possibilita um alerta automatizado e personalizado que interage com o profissional, apesar da sua localização, garantindo um atendimento a tempo em uma emergência. O framework AmI apresentado é baseado nos princípios de SOA (*Service Oriented Architecture*), onde todos os componentes são implementados como web services.

A tecnologia do web service permite o reuso dos serviços para coleta dos dados médicos dos dispositivos de monitoramento dos pacientes. A Figura 4 apresenta a arquitetura do framework AmI criado. De acordo com as regras e fatores de risco definidos, os dados adquiridos do paciente são enviados ao tablet de um profissional. Quando necessário, os serviços médicos são disparados para um atendimento adequado. Este cenário é demonstrado pelos componentes arquiteturais da Figura 5, onde são revelados os componentes de raciocínio semântico utilizando dados do paciente, bem como uma composição automática de workflow e a execução de um serviço adaptável ao contexto.

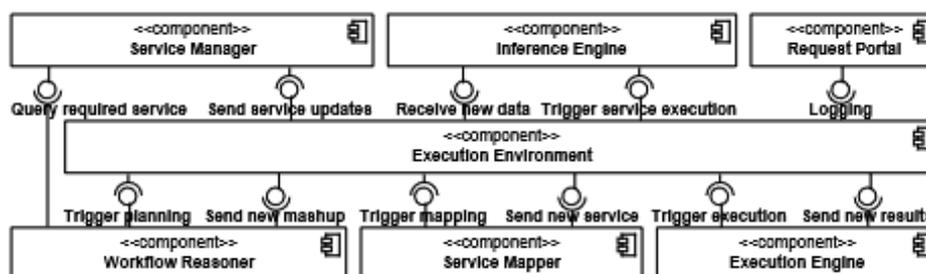
Figura 4: Arquitetura do Framework AmI.



Fonte: (HRISTOSKOVA et al., 2014).

O framework é dividido em duas fases: a de inicialização e a de utilização. A fase de inicialização é dividida em gerência do serviço e mecanismo de inferência. A gerência do serviço classifica as descrições semânticas dos serviços disponíveis dos dispositivos com serviços

**Figura 5:** Componentes Arquiteturais do Framework AmI.



Fonte: (HRISTOSKOVA et al., 2014).

semanticamente equivalentes. Por exemplo, diversos serviços de exibição rodando em dispositivos com características diferentes são agrupados em uma área de exibição comum de serviços. Já o mecanismo de inferência traduz as descrições comuns dos serviços em regras que são carregadas na base de conhecimento. Além disso carrega dados adicionais do paciente e regras definidas pelas ontologias dentro da base de conhecimento.

Para a fase de utilização, há um fluxo que inicia pelo mecanismo de inferência, passando ambiente de execução, definição do fluxo de trabalho, mapeamento do serviço e mecanismo de execução. No mecanismo de inferência quando da utilização, este processa em tempo real os dados do paciente capturados. Os serviços e regras definidos são automaticamente disparados a fim de detectar possíveis anormalidades nos indicadores de risco de falência cardíaca. Se necessário dispara a execução registrando a ação no ambiente de execução. Este por sua vez entrega o serviço para a definição do fluxo de trabalho, que avalia os dados e condições necessárias para disparar o serviço de notificação. O mapeamento constrói um serviço composto para a execução selecionando os dispositivos correspondentes conectados ao pool de interfaces requeridas. Finalmente, o mecanismo de execução lida com a tarefa e controle do fluxo de trabalho definido alertando o profissional responsável.

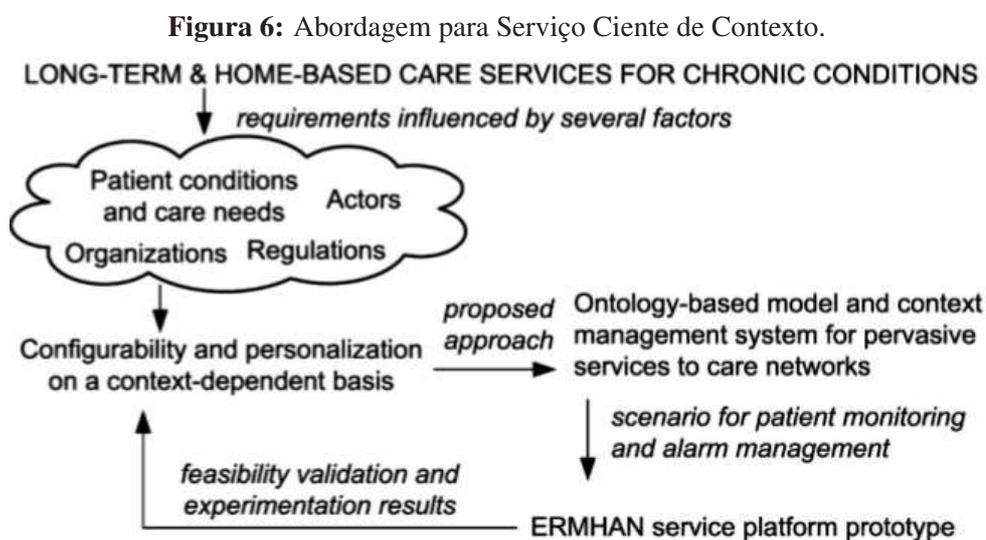
O framework AmI é o primeiro passo em direção a um sistema de monitoramento, suporte e decisão remoto que lida com consideráveis volumes de dados, auxiliando o profissional e acelerando o processo de tratamento do paciente. Além disso, mecanismos dinâmicos de notificação levam em conta a localização do profissional e atingem com sucesso o monitoramento remoto de sinais vitais em qualquer dispositivo, garantindo uma intervenção rápida em caso de emergência.

### 3.4 An Ontology-Based System for Context-Aware and Configurable Services to Support Home-Based Continuous Care

O trabalho de Paganelli e Giuli (2011) descreve um modelo de contexto baseado em ontologia e um gerenciamento de contexto que provém um framework orientado à serviço configurável e extensível que facilita o desenvolvimento de aplicações para monitoramento e tratamento de

pacientes em condições crônicas. Baseado no modelo, foi desenvolvida uma plataforma de serviço chamada ERMHAN, que facilita a personalização e configuração de interfaces de cuidados de pacientes com tratamento em residência. A motivação é motivada pelo crescimento no número de casos de doenças crônicas e por serem mais expressivos em populações idosas

A abordagem é baseada na exploração de um modelo de contexto baseado em ontologia e um sistema controle de cuidados pervasivo, conforme a Figura 6. O modelo não foca em alguma doença crônica específica, mas pode ser estendido e especializado para atender os requisitos específicos de cada caso. A plataforma de serviços foca no auxílio das atividades dos atores da rede de cuidado, de acordo com definições do sistema.



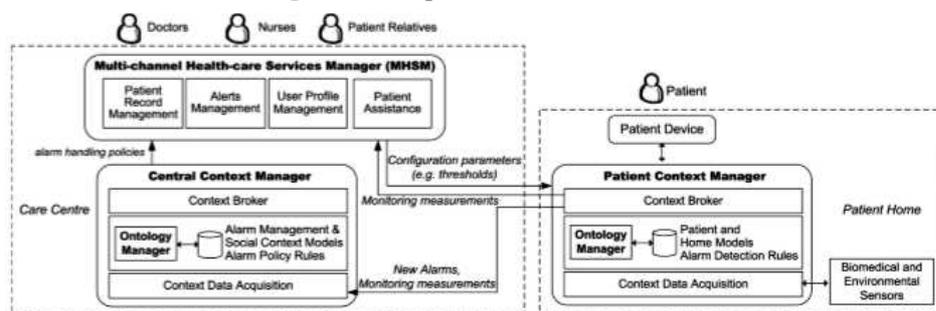
Fonte: (PAGANELLI; GIULI, 2011).

O raciocínio sobre o contexto é disparado para cada atualização de contexto de modo a inferir informações acerca da rede de cuidados do paciente. O modelo adota dois tipos de inferência: baseado em ontologia e baseado em regras definidas por um usuário especialista. A inferência através da ontologia é utilizada para avaliar a consistência de informações novas adicionadas à base de conhecimento. As regras definidas pelo usuário possibilitam mecanismos flexíveis para realizar inferências sobre a base de ontologias. Os componentes principais do protótipos são revelados pela Figura 7.

A arquitetura é dividida em três componentes: gerente de serviço, gerente de contexto genérico e gerente de contexto do paciente. O primeiro tem o papel de oferecer serviços de pronto-socorro médico, perfil, assistência a pacientes e alertas customizados. O segundo é responsável por distribuir as informações de contexto aos membros da rede de cuidado e o último tem a tarefa de monitoramento do paciente através dos parâmetros definidos pelo sistema.

Ainda, o sistema gerenciador de contexto do ERMHAN é composto de nodos distribuídos, chamados de gerentes de contexto (CM). Cada nodo CM é implementado como uma aplicação J2EE (*Java 2 Enterprise Edition*) e se comunica com componentes externos através de XML (*eXtensible Markup Language*), chamadas HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) e SOAP (*Sim-*

Figura 7: Arquitetura do ERMHAN.



Fonte: (PAGANELLI; GIULI, 2011).

ple Object Access Protocol). O gerenciador de ontologia é baseado no framework open-source Jena<sup>2</sup> e uma base de dados MySQL<sup>3</sup> é usada para armazenar modelos de contexto e instâncias do modelo.

A ontologia é dividida em quatro sub-grupos: ontologia do paciente, ontologia de situação do paciente, ontologia de alertas e ontologia de contexto social. A ontologia do paciente representa os elementos que são utilizados no monitoramento do paciente. A ontologia de situação é alimentada através de dados coletados de sensores espalhados pela casa, como temperatura do ambiente e umidade, ou no próprio paciente. A ontologia de alertas descreve como os atores serão notificados, de acordo com a gravidade da situação. Finalmente, a ontologia de contexto social descreve os atores da rede de cuidado, além de apresentar a disponibilidade e localização destes atores, entre outras informações utilizadas como parte das regras de inferência do modelo. No entanto, a especialização do modelo de ontologia de contexto é custosa, já que requer uma configuração específica de um usuário de domínio especializado. De modo a limitar essa sobrecarga, o ERMHAN foi projetado de forma modular.

### 3.5 A Mobile System for Real-Time Context-Aware Monitoring of Patient's Health and Fainting

Sannino e De Pietro (2014) revelam um sistema multissensorial que usa regras de um sistema de apoio à decisão DSS (*Decision Support System*) que tem precisão na detecção de variações cardíacas através da análise do contexto do paciente. Além disso, propõe um sistema que detecta quedas do paciente em tempo real.

O modelo mostra que o uso de uma abordagem inteligente baseada em DSS para análise dos dados e sinais vitais tem melhores resultados que abordagens que não contenham DSS ou análise de contexto. Um aplicativo móvel automaticamente reconhece o contexto através da análise dos dados de diferentes sensores e escolhe através das regras do sistema DSS qual a ação a ser executada.

<sup>2</sup><http://jena.sourceforge.net>

<sup>3</sup><http://mysql.net>

É proposto um sistema multi-sensor que usa informações do contexto do paciente como postura (levantando e sentando), movimentos (caminhando, correndo), quedas do paciente e temperatura do quarto, além dos sinais vitais. A arquitetura é dividida em três camadas, como mostra a Figura 8.

**Figura 8:** Arquitetura do Sistema DSS.



Fonte: (SANNINO; DE PIETRO, 2014).

Cada camada é constituída de componentes de software que executam tarefas específicas e trocam informações através de interfaces. A camada de dados provê interfaces e mecanismos que manipulam os sensores e informações do paciente que serão processadas pela camada de decisão. Esta, por sua vez, representa o núcleo inteligente do sistema. Além disso, analisa os dados e reconhece as possíveis situações críticas para poder determinar a ação mais apropriada a ser desempenhada pela camada de ação. Para atingir esse objetivo, um sistema com regras baseado em suporte à decisão foi analisado e desenvolvido (A. MINUTOLO G. SANNINO; PIETRO, 2010). Finalmente, a camada de ação executa as ações inferidas pela camada de decisão através da implementação de mecanismos que produzem reações como a geração de alarmes ou mensagens, entre outros.

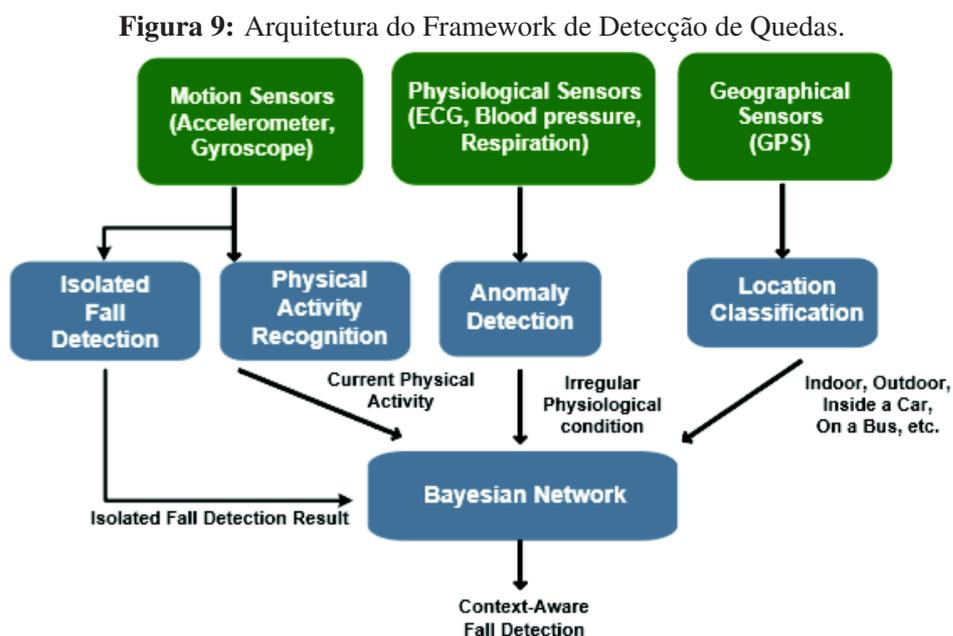
A representação do conhecimento é feita através do já citado sistema de suporte a decisão, que contém regras globais e fatos sobre o domínio abordado. Esta informação é analisada através de um mecanismo de inferência. O mecanismo de regras é simples e eficiente, projetado para executar um algoritmo encadeado que dispara todas as regras em sequência parando na primeira correspondência. Foram cogitados problemas de desempenho conforme o número de regras fosse aumentando, mas não foi o caso abordado pelo trabalho.

### 3.6 Context-Aware Fall Detection Using a Bayesian Network

Através de uma Rede Bayesiana, Zhang e Sawchuk (2011) apresenta um *framework* detector de quedas que incorpora algoritmos específicos através de informações de contexto, como idade, prontuário do paciente, respiração, pressão sanguínea, etc. Essas informações de contexto geralmente tem um forte significado semântico e ajudam a diferenciar quedas de atividades que incluem mudanças radicais de orientação postural. Além disso, esses recursos adicionais de informação são complementos que aumentam a acurácia do *framework* no reconhecimento de atividades, como uma queda.

Já que recursos são sempre limitados, é impossível coletar e levar todos os tipos de informações de contexto em consideração. Por isso, um *framework* probabilístico é necessário, levando-se em conta que informações de contexto menos importantes podem ser ignoradas probabilisticamente.

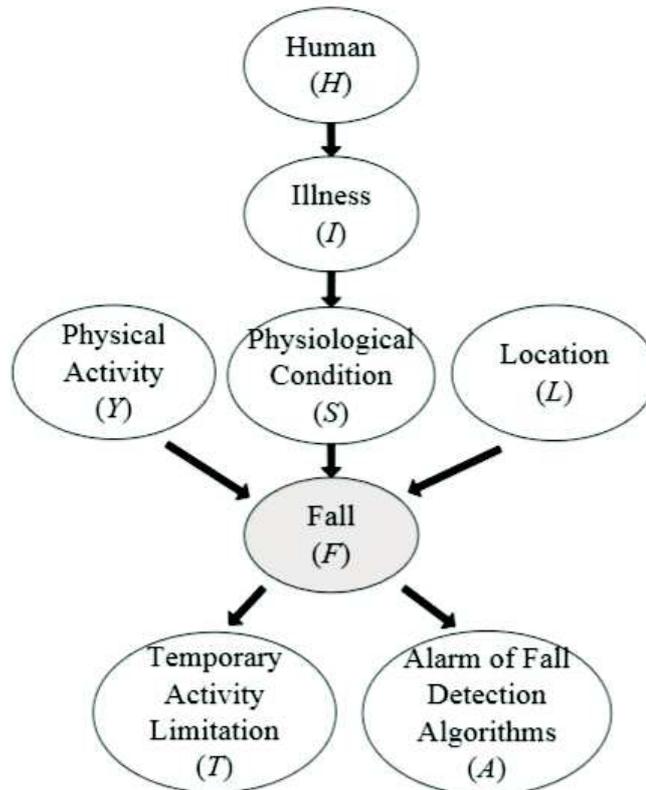
A Figura 9 mostra o *framework* proposto pelo trabalho. Especificamente, são estruturadas dependências entre probabilísticas entre o algoritmo de quedas isoladas e várias leituras contextuais de sensores através da Rede Bayesiana criada. A rede age como uma base de conhecimento personalizada pessoal e realiza inferências para calcular a chance/probabilidade de queda em um contexto específico. Como resultado, os indicadores de inferência podem ser usados tanto como prevenção de quedas, quanto para análise de risco de quedas.



Fonte: (ZHANG; SAWCHUK, 2011).

A estrutura da Rede Bayesiana é construída manualmente baseada na causa básica e no domínio do conhecimento. A Figura 10 mostra oito variáveis que são incorporadas no modelo. São elas:

**Figura 10:** Modelo da Rede Bayesiana.



Fonte: (ZHANG; SAWCHUK, 2011).

- Humano: define-se humano pela sua idade. Os valores de idade são considerados pois diversos fatores de queda relacionados a condições médicas, como Parkinson's ou derrames são fortemente associados com a idade dos pacientes.
- Doença: representa o prontuário eletrônico do paciente, que guarda as doenças (por exemplo problema cardíaco, obesidade, etc.) e histórico de quedas, que também tem ligação importante com quedas.
- Condição Fisiológica: essa variável está ligada com uma condição fisiológica que é ligada diretamente com quedas (por exemplo arritmia cardíaca e queda de pressão). A probabilidade de ocorrência é diretamente ligada ao histórico médico do paciente.
- Atividade Física: revela o estado atual de atividade física do usuário, incluindo atividades diárias como sentar, caminhar e dormir. Além disso, considera também atividades como levantar da cama e descer as escadas.
- Localização: representa a localização, indicando se o sujeito sendo monitorado está em casa, em um carro ou ao ar livre.
- Queda: indica se o usuário tem quedas ou não. O objetivo é determinar a probabilidade posterior levando em consideração o histórico de eventos e variáveis.

- Limitação de Atividade Temporária: pessoas que sofreram quedas reportaram a incapacidade de se levantarem por cinco minutos ou mais. O modelo considera essa informação como a consequência de uma queda.
- Algoritmo de Alarme de Detecção de Quedas: o resultado do algoritmo de detecção de quedas. Também representa a informação como a consequência de uma queda.

Adicionalmente, a variável "Condição Fisiológica" é uma das três causas diretas de queda, seguida de "Atividade Física" e "Localização". É importante destacar que o modelo não inclui variáveis correspondente a fatores de ambiente (como chão escorregadio, por exemplo) que podem ser fatores determinantes para quedas. Estes fatores (ou potencialmente infinitas possibilidades) são simplificados na incerteza associada na variável "Queda".

### 3.7 A Context-Aware Component for Identifying Risks Associated to Elders' Activities of Daily Living

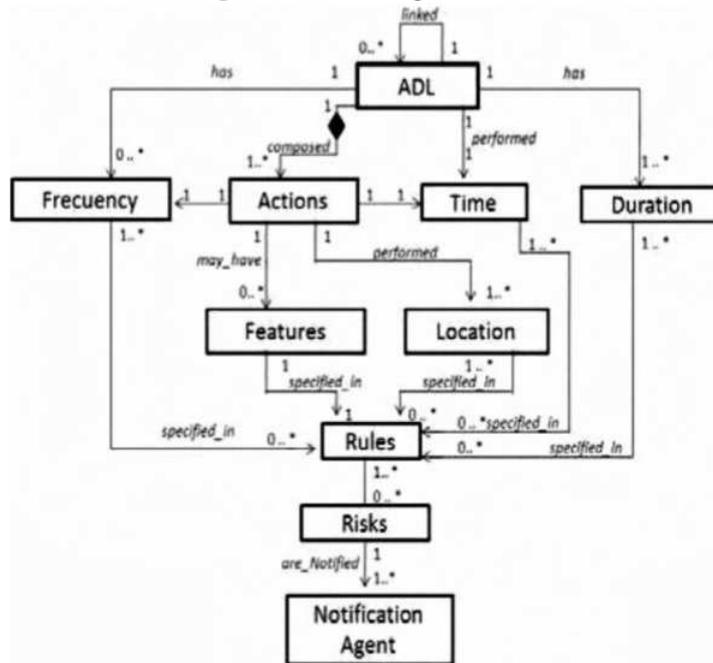
Saldana-Jimenez et al. (2009) apresenta um componente ciente de contexto baseado em agentes que possibilita os desenvolvedores a criarem sistemas de ambiente inteligentes que ajudem o dia a dia de idosos independentes. Além disso, possibilita a inferência de riscos e é flexível, dando condições de inferência de acordo com diferentes cenários.

Os componentes do modelo incluem uma ontologia ELDeR (Enabling Living Independently of Risks) que representa a informação e agentes que acessam essa ontologia e definem o contexto atual do idoso e determinar se um idoso precisa ou não de ajuda. A Figura 11 mostra a ontologia ELDeR e suas particularidades.

A variável ADL representa as atividades que são realizadas pelos idosos. Uma atividade é composta de ao menos uma ação (*Action*) e tende a ser executada um número de vezes (*Times*) específico por dia. Cada pessoa costuma ter uma duração (*Duration*) específica, bem como executa suas ações em uma ou mais localidades (*Location*). Além disso, ações podem ter funcionalidades (*Features*) que são identificadas como variáveis contextuais dos idosos que podem causar um risco (*Risk*). Essas funcionalidades são descritas nas regras (*Rules*) que inferem os riscos. Finalmente, os riscos são ligados com o agente de notificação (*Notification Agent*) que notificam a situação dos idosos apropriadamente como definido pelo programador da aplicação.

O componente ciente de contexto, ilustrado pela Figura 12, contém os agentes que detém as características de inteligência e ciência de contexto requeridas para inferir as atividades dos idosos e avaliar se estão diante de um risco. O componente contém quatro agentes que estimam as seguintes informações de contexto: Tempo (*Time Agent*), Duração (*Duration Agent*), e Frequência (*Frequency Agent*) para realizar uma atividade. Um agente proxy de Localização do Usuário (*User Location Proxy*) infere a localização de um componente externo que deve ser criado pelo desenvolvedor da aplicação. Os agentes citados repassam a informação de contexto para o agente Ciente de Contexto (*Context-Aware Agent*). Adicionalmente, o contexto inferido

Figura 11: Ontologia ELDeR.



Fonte: (SALDANA-JIMENEZ et al., 2009).

irá ser utilizado na atualização da ontologia ELDeR. Quando o contexto muda, o agente Ciente de Contexto notifica o agente de Avaliação de Risco, que irá consultar na ontologia para verificar se uma condição de risco foi atingida. Havendo risco, o agente de Notificação (*Notification Agent*) especificado pelo desenvolvedor na ontologia toma a devida ação.

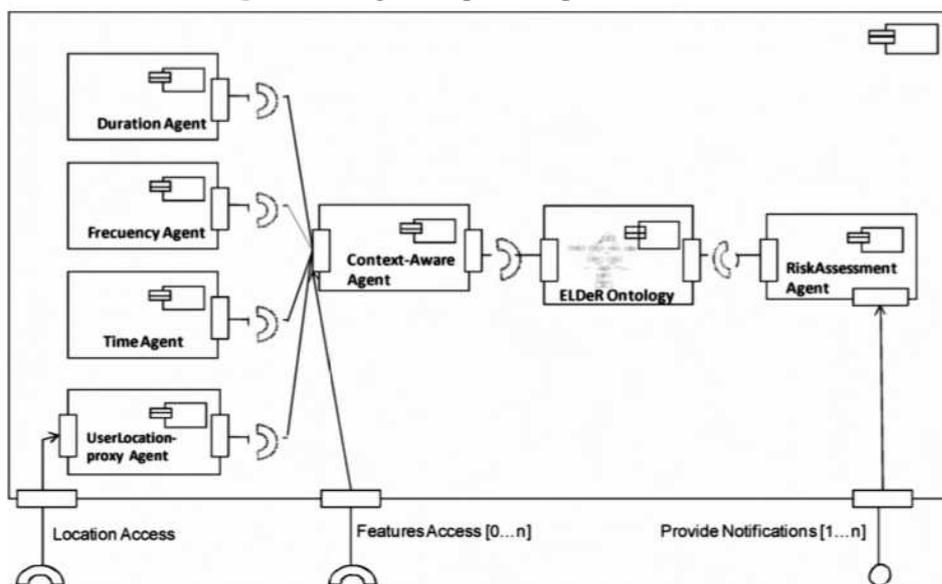
### 3.8 Context-Aware Services for Ambient Assisted Living: A Case-Study

O trabalho de Hristova, Bernardos e Casar (2008) apresenta serviços cientes de contexto para idosos e seus cuidadores. Estes serviços ficam no topo de um sistema ambiente de atendimento domiciliar (AHCS), que coleta dados de uma rede através de sensores do ambiente, de saúde e físicos. O AHCS segue uma arquitetura em camadas, formada por um framework de aquisição de contexto e um gerente de contexto (customizado na plataforma Context Toolkit<sup>4</sup>) que agrega as funcionalidades de inferência e raciocínio.

A Figura 13 mostra a arquitetura do modelo. A plataforma de aquisição realiza o filtro dos dados e os associa ao contexto, provendo níveis mais altos e informações confiáveis em diferentes modalidades de contexto (posição, informações do ambiente, frequência cardíaca, etc.) com o objetivo de inferir contextos complexos ('usuário dormindo', 'visita', 'falha cardíaca', etc.). Para aquisição destes níveis mais baixos de contexto, foi desenvolvido o framework chamado CASanDRA, que fornece serviços de aquisição de contexto reutilizáveis (como posicionamento ou sensores espalhados no ambiente). Níveis mais altos são implementados utilizando o Context

<sup>4</sup><http://contexttoolkit.com>

**Figura 12:** Agentes que Compõem o Modelo.



Fonte: (SALDANA-JIMENEZ et al., 2009).

Toolkit.

Para que o sistema funcione apropriadamente, o idoso necessita carregar um dispositivo wireless (um PDA com Wifi e Bluetooth) para permitir a aquisição de dados de contexto e a comunicação com a pessoa assistida. Com o objetivo de coletar dados biométricos, é necessário que o usuário tenha um monitor cardíaco. A arquitetura é suportada pelo container de aplicação Apache Tomcat<sup>5</sup> que encapsula o processamento dos dados que os dispositivos entregam para a aplicação, além de várias bases de dados MySQL para armazenar a informação necessária. O processo de inferência do modelo usa um mecanismo baseado em regras do tipo "SE-ENTÃO-SENÃO" onde ações são disparadas a partir de diversas condições atendidas.

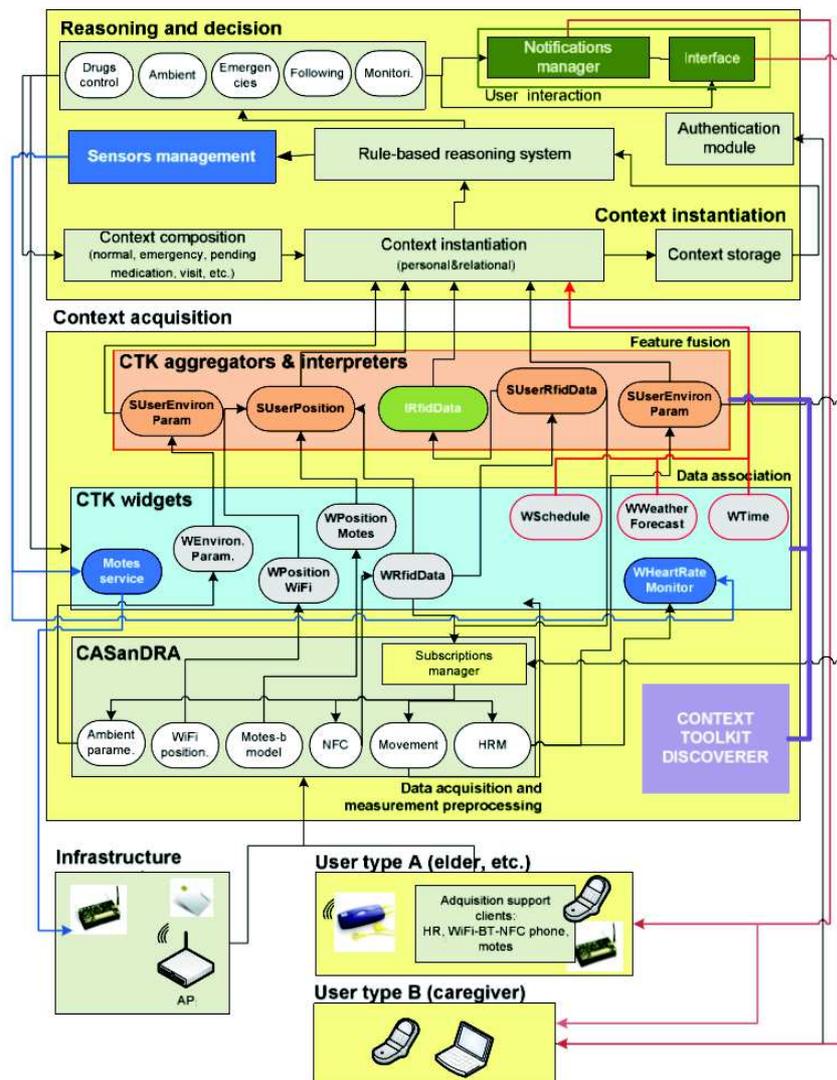
### 3.9 Avaliação dos Trabalhos Relacionados

A propagação da Tecnologia da Informação e Comunicação em Saúde (TICS) vem crescendo nos últimos anos. Neste sentido, as possibilidades, recursos e benefícios que a informática pode trazer para a área de saúde são consideráveis (CFM, 2012). Além disso, a demanda de tecnologia irá crescer de forma gradual, assim como o governo americano que anunciou incentivos fortes nesta área (SACHDEVA S.; BHALLA, 2009).

A computação ciente de contexto define uma área de pesquisa que possui aplicações em diferentes cenários computacionais e apresenta desafios importantes. Em linhas gerais, a proposta desta área é elaborar uma forma de coletar entradas capazes de refletir as condições atuais do usuário, do ambiente no qual o mesmo se encontra e do próprio dispositivo computacional utilizado, considerando não somente características de hardware, mas também de software e de

<sup>5</sup><http://apachetomcat.com>

Figura 13: Arquitetura do Modelo AHCS.



Fonte: (HRISTOVA; BERNARDOS; CASAR, 2008).

comunicação (LOUREIRO et al., 2008).

Dessa forma, um sistema de cuidados ubíquos que apresenta inferência de riscos associados ao paciente deve integrar diversos papéis e oferecer oportunidades de colaboração entre eles (WAGNER E. H.; AUSTIN, 2001). A Tabela 1 apresenta um comparativo dos trabalhos relacionados. As seguintes características foram utilizadas para a comparação:

- Tipo de contexto: descreve o tipo de contexto avaliado no modelo;
- Técnica de análise de riscos: identifica qual a teoria ou técnica utilizada como base para inferência dos riscos associados;
- Modo de análise de riscos: identifica se a teoria ou técnica utilizada como base para inferência dos riscos associados é automática ou manual;

**Tabela 1:** Características dos Trabalhos Relacionados.

Características	Trabalhos						
	Bandyopadhyay et al. (2014)	Hristoskova et al. (2014)	Paganelli e Giuli (2011)	Sannino e De Pietro (2014)	Zhang e Sawchuk (2011)	Saldana-Jimenez et al. (2009)	Hristova, Bernardos e Casar (2008)
Tipo de Contexto	Sensores (físicos, virtuais e lógicos)	Lógico (frequência, tempo, duração e localização)	Status de Atividade, Condições Fisiológicas e Localização	Sinais Vitais	Fatores de Risco e Sinais Vitais	Fatores de Risco e Sinais Vitais	Sinais Vitais e Acelerômetro
Técnica de Análise dos Riscos	Regras Pré-Definidas	Regras Pré-Definidas	Algoritmo	Consultas na Ontologia (ADL) e Regras Pré-Definidas	Rede Bayesiana	Algoritmos Distintos	Regras Pré-Definidas
Modo de Análise dos Riscos	Auto	Auto	Auto	Auto	Auto	Semi-Auto	Auto
Foco em Dispositivos Móveis / Interface Móveis	Mobile	S.I.	S.I.	Mobile e PC	S.I.	S.I.	Mobile
Protocolos de Comunicação	XML	S.I.	S.I.	XML	S.I.	S.I.	S.I.
Organização dos Arquétipos	S.I.	Ontologia Própria	S.I.	Ontologia Própria	S.I.	S.I.	S.I.
Infraestrutura / Arquitetura de Software	Serviço Web	Agentes	Rede Bayesiana	Serviço Web / Agentes	Rede Bayesiana	Serviço Web	3 Camadas
Forma de Armazenamento	BD Relacional	Ontologia	S.I.	Ontologia	BD Relacional	Ontologia	Base de Conhecimento
Foco	Idosos / PCDs	Idosos	Prevenção de Quedas	Cuidados Contínuos	Cardio	Cardio	Cardio e Prevenção de Quedas

Fonte: Elaborada pelo autor.

- Foco em dispositivos móveis / interfaces móveis: identifica se o modelo suporta ubiquidade, bem como interfaces móveis, etc;
- Protocolos de comunicação: identifica qual(is) tecnologia(s) de trocas de dados foram utilizadas no modelo estudado;
- Organização dos arquétipos: identifica qual(is) tecnologia(s) organização dos dados foram utilizadas no modelo estudado;
- Infraestrutura / arquitetura de software: identifica qual(is) tecnologia(s) de arquitetura foram utilizadas no modelo estudado. Exemplo: Agentes, WebServices, REST (*Representational State Transfer*), etc;
- Forma de armazenamento: identifica qual(is) tecnologia(s) de armazenamento de dados foram utilizadas no modelo estudado;
- Foco: descreve a área foco de atuação do modelo. Exemplo: saúde mental;

Todos os trabalhos apresentam algum tipo de sensoriamento com o intuito de monitorar a evolução do tratamento do paciente em algum tipo de atividade de previsão e inferência de riscos associados aos cuidados do paciente. De uma forma geral, os trabalhos tem foco no suporte a sensores, alertas e algum nível de inferência de riscos como, por exemplo, risco de quedas, cardíaco, entre outros.

### 3.10 Lacunas de Pesquisa

O modelo busca unir as melhores características encontradas nos trabalhos relacionados e agregar a eles o controle das interações virtuais e o uso de dispositivos eletrônicos para possíveis detecções de riscos. Em relação ao quesito contexto, todos os trabalhos apresentam um meio de aquisição de contexto definido. Quanto à forma/modo de aquisição e análise de riscos, todos os trabalhos exceto o 6 (SALDANA-JIMENEZ et al., 2009) utilizam o modo automático. O armazenamento dos dados é dividido entre banco de dados, ontologias ou ambos. Outro quesito levado em consideração é se a aplicação é adaptada à computação móvel e ubíqua, que no caso ocorre na maior parte dos modelos destacados. Com base nas avaliações realizadas, foi elaborado a Tabela 2 com os requisitos que o PEPContextual irá apresentar.

Podemos observar que nos trabalhos relacionados o processo de coleta de informações é atrelado ao uso de dados do contexto, enquanto no PEPContextual há esta diferenciação. Além disso, diferentes modelos de contexto são utilizados e os trabalhos 2 (HRISTOSKOVA et al., 2014) e 4 (SANNINO; DE PIETRO, 2014) utilizam ontologias, muitas vezes próprias, na representação do conhecimento. O modelo PEPContextual visa a utilização parcial de uma ontologia baseada no padrão OpenEHR, de modo a aumentar sua aderência a outros modelos e sistemas.

**Tabela 2:** Características que Serão Empregadas no PEPContextual.

<b>Características</b>	<b>Proposta</b>
Tipo de Contexto	Dados de PHR
Técnica de Análise dos Riscos	Consulta LINQ
Modo de Análise dos Riscos	Automática
Foco em Dispositivos Móveis / Interface Móveis	Mobile
Protocolos de Comunicação	XML
Organização dos Arquétipos	Ontologia Baseada em OpenEHR
Infraestrutura / Arquitetura de Software	Serviço Web / Agentes
Forma de Armazenamento	Ontologia / BD Relacional
Foco	Saúde Mental

Fonte: Elaborada pelo autor.

Ainda, as ontologias criadas com o padrão OpenEHR pelo PEPContextual são utilizadas apenas para representação, padronização e organização dos dados de PHR do paciente.

No processo de inferência, os trabalhos abordados têm técnicas próprias, como Redes Bayesianas e algoritmos específicos. O modelo PEPContextual flexibiliza a abordagem das inferências, permitindo a quem o utilize escolher a abordagem adequada. Para o protótipo, o modelo fará uso de consultas LINQ (*Language Integration Query*). No que tange a segurança e privacidade, cada trabalho implementa ou descreve um modo de lidar com esses problemas. Entretanto, destaca-se que não há segurança ou privacidade suficientes oferecidas por nenhum dos trabalhos, incluindo o proposto, muito pelo foco em utilização do contexto e inferências. Estudos futuros devem ser conduzidos em busca de solucionar estes problemas.

Existe uma variedade grande de tecnologia entrando no mercado de saúde e ainda mais promessas de tecnologia que não irão se cumprir. Combine isso com a falta de padrões de interoperabilidade em saúde e pode ser impossível de ficar no complexo mundo da saúde digital. Porém avanços em conectividade estão sendo feitos e companhias estão percorrendo o caminho permitindo que companhias de saúde se conectem com mobilidade e tecnologia de ponta sem necessidade e adivinhar onde o mercado está indo, que dispositivos irão ter sucesso ou como irá ficar a padronização e normalização dos dados clínicos (VALIDIC<sup>6</sup>, 2014).

Fundamentalmente, interoperabilidade permanece um desafio porque os sistemas de saúde são historicamente criados de forma isolada, o que torna complicado colher e integrar dados de uma forma válida. Além disso, temos a ideia de que cuidado de saúde é algo que alguém faz nas pessoas, porém o feedback instantâneo de um dispositivo ciente de contexto ajuda a demonstrar o que nós podemos fazer com os resultados captados. Estes dispositivos estão mudando a forma como cuidamos de nossa saúde, criando um compromisso como indicadores de saúde e talvez um aplicativo ou dispositivo irá auxiliar profissionais de saúde e servir como uma parte do

<sup>6</sup>Validic Expands Digital Health Ecosystem Reach to 100M - <http://hitconsultant.net/2014/11/12/validic-expands-digital-health-ecosystem-reach-to-100m/>

tratamento do paciente (VALIDIC<sup>7</sup>, 2014).

Com isso, qualquer dado que um paciente gera em um tratamento de saúde é relevante e importante. Diversos sistemas cientes de contexto fazem uso de estruturas de dados específicas para representar contexto e acabam por apresentar soluções restritas, não flexíveis ou parcialmente integráveis a outros modelos (VALIDIC<sup>8</sup>, 2014). A utilização de uma ontologia de referência na área da saúde por parte do trabalho proposto visa mitigar essas dificuldades.

A partir dos estudos relacionados, pode-se observar que os trabalhos considerados utilizam algum tipo de contexto, seja de localização ou de perfil do usuário. Porém nenhum deles utilizou características de computação ubíqua em seus modelos como outros tipos de contexto, bem como adaptação, ciência de situação e ontologias, sendo consideradas características lacunas a serem exploradas. Além disso, nenhum dos trabalhos considerados representa uma solução para a computação ou saúde ubíquas, levando-se em consideração todos os desafios presentes da área. Em resumo, o modelo PEPContextual visa reunir as melhores características dos trabalhos relacionados, agregando a ciência da situação para gerar inferências de risco associadas ao paciente. No próximo capítulo será detalhado o modelo proposto a partir das lacunas aqui identificadas.

---

<sup>7</sup>Cerner to Integrate Patient-Generated Data Powered by Validic - <http://hitconsultant.net/2015/03/12/cerner-to-integrate-patient-generated-data-powered-by-validic/>

<sup>8</sup>Validic's CTO Talks the Value of Open Data in Healthcare - <http://hitconsultant.net/2014/11/12/validics-cto-talks-the-value-of-open-data-in-healthcare/>

## 4 MODELO PROPOSTO

Este capítulo apresenta o modelo que compõe este trabalho, denominado PEPContextual, com ênfase nos componentes da arquitetura e na descrição dos artefatos integrantes do sistema em geral. Inicialmente, será apresentada a arquitetura do modelo PEPContextual, detalhando os componentes das camadas cliente e do serviço oferecido, agentes e premissas do projeto. Na sequência, será apresentada a estrutura da ontologia baseada no OpenEHR, utilizada na geração de indicadores de riscos do paciente através de dados de EHR. Finalmente, o foco é no detalhamento do estudo de caso utilizado para demonstrar as potenciais situações e a aplicabilidade do modelo.

### 4.1 Diretrizes e Definições

O modelo se baseia em computação ubíqua (WEISER, 1995; SATYANARAYANAN, 2001), além dos modelos previamente revisados. Desse modo fazem parte do modelo os seguintes aspectos:

- **Arquétipo:** objetivando padronizar o modelo de informação, de modo a auxiliar na obtenção dos riscos associados e/ou geração das ações vinculadas, fazendo uso e acesso ao contexto, situação, etc;
- **Base de Dados:** visando permitir diferentes objetos de domínio, maximizando as possibilidades do modelo, flexibilizando as inferências, guardando os dados gerados e facilitando a análise e avaliação dos resultados;
- **Envio de Notificações:** realiza o envio de avisos para os profissionais envolvidos no tratamento do paciente quando uma inferência ocorre;
- **Utilização de Agentes:** possui agentes autônomos que realizam atividades específicas no modelo e geram resultados.

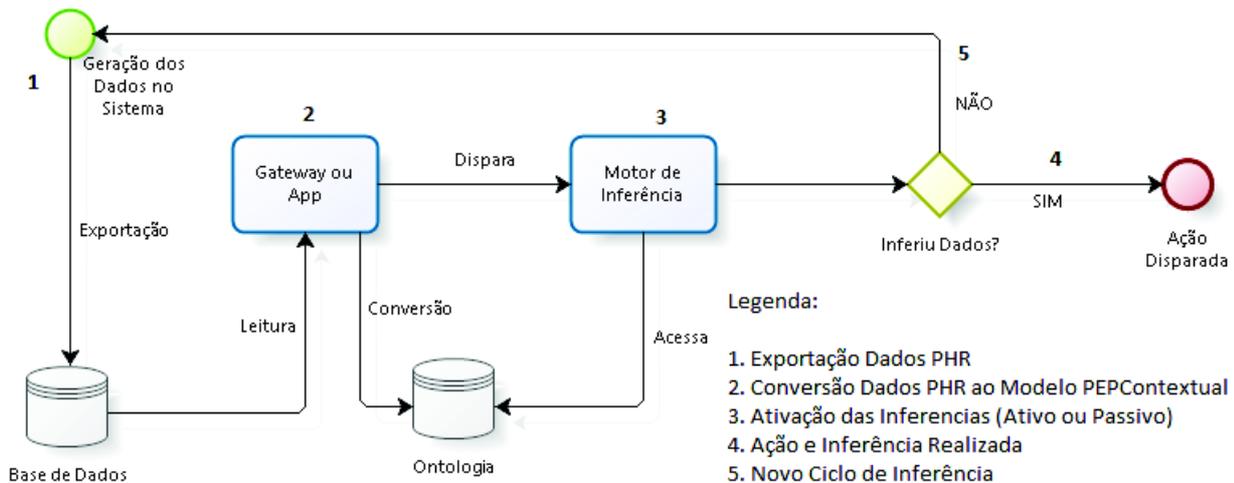
### 4.2 Arquitetura

A arquitetura do PEPContextual foi criada com o propósito de disponibilizar uma estrutura de software - no formato de um framework - e serviços para ambientes de computação e saúde ubíqua no qual a inferência de riscos fosse simplificada e adequada a um atendimento profissional e caracterizado pela mobilidade. A abordagem de apresentação do modelo é *top-down*, onde os módulos gerais da arquitetura são revelados inicialmente e os detalhes são mencionados em sequência.

A inferência de riscos proposta pelo modelo leva em consideração diversas formas de contexto, como informações do profissional, paciente e dados de prontuário eletrônico. No entanto,

flexibiliza e incentiva a entrada de outras formas e sensores, como localização, RFID, entre outros. Para representação deste conhecimento foram escolhidos fragmentos de ontologias baseadas no padrão OpenEHR, vista como essencial para o modelo realizar a inferência de riscos e permitir a interoperabilidade e integrabilidade. Estas informações do paciente compreendem indicadores de sintomas, histórico médico e ambiente no qual ele se encontra.

**Figura 14:** Fluxo de Ação e Aplicação do Modelo.



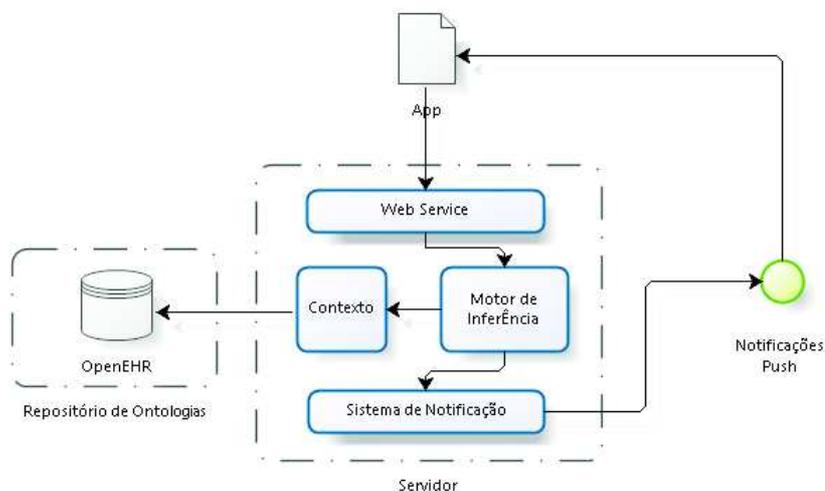
Fonte: Criado pelo autor.

A Figura 14 revela em alto nível o fluxo de ação e aplicação do modelo. Primeiramente são gerados os dados no sistema de origem e exportados para um arquivo e importados para uma base de dados relacional (passo 1). Então um Gateway - serviço que ficará executando no servidor, denominado Sistema de Coleta de Prontuário - irá consumir estes dados e convertê-los no modelo da ontologia baseada no OpenEHR (passo 2). A partir desse momento, existem duas formas da ativação das inferências: através da ação do profissional pelo aplicativo ou pelo próprio gateway, disparando o motor de inferência, que analisa os dados da ontologia e avalia se há alguma inferência a ser realizada (passo 3). Caso exista, uma ação correspondente a essa inferência é disparada (passo 4). Caso contrário, apenas espera-se uma nova geração de dados no sistema de origem, um novo ciclo do gateway ou uma ação do profissional através do aplicativo (passo 5).

O contexto extraído do dispositivo é enviado para o servidor através de um web service REST (CABLE S.; TOUSSAINT, 2002). Essas informações contextuais, juntamente ao gateway de coleta de dados - representado através do Sistema de Coleta de Prontuário - abastecem a ontologia baseada no OpenEHR e o Motor de Inferência que irá determinar, através de regras - fazendo uso de consultas LINQ - se há algum sintoma ou enfermidade constatados e, se necessário, alguma ação a ser disparada. A Figura 15 exhibe as etapas de execução de forma resumida. Essas etapas serão relevadas nas subseções seguintes afim de proporcionar um melhor entendimento do funcionamento do modelo proposto.

O modelo da arquitetura exhibe diferentes módulos que se comunicam com o intuito de efe-

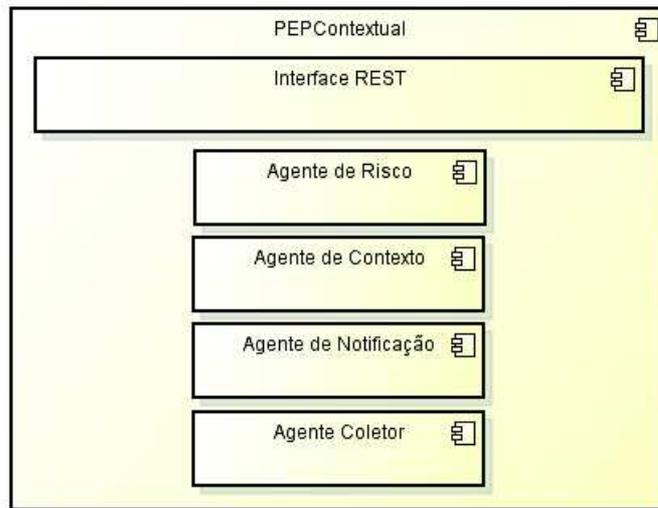
**Figura 15:** Etapas de Execução dos Componentes da Arquitetura.



Fonte: Criado pelo autor.

tuar a captação e análise de contexto e entregando inferências. Para tanto, os dados do profissional de saúde, do paciente e informações do prontuário eletrônico devem estar armazenados nos arquétipo da ontologia baseada no OpenEHR. Na arquitetura proposta, esse armazenamento, captação e controle dos dados é realizada pelo Repositório de Ontologias. Esses dados são fundamentais na busca por inferências de sintomas ou diagnósticos, tendo em vista o grau de incerteza que existe durante um atendimento hospitalar. Após a detecção da necessidade de entrega de informações através de inferências, representado pelo Motor de Inferência, o servidor emite uma notificação através do Sistema de Notificação, responsável por enviar para o dispositivo do profissional um alerta em caso de uma inferência pertinente ao tratamento. O serviço de notificações segue o fluxo em apenas uma direção, sendo responsável por enviar a mensagem ao aplicativo instalado. Com o recebimento da notificação, o profissional acessa em seu dispositivo o aplicativo cliente - que coleta o contexto do próprio profissional, como por exemplo especialidade - e visualiza as inferências realizadas que podem auxiliar no tratamento.

A Figura 16 detalha a arquitetura do serviço oferecido pelo modelo. Neste serviço estão contidos sistemas de contexto, risco, notificação e coletor, representados respectivamente pelos agentes de contexto, risco e notificação, bem como o agente coletor. O agente coletor é encarregado de ler a base de dados e normalizar as informações na ontologia baseada no OpenEHR. O agente de contexto é responsável por avaliar o contexto de uma informação e/ou entidade. O agente de risco é o motor de inferência que irá analisar os dados contidos na ontologia, bem como o contexto envolvido e acionar o agente de notificação. Ainda, há a interface REST que expõe os comportamentos dos agentes que compõem os sistemas. A aplicação cliente se encarrega de coletar o contexto do profissional utilizador, bem como servir de interface de informações de um paciente e receber as notificações de inferência realizadas pela aplicação servidor.

**Figura 16:** Arquitetura Geral do Modelo - Serviço.

Fonte: Criado pelo autor.

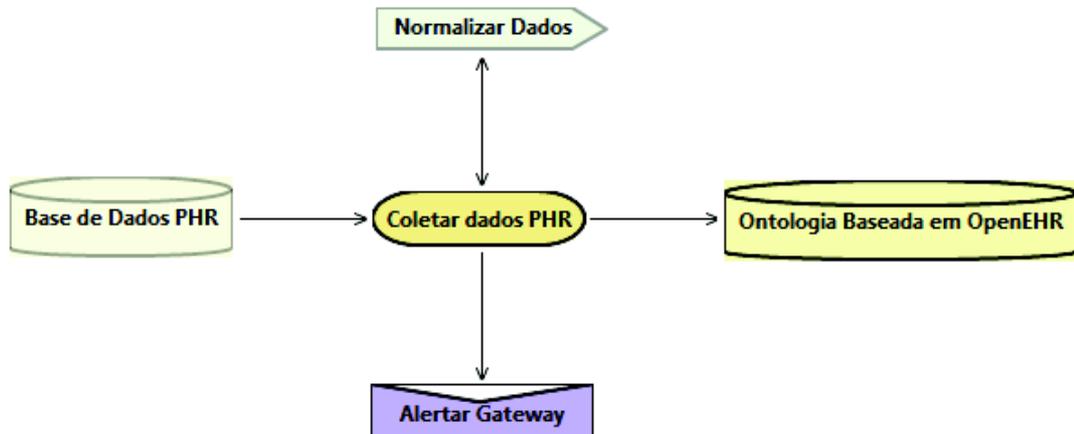
#### 4.2.1 Serviço REST

O modelo do serviço é apresentado pela Figura 16. O serviço do PEPContextual deve conhecer o contexto do profissional, do paciente e os prontuários eletrônicos vinculados ao paciente. Com posse dessas informações de contexto e dados históricos, é iniciado o processo de inferência com a utilização do método LINQ e aplicação das regras de inferência definidas. A ontologia é responsável por representar o conhecimento e padronizar a estrutura de dados médicos.

A aplicação divide-se em componentes para que possa prover as informações necessárias aos processos. A metodologia utilizada para a modelagem dos agentes é a Prometheus, pois define um processo em detalhes para a etapa do desenvolvimento do sistema orientado a agentes (PADGHAM L.; WINIKOFF, 2002). Além disso, como o modelo PEPContextual executa monitoramento e inferências continuamente de modo autônomo, o uso de agentes e da metodologia citada foram escolhidos. Basicamente, 4 agentes compõem a estrutura de inferência que corresponde a camada servidor:

- O agente coletor, representado pela Figura 17, é responsável por ler a base de dados e normalizar os dados na ontologia OpenEHR. Este agente insere marcações de contextos sempre um ciclo do gateway de coleta encontra informações disponíveis. Ainda, ele faz o de-para das informações conforme o arquétipo utilizado;
- O agente de contexto, representado pela Figura 18, é responsável por avaliar o contexto de uma informação ou entidade. Nesse sentido, o agente de contexto prepara as informações para que o agente de risco possa realizar inferências de sintomas ou indicativos de diagnósticos;

**Figura 17:** Modelagem do Agente Coletor.



Fonte: Criado pelo autor.

**Figura 18:** Modelagem do Agente de Contexto.



Fonte: Criado pelo autor.

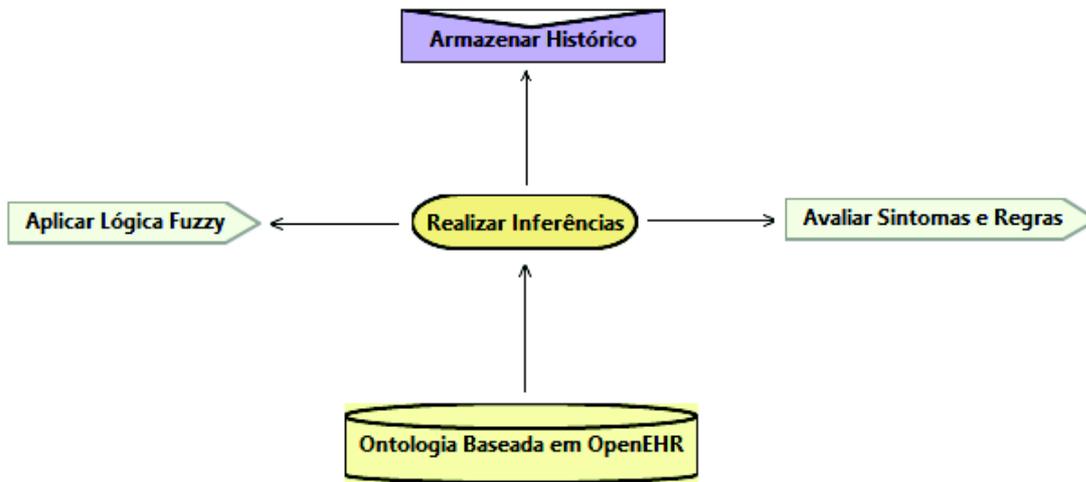
- O agente de risco, representado pela Figura 19, é encarregado de analisar os contextos filtrados pelo agente de contexto e aplicar as inferências de acordo com o contexto escolhido, avaliando se as inferências estão relacionadas com algum sintoma ou diagnóstico indicado. Este agente aciona o agente de evento em caso de uma inferência positiva. Ainda, guarda o histórico de inferências para auxiliar em resultados futuros;
- O agente de notificação é responsável por enviar status das inferências deste usuário sempre que acontecem.

#### 4.2.2 Cliente

A arquitetura proposta para a camada cliente é composta pelos módulos de coleta de contexto e interface gráfica. O contexto dinâmico, como a localização ou características do dispositivo é capturado no momento que o profissional realiza o login do sistema.

Ao realizar a busca por informações do prontuário eletrônico de um paciente específico, o

**Figura 19:** Modelagem do Agente de Risco.



Fonte: Criado pelo autor.

Módulo de Inferência dispara o motor de inferência com os dados da ontologia. A notificação enviada ao profissional é um recurso necessário para alertá-lo que existe uma ou mais inferências novas, e que esses resultados são relevantes ao diagnóstico ou tratamento. Esse recurso de notificações está presente nos smartphones mais utilizados, como é o caso do Android. Com a ajuda desta característica no aplicativo cliente é importante saber como processar essas informações (encapsulamento de notificações) e como exibi-las para o profissional. Esse processamento é realizado pelo Sistema de Notificação.

### 4.3 Templates e Arquétipos da Ontologia Baseada no Padrão OpenEHR

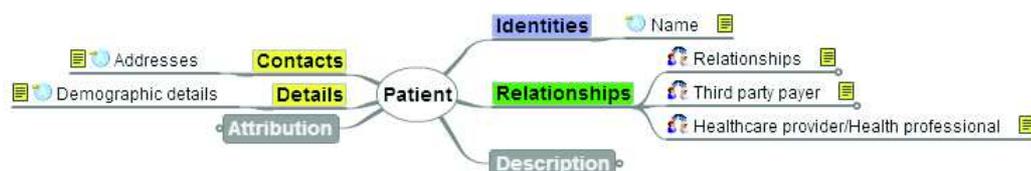
Um meio de padronizar e taxonomizar entidades ou objetos em sistemas de saúde é através do uso de ontologias. Embora a palavra ontologia denote teorias sobre a natureza do ser, na computação ela é interpretada como um conjunto de entidades com suas relações, restrições, axiomas e vocabulário. Com isso, uma ontologia deve fornecer um vocabulário formal que represente inicialmente o consenso de um grupo qualquer e possa ser disponibilizado e amadurecido ao longo do tempo com a participação de comunidades com interesse sobre o conhecimento do domínio (BEZERRA, 2008).

Ontologias tem facilitado a comunicação e o processamento de informações semânticas entre máquinas e seres humanos através de sistemas computacionais, fornecendo interoperabilidade entre sistemas ao representarem dados compartilhados por diversas aplicações (AZEVEDO, 2008). Ainda, uma das principais utilidades de uma ontologia é a de servir como um *schema* para uma base de conhecimentos (GRUBER, 1995).

Um arquétipo são especificações de informações clínicas sobre determinado assunto, de forma mais completa e abrangente possível. Já um template possui um significado mais avan-

çado na construção de modelos clínicos, pois pode conter um ou mais arquétipos, juntamente com algumas restrições, a fim de atender um caso específico (FRADE, 2013). A Figura 20 representa a base do paciente. Esse template identifica o paciente por seu nome, dados demográficos e relacionamentos, seja com médicos de especialidades distintas ou de provedores de saúde, como hospitais e UPA's. Seu objetivo é ser o registro do paciente na base de conhecimento.

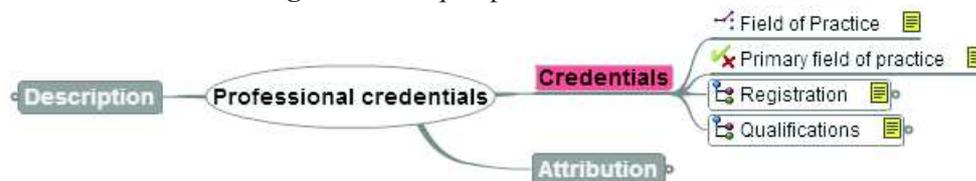
**Figura 20:** Template do Paciente.



Fonte: (OpenEHR, 2014).

A Figura 21 representa um ou mais profissionais envolvidos com o paciente definido pelo template do paciente, representada pela Figura 20. Esse arquétipo identifica o profissional por seu nome, especialidade, registro e qualificações.

**Figura 21:** Arquétipo do Profissional.



Fonte: (OpenEHR, 2014).

A Figura 22 representa as mudanças e acompanhamento do tratamento. Esse arquétipo trata de sintomas que podem causar uma mudança, razões e triggers. Aborda, ainda, aspectos positivos e negativos do comportamento atual de um sintoma ou doença, bem como os aspectos positivos e negativos de uma mudança no tratamento, além de barreiras e comentários. Será utilizado para coletar as informações inseridas manualmente pelo profissional que também serão utilizadas para inferências.

Ainda, a Figura 23 representa o acompanhamento do paciente. Esse template identifica as observações do tratamento, opções de tratamento, data e intervenções passadas. Também será utilizado para realizar inferências de sintomas e diagnósticos.

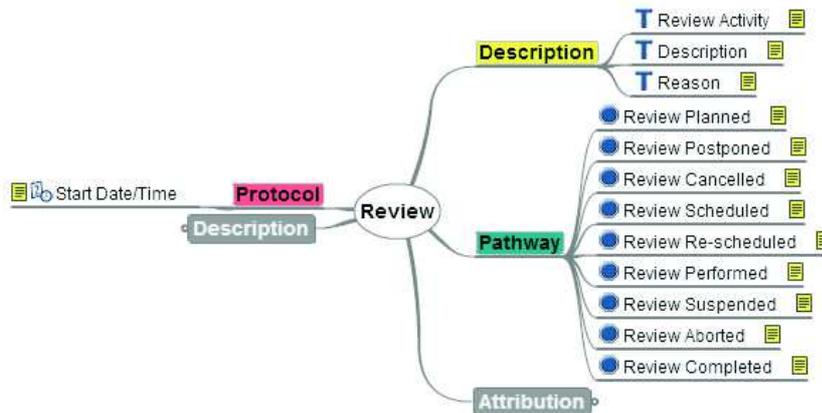
Finalmente, destaca-se que os arquétipos do OpenEHR foram utilizados para representar, categorizar e padronizar os termos utilizados. O modelo utiliza o conceito de ontologia para a troca de mensagens entre os sistemas integradores, bem como permite uma melhor visualização dos termos e simplifica o desenvolvimento dos módulos, agentes, componentes e tabelas do banco de dados. Os arquétipos foram utilizados como base para a criação das classes do

**Figura 22:** Arquétipo de Mudança.



Fonte: (OpenEHR, 2014).

**Figura 23:** Arquétipo de Acompanhamento.



Fonte: (OpenEHR, 2014).

protótipo e na formação das mensagens JSON armazenadas no banco de dados e utilizadas pelo aplicativo para exibição das informações apresentadas, bem como as inferências realizadas.

#### 4.4 Estudo de Caso

Esta seção apresenta o funcionamento do PEPContextual, bem como a integração entre os módulos e o funcionamento de cada etapa do PEPContextual. As etapas são descritas a seguir:

- O gateway coleta as informações do sistema de origem utilizando padrões de interoperabilidade difundidos.
- O modelo PEPContextual fica constantemente analisando os dados dos pacientes de modo a realizar inferências de risco ou possíveis diagnósticos.
- Do lado do cliente, o profissional pode inserir informações pré-definidas e disparar análises de riscos automaticamente ou apenas visualizar dados do prontuário.

- PEPContextual toma decisões e emite notificações sempre que uma inferência é realizada.

#### 4.4.1 Cenário de Aplicações

Foi pensado um cenário específico de aplicação do modelo com foco em saúde mental, onde um profissional de saúde, aplica dois questionários em um paciente e espera uma ou mais inferências relacionadas. A seguir são exibidos os dois questionários de acompanhamento realizados pelos profissionais de saúde mental que disparam inferências e análises de risco automáticas.

##### 4.4.1.1 Rastreamento SRQ (*Self-Reporting Questionnaire*)

Um dos métodos de baixo custo para rastreamento psiquiátrico é o SRQ (*Self-Reporting Questionnaire*), instrumento de rastreamento de transtorno mental (GONSALVES; STEIN; KAPCZINSKI, 2008). O SRQ é composto originalmente por 30 questões, sendo 20 sobre sintomas psicossomáticos para rastreamento de transtornos não-psicóticos, quatro para rastreamento de transtornos psicóticos, uma para rastreamento de convulsões do tipo tônico-clônica e cinco questões para rastreamento de transtorno por uso de álcool (MARI; WILLIAMS, 1986). Além disso, está recomendado pela OMS para estudos comunitários e em atenção básica à saúde, principalmente nos países em desenvolvimento, por preencher os critérios citados acima em termos de facilidade de uso e custo reduzido (GONSALVES; STEIN; KAPCZINSKI, 2008).

A Figura 24 revela a versão brasileira do questionário SRQ de 20 questões de escolha simples ("Sim" ou "Não") para transtornos neuróticos. Para a cultura brasileira o ponto de corte 7/8 para mulheres e 5/6 para homens para detecção de casos de transtornos mentais do tipo neurótico com sensibilidade e especificidade foram, respectivamente, 83% e 80% (GONSALVES; STEIN; KAPCZINSKI, 2008).

##### 4.4.1.2 Piloto do Hospital Mãe de Deus - ARC (Avaliação de Risco do Comportamento)

A mudança de "risco psiquiátrico" para "risco do comportamento" significa que as pessoas em risco podem ter ou não um transtorno mental. Além disso, existem várias condições que podem influenciar o comportamento e são comuns em hospitais (por exemplo: alterações metabólicas, infecções, efeitos de medicamentos). Finalmente, ter um transtorno mental como depressão ou psicose, geralmente aumenta o risco, mas no momento da avaliação inicial o risco pode não estar presente (MÃE DE DEUS, 2015).

A Figura 25 revela uma avaliação através da verificação 7 itens que compõe o modelo, as quais devem ser assinaladas "sim" caso esteja presente algum dos itens, ou "não" em caso de ausência; a presença de "sim" em um ou mais dos itens já significa que há risco, sem que isso

**Figura 24:** Questionário de Acompanhamento 1.

PERGUNTAS	RESPOSTAS
1- Você tem dores de cabeça frequente?	SIM NÃO <input type="radio"/> <input type="radio"/>
2- Tem falta de apetite?	SIM NÃO <input type="radio"/> <input type="radio"/>
3- Dorme mal?	SIM NÃO <input type="radio"/> <input type="radio"/>
4- Assusta-se com facilidade?	SIM NÃO <input type="radio"/> <input type="radio"/>
5- Tem tremores nas mãos?	SIM NÃO <input type="radio"/> <input type="radio"/>
6- Sente-se nervoso (a), tenso (a) ou preocupado (a)?	SIM NÃO <input type="radio"/> <input type="radio"/>
7- Tem má digestão?	SIM NÃO <input type="radio"/> <input type="radio"/>
8- Tem dificuldades de pensar com clareza?	SIM NÃO <input type="radio"/> <input type="radio"/>
9- Tem se sentido triste ultimamente?	SIM NÃO <input type="radio"/> <input type="radio"/>
10- Tem chorado mais do que costume?	SIM NÃO <input type="radio"/> <input type="radio"/>
11- Encontra dificuldades para realizar com satisfação Suas atividades diárias?	SIM NÃO <input type="radio"/> <input type="radio"/>
12- Tem dificuldades para tomar decisões?	SIM NÃO <input type="radio"/> <input type="radio"/>
13- Tem dificuldades no serviço (seu trabalho é penoso, lhe causa- sofrimento?)	SIM NÃO <input type="radio"/> <input type="radio"/>
14- É incapaz de desempenhar um papel útil em sua vida?	SIM NÃO <input type="radio"/> <input type="radio"/>
15- Tem perdido o interesse pelas coisas?	SIM NÃO <input type="radio"/> <input type="radio"/>
16- Você se sente uma pessoa inútil, sem préstimo?	SIM NÃO <input type="radio"/> <input type="radio"/>
17- Tem tido idéia de acabar com a vida?	SIM NÃO <input type="radio"/> <input type="radio"/>
18- Sente-se cansado (a) o tempo todo?	SIM NÃO <input type="radio"/> <input type="radio"/>
19- Você se cansa com facilidade?	SIM NÃO <input type="radio"/> <input type="radio"/>
20- Têm sensações desagradáveis no estomago?	SIM NÃO <input type="radio"/> <input type="radio"/>

Fonte: (MARI; WILLIAMS, 1986).

gere um escore (MÃE DE DEUS, 2015). A lista abaixo descreve o contexto de cada item de avaliação:

- Ideias sobre suicídio: presença de pensamentos relacionados com a ideia de tirar a própria vida; desejo de morrer de modo ativo, geralmente associado a algo que provoque a própria morte; pode ser verificado através que perguntas como: "Você pensou que seria melhor estar morto? Você quer fazer mal a si mesmo? Você tem pensado em se suicidar?";
- Agitação e/ou agressividade: geralmente se expressa pela conduta da pessoa, podendo ser observada pela expressão corporal; a agressividade pode também ser expressa pela linguagem;
- Comportamento de fuga: pode ser verbalizado ou expresso por atitudes, como ausentar-se da unidade de internação sem consentimento;
- Isolamento: a pessoa pode evitar contatos interpessoais, por vezes mesmo com familiares e visitantes, evita conversar ou sente-se incomodada com a presença de outros, incluindo a equipe assistencial;

- Problemas pelo uso de álcool, outras drogas e/ou tabaco: A pessoa pode apresentar problemas "físicos"(por exemplo: cirrose hepática, gastrite, neuropatia periférica, sintomas de abstinência ou fissura), e/ou "mentais"(alterações de humor, alucinações) e/ou "sociais"(problemas de relacionamento familiar, problemas no trabalho);
- Psicofármaco não prescrito: A pessoa vinha em uso corrente de algum psicofármaco (tranquilizantes, antidepressivos, antipsicóticos, estabilizadores do humor) que não foi prescrito na atual internação;
- Mudança de ritmos (sono, apetite, diurese, intestinal): No período imediatamente anterior ou durante a internação atual foi observada mudança em algum dos ritmos biológicos (sono, apetite, diurese, intestinal).

**Figura 25:** Questionário de Acompanhamento 2.

		Sim	Não
1	Ideias sobre suicídio		
2	Agitação e/ou agressividade		
3	Comportamento de fuga		
4	Isolamento		
5	Problemas pelo uso de álcool, outras drogas e/ou tabaco		
6	Psicofármaco não prescrito		
7	Mudança de ritmos (sono, apetite, diurese, intestinal)		

Fonte: (MÃE DE DEUS, 2015).

Ainda, a equipe de saúde mental (Psiquiatria, Psicologia, Serviço Social, Terapia Ocupacional) será acionada de acordo com cada caso, após ser comunicado o médico assistente (MÃE DE DEUS, 2015). As ações a serem tomadas ao se verificar a existência de risco do comportamento são as seguintes:

- Quando presentes itens 1, 2 e 3: comunicar enfermeira; cuidados gerais de enfermagem (observar presença de acompanhante no quarto, retirar objetos potencialmente perigosos, aumentar vigilância, solicitar apoio da equipe, etc); acionar médico hospitalista; comunicar médico assistente;
- Quando presentes itens 4, 5, 6, 7: comunicar enfermeira; cuidados gerais de enfermagem; comunicar médico assistente;

#### 4.4.2 Comportamento Esperado do Modelo

A técnica de ciência de situação envolve praticamente todos os componentes do modelo. Baseado no modelo de Endsley, ela utiliza três níveis para conseguir detectar as situações de risco. No primeiro nível são coletados os dados relevantes que são as informações de perfil do

usuário (contexto de perfil) e as informações do paciente. No segundo nível é feito o processamento dos dados coletados e trata das inferências, permitidas pelos arquétipos no domínio de PHR e das informações de contextos de perfil. E finalmente no último nível, é feita a inferência dos riscos associados. A seguir, são detalhados cada um dos passos envolvidos no processo:

- Passo 1 – Envio dos dados de autenticação do usuário e o nome do profissional para o servidor de aplicação;
- Passo 2 – A partir da validação das credenciais do usuário, informadas no passo 1, o servidor de aplicação consulta na base de dados de perfil os pacientes deste profissional;
- Passo 3 – Envio de informações ao serviço de inferência o nome do paciente e suas informações do PHR;
- Passo 4 - O serviço de consulta a base de conhecimento em busca protocolos que contenham informações, inferindo riscos associados;
- Passo 5 – O serviço de inferência informa ao servidor de aplicação os dados retornados da consulta feita no passo 5;
- Passo 6 – Por último, caso o servidor de aplicação constate que foram retornados no passo 5 informações de riscos, apresentará para o profissional quais riscos associados e quais ações estão vinculadas a essa inferência. Caso o passo 5 não retorne nenhum valor, inferirá que não existem riscos potenciais ligados ao paciente.

Mostrou-se que com a utilização dos contextos de perfil e de dados de PHR foi possível realizar as inferências pretendidas. O contexto de perfil permitiu que o modelo identificasse o contexto do profissional. Ainda, a correlação entre profissional e PHR permite identificar se existem riscos à saúde do paciente. Essa correlação só é possível graças aos arquétipos utilizados, que armazenam todas as informações sobre os dados de PHR utilizados para a inferência de riscos associados.

## 5 IMPLEMENTAÇÃO

Nesta seção são apresentados os aspectos de implementação do modelo, bem como do serviço e da aplicação cliente. Ainda, revela as avaliações pelas quais este trabalho será submetido juntamente com os resultados esperados. Para isso, este capítulo será dividido de forma a exibir as metodologias utilizadas para a avaliação do modelo, bem como a avaliação do protótipo do modelo PEPContextual.

### 5.1 Diretrizes e Definições

O modelo utilizado para essa implementação o processo de Engenharia de Software RUP (*Rational Unified Process*) (POLLICE, 2002). A Tabela 3 representa as fases da RUP empregadas, bem como seus artefatos, ferramentas, entre outros.

Abaixo são reveladas as fases do RUP aplicadas com os respectivos artefatos e ferramentas:

- **Concepção:** é a fase de levantamento de requisitos. Nessa fase as atividades essenciais são formular o escopo do projeto, criar um plano de projeto inicial, sintetizar a arquitetura candidata e preparar o ambiente de projeto;
- **Elaboração:** é a fase de documentação e análise do sistema. Verifica-se se a visão geral do produto está estável e se o plano de projeto é confiável;
- **Construção:** é a fase de desenvolvimento do protótipo. Inicia-se o desenvolvimento dos códigos da aplicação dos testes;
- **Transição:** é a fase de disponibilização do software. O foco é ter certeza de que o software está operacional para ser utilizado pelos usuários finais.

Após a finalização das duas primeiras fases, teve-se a definição de quais tecnologias seriam utilizadas na construção do protótipo. Chegou-se a definição de uma arquitetura SOA e um aplicativo nativo baseado em Android. Conforme Papazoglou (2008), arquitetura orientada a serviço (SOA) é uma solução lógica para o projeto de software com o objetivo de prover serviços tanto para usuários finais quanto para outros serviços distribuídos em uma rede. A comunicação entre ambos os lados foi definida através de requisições HTTP.

### 5.2 Aspectos de Implementação

Para o desenvolvimento do modelo de inferência de riscos, do aplicativo baseado no modelo proposto e visando levantar e qualificar os requisitos necessários, foi desenvolvido um fluxograma de exemplo de atividades do modelo, representado pela Figura 26. Nela, o usuário faz o login no aplicativo, acessando o serviço e realiza uma busca de paciente e seus dados

**Tabela 3:** Fases da RUP.

<b>Fase</b>	<b>Descrição</b>	<b>Artefatos</b>	<b>Ferramentas</b>
<b>Concepção</b>	Levantamento de Requisitos	Diagrama de Caso de Uso	Astah Community e Prometheus
<b>Elaboração</b>	Documentação e Análise do Sistema	Diagrama da Arquitetura do Sistema	Astah Community e Visio
<b>Construção</b>	Desenvolvimento do Protótipo	Back-end, Front-end, Modelo PEPContextual	Visual Studio, Android Studio, Genymotion, Postman, e Microsoft SQL Server
<b>Transição</b>	Disponibilização do Software	Instalação e Configuração do Back-end e Front-end em um Servidor de Aplicação, bem como em Smartphones Android	IIS Server, Microsoft SQL Server, Team Foundation Server e Amazon EC2

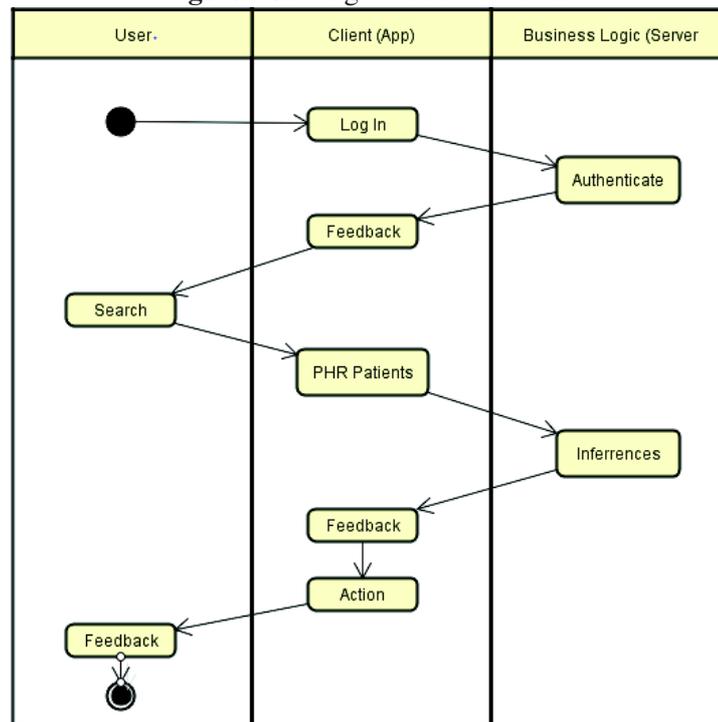
Fonte: Elaborado pelo autor.

de PHR. Ainda, ativa uma ação de inferência (explícita) e recebe um feedback visual ou via notificação. Posteriormente, esboçou-se um protótipo conceitual com os requisitos de interface do aplicativo. Feito isso, com base nestes mecanismos foi criado um diagrama de componentes de alto nível, representado pela Figura 27, com o intuito de avaliar a quantidade de entidades a serem utilizadas, bem como foram definidas as ferramentas de trabalho, ambiente, metodologias, padrões e arquitetura de desenvolvimento, organização das camadas, etc. Os componentes descritos são:

- Aplicação Cliente, com a interface do usuário e as ações *backoffice* - como inferências via *pooling* ou coleta de contexto pra formar a situação;
- Aplicação Servidor, com as interfaces de E&S os agentes de risco, contexto, notificação e coletor;
- Base de Dados, onde o modelo dos arquétipos é armazenado em JSON, bem como o modelo de logs para análise e checagem das inferências realizadas;
- Barramento, onde ficam expostas as camadas de integração.

A plataforma escolhida para implementação do aplicativo foi o Android por ser a plataforma móvel mais utilizada e, portanto, passível de atingir o número de usuários em um curto espaço de tempo (KLEINMAN, 2013). A arquitetura envolve, além do aplicativo citado, serviços expostos com os procedimentos utilizados nos processos, uma ontologia para armazenar as informações prontuário eletrônico e agentes, cada um com sua responsabilidade, além de um serviço de notificações. Esse recurso de notificações está presente nos smartphones mais utilizados como é o caso do Android - plataforma escolhida para o desenvolvimento do protótipo.

**Figura 26:** Diagrama de Atividade.



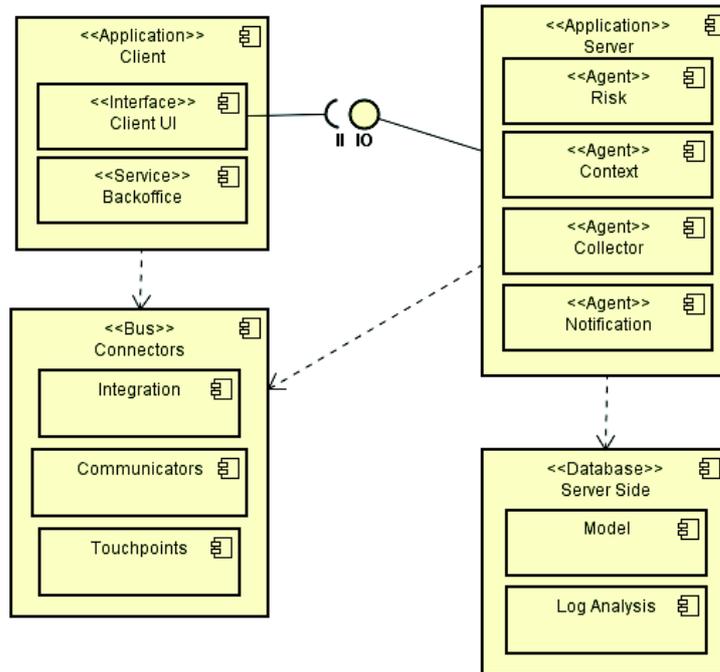
Fonte: Elaborado pelo autor.

Além de ser desenvolvido em Linux, é livre, que já é de fato uma característica importante, possui uma interface visual rica em detalhes e várias aplicações que vem pré-instaladas que proporcionam para o desenvolvedor um ambiente favorável (LECHETA, 2010).

A arquitetura completa da solução, envolve, além do aplicativo para Android, um servidor de aplicações e um banco de dados para armazenar as informações dos estabelecimentos e disponibilizá-las para o aplicativo. Para desenvolvimento do aplicativo, foi utilizada a IDE Android Studio. Para desenvolver o servidor de aplicações, foi utilizado o .NET Framework e a IDE Visual Studio, além de um serviço criado utilizando a tecnologia WCF (Windows Communication Foundation), expondo um REST. A Figura 28 demonstra a arquitetura da aplicação de forma simplificada através de um diagrama de implantação.

Portanto, destacam-se três grandes nodos na arquitetura: o aplicativo Android, o serviço e o banco de dados. No nodo servidor, a aplicação ainda divide-se em diversos componentes para que o mesmo possa prover as informações necessárias ao aplicativo. Neste nodo, a arquitetura está dividida em 6 grandes componentes. Destacam-se as camadas de regra de negócio e de acesso a dados, que estão devidamente separadas na arquitetura do software a fim de fornecer maior manutibilidade.

**Figura 27:** Diagrama de Componentes.



Fonte: Elaborado pelo autor.

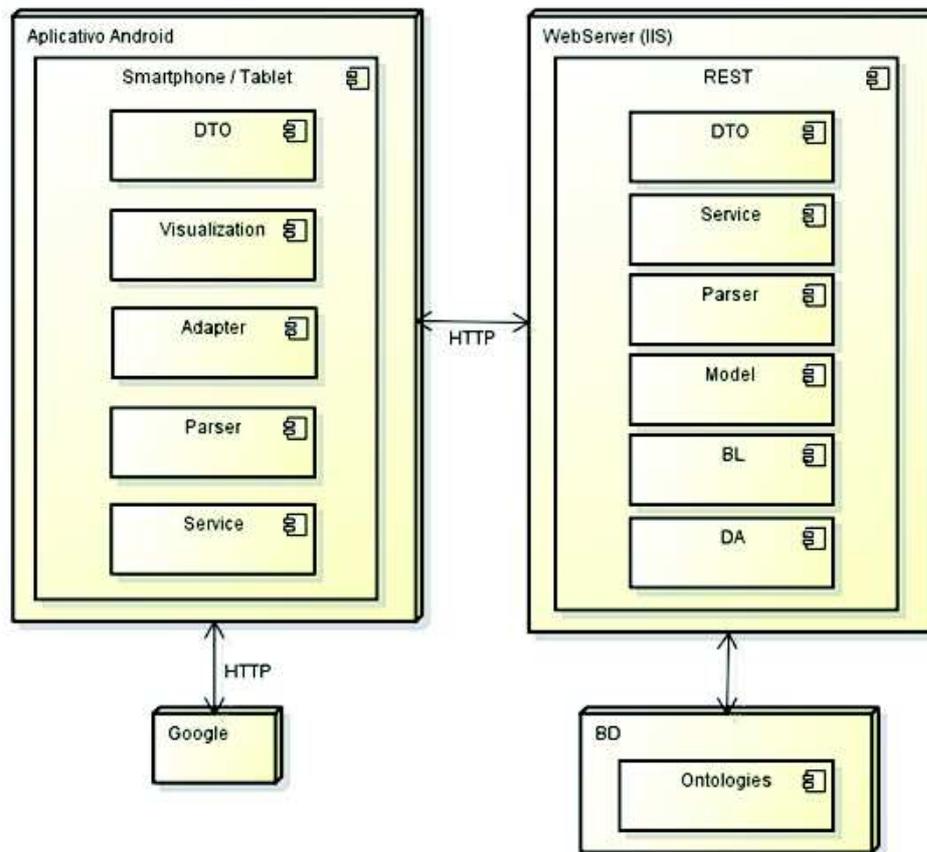
### 5.2.1 Serviço REST

De um modo geral, a camada cliente baseia-se numa aplicação criada para Android. No lado servidor e através da interface REST, camadas internas com diferentes responsabilidades com o objetivo de ter uma estrutura robusta, que diminua o tempo de desenvolvimento e proporcione uma baixa manutibilidade. Ainda, o conceito de arquitetura pode ser expandido para outras plataformas, como websites ou outros dispositivos ubíquos de diferentes plataformas, porém sempre preservando a arquitetura previamente definida.

O serviço foi criado utilizando a tecnologia WCF (*Windows Communication Foundation*), expondo um REST. A comunicação do aplicativo com o serviço ocorre através do protocolo HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*), utilizando a função GET. Ou seja, o serviço recebe as chamadas e retorna dados no formato JSON (*JavaScript Object Notation*) - formato de troca de informações amplamente utilizados em aplicações para dispositivos móveis, além de possuir performance para transmissão dos dados.

A camada de acesso a dados utiliza a ontologia para realizar consultas e persistências. Foram criadas as camadas de serviço, a camada de DTO's (*Data Transfer Object*) e a camada de conversão de dados, o parser (GAMMA E.; HELM, 1994). A camada de serviço fornece os métodos que serão utilizados pelos processos e a camada parser é responsável por converter as informações da camada de modelo para objetos de classes menos complexas e mais acessíveis para serem transmitidas através do protocolo HTTP utilizando o formato JSON para o aplicativo.

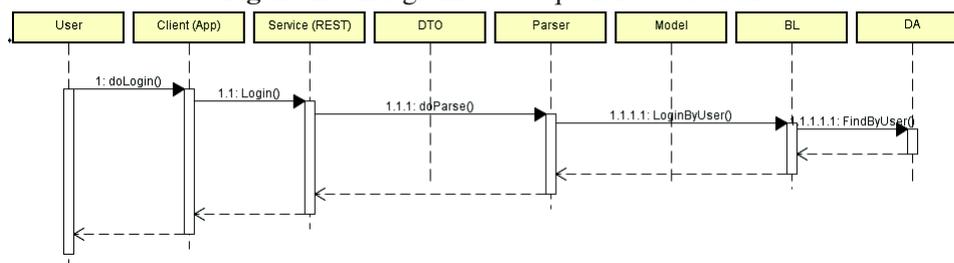
**Figura 28:** Camadas de Arquitetura.



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

A Figura 29 descreve as camadas e fases do modelo no lado servidor. O usuário acessa o aplicativo e realiza seu Login. O aplicativo acessa o serviço, que recebe um DTO (*Data Transfer Object*), convertido pelo *Parser* em um *Model*. A camada *BL* (*Business Logic*) aplica as regras e faz uso da camada *DA* (*Data Access*) para retornar as informações salvas no formato JSON salvas no *BD* (*Database*). Retornados os dados e aplicado o devido tratamento, as informações no formato *Model* são novamente convertidas em DTO pelo *Parser* e expostas ao aplicativo.

**Figura 29:** Diagrama de Sequência - Servidor.



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

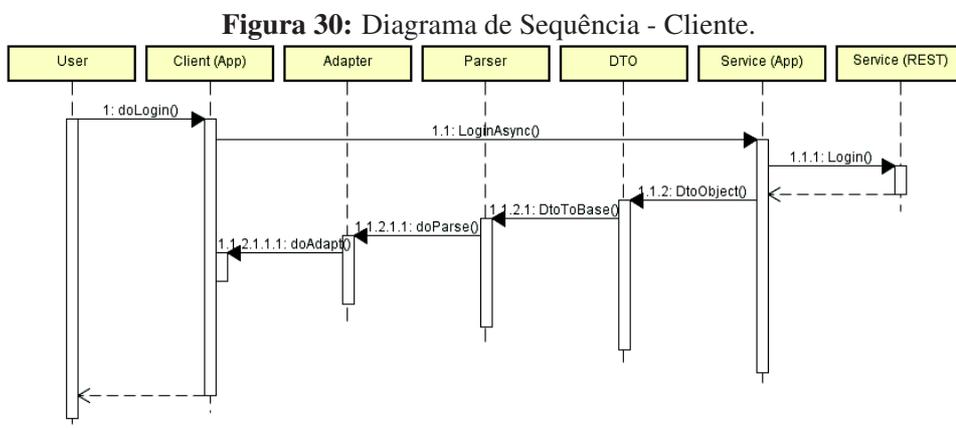
## 5.2.2 Cliente

A arquitetura proposta para a camada cliente é composta por módulos macro: coleta de contexto, agente de análise de riscos e interface gráfica. Na arquitetura do aplicativo também foi utilizada a camada de DTO, a camada parser e uma camada de serviço.

Além disto, a arquitetura prevê a utilização da camada de visualização, contendo as interfaces de usuário do aplicativo e sua lógica de interação, além de uma camada adapters, que é a camada específica para renderização e tratamento das listas de informações do aplicativo.

A camada de interface comunica-se com as threads para simular as chamadas assíncronas para a camada de serviço que, por sua vez, realiza a chamada HTTP para o serviço no servidor de aplicações. Após obter o retorno, o JSON de resposta é convertido pela camada parser em objetos DTO, que são a representação reduzida das entidades de negócio que devolve para a camada as informações em já convertidas para a camada de interface. A camada de interface pode exibir as informações diretamente na tela, passar as informações para a camada adapter para exibição das informações em uma lista ou mesmo executar qualquer outra ação pertinente ao contexto.

A Figura 30 descreve as camadas e fases do modelo no lado cliente. O usuário acessa o aplicativo e realiza seu Login. O aplicativo acessa primeiramente uma interface de serviço no cliente, que faz uma chamada REST ao o serviço no lado servidor, enviando um DTO (*Data Transfer Object*), convertido pelo *Parser* a partir de um *Model*. A camada serviço REST retorna as informações devidamente tratadas no formato DTO, onde são convertidas em BO (*Base Objects*) pelo *Parser* e disponibilizadas na tela do aplicativo pelo *Adapter*, que realiza as transformações e adaptações dos dados ao formato de visualização.



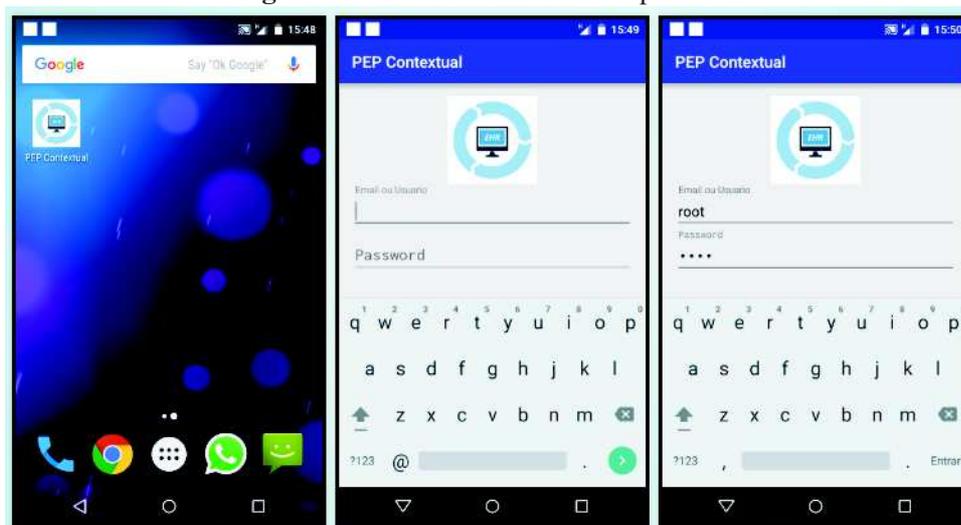
Fonte: Desenvolvido pelo autor.

### 5.3 Telas do Protótipo

Conforme descrito na seção de implementação, as telas do protótipo foram desenvolvidas de acordo com as descrições do modelo. As interfaces do aplicativo e suas funcionalidades aparecem na sequência desta seção para melhor entendimento.

A Figura 31 revela o ícone do aplicativo, bem como a interface de entrada e autenticação. Esta interface permite o login e contém as validações de segurança.

**Figura 31:** Interfaces iniciais do aplicativo.



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

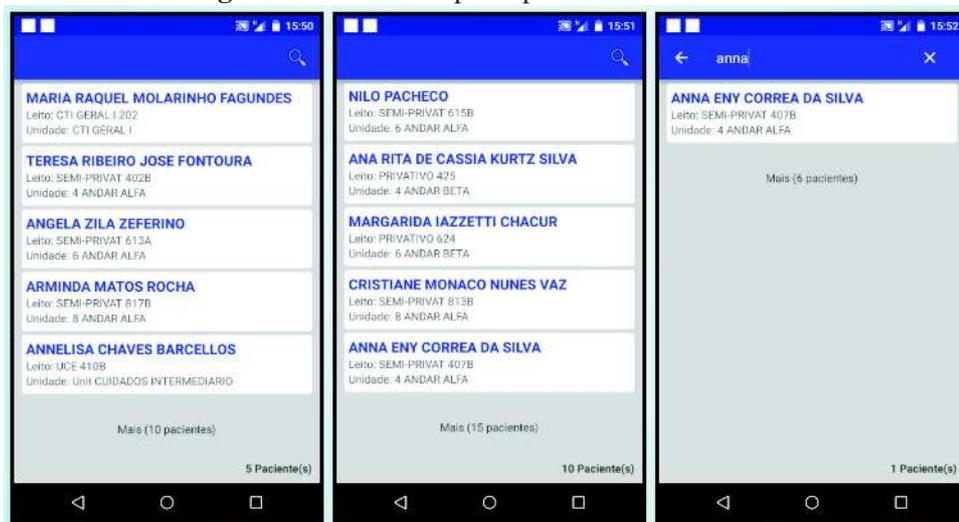
A Figura 32 mostra a interface principal, com a listagem de pacientes. A listagem contém as informações de nome, leito e unidade do paciente. Além disso, contém as funcionalidades de buscar pacientes pelo nome ou de buscar apenas um número maior de pacientes. A pesquisa por nome busca qualquer paciente que contenham um trecho do que é digitado na barra de pesquisa. A busca por um volume maior de pacientes retorna sempre 5 pacientes a mais do que a pesquisa anterior (inicialmente retornam apenas 5 para fins de performance do aplicativo em vista do volume de dados trafegados).

A Figura 33 revela os dois protocolos implementados no protótipo (SRQ e ARC), além de um exemplo de inferência ocasionada pela ação do profissional. Por fim, a Figura 34 mostra um exemplo de notificação gerada a partir do *pooling* de inferências.

O aplicativo exige o mínimo de interação com o usuário. A função login fará a identificação do local e contexto do usuário, recuperará as informações de pacientes vinculados e quaisquer ações ou inferências previamente realizadas. Para possibilitar o funcionamento da ciência de situação foi necessário criar uma modelagem baseada nos arquétipos do OpenEHR. Essa base de conhecimento contém quatro classes, definidas como espelhos dos arquétipos escolhidos.

Após o usuário efetuar o login o PEPContextual aguarda que o usuário execute a pesquisa de um paciente. Ao efetuar a pesquisa, o sistema obtém as informações de PHR. Com essas

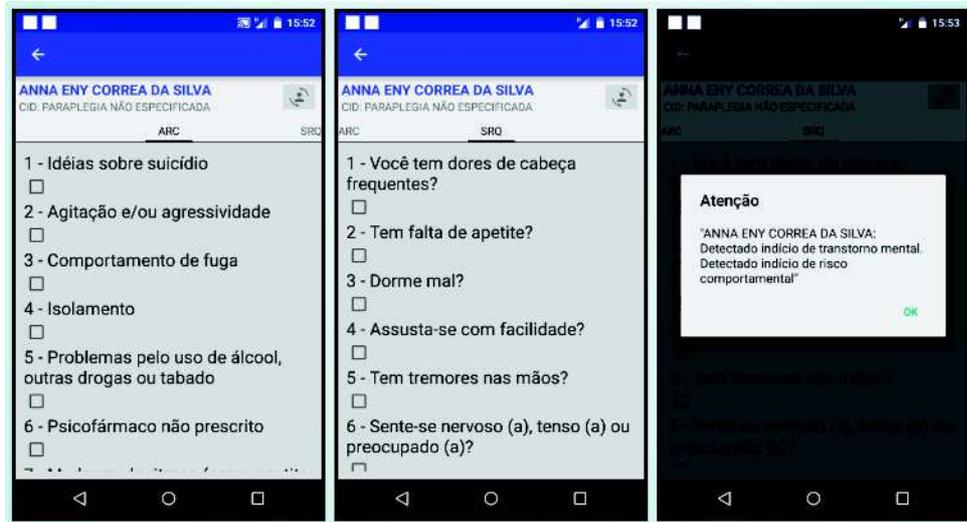
**Figura 32:** Interfaces principais e funcionalidades.



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

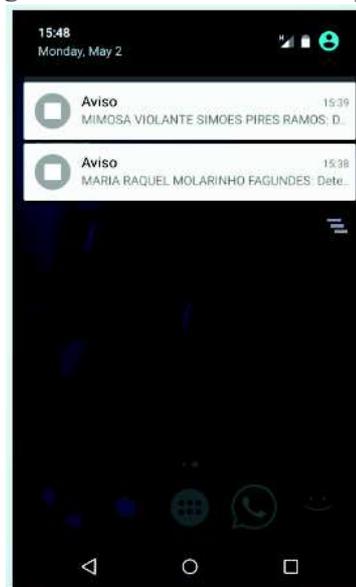
informações o sistema encerra a etapa de coleta de dados relevantes de contexto. Na próxima etapa, os dados adquiridos são processados para criação de novas informações. A partir das informações de PHR, o sistema infere se existe ou não risco associado baseado nos protocolos implementados. Para inferir isso, o serviço executa uma consulta LINQ envolvendo o paciente, o profissional, bem como os protocolos associados. Na última etapa, o servidor de aplicação busca no serviço as informações inferidas na etapa anterior e com a aplicação de regras, através de código executado no servidor de aplicação, classifica essas inferências e dispara ou não ações baseado nas mesmas. O protótipo confirmou a expectativa de que a aplicação de ciência de situação, baseada no modelo de Endsley, possibilita que o modelo de forma ubíqua detecte riscos paciente através de dados de PHR.

**Figura 33:** Interfaces de protocolos ARC, SRQ e exemplo de inferência.



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

**Figura 34:** Interface de notificação.



Fonte: Desenvolvido pelo autor.



## 6 AVALIAÇÃO DO MODELO

Este capítulo detalhe os principais aspectos abordados na avaliação do modelo PEPContextual. Divide-se em metodologia, questionário aplicado, resultados, facilidade de uso, utilidade e opiniões dos usuários. Ainda, o modelo foi avaliado de duas formas: A primeira avaliação por estudo de caso baseada no modelo de Endsley; A segunda avaliação contemplou a usabilidade do modelo, como facilidade de uso e utilidade.

### 6.1 Metodologia

Nesta seção são apresentadas as avaliações pelas quais este trabalho foi submetido juntamente com os resultados esperados. Salienta-se que todos os dados fornecidos foram reais, sejam os de pacientes pesquisados e avaliados, quanto dos profissionais utilizadores.

Para isso, a avaliação do PEPContextual consistiu na utilização do protótipo para execução de dois tipos de avaliação. O primeiro tipo de avaliação consistiu no uso estendido do protótipo com duração de 14 dias, através de um estudo de caso. A segunda avaliação consiste na comparação das inferências obtidas pelo modelo PEPContextual versus as inferências esperadas.

### 6.2 Estudo de Caso

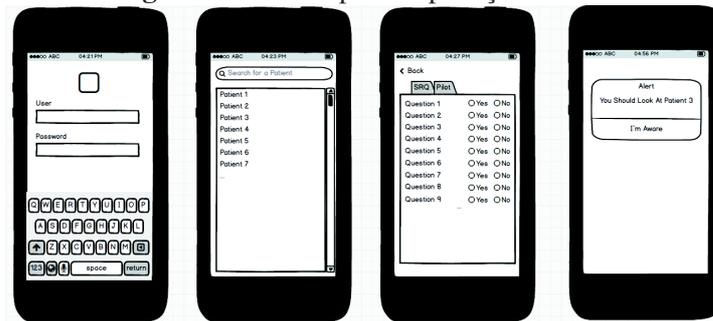
A comunidade científica tem empregado cenários para avaliação de aplicações ubíquas e sistemas cientes de contexto (SATYANARAYANAN, 2011; SOUZA, 2014). Partindo dessa estratégia, definiu-se um cenário para avaliações do modelo apresentado. O cenário demonstra a reação do PEPContextual durante a coleta das informações adquiridas pelo profissional em um ambiente hospitalar. O cenário utilizado foi:

"O paciente César, de 61 anos, está internado em um leito de um Hospital de Grande Porte da sua cidade. Ele foi indicado para uma avaliação de saúde mental, protocolo padrão de casos de internação. O profissional habilitado chega ao leito e faz uma série de questionamentos, aplicando o padrão SRQ e posteriormente o piloto de avaliação de risco de comportamento. Após as respostas, o profissional é notificado acerca dos resultados inferidos."

Para avaliação do cenário, foi definido um protótipo visual baseado em *wireframes*. Segundo Fernandes (2009), um mockup é um rascunho de telas de sistema e que são classificados como protótipos de baixa fidelidade já que, embora um mockup simule a funcionalidade de um sistema, ele não é construído com ferramentas de desenvolvimento e os artefatos por ele gerados não podem ser reutilizados dentro das linguagens de programação. Portanto, os mockups têm como objetivo estritamente representar a funcionalidade do sistema de forma geral.

A Figura 35 apresenta as telas do aplicativo e revela as opções principais da aplicação, que são pesquisar o paciente e visualizar ou responder protocolos. Ainda, apresenta a tela de protocolo SRQ paciente. Nela é possível responder as questões que definem o protocolo, necessárias

Figura 35: Mockups da Aplicação Cliente.



Fonte: Criado pelo autor.

para detecção de riscos associados. Depois de 1 minuto, aproximadamente, o modelo inferiu que o paciente necessita de acompanhamento específico em saúde mental. Em seguida o modelo alerta a situação de risco ao profissional através de uma notificação no dispositivo móvel. Caso uma nova inferência seja realizada, outra notificação é enviada.

### 6.3 Avaliação de Uso Estendido do PEPContextual

Esta avaliação teve duração de 14 dias e foi realizada pela equipe de saúde mental (Psiquiatria, Psicologia, Serviço Social, Terapia Ocupacional) do Hospital Mãe de Deus de Porto Alegre. A avaliação foi aplicada com um grupo mais limitado (composto por psiquiatras e médicos residentes), com o objetivo de coletar dados de contexto de pacientes, profissionais utilizadores e realizar as inferências que pudessem vir a auxiliar em diagnósticos e/ou sintomas.

Após esse período, foi solicitado que os participantes respondessem, um questionário que avaliou o impacto do modelo em casos reais nos quais este fora aplicado. O objetivo deste questionário foi validar a percepção do profissional sobre a aplicabilidade do modelo em um ambiente real.

#### 6.3.1 Questionário

O questionário principal tem caráter quantitativo, com algumas questões qualitativas, relativas a opinião dos utilizadores em relação ao PEPContextual. As opções de respostas para as perguntas quantitativas seguiram o padrão da escala de Likert (LIKERT, 1932) de cinco pontos, variando entre 1 (discordo totalmente) até 5 (concordo totalmente).

As perguntas foram elaboradas com base nos conceitos do questionário para análise de satisfação do modelo proposto foi construído utilizando a metodologia TAM (*Technology Acceptance Model*), proposta por Davis (1989) e estendida por Kim e Yoon (2007). O modelo TAM considera os seguintes aspectos como as influências determinantes para a aderência de uma nova tecnologia:

- Facilidade de Uso: percepção na qual uma pessoa acredita que a tecnologia influencia e

facilita seus esforços;

- Utilidade: percepção na qual uma pessoa acredita que a tecnologia melhora o desempenho das atividades.

Ao total, para os testes foram utilizados 5 usuários distintos da equipe de saúde mental do Hospital Mãe de Deus de Porto Alegre - atualmente o aplicativo conta com 12 profissionais ativos. Segundo Nielsen (2000), o número de problemas de usabilidade encontrados durante os testes é inversamente proporcional ao custo para realização do mesmo. As afirmações aplicadas estão concentradas conforme abaixo.

- Avaliação de Perfil

- Qual é a sua idade?
- Qual é o seu sexo?
- Qual é o seu grau de instrução?
- Qual é a sua profissão?
- Você costuma utilizar smartphones ou tablets?
- Se sim, em média, quantas horas por semana você utiliza seu smartphone?
- Ainda, se sim, qual sistema operacional você está habituado a utilizar?

- Facilidade de Uso

- O aplicativo é de fácil utilização.
- Com pouco esforço, visualizo e entendo as informações e campos dispostos nas interfaces.
- É possível pesquisar um paciente, bem como visualizar suas informações e protocolos de forma intuitiva.
- A interface disponibiliza todas as informações necessárias para a utilização do aplicativo.
- O aplicativo deixa claro quais informações estão sendo avaliadas e inferidas.

- Utilidade do Sistema

- O aplicativo deixa claro qual o seu propósito e contribuição.
- Considerando a utilização, bem como inferências realizadas e informações dos pacientes visualizadas, pode-se afirmar que o aplicativo revela utilidade e aderência aos processos hospitalares.

- Os protocolos demonstrados no aplicativo são um bom ponto de partida para revelar as possibilidades de realização de outras inferências, dentro ou fora da área de saúde mental.
- As notificações e mensagens do aplicativo demonstram utilidade, além de revelar inferências sobre os protocolos aplicados.
- Considero as informações utilizadas no aplicativo importantes e adequados para um acolhimento e triagem na área de saúde mental.
- Considerando a forma como o aplicativo PEPContextual foi utilizado, concordo que ele se aplicaria a outros cenários de maneira suficiente.
- As informações geradas poderão auxiliar diariamente em tratamentos.
- As informações geradas poderão auxiliar diariamente em possíveis diagnósticos.
- As opções de funcionalidades do aplicativo são relevantes.
- O aplicativo incentiva a troca de informações de pacientes entre os profissionais envolvidos.

Além destas perguntas, outras de respostas qualitativas foram aplicadas buscando entender melhor a opinião sobre o modelo e a aplicação. Foram aplicadas 4 questões, conforme:

- Na sua opinião por que os profissionais fariam uso deste aplicativo no seu processo hospitalar?
- Quais os principais pontos negativos e positivos que você pode observar na ferramenta?
- Quais os principais benefícios que você visualiza no uso da ferramenta para inferências que auxiliam um atendimento ou diagnóstico?
- Por fim, quais suas sugestões e melhorias para o aplicativo utilizado? Ex: Informações, funcionalidades não presentes, etc...

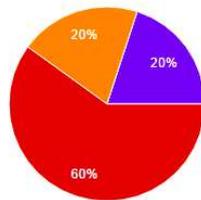
### 6.3.2 Resultados do Questionário de Usuário

Os perfis dos usuários que exploraram o modelo e aplicativo correspondem, conforme os resultados, onde na Figura 36, que trata do perfil do utilizador, nota-se que a maior concentração de profissionais encontra-se na faixa "Entre 20 e 30 anos", com 60%. Quanto ao sexo, temos uma maioria pertencente ao "Masculino", com os mesmos 60%.

A Figura 37 revela que todos os profissionais tem alguma graduação, com 40% com pós-graduação, O que faz total sentido, visto que todos os profissionais são médicos formados. Ainda, foram feitas 3 perguntas: A primeira era se "Você costuma utilizar smartphones ou tablets?", a qual foi respondida com "Sim" por 100% dos profissionais. A segunda fora a respeito do tempo de utilização semanal, onde 80% responderam que utilizam o smartphone por mais

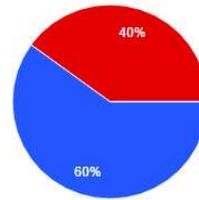
**Figura 36: Resultados de Avaliação de Perfil**

Qual é a sua idade? (5 respostas)



- Menos de 20 anos
- Entre 20 e 30 anos
- Entre 30 e 40 anos
- Entre 40 e 50 anos
- Mais de 50 anos

Qual é o seu sexo? (5 respostas)



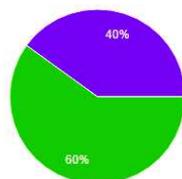
- Masculino
- Feminino

Fonte: Criado pelo autor.

de 15 horas. Apenas um profissional declarou utilizar "Entre 3 e 5 horas", o que parece estar ligado ao seu perfil de idade. Finalmente, a terceira era sobre qual plataforma de smartphones os profissionais estavam habituados a utilizar, com 60% declarando ter preferência pelo iOS e o restante dos 40% pelo Android. Este dado sugere que uma versão do aplicativo para o iOS teria uma aceitação pela maioria dos utilizadores.

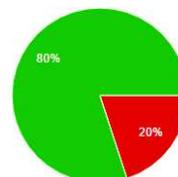
**Figura 37: Resultados de Avaliação de Perfil**

Qual é o seu grau de instrução? (5 respostas)



- 2º grau incompleto
- 2º grau completo
- 3º grau incompleto
- 3º grau completo
- pós-graduação

Se sim, em média, quantas horas por semana você utiliza seu smartphone? (5 respostas)



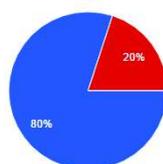
- Menos de 5 horas
- Entre 5 e 10 horas
- Entre 10 e 15 horas
- Mais de 15 horas

Fonte: Criado pelo autor.

Entrando nas questões de facilidade de uso, a Figura 38 mostra que 100% dos utilizadores concordou totalmente que o aplicativo é de fácil utilização e 80% concordaram totalmente que a interface revela boa visualização e entendimento das informações com pouco esforço. Ainda, 60% concordaram totalmente que a pesquisa e visualização de um paciente é intuitiva, enquanto 40% concordaram parcialmente. Este indicador revela a necessidade de um esforço na inclusão de novas funcionalidades que alterem a percepção do profissional de forma positiva.

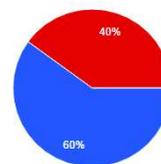
**Figura 38: Resultados de Facilidades de Uso**

Com pouco esforço, visualizo e entendo as informações e campos dispostos nas interfaces. (5 respostas)



- Concordo Plenamente
- Concordo Parcialmente
- Não Concordo nem Discordo
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

É possível pesquisar um paciente, bem como visualizar suas informações e protocolos de forma intuitiva. (5 respostas)

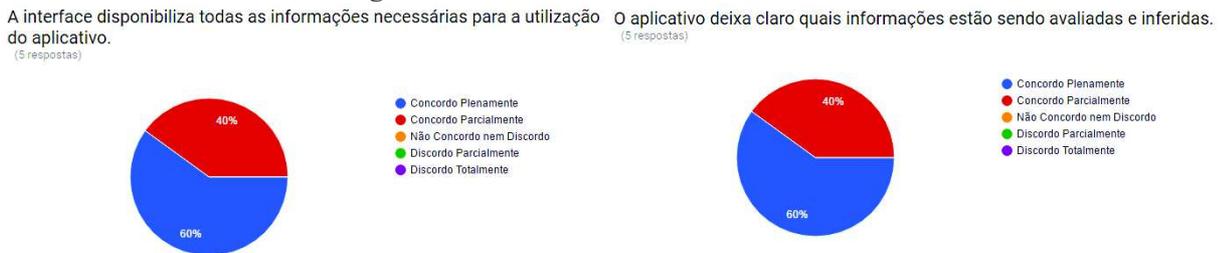


- Concordo Plenamente
- Concordo Parcialmente
- Não Concordo nem Discordo
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

Fonte: Criado pelo autor.

Tanto o fato da interface disponibilizar todas as informações que o aplicativo necessita para sua utilização quanto o de o aplicativo deixar claro o que está sendo avaliado ou inferido, a Figura 39 revela 60% dos profissionais concordaram totalmente, com os 40% restantes concordando parcialmente. Este aspecto indica que informações podem estar fazendo falta para o profissional e que as mensagens das inferências podem ser melhor trabalhadas.

**Figura 39: Resultados de Facilidades de Uso**



Fonte: Criado pelo autor.

Entrando nas questões de utilidade do sistema, a Figura 40 revela que tanto o fato do aplicativo deixar clara sua contribuição quanto o fato de o aplicativo revelar utilidade e aderência aos processos hospitalares, 60% dos profissionais concordaram parcialmente, com os 40% restantes concordando totalmente. Este aspecto indica que existem aspectos de interface ou disposição de informações a respeito do aplicativo que devem ser melhor desenvolvidas em versões posteriores.

**Figura 40: Resultados de Utilidade do Sistema**



Fonte: Criado pelo autor.

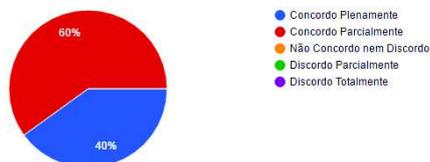
A Figura 41 mostra que 60% dos profissionais concordaram parcialmente que os protocolos demonstrados (SRQ e ARC) são um bom ponto de partida para revelar as possibilidades de inferências pelo modelo, com os 40% restantes concordando totalmente. Ainda, os mesmos 60% revelaram concordar parcialmente a respeito das mensagens e notificações e sua utilidade em inferências sobre os protocolos aplicados. Tivemos 20% de profissionais neutros - "Não Concordo nem Discordo"- e 20% concordando totalmente. Novamente, destaca-se a necessidade de clareza nas afirmações e informações inferidas, visto a natureza e origem dos dados.

Ainda, 60% dos profissionais concordam totalmente quanto ao fato das informações utilizadas e inferidas no aplicativo serem importantes para um acolhimento e triagem da saúde mental,

**Figura 41: Resultados de Utilidade do Sistema**

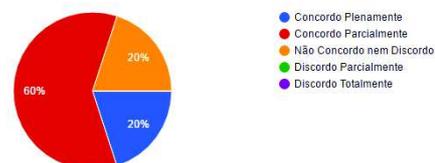
Os protocolos demonstrados no aplicativo são um bom ponto de partida para revelar as possibilidades de realização de outras inferências, dentro ou fora da área de saúde mental.

(5 respostas)



As notificações e mensagens do aplicativo demonstram utilidade, além de revelar inferências sobre os protocolos aplicados.

(5 respostas)



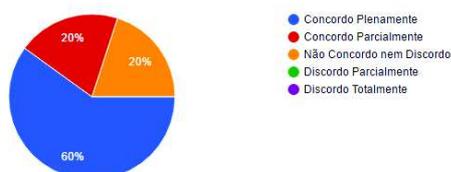
Fonte: Criado pelo autor.

conforme a Figura 42. Quanto ao aspecto do aplicativo se aplicar a outros cenários de maneira suficiente, 60% dos profissionais concordaram totalmente e os 40% restantes concordaram parcialmente.

**Figura 42: Resultados de Utilidade do Sistema**

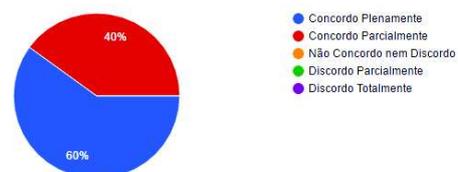
Considero as informações utilizadas no aplicativo importantes e adequadas para um acolhimento e triagem na área de saúde mental.

(5 respostas)



Considerando a forma como o aplicativo PEPContextual foi utilizado, concordo que ele se aplicaria a outros cenários de maneira suficiente.

(5 respostas)



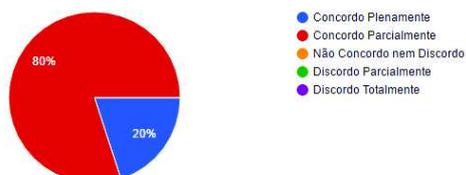
Fonte: Criado pelo autor.

No que tange a questão do auxílio das informações inferidas diariamente em tratamentos, a Figura 43 mostra que 80% dos profissionais concordaram parcialmente e 20% concordaram totalmente. Quanto a afirmação de que as informações inferidas poderiam auxiliar diretamente em diagnósticos, a maioria (60%) concordou totalmente, com 20% se dividindo entre neutro e os que concordaram parcialmente.

**Figura 43: Resultados de Utilidade do Sistema**

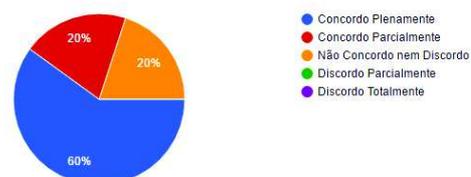
As informações geradas poderão auxiliar diariamente em tratamentos.

(5 respostas)



As informações geradas poderão auxiliar diariamente em possíveis diagnósticos.

(5 respostas)



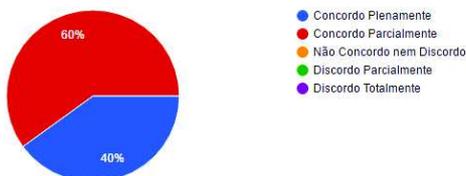
Fonte: Criado pelo autor.

Finalmente, a Figura 44 trata da relevância das opções de funcionalidades do aplicativo. 60% dos profissionais concordaram parcialmente e 40% totalmente. Quanto ao aplicativo es-

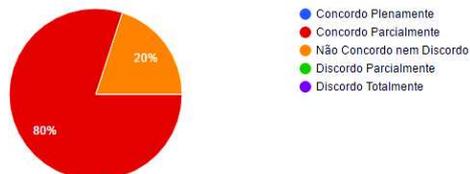
timular a troca de informações dos pacientes entre os profissionais, 80% concordaram parcialmente e 20% se manteve neutro.

**Figura 44: Resultados de Utilidade do Sistema**

As opções de funcionalidades do aplicativo são relevantes. (5 respostas)



O aplicativo incentiva a troca de informações de pacientes entre os profissionais envolvidos. (5 respostas)



Fonte: Criado pelo autor.

Destaca-se que não houve nenhuma resposta negativa ("Discordo Totalmente" e "Discordo Parcialmente") durante a avaliação. No que tange as questões qualitativas, os profissionais indicaram a sensibilidade do modelo e seu potencial aplicado ao protótipo. Citaram as possibilidades de prever riscos, realizar triagem e antecipar medidas em tratamentos ou diagnósticos. Sobre os pontos negativos, destaca-se o fato de não haver uma sinalização nos pacientes já avaliados, como uma espécie de status e a falta de possibilidade de inserir informações de prontuário e evolução do quadro.

Sugeriu-se ainda a possibilidade de ordenar a lista de pacientes por ordem alfabética ou favoritar o mesmo e, um ponto importante, a necessidade de integrar o modelo do hospital com os dados do aplicativo. Atualmente é realizada uma carga diária e os potenciais de acesso e visualização com o acesso direto ao modelo de dados seriam enormes.

Em se tratando de pontos positivos, ressaltou-se a facilidade no manuseio e na natureza intuitiva do aplicativo. Quanto aos principais benefícios do uso do aplicativo no auxílio de um tratamento ou diagnóstico, destacou-se o fato de favorecer a comunicação entre a equipe e sinalizar para a mesma quais os passos do tratamento que necessitam de maior atenção.

### 6.3.3 Avaliação das Inferências Obtidas

Todas as inferências realizadas pelo modelo durante a "Avaliação de Uso Estendido" foram armazenadas para avaliação. Essa avaliação consistiu em conferir se o resultado obtido pelo modelo é o esperado, de acordo com o protocolo aplicado e/ou aval da equipe de profissionais do Hospital Mãe de Deus.

A avaliação do modelo deu-se pela normalização da escala de valores e métricas requeridas e ofertadas. Destaca-se a possível dificuldade encontrada no tratamento de múltiplas métricas no sentido de quantificar a importância relativa de cada uma delas, devido ao fato dos diferentes graus de importância entre as mesmas. Para tanto, existem técnicas de atribuição de pesos, como o ordenamento das métricas, a escala e a distribuição de pontos (MEYERS; GAMST; GUARINO, 2006).

Teve-se ao todo 64 pacientes carregados durante a avaliação do modelo, com 96 inferências obtidas. Destas, 98,43% foram assertivas. Houve 1 caso de inferência errônea, referente a um protocolo SRQ, que leva em consideração o gênero do paciente para gerar uma inferência. O gênero estava incorreto no prontuário e, portanto, gerou uma informação falsa ao profissional. Assim que corrigido o dado no PHR, a inferência foi 100% assertiva.

Com a avaliação do modelo, esperou-se demonstrar que a aplicação de ciência de situação possibilita a inferência de riscos associados e alertas aos profissionais utilizadores. Ainda, que ações e alertas enviadas pelos sistemas que implementem o modelo permitam que o diagnóstico e tratamento sejam rápidos e eficazes.



## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou um novo modelo para a inferência de riscos de pacientes através de dados PHR fazendo uso da ciência da situação. Além disso, foi feito um levantamento detalhado sobre os frameworks e modelos disponíveis no mercado. Nesse estudo, foi possível identificar as principais características de cada um, aplicações e tecnologias utilizadas. O modelo PEPContextual reuniu as principais características positivas entre os trabalhos relacionados e protótipo do aplicativo foi desenvolvido atendendo as funcionalidades fundamentais propostas pelo modelo.

### 7.1 Conclusão

O modelo consistiu em um PHR focado para dispositivos móveis, no âmbito da saúde ubíqua que utiliza a ciência da situação afim de gerar informações de risco ao paciente de acordo com o contexto do usuário. Assim sendo, o presente trabalho apresentou um modelo ubíquo baseado em ciência de situação para detecção de riscos associados ao paciente, conforme contextos do usuário. O modelo propôs o suporte de dispositivos móveis, com a aplicação de computação ubíqua e da utilização de ciência de situação. Após a escolha do tema, estudou-se os conceitos de computação ubíqua, contexto, ciência de situação, entre outros. Esse estudo serviu de embasamento e colaborou na análise crítica dos trabalhos relacionados.

O próximo passo foi o de estudar o estado da arte, buscando identificar artigos que propuseram modelos relacionados com a área da saúde e que possibilitam cuidados ubíquos para os usuários. Nesse estudo foi possível identificar que abordagens foram feitas a respeito do problema formulado e quais as lacunas existentes. O protótipo do modelo foi projetado utilizando tecnologias abertas, com cliente representado por um aplicativo nativo em Android. No lado servidor desenvolveu-se o servidor de aplicação em .NET executado no IIS, com a base de dados sendo armazenada no banco de dados SQLServer. O serviço de inferência utilizou consultas LINQS e regras pré-definidas. O servidor de aplicação está armazenado na plataforma IIS juntamente a base de dados SQLServer, ambos na Plataforma Amazon Web Services (AWS) em uma instância t2.micro com 1GB de memória RAM e 30 GB de storage EBS.

O modelo foi avaliado das seguintes maneiras: a primeira avaliação foi feita através de um estudo de caso e a segunda avaliação contemplou a usabilidade do aplicativo. A avaliação por estudo de caso confirmou a expectativa de que a aplicação de ciência de situação, baseada no modelo de Endsley, possibilitaria que o modelo de forma ubíqua detectasse riscos associados ao paciente. Ainda, as perguntas foram aplicadas quando o uso do aplicativo fora finalizado, bem como também foram aceitas melhorias e críticas. Visou-se buscar perspectivas para novas aplicações do modelo, dentro ou fora do âmbito da saúde mental.

O modelo PEPContextual buscou uma arquitetura flexível, de modo a aumentar sua aderência e adaptação a outros modelos e sistemas. No processo de inferência, muitos dos trabalhos

tem técnicas próprias, como Redes Bayesianas e algoritmos específicos. O modelo PEPContextual fez uso de consultas LINQS e regras pré-definidas, porém a flexibilidade na escolha das técnicas utilizadas foi uma das características propostas.

Qualquer dado que um paciente gera em um tratamento de saúde é relevante e importante. Diversos sistemas cientes de contexto fazem uso de estruturas de dados específicas para representar contexto e acabam por apresentar soluções restritas, não flexíveis ou parcialmente integráveis a outros modelos. A utilização de arquétipos de referência na área da saúde por parte do trabalho proposto visou mitigar essas dificuldades. Além disso, nenhum dos trabalhos considerados representou uma solução completa para a computação ou saúde ubíquas, levando-se em consideração todos os desafios presentes da área.

Pode-se concluir com o trabalho que os objetivos foram alcançados de acordo com o que fora proposto inicialmente. Os aspectos abordados pelo trabalho são um bom indício para seguir trabalhando e novas pesquisas, alterações e ampliações do modelo PEPContextual são não somente possíveis, como estimuladas. Finalmente, entende-se que a aceitação do modelo foi clara e que trabalhos futuros poderiam agregar maior valor, relevância e conclusões para o tema e para a pesquisa.

## 7.2 Contribuições

A contribuição principal deste trabalho está relacionada na identificação da dados de PHR do paciente a fim de que seja possível realizar inferências de sintomas e, por que não, diagnósticos. Assim, o presente trabalho apresentou um modelo ubíquo baseado em ciência de situação para detecção de riscos associados ao paciente. O modelo propôs o fornecimento de suporte para profissionais através de dispositivos móveis, com a aplicação de computação ubíqua e da utilização de ciência de situação. Com isso, colaborando para o bem-estar do paciente e simultaneamente com desoneração do sistema público de saúde.

A segunda contribuição consiste na flexibilidade e adaptação do modelo a outras áreas e características, dada em parte por sua arquitetura fragmentada baseada em serviço. No lado cliente ficaram os módulos executados no dispositivo móvel e que são responsáveis pela interação com o usuário, bem como aquisição de informações de contexto de localização. O cliente interage com um serviço REST que contém os recursos responsáveis pelo processamento das informações, realização de inferências e gerenciamento da ciência de situação. Finalmente, a meta proposta foi de um conceito abrangente e que reunisse diversas possibilidades diante de um cenário vasto como a medicina.

Além disso, a pesquisa realizada possibilitou a produção bibliográfica, através da submissão de um artigo em avaliação na Revista Brasileira de Computação Aplicada (RBCA), onde é descrito o modelo proposto nessa dissertação, conforme os seguintes dados:

OLIVEIRA, W. H., et. al. (2016) "PEPCONTEXTUAL: DEFINIÇÃO DE UM PRONTUÁRIO ELETRÔNICO DE PACIENTE CIENTE DE CONTEXTO", In: Revista Brasileira

de Computação Aplicada (RBCA).

### 7.3 Trabalhos Futuros

Para trabalhos futuros pretende-se realizar definições de situações admitindo a ausência de contextos de saúde mental utilizados no protótipo e expandir os horizontes e aplicabilidade do modelo. Além disso, espera-se fornecer serviço de saúde conveniente, tanto para profissionais da saúde como para usuários, de maneira a tornar fácil o diagnóstico do estado de saúde do usuário (Gelogo e Kim, 2013).

Sugere-se, ainda, uma avaliação de maior prazo e a posterior implantação definitiva do modelo e aplicativo gerados nos processos internos do Hospital Mãe de Deus e a aplicação do modelo em outras áreas através de novos experimentos. No que se referem os aspectos do modelo, parece natural a implementação de um suporte a recursos ubíquos, como contextos e situações oriundos de sensores como QR Code, RFID, geolocalização, bem como qualquer outro gadget que gere um dado de PHR, entre outros.

A fim de reduzir o problema de integração com outros PHRs ou EHRs, se torna interessante uma melhoria na solução que contemple padrões internacionais, tais como HL7 (*Clinical Document Architecture – CDA*), além do conjunto de características para PHR definido pela *Joint Eletronic Personal Health Record Task Force* e pela ISO/TR 20514, que regulam o formato e que informações devem estar contidas nos prontuários eletrônicos (JONES DIXIE A., 2010).

Ainda, oferecer produtos ou prestar serviços na Web em larga escala exige muito poder computacional e conseqüentemente, o custo para operar com alta disponibilidade e baixa latência é muito alto (BRANTNER et al., 2008). Para superar esses problemas, a computação em nuvem tem sido proposta como uma nova forma de explorar os serviços na Web (ROSS J. W.; WESTERMAN, 2004). Dito isso, em termos de arquitetura, sugere-se que o modelo futuramente contemple o uso das nuvens computacionais moveis, permitindo superar as limitações físicas dos equipamentos através de armazenamento e processamento distribuídos (FERNANDO; LOKE; RAHAYU, 2013).

Finalmente, sugere-se a adesão do modelo a uma base de dados NoSQL - como o MongoDB - conforme o estudo feito por Kanade et al. (2014), em que foi citado que bancos de dados NoSQL tem crescido em importância devido ao volume das aplicações web e suas extensas massas de dados. Entre as características que são apontadas como importantes estão a elasticidade e escalabilidade. Fotache e Cogean (2013) afirmam que um banco NoSQL é mais indicado do que bancos de dados relacionais para serem utilizados em aplicativos móveis devido à necessidade de trabalhar com informações multimídia de diferentes formatos. Finalmente, a criação de uma versão do aplicativo para o iOS, afim de abranger a maior parcela do mercado.



## REFERÊNCIAS

- A. MINUTOLO G. SANNINO, M. E.; PIETRO, G. D. A rule-based mHealth system for cardiac monitoring. **Biomedical Engineering and Sciences (IECBES)**, [S.l.], p. 144–149, 2010.
- AGUILAR ET. AL, P. F. N. X. e. S. M. L. State-of-the-art of software tools for agent-based simulations. **Research Report**, [S.l.], 2001.
- ANAGNOSTOPOULOS, C.; NTARLADIMAS, Y.; HADJIEFTHYMIADES, S. Situational computing: an innovative architecture with imprecise reasoning. **Journal of Systems and Software**, [S.l.], v. 80, n. 12, p. 1993 – 2014, 2007. Selected papers from the International Conference on Pervasive Services (ICPS 2006).
- ARAÚJO, R. B. Computação Ubíqua: princípios, tecnologias e desafios. **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REDES DE COMPUTADORES, 21, 2003, Natal. Anais. Minicurso: Livro Texto. Natal, RN: UFRN/DIMAp: UnP**, [S.l.], p. 45–51, 2003.
- BANDYOPADHYAY, S.; WOLFSON, J.; VOCK, D.; VAZQUEZ-BENITEZ, G.; ADOMAVICIUS, G.; ELIDRISI, M.; JOHNSON, P.; O’CONNOR, P. Data mining for censored time-to-event data: a bayesian network model for predicting cardiovascular risk from electronic health record data. **Data Mining and Knowledge Discovery**, [S.l.], p. 1–37, 2014.
- BEALE, T. Null Flavours and Boolean data in openEHR. In: 2007. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2007.
- BEALE, T. EHR versus Messages - Resources. In: OPENEHR WIKI, 2014. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2014.
- BELLAVISTA, P.; CORRADI, A.; FANELLI, M.; FOSCHINI, L. A Survey of Context Data Distribution for Mobile Ubiquitous Systems. **ACM Comput. Surv.**, New York, NY, USA, v. 44, n. 4, p. 24:1–24:45, Sept. 2012.
- BELYAEV, K.; RAY, I.; RAY, I.; LUCKASEN, G. Personal health record storage on privacy preserving green clouds. In: COLLABORATIVE COMPUTING: NETWORKING, APPLICATIONS AND WORKSHARING (COLLABORATECOM), 2013 9TH INTERNATIONAL CONFERENCE CONFERENCE ON, 2013. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2013. p. 448–457.
- BERRY BRIAN J. L., K. L. D. e. E. E. Adaptive agents, intelligence, and emergent human organization: capturing complexity through agent-based modeling. **Research Report**, [S.l.], 2003.
- BONABEAU, E. Agent-based modeling: methods and techniques for simulating human systems. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, [S.l.], v. 99, n. suppl 3, p. 7280–7287, 2002.
- BRANTNER, M.; FLORESCU, D.; GRAF, D.; KOSSMANN, D.; KRASKA, T. **Building a Database on S3**. New York, NY, USA: ACM, 2008. 251–264 p. (SIGMOD ’08).
- BROWN, I.; ADAMS, A. The ethical challenges of ubiquitous healthcare. In: 2007. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2007. v. 8, n. 12, p. 53–60.

- CABLE S.; TOUSSAINT, A. M. T. G. B. M. J. B. J. **Professional Java Web Services**. 1st. ed. ed. Birmingham, UK: UK: Wrox Press Ltd, 2002.
- CACERES C.; FERNANDEZ, A. O. S. V. M. Agent-Based Semantic Service Discovery for Healthcare: an organizational approach. In: INTELLIGENT SYSTEMS, IEEE, 2006. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2006. p. 11–20.
- CFM, S. In: S.N., S. (Ed.). **Cartilha sobre Prontuário Eletrônico - a Certificação de Sistemas de Registro Eletrônico de Saúde**. [S.l.: s.n.], 2012.
- CHEN, G.; KOTZ, D. **A Survey of Context-Aware Mobile Computing Research**. Hanover, NH, USA: Dartmouth College, 2000.
- CHEN G; KOTZ, D. Solar: a pervasive-computing infrastructure for context-aware mobile applications. technical report - tr2002-421. In: 2002. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2002.
- CHEN, Y.; CHENG, K.; TANG, C.; SIEK, K. A.; BARDRAM, J. E. Is My Doctor Listening to Me?: impact of health it systems on patient-provider interaction. In: CHI '13 EXTENDED ABSTRACTS ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 2013, New York, NY, USA. **Anais...** ACM, 2013. p. 2419–2426. (CHI EA '13).
- CIRILO, C. E. Computação ubíqua: definição, princípios e tecnologias. In: ACM, 2007. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2007.
- COATS, B.; ACHARYA, S. The forecast for electronic health record access: partly cloudy. In: ADVANCES IN SOCIAL NETWORKS ANALYSIS AND MINING (ASONAM), 2013 IEEE/ACM INTERNATIONAL CONFERENCE ON, 2013. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2013. p. 937–942.
- COMMISSION, B. The state of broadband 2012: achieving digital inclusion for all. In: 2012. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2012.
- COSTA, C. A. d. Software Infrastructure for Ubiquitous Computing: a context-aware service-based approach. In: SAARBRAKEN: VDM VERLAG, 2009. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2009. p. 174.
- COSTA, C. A. da; YAMIN, A. C.; GEYER, C. F. R. Toward a General Software Infrastructure for Ubiquitous Computing. **IEEE Pervasive Computing**, Piscataway, NJ, USA, v. 7, n. 1, p. 64–73, Jan. 2008.
- COSTA C. M.; MALDONADO, J. T. F. B. Semantic Web technologies for managing EHR - related clinical knowledge. In: SEMANTIC WEB, 2009. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2009.
- COX, D. R. Regression models and life-tables. **J Roy Stat Soc A Met**, [S.l.], p. 187–220, 1972.
- D'AQUIN, M.; NOY, N. F. Review: where to publish and find ontologies? a survey of ontology libraries. **Web Semant.**, Amsterdam, The Netherlands, The Netherlands, v. 11, p. 96–111, Mar. 2012.
- DEY, A. K. Understanding and Using Context. **Personal Ubiquitous Comput.**, London, UK, UK, v. 5, n. 1, p. 4–7, Jan. 2001.

- DEY, A. K.; ABOWD, G. D.; SALBER, D. A Conceptual Framework and a Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context-aware Applications. **Hum.-Comput. Interact.**, Hillsdale, NJ, USA, v. 16, n. 2, p. 97–166, Dec. 2001.
- DEY A. K.; ESTRIN, D. Perspectives on Pervasive Health from Some of the Field's Leading Researchers. In: PERVASIVE COMPUTING, IEEE, 2011. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2011. p. 2–7.
- DIAZ A.; MERINO, P. R. F. Mobile Application Profiling for Connected Mobile Devices. **IEEE Pervasive Computing**, [S.l.], v. 9, n. 1, p. 54–61, 2010.
- DOMINGUES, F. L. Computação ubíqua. In: 2008. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2008.
- DOMINGUEZ C., V. M. V. E. . M. G. Situation awareness: papers and annotated bibliography. In: ARMSTRONG LABORATORY, HUMAN SYSTEM CENTER, 1994. **Anais...** [S.l.: s.n.], 1994.
- DU, W.; WANG, L. Context-aware Application Programming for Mobile Devices. In: C3S2E CONFERENCE, 2008., 2008, New York, NY, USA. **Proceedings...** ACM, 2008. p. 215–227. (C3S2E '08).
- ENDSLEY, M. R. A comparative analysis of SAGAT and SART for evaluations of situation awareness. In: IN PROCEEDINGS OF THE HUMAN FACTORS AND ERGONOMICS SOCIETY 42ND ANNUAL MEETING, 1998. **Anais...** [S.l.: s.n.], 1998. p. 82–86.
- FERNANDO, N.; LOKE, S. d.; RAHAYU, W. Mobile Cloud Computing: a survey. **Future Gener. Comput. Syst.**, Amsterdam, The Netherlands, The Netherlands, v. 29, n. 1, p. 84–106, Jan. 2013.
- FISHKIN K., C. S. R. J. R. B. S. I.; SOUTER, K. **Ubiquitous Computing Support for Skills Assessment in Medical School**. [S.l.]: Proceedings of UbiHealth 2004: The 3rd International Workshop on Ubiquitous Computing for Pervasive Healthcare Applications, 2004.
- FRADE, S. **Survey of openEHR storage implementations**. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6627806>. Acesso em: 23 de Maio de 2015.
- GAMMA E.; HELM, R. J. R. V. J. Design Patterns: elements of reusable object-oriented software. **Addison-Wesley**, [S.l.], 1994.
- GELOGO, Y. E.; KIM, H. kon. **Unified Ubiquitous Healthcare System Architecture with Collaborative Model**. 2013.
- GOMES, A. R. UbiquitOS – Uma proposta de arquitetura de middleware para adaptabilidade de serviços em sistemas de computação ubíqua. In: 2007. **Anais...** Dissertação de Mestrado em Informática: Universidade Brasília: Brasília, 2007. p. 100.
- GONSALVES, D. M.; STEIN, A. T.; KAPCZINSKI, F. Avaliação de desempenho do Self-Reporting Questionnaire como instrumento de rastreamento psiquiátrico: um estudo comparativo com o structured clinical interview for dsm-iv-tr. **Cadernos de Saúde Pública**, [S.l.], v. 24, p. 380 – 390, 02 2008.
- HEDAYAT, R. **Semantic Web Technologies in the Quest for Compatible Distributed Health Records**. 2010. n. 10 007. (IT).

HEDAYAT, R. Semantic web technologies in the quest for compatible distributed health records. In: DISSERTAÇÃO (DEGREE OF MASTER MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE) – UPPSALA UNIVERSITY, UPPSALA, 2010. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2010. p. 65.

HOFER, T.; SCHWINGER, W.; PICHLER, M.; LEONHARTSBERGER, G.; ALTMANN, J.; RETSCHITZEGGER, W. Context-Awareness on Mobile Devices - the Hydrogen Approach. In: ANNUAL HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES (HICSS'03) - TRACK 9 - VOLUME 9, 36., 2003, Washington, DC, USA. **Proceedings...** IEEE Computer Society, 2003. p. 292.1–. (HICSS '03).

HRISTOSKOVA, A.; SAKKALIS, V.; ZACHARIOUDAKIS, G.; TSIKNAKIS, M.; DE TURCK, F. Ontology-Driven Monitoring of Patient's Vital Signs Enabling Personalized Medical Detection and Alert. In: . [S.l.: s.n.], 2014. v. 14, n. 1, p. 1598.

HRISTOVA, A.; BERNARDOS, A.; CASAR, J. Context-aware services for ambient assisted living: a case-study. In: APPLIED SCIENCES ON BIOMEDICAL AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES, 2008. ISABEL '08. FIRST INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON, 2008. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2008. p. 1–5.

JEONG, H.-Y.; HONG, B.-H. A practical use of learning system using user preference in ubiquitous computing environment. **Multimedia Tools and Applications**, [S.l.], v. 64, n. 2, p. 491–504, 2013.

JEONG K.; JUNG, E. y. P. D. K. Trend of Wireless u-Health. In: communications and information technology. In: TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 9., 2009. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2009. p. 829–833.

JIMENEZ, M. Challenges and Improvements in Distributed Software Development: a systematic review. **Advances in Software Engineering**, [S.l.], 2009.

JING, J.; HELAL, A. S.; ELMAGARMID, A. Client-server Computing in Mobile Environments. **ACM Comput. Surv.**, New York, NY, USA, v. 31, n. 2, p. 117–157, June 1999.

JONES DIXIE A., S. J. P. P. D. A. S. C. R. Characteristics of personal health records: findings of the medical library association/national library of medicine joint electronic personal health record task force. **Librarian, National Information Center on Health Services Research and Health Care Technology, National Library of Medicine, Bethesda, MD**, [S.l.], 2010.

KALRA, D. Electronic health record standards. In: YEARB MED INFORM, 2006. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2006. p. 136–144.

KHARRAZI, H.; CHISHOLM, R.; VANNASDALE, D.; THOMPSON, B. Mobile personal health records: an evaluation of features and functionality. **International Journal of Medical Informatics**, [S.l.], v. 81, n. 9, p. 579 – 593, 2012.

KINDBERG T.; FOX, A. System software for ubiquitous computing. **Pervasive Computing, IEEE**, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 70–81, 2002.

KITCHENHAM, B. **Procedures for Performing Systematic Reviews**. [S.l.]: Department of Computer Science, Keele University, 2004.

KLEINMAN, J. Android Still Dominates with 81 Percent Market Share. **S.I.**, [S.l.], 2013.

KOMNINOS, A.; STAMOU, S. **HealthPal**: an intelligent personal medical assistant for supporting the self-monitoring of healthcare in the ageing society. [S.l.]: Proceedings of UbiHealth 2006: The 4th International Workshop on Ubiquitous Computing for Pervasive Healthcare Applications, 2006.

LIM J.E.; CHOI, O. N. H. B. D. A context-aware fitness guide system for exercise optimization in U-health. In: IEEE TRANSACTIONS ON INFORMATION TECHNOLOGY IN BIOMEDICINE: A PUBLICATION OF THE IEEE ENGINEERING IN MEDICINE AND BIOLOGY SOCIETY, 2009. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2009. p. 370–379.

LLOYD D., . K. D. s. EHR Requirements. In: 2006. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2006.

LOUREIRO, A. A. F. Redes sem fio na computação ubíqua. In: 2007. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2007.

LOUREIRO, A. A. F.; OLIVEIRA, R. A. R.; MOUTRA BRAGA SILVA, T. R. de; JÚNIOR, W. R. P.; OLIVEIRA, L. B. R. de; MOREIRA, R. A.; SIQUEIRA, R. G.; ROCHA, B. S.; RUIZ, L. B. Computação Ubíqua Ciente ao Contexto: desafios e tendências. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REDES DE COMPUTADORES E SISTEMAS DISTRBUÍDOS, 27., 2008. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2008.

MACAL C. M. E NORTH, M. J. Tutorial on Agent-Based Modelling and Simulation. **Proceedings of the 2005 Winter Simulation Conference**, [S.l.], 2005.

MARI, J. J.; WILLIAMS, P. A validity study of a psychiatric screening questionnaire (SRQ-20) in primary care in the city of Sao Paulo. **The British Journal of Psychiatry**, [S.l.], v. 148, n. 1, p. 23–26, 1986.

MASSAD, E. e. a. **O prontuário eletrônico do paciente na assistência, informação e conhecimento**. [S.l.: s.n.], 2003.

MASSEY T. GAO, T. B. D. H. A. C. D. W. D. S. L.; SARRAFZADEH, M. **Pervasive Triage**: towards ubiquitous, real-time monitoring of vital signs for pre-hospital applications. [S.l.]: Proceedings of Ubi-Health 2006: The 4th International Workshop on Ubiquitous Computing for Pervasive Healthcare Applications, 2006.

MIHAILIDIS A., E. P. G. D. B. J.; HOEY, J. **Pervasive Computing to Enable Mobility in Older Adults with Cognitive Impairment**. [S.l.]: Proceedings of UbiHealth 2006: The 4th International Workshop on Ubiquitous Computing for Pervasive Healthcare Applications, 2006.

MOBILE, C. Cisco Visual Networking Index: global mobile data traffic forecast update, 2011 to 2016. In: S.L.], 2012. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2012. v. 2011.

MUNZLINGER, E.; NARCIZO, F. B.; QUEIROZ, J. E. R. de. Sistematização De Revisões Bibliográficas Em Pesquisas Da Área De IHC. In: COMPANION PROCEEDINGS OF THE 11TH BRAZILIAN SYMPOSIUM ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 2012, Porto Alegre, Brazil, Brazil. **Anais...** Brazilian Computer Society, 2012. p. 51–54. (IHC '12).

NG JOSEPH KEE-YIN; WANG, J. L. K.-Y. K. C. H. C. H. S. Capturing and Analyzing Pervasive Data for SmartHealth. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED

INFORMATION NETWORKING AND APPLICATIONS, 28., 2014. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2014. p. 985–992.

P. J. F. LUCAS, L. C. v. d. G.; ABU-HANNA, A. Bayesian networks in biomedicine and health-care. **Artif Intell Med**, [S.l.], p. 201–214, 2004.

PADGHAM L.; WINIKOFF, M. **A Methodology for Developing Intelligent Agents**. [S.l.]: Proceedings of AOSE 2002, 2002.

PAGANELLI, F.; GIULI, D. An Ontology-Based System for Context-Aware and Configurable Services to Support Home-Based Continuous Care. **Information Technology in Biomedicine, IEEE Transactions on**, [S.l.], v. 15, n. 2, p. 324–333, March 2011.

PELEG, M.; BROENS, T.; GONZÁLEZ-FERRER, A.; SHALOM, E. Architecture for a Ubiquitous Context-aware Clinical Guidance System for Patients and Care Providers. In: JOINT WORKSHOP ON KNOWLEDGE REPRESENTATION FOR HEALTH CARE KRHC AND PROCESS-ORIENTED INFORMATION SYSTEMS IN HEALTHCARE PROHEALTH, 2013. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2013.

PFLEEGER, S. L. Engenharia de software: teoria e prática. In: SÃO PAULO: PRENTICE HALL, 2004. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2004. n. 2, p. 136–144.

ROBINSON, P.; VOGT, H.; WAGEALLA, W. (Ed.). **Privacy, Security and Trust within the Context of Pervasive Computing**. [S.l.]: Springer Science+Business Media, Inc., 2005. (The Kluwer International Series in Engineering and Computer Science).

RODRIGUES S.; DILLI, R. V. L. Y. A. C. C. B. J. L. J. S. R. G. C. A Semantic-Based Software Architecture for Processing Context Information in Ubiquitous Medicine. In: SISTEMAS COMPUTACIONAIS, 2011. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2011. p. 7.

ROGGEN D., A. B.; TROSTER, G. **Life Style Management using Wearable Computer**. [S.l.]: Proceedings of UbiHealth 2006: The 4th International Workshop on Ubiquitous Computing for Pervasive Healthcare Applications, 2006.

ROSS J. W.; WESTERMAN, G. **Preparing for utility computing: the role of it architecture and relationship management**. 43. ed. Riverton, NJ, USA: IBMSyst. J., 2004. 5-19 p. n. 1.

SACHDEVA S.; BHALLA, S. In: S.N., S. (Ed.). **Implementing high-level query language interfaces for archetype-based electronic health records database**. [S.l.: s.n.], 2009. p. 235–238.

SALDANA-JIMENEZ, D.; RODRIGUEZ, M.; ESPINOZA, A.; GARCIA-VAZQUEZ, J. A context-aware component for identifying risks associated to elders' activities of daily living. In: PERVASIVE COMPUTING TECHNOLOGIES FOR HEALTHCARE, 2009. PERVASIVE HEALTH 2009. 3RD INTERNATIONAL CONFERENCE ON, 2009. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2009. p. 1–4.

SANNINO, G.; DE PIETRO, G. A mobile system for real-time context-aware monitoring of patients' health and fainting. **International Journal of Data Mining and Bioinformatics**, [S.l.], v. 10, n. 4, p. 407–423, 2014.

SANTOS, F. Computação Ubíqua para Aplicações em Saúde. In: 2009. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2009.

SANTOS M. R.; BAX, M. P. P. C. Codificando Arquétipos em linguagem ADL com base no modelo de referência da norma ISO 13606. In: 2010. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2010.

SANTOS, N. Redes Sociais: história e guia completo. In: 2011. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2011.

SATYANARAYANAN, M. Fundamental Challenges in Mobile Computing. In: FIFTEENTH ANNUAL ACM SYMPOSIUM ON PRINCIPLES OF DISTRIBUTED COMPUTING, 1996, New York, NY, USA. **Proceedings...** ACM, 1996. p. 1–7. (PODC '96).

SATYANARAYANAN, M. Pervasive computing: vision and challenges. In: ACM, 2001. **Anais...** IEEE, 2001. v. 8, n. 4, p. 10–17.

SATYANARAYANAN, M. Mobile Computing: the next decade. In: ACM WORKSHOP ON MOBILE CLOUD COMPUTING & SERVICES: SOCIAL NETWORKS AND BEYOND, 1., 2010, New York, NY, USA. **Proceedings...** ACM, 2010. p. 5:1–5:6. (MCS '10).

SATYANARAYANAN, M. Mobile Computing: the next decade. **SIGMOBILE Mob. Comput. Commun. Rev.**, New York, NY, USA, v. 15, n. 2, p. 2–10, Aug. 2011.

SCHUTZBANK A.; FERNANDOPULLE, R. **Doubling down: lessons learned from building a new electronic health record as part of primary care practice redesign.** Two. ed. São Paulo: Healthcare, 2014.

SIMON S. K.; ANBANANDHEN, S. M. S. L. A Ubiquitous Personal Health Record (uPHR) Framework. In: ACM, 2013. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2013.

SOARES, V. d. F. Identificação única de pacientes em fontes de dados distribuídas e heterogêneas. In: DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM INFORMÁTICA, UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO, 2009. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2009. p. 153.

SOUZA, A. Uma Abordagem Ubíqua Consciente de Situação para Avaliação de Metas Terapêuticas em Ambiente Hospitalar. In: SBCUP, 2014. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2014.

SOUZA, M. V. B. Inferência de atividades clínicas na arquitetura clinicspace a partir de propriedades do contexto [dissertação]. In: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA, 2010. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2010. p. 153.

STIPKOVIC, S.; BRUNS, R.; DUNKEL, J. Pervasive Computing by Mobile Complex Event Processing. In: ICEBE'13, 2013. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2013. p. 318–323.

SUDHA, R. e. a. Ubiquitous Semantic Space: a context-aware and coordination middleware for ubiquitous computing. In: IN: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMMUNICATION SYSTEMS SOFTWARE AND MIDDLEWARE, 2007. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2007. n. 2, p. 1–7.

TANG, C.; CARPENDALE, S. **Healthcare Quality and Information Flow during Shift Change.** [S.l.]: Proceedings of UbiHealth 2006: The 4th International Workshop on Ubiquitous Computing for Pervasive Healthcare Applications, 2006.

TANTORI M., F. J. **Towards the Design of Activity-aware Mobile Adaptive Applications for Hospitals.** [S.l.]: Proceedings of Ubi-Health 2006: The 4th International Workshop on Ubiquitous Computing for Pervasive Healthcare Applications, 2006.

TENTORI M.; FAVELA, J. Activity-aware computing for healthcare. In: IEEE PERVASIVE COMPUTING, 2008. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2008. p. 51–57.

TONIN, G. S. Tendências em Computação Móvel. In: DISSERTAÇÃO (PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO) - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2012. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2012. p. 17.

TRANTAFYLLIDIS, A.; KOUTKIAS, V.; CHOUVARDA, I.; MAGLAVERAS, N. A Pervasive Health System Integrating Patient Monitoring, Status Logging, and Social Sharing. **IEEE J. Biomedical and Health Informatics**, [S.l.], v. 17, n. 1, p. 30–37, 2013.

VELTE, L. M. Electronic health record repository based on the openEHR standard. In: 2011. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2011. p. 70.

VICENTINI C. F.; MACHADO, A. A. I. Requisitos de um registro eletrônico de saúde ubíquo. In: 2009. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2009.

VON, L. **Teoria Geral dos Sistemas**. [S.l.]: Vozes, 1975.

WAGNER E. H.; AUSTIN, B. T. D. C. H. M. S. J. B. A. **Improving Chronic Illness Care: translating evidence into action**. Seattle, USA: Health AFF, W.A. MacColl Institute for Healthcare Innovation at the Center for Health Studies, 2001. (6).

WAINER, J. **Métodos de pesquisa quantitativa e qualitativa para a Ciência da Computação**. [S.l.]: Sociedade Brasileira de Computação e Editora PUC-Rio, 2007. 221-262 p.

WAZLAWICK, R. **Metodologia de Pesquisa para Ciência da Computação**. [S.l.]: Elsevier, 2009. 184 p.

WEISER, M. In: BAECKER, R. M.; GRUDIN, J.; BUXTON, W. A. S.; GREENBERG, S. (Ed.). **Human-computer Interaction**. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 1995. p. 933–940.

WEISER, M. The Founder of Ubiquitous Computing. In: BAECKER, R. M.; GRUDIN, J.; BUXTON, W. A. S.; GREENBERG, S. (Ed.). **Human-computer Interaction**. [S.l.: s.n.], 2002.

ZHANG, M.; SAWCHUK, A. A. **Context-aware Fall Detection Using a Bayesian Network**. 2011.