



Programa Interdisciplinar de Pós-Graduação em  
**Computação Aplicada**

**Mestrado Acadêmico**

George Almeida De Oliveira

Um Modelo Para Gerenciamento De Históricos De Contextos  
Fisiológicos

São Leopoldo, 2016

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

GEORGE ALMEIDA DE OLIVEIRA

**UM MODELO PARA GERENCIAMENTO DE HISTÓRICOS DE CONTEXTOS  
FISIOLÓGICOS**

São Leopoldo  
2016

George Almeida de Oliveira

**UM MODELO PARA GERENCIAMENTO DE HISTÓRICOS DE CONTEXTOS  
FISIOLÓGICOS**

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

Orientador:  
Prof. Dr. Jorge Luis Victória Barbosa

Coorientador:  
Prof. Dr. Cristiano André da Costa

São Leopoldo  
2016

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
(Biblioteca do Instituto Federal de Roraima- IFRR)

O48m Oliveira, George Almeida de.

Um modelo para gerenciamento de históricos de contextos fisiológicos / George Almeida de Oliveira. – São Leopoldo, 2016.

71 f.: il.; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Luis Victória Barbosa.

Coorientador: Prof. Dr. Cristiano André da Costa.

Dissertação (Mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS. Curso de Programa Interdisciplinar de Pós-Graduação em Computação Aplicada, 2016.

1. Computação móvel. 2. Computação ubíqua.  
3. Monitoramento fisiológico. 4. Trilhas. 5. Histórico de contextos. I. Título. II. Barbosa, Jorge Luis Victória (orientador).

CDD - 004

George Almeida de Oliveira

**UM MODELO PARA GERENCIAMENTO DE HISTÓRICOS DE CONTEXTOS  
FISIOLÓGICOS**

Dissertação apresentada à Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, como requisito parcial para a obtenção de título de Mestre em Computação Aplicada.

Aprovado em 21 de março de 2016.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Fabiano Passuelo Hessel – PUCRS

---

Prof. Dr. Kleinner Farias – UNISINOS

---

Prof. Dr. Jorge Luis Victória Barbosa – UNISINOS

Prof. Dr. Jorge Luis Victória Barbosa (Orientador)  
Prof. Dr. Cristiano André da Costa (Coorientador)

**VISTO E PERMITIDA A IMPRESSÃO**  
São Leopoldo, RS

Prof. Dr. Sandro José Rigo  
Coordenador PPG em Computação Aplicada

*À minha família, Janaína e amigos por sua compreensão e incentivo durante a realização desse trabalho, tornando sua conclusão possível.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família pela compreensão durante todo o período da execução deste trabalho. Ao coordenador Dr. Cristiano André da Costa pela ajuda e alinhamento do projeto durante sua execução. Ao meu orientador, prof. Dr. Jorge Luis Victória Barbosa por sua ótima orientação e insistente motivação que permitiram a conclusão deste trabalho.

À Coordenação do Departamento Ambulatorial do Hospital Coronel Mota, pela ajuda na realização deste trabalho. Aos pacientes que contribuíram para avaliação do protótipo.

Aos colegas de trabalhos que me incentivaram e ajudaram nessa jornada, em especial Vinícius Tocantins, Emílio Luiz e Arnóbio da Nóbrega. Ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Roraima e a UNISINOS por oportunizar e incentivar os meus estudos.

Por fim, a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a conclusão desta pesquisa.

## RESUMO

Com a popularização no mercado de consumo de *wearables*, ou dispositivos vestíveis, a computação móvel e ubíqua vem se tornando presente em diversas áreas como educação, comércio e entretenimento. Na área da saúde estes dispositivos têm um importante papel, pois contam com sensores para captura de sinais fisiológicos, como por exemplo, medir a temperatura corporal e batimentos cardíacos do usuário. Em muitos casos não há qualquer padronização ou comunicação entre os diferentes sistemas de cuidados ubíquos que administram os dados fisiológicos do usuário. Esse trabalho apresenta uma proposta para gerenciamento de históricos de contextos fisiológicos através de um modelo denominado GECONFI. O modelo suporta a coleta de dados através de aplicações que utilizam dispositivos e sensores de monitoramento, também define uma ontologia para o domínio de contextos fisiológicos. Esse trabalho apresenta o uso de três aplicações integradas ao GECONFI que permitiram avaliar e testar os serviços disponibilizados pelo modelo. A primeira aplicação chamada SiCuide foi aplicada com treze pacientes e um enfermeiro, que apresentaram pareceres positivos em relação a sua utilidade para o monitoramento fisiológico dos usuários. Os outros dois sistemas denominados FitBurn e Heart-Control foram aplicados em um cenário baseado em sensibilidade a contexto permitindo o acesso compartilhado de uma mesma trilha. Os resultados obtidos mostraram a viabilidade para que outros sistemas realizem a administração de históricos contextuais de maneira genérica através do modelo proposto.

**Palavras-Chave:** Computação Móvel. Computação Ubíqua. Monitoramento Fisiológico. Trilhas. Histórico de Contextos.



## ABSTRACT

With the popularization in wearables market, or wearable devices, the mobile and ubiquitous computing is becoming present in areas such as education, commerce and entertainment. In healthcare these devices have an important role, as have sensors for capturing physiological signals, such as measuring the body temperature and heart rate of the user. In many cases there's no standardization or communication between different Ubiquitous care systems that manage the physiological user data. This work presents a proposal for historical contexts of physiological management through a model called GECONFI. The model supports data collection through applications that use devices and monitoring sensors, defines an ontology for the domain of physiological contexts. This work presents the use of three integrated applications to GECONFI, that allowed evaluate and test the services provided by the model. The first application called SiCuide was applied with thirteen patients and a nurse, who showed positive opinions regarding its usefulness for physiological monitoring of users. The other two systems called FitBurn and Heart-Control were applied in a scenario based on sensitivity to context allowing shared access to the same track. The results showed the feasibility for other systems to perform the administration of contextual historical generically through the proposed model.

**Keywords:** Mobile Computing, Ubiquitous Computing, Physiological Monitoring, Trails, Contexts History.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Interação entre aplicações e recursos.....	17
Figura 2: Etapas e instrumentos envolvidos na saúde IoT .....	25
Figura 3: <i>Framework</i> para monitoramento fisiológico online .....	29
Figura 4: Arquitetura do sistema do <i>ContextProvider</i> .....	30
Figura 5: Arquitetura e implementação do CAMPH.....	31
Figura 6: Visão geral do <i>framework</i> hSpy .....	33
Figura 7: Interação entre os elementos do GECONFI.....	40
Figura 8: Arquitetura do Servidor de Contextos Fisiológicos.....	42
Figura 9: Ontologia de Trilhas do GECONFI .....	45
Figura 10: Diagrama de Classes .....	51
Figura 11: Páginas de inserção de dados .....	55
Figura 12: Tabelas Auxiliares .....	56
Figura 13: Cálculo de IMC.....	56
Figura 14: Consulta de uma trilha no SiCuide.....	57
Figura 15: Consulta Gráfica no SiCuide .....	57
Figura 16: Resultado da facilidade de uso percebida e utilidade percebida.....	59
Figura 17: Tela inicial FitBurn.....	62
Figura 18: Tela de consulta FitBurn .....	63
Figura 19: Tela de cadastro Heart-Control .....	64
Figura 20: Tela de consulta Heart-Control .....	64

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Comparação entre os trabalhos relacionados .....	34
Tabela 2: Serviços disponíveis do módulo Entidade .....	52
Tabela 3: Serviços disponíveis do módulo Trilha .....	52
Tabela 4: Demais Serviços disponíveis GECONFI .....	52
Tabela 5: Questionário de Avaliação.....	58
Tabela 6: Comparação entre os trabalhos relacionados e o GECONFI.....	67

## LISTA DE SIGLAS

SGBD	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
SQL	Linguagem de Consulta Estruturada
RFID	Radio Frequency Identification
CSS	Cascading Style Sheets
GPS	Sistema de Posicionamento Global
HTML	Hypertext Markup Language
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IDE	Integrated Development Environment
JSON	JavaScript Object Notation
REST	Representational State Transfer
UML	Unified Modeling Language
URI	Uniform Resource Identifier
IoT	Internet of Things
IMC	Índice de Massa Corpórea

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
1.1 Motivação.....	15
1.2 Problema.....	16
1.3 Questão de pesquisa .....	18
1.4 Objetivos .....	18
1.5 Metodologia .....	19
1.6 Organização da Dissertação .....	19
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>20</b>
2.1 Computação ubíqua e sensibilidade ao contexto .....	20
2.2 Trilhas ou Histórico de Contextos .....	21
2.3 Cuidados Ubíquos.....	23
2.4 Contexto Fisiológico e Sensoriamento .....	24
2.5 Considerações sobre o capítulo .....	26
<b>3. TRABALHOS RELACIONADOS</b> .....	<b>28</b>
3.1 <i>Framework</i> para Monitoramento Fisiológico <i>Online</i> .....	28
3.2 <i>ContextProvider</i> .....	29
3.3 CAMPH .....	30
3.4 hSpy.....	32
3.5 Comparação.....	33
3.6 Considerações sobre o capítulo .....	37
<b>4. MODELO GECONFI</b> .....	<b>38</b>
4.1 Visão Geral.....	38
4.2 Servidor de Contextos Fisiológicos .....	41
4.2.1 Entidade .....	42
4.2.2 Gerenciador de Sensor .....	43
4.2.3 Contexto .....	44
4.2.4 Trilhas.....	45
4.2.5 Monitoramento .....	46
4.2.6 Repositório Web .....	47
4.2.7 Serviços.....	47
<b>5. ASPECTOS DE IMPLEMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO</b> .....	<b>50</b>
5.1 Aspectos de Implementação .....	50
5.1.1 Implementação do GECONFI.....	50
5.1.2 Implementação das Aplicações Clientes .....	53

<b>5.2 Aspectos de Avaliação .....</b>	<b>53</b>
5.2.1 Primeira avaliação: Geração de contextos fisiológicos .....	54
5.2.2 Segunda avaliação: Uso genérico do modelo .....	60
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>66</b>
<b>7. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>68</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A computação ubíqua, proposta por Mark Weiser (1991) descrevia um ambiente onde a interação dos recursos computacionais e o usuário seria feita de maneira natural e transparente, de forma imperceptível. Em segundo plano, o ambiente seria responsável por detectar que tipo de usuário estaria presente, e assim disponibilizar recursos personalizados para melhor atendê-lo.

Um bom exemplo da representação da computação móvel nos dias atuais é a popularização no mercado de consumo dos *wearables* ou dispositivos vestíveis, esses são aparelhos tecnológicos essencialmente corporais. Esses dispositivos trazem uma série de funcionalidades para a área da comunicação como atender ligações, receber e enviar mensagens de texto. Para a saúde esses aparelhos contam com sensores para captura de sinais fisiológicos permitindo medir a temperatura corporal e batimentos cardíacos do usuário, além de outros recursos.

O uso de sensores de saúde pode auxiliar na perícia e orientação médica, criando novos produtos e serviços (LEMNEN et al., 2013). Ao utilizar os conceitos da computação ubíqua aplicados à área da saúde surge a Saúde Ubíqua, ou em inglês, *Ubiquitous Health*. Ela pode ser definida como o uso das tecnologias ubíquas para fornecer cuidados médicos, de saúde e gestão de bem-estar, em qualquer lugar e a qualquer momento (DEY; ESTRIN, 2011; VIANNA; BARBOSA, 2014).

### 1.1 Motivação

Satyanarayanan (2001) destaca a importância de a computação ubíqua ser invisível, proativa e não intrusiva. Desse modo, os sistemas devem reconhecer o contexto atual da entidade e inferir ações a partir destas informações, sem a interferência direta do usuário. Islam e Want (2014) fazem previsões para a forma de utilização dos *smartphones* durante a próxima década. Os *smartphones* serão mais sensíveis ao contexto sendo capazes de se adaptar às pessoas, lugares e coisas ao seu redor, eles vão se fundir a um conjunto diversificado de tecnologias vestíveis, a partir de dispositivos de pulso, óculos e extensões do nosso vestuário.

Os dispositivos móveis e vestíveis têm um importante papel para auxiliar a evolução da área de saúde. Os sensores disponíveis nesses aparelhos permitem o monitoramento da saúde do usuário de maneira mais simplificada quando

comparados a aparelhos clínicos disponíveis em unidades de saúde. O acompanhamento de cuidados com o organismo pode ser realizado continuamente no ambiente extra-hospitalar e pelo próprio usuário.

Os sistemas de saúde estão evoluindo de dispositivos médicos simples para os sistemas de saúde ubíquos, que trabalham em qualquer momento e em qualquer lugar. Em particular, aquisição e transmissão de sinais vitais a partir de dispositivos portáteis com biossensores serão, em breve, parte de nossas vidas (GAMBOA; SILVA; SILVA, 2010; KIM et al., 2014).

Esse conjunto de dados gerados pelos recursos computacionais requer, além do armazenamento de dados, o registro dos contextos em que as entidades estão envolvidas. Um contexto é uma informação utilizada para caracterizar a situação de uma entidade, ao passo que, uma entidade pode ser entendida como um objeto, um local ou uma pessoa que seja considerada relevante para a interação entre um usuário e uma aplicação (DEY; ABOWD; SALBER, 2001).

A pesquisa na área de trilhas é importante para esse campo, uma vez que sua utilização permite o gerenciamento e armazenamento de contextos (SALBER; DEY; ABOWD, 1999; SILVA et al., 2010; WAGNER; BARBOSA; BARBOSA, 2014). Uma trilha é um histórico de contextos visitados por um usuário durante um período (SILVA et al., 2010).

Diante do exposto, destaca-se a relevância de um sistema capaz de gerenciar o histórico de contextos fisiológicos dos usuários, permitindo administrar a relação dos sinais corporais com as características do ambiente e da situação em que eles se encontram. Ressalta-se ainda que seria interessante que tal sistema disponibilizasse uma série de serviços que possibilitassem que outras aplicações computacionais interagissem com ele, obtendo informações dos históricos dos contextos administrados.

## **1.2 Problema**

Apesar das recentes evoluções dos sistemas de saúde em geral e da própria computação ubíqua, identificou-se que ainda não existe um modelo computacional que permita o gerenciamento do histórico de contextos fisiológicos de forma genérica entre diferentes aplicações, relacionando usuários, sensores corporais e sensores de ambiente.



Faz-se necessário viabilizar formas de adquirir o contexto do usuário sem que o mesmo tenha que ser indagado constantemente. Através de técnicas de monitoramento o reconhecimento do contexto pode ocorrer da forma mais automática e natural possível. No cenário da saúde existem os dispositivos móveis e vestíveis como fontes de sensoriamento das atividades do usuário.

Cada tipo de sensor captura tipos específicos de dados, trazendo para a computação uma problemática recorrente: a interoperabilidade de informação entre sistemas. Como cada dispositivo conta com um padrão de uso, diversas propostas são apresentadas para a integração dos dados em uma plataforma de convergência de informação.

Sinais fisiológicos são importantes métricas para avaliar a saúde do usuário, no entanto, uma das dificuldades enfrentadas é a forma de armazenar e analisar os dados gerados pelos dispositivos de captura. Parte dessa problemática surge devido à dependência dos sensores por parte de seus fornecedores, uma vez que os produtos de cada fabricante têm as suas próprias características. Isso significa falta de padronização e interoperabilidade em relação aos sistemas de cuidados ubíquos e uma dificuldade de integração de sistemas.

Essa situação está representada na Figura 1, na qual os Recursos representam o conjunto de aparelhos de monitoramento (sensores), e as Aplicações, os sistemas responsáveis por administrar um ou mais desses recursos. A Aplicação A e a Aplicação C monitoram o usuário independentemente uma da outra. Caso a Aplicação B, que também possui interesse nos sinais fisiológicos daquele mesmo usuário, quisesse obter tais dados, deveria fazê-lo por meio de seus próprios sensores.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Mediante a relevância da aquisição de dados históricos dos usuários, como contextos visitados, ações executadas, sinais fisiológicos e recursos utilizados, o estudo de um modelo para administrar estas informações permitiria sua utilização por diversas aplicações e novas formas de abordagem das mesmas.

### **1.3 Questão de pesquisa**

Com base na problemática exposta, a seguinte questão de pesquisa foi elaborada: como seria um modelo genérico para o gerenciamento de históricos de contextos fisiológicos que permitisse sua exploração em diferentes aplicações?

Entendem-se como contextos fisiológicos dados corporais de uma pessoa caracterizados com informações de como, quem, quando e onde tal dado foi capturado. O gerenciamento histórico refere-se ao registro desses contextos em um formato sequencial, permitindo ao usuário ter seu conjunto de dados encadeados. Para a característica de atender outros sistemas e ser genérico o modelo prevê sua modificação e alteração para gerar serviços de acordo com o domínio de aplicação.

### **1.4 Objetivos**

Este trabalho tem como objetivo geral especificar, implementar e avaliar um modelo para gerenciamento de históricos de contextos fisiológicos denominado GECONFI. As principais características do modelo são o gerenciamento de contextos fisiológicos de usuários, a coleta de dados através de dispositivos e sensores de monitoramento e a definição de uma ontologia para o domínio de contextos fisiológicos.

A seguir são apresentados os objetivos específicos deste trabalho:

- definir uma ontologia para o domínio de registro de contextos fisiológicos;
- especificar o modelo GECONFI;
- desenvolver um protótipo para avaliação do modelo;
- avaliar o modelo a partir do protótipo implementado;

## **1.5 Metodologia**

A viabilização dos objetivos propostos por este trabalho ocorreu através de uma metodologia cuja primeira etapa se deu através de um estudo geral sobre computação ubíqua, registro do histórico de contextos e sistemas de saúde voltados ao monitoramento pessoal extra-hospitalar.

A segunda etapa foi o estudo de modelos já propostos para sistemas de monitoramento fisiológico. Esta etapa teve como objetivo verificar como outros modelos trataram as informações e realizar um estudo comparativo entre eles.

Na terceira etapa ocorreu a especificação do modelo proposto, detalhando seus componentes principais tendo como finalidade determinar quais elementos são necessários para o modelo e a interação entre eles.

Em seguida, na quarta etapa foi desenvolvido um protótipo com todos os componentes necessários à sua execução. Na quinta etapa foram definidos possíveis cenários de aplicações em que poderiam ser utilizados os serviços do modelo proposto.

Por último, na sexta etapa foram executados testes para a geração de dados fisiológicos contextuais, a fim de avaliar as características do modelo em relação à sua eficácia, eficiência e também identificar suas limitações. Essa fase teve por objetivo realizar uma avaliação do modelo e explorar os possíveis ganhos trazidos por ele.

## **1.6 Organização da Dissertação**

O presente trabalho está organizado da seguinte forma. O capítulo 2 descreve os conceitos de computação ubíqua, sensibilidade ao contexto, trilhas, cuidados ubíquos e sensoriamento fisiológico, uma vez que esses conceitos são importantes para o tema deste trabalho. No capítulo 3 são apresentados os trabalhos relacionados e é realizado um comparativo entre eles. O capítulo 4 descreve o modelo proposto, abordando cada um dos seus módulos. No capítulo 5 são apresentados aspectos sobre a implementação do protótipo, os cenários de aplicação e aspectos relacionados com a avaliação do modelo. No último capítulo são apresentados os trabalhos futuros e as considerações finais.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Computação ubíqua, sensibilidade ao contexto, trilhas, saúde ubíqua e monitoramento de pacientes foram os temas de fundamentação teórica considerados relevantes para este trabalho. Este capítulo apresenta uma breve descrição sobre cada um desses temas, uma vez que seus conceitos foram utilizados para a definição do modelo proposto.

### **2.1 Computação ubíqua e sensibilidade ao contexto**

Mark Weiser propôs em seu artigo publicado em 1991, que os recursos computacionais estariam integrados no nosso dia a dia, de forma que a conexão entre esses recursos forneceria informações ou serviços que os usuários precisassem, em qualquer lugar e a qualquer tempo, de maneira onipresente. A esta visão foi dada o nome de computação ubíqua (WEISER, 1991).

Weiser (1991) ainda afirma que as tecnologias mais profundas são aquelas que desaparecem, se entrelaçando na vida cotidiana dos usuários, tornando-se indistinguíveis para eles. Dessa maneira pode-se considerar um cenário onde existem dispositivos de comunicação e computadores distribuídos em um ambiente, sensores corporais e de espaço, todos interagindo com os usuários sem que esses percebam.

Para Satyanarayanan (2001), a computação ubíqua proposta por Weiser pode ser considerada como uma evolução da computação distribuída e da computação móvel. Essa evolução traz consigo as características de seus antecessores adicionando novos conceitos e desafios a serem resolvidos, dentre eles está a sensibilidade ao contexto.

Contexto é qualquer informação que possa ser usada para caracterizar a situação de uma entidade. Uma entidade é uma pessoa, local ou objeto que seja considerada relevante para a interação entre um usuário e uma aplicação, incluindo o próprio usuário e aplicação (DEY; ABOWD; SALBER, 2001). Um sistema é sensível ao contexto se ele usa o contexto para fornecer informações e/ou serviços relevantes para o usuário, onde a relevância depende da tarefa executada pelo usuário (DEY, 2001; STEICHEN; CLARKE, 2008).

Apesar de estar frequentemente associado com a localização do usuário, o contexto conglera mais do que isso. Outros recursos são móveis e mutáveis podendo ser de interesse para o sistema, como a umidade do ambiente, a velocidade média percorrida por um usuário ou a sua temperatura corporal. Contexto ainda pode incluir diversos aspectos como iluminação, conectividade de rede, os custos de comunicação, a própria comunicação, largura de banda e até mesmo a situação social (SCHILIT; ADAMS; WANT, 1994).

O reconhecimento do contexto de uma entidade é relevante para a criação de sistemas mais eficazes, possibilitando à computação ubíqua maior dinamicidade. Uma das propostas para o registro e gerenciamento das informações de contexto é apresentada na seção seguinte.

## **2.2 Trilhas ou Histórico de Contextos**

A capacidade de organização e registro de contextos relacionados a uma entidade gera o conceito de trilhas ou histórico de contextos (WIEDEMANN, 2014). Wiedemann (2014) reúne em seu trabalho as principais definições de trilhas para a ciência da computação.

A definição de trilhas é apresentada como sendo uma coleção de localizações acompanhadas de informações associadas e uma ordem recomendada de visitação (CLARKE; DRIVER, 2004). Clarke e Driver (2004) relacionam o uso de trilhas como sendo fundamental para desenvolver aplica es transparentes aos usuários, visto que esse   um dos desafios da computa o ubíqua.

Para Silva et al. (2010), por meio das trilhas o contexto ganha importância não apenas no instante em que um determinado serviço está sendo disponibilizado, mas também no seu histórico, que pode fornecer informa es relevantes para a melhoria da capacidade dos serviços oferecidos. Silva et al. (2010) propuseram um modelo de gerenciamento de trilhas com suporte a entidades genéricas chamado de UbiTrail, o sistema conta com uma arquitetura de serviços disponibilizados para aplica es clientes.

As trilhas possuem um conceito mais amplo do que apenas a localiza o de um usuário, abrangendo os conteúdos acessados, atividades executadas, aplica es utilizadas, entre outras informa es de contexto dentro de um período de tempo específico (SILVA et al., 2010).

Pode-se exemplificar uma trilha como o registro das ações executadas por um usuário que está realizando uma atividade física de corrida. A rota realizada por ele, o registro de seus batimentos cardíacos, o tempo de duração da atividade, as condições climáticas e a preferência de música ouvida durante o exercício são dados relevantes que podem ser armazenados em seu histórico.

Hong (2009) reforça a ideia de que as trilhas possibilitam às outras aplicações computacionais recursos mais personalizados e inteligentes. Por meio das informações sensíveis ao contexto, podem-se extrair serviços para identificação de padrões, preferências, hábitos e perfis de usuários.

Ambientes colaborativos como casas inteligentes estão cada vez mais comuns (CHENG et al., 2009; YU; YOU; TSAI, 2013). Wang et al. (2004) propuseram um modelo ontológico baseado em contextos aplicado a uma casa inteligente. A casa é representada em um cenário onde está equipada com vários dispositivos como câmeras, microfones, sensores RFID's, de localização, etc. As informações obtidas diretamente dos dados dos sensores são classificadas como *low-level context*, ou seja, de baixo nível de contexto, como por exemplo: se há alguém presente ou não, *status* de uma lâmpada, a localização de uma pessoa e o horário do evento.

As informações de *high-level context*, isto é, de alto nível de contexto estão vinculadas diretamente às atividades do usuário. A utilização de uma ontologia pode ser utilizada para enriquecer a aplicação. Um exemplo seria o caso de um usuário estar dormindo e as chamadas telefônicas serem automaticamente direcionadas para a caixa postal. Mapeados em forma ontológica seria possível tirar proveito de mecanismos de inferência para se expandir o conhecimento sobre o contexto.

Gutierrez (2009) estrutura os contextos relacionados aos fatores humanos em três categorias: informação sobre o usuário (conhecimento de hábitos, estado emocional, condições fisiológicas), ambiente social do usuário (co-localização de outras pessoas, a interação social, a dinâmica de grupo), e as tarefas do usuário (atividades espontâneas, engajamento de tarefas, objetivos gerais). O contexto relacionado ao ambiente físico também pode ser classificado em três categorias: localização (posição absoluta, posição relativa, co-localização), infraestrutura (recursos de computação próximos, comunicação, execução de tarefas), e condições físicas (ruído, luz, pressão, qualidade do ar) (GUTIERREZ, 2009).

### 2.3 Cuidados Ubíquos

Podem-se classificar aplicações de saúde ubíqua em três grandes áreas: gerenciamento de rotina hospitalar, suporte ao bem-estar e monitoramento de pacientes (VIANNA et al., 2012; VIANNA; BARBOSA, 2014). Este trabalho tem uma aplicação maior no último conjunto de atividades, porém seus benefícios perpassam as outras duas áreas.

Oferecer soluções personalizadas aos pacientes é um dos desafios enfrentados pela saúde ubíqua. Esses desafios são atualmente caracterizados pela coleta contínua de dados dos sinais vitais, pelo processamento em tempo real dos dados monitorados para derivar parâmetros fisiológicos significativos e pela tomada de decisões sensíveis ao contexto de dados centrada no paciente (FORKAN; KHALIL; TARI, 2013; SURENDRAN; RASAMANY; MEGALINGAM, 2013; VISWANATHAN; CHEN; POMPILI, 2012).

Agoulmine et al. (2011) apresentam em seu trabalho o *U-Health Smart Home*, descrito como o projeto de uma casa inteligente para auxílio a idosos ou pessoas portadoras de doenças crônicas. A casa é projetada para coletar dados fisiológicos dos pacientes por meio de uma rede de sensores corporais, e também coletar dados do ambiente como, por exemplo, umidade, temperatura e luminosidade. Estas informações são utilizadas para que seja possível tomar ações de forma automática, quando necessário.

A popularização da internet e a integração de diversos dispositivos de sensoriamento para a computação móvel e vestível vêm oferecendo o desenvolvimento de aplicações mais relevantes para a saúde, bem-estar e entretenimento. Um exemplo são os *smartphones* com seus sensores embutidos, serviços web, mídias sociais e biossensores externos, que se tornam capazes de oferecer sugestões ricas em contexto para orientar os comportamentos de aplicativos (MITCHELL et al., 2011).

Sistemas de monitoramento de saúde pessoal dependem dos sensores para a interação com o mundo externo. É comum na computação vestível que, após a captura, os dados recolhidos sejam transmitidos para outros dispositivos computacionais como forma de armazenamento externo e processamento para que esses dados ganhem significância.

No caso hipotético de uma pessoa diabética possuir um valor de glicose alterado, esse dado precisa passar por uma interpretação para que seja feita alguma consideração sobre o estado de saúde do paciente. Essa interpretação pode ser realizada pelo próprio usuário, ou em um cenário mais técnico, a análise deve ser feita por um profissional de saúde ou por uma aplicação específica. Uma vez que esses dados são integrados ao histórico de saúde do paciente é possível que se realize um diagnóstico mais preciso.

## **2.4 Contexto Fisiológico e Sensoriamento**

O corpo humano desenvolve em seu funcionamento diversos processos fisiológicos que são utilizados como parâmetros para análise da saúde e do bem-estar. Nesses processos estão envolvidos procedimentos químicos, físicos, elétricos e eletroquímicos que podem ser direta ou indiretamente mensurados (RAMINHOS, 2009). No âmbito de sinais biomédicos e sensores, um biossinal pode ser definido como uma descrição de um fenômeno fisiológico, independentemente da natureza desta descrição (KANIUSAS, 2012).

Dentre as fontes mais importantes de dados fisiológicos estão os sinais vitais: respiração, pressão arterial, temperatura corporal e frequência cardíaca. Neste trabalho consideram-se dados fisiológicos como sendo as informações corporais geradas por um usuário. Ao empregar o conceito de contexto aos dados fisiológicos pode-se definir que um contexto fisiológico é qualquer informação que possa caracterizar os dados corporais do usuário. Dessa forma tornam-se relevantes informações de quando, como e que atividade esse usuário estava executando durante a captura dos dados fisiológicos.

A principal forma de obtenção dos dados fisiológicos decorre do uso de sensores, ressaltada a praticidade proporcionada na captura de tais dados, a facilidade de utilização pelo usuário e a possibilidade de interação automática (registro e troca de dados) com sistemas. De acordo com Ye, Dobson e McKeever (2012), a utilização de sensores é importante para a percepção de um ambiente, podendo ser incorporado em um ambiente ou em objetos, graças aos progressos significativos para a redução do tamanho, menor custo e consumo de energia.

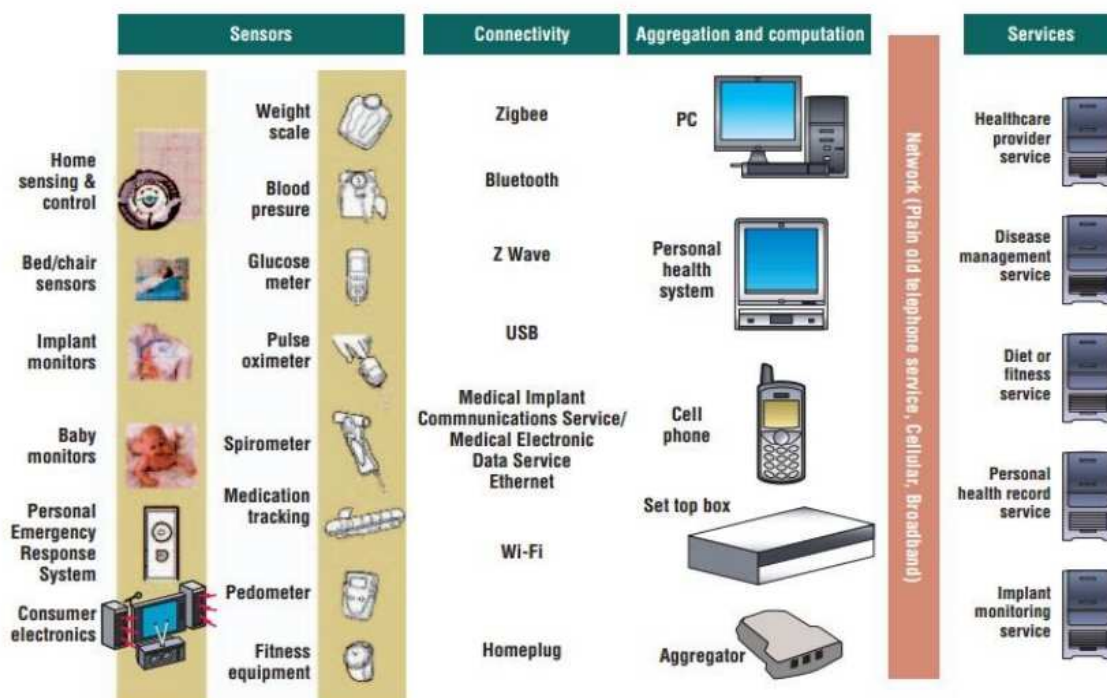


Com o avanço da comunicação e dos biossensores nos dispositivos vestíveis, sistemas de cuidados ubíquos têm grande potencial para o auxílio na prevenção e detecção de doenças (KIM et al., 2014).

Pode-se dividir os aparelhos de sensoriamento para saúde conforme seu grupo de atuação. No primeiro grupo tem-se os aparelhos clínicos ou de caráter mais técnicos como, por exemplo, espirômetros, glicosímetros e *smart health* (dispositivo para saúde). No segundo grupo tem-se aparelhos que possuem algum recurso de saúde integrado ou com o foco na área de saúde, são exemplos os *wearables*, *smartphones* e dispositivos *fitness* (aparelhos para práticas esportivas).

Outra forma de se classificar aparelhos de sensoriamento é apresentada por Guercio et al. (2014) na Figura 2, que divide os sensores em dois grandes grupos. O primeiro é responsável pelo Monitoramento Fisiológico, exemplificados como equipamentos *fitness*, pedômetro, espirômetro, oxímetro, medidor de glicose, pressão sanguínea e balança. O segundo grupo é encarregado do Monitoramento do Ambiente, alguns deles são sensores e controles residenciais, sensores de cama/cadeiras, babas eletrônicas e eletrodomésticos.

**Figura 2:** Etapas e instrumentos envolvidos na saúde IoT



Fonte: (GUERCIO et al., 2014)

O uso de sensores é de suma importância para que o sistema possa interagir com o usuário e o meio em que ele está inserido, e assim capturar dados sobre eles. Dessa maneira o monitoramento por meio de diversos dispositivos permite abstrair maiores informações sobre o usuário (por exemplo, atividades e localização) e relacioná-las com sua saúde.

## **2.5 Considerações sobre o capítulo**

A computação ubíqua descreve um ambiente composto por computadores integrados, onde a interação com seus recursos deve ocorrer de forma imperceptível para aperfeiçoar a experiência do usuário. Os sistemas de saúde ubíqua suportam o acesso mais eficiente às informações de diagnóstico, tratamento e acompanhamento do paciente.

Considera-se neste trabalho contexto fisiológico como sendo qualquer informação que possa caracterizar os dados corporais do paciente. O uso de sensores e da computação vestível permite que aplicações de saúde e de cuidados médicos possam monitorar o usuário e o contexto em que ele está inserido, através da coleta de dados corporais e do ambiente. Este trabalho possui o foco no armazenamento e gerenciamento desses contextos. A seguir são apresentados os trabalhos relacionados com essa temática.



### 3. TRABALHOS RELACIONADOS

Neste capítulo são expostos trabalhos relacionados à área de monitoramento e registro de contextos fisiológicos no âmbito extra-hospitalar. É feita uma breve descrição sobre cada trabalho destacando-se suas características principais. Para a seleção dos trabalhos buscaram-se publicações científicas em revistas e congressos a fim de se identificar o estado da arte relacionado ao tema. Ao final deste capítulo é feito um comparativo entre os trabalhos destacando suas principais contribuições e lacunas.

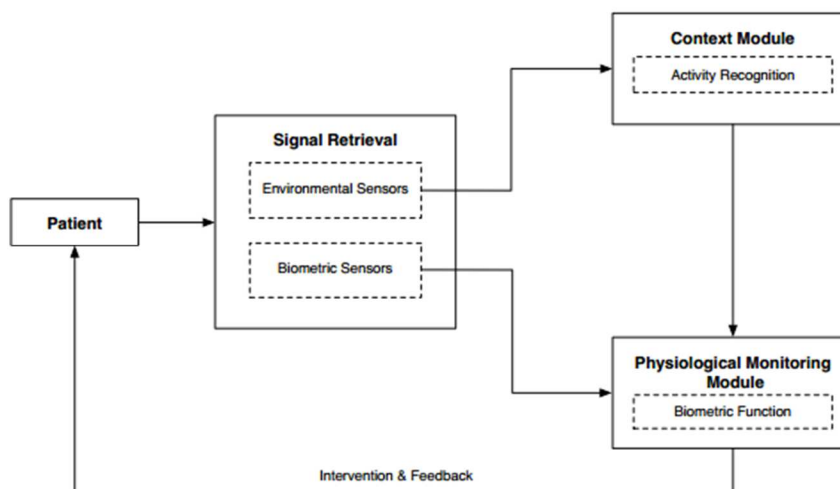
#### 3.1 *Framework* para Monitoramento Fisiológico *Online*

O trabalho de Zhang et al. (2014) apresenta um *framework* de monitoramento fisiológico *online* sensível ao contexto. O sistema teve como foco o monitoramento das atividades diárias de pacientes a fim de detectar situações cardíacas anormais. Foram utilizados três módulos no *framework* proposto, conforme pode ser visto na Figura 3:

- **Signal Retrieval:** responsável pela recuperação de dados de contexto e fisiológicos de um paciente;
- **Context Module:** utilizado para o reconhecimento de atividades executadas pelo paciente;
- **Physiological Monitoring Module:** possui as funções biométricas, por exemplo, definição das condições cardiovasculares, padrões e anomalias.

Dentro do primeiro módulo tem-se o *Environmental Sensors* (sensores de ambiente), que identifica os sensores utilizados para controlar as interações de um paciente com objetos no interior de um ambiente inteligente, em conjunto com os acelerômetros corporais para captar o movimento do paciente dentro do ambiente. O segundo tipo de sensores inclui *Biometric Sensors* (sensores biométricos), que são tipicamente sensores vestíveis que realizam a medição médica de cuidados ao paciente.

**Figura 3:** *Framework* para monitoramento fisiológico online



Fonte: (ZHANG et al., 2014)

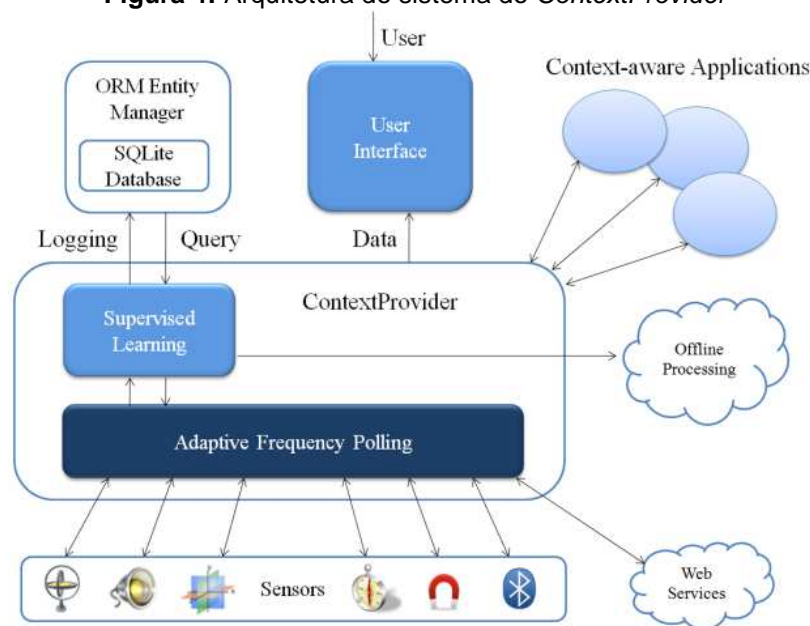
### 3.2 ContextProvider

*ContextProvider* é um *framework* que coleta, analisa e arquiva o contexto diário extraído de sensores de dispositivos, serviços web e mídias sociais (MITCHELL et al., 2011). O *ContextProvider* fornece as informações *online* necessárias para que usuários e profissionais de saúde possam reagir rapidamente a eventos de risco de vida. Ele conta com a interação entre sensores do dispositivo e aplicações variadas, conforme representado na Figura 4.

O modelo é constituído por um componente que supervisiona a aprendizagem de contexto de maneira *online*, um módulo adaptativo para a seleção de requisições, um repositório de dados, e a capacidade de exportar a análise de dados para uso *offline*. O modelo descreve ainda o uso de aplicações médicas sensíveis ao contexto e por último uma interação gráfica que permite ao usuário alterar as configurações do modelo.

Em síntese, o *ContextProvider* é um *framework* para a integração de fluxos de dados contextuais coletados de *smartphones*, que fornece uma interface de consulta unificada para todos os dados contextuais sobre o dispositivo.

**Figura 4:** Arquitetura do sistema do *ContextProvider*



Fonte (MITCHELL et al., 2011)

### 3.3 CAMPH

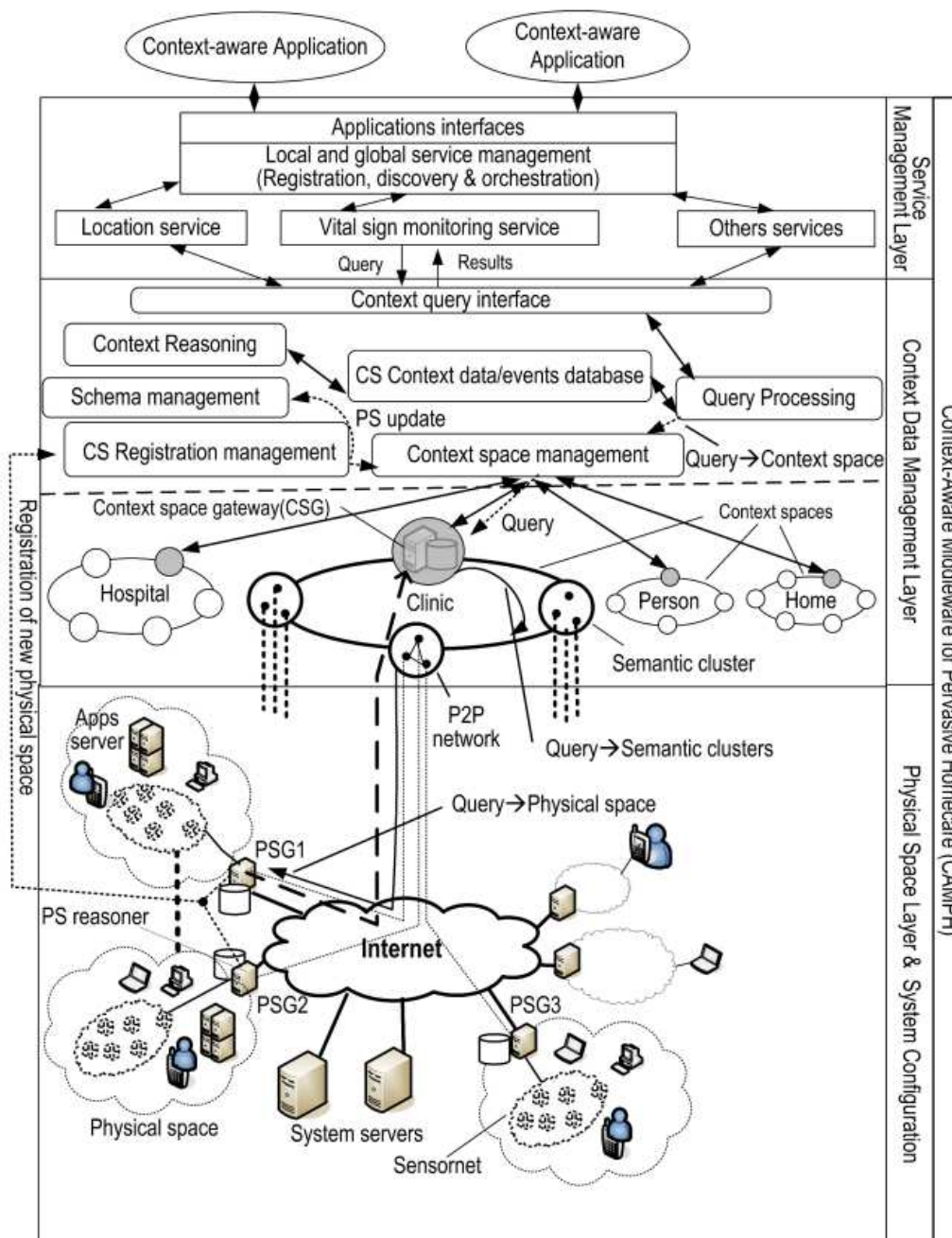
Pung et al. (2010) apresentam a concepção e implementação de um *middleware* sensível ao contexto para cuidados pervasivos, denominado CAMPH. O CAMPH oferece uma série de serviços para sistemas para facilitar o desenvolvimento e implantação de várias aplicações de cuidados médicos pervasivos (PUNG et al., 2009). Alguns dos serviços são a aquisição de dados e o armazenamento e a interpretação de contexto, bem como serviços de organização e de pesquisa.

A infraestrutura do *middleware* separa os dados e os serviços sensíveis ao contexto em camadas diferentes que podem ser acessados pelas aplicações, conforme pode ser visto na Figura 5. A seguir são apresentadas as descrições das quatro camadas:

- **Physical Space:** as fontes de dados de contexto são encapsuladas em espaços físicos individuais. Cada espaço é composto por entidades tais como sensores, atuadores e dispositivos de computação;
- **Context Data Management:** o principal objetivo desta camada é permitir a organização dos dados, pesquisa e armazenamento de contexto;

- **Service Management:** esta camada gerencia os serviços sensíveis ao contexto para permitir seu uso pelas aplicações de cuidados à saúde;
- **Application:** são aplicações que operam solicitando serviços para a camada de *Service Management*, bem como a aquisição de dados diretamente da camada *Context Data Management* ou *Physical Space*.

Figura 5: Arquitetura e implementação do CAMPH



Fonte: (PUNG et al., 2009)

O CAMPH define um domínio de contexto, ou espaço de contexto, como uma classe de espaços físicos que têm atributos semelhantes; assim é possível suportar em sua infraestrutura dados de contexto de fontes autônomas. São exemplos de domínios de contexto um hospital, uma clínica, uma pessoa ou uma casa. Dessa maneira o *middleware* possui a capacidade de interagir seus serviços com fontes de dados de contexto de vários espaços físicos.

A principal aplicação do CAMPH é apoiar o desenvolvimento e implantação de serviços de atendimento domiciliar para os idosos, tais como monitoramento de pacientes, resposta de emergência com base no local, detecção de anomalias em atividades diárias, acesso pervasivo a dados médicos e de redes sociais.

### 3.4 hSpy

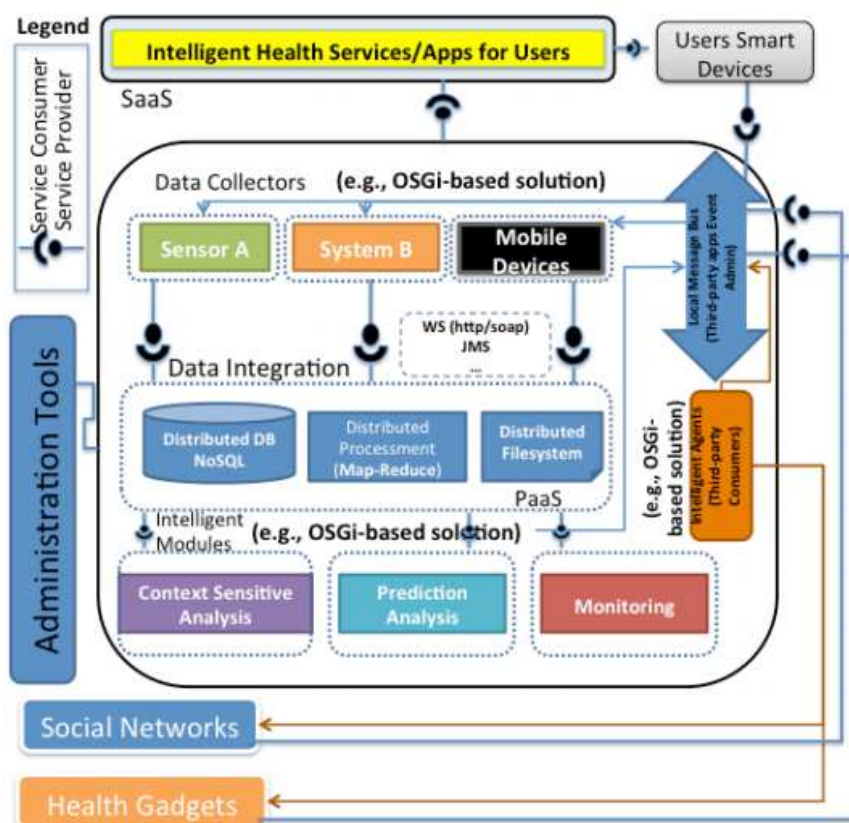
O hSpy é um *framework* inteligente para suporte e análise preditiva de contexto baseado na integração distribuída e heterogênea de dados gerados pelos sensores de dispositivos de saúde inteligente (OLIVEIRA et al., 2014). O hSpy visa ajudar os usuários a monitorar o seu estado de saúde através da aquisição de informações significativas e precisas.

Este *framework* propõe cinco blocos/componentes os quais são mostrados na Figura 6 e descritos a seguir:

- **Data Collectors:** tem o objetivo de permitir a fácil integração de subsistemas que coletam dados do mundo externo;
- **Data Integration:** é responsável pela persistência e integração dos dados;
- **Intelligent Module:** possui o papel de interpretar e extrair informações a partir da massa de dados que estão armazenados;
- **Intelligent Healthcare Services:** disponibiliza serviços baseado no pré-processamento para aplicações orientadas a serviços, como por exemplo, um aplicativo que mostra as tendências/previsões sobre um domínio de saúde;
- **Administration Tools:** ferramentas que permitem usuários configurar, monitorar e gerenciar os subsistemas do *framework*.



Figura 6: Visão geral do framework hSpy



Fonte: (OLIVEIRA et al., 2014)

Oliveira et al. (2014) trazem a preocupação em seu trabalho sobre a integração de plataformas e aplicações heterogêneas, apontado como um dos desafios de ambientes de cuidados à saúde. Atualmente existe um grande número de sistemas, sensores/gadgets e algoritmos heterogêneos agindo de maneira independente e autônoma.

### 3.5 Comparação

Conforme apresentado nas seções anteriores, cada trabalho descreve seu modelo de arquitetura, características e funcionalidades. Para facilitar a compreensão sobre as contribuições e limitações de cada um desses trabalhos, foi elaborada a Tabela 1, que os relaciona com as características consideradas relevantes para o gerenciamento de contextos fisiológicos. A seguir são descritos os quesitos considerados para a comparação:

- **Dados contextuais:** indica quais dados de contexto proposto por DEY, ABOWD e SALBER (2001) são empregados no trabalho;
- **Suporte a trilhas:** avalia se foi empregada alguma forma de gerenciamento de histórico de contextos;
- **Utiliza ontologia:** identifica se foi utilizada alguma ontologia para representação de conhecimento para contextos fisiológicos;
- **Sensores de saúde suportados:** avalia quais os tipos de sensores e dispositivos foram empregados para o monitoramento do usuário;
- **Suporte a aplicações genéricas:** indica se o sistema permite o uso de seus serviços e o gerenciamento de contexto por diferentes aplicações.

O quesito de dados contextuais é subdividido em quatro critérios conforme pode ser visto na Tabela 1. O primeiro indica qual entidade é monitorada, podendo ser um usuário, um ambiente ou um objeto. O segundo identifica se é relevante para o sistema o momento em que ocorre o monitoramento.

A localização indica se é determinado o local onde a entidade se encontra, podendo ser ambientes internos (*indoors*) ou ambientes externos (*outdoors*). No quesito atividade, foi analisado se o trabalho realiza a identificação de qual atividade estava sendo executada pelo usuário durante o monitoramento.

**Tabela 1:** Comparação entre os trabalhos relacionados

TRABALHO		<i>Framework para monitoramento fisiológico online</i>	<i>ContextProvider</i>	CAMPH	hSpy
DADOS CONTEXTUAIS	Entidade	Usuário	Usuário	Usuário e Ambiente	Usuário
	Tempo	Sim	Sim	Sim	Indefinido
	Localização	<i>Indoor</i>	<i>Indoor e Outdoor</i>	<i>Indoor e Outdoor</i>	Indefinido
	Atividade	Sim	Sim	Sim	Indefinido
<b>SUORTE A TRILHAS</b>		Não	Não	Sim	Não
<b>UTILIZA ONTOLOGIAS</b>		Não	Não	Não	Não
<b>SENSORES DE SAÚDE SUPORTADOS</b>		Sensores corporais	Apenas sensores do <i>smartphone</i>	Sensores corporais	Dispositivos <i>Smart health</i>
<b>SUORTE A APLICAÇÕES GENÉRICAS</b>		Não	Parcial	Sim	Sim

Fonte: Elaborado pelo autor

As seguintes características de dados contextuais foram observadas no *Framework* para monitoramento fisiológico *online* (ZHANG et al., 2011). Possui o reconhecimento do tempo e do local de interação do usuário com o ambiente, realiza o monitoramento do usuário como sua principal entidade e identifica as atividades executadas pelo usuário através do uso de acelerômetros.

O *ContextProvider* trata da localização tanto *indoor* quanto *outdoor*, e para isso, faz uso de GPS, acelerômetros ou de endereços e códigos postais (MITCHELL et al., 2011). Ele também possui o usuário como sua principal entidade de monitoramento e considera o uso do tempo e de acelerômetros para o reconhecimento das atividades do usuário.

O CAMPH permite o sensoriamento de informações do usuário e do ambiente como sendo uma entidade (PUNG et al., 2009). Os demais trabalhos tratam as informações de ambiente como sendo dados contextuais para o usuário. Ele utiliza um algoritmo próprio para reconhecer as atividades domésticas por meio da localização, usando sensores RFID, e da manipulação de objetos usados pelo do usuário e, para isso, foi projetada uma luva que captura o peso do objeto para sua identificação. Além disso, o tempo de cada atividade também é levado em consideração nesse algoritmo.

O foco de monitoramento do hSpy é sobre a entidade usuário (OLIVEIRA et al., 2014). Os quesitos de tempo, localização e atividades são classificados utilizando o termo indefinido para que seja feita uma diferenciação dos demais modelos. Apesar de identificados indícios desses dados contextuais, o material de pesquisa disponível não traz garantia do uso de tais características, já que não mostra claramente como tais elementos são empregados. Por se tratar de um trabalho que envolve sensibilidade ao contexto, há grande probabilidade de que o modelo suporte tais características contextuais.

Somente o CAMPH cita o armazenamento de contexto em um formato de histórico. Sendo assim, considerou-se que tal trabalho realiza o uso de trilhas, porém não esclarece de que forma é feita a implementação. Os demais trabalhos realizam o armazenamento dos contextuais e fisiológicos dos usuários, mas sem representá-los em sequência histórica.

Para o item de ontologias, nenhum dos trabalhos estudados especificou formas de representação ou bases de conhecimento voltadas para o domínio de contextos fisiológicos.

No quesito sensores de saúde suportados, todos os trabalhos utilizam algum tipo de sensor para a captura de dados do usuário. O *ContextProvider* é o que possui recursos mais limitados para a captura de dados de saúde, visto que seu conjunto de sensores se limita aos disponíveis nos *smartphones*. O *hSpy* tem o foco na integração de aparelhos *smart health*, dispositivos vestíveis com o foco em saúde, enquanto o *CAMPH* e o *Framework* para monitoramento fisiológico *online* têm maior abrangência no suporte aos tipos de sensores.

Considerando o item de suporte a aplicações genéricas, o *Framework* para monitoramento fisiológico *online* não suporta que outras aplicações utilizem as informações de seu sistema. O *ContextProvider* possibilita que aplicações externas sensíveis ao contexto possam realizar consultas sobre sua base de dados. Tanto o *CAMPH* quanto o *hSpy* fornecem diversos serviços sobre os dados processados em seus sistemas.

Considerando a Tabela 1 sob um aspecto geral, a representação de contexto fisiológico, auxiliada pelo uso de ontologias, é uma característica que não foi identificada em nenhum dos trabalhos apresentados. Somente um deles citou o suporte ao armazenamento de histórico de contextos, porém não deixou claro como tais sequências de dados são registradas. Cada trabalho definiu quais atividades foram consideradas relevantes na sua pesquisa.

Cada modelo estudado suporta diferentes dispositivos ou grupo de sensores. Essa característica é importante devido à diversidade de tipos de sensores existentes, sejam eles de propósitos mais específicos, como aparelhos para aferir pressão arterial ou o nível de glicose na corrente sanguínea, ou até mesmo dispositivos que possuem algum recurso de saúde integrado, como dispositivos móveis ou vestíveis com pedômetros ou medidores de pulsação.

Sendo assim, a especificação de um modelo que permitisse combinar o registro de diferentes tipos de dispositivos de sensoriamento juntamente com seu contexto, ofereceria melhores serviços para demais aplicações. Profissionais e aplicações de saúde teriam, por exemplo, informações mais completas para realizar seus diagnósticos, ao passo que o usuário poderia se beneficiar do automonitoramento.

O uso das trilhas como meio de registro dos contextos fisiológicos agregaria mais informações do que o simples registro de sinais fisiológicos, uma vez que elas armazenariam uma sequência de eventos contendo como, onde e quando os

recursos foram utilizados pelo usuário. As trilhas poderiam ser utilizadas para consultas, geração de inferências e perfis de usuários.

Por meio dos trabalhos relacionados apresentados na Tabela 1, pode-se observar que nenhum deles atende a todos os aspectos avaliados no gerenciamento de histórico de contextos fisiológicos. Podem-se destacar como as principais contribuições do modelo GECONFI o uso de uma ontologia para a representação do domínio de conhecimento deste trabalho, o uso de trilhas para o armazenamento histórico de contextos fisiológicos, suporte à coleta de dados por meio de diferentes tipos de sensores de acordo com a disponibilidade do usuário e o fornecimento de serviços para exploração por outras aplicações.

### **3.6 Considerações sobre o capítulo**

Neste capítulo foi realizado um estudo comparativo entre os trabalhos relacionados ao tema de monitoramento e histórico de contextos fisiológicos. Durante a consulta de materiais bibliográficos, observou-se que a maior parte das pesquisas se concentra primeiramente no domínio de captura e registro dos sinais vitais e, em segundo, no reconhecimento das atividades diárias do usuário.

As características consideradas relevantes serão abordadas na arquitetura de um modelo computacional descrito no capítulo seguinte.

## 4. MODELO GECONFI

Este capítulo apresenta um modelo para o gerenciamento de históricos de contextos fisiológicos, denominado GECONFI. A primeira seção mostra uma visão geral sobre o modelo e suas principais características. Em seguida são expostos o Servidor de Contextos Fisiológicos e sua estrutura.

### 4.1 Visão Geral

O objetivo deste modelo é realizar o registro histórico de contextos referente aos dados fisiológicos de usuários por meio de aparelhos e dispositivos de monitoramento, disponibilizando uma série de serviços para manutenção e consulta desses contextos por aplicações externas ou pelo próprio usuário. A seguir, foram definidos os principais conceitos utilizados nesse modelo:

- **Contexto:** caracterização da situação de uma entidade em um determinado momento. Possui informações de quando, onde, como ou o que a entidade estava fazendo;
- **Atividade:** representa a ação/evento que foi executada pelo usuário. Alguns exemplos de atividades são: monitorar temperatura, caminhar, correr e dormir;
- **Localização:** representa a localização onde ocorreu o registro do contexto. Pode ser definida por uma localização específica (casa, trabalho, academia), por coordenadas geográficas (latitude e longitude) ou por uma região (área ou sub-região);
- **Entidade:** representa uma pessoa ou usuário que deseja criar ou gerenciar trilhas;
- **Recurso:** é qualquer sensor ou aparelho de monitoramento que possa gerar um contexto fisiológico. O recurso pode ser físico (balança, termômetro) ou digital (frequencímetro, glicosímetros);
- **Clientes:** são aplicações que utilizam os serviços do servidor.

Devido à diversidade de sinais fisiológicos gerados pelo corpo humano, uma das características do modelo é suportar aparelhos de sensoriamento distintos. O sistema possui como foco a integração de aparelhos de monitoramento extra-hospitalar e dispositivos vestíveis.

As informações do usuário são coletadas de acordo com a disponibilidade de seus sensores. Dessa maneira, objetiva-se utilizar dados de fontes heterogêneas, isto é, de diferentes aparelhos. Essa abrangência de dispositivos visa caracterizar a descrição contextual fisiológica do usuário, assim podem ser cadastrados aparelhos móveis e vestíveis como *smartphones*, *smartwatches* e *smartbands*, além de *smart health* ou dispositivos próprios para sensoriamento de saúde como medidores de glicose e pressão arterial.

O modelo permite capturar os dados de sensoriamento juntamente a outros contextos fisiológicos do usuário. Pretende-se, assim, ampliar o conjunto de informações das atividades por ele desenvolvidas, uma vez que a associação desses dados deve trazer maior relevância para o diagnóstico médico, auxiliando as análises e as inferências realizadas pelos profissionais de saúde ou por outras aplicações.

A seguir são descritas as principais características do modelo GECONFI:

- **Suporte a diferentes sensores de monitoramento:** não restringe o tipo de dispositivo de monitoramento a ser gerenciado;
- **Sensibilidade ao contexto:** possibilita o uso de dados contextuais proposto por DEY, ABOWD e SALBER (2001).
- **Gerenciamento de trilhas:** permite armazenar dados contextuais em um formato sequencial, gerando uma trilha. Assim, é possível consultar o histórico de contextos fisiológicos do usuário;
- **Serviços:** disponibiliza serviços para que aplicações externas possam interagir com os dados do sistema.

A Figura 7 exemplifica a interação dos principais elementos do modelo GECONFI.

**Figura 7:** Interação entre os elementos do GECONFI



Fonte: elaborado pelo autor

O **Usuário** representa a entidade geradora dos dados fisiológicos. Ele é responsável por interagir com os sensores e sistemas de monitoramento.

Os **Sensores** são os recursos físicos através dos quais o monitoramento é feito. Os dados fisiológicos capturados pelos sensores são comumente armazenados e administrados por sistemas do fabricante do dispositivo. Nesse modelo, os sistemas responsáveis por gerenciar as informações dos sensores são chamados de **Aplicações Clientes**.

Esse modelo não propõe um padrão de comunicação entre os sensores e as aplicações clientes, uma vez que nesse nível a comunicação e a troca de dados são estabelecidas entre os fabricantes dos dispositivos e os sistemas que administram tais dados. Dessa forma, cabe a essas aplicações enviarem os dados para o servidor. Essas aplicações possuem seu próprio domínio/especialidade, como por exemplo, aplicações para práticas de exercícios físicos, nutrição e cuidados de doenças.

As aplicações clientes se comunicam com o GECONFI por meio dos serviços oferecidos, sendo capazes de interagir e modificar dados do servidor. Tais aplicações podem atuar fornecendo e/ou consultando dados de usuários.

Como exemplo, pode-se pensar no seguinte cenário. Uma aplicação esportiva é especializada no monitoramento de batimentos cardíacos de um usuário, enquanto outra aplicação de cuidado de doenças crônicas atua no registro do índice glicêmico do mesmo usuário. A segunda aplicação poderia estar interessada nos dados



registrados pela primeira. Tais dados poderiam ser utilizados na definição dos fatores de risco dos seus usuários para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares.

Através do modelo, as informações do usuário são centralizadas e disponibilizadas para as aplicações que considerem os dados relevantes. Objetiva-se, com isso, integrar e permitir a comunicação entre aplicações diferentes. Dessa forma, o monitoramento por meio de diversos dispositivos permite abstrair uma maior gama de informações sobre o usuário (por exemplo, atividades e localização) e relacioná-las com sua saúde.

Dessa maneira, o GECONFI propõe a aquisição de dados históricos dos usuários, como contextos visitados, ações executadas, sinais fisiológicos e recursos utilizados. Por meio de seus serviços, o modelo possibilita novas formas de abordagem para as aplicações que usam os dados de saúde de uma pessoa como base.

O principal componente do modelo é chamado de Servidor de Contextos Fisiológicos (SCF), que disponibiliza os serviços para a utilização dos clientes. Os clientes são representados pelas Aplicações Clientes que, através dos serviços oferecidos, são capazes de interagir e modificar dados do servidor. Ainda é possível persistir os contextos dos clientes em um repositório web; dessa maneira, visa-se centralizar os dados em uma base para o acesso por outros sistemas.

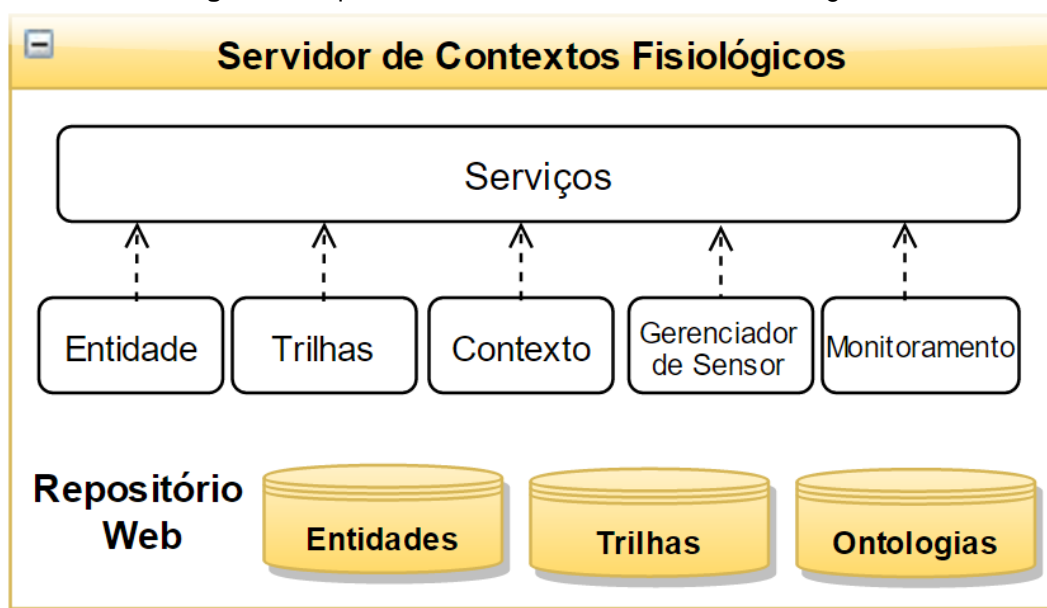
O modelo GECONFI utiliza como base a definição de Dey, Abowd e Salber (2001) para o gerenciamento de contexto. Em seu trabalho, eles apresentam as abstrações de *widgets* e *aggregator*. *Widgets* servem como mediadores entre usuários e o ambiente, encapsulando informações sobre uma parte do contexto, como um local ou uma atividade. No GECONFI, eles são representados pelos sensores. *Aggregators* têm como papel reconhecer os *widgets* e suas propriedades, possuindo a capacidade de agregar informações de contexto das entidades do mundo real, tais como usuários ou lugares. O GECONFI atua nessa função, servindo como uma ponte entre as Aplicações Clientes e dados dos sensores.

## 4.2 Servidor de Contextos Fisiológicos

O Servidor de Contextos Fisiológicos (SCF) tem como componentes e funcionalidades: i) Entidade: gerencia as informações do usuário; ii) Gerenciador de

Sensor: atua na coleta de dados dos sensores utilizados pelo usuário; iii) Contexto: administra os contextos gerados pelo usuário; iv) Trilhas: administra o histórico de contextos do usuário; v) Monitoramento: cria seções para monitorar as atividades do usuário e relaciona quais sensores estão sendo utilizados naquele momento; vi) Repositório Web: persiste as informações na base de dados; vii) Serviços: atende as requisições dos clientes e disponibiliza serviços para interação com as aplicações;

**Figura 8:** Arquitetura do Servidor de Contextos Fisiológicos



Fonte: Elaborado pelo autor

Apresentado na Figura 8, o SCF é um servidor responsável por gerenciar as informações do sistema e os dados dos usuários e provê ainda serviços para que aplicações clientes possam administrar esses recursos. Os módulos do SCF são descritos nas próximas subseções.

#### 4.2.1 Entidade

O módulo Entidade gerencia dados e informações do usuário, inserindo e editando suas configurações e controlando o cadastro dos usuários que utilizam algum dos serviços do modelo. Nele também é possível administrar quais dados fisiológicos serão usados para o monitoramento de um determinado usuário. Dessa

forma uma aplicação pode, por exemplo, considerar temperatura corporal e pressão arterial como sendo relevantes. Uma notificação será enviada ao sistema sempre que algum desses contextos for identificado.

Em tal módulo estão disponíveis funções para permissões de acesso das aplicações aos dados do usuário, dessa forma é possível definir se os dados serão públicos, ou seja, acessíveis por outras aplicações ou somente a uma aplicação que possua a autenticação da entidade.

O gerenciamento desse módulo ocorre por meio do módulo Serviços, que comunica as alterações de configuração do perfil de cada usuário. O módulo Entidade também pode administrar informações cadastrais como usuário e senha para um controle de acesso. Outra de suas responsabilidades é vincular o usuário com o dispositivo de monitoramento, para permitir a consulta de quais atividades e sensores estão associados a este usuário. Para facilitar a gestão dos dados e notificações pretende-se em uma próxima versão criar grupos por meio da utilização de perfis.

#### 4.2.2 Gerenciador de Sensor

O módulo Gerenciador de Sensor tem por finalidade verificar os dados oriundos dos sensores que monitoram o usuário. Conforme apresentado no decorrer do trabalho, a variedade de sinais gerados pelo corpo humano exige que tecnologias diferentes sejam empregadas para a captura de dados.

Devido à diversidade de sensores existentes, esse módulo possui a característica de atender os dados dos aparelhos de forma genérica. Dessa maneira, a compatibilidade e o suporte aos dados podem ser ampliados de acordo com a inserção de novas aplicações. As principais propriedades para cadastrar um sensor foram definidas como:

- **Nome do Sensor:** atribui uma identificação do sensor como, por exemplo, Pedômetro ou Medidor de Glicose;
- **Descrição:** informa uma descrição sobre a finalidade do sensor como, por exemplo, “sensor utilizado para capturar a frequência cardíaca do usuário”;

- **Tipo de Informação:** permite configurar qual o formato do dado será registrado pelo sensor, de acordo com valores pré-definidos tais como: texto, valor inteiro, valor decimal ou coordenadas de geolocalização.

O registro de um novo sensor deve ser realizado pelos administradores do SCF, cadastrando em sua base de dados os dados acima apresentados. Após cadastrados é possível obter uma lista com os tipos de sensores e dados compatíveis com o GECONFI.

Os dados são enviados para o servidor por meio da Aplicação Cliente e uma vez adquiridos, passam por uma validação a fim de analisar se estão nos padrões corretos de uso daquele sensor registrado no SCF. Essa ação visa garantir a integridade das informações antes de serem armazenadas no Repositório Web. Uma mensagem é enviada ao servidor informando o início e o fim da transmissão visando garantir a integridade dos dados.

As principais funções desse módulo são: i) Gerenciamento de sensores: incluir, alterar e excluir sensores, fornecendo as informações básicas sobre o sensor; ii) Validação de sensor: verificar se os dados do sensor são válidos e compatíveis aos suportados pelo servidor.

#### 4.2.3 Contexto

O componente Contexto administra os contextos gerados pelo usuário. Cabe a essa parte do modelo realizar a verificação e avaliação do contexto conforme definição ontológica registrada no sistema. Para caracterizar um contexto, o sistema utiliza algumas informações que podem ser usadas para definir a situação de uma entidade. Os atributos que identificam um contexto são: atividade, localização, tempo, entidade e recurso. Cada elemento é melhor apresentado na subseção 4.2.4.

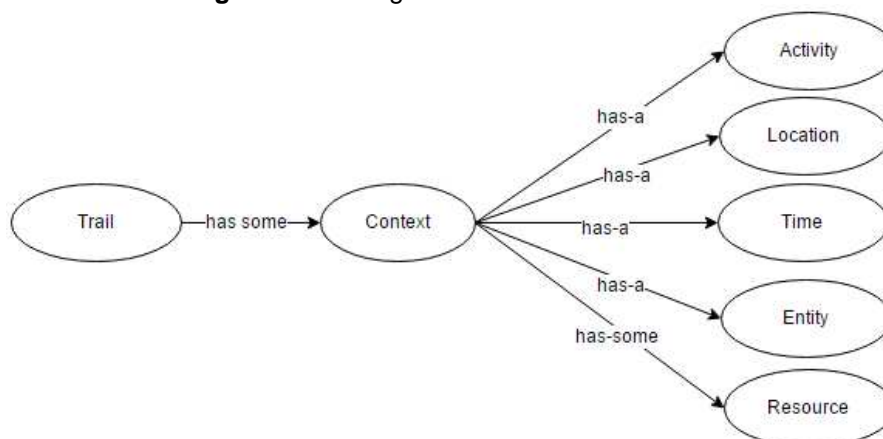
Um novo contexto é registrado na trilha de uma entidade quando ocorre a solicitação da aplicação cliente ou pela própria entidade. Algumas situações que podem levar à criação do contexto são a alteração de algum dos atributos contextuais ou o registro de um dado por um sensor. Por último, esse módulo tem como responsabilidade encaminhar as informações para o módulo de Trilhas.

#### 4.2.4 Trilhas

Conforme já mencionado, as trilhas são sequências de contextos visitados por uma entidade. O módulo Trilhas permite o gerenciamento e a manipulação do histórico de contextos, o que inclui criar, armazenar e consultar uma trilha. Existe uma trilha única para cada entidade. Os dados contextuais oriundos dos clientes são recebidos pelo módulo de Serviços que em seguida são enviados para esse módulo.

A definição ontológica permite o conhecimento sobre o contexto fisiológico e torna possível a utilização de mecanismos de inferência para exploração desse contexto. A ontologia de trilhas do GECONFI está representada na Figura 9. O relacionamento entre as classes é representado pelas setas do tipo *has-a* (tem-um) ou *has-some* (possui-alguns).

**Figura 9:** Ontologia de Trilhas do GECONFI



Fonte: elaborado pelo autor

A representação de contexto utilizada neste trabalho tem como base a definição de Dey (2001) que estabelece algumas características fundamentais. Para o registro de trilhas no domínio de contextos fisiológicos, considerou-se ainda o uso dos recursos. A descrição dos itens que compõem um contexto é feita a seguir:

- **Activity:** representa a atividade que foi executada pela entidade;
- **Location:** identifica a localização da entidade;
- **Time:** determina a data e a hora em que ocorreu o contexto;

- **Entity:** informa qual entidade está realizando a ação;
- **Resource:** identifica qual sensor ou dispositivo está relacionado ao momento do evento.

Após a persistência dos dados de contexto no repositório de trilhas, estes ficam disponíveis para pesquisa. Uma aplicação pode consultar as trilhas por meio da definição de parâmetros de pesquisa, que atuam como um filtro de dados, retornando um subconjunto de trilhas. Esse tipo de ação visa fornecer às aplicações informações estratégicas de acordo com suas necessidades.

As principais funcionalidades do módulo de trilhas são: i) gerenciar o fluxo de requisições de consultas solicitadas pelas aplicações e demais componentes do sistema; ii) manipular as configurações dos serviços disponibilizados; iii) autenticar o acesso das aplicações; iv) solicitar o processo de armazenamento no repositório de dados.

#### 4.2.5 Monitoramento

O módulo de Monitoramento cria as sessões para monitorar as atividades do usuário e relaciona quais sensores estão sendo utilizados naquele momento. Esse módulo será informado sobre a alteração de contexto sempre que houver o início ou a finalização do sensoriamento ou quando for identificado um alerta.

A criação de alertas possibilita que a aplicação seja notificada sempre que ocorram eventos tais como: um valor fora do limite padrão ou quando determinadas condições forem atingidas. A aplicação pode definir, por exemplo, o recebimento de uma notificação caso o nível de glicose ultrapasse uma taxa especificada ou caso a temperatura corporal do paciente atinja um estado considerado febril.

Atividades contínuas de monitoramento são analisadas por meio da criação de sessões. Este tipo de monitoramento está relacionado a um espaço de tempo com início e fim determinado pela aplicação. Uma sessão pode ser definida como um espaço de tempo controlado pelo sistema que pertence exclusivamente a entidade que a criou. Por exemplo, um exercício de corrida, no qual o usuário define o início e o fim de tal atividade.

Para esses casos, o módulo de Monitoramento controla os dados fisiológicos capturados durante aquela sessão, associando-os àquela atividade que estava sendo executada.

#### 4.2.6 Repositório Web

O Repositório Web persiste as informações na base de dados. O acesso ao repositório permite tanto o gerenciamento de informações do usuário como a busca de históricos de contextos. As bases de dados foram categorizadas em:

- Repositório de entidades: é o local onde estão armazenadas as informações das entidades, suas propriedades, perfis e configurações;
- Repositório de trilhas: armazena os históricos de contextos gerados pelos usuários;
- Repositório de ontologia: este repositório contém as instâncias das classes definidas na ontologia.

#### 4.2.7 Serviços

O módulo de Serviços é encarregado pela comunicação e disponibilização de serviços para a interação com os clientes. Esse módulo também atua controlando a troca de mensagens entre os componentes do SCF. A seguir são apresentados os serviços e suas funcionalidades disponibilizados no GECONFI:

a) Serviços de trilhas:

- **Persistência de trilha:** insere um registro de contexto na trilha do usuário;
- **Consulta de trilhas:** busca todas as trilhas de uma entidade;
- **Consulta de trilhas por atividade:** pesquisa as trilhas com base em uma atividade;

- **Consulta de trilhas com base em datas:** consulta as trilhas entre uma data inicial e uma final.

b) Serviços de Entidade:

- **Gerenciamento de entidades:** incluir, alterar e excluir entidades;
- **Consulta de atividades:** pesquisa quais atividades estão associadas àquele usuário;

c) Outros serviços:

- **Validação de contexto:** verifica se as informações do contexto estão no formato ontológico estabelecido pelo sistema;
- **Notificação de alterações:** comunica a entidade sobre a troca de contexto do usuário;
- **Gerenciar sensores:** permite cadastrar e consultar quais sensores são compatíveis com o sistema;
- **Gerenciamento de alarme:** administra os alarmes criados pelas entidades e especifica sobre qual parâmetro ou condição de contexto será gerado um alerta.





## 5. ASPECTOS DE IMPLEMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO

A seguir são expostos os aspectos de implementação e avaliação do modelo descrito no capítulo 4. São apresentadas as tecnologias que foram utilizadas para o desenvolvimento dos clientes e do servidor. A primeira seção apresenta os aspectos sobre a implementação do modelo e das aplicações que atuaram como clientes, enquanto a segunda seção trata de como a avaliação foi feita.

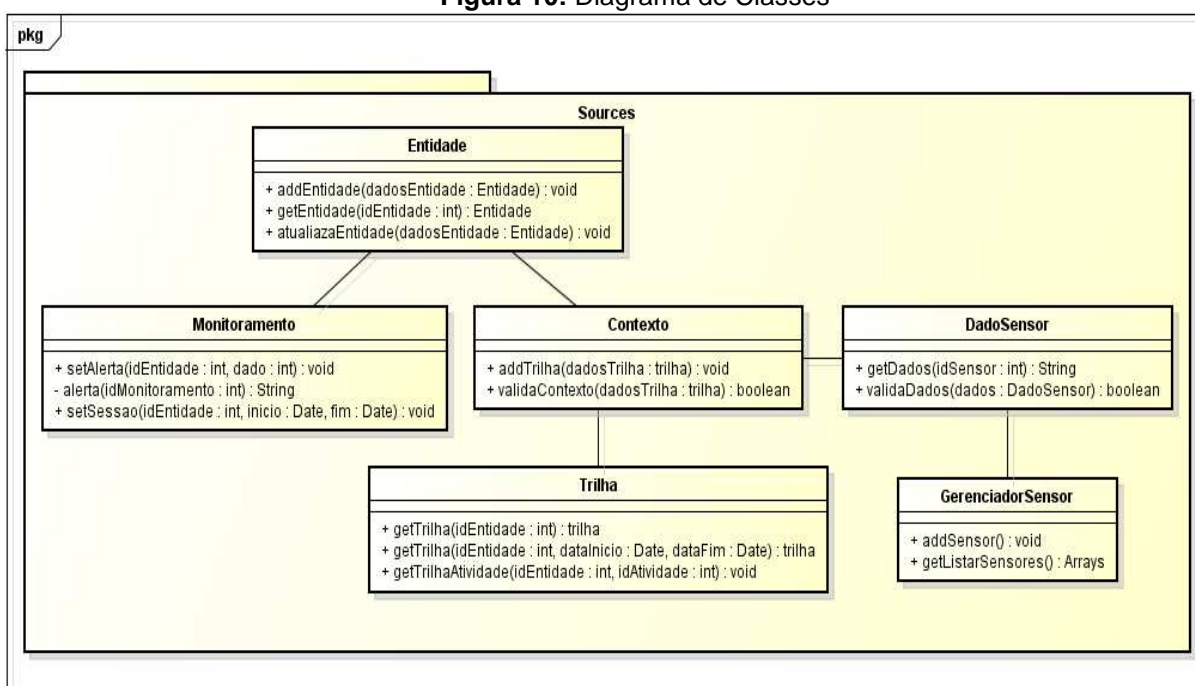
### 5.1 Aspectos de Implementação

Para implementação do modelo proposto, foi modelado um protótipo de sistema baseado na arquitetura cliente-servidor, no qual os clientes são representados pelas Aplicações Clientes e o servidor pelo Servidor de Contextos Fisiológicos. Os clientes utilizam os mesmos serviços disponibilizados pelo servidor e ficam responsáveis por solicitar e tratar a informação conforme sua necessidade.

#### 5.1.1 Implementação do GECONFI

Para o processo de construção, primeiramente realizou-se a modelagem do protótipo. Nessa fase, foi criada a documentação técnica que serviu de base para a codificação do sistema. A UML (*Unified Modeling Language*) foi usada para modelagem do sistema. O diagrama de classes a seguir (Figura 10) apresenta as principais entidades do GECONFI.

Figura 10: Diagrama de Classes



Fonte: elaborado pelo autor

- **Entidade:** fornece os métodos necessários para adicionar, editar ou excluir um usuário no GECONFI;
- **Monitoramento:** contém os métodos que permitem criar uma sessão de monitoramento, recebendo notificações enquanto estiver ativa. Também possibilita a criação de alertas;
- **Contexto:** contém os métodos para validação e acesso aos dados contextuais de uma entidade;
- **Trilha:** possui os métodos necessários para que um usuário possa adicionar, editar ou excluir trilhas no GECONFI;
- **DadoSensor:** possui os dados adquiridos de um sensor;
- **GerenciadorSensor:** contém as informações dos sensores compatíveis com o GECONFI.

As tecnologias utilizadas para o desenvolvimento do servidor e dos sistemas clientes são descritas a seguir. O servidor foi construído utilizando-se a linguagem programação PHP no IDE NetBeans. A implementação do banco de dados utilizou

um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) MySQL com suporte à Linguagem de Consulta Estruturada (SQL). Para execução do servidor web, foi utilizado o Apache, responsável por disponibilizar os serviços do sistema.

A comunicação com os clientes foi feita por meio de uma conexão utilizando o protocolo HTTP, que possui como base a troca de requisição e resposta com o servidor e utilização recursos por meio um URI que descreve a sua função. A troca de dados entre o servidor e os clientes utilizou o formato JSON de maneira serializada. A estruturação dos serviços foi construída utilizando-se os fundamentos da arquitetura REST. As Tabelas 2, 3 e 4 agrupam e descrevem os serviços disponibilizados pelo GECONFI.

**Tabela 2:** Serviços disponíveis do módulo Entidade

URI	Método	Descrição
/geconfi/entidade	POST	Faz o registro de um usuário.
/geconfi/entidade/propriedades	GET	Busca todos os dados de uma terminada entidade.
/geconfi/entidade/propriedades	POST	Atualiza as propriedades do usuário.

Fonte: elaborado pelo autor

**Tabela 3:** Serviços disponíveis do módulo Trilha

URI	Método	Descrição
/geconfi/trilha	GET	Retorna uma lista de contextos de uma entidade. A identificação da entidade deve ser enviada junto da requisição.
/geconfi/trilha/contexto	POST	Insere um contexto na trilha do usuário.
	GET	Busca por um contexto específico.
/geconfi/trilha/data	GET	Consulta as trilhas entre uma data inicial e uma final.
/geconfi/trilha/atividade	GET	Pesquisa as trilhas com base em uma atividade.

Fonte: elaborado pelo autor

**Tabela 4:** Demais Serviços disponíveis GECONFI

URI	Método	Descrição
/geconfi/contexto/valida	POST	Verifica se as informações do contexto estão no formato ontológico estabelecido pelo sistema.
/geconfi/sensores	POST	Cadastra um sensor no servidor.
/geconfi/sensores	GET	Retorna uma lista de sensores compatíveis com GECONFI
/geconfi/monitoramento/alerta	POST	Insere um alerta tendo como configuração um tipo de dado, valor e a um parâmetro de comparação: maior, menor ou igual.
/geconfi/monitoramento/alerta	POST	Envia uma notificação para a aplicação que criou o alerta.

Fonte: elaborado pelo autor

### 5.1.2 Implementação das Aplicações Clientes

A fim de avaliar o uso dos serviços ofertados pelo SCF, foram elaborados três sistemas:

- **SiCuide:** sistema de cuidados ao paciente com base no monitoramento de pressão arterial, índice glicêmico e massa corporal;
- **FitBurn:** sistema de recomendação e avaliação da faixa de frequência cardíaca para a prática de exercícios;
- **Heart-Control:** sistema de criação de alertas e consulta de frequência cardíaca.

O detalhamento de cada aplicação é descrito na próxima seção. Essas aplicações foram codificadas com a linguagem de programação PHP e suas páginas web construídas com a biblioteca Bootstrap que possibilita a utilização de componentes, plugins JavaScript, CSS e HTML5, viabilizando, assim, a criação de aplicações web responsivas.

## 5.2 Aspectos de Avaliação

Os aspectos de avaliação tiveram como propósito testar as funcionalidades do protótipo em situações reais de uso, bem como identificar falhas ou comportamentos inesperados. A seção 5.2.1 apresenta o primeiro aspecto de avaliação do GECONFI, que teve como finalidade analisar a geração de contextos fisiológicos de um grupo de usuários por meio de uma aplicação para o monitoramento de saúde.

Também foram avaliadas a utilidade das informações e a aceitação da tecnologia utilizando como referência o Modelo de Aceitação Tecnológico (TAM) proposto por Davis (1989), considerado um padrão de referência para a avaliação de novas tecnologias (MARANGUNIC; GRANIC, 2014). Buscou-se dessa maneira verificar a utilidade do sistema e ao mesmo tempo, avaliar o suporte do servidor ao gerenciamento de trilhas.

Na seção 5.2.2 foi proposto um cenário onde duas aplicações pudessem trabalhar na administração e consulta de trilhas, com o objetivo de avaliar as

funcionalidades de suporte por mais de um sistema no GECONFI, ou seja, verificar o suporte do modelo aos clientes de forma genérica. A avaliação por cenários pode ser utilizada para validação de sistemas voltados para a área de computação ubíqua (SATYANARAYANAN, 2010). A execução do cenário ocorreu em um computador pessoal com sistema operacional Windows 10 e os acessos aos sistemas foram realizados por meio do navegador de internet Google Chrome.

### 5.2.1 Primeira avaliação: Geração de contextos fisiológicos

Para essa avaliação, foram monitorados pacientes da unidade de atendimento ambulatorial do Hospital Coronel Mota, localizado na cidade de Boa Vista-RR, Brasil. Tais pacientes são portadores de doenças crônicas e/ou infectocontagiosas, como diabetes e hepatite C. Em alguns casos, é necessário o uso de medicações controladas, que devem ser administradas no próprio hospital. Os dados são supervisionados por um profissional de saúde (enfermeiro ou médico).

Juntamente ao coordenador do departamento ambulatorial foi identificado como ocorre o processo, sendo este descrito a seguir. A equipe é composta por três profissionais de saúde. O enfermeiro faz a medição dos dados dos pacientes, averiguando pressão arterial, massa corpórea e índice glicêmico. Os dados obtidos são repassados ao médico que avalia o desvio do padrão normal do paciente. Dessa forma, designa uma quantidade específica de medicação a ser aplicada no paciente. O farmacêutico despacha tal medicação e o enfermeiro administra a aplicação da posologia indicada.

Diante desse cenário, foi criada uma aplicação web chamada SiCuide, com o objetivo de avaliar os recursos funcionais do protótipo e auxiliar os pacientes no monitoramento dos dados fisiológicos, uma vez que o controle de tais dados é frequente.

O monitoramento dos dados fisiológicos foi realizado durante duas semanas pelos próprios pacientes, com uma periodicidade de uma a três vezes por dia para as atividades de medição de índice glicêmico e pressão arterial, e a cada um ou dois dias para a massa corpórea.

Um total de 13 pacientes participaram do estudo, durante o qual cada um foi orientado a registrar o monitoramento de pressão arterial sistólica e diastólica (Figura 11(a)), do índice glicêmico (Figura 11(b)), e da massa corpórea (Figura

11(c)) no SiCuide. O envio dos dados para o GECONFI é realizado através da URI “/geconfi/trilha/contexto”.

**Figura 11:** Páginas de inserção de dados

The figure displays three mobile application screens for data entry, each with a dark header containing the 'SiCuide' logo and a menu icon. The first screen, titled 'Pressão Arterial', features a 'Pressão:' field with a numeric input and a dropdown arrow, a '/' separator, and a 'mmHg' label. Below it is a 'Hora/Dia:' field with a time input and a date input (dd/mm/aaaa), and a 'Local:' dropdown menu set to 'Casa'. The second screen, titled 'Glicemia', has a 'Glicose:' field with 'Ex:80' and 'mg/dl' units, an 'Estado Alimentar:' dropdown menu set to 'Jejum', and similar 'Hora/Dia:' and 'Local:' fields. The third screen, titled 'Peso', includes a 'Peso/KG:' field with 'Ex: 65,5', a 'Hora/Dia:' field with a date input, and a 'Local:' dropdown menu set to 'Casa'. All three screens have an 'Observação:' text area and 'Registrar' and 'Cancelar' buttons at the bottom.

(a) Cadastro de Pressão Arterial

b) Cadastro de Índice Glicêmico

(c) Cadastro de Massa Corpórea

Fonte: Elaborado pelo autor

Outros recursos adicionados à aplicação foram a tabela glicêmica (Figura 12(a)) e de nível pressórico (Figura 12(b)), que auxiliam na consulta da faixa de valores considerados normais. A calculadora de índice de massa corporal – IMC permite ao usuário, por meio de sua altura e peso, saber o IMC e em qual classificação se encontra (Figura 13).

Cada usuário possuía acesso aos seus dados e histórico pessoal, enquanto a equipe médica possuía acesso ao registro de todos os pacientes. Ao entrar no sistema, com o perfil de um profissional de saúde, é possível pesquisar por um usuário específico. O SiCuide utiliza o serviço de consulta as trilhas do módulo Trilha para gerar o painel de administração (Figura 14). Outra forma usada para analisar os dados é a geração de gráficos (Figura 15), no qual pode-se estabelecer o período e o tipo de dado desejado.

Figura 12: Tabelas Auxiliares

Taxa Glicêmica			Nível Pressórico	
GLICEMIA DESEJADA	IDEAL	ACEITÁVEL	CLASSIFICAÇÕES	FAIXA DE VALORES
Jejum	70 a 100 mg/dl	70 a 140 mg/dl	Jejum	Abaixo de 120 / 80 mmHg
Alimentado	70 a 105 mg/dl	70 a 130 mg/dl	Alimentado	102-139 / 80-89 mmHg
1 hora após a alimentação	100 a 160 mg/dl	100 a 180 mg/dl	Hipertensão nível I	140-149 / 90-99 mmHg
2 horas após a alimentação	80 a 120 mg/dl	80 a 150 mg/dl	Hipertensão nível II	150-179 / 100-109 mmHg
2 a 4 horas após a alimentação	70 a 100 mg/dl	70 a 120 mg/dl	Hipertensão nível III	Acima de 180 / 110 mmHg

*\*Classificação da hipertensão de acordo com o nível pressórico*

(a) Tabela de Faixa Glicêmica

(b) Tabela de Nível Pressórico

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 13: Cálculo de IMC

IMC	FAIXA DE VALORES	CLASSIFICAÇÕES
	Abaixo de 18,5	Abaixo do peso ideal
<b>22.9</b>	Entre 18,5 e 24,9	Peso normal.
	Entre 25,0 e 29,9	Acima de seu peso (sobrepeso)
	Entre 30,0 e 34,9	Obesidade grau I
	Entre 35,0 e 39,9	Obesidade grau II
	Igual ou acima de 40,0	Obesidade grau III

*\*Classificação segundo a OMS a partir do IMC*  
**IMC Baseado no cálculo:**  $\text{massa/altura}^2$

Fonte: Elaborado pelo autor



**Figura 14:** Consulta de uma trilha no SiCuide.

SiCuide Glicemia Pressão Peso Gráficos george Sair

### Consultar Glicemia

Usuário...

Usuário	Dia/Hora	Recurso	Valor	Alterar	Excluir
ANA	11/11/2015 02:01:00	Glicemia	110	<input type="button" value="Alterar"/>	<input type="button" value="Excluir"/>
ANA	10/11/2015 01:01:00	Glicemia	100	<input type="button" value="Alterar"/>	<input type="button" value="Excluir"/>
ANA	09/11/2015 11:01:00	Glicemia	90	<input type="button" value="Alterar"/>	<input type="button" value="Excluir"/>

[Página Principal](#)

Fonte: Elaborado pelo autor

**Figura 15:** Consulta Gráfica no SiCuide



Fonte: Elaborado pelo autor

Um questionário baseado no TAM foi aplicado aos pacientes que utilizaram o sistema para avaliar a aceitação da tecnologia usada (DAVIS; BAGOZZI; WARSHAW, 1989). Os principais quesitos no modelo TAM são a facilidade de utilização do sistema e a utilidade percebida. Elas buscam analisar o grau que um usuário considera que a tecnologia em particular poderia melhorar seu desempenho, e o grau que a tecnologia pode ser usada com o mínimo de esforço (DAVIS, 1989; SILVA; PIMENTEL; SOARES, 2012).

Assim, o conjunto de questões foi composto por cinco opções de acordo com a escala proposta por Likert (1932). As respostas variavam entre “concordo totalmente”, “concordo parcialmente”, “indiferente”, “discordo parcialmente” e “discordo totalmente”, as afirmações do questionário são apresentadas na Tabela 5.

**Tabela 5:** Questionário de Avaliação

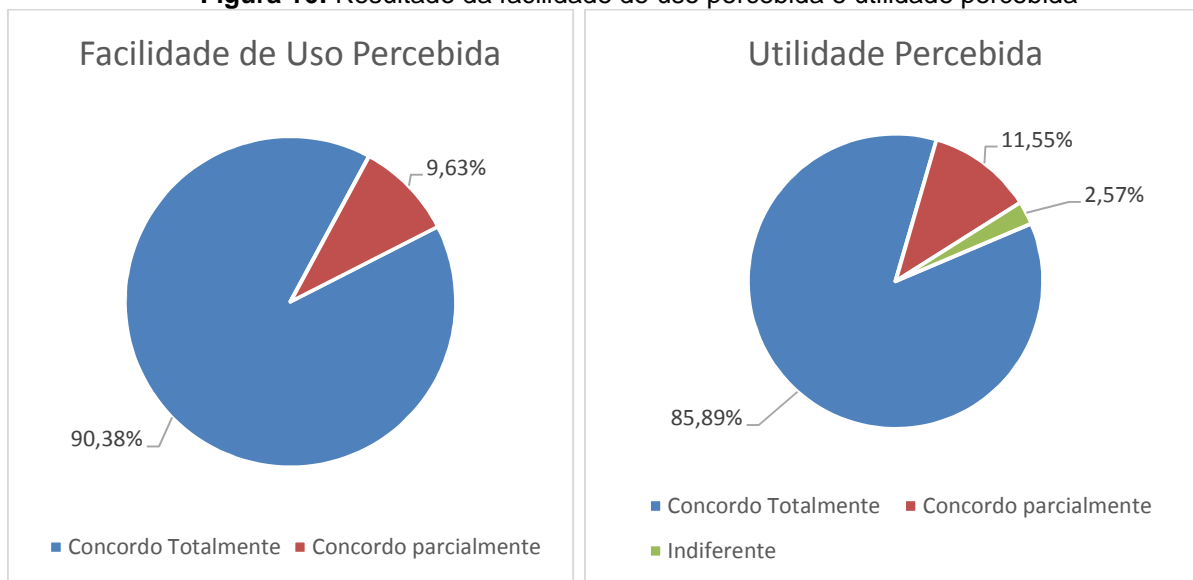
<b>Nº</b>	<b>Categoria</b>	<b>Afirmação</b>
1	Facilidade de uso	A interface é de fácil compreensão.
2	Facilidade de uso	Não tive dificuldade no uso da aplicação seja em notebook, <i>tablets</i> ou <i>smartphones</i> .
3	Utilidade	A utilização da aplicação me auxiliou nas minhas atividades de monitoramento.
4	Facilidade de uso	As consultas dos dados inseridos são de fácil entendimento.
5	Utilidade	O uso da aplicação facilita o armazenamento do histórico dos meus dados.
6	Utilidade	A aplicação ofereceu as funcionalidades necessárias para o monitoramento.
7	Utilidade	Os dados de localidade e hora auxiliam no gerenciamento dos meus dados
8	Utilidade	Sem o SiCuide teria maior dificuldade no controle de meus dados de monitoramento.
9	Utilidade	A possibilidade de consultar a tabelas com a indicação dos valores normais do nível pressórico, índice glicêmico e IMC é útil à minha rotina de cuidados.
10	Facilidade de uso	É fácil inserir os meus dados corporais (peso, pressão arterial, glicose)

Fonte: Elaborado pelo autor

As respostas foram consolidadas em dois gráficos apresentados na Figura 16 onde é possível analisar, como resultado, a facilidade de uso percebida e a utilidade

percebida. Através dos resultados, é possível ver que a maioria dos pacientes considera o SiCuide como uma aplicação útil para o monitoramento fisiológico, além de considera-lo de fácil uso.

**Figura 16:** Resultado da facilidade de uso percebida e utilidade percebida



Fonte: Elaborado pelo autor

As perguntas número 1 e 2 referem-se à experiência de uso de um sistema web responsivo, 92% dos entrevistados disseram concordo totalmente com as afirmações nelas apresentadas. Tal fato pode ser identificado no relato de um dos pacientes: *“Achei interessante a possibilidade de acessar o sistema por diferentes dispositivos, usar o meu celular para registrar meus dados deixa tudo muito mais prático”*.

As perguntas 5, 6 e 7 tratam das funcionalidades para gerenciamento das informações no sistema. Para tais perguntas, 85% dos participantes afirmaram concordar totalmente. Cerca de 92% dos entrevistados consideraram que o SiCuide auxiliou no monitoramento e controle dos seus dados fisiológicos (pergunta 3). Por outro lado, a pergunta número 8 foi a que apresentou menor concordância, apenas 77% dos pacientes concordaram totalmente. Tal fato pode ser explicado pelos pacientes já possuírem um controle, mesmo que não digitalizado ou auxiliado por um sistema computacional.

As funcionalidades extras foram positivamente avaliadas com cerca de 92% (pergunta 9). Um entrevistado contribuiu dizendo: *“O fato de ter uma tabela para comparação me auxilia para manter o controle da minha glicose”*.

Um dos pacientes recomendou algumas melhorias para a aplicação: *“Nem sempre lembro de colocar os dados no sistema, poderia ter um alerta para me lembrar de atualizar os dados no final do dia, por exemplo”*.

Também foi realizada uma entrevista com o enfermeiro responsável pela supervisão dos pacientes. O relato abaixo descreve sua opinião quanto aos benefícios e uso do sistema.

1. Qual sua opinião referente à contribuição do SiCuide no seu trabalho?

*“A possibilidade de acompanhar o paciente remotamente, contribui para uma melhor eficiência no serviço realizado, a avaliação torna-se mais precisa, pois temos parâmetros rotineiros que servem de comparativo para uma possível intervenção, além de permitir que tenhamos mais dados de cada usuário”*.

2. Como o SiCuide ajudou no tratamento dos pacientes?

*“O principal benefício foi o controle no uso do Interferon Peguilado, que tem em seu protocolo à administração supervisionada. Este fármaco é administrado uma vez por semana, seguindo dois ciclos de tratamento, um curto com 24 semanas e o extenso com 48 semanas. Cada paciente apresenta reações diferentes dos demais. Com o SiCuide, foi possível acompanhar com maior exatidão o quadro do paciente e observar suas variações metabólicas, permitindo de forma mais rápida a introdução de outros remédios para correção de reações ocasionadas pelo Interferon”*.

3. O sistema apresenta algum ponto negativo?

*“Acredito que devido aos dados serem coletados pelos próprios pacientes deve-se ter o cuidado quando eles forem inseridos no sistema, já que é possível colocar alguma informação errada ou ser um falso positivo, por isso, antes de aplicar alguma medicação sempre fazemos uma segunda medição no hospital, para fins de confirmação”*.

### 5.2.2 Segunda avaliação: Uso genérico do modelo

Esta avaliação possui como objetivo avaliar os módulos Contexto, Trilha, e Serviços, bem como avaliar o suporte do modelo a diferentes aplicações. Foram criadas duas aplicações diferentes chamadas de FitBurn e Heart-Control.

Como configurações para a execução do cenário, foram cadastrados no GECONFI o usuário João no módulo Entidade e um frequencímetro no módulo Gerenciador de Sensor. Um algoritmo foi utilizado para agir como um frequencímetro e atuar com a entrada de dados no servidor.

O módulo Serviços é utilizado pelas aplicações para a consulta dos dados. As aplicações FitBurn e Heart-Control foram implementadas voltadas para arquitetura web, com suporte a Bootstrap, JavaScript, CSS e HTML5, viabilizando, assim, a criação de aplicações web responsivas, sendo necessário apenas um navegador de internet para sua execução.

A descrição do cenário é feita a seguir: *“João tem 45 anos, é portador de uma doença cardíaca e está com sobrepeso. Como forma de monitoramento, João possui um frequencímetro que registra os dados de seus batimentos cardíacos. Os dados são automaticamente enviados para o GECONFI. Certo dia, após João fazer uma caminhada, decide verificar no sistema FitBurn se sua frequência cardíaca está dentro da média recomendada para sua idade. Mesmo após ter encerrado a caminhada, João se sente mais ofegante e com a sensação de cansaço. O GECONFI identifica que a aplicação Heart-Control configurou um alerta para quando esses valores estivessem fora dos limites estabelecidos. Dessa maneira, uma notificação é enviada para o Dr. Silva que decide consultar o histórico do paciente. Após uma análise das informações e considerando o contexto atual em que João se encontra, Dr. Silva entra em contato com João e recomenda que ele tome sua medicação e passe o restante do dia em repouso”.*

Os valores do frequencímetro eram gerados a cada um minuto para situações de atividades físicas e a cada cinco minutos para situações de repouso. Os dez primeiros registros foram inseridos como uma atividade de caminhada e os demais como situação de repouso. À medida que os dados de batimentos cardíacos eram gerados, os mesmos eram enviados ao módulo Contexto que em seguida armazenava-os na trilha do usuário por meio do módulo Trilha.

A aplicação FitBurn tem por objetivo avaliar se a frequência cardíaca está dentro da faixa ideal para a queima de gordura. Para utilizar o sistema, o usuário deve inicialmente informar qual sua idade e o sexo, conforme apresentado na Figura 17. Em seguida, o usuário deve fazer uma busca pelo seu perfil escolhendo o tempo inicial e final da atividade que foi realizada.

Pode-se ver na Figura 18 que o FitBurn faz uma análise de quais valores estão acima, abaixo ou dentro da faixa recomendada. O FitBurn consulta os dados do usuário no GECONFI por meio do serviço de URI “/geconfi/trilha/atividade”. A análise dos dados feita por essa aplicação é recomendada apenas para o período em que o usuário estava praticando alguma atividade física.

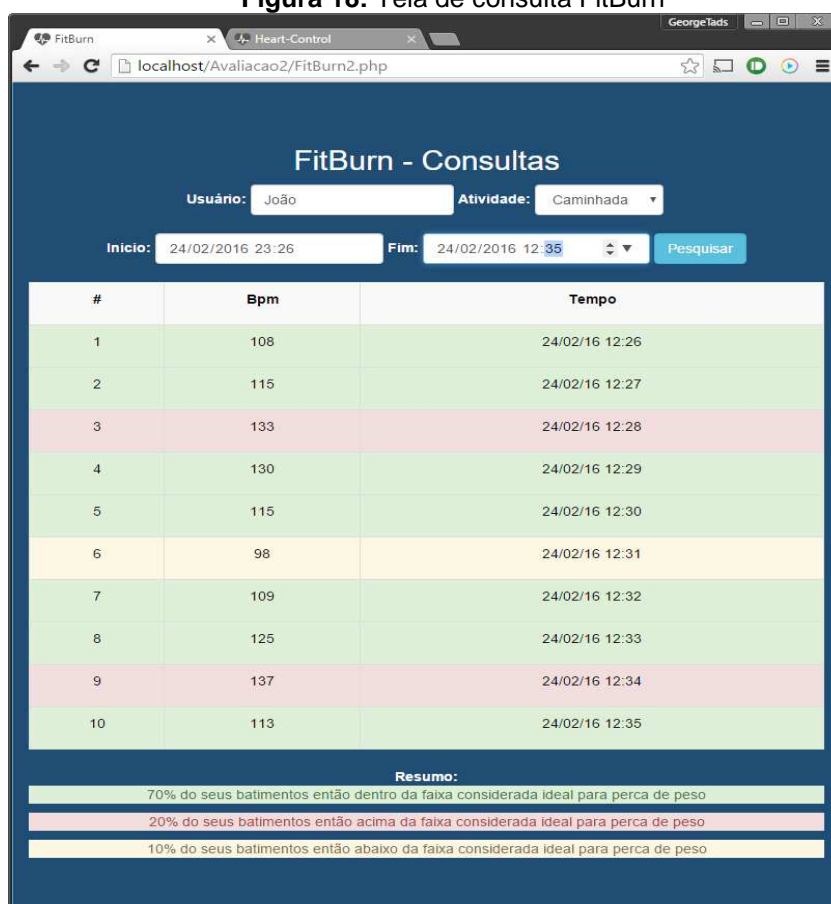
Figura 17: Tela inicial FitBurn

Idade	Homem	Mulher
20 ou menos	Entre 120 e 150	Entre 123 e 154
25	Entre 117 e 146	Entre 120 e 150
30	Entre 114 e 142	Entre 117 e 147
35	Entre 111 e 138	Entre 114 e 143
40	Entre 108 e 135	Entre 111 e 139
45	Entre 105 e 131	Entre 108 e 135
50	Entre 102 e 127	Entre 105 e 132
55	Entre 99 e 123	Entre 102 e 128
60	Entre 96 e 120	Entre 99 e 124
65	Entre 93 e 116	Entre 96 e 120
70 ou mais	Entre 90 e 112	Entre 93 e 116

Fonte: Elaborado pelo autor

O objetivo da aplicação Heart-Control é avaliar se a frequência cardíaca não está fora dos padrões estabelecidos. Como configuração inicial, devem ser estabelecidos os valores limites para o paciente (ver Figura 19). No cenário executado, foram configurados para situação de repouso os valores mínimo de 50bpm e máximo de 140bpm.

Figura 18: Tela de consulta FitBurn



#	Bpm	Tempo
1	108	24/02/16 12:26
2	115	24/02/16 12:27
3	133	24/02/16 12:28
4	130	24/02/16 12:29
5	115	24/02/16 12:30
6	98	24/02/16 12:31
7	109	24/02/16 12:32
8	125	24/02/16 12:33
9	137	24/02/16 12:34
10	113	24/02/16 12:35

**Resumo:**

- 70% do seus batimentos então dentro da faixa considerada ideal para perda de peso
- 20% do seus batimentos então acima da faixa considerada ideal para perda de peso
- 10% do seus batimentos então abaixo da faixa considerada ideal para perda de peso

Fonte: Elaborado pelo autor

Em seguida, o Heart-Control cria os alertas para os dados informados usando a funcionalidade no GECONFI no módulo Monitoramento. No teste realizado os batimentos superaram o valor máximo e, ao identificar esse fato, o servidor envia uma notificação para a aplicação Heart-Control por meio da URI “/geconfi/monitoramento/alerta”.

Da mesma maneira que o FitBur, o Heart-Control também pode consultar os dados contextuais do usuário (ver Figura 20). Nesse caso, foi utilizado como parâmetro de pesquisa uma data inicial e uma data final.

Através desse cenário, pode-se verificar a viabilidade do gerenciamento das trilhas por diferentes aplicações, além do auxílio na tomada de decisão pelo profissional de saúde. Funcionalidades adicionais podem ser inseridas nos aplicativos como, por exemplo, o suporte a pressão arterial, visando obter mais informações contextuais ou a análise automática dos contextos. Essas novas funcionalidades podem ser incluídas sem a necessidade de alteração do modelo, demonstrando que o GECONFI é capaz de atender diferentes tipos de aplicações.

**Figura 19: Tela de cadastro Heart-Control**

Heart-Control

Informe os valores desejados para controle em uma atividade

Usuário:

Atividade/Situação:

Limite Mínimo:

Limite Máximo:

Fonte: Elaborado pelo autor

**Figura 20: Tela de consulta Heart-Control**

Heart-Control

Usuário:  Atividade:

Início:  Fim:

#	Bpm	Tempo	Atividade/Situação
1	108	24/02/16 12:26	Caminhada
2	115	24/02/16 12:27	Caminhada
3	133	24/02/16 12:28	Caminhada
4	130	24/02/16 12:29	Caminhada
5	115	24/02/16 12:30	Caminhada
6	98	24/02/16 12:31	Caminhada
7	109	24/02/16 12:32	Caminhada
8	125	24/02/16 12:33	Caminhada
9	137	24/02/16 12:34	Caminhada
10	113	24/02/16 12:35	Caminhada
11	95	24/02/16 12:40	Repouso
12	80	24/02/16 12:45	Repouso
13	83	24/02/16 12:50	Repouso
14	82	24/02/16 12:55	Repouso
15	144	24/02/16 13:00	Repouso
16	113	24/02/16 13:05	Repouso
17	90	24/02/16 13:10	Repouso
18	82	24/02/16 13:15	Repouso
19	75	24/02/16 13:20	Repouso
20	74	24/02/16 13:25	Repouso

Fonte: Elaborado pelo autor





## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando-se a diversidade de dispositivos para o automonitoramento da saúde existentes no mercado, sejam eles vestíveis ou não, a utilização dos conceitos de sensibilidade ao contexto e saúde ubíqua tem um importante papel para a criação de aplicações estratégicas.

Este trabalho apresentou um modelo para gerenciamento de históricos de contextos fisiológicos, denominado GECONFI. A especificação do modelo proposto permite administrar as informações dos dados corporais de acordo com atividades realizadas pelo usuário, agregando diferentes tipos de contextos fisiológicos em trilhas e, a partir delas oferecer serviços para outras aplicações.

A análise destas informações torna-se fundamental para o estabelecimento de padrões, criação de perfis e predição de informações de contexto. Porém somente o correto gerenciamento dos dados poderá fornecer os recursos para obtenção de conclusões e tomada de decisões.

As principais contribuições do trabalho são a coleta dados fisiológicos procedentes de sensores distintos, a definição de uma ontologia para estruturação de contextos fisiológicos, o armazenamento em um formato histórico e o fornecimento de serviços para exploração por outras aplicações.

Busca-se através dessas características que aplicações e profissionais de saúde obtenham informações com mais agilidade, o que poderá auxiliar na eficiência do seu diagnóstico, além de permitir o desenvolvimento de sistemas de automonitoramento para saúde do usuário. Por fim, espera-se que as trilhas possam ser empregadas em técnicas de inferências e definição de perfis de usuários, para geração de aplicações cada vez mais úteis.

A primeira avaliação aplicada com pacientes reais permitiu comprovar por meio do TAM que cerca dos 86% dos entrevistados consideram que o SiCuide é útil para o monitoramento fisiológico. Como segunda forma de avaliação foi possível constatar o uso dos serviços e o compartilhamento das trilhas por mais de uma aplicação. Com base nos resultados pôde-se verificar a viabilidade do modelo proposto, o qual permitiu a administração de históricos contextuais de maneira genérica.

Nos trabalhos relacionados apresentados foram utilizados critérios considerados importantes para o gerenciamento de contextos fisiológicos, a Tabela 6 realiza uma comparação destes trabalhos em relação ao GECONFI. Observou-se que nenhum

dos trabalhos definiu uma forma para representar o domínio de conhecimento, somente um deles utilizou o armazenamento em formato histórico, e somente dois apresentam a disponibilização de serviços para outros sistemas. O GECONFI atendeu a todos os quesitos de comparação.

**Tabela 6:** Comparação entre os trabalhos relacionados e o GECONFI

TRABALHO		<i>Framework para monitoramento fisiológico online</i>	<i>ContextProvider</i>	CAMPH	hSpy	GECONFI
DADOS CONTEXTUAIS	Entidade	Usuário	Usuário	Usuário e Ambiente	Usuário	Usuário
	Tempo	Sim	Sim	Sim	Indefinido	Sim
	Localização	<i>Indoor</i>	<i>Indoor</i>	<i>Indoor e Outdoor</i>	Indefinido	<i>Indoor e Outdoor</i>
	Atividade	Sim	Sim	Sim	Indefinido	Sim
SUPORTE A TRILHAS		Não	Não	Sim	Não	Sim
UTILIZA ONTOLOGIAS		Não	Não	Não	Não	Sim
SENSORES DE SAÚDE SUPORTADOS		Sensores corporais	Apenas sensores do <i>smartphone</i>	Sensores corporais	Dispositivos <i>Smart health</i>	Sensores corporais
SUPORTE A APLICAÇÕES GENÉRICAS		Não	Parcial	Sim	Sim	Sim

Fonte: Elaborado pelo autor

Como trabalhos futuros pretendem-se: i) realizar avaliações de desempenho da aplicação utilizando o quesito de monitoramento fisiológico em tempo real, verificando como o sistema se comporta com entradas de dados contínuas e a utilização de sessão de monitoramento; ii) aplicar à arquitetura do modelo um controle de escalabilidade, visando atender o aumento da demanda de requisições sem comprometimento do desempenho ou serviços do sistema; iii) aplicar ao modelo um sistema inteligente para uso e avaliação da ontologia e dos dados armazenados.

## 7. REFERÊNCIAS

AGOULMINE, Nazim et al. U-health smart home. **Nanotechnology Magazine, IEEE**, v. 5, n. 3, p. 6-11, 2011.

CLARKE, Siobhán; DRIVER, Cormac. Context-aware trails [mobile computing]. **Computer**, v. 37, n. 8, p. 97-99, 2004.

CHENG, C. et al. SSCP: An OSGi-based communication portal for smart space. **2009 Joint Conferences on Pervasive Computing, JCPC 2009**, n. 2008, p. 309–314, 2009.

DAVIS, Fred D. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. **MIS quarterly**, p. 319-340, 1989.

DAVIS, Fred D.; BAGOZZI, Richard P.; WARSHAW, Paul R. User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models. **Management science**, v. 35, n. 8, p. 982-1003, 1989.

DEY, Anind K.; ABOWD, Gregory D.; SALBER, Daniel. A conceptual framework and a toolkit for supporting the rapid prototyping of context-aware applications. **Human-computer interaction**, v. 16, n. 2, p. 97-166, 2001.

DEY, Anind K. Understanding and using context. **Personal and ubiquitous computing**, v. 5, n. 1, p. 4-7, 2001.

DEY, Anind K.; ESTRIN, Deborah. Perspectives on Pervasive Health from Some of the Field's Leading Researchers. **IEEE pervasive Computing**, v. 10, n. 2, p. 4-7, 2011.

FORKAN, A.; KHALIL, I.; TARI, Z. Context-aware Cardiac Monitoring for Early Detection of Heart Diseases. In: **Computing in Cardiology Conference (CinC), 2013. IEEE**, p. 277–280, 2013.

GAMBOA, Hugo; SILVA, Filipe; SILVA, Hugo. Patient tracking system. In: **Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth), 2010 4th International Conference on. IEEE**, p. 1-2, 2010.

GUERCIO, R. M.; SANTOS, D. F. S.; GORGÔNIO, K. C. Internet das Coisas para Saúde Conectada usando uma Plataforma Computacional de Baixo Custo. **Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE)**, Campina Grande – Paraíba. 2014.

GUTIERREZ, C. Advanced Position Based Services to Improve Accessibility. In: **3rd Symposium of Ubiquitous Computing and Ambient Intelligence 2008**. Springer Berlin Heidelberg, p. 284-292. 2009.

HONG, J. Context-aware system for proactive personalized service based on context history. **Expert Systems with Applications**. v. 36, p. 7448-7457, 2009.

ISLAM, Nayeem; WANT, Roy. Smartphones: Past, present, and future. **IEEE Pervasive Computing**, n. 4, p. 89-92, 2014.

KANIUSAS, Eugenijus. **Biomedical signals and sensors I: Linking physiological phenomena and biosignals**. Springer Science & Business Media, 2012

KIM, Tae Woong et al. A Big Data Framework for u-Healthcare Systems Utilizing Vital Signs. In: **Computer, Consumer and Control (IS3C), 2014 International Symposium on**. IEEE, p. 494-497, 2014.

LEMNEN, S. et al. Building Networked IoT Business Model Scenarios With a Delphi Study. **IoT Magazine**, p. 16, 2013.

LIKERT, Rensis. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of psychology**, 1932.

MARANGUNIĆ, Nikola; GRANIĆ, Andrina. Technology acceptance model: a literature review from 1986 to 2013. **Universal Access in the Information Society**, p. 1-15, 2014.

MITCHELL, Michael et al. Contextprovider: Context awareness for medical monitoring applications. In: **Engineering in Medicine and Biology Society, EMBC, 2011 Annual International Conference of the IEEE**. IEEE, p. 5244-5247. 2011.

OLIVEIRA, E. A., KIRLEY, M., VANZ, E., GAMA, K. hSpy: An intelligent framework for context and predictive analysis for smarter health devices. In **2014 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC)**. p. 53–58, 2014.

PUNG, Hung Keng et al. Context-aware middleware for pervasive elderly homecare. **Selected Areas in Communications**, IEEE Journal on, v. 27, n. 4, p. 510-524, 2009.

RAMINHOS, J. Aquisição de Sinais Fisiológicos. **Tese de Doutorado**. Instituto Superior Técnico Universidade Técnica de Lisboa. 2009.

SALBER, Daniel; DEY, Anind K.; ABOWD, Gregory D. The context toolkit: aiding the development of context-enabled applications. In: **Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in Computing Systems**. ACM, p. 434-441, 1999.

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

SATYANARAYANAN, Mahadev. Mobile computing: the next decade. In: **Proceedings of the 1st ACM workshop on mobile cloud computing & services: social networks and beyond**. ACM, APA. p. 5, 2010.

SCHILIT, B. N.; ADAMS, N.; WANT, R. Context-aware computing applications. **Proceedings of the 1994 First Workshop on Mobile Computing Systems and Applications**, p. 85–90, 1994.

SILVA, Jader M. et al. Content distribution in trail-aware environments. **Journal of the Brazilian Computer Society**, v. 16, n. 3, p. 163-176, 2010.

SILVA, Patrícia; PIMENTEL, Valdenise; SOARES, Juliana. A utilização do computador na educação: aplicando o Technology Acceptance Model (TAM). **Biblionline**, 2012.

STEICHEN, B; CLARKE, S. Wireless collaboration for context-aware services using mobile networked applications. In: **Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, 2008. WiCOM'08. 4th International Conference on**. IEEE, p. 1-9. 2008.

SURENDRAN, S.; RASAMANY, S.; MEGALINGAM, R. K. Context aware biomedical robotic platform for elderly health care. **Proceedings of the 8th International Conference on Computer Science and Education, ICCSE 2013**, n. Iccse, p. 259–263, 2013.

VIANNA, H. D.; BARBOSA, J. L. V. A Model for Ubiquitous Care of Noncommunicable Diseases. **IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics**, v. 18, n. 5, p. 1597–1606, 2014.

VIANNA, Henrique et al. U'Ductor: A Model for Supporting Ubiquitous Chronic Disease Care Management. In: **Computer Systems (WSCAD-SSC), 2012 13th Symposium on**. IEEE, p. 156-162, 2012.

VISWANATHAN, Hariharasudhan; CHEN, Baozhi; POMPILI, Dario. Research challenges in computation, communication, and context awareness for ubiquitous healthcare. **Communications Magazine, IEEE**, v. 50, n. 5, p. 92-99, 2012.

WAGNER, A.; BARBOSA, J. L. V.; BARBOSA, D. N. F. A model for profile management applied to ubiquitous learning environments. **Expert Systems with Applications**, v. 41, p. 2023–2034, 2014.

WEISER, Mark. The computer for the 21st century. **Scientific american**, v. 265, n. 3, p. 94-104, 1991.

WIEDEMANN, T. SIMCOP: Um Framework para análise de similaridade em seqüências de contextos. **Dissertação** (Mestrado em Computação Aplicada) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos. 2014.

WANG, X.; ZHANG, D. Q.; GU, T.; PUNG, H. WANG, Xiao Hang et al. Ontology based context modeling and reasoning using OWL. In: **Pervasive Computing and Communications Workshops, 2004. Proceedings of the Second IEEE Annual Conference on**. IEEE, p. 18-22, 2004.

YE, Juan; DOBSON, Simon; MCKEEVER, Susan. Situation identification techniques in pervasive computing: A review. **Pervasive and mobile computing**, v. 8, n. 1, p. 36-66, 2012.

YU, Y. C.; YOU, S. D.; TSAI, D. R. Smart door: A ubiquitous collaboration system for home activities in the smart home. **Journal of Information Science and Engineering**, v. 29, n. 6, p. 1227–1248, 2013.

ZHANG, S. et al. A Framework for Context-Aware Online Physiological Monitoring University of Ulster at Coleraine, Northern Ireland, UK University of Ulster at Jordanstown, Northern Ireland, UK. **Computer-Based Medical Systems**, p. 1 – 6, 2011.