

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

**ACUMAAF: AMBIENTE DE COMPUTAÇÃO UBÍQUA  
PARA O MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DE  
ATIVIDADE FÍSICA**

**DOUGLAS FABIANO DE SOUSA NUNES**

**ORIENTADOR: PROF. DR. WANDERLEY LOPES DE SOUZA**

São Carlos - SP  
Junho/2012

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

**ACUMAAF: AMBIENTE DE COMPUTAÇÃO UBÍQUA  
PARA O MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DE  
ATIVIDADE FÍSICA**

**DOUGLAS FABIANO DE SOUSA NUNES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação, área de concentração: Sistemas Distribuídos e Redes.  
Orientador: Prof. Dr. Wanderley Lopes de Souza

São Carlos - SP  
Junho/2012

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

N972aa

Nunes, Douglas Fabiano de Sousa.

ACUMAAF: ambiente de computação ubíqua para o monitoramento e avaliação de atividade física. / Douglas Fabiano de Sousa Nunes. -- São Carlos : UFSCar, 2012. 119p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2012.

1. Ciência da computação. 2. Sistema de informação em saúde. 3. Doenças crônicas não transmissíveis. 4. Computação ubíqua. 5. Dispositivos móveis. I. Título.

CDD: 004 (20<sup>a</sup>)


**Universidade Federal de São Carlos**  
**Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia**  
**Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação**

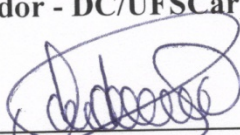
**“ACUMAAF: Ambiente de Computação Ubíqua  
para o Monitoramento e Avaliação de Atividade  
Física”**

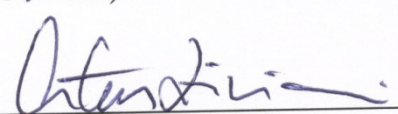
Douglas Fabiano de Sousa Nunes

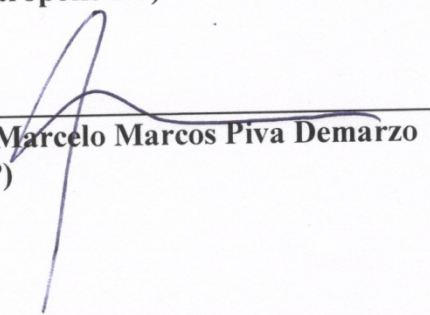
Dissertação de Mestrado apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em Ciência da  
Computação da Universidade Federal de São  
Carlos, como parte dos requisitos para a  
obtenção do título de Mestre em Ciência da  
Computação

Membros da Banca:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Wanderley Lopes de Souza  
(Orientador - DC/UFSCar)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Antonio Francisco do Prado  
(DC/UFSCar)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Artur Ziviani  
(LNCC/Petrópolis-RJ)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Marcelo Marcos Piva Demarzo  
(UNIFESP)

São Carlos  
Junho/2012

*Dedico esse trabalho ao meu amado pai Antônio Silvério Nunes e minha inesquecível e saudosa mãezinha  
Mária Lúcia de Sousa Nunes que juntos, me ensinaram os valores da vida.*

# AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por me dar a tranquilidade de espírito necessária para alcançar esse objetivo.

Ao meu pai Antônio Silvério Nunes, um verdadeiro exemplo de força e superação. À minha mãe Maria Lúcia de Souza Nunes que, apesar de não estar mais aqui, deixou seus belos e sábios ensinamentos de vida. Espero que eu consiga um dia retribuir um pouquinho do que vocês dois fizeram por mim. Quantos sonhos não foram abdicados para que eu pudesse realizar os meus.

À minha querida irmã Daniela. Muito obrigado pelo apoio e pelas palavras que me acalentaram nos meus inúmeros momentos de desespero.

À minha estimada namorada Jaqueline. Sou muito grato por você ter assumido junto comigo essa pós-graduação. Obrigado pelo amor, carinho, paciência e compreensão.

Ao meu orientador professor Dr. Wanderley Lopes de Souza. Obrigado pelo acolhimento no Departamento de Computação da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e pelos ensinamentos repassados durante o período do mestrado. Certamente eles me trarão benefícios durante toda a vida.

Aos colegas de laboratório e de mestrado Maurício, Felipe, Arturo, Daniel, Mayra, Anderson e Lizbeth. Foram ótimos os momentos de companheirismo nas idas e vindas ao RU e de trocas de experiências e conhecimentos.

Aos funcionários das unidades de saúde de São Carlos-SP e Poços de Caldas-MG que participaram do processo de avaliação do ACUMAAF. Vocês contribuíram muito para o amadurecimento do projeto.

À FAPESP, CAPES, IFSULDEMINAS e ao PPGCC da UFSCar pelo apoio financeiro.

A todos que contribuíram para a realização desse trabalho.

*"Há pessoas que desejam saber só por saber, e isso é curiosidade; outras, para alcançarem fama, e isso é vaidade; outras, para enriquecerem com a sua ciência, e isso é um negócio torpe; outras, para serem edificadas, e isso é prudência; outras, para edificarem os outros, e isso é caridade."*

*São Tomás de Aquino*

# RESUMO

A inatividade física tem sido apontada pela Organização Mundial de Saúde (OMS) como um dos principais fatores de risco comportamentais responsáveis pela incidência de Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNTs). Milhões de mortes no mundo são decorrentes dessas doenças e esse número vem aumentando a cada ano. Na tentativa de reverter esse quadro a OMS vem estimulando as práticas regulares de atividade física, já que estas possuem um importante papel na prevenção de DCNTs. No Brasil a promoção dessas atividades é realizada por unidades regionalizadas de saúde e geram uma grande quantidade de dados que carecem de processamento e tratamento. Em resposta a esse problema nós desenvolvemos o ACUMAAF, um ambiente que emprega tecnologias emergentes da Computação Ubíqua e redes de comunicação sem fio para monitorar e avaliar, em tempo real e a distância, participantes de grupos de atividade física. Esse ambiente coleta dados fisiológicos de forma automática e coletiva e tem como objetivo possibilitar a geração de indicadores capazes de apoiar e nortear políticas públicas de promoção de atividade física. O ACUMAAF é um ambiente computacional com contribuições para a promoção da saúde, para a promoção da qualidade de vida da população e para a realização de estudos longitudinais objetivando relacionar atividade física e a prevenção de DCNTs.

**Palavras-chave:** Sistema de Informação em Saúde, Atividade Física, Doenças Crônicas Não Transmissíveis, Cuidado de Saúde Distribuído, Computação Ubíqua, Redes de Sensores do Corpo Humano, Dispositivos Móveis.



# ABSTRACT

The physical inactivity has been indicated by the World Health Organization (WHO) as one of the main risk factors for the incidence of Chronic Non-Communicable Diseases (CNCDs). Millions of deaths in the world are a result of these diseases, and this number has increased each year. In an attempt to change this scenario WHO has stimulated regular practice of physical activities, because they play an important role in preventing CNCDs. In Brazil, these activities are performed by health units which generate a large amount of data that need treatment. To deal with this problem we developed UCEMEPA, an environment that employs Ubiquitous Computing technologies and wireless communication networks, in order to monitor remotely and evaluate participants of physical activity groups in real-time. This environment automatically collects physiologic data, and provides indicators which will support and direct public policies for promoting physical activity. In this sense, UCEMEPA will contribute for the promotion of health and quality of life, and for the conduction of longitudinal studies aiming to establish correlations between the practice of physical activity and CNCDs prevention.

**Keywords:** Health Information Systems, Physical Activity, Non-Communicable Diseases, Distributed Healthcare, Ubiquitous Computing, Wireless Body Sensor Network, Mobile devices.

# LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Dimensões da Computação (LYYTINEN, 2002) .....	30
Figura 3.2 - Arquitetura de uma rede Wi-Fi (KUROSE; ROSS, 2006).....	33
Figura 3.3 - <i>Piconets</i> com um simples escravo (a), com vários escravos (b) e uma <i>scatternet</i> (c) (BLUETOOTH, 2012). .....	35
Figura 3.4 - Topologias das redes ZigBee: estrela (a), árvore (b) e malha (c) (FERRARI <i>et al.</i> , 2007). .....	37
Figura 3.5 - Cenário de uso das RSCHs. Adaptado de (SAEED <i>et al.</i> , 2009).....	40
Figura 4.1 - Abordagens um-para-um (a) e um-para-muitos (b).....	48
Figura 5.1 - Diagrama funcional do ACUMAAF .....	51
Figura 5.2 - Cenário de uso do ACUMAAF .....	52
Figura 5.3 - Diagrama de casos de uso do SIAF 2.0.....	54
Figura 5.4 – Modelo de dados do SIAF 2.0.....	57
Figura 5.5 - Fluxograma do Menu Principal do SIAF 2.0.....	58
Figura 5.6 - SIAF 2.0: Menu Principal .....	58
Figura 5.7 - SIAF 2.0: página Home.....	59
Figura 5.8 - Fluxograma da opção Gerenciar Usuários.....	60
Figura 5.9 - SIAF 2.0: página Gerenciar Usuários.....	60
Figura 5.10 - Fluxograma da opção Gerenciar Unidades de Saúde .....	61
Figura 5.11 - SIAF 2.0: página Gerenciar Unidades de Saúde .....	61
Figura 5.12 - Fluxograma da opção Gerenciar Atividade Física.....	62
Figura 5.13 - SIAF 2.0: página Gerenciar Atividade Física .....	63
Figura 5.14 - Fluxograma da opção Gerenciar Grupos de Atividade Física.....	63
Figura 5.15 - SIAF 2.0: página Gerenciar Grupos de Atividade Física.....	63
Figura 5.16 - Fluxograma Gráficos e Relatórios.....	64
Figura 5.17 - SIAF 2.0: página Gráficos e Relatórios .....	64
Figura 5.18 - SIAF 2.0: página Central de Monitoramento .....	65
Figura 5.19 - SIAF 2.0: página de monitoramento online da pressão arterial .....	66
Figura 5.20 - Fluxograma da opção Gerenciar Mensagens .....	66
Figura 5.21 - SIAF 2.0: página Gerenciar Mensagens .....	67

Figura 5.22 - Fluxograma da opção Gerenciar Configurações.....	68
Figura 5.23 - SIAF 2.0: página Gerenciar Configurações.....	68
Figura 5.24 - Diagrama de casos de uso do SIAF Móvel .....	69
Figura 5.25 – Modelo de dados do SIAF Móvel .....	71
Figura 5.26 - Fluxograma de navegabilidade do Menu Principal no SIAF Móvel. ....	71
Figura 5.27 - SIAF Móvel: Tela de Autenticação (a); e Tela do Menu Principal (b)...	72
Figura 5.28 - SIAF Móvel: tela Gerenciar Sensores .....	73
Figura 5.29 - Fluxograma da opção Gerenciar Monitoramento .....	74
Figura 5.30 - SIAF Móvel: tela Selecionar Sessão de Atividade Física (a); e tela Configurar Monitoramento (b) .....	74
Figura 5.31 - Fluxograma da opção Gerenciar Atividade Física.....	75
Figura 5.32 - SIAF Móvel: tela Selecionar Sessão de Atividade Física (a); tela Selecionar Participante (b) .....	75
Figura 5.33 - SIAF Móvel: tela Registrar Medidas (a); e tela Finalizar Sessão de Atividade Física (a).....	76
Figura 5.34 - Fluxograma da opção Gerenciar Alertas.....	76
Figura 5.35 - SIAF Móvel: tela Lista de Alertas (a); e tela Visualizar Alerta (b).....	77
Figura 5.36 - SIAF Móvel: tela Sincronizar Dados do Monitoramento.....	78
Figura 5.37 - Fluxograma da opção Gerenciar Usuários.....	78
Figura 5.38 - SIAF Móvel: tela Listar Usuários Cadastrados (a); e tela Alterar Cadastro.....	79
Figura 5.39 - Cenário de simulação da RSCH no NS-2 .....	82
Figura 5.40 - Coleta de dados das RSCHs .....	82
Figura 5.41 - Taxa de Entrega dos Pacotes (a); Consumo Médio de Energia da Rede de Sensores (b).....	83
Figura 6.1 - Parte inicial do questionário Perfil .....	87
Figura 6.2 - Questionário SAM .....	87
Figura 6.3 - Questionário SAM para uma interface do SIAF Móvel.....	88
Figura 6.4 – Cômputo das respostas do Questionário SAM .....	88

# LISTA DE TABELAS

Tabela 3.2 - Características dos Padrões IEEE 802.11 (KUROSE; ROSS, 2006).....	32
Tabela 4.1 - Análise comparativa do projeto ACUMAAF com os trabalhos correlatos. .....	49
Tabela 5.1 - Sensores da RSCH.....	80
Tabela 5.2 - Parâmetros da simulação.....	81
Tabela 6.1 - Respostas do questionário SAM tarefa 1 .....	91
Tabela 6.2 - Respostas do Questionário SAM tarefa 2 .....	91
Tabela 6.3 - Resultados do questionário TAM para o uso do SIAF 2.0 e do SIAF Móvel.....	92

# LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**ACC** – Accelerometer / Acelerômetro

**ACUMAAF** – Ambiente de Computação Ubíqua para o Monitoramento e Avaliação de Atividade Física

**ADT** – Android Developer Tools / Ferramentas de Desenvolvimento Android

**AP** – Access Point / Ponto de Acesso

**API** – Application Programming Interface / Interface de Programação de Aplicações

**AVC** – Acidente Vascular Cerebral

**DC** – Doença Crônica

**DCNT** – Doença Crônica Não Transmissível

**ECG** – ElectroCardioGram / EletroCardioGrama

**EEG** – ElectroEncephaloGram / EletroEncefaloGrama

**EMG** – ElectroMyoGram / EletroMioGrama

**ESF** – Equipe de Saúde da Família

**FFD** – Full Function Device / Dispositivo de Função Completa

**GAF** – Grupo de Atividade Física

**GCU** – Grupo de Computação Ubíqua

**GPRS** – General Packet Radio Service / Serviço de Rádio de Pacote Geral

**GPS** – Global Positioning System / Sistema de Posicionamento Global

**GSM** – Global System for Mobile Communications / Sistema Global para Comunicações Móveis

**HIPERDIA** – Sistema de Cadastramento e Acompanhamento de Hipertensos e Diabéticos

**IDE** – Integrated Development Environment / Ambiente de Desenvolvimento Integrado

**IMC** – Índice de Massa Corporal

**ISM** – Industrial Scientific Medical / Industrial Científico e Médico

**JPA** – Java Persistence API / API de Persistência Java

**JSF** – JavaServer Faces / Faces Servidoras de Java

**LED** – Light Emitting Diode / Diodo Emissor de Luz

**MMS** – Multimedia Message Service / Serviço de Mensagens Multimídias

**MS** – *Ministério da Saúde*

**NS-2** – *Network Simulator 2 / Simulador de Rede versão 2*

**OMS** – *Organização Mundial de Saúde*

**OP** – *Oxímetro de Pulso*

**PA** – *Pressão Arterial*

**PAN** – *Personal Area Network / Rede Pessoal*

**PDA** – *Personal Digital Assistant / Assistente Pessoal Digital*

**PPG** – *PhotoPlethysmoGram*

**QoS** – *Quality of Service / Qualidade de Serviço*

**RF** – *Rádio Frequência*

**RFD** – *Reduce Function Device / Dispositivo de Função Reduzida*

**RSCH** – *Rede de Sensores do Corpo Humano*

**RSSF** – *Rede de Sensores Sem Fio*

**SDK** – *Software Development Kit / kit para o Desenvolvimento de Software*

**sEMG** – *surface ElectroMyoGraphic / EletroMioGrafia de Superfície*

**SI** – *Sistema de Informação*

**SIH** – *Sistema de Informação Hospitalar*

**SIS** – *Sistema de Informação em Saúde*

**SIAF** – *Sistema de Informação de Atividade Física*

**SISCAM** – *Sistema de Informação do Câncer de Mama*

**SISCOLO** – *Sistema de Informação do Câncer do Colo do Útero*

**SMC** – *Servidor de Monitoramento Coletivo*

**SMS** – *Short Message Service / Serviço de Mensagens Curtas*

**SO** – *Sistema Operacional*

**SPO2** - *Saturation of Peripheral Oxygen / Saturação de Oxigênio no Sangue*

**SR** – *Sensor de Respiração*

**SUS** – *Sistema Único de Saúde*

**TAM** – *Technology Acceptance Model / Modelo de Aceitação de Tecnologia*

**TC** – *Temperatura Cutânea*

**TIC** – *Tecnologia da Informação e Comunicação*

**UBS** – *Unidade Básica de Saúde*

**UFSCar** – *Universidade Federal de São Carlos*

**USF** – *Unidade de Saúde da Família*

**WC** – *Wearable Computing / Computação Trajável*

**WiMax** – *Worldwide Interoperability for Microwave Access / Acesso por Microondas para a Interoperabilidade Mundial*

**WLAN** – *Wireless Local Area Network / Rede Local sem Fio*

**WMAN** – *Wireless Metropolitan Area Network / Rede Metropolitana sem Fio*

**WPAN** – *Wireless Personal Area Network / Rede Pessoal sem Fio*

**ZC** – *ZigBee Coordinator / Coordenador ZigBee*

**ZED** – *ZigBee End Device / Dispositivo Final ZigBee*

**ZR** – *ZigBee Router / Roteador ZigBee*

# SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
1.1 Contexto.....	13
1.2 Motivação e Objetivos.....	15
1.3 Organização do Trabalho.....	16
<b>CAPÍTULO 2 - ATIVIDADES FÍSICAS.....</b>	<b>18</b>
2.1 Considerações Iniciais.....	18
2.2 O sedentarismo e as DCNTs.....	19
2.3 Atividade Física e a Prevenção de DCNTs.....	20
2.4 Recomendações da OMS para Atividade Física.....	22
2.5 Monitoramento de Atividade Física.....	24
2.6 Considerações Finais.....	25
<b>CAPÍTULO 3 - COMPUTAÇÃO UBÍQUA.....</b>	<b>27</b>
3.1 Considerações Iniciais.....	27
3.2 Tecnologias da Computação Ubíqua.....	28
3.2.1 Dispositivos da Computação Ubíqua.....	30
3.3 Redes de Comunicação sem Fio e a Computação Ubíqua.....	31
3.3.1 Wi-Fi e WiMAX.....	32
3.3.2 3G.....	33
3.3.3 Bluetooth.....	34
3.3.4 ZigBee.....	36
3.4 Redes de Sensores Sem Fio (RSSFs).....	38
3.4.1 Redes de Sensores do Corpo Humano (RSCHs).....	39
3.5 Computação Ubíqua e o Cuidado de Saúde.....	41
3.6 Considerações Finais.....	42
<b>CAPÍTULO 4 - TRABALHOS CORRELATOS.....</b>	<b>43</b>
4.1 Considerações Iniciais.....	43
4.2 Ambientes de Computação Ubíqua para o Monitoramento da Saúde.....	44
4.3 Análise Comparativa.....	47



4.4 Considerações Finais .....	49
<b>CAPÍTULO 5 - AMBIENTE DE COMPUTAÇÃO UBÍQUA PARA O MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DE ATIVIDADE FÍSICA .....</b>	<b>51</b>
5.1 Considerações Iniciais.....	51
5.2 SIAF .....	53
5.3 SMC .....	68
5.4 RSCH .....	80
5.4.1 Simulação da RSCH.....	80
5.5 Considerações Finais .....	84
<b>CAPÍTULO 6 - AVALIAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>85</b>
6.1 Considerações Iniciais.....	85
6.2 Metodologia de Avaliação .....	86
6.2.1 Questionário Perfil.....	86
6.2.2 Questionário SAM .....	87
6.2.3 Questionário TAM .....	89
6.3 Resultados Obtidos .....	89
6.3.1 Questionário Perfil.....	90
6.3.2 Questionário SAM .....	90
6.3.3 Questionário TAM .....	92
6.4 Considerações Finais.....	92
<b>CAPÍTULO 7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>94</b>
7.1 Trabalhos Futuros .....	95
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>97</b>
<b>GLOSSÁRIO.....</b>	<b>105</b>
<b>ANEXO A .....</b>	<b>107</b>
<b>ANEXO B .....</b>	<b>109</b>
<b>ANEXO C .....</b>	<b>112</b>
<b>ANEXO D.....</b>	<b>116</b>
<b>ANEXO E .....</b>	<b>119</b>

# Capítulo 1

## INTRODUÇÃO

---

*Este capítulo realiza uma introdução ao tema proposto neste projeto de mestrado, apresenta as motivações encontradas e os objetivos desejados. O capítulo 1 introdutório está estruturado da seguinte maneira: a seção 1.1 trata do contexto do trabalho; a seção 1.2 discorre sobre a motivação e os objetivos; e a seção 1.3 aborda a organização desta dissertação.*

### 1.1 Contexto

O comportamento cada vez mais sedentário das pessoas fez com que a inatividade física se transformasse num grande problema para a saúde pública mundial. A maneira passiva como as pessoas passaram a lidar com sua rotina de trabalho ou até mesmo em seus momentos de folga, a forma como elas optaram por utilizar meios de locomoção que requerem pouco ou nenhum esforço físico, a diminuição da adesão às práticas esportivas etc., tem contribuído para um aumento acelerado de Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNTs).

As DCNTs são tipos específicos de Doenças Crônicas (DCs), não infecciosas e não transmissíveis (e.g., hipertensão, obesidade, diabetes *mellitus* e câncer), que se desenvolvem no organismo de forma lenta, progressiva e cuja manifestação se dá por um longo período (WHO, 2005). Tais doenças requerem atenção e cuidados contínuos e têm chamado a atenção da Organização Mundial de Saúde (OMS) pela alta representatividade que alcançaram no quadro geral de causas da mortalidade mundial. Somente no ano de 2008, as DCNTs foram apontadas como responsáveis por 36 milhões de mortes no mundo, o que correspondeu a cerca de 63% da

mortalidade daquele ano. Além desse índice alarmante, as projeções que a OMS fez para os próximos anos indicaram que o número de mortes provocadas por essas doenças poderá atingir os 44 milhões em 2020 (WHO, 2010b).

Para reverter esse quadro, a OMS tem depositado grandes esforços em medidas intervencionistas que visam o controle e a prevenção de DCNTs. Esses esforços baseiam-se, principalmente, em um conjunto de ações não medicamentosas e de baixo custo, cujo propósito é reduzir os fatores de risco (e.g., sedentarismo e obesidade) que deixam a população mundial exposta a essas doenças. A promoção de atividade física regular é uma dessas ações e exerce um importante papel na prevenção de DCNTs, além de ser uma forma custo-efetiva de garantir a qualidade de vida da população mundial e de combater o grande número de mortes decorrentes do sedentarismo (WHO, 2009). Para direcionar essas ações, a OMS criou um conjunto de recomendações e orientações sobre como seus países membros devem adotar o incentivo às práticas de atividade física em suas políticas de atenção básica, a fim de contribuírem de forma efetiva para a melhoria da saúde pública global.

Além de adotar essas recomendações, a OMS destaca a necessidade de que os países membros adotem também formas de monitorar a realização dessas atividades, já que a construção de históricos de informações físicas da população é muito importante para direcionar políticas públicas de promoção de atividade física e de combate às DCNTs. Para apoiar esse monitoramento, a OMS recomenda a utilização de Sistemas de Informação (SIs) e tecnologias computacionais que auxiliem os profissionais de saúde no gerenciamento das informações.

No Brasil, existem SIs, tais como o Sistema de Cadastramento e Acompanhamento de Hipertensos e Diabéticos (HIPERDIA), o Sistema de Informação do Câncer do Colo do Útero (SISCOLO) e o Sistema de Informação do Câncer de Mama (SISCAM), desenvolvidos pelo Ministério da Saúde (MS), com o propósito de gerenciamento de alguns dados referentes às DCNTs. Entretanto, há uma carência de SIs para o gerenciamento de práticas de atividade física ligadas ao controle ou mesmo à prevenção dessas doenças.

É nesta lacuna que se enquadra a proposta deste projeto de mestrado, a criação de um ambiente computacional que integrará um conjunto de tecnologias emergentes da Computação Ubíqua para o monitoramento e gerenciamento de atividade física com foco na prevenção de DCNTs.

## 1.2 Motivação e Objetivos

No município de São Carlos-SP, os dados físicos dos indivíduos participantes de Grupos de Atividade Física (GAFs) são registrados pelas Unidades de Saúde da Família (USFs) e/ou Unidades Básicas de Saúde (UBSs), responsáveis, no Brasil, por grande parte das ações de promoção e manutenção dos programas de atividade física recomendados pela OMS. Esses programas geram um enorme volume de dados que demandam um suporte computacional para o seu processamento e tratamento, transformando-os em informações semânticas no processo de avaliação da efetividade desses programas para a prevenção de DCNTs.

Com o propósito de oferecer uma solução para essa necessidade, o Grupo de Computação Ubíqua (GCU) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) desenvolveu, em parceria com a Secretaria Municipal de Saúde de São Carlos, o Sistema de Informação de Atividade Física (SIAF) (PORTOCARRERO *et al.*, 2010a), para o registro, o tratamento e a avaliação de dados relativos às atividades físicas da população adstrita às USFs/UBSs desse município. Esse sistema possibilita a geração de indicadores de saúde e de desempenho, que são capazes de auxiliar no planejamento de políticas públicas de promoção de atividade física para essa população.

Embora o SIAF tenha implementado as funcionalidades de registro e tratamento dos dados, e de geração de indicadores, o processo de aquisição dos dados é realizado de forma manual. Essa característica obriga o profissional de saúde a realizar as medições dos dados fisiológicos de cada pessoa para posteriormente inseri-los no SIAF, cujas interfaces foram projetadas somente para dispositivos computacionais tradicionais, tais como *Desktop* e *Notebook*.

A automatização desse procedimento de aquisição dos dados fisiológicos é capaz de proporcionar os seguintes benefícios: uma maior eficiência na obtenção dos mesmos, uma vez que a captura dos dados poderá ser realizada de forma simultânea e disponibilizada no SIAF mais rapidamente; uma maior acurácia e confiabilidade nos dados adquiridos, diminuindo as possíveis falhas humanas na fase de aquisição ou entre essa e o registro dos dados; a capacidade de realizar o monitoramento dos participantes em tempo real, durante a realização das sessões de atividade; e a capacidade de criação de mecanismos de alertas, a fim de

viabilizar intervenções imediatas quando identificada anormalidade em dados fisiológicos de algum dos participantes.

Neste sentido, o objetivo deste projeto foi desenvolver um Ambiente de Computação Ubíqua para o Monitoramento e Avaliação de Atividade Física (ACUMAAF), no qual o SIAF está inserido, e demonstrar a potencialidade da Computação Ubíqua para a construção de sistemas computacionais de monitoramento aplicados ao domínio da Saúde. O ACUMAAF visa melhorar o processo de registro de informações realizado nas USFs/UBSs com a aquisição automática e coletiva dos dados fisiológicos dos indivíduos que realizam sessões de atividade física. Ao incorporar o SIAF, o ambiente como um todo permite uma vigilância contínua dos programas de atividade física, assim como possibilita medir a eficácia desses programas para a prevenção de DCNTs.

O projeto ACUMAAF emprega: tecnologias de Redes de Sensores do Corpo Humano (RSCHs), para obtenção dos dados fisiológicos dos participantes; dispositivos móveis, para a coleta e tratamento dos dados obtidos pelas RSCHs; tecnologias da computação tradicional, para a hospedagem do SIAF e acesso ao mesmo; e redes de comunicação sem fio, para viabilizar a comunicação entre as tecnologias mencionadas. O ACUMAAF se constitui num ambiente computacional com contribuições para a promoção da saúde e qualidade de vida da população, e para a condução de estudos longitudinais objetivando relacionar atividades físicas e prevenção de DCNTs.

### 1.3 Organização do Trabalho

Este trabalho encontra-se organizado em sete capítulos:

- o **Capítulo 2** discute sobre o sedentarismo e prática regular de atividade física, assim como descreve a relação que cada um possui com as DCNTs;
- no **Capítulo 3** é apresentada uma visão geral sobre a Computação Ubíqua. Neste capítulo são exploradas as principais tecnologias e dispositivos existentes, as redes de comunicação sem fio e a utilização da Computação Ubíqua no Cuidado de Saúde;

- o **Capítulo 4** discorre sobre os trabalhos encontrados na literatura que possuem alguma relação com o trabalho apresentado nesta dissertação. O fechamento deste capítulo apresenta uma análise comparativa entre os mesmos;
- o **Capítulo 5** descreve o ACUMAAF e apresenta cada um dos seus módulos;
- o **Capítulo 6** é dedicado à avaliação e apresentação dos resultados obtidos; e
- o **Capítulo 7**, por fim, tece algumas considerações finais e aponta as possibilidades de trabalhos futuros.

# Capítulo 2

## ATIVIDADES FÍSICAS

---

*Este capítulo apresenta um levantamento bibliográfico sobre atividades físicas, explorando a relação dessas com as DCNTs. Serão citados alguns estudos que evidenciam os efeitos negativos do sedentarismo para a saúde da população e alguns trabalhos que comprovam as contribuições de uma rotina regularmente ativa para a prevenção de doenças e para a manutenção da qualidade de vida das pessoas.*

### 2.1 Considerações Iniciais

O estímulo à prática regular de atividade física tem sido um dos principais focos da OMS para a promoção da qualidade de vida da população mundial. Embora a importância dessa prática, para a manutenção de uma vida saudável e para a prevenção de doenças, seja cada vez mais divulgada pelas mídias, milhares de mortes, a cada ano, em todo o mundo, são atribuídas à inatividade física. Essa mortalidade é decorrente do aumento das incapacidades e enfermidades, tais como doenças cardiovasculares, cânceres e diabetes, que são típicas de uma vida sedentária (CASTRO, 2005). Para diminuir essa mortalidade, a OMS iniciou um conjunto de ações de promoção de atividade física, uma vez que essa tem se mostrado benéfica ao controle, tratamento e prevenção de DCNTs. Algumas evidências desses benefícios serão discutidas ao longo das próximas seções.

Este capítulo está estruturado da seguinte forma: a seção 2.2 trata do sedentarismo e de sua relação com as DCNTs; a seção 2.3 discorre sobre a utilização da atividade física como mecanismo de prevenção de DCNTs; as principais recomendações da OMS relacionadas à promoção de atividade física são

apresentadas na seção 2.4; na seção 2.5 é realizada uma abordagem sobre a importância do monitoramento de atividade física para a estratégia de prevenção e combate às DCNTs; e, por fim, a seção 2.6 tece algumas considerações finais.

## 2.2 O sedentarismo e as DCNTs

Levantamentos realizados pela OMS apontaram que, em 2008, 31% da população adulta, com 15 anos ou mais, encontrava-se insuficientemente ativa<sup>1</sup>. Se considerado somente os países de alta renda, cerca de 41% dos homens e 48% das mulheres estavam numa situação de sedentarismo. No Brasil, para o mesmo ano, tais estimativas indicaram que 46% dos homens e 51,1% das mulheres encontravam-se insuficientemente ativos (WHO, 2010b, 2011). Além desses indicadores, ao acompanhar longitudinalmente os relatórios publicados pela OMS percebe-se uma tendência progressiva desses números.

Esse comportamento cada vez mais passivo da população, tanto em países desenvolvidos quanto em países em desenvolvimento, tem se transformado num grande problema para a saúde pública, visto que tem contribuído para o aumento vertiginoso de DCNTs associadas à inatividade física. Um *ranking* de fatores de risco divulgado em 2009 pela OMS apontou que a falta de atividade da população já está entre os quatro fatores de risco com maior representatividade no quadro geral de causas da mortalidade mundial. Segundo esse *ranking*, a inatividade física foi apontada como responsável por 6% das mortes do mundo e junto a ela estava a hiperglicemia, também apontada como responsável por 6% das mortes daquele ano. Estes dois fatores de risco só ficaram atrás do tabagismo, com 9%, e da hipertensão, que liderou o *ranking* ao ser apontada como a causa responsável por 13% das mortes (WHO, 2009).

Esse levantamento possibilitou à OMS identificar a relação estreita do sedentarismo com as DCNTs, que também é evidenciada por alguns outros estudos que constataram que a inatividade física é condição de risco para o aparecimento de doenças como câncer, diabetes e doenças cardiovasculares (WHO, 2009, 2010a).

---

<sup>1</sup> Insuficientemente ativo representa o indivíduo que pratica menos de 150 minutos de atividade física moderada por semana ou menos de 60 minutos de atividade física vigorosa por semana (WHO, 2010b).



Estima-se que a incidência de 21% a 25% de câncer de mama e de cólon, de 27% de diabetes e de aproximadamente 30% das doenças isquêmicas do coração, possui como causa principal a inatividade física (WHO, 2009, 2010a). Se comparado com indivíduos que praticam pelo menos 30 minutos de atividade física moderada na maioria dos dias da semana, indivíduos insuficientemente ativos possuem o risco de ser acometido por uma enfermidade aumentado de 20% a 30% (WHO, 2010a).

Combater o sedentarismo tornou-se um dos grandes desafios para a prevenção de DCNTs e a promoção de atividade física se transformou num elemento chave para a garantia da saúde e da qualidade de vida da população mundial.

### **2.3 Atividade Física e a Prevenção de DCNTs**

A prática de atividade física possui a capacidade de trazer grandes benefícios para a manutenção de uma vida saudável, desde que as pessoas mantenham um estilo de vida regularmente ativo. Quanto mais cedo (i.e., jovem) os indivíduos iniciarem a prática dessas atividades, maiores serão os benefícios alcançados ao longo da vida, embora estes também sejam observados em pessoas que se tornaram fisicamente ativas tardiamente. Uma rotina regular de treinamentos é capaz de proporcionar maior aptidão cardiovascular, maior aptidão musculoesquelética, contribuir para uma composição corporal adequada e promover o bem-estar psicológico (WARBURTON; NICOL; BREDIN, 2006). Indivíduos que praticam atividade física rotineiramente reduzem consideravelmente os riscos de serem acometidos por DCNTs, tais como diabetes, doenças coronarianas, derrames, câncer de cólon, câncer de mama e hipertensão. Qualquer fator de risco existente para a saúde pode ser significativamente reduzido através de um aumento progressivo e controlado de atividade física (WHO, 2002, 2009).

Em (MILES, 2007) é relatado que a prática regular de atividade física pode exercer efeitos benéficos sobre a capacidade do corpo de formar e destruir coágulos sanguíneos. Segundo o autor, a atividade física melhora o transporte de sangue nas artérias coronárias e promove alterações neurológicas e imunológicas benéficas.

Outra evidência dos benefícios do treinamento regular com atividades é a melhoria das condições físicas de um indivíduo e suas contribuições para a prevenção de câncer. Em (WARBURTON; NICOL; BREDIN, 2006) é apresentado um estudo em que homens e mulheres que se mantêm ativos, se comparados a outros indivíduos sedentários, apresentam uma redução de 30% a 40% no risco de câncer de cólon e mulheres fisicamente ativas apresentam uma redução de 20% a 30% no risco de câncer de mama. Mesmo em pacientes já portadores de câncer, a prática de atividade física tem resultados benéficos para melhoria da qualidade de vida e do estado de saúde dessas pessoas. Em (WARBURTON; NICOL; BREDIN, 2006) é reunido também alguns estudos que comprovam a importância de uma rotina ativa para a redução da perda de densidade mineral óssea e para a prevenção da osteoporose, principalmente em mulheres que já ultrapassaram a menopausa. Esses benefícios contribuem para diminuir o risco e o número de quedas e fraturas. Vainionpää *et al.* (VAINIONPÄÄ *et al.*, 2007) complementam essas evidências relatando que a prática regular de atividade física promove o espessamento do tecido ósseo melhorando a capacidade do osso para suportar cargas externas.

Utilizar a promoção de atividade física como mecanismo de intervenção efetiva para a prevenção de DCNTs, além de uma medida saudável, é uma solução com benefícios econômicos. Os custos elevados dessas doenças afetam as famílias, o sistema de saúde e a sociedade, ocorrendo tanto de forma direta (e.g., custos relacionados a internações, medicamentos e tratamentos ambulatoriais) como indireta (e.g., perda de produção associada a essas doenças e aposentadorias precoces) (BRASIL, 2008). De acordo com (WHO, 2005, 2010b), investir em ações como a promoção de atividade física para prevenir doenças custa pouco se comparado aos resultados positivos que se pode alcançar.

Neste contexto, a OMS realiza diversos e constantes estudos sobre a mortalidade mundial e suas causas, sobre fatores de risco e doenças associadas. É por meio desses estudos que são identificados pontos críticos para a saúde pública e desenvolvidas medidas intervencionistas com foco na prevenção de doenças. Essas medidas são agrupadas de acordo com os objetivos definidos pela OMS e divulgadas publicamente, aos seus países membros, em formato de recomendações.

## 2.4 Recomendações da OMS para Atividade Física

As recomendações lançadas pela OMS são constituídas de um conjunto de ações embasadas cientificamente e compiladas em forma de documentos com diversas normas e orientações para seus países membros. Esses documentos possuem o propósito de implantação de uma estratégia global de combate às DCNTs, visando a redução dos fatores de risco dessas doenças. Segundo (WHO, 2010a), a criação e divulgação desses tipos de documentos, no âmbito da atividade física, têm como objetivos:

- informar políticas nacionais de atividade física e outras intervenções para a saúde pública;
- definir um ponto inicial, metas e objetivos para a promoção da atividade física a nível regional e nacional;
- fornecer uma base para as iniciativas de promoção da atividade física;
- justificar a alocação de recursos para as intervenções de promoção da atividade física;
- criar um *framework* de ações comuns para todos os interessados, em torno do mesmo objetivo;
- fornecer bases científicas que permita transformar políticas em ações através da alocação apropriada de recursos; e
- facilitar a vigilância nacional e os mecanismos de monitoramento para acompanhar os níveis de atividade física da população.

Um desses documentos, o “2008-2013 Plano de Ação para a Estratégia Global de Prevenção e Controle de Doenças Crônicas Não Transmissíveis” (em inglês, *2008-2013 Action Plan for the Global Strategy for the Prevention and Control of Noncommunicable Diseases*) (WHO, 2008a), apresenta algumas recomendações, aos países membros, de ações estratégicas para a promoção de atividade física: garantir que caminhada, ciclismo e outras formas de atividade física sejam acessíveis e seguras para todos; aumentar o número de espaços seguros para jogos que sejam ativos; e implantar ou aprimorar áreas de esportes, ambientes de recreação e lazer.

O “Recomendações Globais de Atividade Física para Saúde” (em inglês, *Global Recommendations on Physical Activity for Health*) (WHO, 2010a) foi outro documento com o intuito de fornecer, aos políticos gestores dos países afiliados, um conjunto de orientações sobre a relação entre frequência, duração, intensidade, tipo e quantidade total de atividade física a ser praticada para se alcançar benefícios à saúde e prevenir DCNTs. Nesse documento, a OMS estabeleceu suas recomendações em níveis de atividade física (i.e., intensidade moderada e intensidade vigorosa) e configurou essas recomendações baseada em três grupos de idade: de 5 a 17 anos; de 18 a 64 anos; e de 65 anos ou mais. As atividades direcionadas a esses grupos foram:

- **de 5 a 17 anos:** pelo menos 60 minutos de atividade física diária de intensidade moderada a vigorosa; a maior parte das atividades físicas diárias deverá ser aeróbica, com a adição de algumas atividades de intensidade vigorosa, incluindo fortalecimento muscular, pelo menos três vezes por semana. Os benefícios esperados são: desenvolvimento saudável dos tecidos musculoesqueléticos; desenvolvimento de um sistema cardiovascular saudável; desenvolvimento da coordenação e controle dos movimentos; e manutenção do peso corporal saudável;
- **de 18 a 64 anos:** pelo menos 150 minutos de atividade física aeróbica semanal de intensidade moderada ou 75 minutos de atividade física aeróbica semanal de intensidade vigorosa; um fortalecimento muscular envolvendo o grupo de músculos principais deve ser feito duas ou mais vezes por semana. Os benefícios esperados são: redução da taxa de mortalidade devido a doenças coronarianas, diabetes tipo 2, hipertensão arterial, acidente vascular cerebral, câncer e depressão; redução do número de quedas e fraturas vertebrais; aumento da aptidão cardiorrespiratória e muscular; e manutenção do peso com uma massa corporal saudável; e
- **65 anos ou mais:** pelo menos 150 minutos de atividade física aeróbica semanal de intensidade moderada, ou 75 minutos de atividade física aeróbica semanal de intensidade vigorosa; um fortalecimento muscular envolvendo o grupo de músculos principais deve ser feito duas ou mais vezes por semana. Os benefícios esperados são: evitar quedas e melhorar a função cognitiva; melhoria da saúde óssea e prevenção de doenças

cardiovasculares; e redução da taxa de mortalidade devido a doenças coronarianas, diabetes tipo 2, hipertensão arterial, acidente vascular cerebral, câncer de mama e de cólon.

Essas recomendações são acatadas pelos países membros da OMS, que se responsabilizam pela adequação e implantação dessas ações em níveis regional e nacional, de acordo com suas políticas de atenção à Saúde. No que tange às práticas de atividade física, estas vêm sendo integradas à atenção básica dos sistemas de Cuidado de Saúde, já que médicos e profissionais de saúde possuem uma influência importante sobre os hábitos comportamentais da população. No Brasil, o MS delegou parte dessas ações de promoção de atividade física às USFs e UBSs, que são caracterizadas como pontos de acesso ao Sistema Único de Saúde (SUS).

Um sistema municipal de saúde é composto por um conjunto dessas unidades, cada qual com uma área delimitada de atuação dentro do município, sendo que as ações de intervenção sobre os fatores de risco e promoção da saúde nessa área estão sob sua responsabilidade. Cada USF/UBS possui uma Equipe de Saúde da Família (ESF) composta por, no mínimo, um médico de família, um enfermeiro, um auxiliar de enfermagem e seis agentes comunitários de saúde. É por meio da ESF que epidemias, viroses e demais problemas de saúde chegam ao conhecimento do MS, sendo através dessa equipe que se dá o primeiro contato da população com o sistema municipal de saúde. São os profissionais das ESFs que criam e monitoram programas de promoção de atividade física nos municípios do Brasil (BRASIL, 2006; PORTOCARRERO, 2010b).

## **2.5 Monitoramento de Atividade Física**

Segundo relatos da OMS (WHO, 2010b), em 2010 cerca de 75% dos países associados apresentavam algum tipo de ação visando combater a inatividade física. A implantação dessas ações, como parte dos planos estratégicos de combate às DCNTs, se faz necessária para promover a redução efetiva da mortalidade e da invalidez prematura, geradas em decorrência do sedentarismo. Embora implantar o conjunto de ações recomendados pela OMS seja o passo inicial, a adoção de um

monitoramento contínuo e de longo prazo dessas ações é essencial para examinar os seus resultados.

A OMS define o monitoramento como sendo um mecanismo capaz de prover uma descrição do que está acontecendo em um dado instante e que, por meio da manutenção confiável de registros, realizados regularmente e de forma contínua, possibilita um gerenciamento dos planos e programas de atividade física de forma a alcançar os objetivos desejados (WHO, 2008b). Desta forma, ao monitorar as atividades físicas, adquire-se uma coleção de dados que poderão ser transformados em indicadores de saúde capazes de medir longitudinalmente os benefícios que as atividades físicas possuem para a prevenção de DCNTs. A geração e a avaliação desses indicadores são vitais para reverter o aumento das mortes provocadas por essas doenças (WHO, 2010b). De acordo com o documento “Estratégia Global sobre Dieta, Atividade Física e Saúde” (em inglês, *Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health*) (WHO, 2004), além de acompanhar e avaliar a eficácia das ações de promoção de atividade física, o monitoramento dessas ações é fundamental para guiar os investimentos e nortear a gestão dos recursos destinados à redução das DCNTs.

Ao definir o monitoramento de atividade física como ação indispensável para o direcionamento de políticas públicas de prevenção e combate às DCNTs, é importante ressaltar que essa tarefa envolve a manipulação de um grande volume de dados, que muitas vezes são multissetoriais. Incorporar o uso de sistemas e tecnologias computacionais para apoiar esse monitoramento é fundamental para auxiliar os profissionais de saúde no gerenciamento das informações. É para esse propósito que a OMS recomenda o uso de Sistemas de Informação em Saúde (SISs).

## 2.6 Considerações Finais

Este capítulo apresentou um levantamento bibliográfico sobre atividades físicas, explorando a relação dessas com as DCNTs. Foram citados alguns estudos que evidenciaram os efeitos negativos do sedentarismo para a saúde da população e alguns trabalhos que comprovaram as contribuições de uma rotina regularmente

ativa para a prevenção de doenças e para a manutenção da qualidade de vida das pessoas. O capítulo apresentou ainda as principais estratégias da OMS para a promoção de atividade física e as principais questões envolvidas com o monitoramento de atividade física.

Conforme descrito na seção 2.5, fazer uso de tecnologias computacionais para auxiliar o monitoramento de atividade física pode trazer contribuições significativas para as ações de promoção da saúde. Algumas tecnologias computacionais que têm demonstrado grande potencialidade para esse tipo de aplicação são as tecnologias da Computação Ubíqua. Alguns conceitos e características envolvidas(os) com essas tecnologias serão apresentadas(os) no capítulo a seguir.

# Capítulo 3

## COMPUTAÇÃO UBÍQUA

---

*Este capítulo apresenta um levantamento bibliográfico sobre a Computação Ubíqua, explorando os conceitos envolvidos, suas tecnologias e as áreas de aplicação que têm se utilizado dos benefícios dessa Computação para potencializar os seus serviços.*

### 3.1 Considerações Iniciais

A Computação Ubíqua transformou-se num verdadeiro paradigma computacional, a partir do momento em que a crescente integração dos dispositivos computacionais com ambiente modificou os hábitos comportamentais das pessoas. É cada vez maior a presença de equipamentos, tais como fechaduras eletrônicas, câmeras de vigilância, sensores de presença, sensores de luminosidade e dispositivos móveis de acesso à internet que, de forma isolada ou não, outorgam aos seus usuários uma grande liberdade de acesso à informação, independentemente do momento ou da localização dos mesmos.

Ao longo deste capítulo será fornecida uma visão geral da Computação Ubíqua de acordo com a seguinte estrutura: a seção 3.2 trata dos conceitos envolvidos com a Computação Ubíqua e apresenta uma classificação para os seus principais dispositivos; a seção 3.3 discorre sobre as tecnologias de comunicação sem fio que são usadas pelos dispositivos para garantir ubiquidade de acesso às informações; uma descrição sobre sensores e redes de sensores é apresentada na seção 3.4; na seção 3.5 é apresentada uma abordagem de uso da Computação Ubíqua no Cuidado de Saúde; e a seção 3.6 tece algumas considerações finais.



## 3.2 Tecnologias da Computação Ubíqua

No início da década de 90 Mark Weiser, então pesquisador da Xerox, visionou para o século XXI uma terceira grande “onda” revolucionária na história evolutiva da computação e que alteraria drasticamente nossa forma de interação com a informática. Após duas revoluções computacionais, provocadas pelos *mainframes* e *desktops*, a terceira foi nomeada por Weiser de Computação Ubíqua (WEISER, 1991). Na visão de Weiser essa nova “onda” seria formada por um conjunto de tecnologias, as quais se tornariam cada vez mais presentes em nossas rotinas e que recuariam para um segundo plano em nossas vidas, ao atuar de forma transparente para os seus usuários.

A pergunta que surgia diante deste contexto era: como as tecnologias poderiam recuar para um segundo plano? A resposta para essa pergunta estava na ideia estabelecida por Weiser em torno da Computação Ubíqua, na qual a Computação romperia os limites das estações de trabalho e computadores pessoais e se incorporaria nos mais comuns objetos (e.g., fechaduras, sapatos, refrigeradores, relógios, bonés e óculos), ocupando cada vez mais espaço em nosso cotidiano sem a percepção do usuário. Essa transparência também seria alcançada pelos avanços da conectividade sem fio, que permitiria aos dispositivos a realização de comunicações e até mesmo a formação de redes entre si sem que houvesse a intervenção humana (SÖDERSTRÖM, 2010).

Em (BELL; DOURISH, 2007) é ilustrado, através de exemplos reais, que a Computação Ubíqua já está presente em nosso dia-a-dia e que, embora não esteja da forma como Weiser idealizou, os vestígios de sua existência podem ser comprovados por meio das tecnologias que usamos para auxiliar em nossas atividades domésticas ou de trabalho. O grande volume de dispositivos portáteis adotados pelas pessoas, os sistemas inteligentes de pagamento, os controles inteligentes de transporte, as etiquetas inteligentes e as novas redes de comunicação sem fio são algumas das evidências destacadas pelos autores.

Com o aparecimento dessas novas tecnologias, não só Computação Ubíqua, mas também novos termos, tais como Computação Pervasiva e Computação Móvel, começaram a ser empregados para referenciá-las. Em (LYYTINEN, 2002) é destacado que, embora haja um uso indiscriminado dessas terminologias, existem

características peculiares entre as mesmas. Para apontar essas diferenças, Lyytinen apresenta as seguintes descrições:

**Computação Móvel:** baseia-se principalmente na capacidade de acesso a serviços, que podem ser movidos e utilizados em qualquer lugar e a qualquer momento pelo usuário. O acesso a esses serviços são proporcionados por dispositivos de tamanho reduzido, tais como os *smartphones* e *tablets*, com boa capacidade de processamento, leves e dotados de algum tipo de interface de comunicação sem fio para possibilitar a conectividade entre os serviços e o usuário enquanto esse se movimenta. O foco está na mobilidade;

**Computação Pervasiva:** baseia-se na capacidade dos computadores se integrarem ao ambiente, embarcando-se nos objetos de forma transparente aos usuários. Nessa concepção de Computação, os computadores interagem entre si e com o ambiente para criar modelos computacionais dinâmicos e inteligentes, capazes de descobrir novos dispositivos e o contexto em que estão inseridos. O foco está no embarcamento; e

**Computação Ubíqua:** surge a partir da integração da alta mobilidade da Computação Móvel com as funcionalidades da Computação Pervasiva, o que permite aos dispositivos movimentarem-se com o usuário e ao mesmo tempo construírem modelos computacionais com os demais dispositivos presentes nos ambientes em que se encontram, adaptando os serviços disponíveis de acordo com a necessidade.

Segundo Lyytinen (LYYTINEN, 2002) é possível classificar as dimensões da Computação com base nos graus de mobilidade e embarcamento, onde este último é descrito como o grau de inteligência que os computadores, embutidos em ambientes pervasivos, dispõem para extrair informações desses ambientes. Como ilustrado na Figura 3.1, a Computação Ubíqua agrega altos níveis de embarcamento e mobilidade. Tais propriedades outorgam aos seus dispositivos as capacidades de acesso onipresente aos serviços computacionais e de interação com o ambiente, a fim configurarem os seus serviços adequadamente, segundo o contexto em que se encontram. É neste sentido que o termo Computação Ubíqua é usado no decorrer deste trabalho.

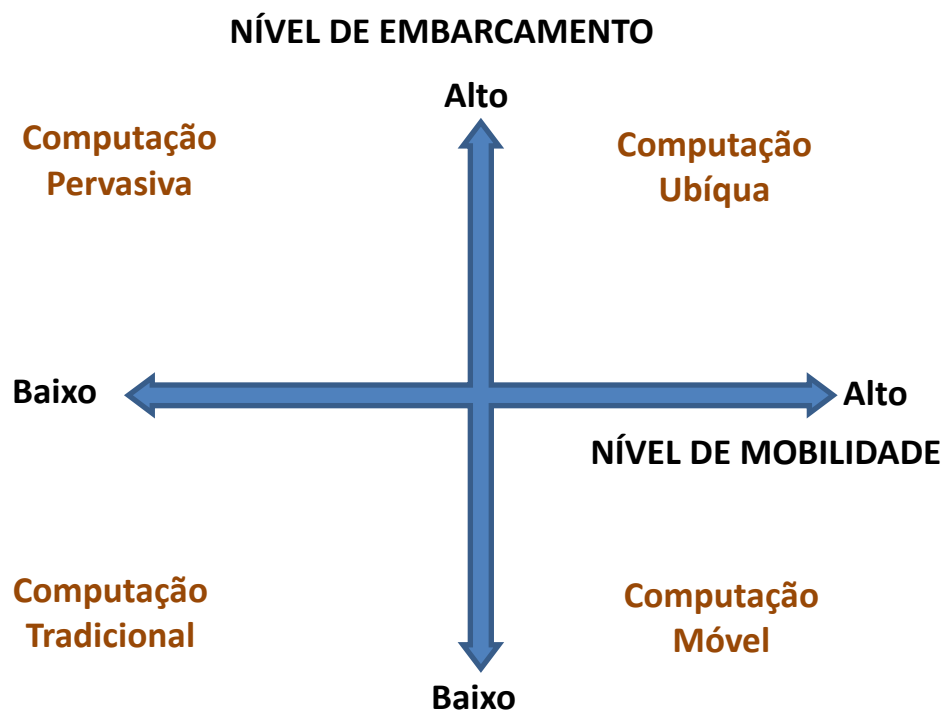


Figura 3.1 - Dimensões da Computação (LYYTINEN, 2002)

### 3.2.1 Dispositivos da Computação Ubíqua

A Computação Ubíqua possibilitou a uma grande variedade de dispositivos (e.g., *notebooks*, *smartphones*, celulares, TVs, *tablets*, leitores biométricos e sensores), conectados constantemente à internet para a troca de informações, serem incorporados às nossas atividades cotidianas. Cada um desses dispositivos possui um *hardware* com propósito bem definido e funcionalidades bem específicas, mas ao mesmo tempo são capazes de se integrarem facilmente ao ambiente e compartilharem dados com outros dispositivos na rede. Em (ARAÚJO, 2003) é realizada uma categorização dos principais dispositivos da Computação Ubíqua, baseando-se em classificações apresentadas em (BURKHARDT *et al.*, 2001; HANSMANN *et al.*, 2001; ARAÚJO, 2003). De acordo com os autores, as razões para essa categorização podem ser justificadas a partir das seguintes definições:

- **Controles Inteligentes:** possuem capacidade de *hardware* muito limitada e normalmente são integrados a outros dispositivos ou equipamentos com o propósito de monitoramento;
- **Utensílios Inteligentes:** possuem uma infraestrutura de *hardware* mais complexa, comparado aos Controles Inteligentes, e são capazes de se

organizarem em rede e trocar informações entre si de forma colaborativa e descentralizada;

- **Dispositivos de Acesso a Informação:** dispositivos portáteis que visam aumentar a capacidade dos usuários em desempenhar suas atividades, provendo acesso constante às informações e à comunicação; e
- **Sistemas de Entretenimento:** dispositivos cujo propósito é entreter o usuário através de conteúdos multimídia.

Para que todos esses dispositivos possam estabelecer uma comunicação entre si, construir sistemas distribuídos de forma autônoma e disponibilizar serviços computacionais a seus usuários, estes empregam tecnologias de redes de comunicação sem fio. A escolha da tecnologia mais adequada é determinada pelos tipos de dispositivos usados e pela natureza da aplicação.

### 3.3 Redes de Comunicação sem Fio e a Computação Ubíqua

As tecnologias de rede de comunicação sem fio são indispensáveis na construção de aplicações computacionais que utilizam dispositivos ubíquos. É por meio dessas tecnologias que as aplicações se conectam aos dispositivos, buscam informações ou controlam tarefas de forma remota. Segundo Posland (POSLAND, 2009) há vários benefícios para o emprego das redes de comunicação sem fio na Computação Ubíqua:

- **ubiquidade:** a comunicação sem fio proporciona aos usuários uma grande liberdade para acessar a rede onde quer que estes estejam;
- **mobilidade:** a rede de comunicação sem fio pode ser acessada mesmo com o usuário se movendo;
- **adequabilidade:** em certos ambientes ou situações, o uso de redes de comunicação sem fio é muito mais adequada, menos cara e menos problemática. Um exemplo para adequabilidade é a necessidade de implantação de uma rede de comunicação em uma construção histórica; e
- **adaptabilidade:** expandir ou reduzir uma rede, tanto em densidade de usuários quanto em área de cobertura, é muito mais fácil se essa estiver

usando meios de comunicação sem fio do que meios de comunicação cabeados.

Há uma grande variedade de tecnologias de redes de comunicação sem fio (e.g., Infravermelho, Bluetooth, Wi-Fi, WiMAX e ZigBee) que diferem pelo tipo de infraestrutura, frequência usada, tipo de modulação do sinal, largura de banda e consumo de energia (POSLAND, 2009). A conectividade entre os dispositivos da Computação Ubíqua não está restrita a uma dessas redes, mas na maioria dos casos é alcançada via integração de um conjunto delas. Nas seções a seguir serão apresentadas as principais tecnologias de comunicação sem fio que vêm sendo empregadas na construção de ambientes computacionais ubíquos.

### 3.3.1 Wi-Fi e WiMAX

Wi-Fi é um nome conhecido para referenciar o padrão IEEE 802.11, usado para a criação de redes sem fio da categoria *Wireless Local Area Network* (WLAN), tais como redes de instituições educacionais, restaurantes, bares e aeroportos. Ao longo do tempo esse padrão inicial foi recebendo variações (e.g., 802.11b, 802.11a e 802.11g) que proporcionaram taxas de dados de até 54 Mbps a distâncias de até 100 metros (Wi-Fi, 2012). Em (KUROSE; ROSS, 2006) é apresentado um resumo, reproduzido na Tabela 3.1, de algumas características importantes da camada física desses três padrões.

**Tabela 3.1 - Características dos Padrões IEEE 802.11 (KUROSE; ROSS, 2006)**

<b>Padrão</b>	<b>Faixa de Frequência</b>	<b>Taxa de Dados</b>
802.11b	2.4-2.485 GHz	Até 11 Mbps
802.11a	5.1-5.8 GHz	Até 54 Mbps
802.11g	2.4-2.485 GHz	Até 54 Mbps

Uma rede Wi-Fi típica, ilustrada na Figura 3.2, é formada a partir de um computador com uma placa de rede sem fio conectada a *Access Points* (APs), os quais estão conectados a dispositivos de interconexão, tais como *hub*, comutador ou roteador, que por sua vez estão conectados à internet (KUROSE; ROSS, 2006).

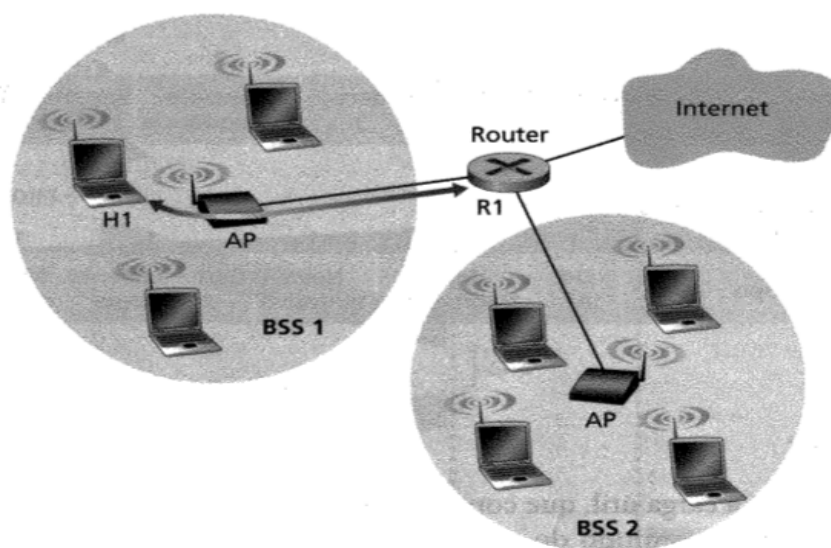


Figura 3.2 - Arquitetura de uma rede Wi-Fi (KUROSE; ROSS, 2006).

É cada vez maior o número de dispositivos que estão saindo de fábrica com uma interface de conexão Wi-Fi. *Notebooks, tablets, smartphones e webcams* são alguns exemplos desses dispositivos, que garantem ubiquidade de acesso aos mais diferentes serviços, tais como monitoramento remoto de residência, troca de e-mails, monitoramento do tráfego rodoviário, gerenciamento da agenda de negócios e pagamentos eletrônicos.

Outra tecnologia de comunicação sem fio em franca expansão é o *Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX)*, do padrão IEEE 802.16 que surgiu como uma tecnologia de acesso à banda larga usando conexão sem fio de longo alcance. Em condições ideais, o WiMAX é capaz de oferecer uma taxa de dados de até 100Mbps e oferecer uma cobertura de até 20 km (NUAYMI, 2007). A amplitude de cobertura dessa tecnologia possibilita a criação de redes sem fio da categoria *Wireless Metropolitan Area Network (WMAN)*. O WiMAX ainda se trata de uma tecnologia que está em fase de disseminação, mas é uma das redes mais promissoras para difusão do uso das tecnologias da Computação Ubíqua.

### 3.3.2 3G

A Terceira Geração da comunicação móvel (3G) surgiu a partir de evoluções da Primeira Geração (1G), totalmente analógica, e da Segunda Geração (2G), com transmissões digitais. A 3G foi projetada para melhorar a capacidade das redes,

permitindo transmissões de voz e dados em ambientes móveis e em alta velocidade. Ela foi desenvolvida para apoiar e atender às necessidades de aplicações em áreas emergentes, tais como as apresentadas em (XUTAO *et al.*, 2010):

- **TV Móvel:** acesso ao conteúdo de emissoras de TV a partir de telefones celulares;
- **videoconferência:** possibilidade de realização de uma videoconferência em ambiente móvel;
- **serviços baseados em localização:** rastreamento de veículos, transmissão de condições meteorológicas e visualização de tráfego rodoviário em tempo real; e
- **telemedicina:** Cuidado de Saúde remoto, no qual médicos realizam avaliações clínicas em pacientes localizados a dezenas, centenas ou milhares de km de seus consultórios.

De acordo com (KUROSE; ROSS, 2006), os sistemas 3G foram desenvolvidos para prover 144 Kbps em velocidades de trânsito, 384kbps para usuários estacionados em ambientes externos e 2 Mbps em ambientes internos. A tecnologia 3G tem sido muito empregada para oferecer conectividade às aplicações de telemedicina (KYRIACOU *et al.*, 2009; YU *et al.*, 2009; RAHBAR, 2010; VASSIS *et al.*, 2010), servindo como alternativa a outras tecnologias de acesso sem fio como Wi-Fi, *General Packet Radio Service* (GPRS) e WiMAX.

### 3.3.3 Bluetooth

O Bluetooth é uma rede de comunicação sem fio do padrão IEEE 802.15.1, que opera na frequência não licenciada 2.4 GHz *Industrial Scientific Medical* (ISM), oferecendo taxas de transferência de até 3 Mbps. Ao contrário do Wi-Fi, o Bluetooth não exige muitas configurações para compartilhar recursos e transmitir dados. Seus dispositivos anunciam na rede todos os serviços que proveem e, ao mesmo tempo, utilizam um modo de autodescoberta para localizarem outros dispositivos. Esse padrão foi inicialmente desenvolvido para redes de baixo custo e baixo consumo de energia, tendo em vista uma *Wireless Personal Area Network* (WPAN) (FLORIDO, 2008; POSLAND, 2009; BLUETOOTH, 2012).

Os dispositivos Bluetooth tendem a formar pequenas redes *ad hoc* por meio de conexões ponto-a-ponto ou ponto-multiponto. Se a conexão realizada for ponto-a-

ponto, o canal físico é compartilhado entre os dois dispositivos Bluetooth, com um assumindo o papel de mestre e o outro assumindo o papel de escravo. Se a conexão realizada for ponto-multiponto, o canal físico é compartilhado entre os vários dispositivos Bluetooth, com um assumindo o papel de mestre e os demais assumindo os de escravos. Dois ou mais dispositivos compartilhando o mesmo canal formam uma *piconet*, reproduzida na Figura 3.3 (a) e na Figura 3.3 (b) (BLUETOOTH, 2012).

Uma *piconet* pode suportar até oito dispositivos, um mestre e sete escravos. Entretanto, um número maior de escravos pode ser ativado por meio de uma comunicação entre *piconets*, formando uma *scatternet*, ilustrada na Figura 3.3 (c). Cada *piconet* tem apenas um único mestre, mas um dispositivo mestre de uma *piconet* poderá atuar como escravo em outra *piconet* e os dispositivos escravos podem participar de diferentes *piconets* (BLUETOOTH, 2012).

Numa rede Bluetooth, o dispositivo mestre tem a função de regular a transmissão de dados pela rede e controlar a sincronização entre os dispositivos (POSLAND, 2009). A Figura 3.3 ilustra a formação de *piconets* e de uma *scatternet*.

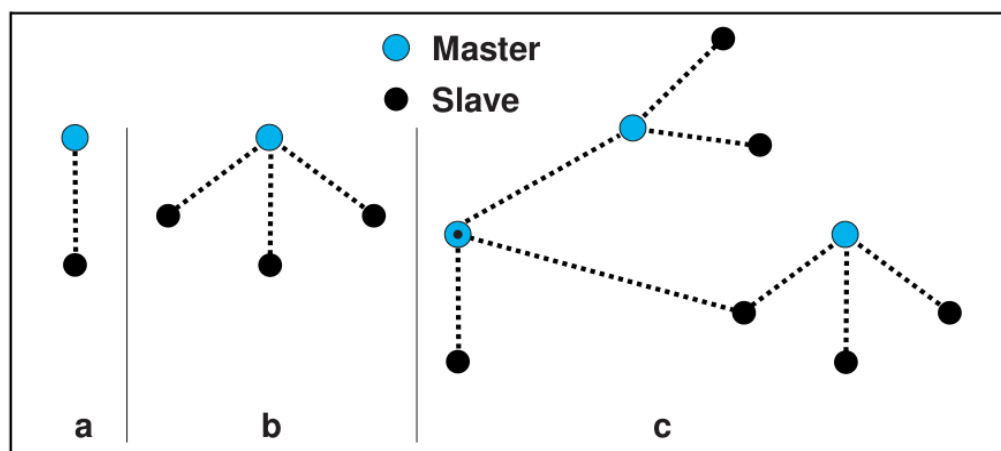


Figura 3.3 - *Piconets* com um simples escravo (a), com vários escravos (b) e uma *scatternet* (c) (BLUETOOTH, 2012).

A tecnologia de rede Bluetooth é uma das tecnologias de comunicação sem fio mais empregadas na construção de sistemas ou ambientes ubíquos. Essa popularização é resultado do custo de implantação reduzido e do baixo consumo de energia dessa tecnologia se comparada ao Wi-Fi e 3G.



### 3.3.4 ZigBee

A tecnologia ZigBee é baseada no padrão IEEE 802.15.4, que opera nas bandas de rádio 868 MHz na Europa, 915 MHz nos Estados Unidos e 2.4 GHz para transmissão sem restrições em todo o mundo. Esse padrão foi desenvolvido com foco em aplicações que requerem baixa taxa de dados e baixo consumo de energia. Alguns dispositivos sensores, com módulos de Rádio Frequência (RF) ZigBee, podem perdurar por longos períodos de funcionamento sem a necessidade de substituição da bateria, uma vez que o baixo consumo dessa tecnologia possibilita uma autonomia de energia que pode chegar a anos (POSLAND, 2009).

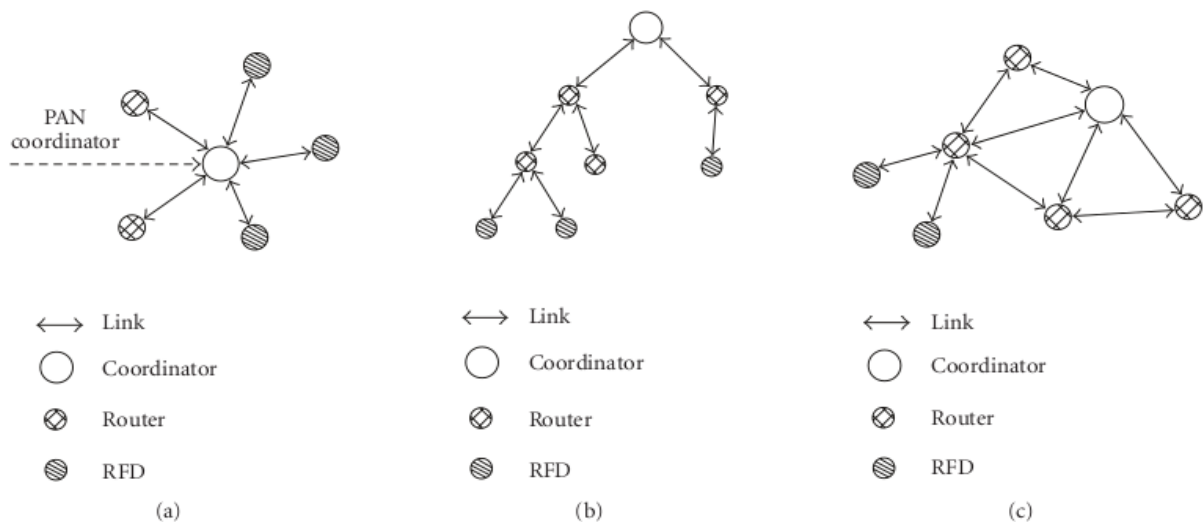
Na tecnologia ZigBee, os dispositivos que implementam todas as funcionalidades do IEEE 802.15.4 formam uma classe de dispositivos capaz de desempenhar funções, tais como coordenação e/ou roteamento de rede. Esses dispositivos são conhecidos como *Full Function Device* (FFD) e demandam um consumo maior de energia por possuírem um *hardware* mais complexo. Além dos FFDs, o ZigBee dispõe de uma segunda classe que é formada por dispositivos que possuem uma quantidade extremamente reduzida de memória e que implementam somente algumas das funcionalidades do IEEE 802.15.4. Essa classe é conhecida como *Reduce Function Device* (RFD) e seus dispositivos estão limitados à capacidade de adquirir e enviar dados para um dispositivo FFD.

Ao reunir um conjunto de dispositivos dessas duas classes forma-se uma rede de comunicação sem fio ZigBee, que de acordo com a especificação (ZIGBEE, 2012) poderá ser constituída pelos seguintes nós:

- **ZigBee Coordinator (ZC):** é o nó raiz da rede, que possui as responsabilidades de inicialização, endereçamento e manutenção da rede. O ZC pode coletar dados de sensores e construir uma ponte com outras redes ZigBee;
- **ZigBee Router (ZR):** é um nó da rede que atua como roteador intermediário entre os demais nós, sem a presença de um ZC. Este pode gerenciar tabelas de roteamento e, quando solicitado, coletar dados de um sensor. A principal diferença entre um ZC e um ZR é que esse último não pode criar novas redes ZigBee;

- **ZigBee End Device (ZED):** é um nó terminal da rede ZigBee que consome pouquíssima energia. O ZED não troca dados com outros dispositivos ZED.

A camada de rede do padrão ZigBee dá suporte às topologias estrela, árvore e malha, as quais estão ilustradas na Figura 3.4.



**Figura 3.4 - Topologias das redes ZigBee: estrela (a), árvore (b) e malha (c) (FERRARI *et al.*, 2007).**

Na rede do tipo estrela existe um ou mais nós ZED ou ZR conectados diretamente a um ZC, sendo que as mensagens são enviadas somente para o coordenador da rede. Na rede do tipo árvore há a presença de um ZC que atua como raiz da rede e de um ou mais ZR e ZED. Os ZEDs poderão estar somente nas folhas da arquitetura, enquanto os ZR podem atuar como folhas ou intermediar a comunicação de um ZC com um ZED. Na rede do tipo malha os ZCs e ZRs estão conectados numa espécie de grafo para facilitar rotas alternativas para a transmissão de mensagens pela rede (FERRARI *et al.*, 2007).

A tecnologia de comunicação sem fio ZigBee é muito utilizada por sistemas e/ou ambientes ubíquos que empregam redes de sensores para a aquisição automática de dados. Essa tecnologia tem se mostrado como uma alternativa ao Bluetooth, pois o consumo de energia dessas redes é menor e o alcance de transmissão do ZigBee é superior.

### 3.4 Redes de Sensores Sem Fio (RSSFs)

A tecnologia de sensores desempenha um papel fundamental para a percepção de situações, tais como medir parâmetros críticos de um determinado ambiente, de máquinas e até mesmo de um ser humano. Os sensores são pequenos dispositivos que coletam valores de uma determinada qualidade física, química, elétrica ou ótica, produzindo uma saída que é uma medida dessa qualidade. Um sensor simples tem pelo menos um elemento sensível e um transdutor, sendo este último responsável pela conversão da qualidade medida para um sinal representativo (USA, 2007).

Esses dispositivos podem ser encontrados de forma isolada, na forma de um elemento básico sensível, ou acoplados a um chip de circuitos integrados, formando um elemento computacional com capacidade sensível, de processamento, armazenamento e comunicação. Esses últimos são denominados de **nodos** ou “sensores inteligentes” e constituem a unidade básica de uma RSSF (LOUREIRO *et al.*, 2003). Os **nodos** possuem uma pequena bateria capaz de fornecer energia para todo o circuito. Em (LOUREIRO *et al.*, 2003) uma RSSF é definida como uma rede formada por um conjunto de **nodos** distribuídos, que se organizam por meio de mecanismos de autoconfiguração e adaptação e que são capazes de executar tarefas de forma autônoma. Cada **nodo** de uma RSSF poderá conter um conjunto de sensores (e.g., aceleração, temperatura, luminosidade e pressão) que proveem indicadores de movimentação, posição, níveis de ruído, iluminação etc..

A formação de uma RSSF acontece a partir de uma organização em modo *ad hoc* dos **nodos** presentes em um mesmo ambiente ou presentes em uma área cuja distância entre os mesmos possibilite uma comunicação. Como essas redes são construídas de forma autônoma, num ambiente distribuído e altamente dinâmico, implementar e manter a comunicação entre os dispositivos de sensoriamento não é uma tarefa trivial e qualquer tecnologia de rede que não seja sem fio torna-se inviável. Para atender a tais necessidades, existem várias tecnologias de comunicação que oferecem possibilidades de interconexão de dispositivos usando meios não guiados e, quando se trata de sensores, essas redes precisam proporcionar o mínimo consumo de energia possível. Foi com esse propósito que

surgiram tecnologias de redes sem fio, tais como Bluetooth e ZigBee, apresentadas na seção 3.3.3 e 3.3.4 respectivamente (RUIZ, 2003).

São inúmeros os domínios de aplicação das RSSFs, destacando-se: controle de processos na indústria; veículos; segurança residencial e comercial; controle de tráfego em rodovias; detecção de falhas na aviação; monitoramento de cargas perigosas; e medicina. Na medicina as RSSFs vêm sendo empregadas com grande sucesso no monitoramento da saúde de pacientes.

### 3.4.1 Redes de Sensores do Corpo Humano (RSCHs)

As RSCHs (em inglês, *Body Sensor Network*, *Body Area Sensor Network* ou *Wireless Body Area Network*) representam um domínio específico de aplicação para as RSSFs, onde estas são projetadas para o monitoramento do corpo humano. Monitorar os dados fisiológicos de uma pessoa, ou até mesmo os seus hábitos comportamentais, é uma forma eficiente de identificar anormalidades no estado de saúde da mesma e de detectar, antecipadamente, a ocorrência de certas doenças. Com esse controle, medidas intervencionistas poderão ser tomadas a tempo e os custos de internações poderão ser reduzidos, tornando as RSCHs uma solução com grande potencial econômico, não só para o sistema de saúde, mas também para a sociedade em geral (LYMBERIS; DITTMAR, 2007; BARBOSA, 2008).

Assim como as RSSFs, as RSCHs são projetadas para funcionarem de forma autônoma, ou seja, devem ser capazes de corrigir eventuais falhas, tomar decisões e desempenhar ações solicitadas por meio de uma aplicação, mesmo sem a intervenção do usuário. Embora deva agir de forma autônoma, uma RSCH deverá sempre oferecer mecanismos de controle para o usuário, seja este um paciente ou um profissional de saúde (BALDUS *et al.*, 2004; BARBOSA, 2008).

De acordo com (YANG, 2006), as RSCHs devem possuir alguns requisitos específicos, quando comparadas às redes de sensores de propósito geral:

- prover um alto nível de segurança, para assegurar a confidencialidade dos dados transmitidos pela rede sem fio;
- oferecer biocompatibilidade;
- utilizar mecanismos para a verificação de falhas e que assegurem a Qualidade de Serviço (QoS) para minimizar a perda de dados;
- possuir capacidade de reconhecimento do contexto;

- cumprir sua função utilizando um número menor de nós sensores; e
- controlar a maior sensibilidade a ruídos devido à movimentação do corpo humano.

Os dispositivos sensíveis para o monitoramento do corpo humano podem realizar a medição de um único parâmetro fisiológico ou capturar um conjunto destes ao mesmo tempo. Alguns exemplos de sensores usados para aquisição de sinais fisiológicos são: EletroCardioGrama (ECG), EletroMioGrama (EMG), EletroEncefaloGrama (EEG), Temperatura Cutânea (TC), Pressão Arterial (PA), Oxímetro, Oxímetro de Pulso (OP) e Sensor de Respiração (SR). Os tipos e o número de sensores fisiológicos presentes em uma RSCH variam de acordo com o propósito da aplicação.

Para tornar o monitoramento cada vez menos invasivo, tais dispositivos começaram a ser acoplados em peças de roupas e acessórios (e.g., anel, brinco, pulseira, relógio), tornando os sensores mais “imperceptíveis” aos seus usuários. Essa evolução deu origem a uma arquitetura conhecida como *Wearable Computing* (WC), a qual é capaz de coletar informações fisiológicas de um indivíduo de forma bastante discreta (BARBOSA, 2008; BONATO, 2010). A Figura 3.5 ilustra um cenário de uso das RSCHs.

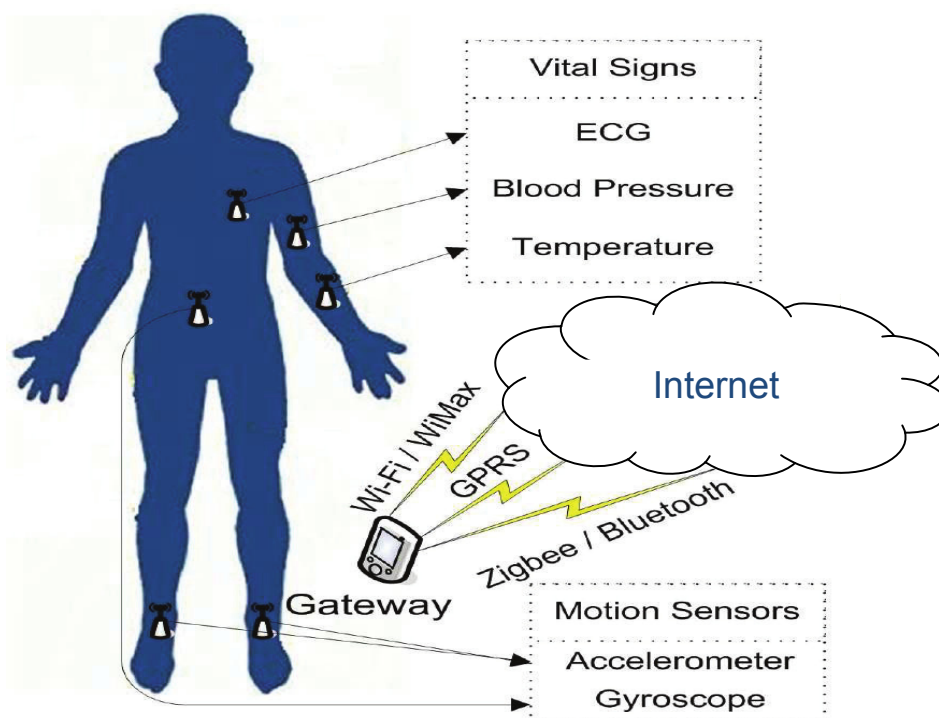


Figura 3.5 - Cenário de uso das RSCHs. Adaptado de (SAEED et al., 2009)

Conforme observado na Figura 3.5, o conjunto de sensores presentes na RSCH envia os dados fisiológicos a um elemento conhecido como *gateway* móvel, que é portado pelo usuário e cuja responsabilidade é gerenciar a RSCH e encaminhar os dados adquiridos para aplicações específicas na Internet.

### 3.5 Computação Ubíqua e o Cuidado de Saúde

O potencial de aplicação da Computação Ubíqua pode ser observado em diversos domínios, mas um que tem recebido uma atenção especial dos pesquisadores é a medicina, já que a Computação Ubíqua pode prover uma infraestrutura altamente dinâmica para suportar aplicações com foco no Cuidado de Saúde. Ao usar as tecnologias da Computação Ubíqua nesse domínio, torna-se possível, por exemplo, monitorar pacientes mesmo que estes estejam fora de hospitais ou de clínicas especializadas.

Integrada ao Cuidado de Saúde, a Computação Ubíqua já possibilitou o surgimento de modelos, tais como o Cuidado de Saúde Distribuído, o Cuidado de Saúde Móvel e o Cuidado de Saúde Pervasivo, permitindo aos profissionais de saúde o monitoramento e o gerenciamento remoto de informações de seus pacientes (BARDRAM; MIHAILIDIS; WAN, 2006; VARSHNEY, 2009; PERHEALTH, 2011). O uso de tecnologias ubíquas, especificamente das RSCHs, para a construção de sistemas de monitoramento multiparamétricos e não obstrutivos, além de trazer contribuições para a prevenção e detecção antecipada de enfermidades, pode proporcionar uma melhora na qualidade de vida dos pacientes, visto que estes poderão ser assistidos em suas próprias residências (HAYES *et al.* 2007; YANG *et al.*, 2010; KULKARNI; OZTURK, 2011; PERHEALTH, 2011).

Os sistemas ubíquos e/ou pervasivos de monitoramento, que auxiliam no Cuidado de Saúde, têm sido empregados em diversas áreas dentro desse domínio: no acompanhamento de idosos; no monitoramento de pacientes crônicos; no monitoramento de indivíduos em reabilitação ou em pós-operatório; no condicionamento físico de atletas; e no monitoramento de pessoas com condições especiais que necessitam de acompanhamento constante (HO; CHEN, 2009; PANTELOPOULOS; BOURBAKIS, 2010).

### **3.6 Considerações Finais**

Este capítulo apresentou um levantamento bibliográfico sobre Computação Ubíqua, mostrando os conceitos envolvidos, tecnologias e os benefícios que esse paradigma computacional pode proporcionar ao Cuidado de Saúde. Foram citados alguns estudos que apresentam e categorizam os principais dispositivos da Computação Ubíqua, assim como as tecnologias de comunicação sem fio que são empregadas pelos mesmos. Foi apresentado um enfoque sobre as redes de sensores sem fio, suas principais aplicações e sua relação com o Cuidado de Saúde.

Na sequência desse capítulo serão mostrados alguns exemplos de aplicações que foram desenvolvidas usando as tecnologias da Computação Ubíqua e que estão inseridas no mesmo contexto do projeto aqui apresentado.

# Capítulo 4

## TRABALHOS CORRELATOS

---

*Este capítulo apresenta um levantamento bibliográfico relativo a trabalhos desenvolvidos visando a integração de tecnologias da Computação Ubíqua e o Cuidado de Saúde. Os trabalhos citados neste capítulo estão relacionados a este projeto de mestrado tanto pelas tecnologias empregadas quanto pelo domínio de aplicação.*

### 4.1 Considerações Iniciais

Com o surgimento da Computação Ubíqua e o seu emprego na telemedicina, os modelos de Cuidado de Saúde deixaram de ser centralizados para tornarem-se distribuídos. Tornar o Cuidado de Saúde distribuído trouxe consideráveis benefícios, tanto para os sistemas de saúde quanto para os pacientes, uma vez que assegura uma assistência médica mais eficiente (MENEZES *et al.*, 2010). Assim como os trabalhos apresentados neste capítulo, este projeto de mestrado está inserido no contexto do Cuidado de Saúde e compartilha do objetivo de oferecer uma solução computacional dinâmica visando a melhoria do monitoramento da saúde.

Para discutir sobre os trabalhos correlatos, o capítulo 4 foi organizado da seguinte forma: a seção 4.2 apresenta os principais trabalhos encontrados na literatura para o monitoramento da saúde; a seção 4.3 faz uma análise comparativa entre os trabalhos correlatos e o trabalho aqui desenvolvido; e a seção 4.4 tece algumas considerações finais.



## 4.2 Ambientes de Computação Ubíqua para o Monitoramento da Saúde

Nesta seção serão apresentados alguns trabalhos desenvolvidos para o monitoramento da saúde e que fazem uso de tecnologias da Computação Ubíqua. Como critério de seleção, foram relacionados os trabalhos publicados entre 2009 e 2011 e que mais se aproximaram da proposta deste projeto de mestrado. Os principais trabalhos encontrados foram:

- a) *Mobile Patient Healthcare And Sensor Information System (mPHASiS)* (KULKARNI e OZTURK, 2011). O objetivo desse trabalho foi desenvolver um sistema computacional para a monitoração de sinais vitais de pacientes internados usando sensores, tais como PA, ECG e saturação de oxigênio no sangue (SPO2). O mPHASiS oferece a possibilidade de acesso remoto aos dados do monitoramento e implementa mecanismos de alerta para que os profissionais de saúde sejam notificados sobre adversidades nos sinais fisiológicos de seus pacientes. Adicionalmente, o sistema possui um módulo que foi desenvolvido baseado no conceito de *plug-in*<sup>2</sup> que, via Webservices, é capaz de prover recursos a um Sistema de Informação Hospitalar (SIH), ampliando as funcionalidades destes;
- b) *A Portable Handheld Exercise Monitoring, Tracking and Recommendation System (ExerTrek)* (HO; CHEN, 2009). O objetivo desse trabalho foi desenvolver um sistema de monitoramento cardíaco pessoal, capaz de auxiliar na prática de exercícios físicos. O ExerTrek ajuda o indivíduo a se adaptar e a aumentar gradativamente a duração dos exercícios com base em dados cardíacos monitorados por sensores ECG. Esse sistema poderá ser configurado para enviar mensagens de alerta aos usuários, via um dispositivo móvel (e.g., celular e *smartphone*), garantindo o máximo de benefício da prática esportiva sem que estes ultrapassem seus limites físicos. Em situações críticas, o Exertrek também poderá notificar profissionais de saúde.

---

<sup>2</sup> Segundo a definição do *The American Heritage® Dictionary*, um *plug-in* pode ser entendido como um módulo de *software* usado para estender as funcionalidades de uma aplicação já existente.

- c) *A Wireless Body Sensor Network for the Prevention and Management of Asthma* (SETO *et al.*, 2009). O objetivo desse trabalho foi desenvolver uma aplicação, usando a plataforma de código aberto DexterNet (KURYLOSKI *et al.*, 2009), para o monitoramento de atividade física e avaliação dos riscos de uma exposição acumulativa em ambientes poluídos. Esse trabalho faz parte de uma solução mais abrangente para o gerenciamento da asma, a qual visa reduzir o potencial de morbidade dessa doença. O sistema proposto é constituído por sensores de movimento (ACC e giroscópio), localização (GPS) e poluição do ar (medidor de partículas), que enviam os dados a um *tablet* via rede ZigBee. Uma vez armazenados no *tablet*, os dados são encaminhados periodicamente para um Webservice, que foi implementado para dar suporte a outras aplicações de propósito específico. Este sistema é capaz de identificar correlações entre as práticas de atividade física e as condições ambientais que intensificam os sintomas da asma.
- d) *A Vital Signs Monitoring System based in Spatially Distributed ZigBee Networks (HM4All)* (LÓPEZ *et al.*, 2010). O objetivo desse trabalho foi desenvolver um ambiente para o monitoramento remoto de sinais vitais de pacientes empregando sensores ECG, SpO2 e de TC. O HM4All possibilita a pacientes que estão em estado de recuperação clínica ficarem em suas residências e serem assistidos a distância por profissionais de saúde. A mobilidade desse sistema é proporcionada através do uso de um dispositivo de processamento local (e.g., *smartphone* e PDA), que recebe os sinais dos sensores via ZigBee e os reenvia a um servidor de dados remoto usando redes Wi-Fi.
- e) *A WBAN-based monitoring application system (WBAN mass)* (JOBS *et al.*, 2009). O objetivo desse trabalho foi desenvolver um sistema para o monitoramento contínuo de atividade física via Internet. O protótipo desenvolvido emprega uma RSCH composta por sensores de ACC e de TC, e faz uso de um minicomputador customizado (i.e., uma placa de circuito integrado com um microcontrolador, um SO compacto e interfaces de comunicação sem fio) para processar os dados recebidos dos sensores. Esse minicomputador também atua como *gateway* do sistema. O WBAN mass usa redes ZigBee para a comunicação entre o gateway e a

RSCH, e redes GPRS para enviar os dados do *gateway* para um servidor de dados remoto. Esse sistema está apto para monitorar pacientes em processo de reabilitação física e monitorar o treinamento de soldados e atletas.

- f) *A Mobile Healthcare Management System for the Caribbean Region (MediNet)* (MOHAN, 2009). O objetivo desse trabalho foi desenvolver um sistema móvel de Cuidado de Saúde para o gerenciamento de algumas DCNTs, tais como diabetes e doenças cardiovasculares, na região do Caribe. O MediNet permite que os pacientes registrem os níveis de glicose no sangue e a pressão arterial num aparelho celular que, posteriormente, envia esses dados para um servidor web remoto. A partir do servidor web, os profissionais de saúde podem realizar consultas dos dados fisiológicos mantidos pelo sistema, avaliar e orientar os seus pacientes.
- g) *A Wearable Vital Signs Monitoring System for Pervasive Healthcare* (XU et al., 2010). O objetivo desse trabalho foi desenvolver um sistema de baixo custo para monitorar, em tempo real, sinais vitais de pacientes. Esse sistema faz uso de um dispositivo móvel (e.g., celular e *smartphone*) que, via Bluetooth, coleta dados fisiológicos dos pacientes através de sensores ECG e *Photoplethysmogram* (PPG). Os dados fisiológicos coletados podem ser visualizados, em tempo real, no próprio dispositivo móvel usado pelo paciente e são capazes de auxiliar os profissionais de saúde nos diagnósticos de doenças cardíacas.
- h) *A Combined sEMG and Accelerometer System for Monitoring Functional Activity in Stroke* (ROY et al., 2009). O objetivo desse trabalho foi desenvolver um sistema de monitoramento remoto de pacientes usando RSCH. Tal sistema combina sensores de Eletromiografia de Superfície (sEMG) e ACC para acompanhar as atividades cotidianas de pacientes acometidos de Acidente Vascular Cerebral (AVC) e que tiveram suas funções motoras comprometidas. Ao empregar técnicas de redes neurais e lógica fuzzy, o sistema permite a detecção automática de atividades, tais como escovar os dentes, pentear os cabelos e preparar alimentos, assim como a detecção de quedas e lesões, que podem agravar o estado clínico desses pacientes ou até mesmo levá-los à morte.

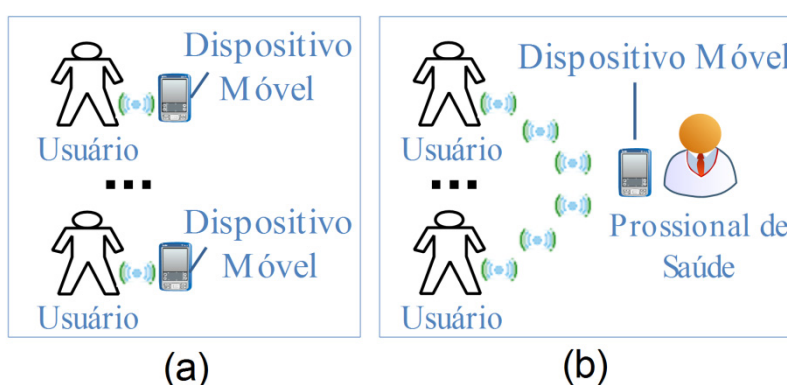
- i) *Implementation of a Physical Activity Monitoring System for the Elderly People with Built-in Vital Sign and Fall Detection* (DINH *et al.*, 2009). O objetivo desse trabalho foi desenvolver um sistema para o monitoramento de atividade física de pacientes idosos usando uma RSCH composta pelos sensores ACC, giroscópio e de batimentos cardíacos. Os dados coletados são enviados a um *notebook* local via redes ZigBee, processados, armazenados e, quando solicitados, reenviados para uma rede remota de monitoramento. Esse sistema implementa algoritmos de detecção de quedas os quais, ao identificar tais ocorrências, enviam mensagens de alertas ao profissional de saúde responsável ou aos familiares do paciente.
- j) Um Sistema de Informação de Atividade Física (SIAF) (PORTOCARRERO *et al.*, 2010a). O objetivo desse trabalho foi desenvolver um SI para o registro, tratamento e avaliação de dados relativos às atividades físicas da população do município de São Carlos-SP. O SIAF oferece funcionalidades para o gerenciamento de UBSs/USFs, de GAFs, de participantes e profissionais de saúde dos GAFs, e de sessões de atividade física. Esse sistema possibilita também a geração de indicadores de saúde e desempenho, tais como Índice de Massa Corporal (IMC), Adesão, Aderência, que são capazes de apoiar e direcionar o planejamento de políticas públicas de promoção de atividade física para essa população.

### 4.3 Análise Comparativa

Nas abordagens dos trabalhos relacionados apresentados, que empregam tecnologias ubíquas, cada indivíduo monitorado necessita portar um conjunto de sensores e um dispositivo móvel, que é responsável pela coleta de dados do sensoriamento. Essa abordagem um-para-um, projetada para o monitoramento individual, torna-se custosa se empregada num monitoramento coletivo.

Tendo em vista o cenário de uso do ACUMAAF, onde as atividades físicas são realizadas em grupo e sempre acompanhadas por um profissional de saúde, a

abordagem um-para-um, representada na Figura 4.1(a), foi substituída pela abordagem um-para-muitos, representada na Figura 4.1(b), onde é o profissional de saúde que porta o dispositivo móvel. Além da vantagem econômica, já que um único dispositivo é empregado para monitorar vários indivíduos, essa nova abordagem traz os seguintes benefícios: o monitoramento torna-se menos intrusivo, visto que os participantes só precisam portar os sensores; o gerenciamento dos sensores pode ser realizado de forma centralizada; e a comunicação entre o dispositivo móvel e o servidor é facilitada.



**Figura 4.1 - Abordagens um-para-um (a) e um-para-muitos (b)**

Além da abordagem um-para-muitos empregada no ACUMAAF, esse ambiente também se diferencia dos trabalhos correlatos apresentados porque foi explicitamente concebido para apoiar as ações de intervenções com foco na prevenção de DCNTs, via a promoção de atividade física. Conforme relatado nos capítulos anteriores, atuar na prevenção dessas doenças pode reduzir consideravelmente os seus impactos, sejam relacionados à qualidade de vida da população ou aos gastos públicos necessários para os tratamentos dos pacientes acometidos por essas doenças (WHO, 2010a).

As características específicas do ACUMAAF e as demais também observadas nos trabalhos relacionados são elencadas de forma resumida na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Análise comparativa do projeto ACUMAAF com os trabalhos correlatos.

Características	Trabalhos correlatos										ACUMAAF
	a)	b)	c)	d)	e)	f)	g)	h)	i)	j)	
1. Emprega dispositivo móvel	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
2. Emprega sensores	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S	S
3. Emprega tecnologia de comunicação sem fio ZigBee	S	N	N	S	S	S	N	N	N	S	S
4. Emprega tecnologia de comunicação sem fio Bluetooth	N	S	S	N	N	N	N	S	N	N	N
5. Provê mobilidade durante o monitoramento	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
6. Prove monitoramento remoto	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
7. Possui foco na prevenção de DCNTs	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	S
8. Possui foco no monitoramento hospitalar	S	N	N	N	N	N	N	S	N	N	N
9. Possui foco no monitoramento de atividade física	N	N	S	S	N	S	N	N	S	S	S
10. Projetado para prover um monitoramento coletivo	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	S

Legenda: **S**: Oferece a característica **N**: Não oferece a característica

#### 4.4 Considerações Finais

Este capítulo apresentou alguns trabalhos encontrados na revisão bibliográfica e que se relacionam a este projeto de mestrado porque estão inseridos no mesmo domínio de aplicação e porque fazem o uso da integração de tecnologias ubíquas para aprimorarem o Cuidado de Saúde.

O trabalho proposto nessa dissertação incorpora algumas características dos trabalhos correlatos e, ao mesmo tempo, adiciona suas próprias contribuições. Ao estudar o cenário de aplicação do ACUMAAF, surgiu a necessidade de adequação e evolução das abordagens propostas nos trabalhos existentes, de forma que o monitoramento da atividade física realizado pelas UBSs e USFs pudesse ter suas

especificidades consideradas. O ambiente construído, como resultado dessa adequação, será apresentado no capítulo a seguir.

# Capítulo 5

## AMBIENTE DE COMPUTAÇÃO UBÍQUA PARA O MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DE ATIVIDADE FÍSICA

---

*Este capítulo descreve o projeto ACUMAAF. Ao longo das próximas seções serão apresentados os módulos desse ambiente e as funcionalidades disponibilizadas pelos mesmos para o monitoramento de atividade física.*

### 5.1 Considerações Iniciais

O ACUMAAF está apto a operar tanto em ambientes internos, tais como quadras poliesportivas cobertas e salões recreativos, quanto em ambientes externos, tais como pistas de caminhada, quadras e pátios abertos. Apesar de estar direcionado ao município de São Carlos-SP, o ACUMAAF poderá ser estendido a diversos municípios do Brasil. Esse ambiente é composto por três módulos: **Rede de Sensor do Corpo Humano (RSCH)**; **Servidor de Monitoramento Coletivo (SMC)**; e o **Sistema de Informação de Atividade Física (SIAF)**. A Figura 5.1 apresenta o diagrama funcional com os módulos do ACUMAAF.

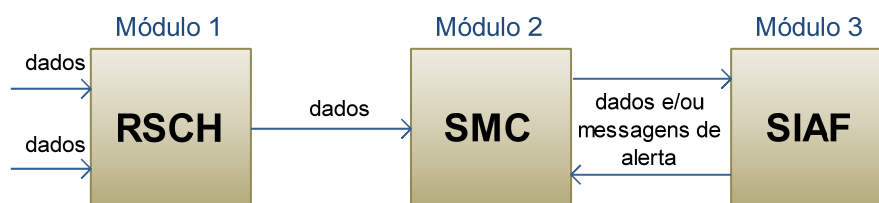


Figura 5.1 - Diagrama funcional do ACUMAAF



A interação entre os módulos ilustrados na Figura 5.1 pode ser enquadrada nas seguintes fases: na primeira, os sensores são colocados nos participantes para a formação das **RSCHs**; na segunda, o **SMC** identifica todas as **RSCHs** ativas e inicia a comunicação com essas para a coleta, a análise e o envio dos dados para o **SIAF**; e na terceira, o **SIAF** realiza a persistência dos dados obtidos nas sessões de atividade física e os disponibilizam para a visualização. Uma vez identificadas condições críticas de saúde que ofereçam riscos ao participante, mensagens de alerta poderão ser emitidas tanto pelo **SMC** quanto pelo **SIAF**. A Figura 5.2 apresenta uma visão geral do cenário de uso do ACUMAAF e a disposição de seus módulos.

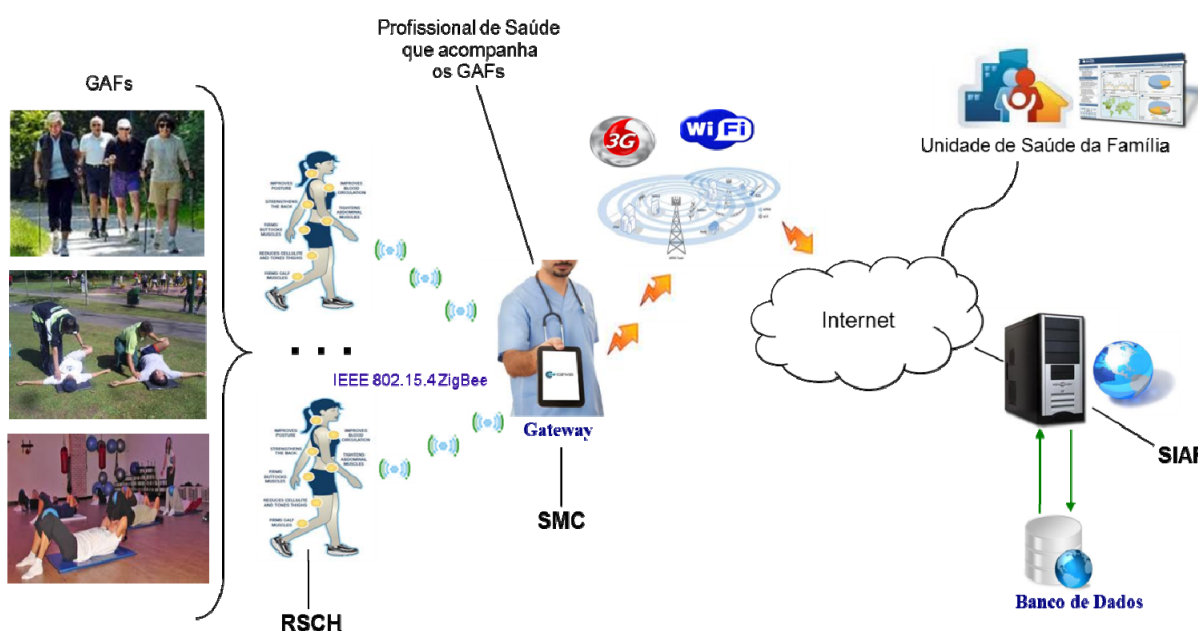


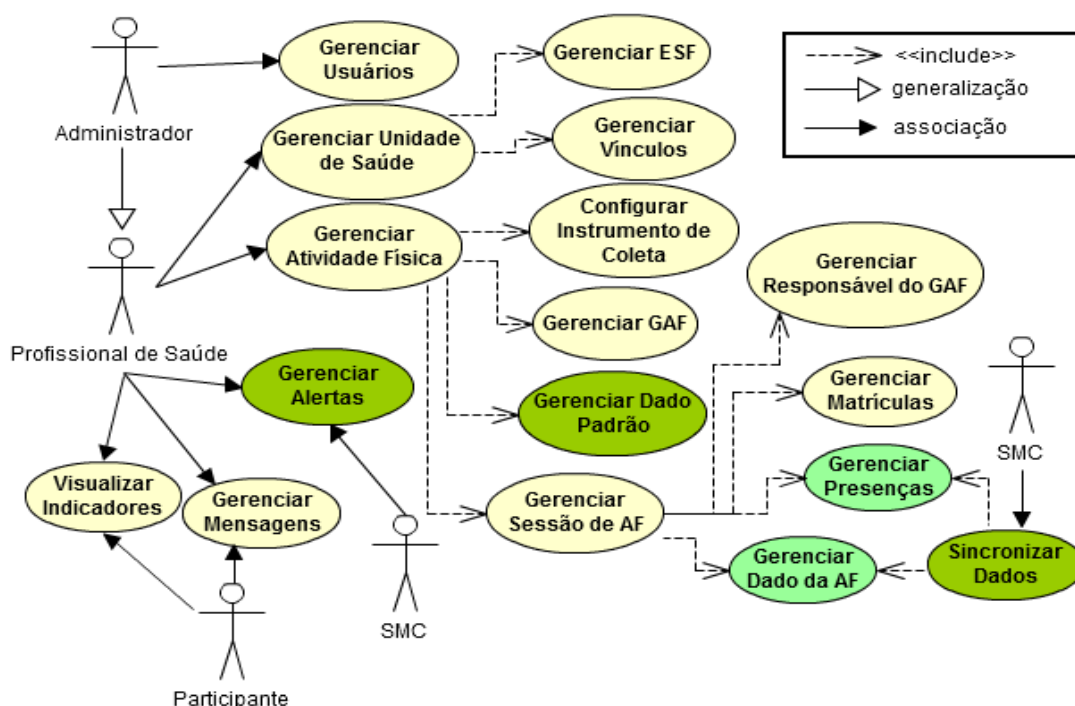
Figura 5.2 - Cenário de uso do ACUMAAF

A descrição detalhada de cada um dos módulos do ACUMAAF será apresentada ao longo deste capítulo, que está estruturado da seguinte forma: a seção 5.2 discorre sobre o SIAF e apresenta as principais modificações realizadas no trabalho desenvolvido em (POTORCARRERO *et al.*, 2010b); a seção 5.3 é dedicada ao SMC; na seção 5.4 é realizada uma apresentação do módulo RSCH; e a seção 5.5 tece algumas considerações finais.

## 5.2 SIAF

Para o gerenciamento e a persistência das informações coletadas durante as sessões de atividade física, o ACUMAAF faz uso do SIAF (PORTOCARRERO *et al.*, 2010b). Para tanto, o SIAF passou por uma série de adequações a fim de possibilitar sua comunicação com o SMC. A esse sistema foram incluídos mecanismos automatizados para habilitar o registro remoto de dados dos participantes, assim como implantadas novas interfaces de monitoramento, habilitando também avaliações imediatas desses dados registrados a distância.

O processo de automatização do SIAF ocorreu por meio da implementação de Webservices, os quais proporcionaram os seguintes benefícios: maior eficiência no registro de dados fisiológicos dos participantes, uma vez que esse procedimento pode ser realizado no próprio local em que a sessão de atividade física é desenvolvida; avaliação em tempo real e a distância das condições físicas dos participantes; e maior segurança para a saúde dos indivíduos, uma vez que mecanismos de alerta online puderam ser implantados. Na Figura 5.3 é apresentado o diagrama de casos de uso da nova versão do SIAF, aqui denominada SIAF 2.0, com as suas principais funcionalidades e atores envolvidos.



**Figura 5.3 - Diagrama de casos de uso do SIAF 2.0**

Os casos de uso que aparecem destacados na Figura 5.3 representam as funções que só estão disponíveis no SIAF 2.0 ou as funções que sofreram adequações em sua implementação, para que pudessem efetuar o processamento automático de dados. Uma breve descrição dos casos de uso presentes no SIAF 2.0 é apresentada a seguir:

- a) **Gerenciar Usuários:** representa a função responsável pelo cadastro, alteração e exclusão de usuários no sistema. Para garantir a confidencialidade das informações, o SIAF 2.0 possui três tipos de usuários envolvidos: Administrador, Profissional de Saúde e Participante. Cada um desses usuários possui o seu nível de acesso restrito a um conjunto de funcionalidades do sistema;
- b) **Gerenciar Unidade de Saúde:** representa a função responsável pelo cadastro, alteração e exclusão de unidades de saúde. Esse caso de uso inclui:
  - i. **Gerenciar ESF:** representa a função responsável pela criação, alteração e exclusão de ESFs; e
  - ii. **Gerenciar Vínculos:** representa a função responsável pelo estabelecimento e gerenciamento de vínculos de participantes ou de profissionais de saúde às USFs/UBSs.
- c) **Gerenciar Atividade Física:** representa a função responsável pela criação, atualização e exclusão da atividade física desenvolvida nos GAFs. O caso de uso Gerenciar Atividade Física inclui:
  - i. **Configurar Instrumento de Coleta:** representa a função que permite aos profissionais de saúde configurar os Instrumentos de Coleta mantidos pelo sistema;
  - ii. **Gerenciar GAF:** representa a função que permite a criação, alteração e exclusão de GAFs;
  - iii. **Gerenciar Dado Padrão:** representa a função exclusiva do SIAF 2.0 que permite ao profissional de saúde configurar os valores limites de normalidade para os dados fisiológicos dos participantes. É por meio dessa função que os mecanismos de alerta desse sistema são acionados; e

- 
- iv. **Gerenciar Sessão de AF:** representa a função na qual se cria, atualiza e encerra uma sessão de atividade física. O caso de uso Gerenciar Sessão de AF inclui:
- a. **Gerenciar Responsável do GAF:** representa a função onde são estabelecidas associações de responsabilidade entre um profissional de saúde e um determinado GAF. Essas associações são importantes para que os dados dos GAFs, mantidos pelo SIAF 2.0, sejam acessíveis somente aos seus responsáveis ou aos que possuírem permissão de acesso aos mesmos, garantindo assim a privacidade das informações;
  - b. **Gerenciar Matrículas:** o caso de uso Gerenciar Matrículas representa a função responsável pela efetivação, alteração e exclusão de matrículas de participantes nos GAFs;
  - c. **Gerenciar Presenças:** representa a função responsável pelo registro da frequência dos participantes nos GAFs. Na versão original do SIAF, essa função só permitia o registro manual da presença via interface do SIAF. Na versão 2.0 desse sistema, o registro das presenças dos participantes também poderá ser realizado, remotamente e automaticamente, via o módulo **SMC** do ACUMAAF; e
  - d. **Gerenciar Dado da AF:** representa a função responsável pelo registro e manutenção dos dados relacionados às sessões de atividade física. Assim como no caso de uso Gerenciar Presenças, no SIAF 2.0 o registro de dados dos participantes também poderá ser realizado, remotamente e automaticamente, via o módulo **SMC** do ACUMAAF.
- d) **Gerenciar Alertas:** representa a função exclusiva do SIAF 2.0 que é responsável pelas notificações de situações críticas para a saúde dos participantes e que foram identificadas com base nos dados coletados. Essas notificações são importantes para avaliar necessidades de medidas intervencionistas;

- e) **Gerenciar Mensagens:** representa a função que permite aos profissionais de saúde e participantes das sessões de atividade física comunicar-se via sistema, numa espécie de rede social interna. É possível ler, enviar e excluir mensagens;
- f) **Visualizar Indicadores:** representa a função que permite aos usuários consultar relatórios estatísticos dos dados armazenados pelo sistema; e
- g) **Sincronizar Dados:** representa a função exclusiva do SIAF 2.0 que possibilita a automatização do registro dos dados originados das sessões de atividade física. É por meio dessa função que os dados são recebidos do **SMC** ou enviados a este. O caso de uso Sincronizar Dados inclui os casos de uso Gerenciar Presenças e Gerenciar Dado da AF, descritos anteriormente.

O SIAF 2.0 foi desenvolvido de acordo com as orientações do SCRUM (KNIBERG, 2007), uma metodologia de desenvolvimento ágil de *software* que define um conjunto de interações curtas de planejamento e retrospectivas, tornando o processo de desenvolvimento muito mais iterativo e flexível.

Para auxiliar o desenvolvimento do SIAF 2.0 foi utilizada a ferramenta Eclipse *Integrated Development Environment (IDE)* (ECLIPSE, 2012), na versão 3.5. No processo de implementação desse sistema foi empregada a linguagem de programação Java, apoiando-se nos *frameworks* JavaServer Faces (JSF) (JSF, 2012) e Java Persistence API (JPA) (JPA, 2012). Para persistência das informações, foi usado o Banco de Dados PostgreSQL versão 8.2 (POSTGRESQL, 2012).

Para que as funcionalidades descritas na Figura 5.1 pudessem ser implementadas, a camada de modelo do sistema desenvolvido em (PORTOCARRERO *et al.*, 2010b) também precisou ser adequada à nova versão do SIAF. As principais modificações realizadas foram:

- inclusão de uma entidade, denominada **dadopadraosessao**, que armazena os valores limites de normalidade para os instrumentos de coleta de um participante. Essa entidade está diretamente relacionada ao mecanismo de avaliação dos dados coletados durante o monitoramento e ao mecanismo de emissão de alerta aos profissionais de saúde e participantes;

- adição de um campo booleano, denominado **sincronizado**, nas entidades: usuário; matriculausuariogrupoatividadefisica; sessão; grupoatividadefisica; e instrumentocoleta. Essa alteração teve como objetivo manter a consistência dos dados entre os módulos **SIAF** e **SMC**.

A Figura 5.4 apresenta o Modelo de dados do SIAF 2.0.

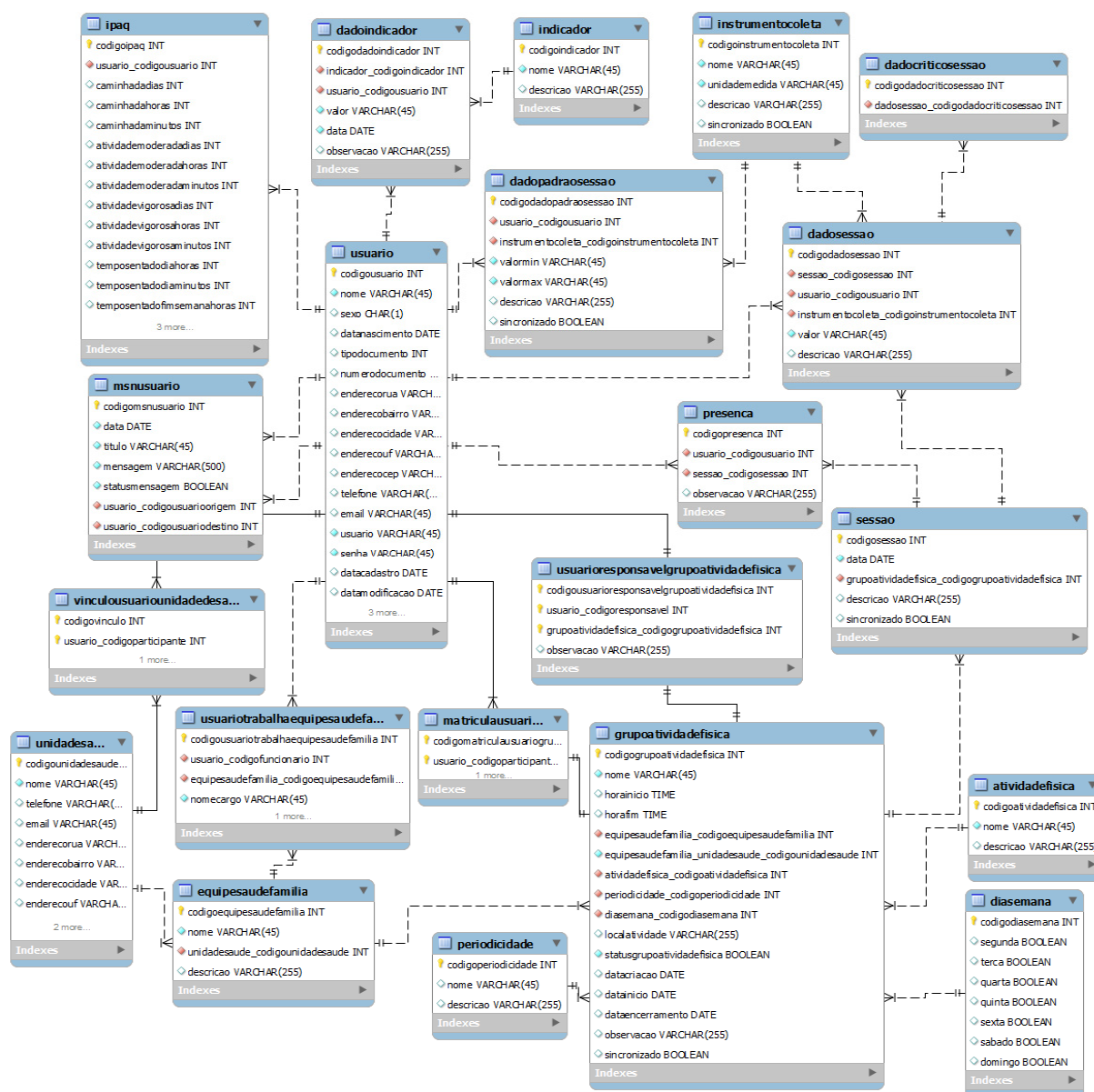


Figura 5.4 – Modelo de dados do SIAF 2.0

No trabalho desenvolvido em (PORTOCARRERO *et al.*, 2010b), as interfaces do SIAF foram construídas usando componentes visuais do projeto Woodstock (WOODSTOCK, 2011). Como esse projeto foi descontinuado pelo seu mantenedor, que na época era a Sun Microsystems, toda a camada de visão do SIAF 2.0 foi reimplementada empregando-se a suíte de componentes visuais *Primefaces*

(PRIMEFACES, 2012), que é *open source* e disponibilizada gratuitamente sob a licença Apache V2 (APACHE, 2012).

O processo de reconstrução das interfaces do SIAF foi orientado por observações feitas pelos próprios profissionais de saúde, levantadas por meio de entrevistas e por meio do uso que os mesmos fizeram da versão desenvolvida em (PORTOCARRERO *et al.*, 2010b). Os novos fluxos de navegabilidade entre as interfaces do SIAF 2.0 são apresentados na sequência.

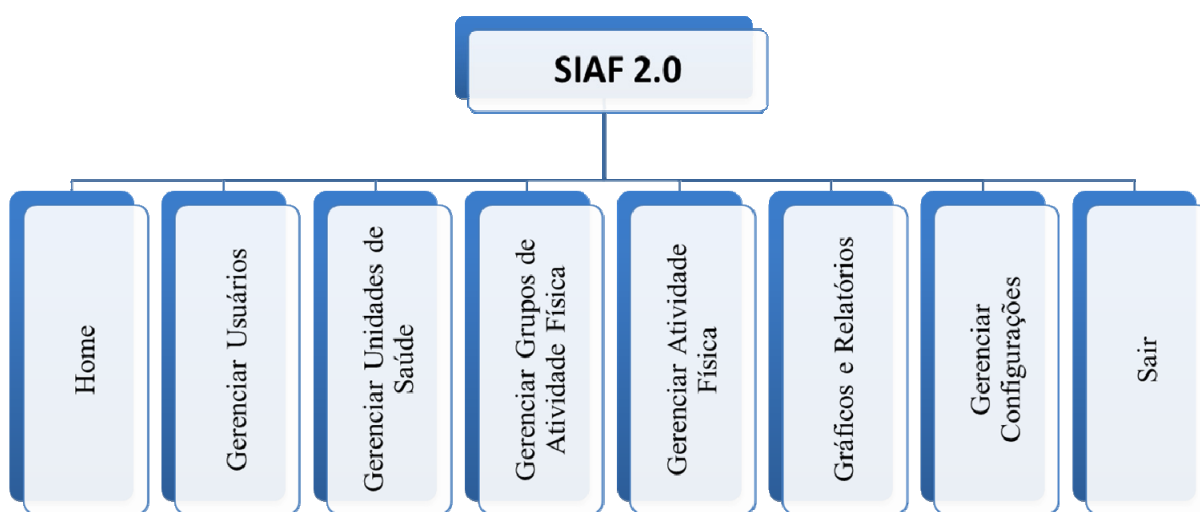


Figura 5.5 - Fluxograma do Menu Principal do SIAF 2.0

A Figura 5.5 apresenta o fluxograma do Menu Principal do SIAF 2.0, no qual são disponibilizadas oito opções: Home; Gerenciar Usuários; Gerenciar Unidades de Saúde; Gerenciar Grupos de Atividade Física; Gerenciar Atividade Física; Gráficos e Relatórios; Gerenciar Configurações; e Sair. A interface correspondente ao Menu Principal do SIAF 2.0 é apresentada na Figura 5.6.

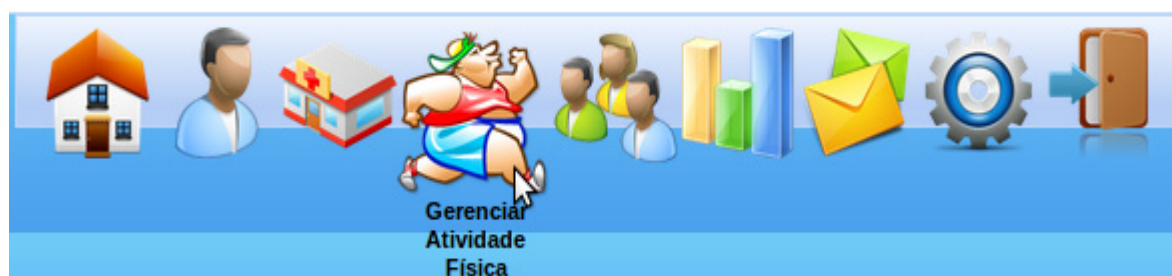


Figura 5.6 - SIAF 2.0: Menu Principal

A nova interface do Menu Principal do SIAF 2.0 é formada por ícones intuitivos, dinâmicos, sendo que a legenda, para cada um desses ícones, é apresentada quando o usuário posiciona o cursor sobre o mesmo (e.g., ao posicionar o mouse sobre a opção Gerenciar Atividade Física na Figura 5.6). O Menu Principal está posicionado na parte superior de todas as páginas disponibilizadas pelo sistema, o que garante uma maior liberdade para a navegação do usuário. A seguir serão detalhadas as opções apresentadas no fluxograma da Figura 5.5 e as suas respectivas interfaces no SIAF 2.0:

- a) **Home** direciona o usuário para a página principal do SIAF 2.0. A partir da nova versão dessa página, os profissionais de saúde podem manter uma interação com os participantes das sessões de atividade física via sistema. Dentre outras ações, os profissionais de saúde poderão: veicular notícia sobre os benefícios das atividades para a saúde dos participantes; postar fotos das sessões de atividade desenvolvidas pelos GAFs, servindo como elemento motivador para os mesmos; e publicar o calendário com as sessões de atividade física agendadas. A Figura 5.7 apresenta a interface vinculada à opção **Home** do Menu Principal:



Figura 5.7 - SIAF 2.0: página Home

- b) **Gerenciar Usuários** oferece as funcionalidades necessárias para a administração do cadastro de participantes e de profissionais de saúde envolvidos com o sistema. A fim de facilitar a navegação do usuário nas novas interfaces do SIAF 2.0, todas as ações (submenus) possíveis a



partir do Menu Principal são disponibilizadas em formato de ícones, os quais estão dispostos na parte central da tela. As Figuras 5.8 e 5.9 apresentam, respectivamente, o fluxograma da opção **Gerenciar Usuários** e a página do SIAF 2.0 correspondente a essa opção.

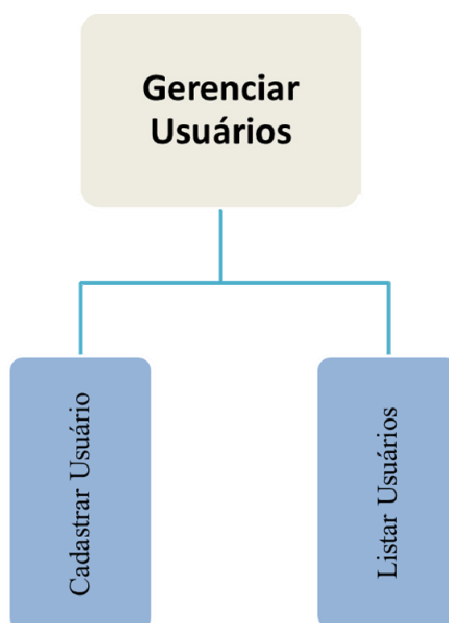


Figura 5.8 - Fluxograma da opção Gerenciar Usuários

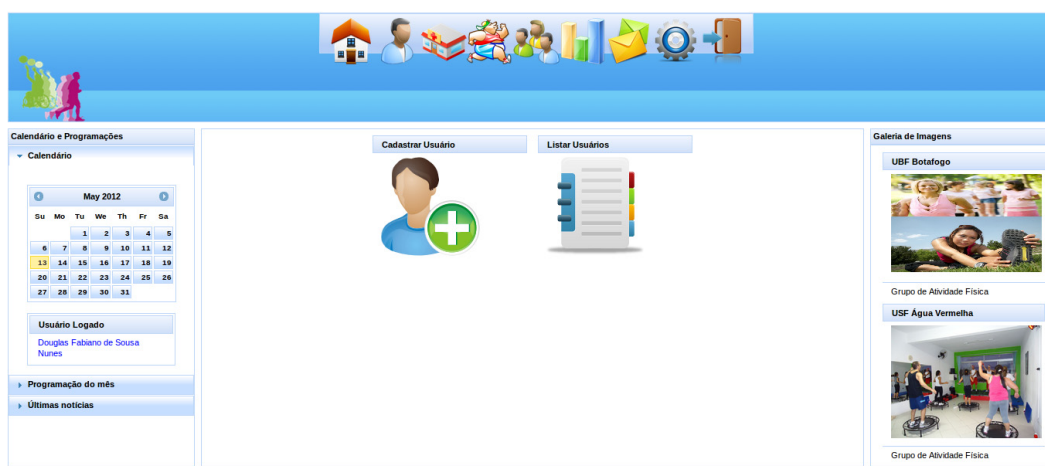


Figura 5.9 - SIAF 2.0: página Gerenciar Usuários

- c) **Gerenciar Unidades de Saúde** oferece acesso às interfaces do sistema para o gerenciamento das unidades de saúde monitoradas pelo ACUMAAF. Através dessa opção, o usuário poderá cadastrar e consultar unidades de saúde, vincular participantes e profissionais de saúde às unidades de saúde cadastradas e gerenciar as equipes de saúde da

família. O fluxograma correspondente a essa opção e a interface que a representa no SIAF 2.0 são apresentadas na Figura 5.10 e 5.11, respectivamente.

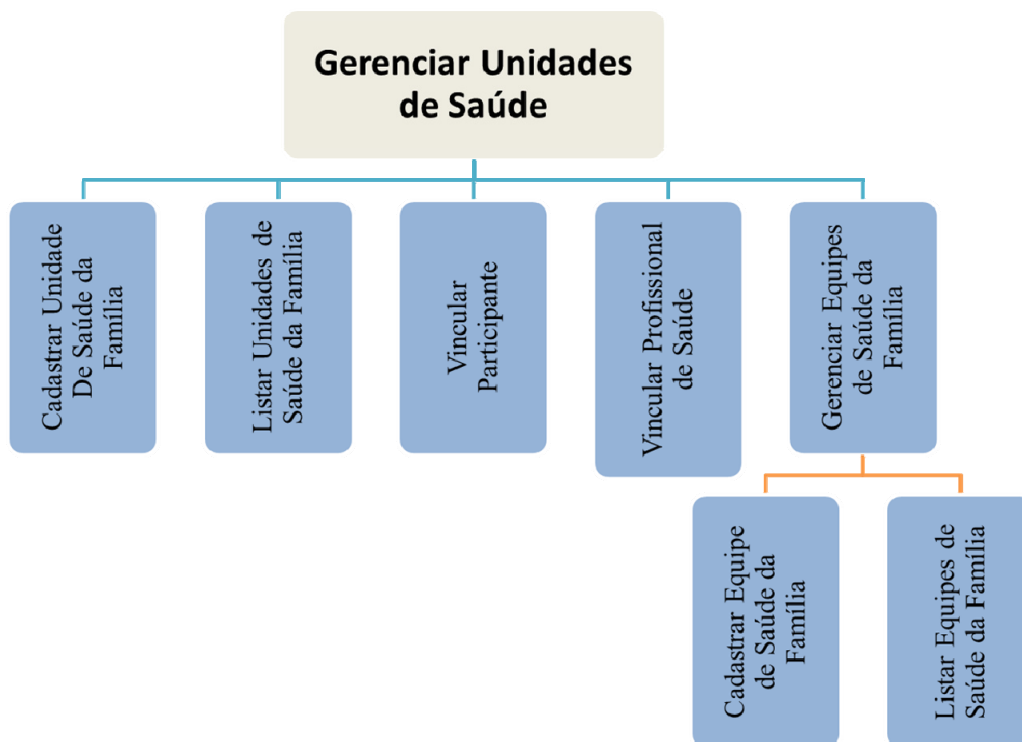


Figura 5.10 - Fluxograma da opção Gerenciar Unidades de Saúde



Figura 5.11 - SIAF 2.0: página Gerenciar Unidades de Saúde

d) **Gerenciar Atividade Física** disponibiliza acesso a um conjunto de funcionalidades do sistema, tais como o cadastro e o gerenciamento da

atividade física que será desenvolvida, o preenchimento do IPAQ<sup>3</sup> e o gerenciamento das sessões de atividade física. A Figura 5.12 e 5.13 apresentam, respectivamente, o fluxograma da opção **Gerenciar Atividade Física** e a página do SIAF 2.0 correspondente a essa opção.

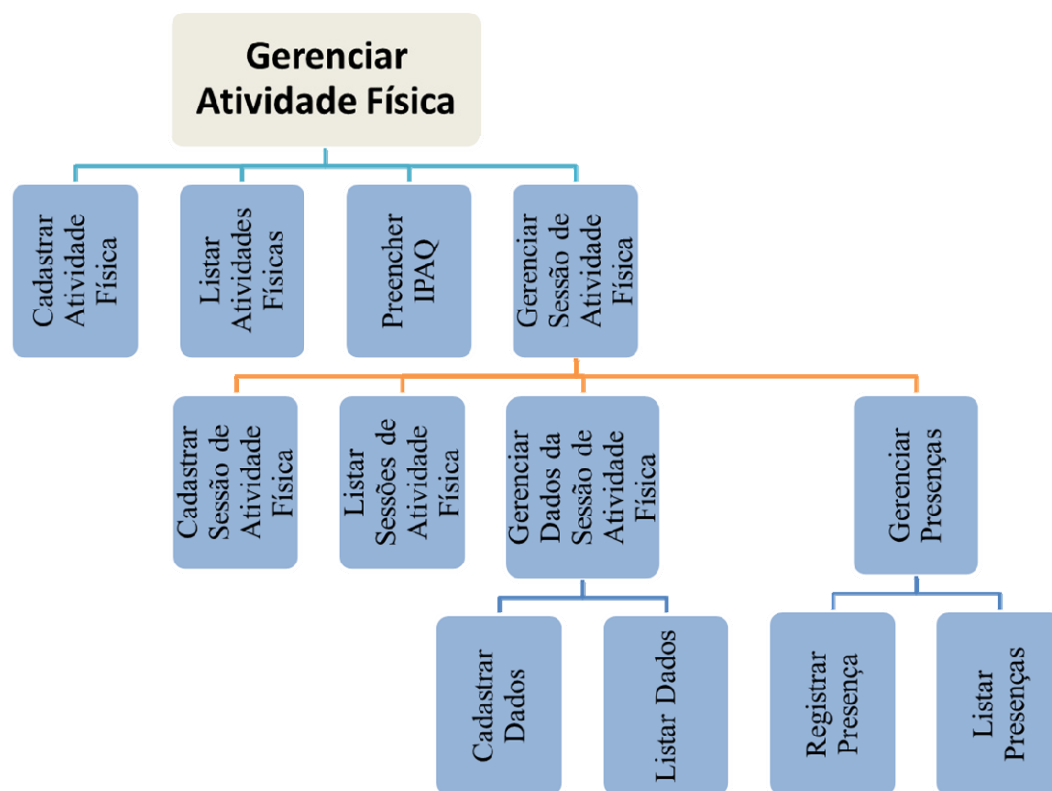
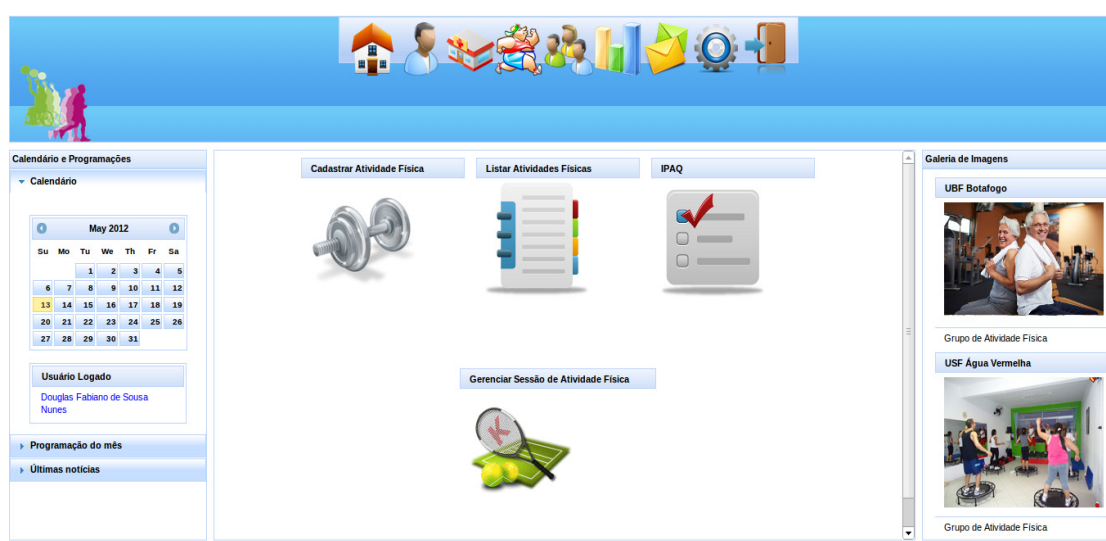


Figura 5.12 - Fluxograma da opção Gerenciar Atividade Física



<sup>3</sup> IPAQ é uma sigla para *International Physical Activity Questionnaire*. Trata-se de um questionário internacional de atividade física utilizado para medir o nível de atividade física das pessoas (IPAQ, 2011).

Figura 5.13 - SIAF 2.0: página Gerenciar Atividade Física

- e) **Gerenciar Grupos de Atividade Física** permite aos usuários a criação e administração de GAFs, o gerenciamento de profissionais de saúde responsáveis pelos GAFs e o gerenciamento de matrículas dos participantes aos GAFs. Essas funcionalidades são apresentadas no fluxograma da Figura 5.14 e a página do SIAF 2.0 associada à opção **Gerenciar Grupos de Atividade Física** é apresentada na Figura 5.15.

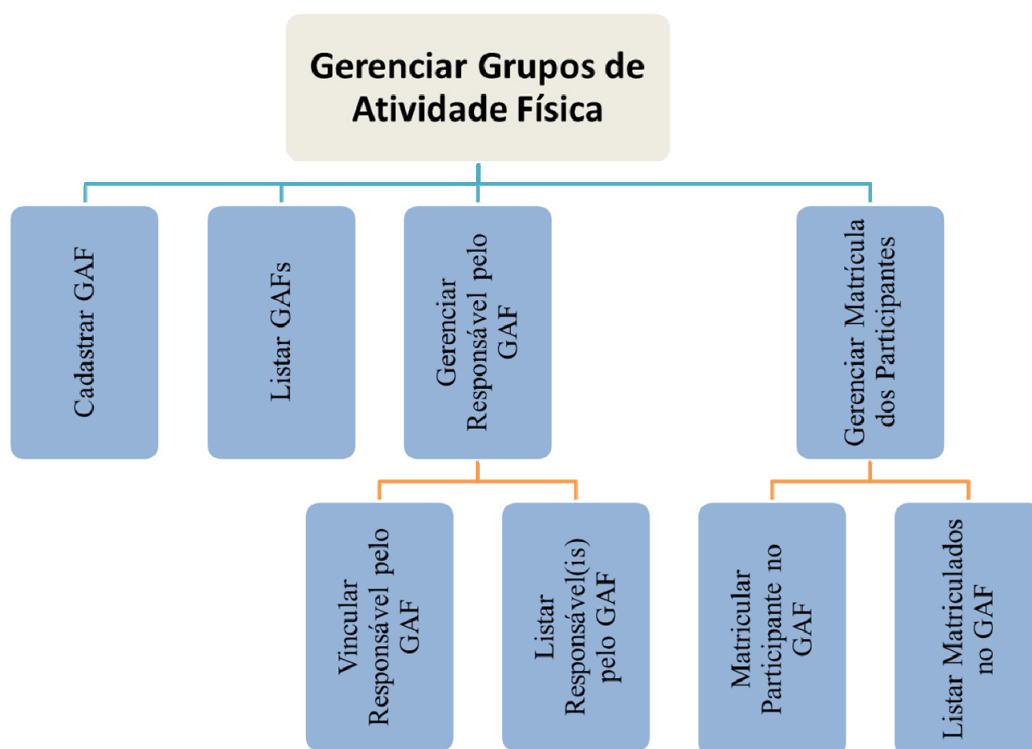


Figura 5.14 - Fluxograma da opção Gerenciar Grupos de Atividade Física

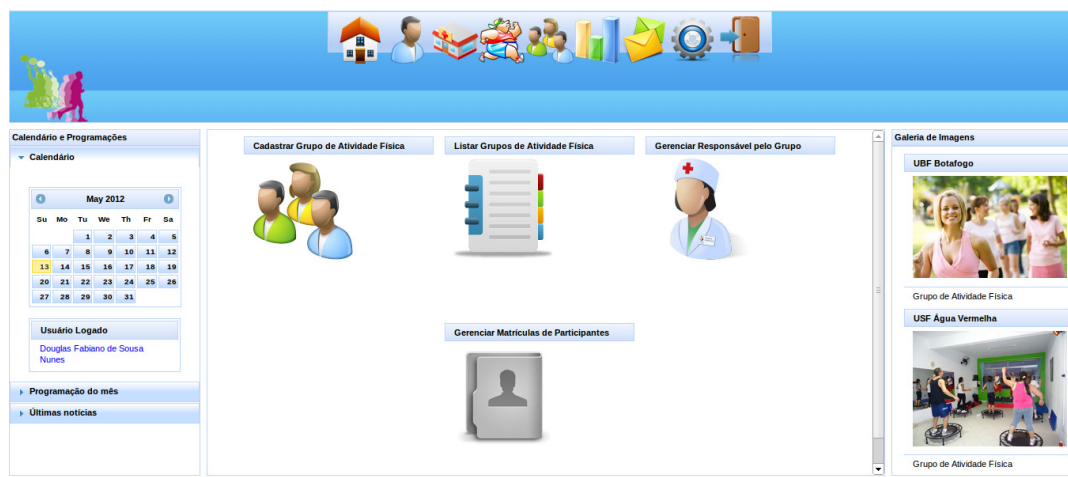


Figura 5.15 - SIAF 2.0: página Gerenciar Grupos de Atividade Física

- f) **Gráficos e Relatórios** possibilita aos usuários do sistema acessar indicadores estatísticos relativos aos dados coletados nas sessões de atividade física. Além dos indicadores disponibilizados pelo sistema desenvolvido em (PORTOCARRERO *et al.*, 2010b), o SIAF 2.0 oferece também a possibilidade de geração do Indicador Glicose e do Indicador Frequência Cardíaca. O fluxograma para a opção **Gráficos e Relatórios** é apresentado na Figura 5.16 e a página do sistema correspondente a essa opção é apresentada na Figura 5.17.

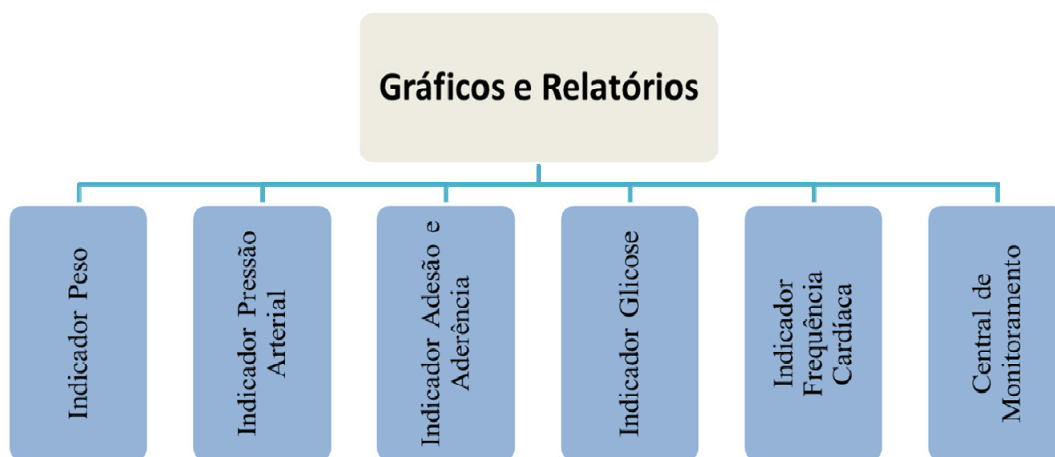


Figura 5.16 - Fluxograma Gráficos e Relatórios



Figura 5.17 - SIAF 2.0: página Gráficos e Relatórios

A opção **Gráficos e Relatórios** oferece também o acesso à Central de Monitoramento online do SIAF 2.0, permitindo acompanhar remotamente e em tempo real os participantes de uma sessão de atividade física. A Figura 5.18 apresenta a página Central de Monitoramento que acompanha os dados de uma sessão de atividade física com 10 participantes.

Central de Monitoramento				
Sessão de Atividade Física				
Grupo de Atividade Física: Grupo de Caminhada				
Data: 12/06/2011				
Hora: 08:00 - 09:00				
Local: USF Água Vermelha				
Profissional de Saúde: Renato Mesa				
Participante 1	Participante 2	Participante 3	Participante 4	Participante 5
Nome: Cláudio Pressão Arterial: 122x83 Batimentos Cardíacos: 93	Nome: João Pressão Arterial: 132x87 Batimentos Cardíacos: 88	Nome: Fonseca Pressão Arterial: 120x80 Batimentos Cardíacos: 90	Nome: Marcela Pressão Arterial: 118x78 Batimentos Cardíacos: 95	Nome: Gustavo Pressão Arterial: 120x80 Batimentos Cardíacos: 100
Participante 6	Participante 7	Participante 8	Participante 9	Participante 10
Nome: Antônio Pressão Arterial: 125x84 Batimentos Cardíacos: 98	Nome: Maria Pressão Arterial: 120x78 Batimentos Cardíacos: 101	Nome: Pedro Pressão Arterial: 120x80 Batimentos Cardíacos: 90	Nome: Nilda Pressão Arterial: 127x87 Batimentos Cardíacos: 107	Nome: Matilde Pressão Arterial: 118x77 Batimentos Cardíacos: 103

**Figura 5.18 - SIAF 2.0: página Central de Monitoramento**

O SIAF 2.0 também permite a visualização detalhada dos sinais fisiológicos, enquanto a sessão de atividade física está sendo executada. A Figura 5.19 apresenta um desses monitoramentos, cujos dados estão sendo coletados em intervalos regulares de 10 minutos. As linhas azul escuro e amarela atuam como valores de controle para as pressões Sistólica e Diastólica respectivamente. As linhas azul claro e laranja representam as pressões arteriais do participante monitorado. Essas legendas são apresentadas aos usuários do SIAF 2.0 quando estes posicionam o mouse sobre um dos pontos plotados na Figura.

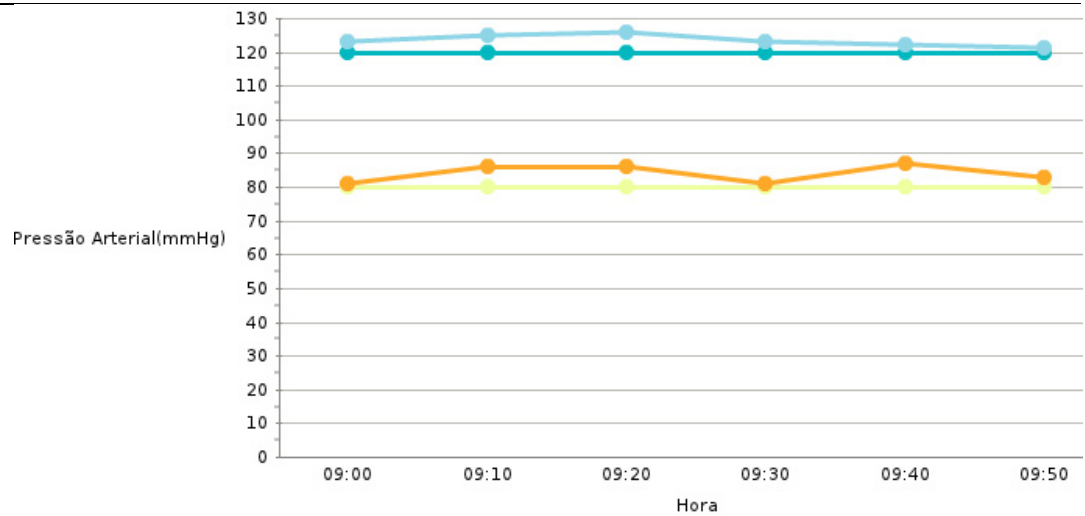


Figura 5.19 - SIAF 2.0: página de monitoramento online da pressão arterial

g) **Gerenciar Mensagens** disponibiliza o acesso às interfaces de gerenciamento das mensagens trocadas entre os profissionais de saúde e participantes das sessões de atividade física. Os alertas emitidos pelo ambiente também são gerenciados através dessa opção. As Figuras 5.20 e 5.21 apresentam, respectivamente, o fluxograma da opção **Gerenciar Mensagens** e a página do SIAF 2.0 correspondente a essa opção.

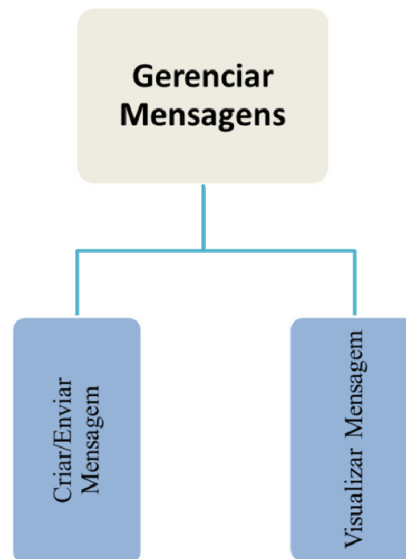


Figura 5.20 - Fluxograma da opção Gerenciar Mensagens

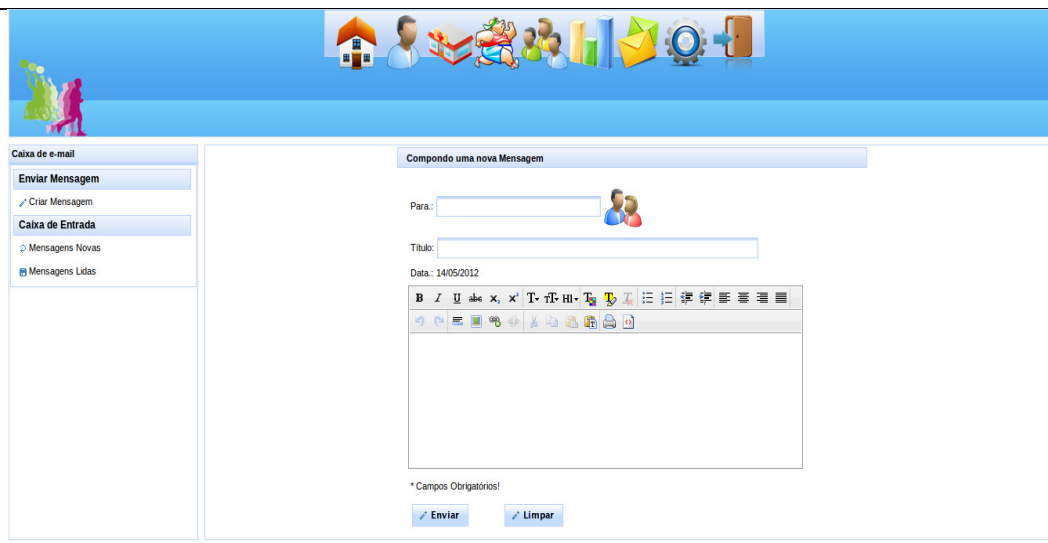
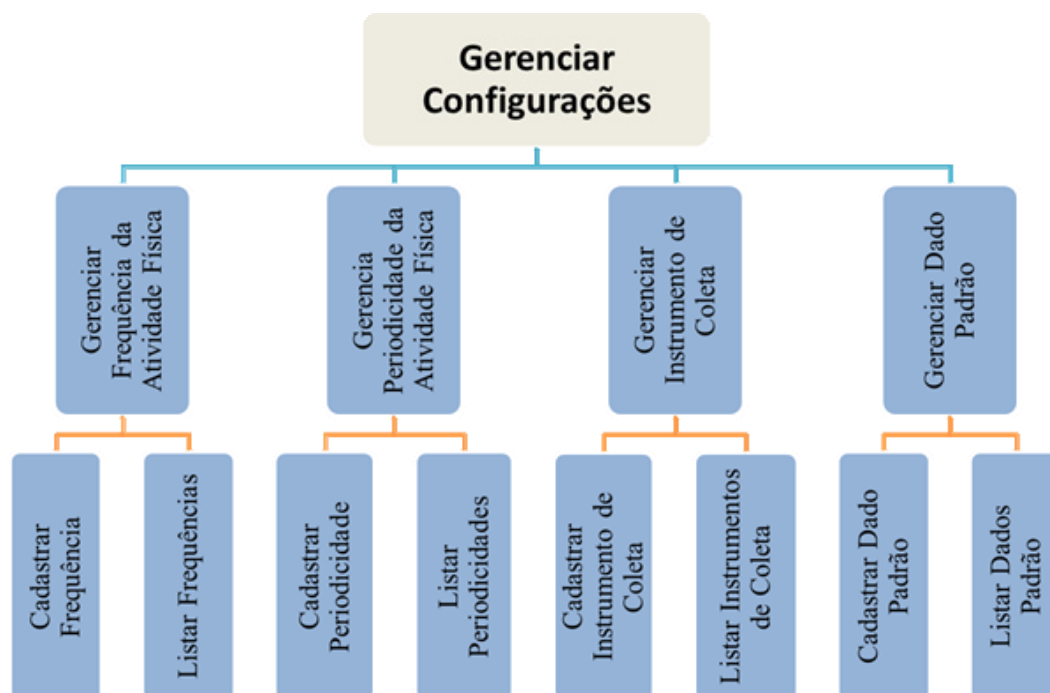


Figura 5.21 - SIAF 2.0: página Gerenciar Mensagens

- h) **Gerenciar Configurações** disponibiliza, aos usuários do sistema, acesso às funcionalidades de configuração, tais como a frequência com que as atividades físicas são realizadas (e.g., todas as segundas, quartas e



sextas; todas as terças e quintas; e todos os sábados), a periodicidade das sessões de atividade física (e.g., semanal, quinzenal e mensal), Instrumento de Coleta e Dado Padrão do participante. O fluxograma e a página do SIAF 2.0, que correspondem à opção **Gerenciar Configurações**, são apresentados na Figura 5.22 e 5.23 respectivamente.



Figura 5.22 - Fluxograma da opção Gerenciar Configurações

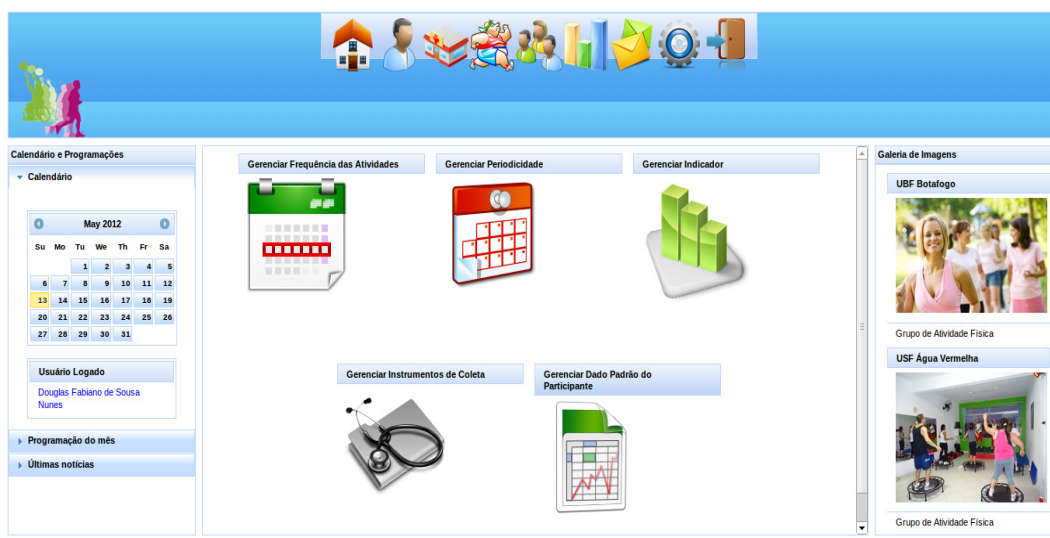


Figura 5.23 - SIAF 2.0: página Gerenciar Configurações

- i) **Sair** finaliza o acesso do usuário ao SIAF 2.0.

### 5.3 SMC

O SMC trata-se de um módulo móvel, portado pelo profissional de saúde que acompanha a sessão de atividade física, que é constituído de uma aplicação, aqui denominada SIAF Móvel, e um dispositivo portátil (e.g., *smartphone*, *tablet*) com a plataforma Android (ANDROID, 2012). As principais funcionalidades do SMC, disponibilizadas via aplicação SIAF Móvel, são apresentadas na Figura 5.24.

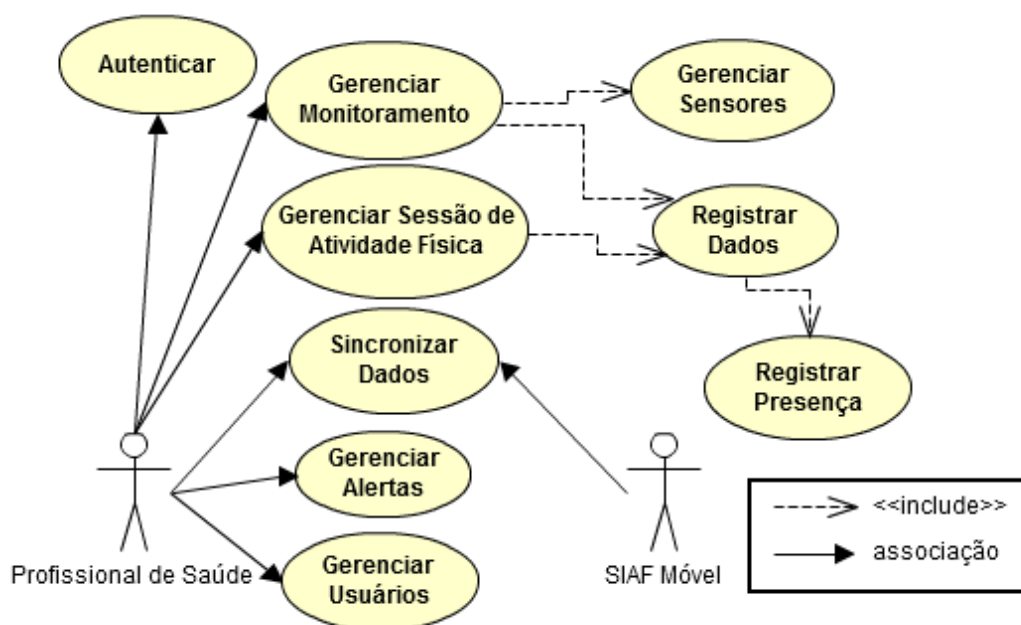


Figura 5.24 - Diagrama de casos de uso do SIAF Móvel

Uma breve descrição dos casos de uso presentes no SIAF Móvel é apresentada a seguir:

- a) **Autenticar**: representa a função que é responsável por garantir a confidencialidade dos dados mantidos pelo sistema. O acesso a esse sistema está restrito a usuários devidamente autorizados;
- b) **Gerenciar Monitoramento**: representa a função responsável por configurar e realizar o monitoramento automático dos participantes das sessões de atividade física. Esse caso de uso inclui:
  - i. **Gerenciar Sensores**: representa a função responsável pela identificação e administração dos sensores usados no ambiente; e
  - ii. **Registrar Dados**: representa a função para a inserção dos Instrumentos de Coleta dos participantes no sistema. O registro dos dados poderá ser realizado de forma manual ou de forma automática. O caso de uso Registrar Dados inclui:
    - a. **Registrar Presença**: representa a função de registro da presença dos participantes na sessão de atividade física. O registro desses dados é realizado de forma automática, ocorrendo quando o profissional de saúde ou o próprio

sistema interage com a função representada no caso de uso Registrar Dados.

- c) **Gerenciar Sessão de Atividade Física:** representa a função responsável pela administração das sessões de atividade física agendadas ou que estão sendo realizadas. Esse caso de uso inclui os casos de uso Registrar Dados e Registrar Presença, descritos anteriormente;
- d) **Sincronizar Dados:** representa a função responsável por obter e enviar dados para o SIAF 2.0. As sessões de atividade física são agendadas sempre via o SIAF 2.0 e, uma vez realizado esse agendamento, os dados correspondentes a essas sessões são enviados para o SIAF Móvel via a função Sincronizar Dados. Todos os dados registrados no SIAF Móvel também são encaminhados para o SIAF 2.0 através dessa função;
- e) **Gerenciar Alertas:** representa a função responsável pela administração dos alertas emitidos pelo ambiente;
- f) **Gerenciar Usuários:** representa a função responsável pela alteração e a exclusão de usuários cadastrados. Todas as modificações realizadas através do caso de uso Gerenciar Usuários são refletidas no SIAF 2.0.

O SIAF Móvel, assim como o SIAF 2.0, foi desenvolvido de acordo com as orientações do SCRUM. No processo de implementação desse sistema foi empregada a linguagem de programação Java e as ferramentas:

- Eclipse IDE, na versão 3.5;
- *Android Software Development Kit (SDK)* (ANDROID, 2012), o qual possui ferramentas utilitárias, tais como uma API para a linguagem Java e um emulador que permite simular a execução de aplicações no Android sem a necessidade de um dispositivo móvel real; e
- *Android Development Tools (ADT)* (ANDROID, 2012), um *plug-in* para o Eclipse com a finalidade de facilitar a criação e o teste de aplicações construídas para o Android.

Para a persistência local das informações, foi usado o Banco de Dados SQLite (SQLITE, 2012), um banco de dados bastante empregado em aplicações que executam em dispositivos móveis.

A Figura 5.25 apresenta o diagrama de Entidades-Relacionamentos do modelo de dados do SIAF Móvel, usado para a implementação das funcionalidades desse sistema.

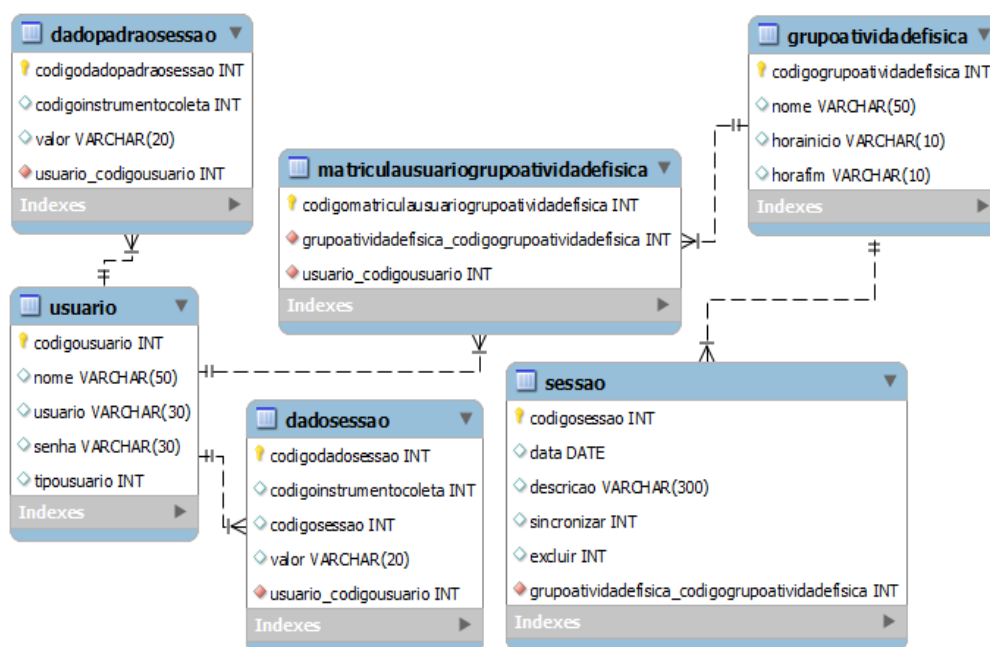


Figura 5.25 – Modelo de dados do SIAF Móvel

O fluxograma de navegabilidade entre as interfaces do SIAF Móvel pode ser visualizado na Figura 5.26.

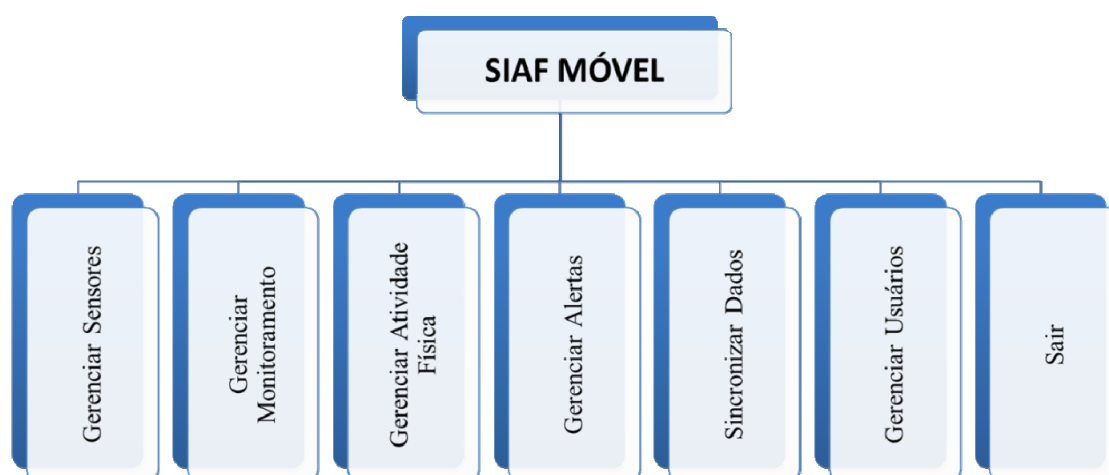


Figura 5.26 - Fluxograma de navegabilidade do Menu Principal no SIAF Móvel.

A Figura 5.26 apresenta o fluxograma de navegabilidade no qual são disponibilizadas sete opções: Gerenciar Sensores; Gerenciar Monitoramento;

Gerenciar Atividade Física; Gerenciar Alertas; Sincronizar Dados; Gerenciar Usuários; e Sair. Essas opções correspondem ao Menu Principal da aplicação e a interface correspondente a esse menu pode ser visualizada na Figura 5.27 (b).



Figura 5.27 - SIAF Móvel: Tela de Autenticação (a); e Tela do Menu Principal (b).

Para garantir confidencialidade dos dados manipulados pelo SIAF Móvel, seus usuários precisam se autenticar nessa aplicação para que o acesso à suas funcionalidades seja disponibilizado. A tela para realizar esse procedimento pode ser visualizada na Figura 5.27 (a). As demais interfaces correspondentes às opções apresentadas no fluxograma da Figura 5.26 serão apresentadas na sequência:

- a) **Gerenciar Sensores** oferece acesso às funcionalidades de gerenciamento dos sensores usados pelo ambiente. Por meio dessa opção o profissional de saúde poderá verificar quais sensores estão ativos no momento do monitoramento e associar os sensores a um participante. A Figura 5.28 apresenta a interface para o gerenciamento de sensores.



Figura 5.28 - SIAF Móvel: tela Gerenciar Sensores

- b) **Gerenciar Monitoramento** disponibiliza as funcionalidades necessárias para iniciar o monitoramento automático de uma sessão de atividade física. Essa opção conduz o usuário a duas outras interfaces: a tela Selecionar Sessão de Atividade Física, na qual o profissional de saúde seleciona qual das sessões agendadas será monitorada; e a tela Configurar Monitoramento, na qual o profissional de saúde configura os parâmetros necessários para a monitoração automática. O fluxograma de navegabilidade da opção **Gerenciar Monitoramento** e suas respectivas interfaces são apresentadas nas Figuras 5.29 e 5.30.

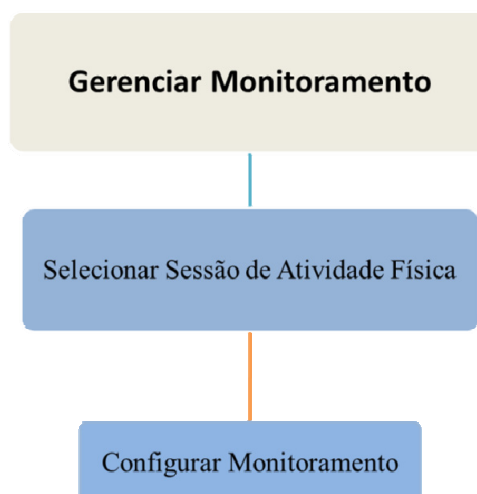


Figura 5.29 - Fluxograma da opção Gerenciar Monitoramento



Figura 5.30 - SIAF Móvel: tela Selecionar Sessão de Atividade Física (a); e tela Configurar Monitoramento (b)

- c) **Gerenciar Atividade Física** oferece acesso às funcionalidades necessárias para gerenciar uma sessão de atividade física manualmente. Essa opção conduz o usuário a três outras interfaces: a tela Selecionar Sessão de Atividade Física, Figura 5.32 (a), na qual o profissional de saúde seleciona qual das sessões agendadas será monitorada; a tela Selecionar Participante, Figura 5.32 (b), na qual o profissional de saúde seleciona o participante para a inserção de seus Instrumentos de Coleta; e a tela Registro de Medidas, Figura 5.33 (a), na qual o profissional de saúde fornece os respectivos dados. Ao final do registro das medidas dos participantes, o profissional de saúde poderá sincronizar os dados com o SIAF 2.0, Figura 5.33 (b). Somente após essa sincronização é que os dados são disponibilizados para consulta no SIAF 2.0. O fluxograma da opção **Gerenciar Atividade Física** é apresentado a seguir.

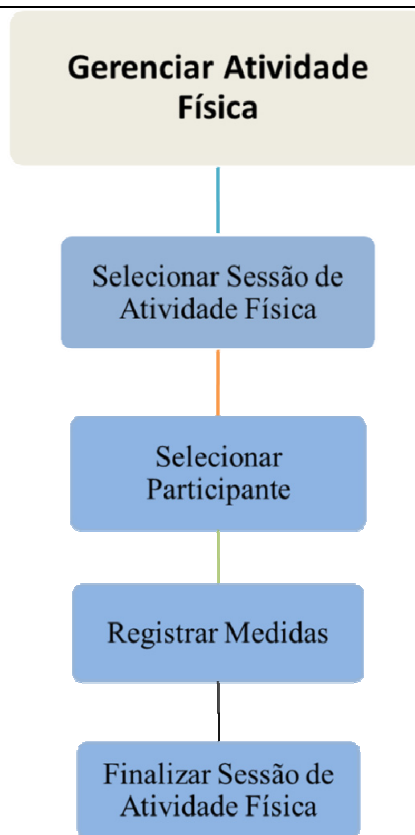


Figura 5.31 - Fluxograma da opção Gerenciar Atividade Física



(a)



(b)

Figura 5.32 - SIAF Móvel: tela Selecionar Sessão de Atividade Física (a); tela Selecionar Participante (b)



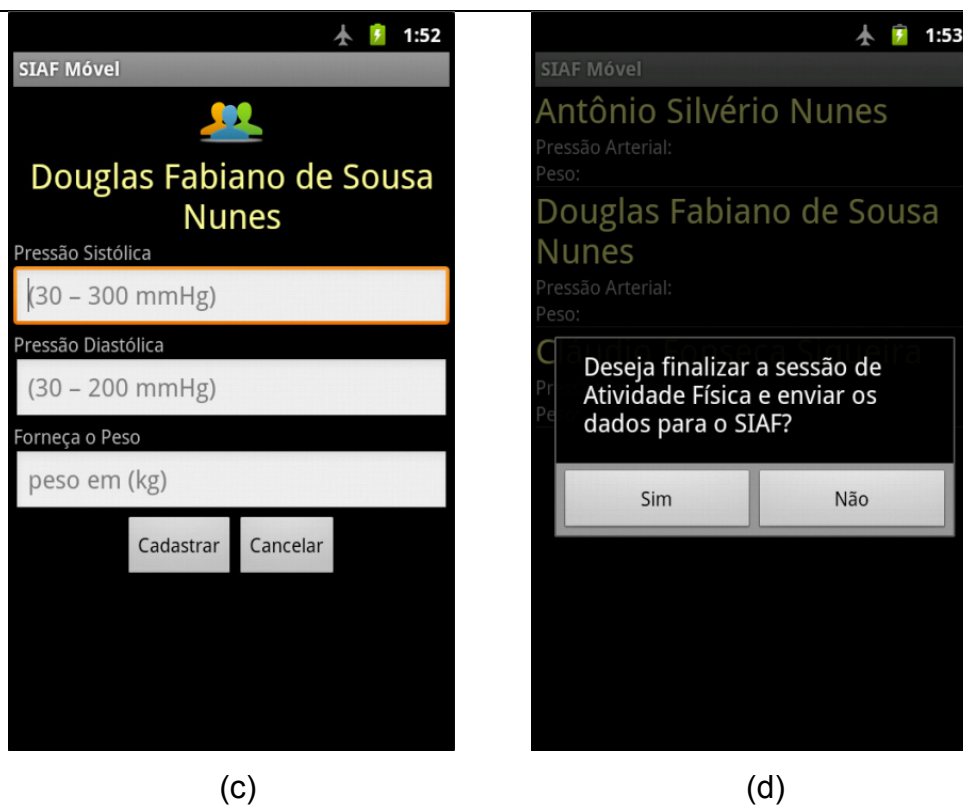


Figura 5.33 - SIAF Móvel: tela Registrar Medidas (a); e tela Finalizar Sessão de Atividade Física (a)

- d) **Gerenciar Alertas** oferece acesso às funcionalidades de gerenciamento das notificações emitidas pelo SIAF Móvel. Por meio dessa opção o profissional de saúde poderá verificar as situações de anormalidade na saúde de qualquer participante que estiver sendo monitorado. O fluxograma de navegabilidade da opção **Gerenciar Alertas** e suas respectivas interfaces são apresentadas nas Figuras 5.34 e 5.35.

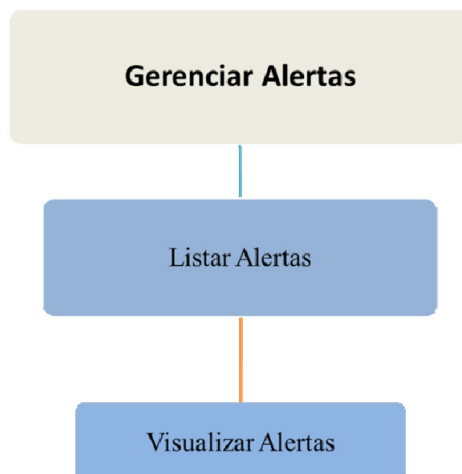


Figura 5.34 - Fluxograma da opção Gerenciar Alertas

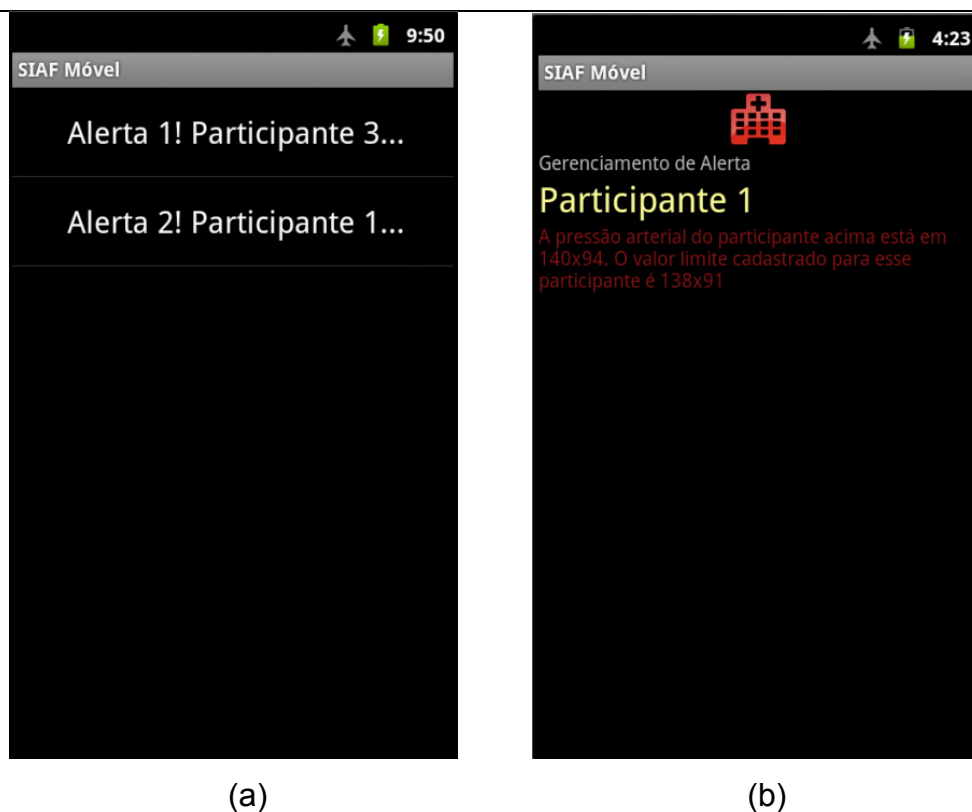


Figura 5.35 - SIAF Móvel: tela Lista de Alertas (a); e tela Visualizar Alerta (b)

- e) **Sincronizar Dados** disponibiliza as funcionalidades de gerenciamento da troca de dados entre o SIAF Móvel e o SIAF 2.0. A sincronização realizada pelo SIAF Móvel consulta agendamentos de sessões de atividade física realizados via SIAF 2.0, verifica a inserção e/ou atualização de usuários no ambiente, envia os dados das sessões de atividade física para o SIAF 2.0 e envia e/ou recebe notificações de alertas. Essa opção pode ser invocada manualmente, através do Menu Principal, ou automaticamente via o próprio sistema. A Figura 5.36 apresenta a interface de sincronização do SIAF Móvel acessada manualmente.

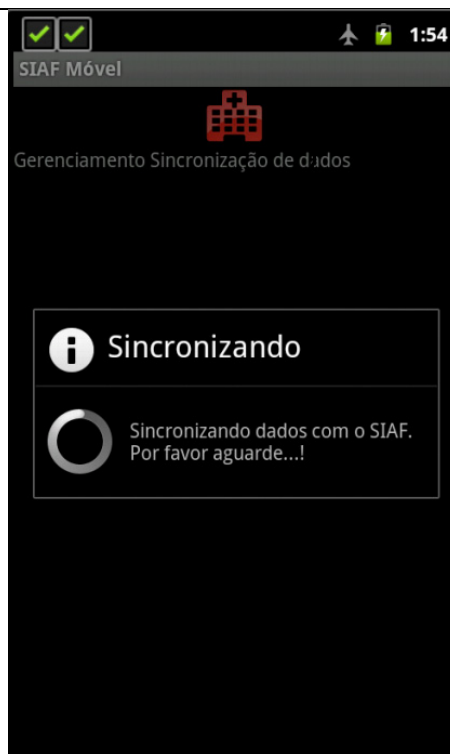


Figura 5.36 - SIAF Móvel: tela Sincronizar Dados do Monitoramento

- f) **Gerenciar Usuários** oferece acesso às funcionalidades de administração do cadastro de usuários presentes no SIAF Móvel. Através da opção **Gerenciar Usuários** o profissional de saúde poderá consultar os participantes cadastrados nos GAFs que ele gerencia, Figura 5.38 (a), e realizar alterações no seu cadastro, Figura 5.38 (b). O fluxograma de navegabilidade dessa opção é apresentado na Figura 3.37.

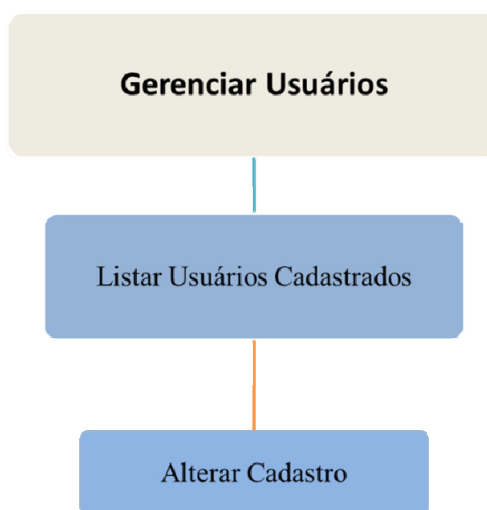


Figura 5.37 - Fluxograma da opção Gerenciar Usuários

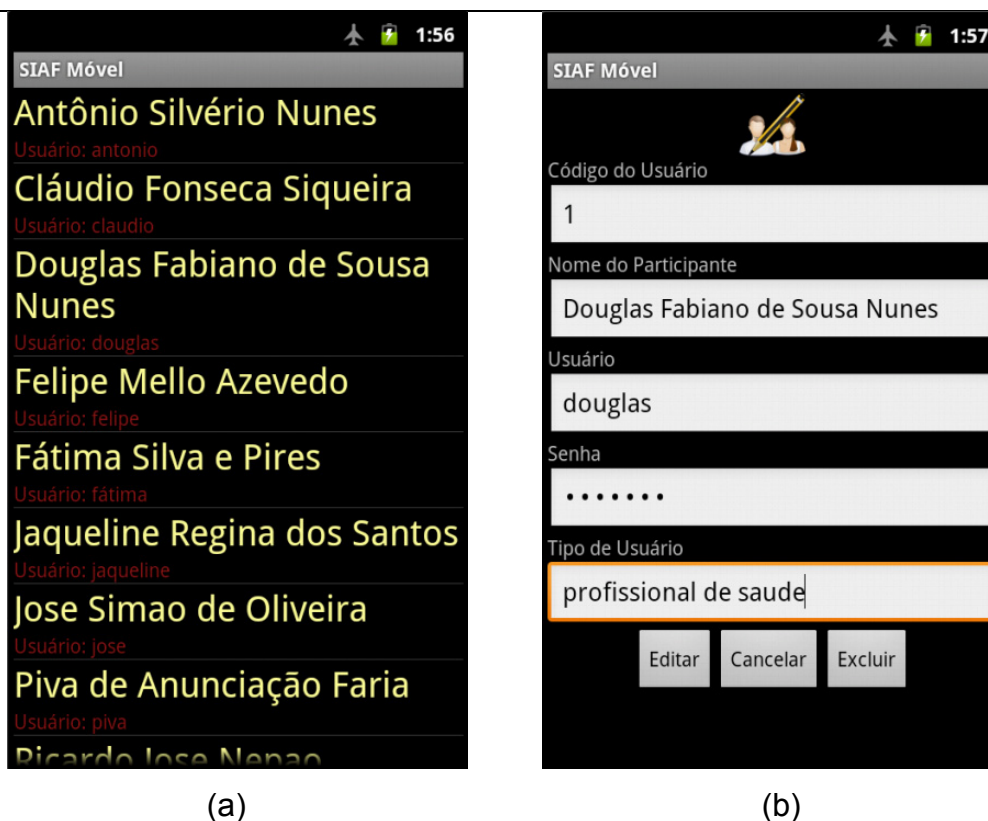


Figura 5.38 - SIAF Móvel: tela Listar Usuários Cadastrados (a); e tela Alterar Cadastro

g) **Sair** finaliza a execução do SIAF Móvel.

A coleta dos dados da rede de sensoriamento do ACUMAAF é realizada de forma automática e em intervalos regulares de tempo, que podem ser configurados no SIAF Móvel conforme o interesse do profissional de saúde. O módulo SMC atua como um *gateway* do ambiente e faz uso de interfaces de comunicação sem fio para desempenhar esse papel. Usando a interface ZigBee, o SMC estabelece a comunicação com as RSCHs para a coleta dos dados fisiológicos. Esses dados são então processados e transmitidos para o SIAF 2.0 via interface Wi-Fi ou 3G. Na ausência de conexão com as redes Wi-Fi ou 3G, o SMC possui mecanismos de persistência local dos dados. Tão logo uma dessas redes de comunicação seja identificada, a sincronização é então realizada.

## 5.4 RSCH

Os recentes avanços tecnológicos dos sensores e das redes de comunicação sem fio possibilitaram o desenvolvimento de dispositivos de sensoriamento cada vez menores. Para o desenvolvimento da RSCH do ACUMAAF foram observados os seguintes requisitos: o uso de sensores pequenos e leves para não prejudicarem o desenvolvimento das atividades; transmissão dos dados coletados via redes de comunicação sem fio, para prover liberdade de movimento aos participantes; e facilidade de configuração dos sensores. Em (BONATO, 2010) é apresentado alguns exemplos reais de como é possível acoplar sensores a peças de roupas (e.g., luvas, camisas, calças) e tornar esses dispositivos mais “imperceptíveis” aos seus usuários. A Tabela 5.1 apresenta os sensores empregados na RSCH do ACUMAAF.

**Tabela 5.1 - Sensores da RSCH**

<b>Sensores</b>	<b>Propósito</b>
<i>ElectroCardioGram</i> (ECG)	Usado para a leitura de batimentos cardíacos.
<i>PhotoPlethysmoGram</i> (PPG)	Usado para a detecção da frequência cardíaca.
<i>Blood Pressure</i> (BP)	Usado para obter a pressão arterial do indivíduo.
<i>Accelerometer</i> (ACC)	Usado para medir a velocidade de deslocamento dos participantes durante a atividade física.

Para a comunicação sem fio entre os sensores de monitoramento descritos na Tabela 5.1, a literatura recomenda o uso de dois tipos de protocolos: o Bluetooth, que possui baixo consumo de energia, suporta redes *ad hoc* e permite taxas de dados de até 3 Mbps a um alcance de até 10 metros; e o Zigbee, que tem consumo de energia e custo reduzidos, suporta redes *ad hoc* e permite taxas de dados de até 250 kbps a um alcance de até 75 metros (KIM *et al.* 2007).

### 5.4.1 Simulação da RSCH

Uma das grandes limitações encontradas no desenvolvimento deste trabalho foi a escassez dos dispositivos de sensoriamento de dados fisiológicos, mencionados na Tabela 5.1, disponíveis no mercado. Em função dessa dificuldade, os estudos realizados sobre o módulo RSCH do ACUMAAF foram baseados em simulação. A fim de fornecer subsídios para a escolha da tecnologia de comunicação

a ser empregada entre o SMC e a RSCH, esta foi simulada e analisada via o Network Simulator 2 (NS-2) versão 2.34 (NS2, 2011). O NS-2 é um simulador de eventos discretos, que oferece grande flexibilidade na investigação de características das redes. Esse simulador vem sendo usado como alternativa para o estudo de redes de sensores, já que possibilita a criação de ambientes muito próximos dos reais.

Para compor o cenário de simulação das RSCHs, foi criado um GAF com 10 participantes, sendo que para cada participante foi criada uma RSCH pessoal com 3 sensores fisiológicos (ECG, PPG e BP) e 1 sensor de aceleração (ACC). A Tabela 5.2 apresenta os parâmetros empregados nesse cenário.

**Tabela 5.2 - Parâmetros da simulação**

<b>Parâmetro</b>	<b>Valor</b>
Tipo de tráfego	UDP
Tamanho dos pacotes	100 bytes
Número total de sensores	41
Direção do tráfego	Sensores → Coordenador Central
Movimentação das redes	Sim
Velocidade média de deslocamento dos sensores	1,5 metros/segundo
Área de movimentação dos sensores	25 metros x 25 metros
Tempo de cada simulação	60 minutos

Para aliviar o tráfego na rede, todas as simulações foram baseadas em pacotes UDPs, já que nesse tipo de tráfego a geração de pacotes de confirmação (*acknowledgements*) e de controle de congestionamento é dispensada. Nesse cenário, ilustrado na Figura 5.39, todos os sensores movimentam-se a uma velocidade média de 1,5 m/s e em subgrupos de quatro, representando a RSCH do participante.

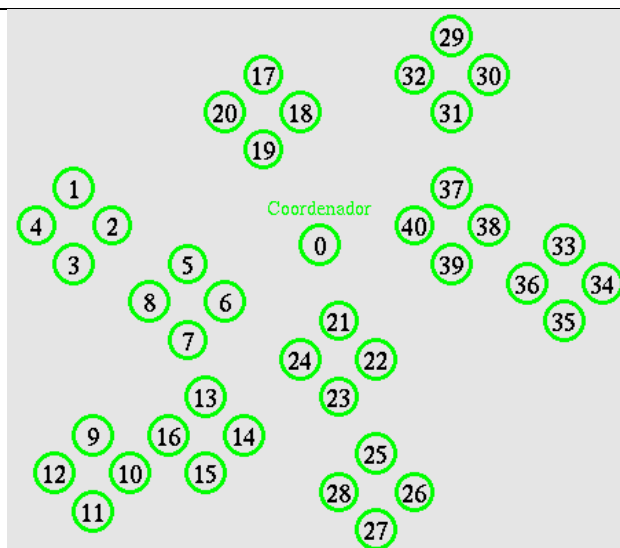


Figura 5.39 - Cenário de simulação da RSCH no NS-2

A coleta de dados das RSCHs é realizada em ciclos, sendo que cada ciclo é executado em intervalos regulares definidos por uma variável  $p$ . O algoritmo responsável por essa coleta efetua *requests* às RSCHs dos participantes de forma sequencial, iniciando com a RSCH 1 e finalizando com a RSCH  $n$ . O número de ciclos executados durante o monitoramento é determinado pelo tempo total da sessão de atividade física e pela periodicidade de execução de cada ciclo de coleta. A Figura 5.40 apresenta o processo de coleta de dados das RSCHs.

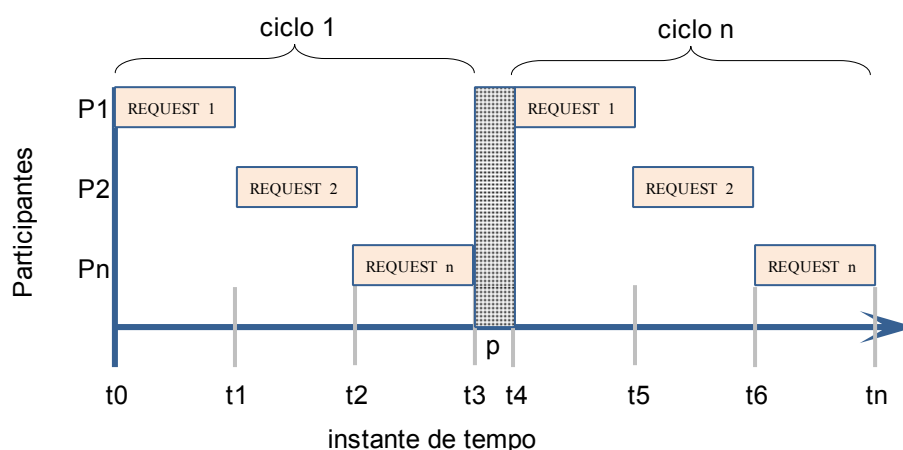


Figura 5.40 - Coleta de dados das RSCHs

Nas simulações realizadas, ora foi empregado o protocolo Bluetooth ora o Zigbee. Para a avaliação dessas simulações, duas métricas foram consideradas: Consumo Médio de Energia da Rede de Sensores e Taxa de Entrega dos Pacotes.

Para avaliar a porcentagem de energia consumida pela rede, cada sensor foi instanciado com uma quantidade de energia equivalente ao de uma pilha AA. Os valores dessa métrica foram obtidos a partir das seguintes equações:

$$\text{Porcentagem de energia consumida por um sensor} = \frac{\text{quantidade de energia inicial do sensor} - \text{quantidade de energia final do sensor}}{\text{quantidade de energia inicial do sensor}} \times 100$$

$$\text{Consumo médio de energia da rede de sensores} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{porcentagem de energia consumida pelo sensor}}{n \text{ (número de sensores)}}$$

A porcentagem de pacotes UDPs entregues com sucesso durante as transmissões realizadas entre os sensores e o coordenador central foi obtida com a seguinte equação:

$$\text{Taxa de entrega dos pacotes} = \frac{\text{número de pacotes recebidos}}{\text{número de pacotes transmitidos}} \times 100$$

As simulações foram realizadas para as seguintes situações: monitoramento contínuo ( $p = 0$ ); e monitoramento periódico, com a coleta de dados sendo realizada a cada 1 minuto ( $p = 1$ ), 5 minutos ( $p = 5$ ), 10 minutos ( $p = 10$ ), 20 minutos ( $p = 20$ ) e 30 minutos ( $p = 30$ ). Essas variações foram aplicadas num mesmo cenário e simuladas tanto para o protocolo Zigbee quanto para o protocolo Bluetooth. Cada valor plotado no gráfico da Figura 5.41 foi obtido através da média de 10 simulações.

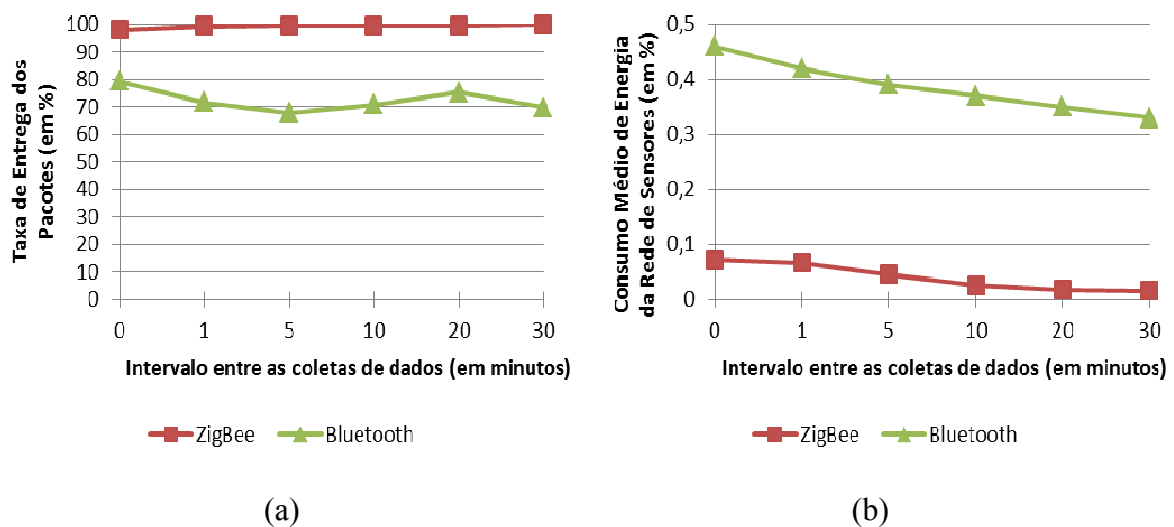


Figura 5.41 - Taxa de Entrega dos Pacotes (a); Consumo Médio de Energia da Rede de Sensores (b)



A partir dos resultados apresentados na Figura 5.41 (a), foi possível observar que, para a métrica Taxa de Entrega dos Pacotes, o protocolo Zigbee mostrou-se mais adequado. Nas simulações com Bluetooth foi possível constatar que alguns sensores movimentavam-se para fora da área de alcance das ondas de rádio do coordenador das RSCHs, gerando muitas perdas de comunicação e, conseqüentemente, de pacotes. Já com o Zigbee, a pequena taxa de pacotes perdidos não foi suficiente para comprometer a operação do ambiente.

A partir dos resultados apresentados na Figura 5.41 (b) foi possível observar que, para a métrica Consumo Médio de Energia da Rede de Sensores, o protocolo Zigbee também se mostrou mais adequado para o ambiente. Embora ambos os protocolos de comunicação sem fio tenham sido projetados para aplicações que requeiram baixo consumo de energia, o Zigbee demonstrou ser a solução mais eficiente. A maior eficiência desse protocolo em relação ao Bluetooth é devido a seu menor consumo de energia nas operações de transmissão e recepção de dados, e quando os sensores entram num estado de hibernação.

Em função dessa avaliação, os dispositivos sensores empregados no ACUMAAF usam redes ZigBee. Esse protocolo também foi o escolhido porque durante a simulação mostrou-se capaz de permitir o funcionamento da abordagem um-para-muitos, que foi proposta neste trabalho, para o monitoramento coletivo.

## 5.5 Considerações Finais

Este capítulo apresentou o ACUMAAF. Foram apresentadas as descrições detalhadas de cada um dos módulos desse ambiente, assim como as funcionalidades disponibilizadas pelos mesmos para a monitoração de atividade física. O capítulo descreveu as adequações realizadas no SIAF (POTORCARRERO *et al.*, 2010b) para que este pudesse ser incorporado ao ACUMAAF, apresentou as principais interfaces e o funcionamento do SIAF Móvel e descreveu um estudo simulado das RSCHs do ambiente. No capítulo que segue serão apresentadas as formas de avaliação do ACUMAAF e os resultados obtidos a partir dessa avaliação.

# Capítulo 6

## AVALIAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

---

---

*Este capítulo discorre sobre a avaliação do projeto ACUMAAF. Ao longo das próximas seções serão apresentados a metodologia de avaliação adotada e os resultados obtidos a partir da mesma.*

### 6.1 Considerações Iniciais

Uma das grandes vantagens do ACUMAAF é que ele foi desenvolvido sob um conceito de modularização. Essa característica outorga uma grande flexibilidade ao ambiente, uma vez que cada uma de suas partes (SIAF, SMC e RSCH) possui suas funções bem definidas e foi projetada para atuar com o máximo de independência possível. O grau de independência entre os módulos do ACUMAAF está condicionado à seguinte ordem:

1. O SIAF está apto a gerenciar as sessões de atividade física mesmo sem integrá-lo aos módulos SMC e RSCH. Embora isso seja possível, o gerenciamento de atividade física está restrito ao registro manual dos dados e esse procedimento só poderá ser realizado via interfaces do próprio sistema;
2. O SMC não poderá gerenciar as sessões de atividade física se adotado isoladamente. A adoção desse módulo requer a adoção do SIAF. Uma vez integrados, esses dois módulos possibilitam um gerenciamento semiautomático das sessões de atividade física. Via SIAF Móvel, o

profissional de saúde poderá fazer o registro manual dos dados a distância e, uma vez registrados, esses dados serão automaticamente sincronizados com o SIAF 2.0;

3. A RSCH só poderá auxiliar o monitoramento de atividade física se e somente se adotado os dois módulos mencionados nos itens anteriores. Uma vez que o estudo desse módulo foi realizado somente por meio de simulação, a RSCH não foi avaliada pelos profissionais de saúde.

Para discutir sobre a avaliação e a análise dos resultados, esse capítulo foi estruturado da seguinte forma: a seção 6.2 discorre sobre a metodologia empregada na avaliação do ACUMAAF; a seção 6.3 apresenta os resultados obtidos; e a seção 6.4 tece algumas considerações finais.

## **6.2 Metodologia de Avaliação**

A fim de avaliar o ACUMAAF, o SIAF 2.0 e o SIAF Móvel foram apresentados aos profissionais de saúde que gerenciam os GAFs, sendo que foram aplicados 3 tipos de questionários: Perfil; SAM; e TAM.

### **6.2.1 Questionário Perfil**

O questionário Perfil foi elaborado com o objetivo de obter informações, tais como faixa etária, formação acadêmica e familiaridade com dispositivos e sistemas computacionais. Os dados levantados a partir desse questionário permitem a realização de correlações entre o grau de satisfação, indicado pelos profissionais durante o uso dos sistemas apresentados, e a influência exercida pelo perfil desses usuários nessa quantificação.

A Figura 6.1 apresenta a parte inicial do questionário Perfil. A versão completa desse questionário pode ser visualizada no Anexo B.

1. Sexo:	( ) Graduação Completa
( ) Feminino	( ) Pós Graduação Incompleta
( ) Masculino	( ) Pós Graduação Completa
2. Faixa Etária:	[Informe, qual o curso e há quanto tempo se formou?
( ) 18 a 22 anos	_____
( ) 23 a 27 anos	_____
( ) 28 a 32 anos	_____
( ) 33 a 37 anos	
( ) 38 a 42 anos	4. Você trabalha numa USF?
( ) acima de 42 anos	( ) Sim.
3. Assinale o seu Grau Acadêmico mais alto:	( ) Não.
( ) Ensino Médio Completo	Se sim, qual é o seu cargo e quais atividades você realiza na USF?
( ) Magistério	_____
( ) Curso Técnico	_____
( ) Graduação Incompleta	_____

Figura 6.1 - Parte inicial do questionário Perfil

### 6.2.2 Questionário SAM

O questionário SAM tem como objetivo registrar as emoções do usuário enquanto o mesmo faz uso de um determinado sistema de informação. Esse questionário foi baseado no *Self Assessment Manikin* (HAYASHI, 2008) e está constituído de três categorias de emoção: Satisfação, Motivação e Sentimento de Controle. Para cada interface dos sistemas avaliados pelo usuário, um círculo correspondente à sua emoção perante essa interface foi assinalado. A Figura 6.2 apresenta os sentimentos associados a cada categoria de emoção.

Satisfação		Satisfação				
Infeliz	Feliz					
Nervoso	Sorridente	○	○	○	○	○
Irritado	Prazer					
Insatisfeito	Satisfeito					
Melancólico	Contente					
Desesperado	Otimista					
Entediado	Esperançoso					
Motivação		Motivação				
Calmo	Animado					
Relaxado	Estimulado	○	○	○	○	○
Vagaroso	Frenético					
Lento	Nervoso					
Sono	Agitado					
Tranquilo						
Sentimento de Controle		Sentimento de controle				
Controlado	Em controle					
Influenciado	Controlando	○	○	○	○	○
Cuidado por	Influente					
Temido	Importante					
Submisso	Dominante					
Guiado	Autônomo					

Figura 6.2 - Questionário SAM

Conforme ilustrado na Figura 6.2, para a categoria de emoção Motivação, quanto mais à esquerda do círculo central, mais próximo está o sentimento do usuário dos listados no lado esquerdo da tabela (Calmos, Relaxado, Vagaroso, Lento, Sono e Tranquilo) e quanto mais à direita do círculo central, mais próximo está o sentimento do usuário dos listados do lado direito (Em controle, Controlado, Influente, Importante, Dominante e Autônomo). A Figura 6.3 apresenta o processo de avaliação dos sistemas. Paralelamente a cada interface disponibilizada para o usuário estava uma instância do questionário SAM.

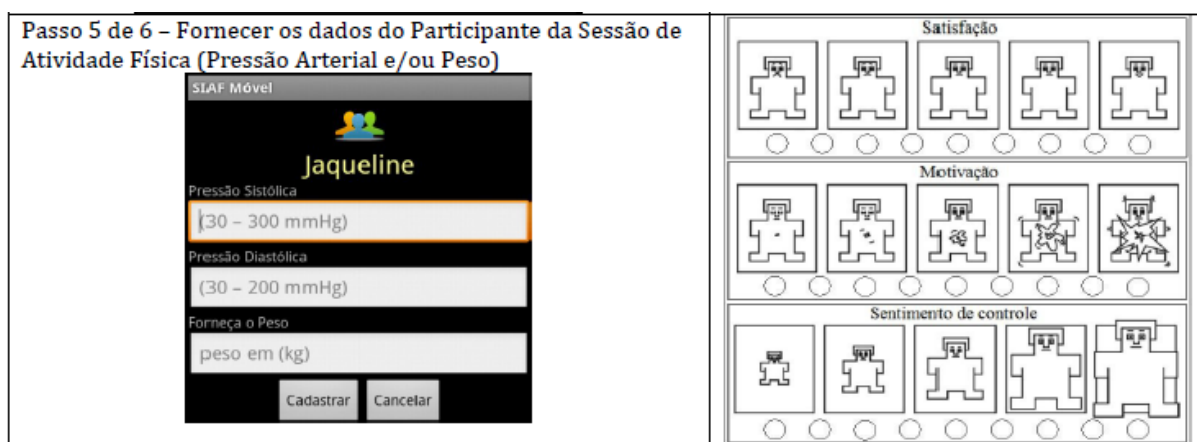


Figura 6.3 - Questionário SAM para uma interface do SIAF Móvel

De acordo com (HAYASHI, 2008), o cômputo das respostas do questionário SAM é realizado com base nos círculos assinalados pelos usuários, devendo obedecer às seguintes regras de pontuação: o círculo central é neutro (VN); cada círculo à esquerda deste corresponde a um ponto negativo (V-) e cada círculo à direita do círculo central corresponde a um ponto positivo (V+). A Figura 6.4 ilustra o processo de cômputo das respostas do questionário SAM.

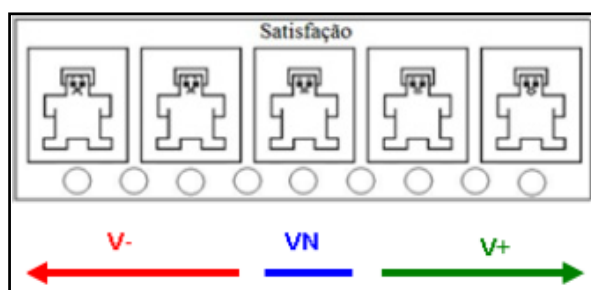


Figura 6.4 – Cômputo das respostas do Questionário SAM

### 6.2.3 Questionário TAM

O questionário TAM foi elaborado com base no modelo *Technology Acceptance Model* (TAM) (DAVIS, 1989), o qual permite avaliar a aceitação dos usuários, considerando efeitos externos tais como as características dos sistemas de informação e as intenções de uso dos mesmos. Essa aceitação é medida a partir de manifestações das percepções dos usuários sobre o uso desses sistemas, levando em consideração dois determinantes:

- utilidade percebida: indica o quanto um usuário acredita que o uso de um determinado sistema de informação poderá melhorar o seu desempenho nas atividades laborais;
- facilidade de uso percebida: indica o quanto um usuário acredita que o uso de um determinado sistema de informação exigirá de esforço para compensar a sua utilidade.

O questionário TAM foi construído utilizando a escala de Likert (LIKERT, 1932), um tipo de escala em que os respondentes assinalam seus níveis de concordância mediante determinadas afirmações sobre os sistemas apresentados.

## 6.3 Resultados Obtidos

O SIAF 2.0 e o SIAF Móvel foram apresentados a 32 profissionais de saúde, sendo 16 da cidade de São Carlos-SP e 16 da cidade de Poços de Caldas-MG. Todos os profissionais que participaram da avaliação estão vinculados às USFs e/ou UBSs de seus municípios e mantêm uma relação estreita com os programas de promoção de atividade física. Os profissionais de saúde convidados a participar do processo de avaliação foram informados sobre a intenção do estudo e assinaram um termo de consentimento (Anexo A) sobre sua participação na pesquisa. Após um período de treinamento, os questionários de avaliação foram preenchidos por esses profissionais, sendo que as informações coletadas via esses questionários foram úteis para avaliar a motivação desses usuários, durante o uso do SIAF 2.0 e do SIAF Móvel, e para verificar o quanto esses sistemas poderiam auxiliá-los em suas atividades.

### 6.3.1 Questionário Perfil

Com base nos resultados do questionário Perfil foi possível identificar que a maioria dos profissionais de saúde situa-se na faixa etária de 23 aos 42 anos, possui uma experiência de dois anos ou mais no uso de computadores e usam esses equipamentos para auxiliá-los tanto em atividades de estudo quanto de trabalho. Ao serem consultados sobre o acesso à internet, 59% dos profissionais afirmaram navegar na internet cinco horas ou mais por semana, 25% navegam entre duas e cinco horas por semana e 16% fazem uso da internet duas horas ou menos por semana. Segundo os profissionais de saúde, o uso da internet é muito importante porque ajuda a mantê-los atualizados em suas áreas de atuação.

Quanto ao uso de computadores e SIs para auxiliar esses profissionais nas atividades de gerenciamento dos GAFs, os respondentes declararam que esses são essenciais para facilitar e agilizar suas atividades. Os profissionais apontaram que, apesar de não usarem nenhum sistema, estes poderiam ajudá-los na preparação das atividades que são realizadas, na coleta e no gerenciamento de dados e também na emissão de relatórios. Alguns profissionais de saúde disseram que precisam organizar melhor as ações de promoção de atividade física e que o uso de SIs poderia contribuir nessa tarefa.

Os profissionais participantes da pesquisa eram compostos por: enfermeiros, fisioterapeutas; educador físico; psicólogo; nutricionista; terapeuta ocupacional e médicos. Dentre os profissionais envolvidos na avaliação, 50% desses afirmaram estar cursando ou já possuir uma pós-graduação.

### 6.3.2 Questionário SAM

Para medir o grau de Satisfação, Motivação e Sentimento de Controle dos profissionais de saúde em relação ao SIAF 2.0 e o SIAF Móvel, esses usuários foram convidados a realizar duas tarefas:

- tarefa 1: registrar os Instrumentos de Coleta dos participantes de uma sessão de atividade física via o SIAF Móvel; e
- tarefa 2: emitir um relatório para o indicador Pressão Arterial de um participante.

Para realizar cada uma dessas duas tarefas, havia um questionário SAM (Anexo C e Anexo D) que direcionava os profissionais de saúde pelas interfaces dos sistemas. Para cada uma das interfaces apresentadas era solicitado dos profissionais o preenchimento do questionário SAM correspondente. Os resultados obtidos a partir desses questionários são apresentados nas tabelas 6.1 e 6.2.

Tabela 6.1 - Respostas do questionário SAM tarefa 1

Interface	SAM tarefa 1	V-	VN	V+
1 - Tela de Autenticação	Satisfação	1	3	28
	Motivação		2	30
	Sentimento de Controle	1	3	28
2 - Menu Principal	Satisfação	2	2	28
	Motivação	3	4	25
	Sentimento de Controle	1	3	28
3 - Selecionar Sessão de Atividade Física	Satisfação	1	2	29
	Motivação	1	2	29
	Sentimento de Controle	1	2	29
4 - Selecionar Participante	Satisfação	1	2	29
	Motivação	1	3	28
	Sentimento de Controle		2	30
5 - Registrar Medidas	Satisfação	1	4	27
	Motivação	2	3	27
	Sentimento de Controle	2	3	27
6 - Finalizar Sessão de Atividade Física	Satisfação		2	30
	Motivação	1	1	30
	Sentimento de Controle		2	30

Tabela 6.2 - Respostas do Questionário SAM tarefa 2

Interface	SAM tarefa 2	V-	VN	V+
1 - Tela Menu Principal	Satisfação	2	2	28
	Motivação	2	3	27
	Sentimento de Controle	3	4	25
2 - Gráficos e Relatórios	Satisfação	2	3	27
	Motivação	2	3	27
	Sentimento de Controle	3	3	26
3 - Relatório de Pressão Arterial	Satisfação		1	31
	Motivação	1	5	26
	Sentimento de Controle	2	2	28
4 - Selecionar Participante	Satisfação	4	2	26
	Motivação	3	3	26
	Sentimento de Controle	3	4	25



Os resultados apresentados nas tabelas 6.1 e 6.2 comprovam a impressão positiva que os profissionais de saúde tiveram em relação ao uso do SIAF 2.0 e do SIAF Móvel para as duas tarefas propostas. A maioria dos profissionais manifestou um grau positivo em relação à Satisfação, Motivação e Sentimento de Controle durante o uso dos sistemas.

### 6.3.3 Questionário TAM

No questionário TAM (Anexo E), empregado para avaliar a aceitação do SIAF 2.0 e do SIAF Móvel pelos profissionais de saúde, foram apresentadas 5 afirmativas sobre esses dois sistemas e para cada afirmativa, os seguintes níveis de concordância, de acordo com a escala de Likert (LIKERT, 1932): Concordo Plenamente; Concordo Parcialmente; Nem Concordo Nem Discordo; Discordo Parcialmente; e Discordo Plenamente. Os resultados desse questionário são apresentados na tabela 6.3.

**Tabela 6.3 - Resultados do questionário TAM para o uso do SIAF 2.0 e do SIAF Móvel**

Afirmativas	Concordo Plenamente	Concordo Parcialmente	Nem Concordo e Nem Discordo	Discordo Parcialmente	Discordo Plenamente
1. O SIAF 2.0 e o SIAF Móvel são úteis para o gerenciamento das sessões de Atividade Física	26 (81,24%)	3 (9,38%)	3 (9,38%)	-----	-----
2. O uso do SIAF 2.0 e do SIAF Móvel facilitaria o gerenciamento das sessões de Atividade Física	24 (75,00%)	6 (18,75%)	2 (6,25%)	-----	-----
3. Houve dificuldades em registrar/consultar dados referentes às sessões de Atividade Física	-----	1 (3,12%)	3 (9,38%)	4 (12,50%)	24 (75,00%)
4. Eu gostaria de usar o SIAF 2.0 e o SIAF Móvel para gerenciar as sessões de Atividade Física	27 (84,38%)	4 (12,50%)	1 (3,12%)	-----	-----
5. O SIAF 2.0 e o SIAF Móvel melhorariam o meu trabalho de gerenciamento dos dados coletados nas sessões de Atividade Física	25 (78,13%)	4 (12,50%)	2 (6,25%)	1 (3,12%)	-----

## 6.4 Considerações Finais

Este capítulo apresentou a metodologia de avaliação adotada e os resultados obtidos a partir da mesma. Após o uso do SIAF 2.0 e do SIAF Móvel, a grande maioria dos profissionais de saúde manifestou estar satisfeita e motivada para

adotar esses sistemas. De acordo com os resultados obtidos, 81,24% dos profissionais de saúde apontaram que o uso do SIAF 2.0 e do SIAF Móvel seria útil para o gerenciamento das sessões de atividade física. Segundo esses profissionais, os sistemas apresentados facilitariam o registro e a consulta dos dados, auxiliando-os na organização de suas atividades e no acompanhamento das ações de promoção de atividade física.

O questionário TAM apontou ainda que 84,38% dos profissionais de saúde manifestaram o desejo de usar o SIAF 2.0 e o SIAF Móvel. Essa aceitação foi positiva porque os profissionais de saúde disseram que o uso do SIAF Móvel é muito prático, fácil e o fato de poderem registrar os dados no local e no momento da sessão de atividade física, evitaria o retrabalho de realizar anotações num papel e depois repassar essas anotações para um sistema. Segundo as observações feitas pelos profissionais, o uso do SIAF Móvel integrado ao SIAF 2.0 poderia reduzir a quantidade de formulários impressos e diminuir as chances de perda ou extravio de registros dos participantes.

Uma das desvantagens apontadas pelos profissionais que participaram da avaliação é que as unidades de saúde não possuem uma infraestrutura de equipamentos computacionais que possibilite a implantação do ACUMAAF a curto prazo. Segundo estes, o custo necessário para viabilizar a implantação desse ambiente nas unidades de saúde demandaria a elaboração de projetos de financiamento junto à Secretaria de Saúde e à Prefeitura Municipal.

# Capítulo 7

## CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

---

---

Este trabalho de mestrado apresentou o Ambiente de Computação Ubíqua para o Monitoramento e Avaliação de Atividade Física (ACUMAAF), um ambiente computacional que emprega dispositivos móveis, sensores e redes de comunicação sem fio para monitorar em tempo real e avaliar remotamente indivíduos que praticam atividade física em grupo.

O ACUMAAF foi concebido para apoiar a estratégia global da OMS de combate ao sedentarismo e de prevenção de DCNTs. Esse ambiente possibilita uma vigilância contínua dos programas de atividade física, assim como disponibiliza um conjunto de indicadores de saúde e de desempenho que auxiliam as USFs e UBSs na avaliação dos GAFs e no direcionamento de políticas públicas de promoção de saúde.

Uma avaliação foi realizada com os profissionais de saúde a fim de verificar a aceitação desses usuários em relação ao SIAF 2.0 e ao SIAF Móvel. Os resultados obtidos a partir dessa avaliação atestaram que a maioria dos profissionais de saúde apresentou um sentimento positivo quanto ao uso desses sistemas. De acordo com os questionários aplicados, 75% dos profissionais afirmaram que o SIAF 2.0 e o SIAF Móvel facilitaria o gerenciamento de atividade física. De acordo com os profissionais, o SIAF 2.0 e o SIAF Móvel possui grande utilidade para organizar as atividades desenvolvidas, para eliminar retrabalhos manuais de preenchimentos de relatórios e formulários de papel e para eliminar ou reduzir extravios de dados coletados. Segundo os profissionais de saúde, o ambiente computacional proposto

traria contribuições para a promoção da saúde, uma vez possibilita a realização de estudos longitudinais objetivando identificar a efetividade de suas ações na melhoria da qualidade de vida da população e na prevenção de DCNTs.

Embora uma avaliação do ambiente completo não tenha sido realizada, uma vez que sensores reais não foram empregados no ACUMAAF, avaliações preliminares apontaram que o Zigbee foi o protocolo mais adequado para prover a comunicação sem fio entre os sensores desse ambiente. O baixo consumo de energia desse protocolo proporcionou uma maior autonomia de funcionamento às RSCHs e a sua reduzida taxa de perda de pacotes na comunicação não foi suficiente para comprometer a operação do ambiente. Ao empregar o protocolo ZigBee, a simulação realizada validou também a abordagem um-para-muitos para o monitoramento coletivo, proposta neste trabalho, uma vez que a comunicação entre os sensores e o seu coordenador (i.e., o SMC) não apresentou problemas que inviabilizasse o funcionamento do ambiente.

## 7.1 Trabalhos Futuros

Para a continuidade desse trabalho, está prevista a incorporação de sensores reais ao ACUMAAF. Uma vez que alguns dos sensores descritos na seção 5.4 não se encontram disponíveis para aquisição no mercado, tais dispositivos deverão ser projetados e desenvolvidos a fim de constituírem a RSCH prevista para o ambiente.

Depois de empregados os sensores reais no ACUMAAF, pretende-se realizar um estudo envolvendo simulações de algoritmos de roteamento para as RSCHs, que auxiliarão na escolha do mais adequado ao ambiente. Estudos de escalabilidade do ACUMAAF também poderão ser conduzidos com o intuito de identificar possíveis gargalos no processo de comunicação entre os seus módulos.

Segundo sugestões feitas pelos profissionais de saúde, durante o processo de avaliação, o SIAF 2.0 poderia estar integrado a outros SISs, tais como os Sistemas de Informação Hospitalares (SIHs). De acordo com os profissionais, o compartilhamento de dados entre os diversos níveis do Cuidado de Saúde é muito importante para auxiliar na promoção da qualidade de vida da população e/ou assegurar uma assistência médica mais eficiente aos indivíduos. A fim de viabilizar

essa integração, Webservices poderão ser implantados no ACUMAAF de forma que outros SISs possam ter acesso aos dados mantidos pelo ambiente.

Outra melhoria, que também foi sugerida durante a avaliação do ACUMAAF, diz respeito ao SIAF Móvel. De acordo com os profissionais de saúde, seria importante que a consulta dos indicadores gerados pelo ambiente também pudesse ser realizada a partir dos dispositivos móveis, já que possibilitaria a realização de avaliações físicas dos participantes até mesmo fora das unidades de saúde.

# REFERÊNCIAS

---

APACHE. Licensing of Distributions. Disponível em: <<http://www.apache.org/licenses/>>. Acesso em: 01/03/2012.

ANDROID. Android Open Source Project. Disponível em: <<http://source.android.com/>>. Acesso em: 01/02/2012.

ARAÚJO, R. B. Computação Ubíqua: Princípios, Tecnologias e Desafios. In: Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores, XXI, 1ª edição, Natal-RN: SBRC2003, pp. 1-71, 2003.

ARDUÍNO. Getting Started with Arduino. Disponível em: <<http://www.arduino.cc/>>. Acesso em: 03/04/2012.

BALDUS, D.; KLABUNDE, K.; MÜSCH, G. Reliable Set-Up of Medical Body-Sensor Networks. In: First European Workshop on Wireless Sensor Networks (EWSN 2004), LNCS. Springer, Berlin Heidelberg New York, v. 2920, pp. 353-363, 2004.

BARBOSA, T. M. G. A. Uma arquitetura de Redes de Sensores do Corpo Humano. 2008. 188f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília. 2008.

BARDHAM, J. E.; MIHAILIDIS, A.; WAN D. Pervasive Computing in Healthcare. CRC Press, v.1, edition 1, ISBN-10 0849336218, 336 pages. 2006.

BELL, G.; DOURISH, P. Yesterday's Tomorrows: Notes on Ubiquitous Computing's Dominant Vision. In: Personal and Ubiquitous Computing, Springer-Verlag, London-UK, v. 11, n. 2, pp. 133-143, January 2007.

BLUETOOTH. Bluetooth Specification Documents. Disponível em: <<http://www.bluetooth.com/English/Technology/Building/Pages/Specification.aspx>>. Acesso em: 18/01/2012.

BONATO, P. Wearable Sensors and Systems. In: IEE Engineering in Medicine and Biology Magazine, v. 29, n. 3, pp. 25-36, may-june 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Política Nacional de Atenção Básica. Série Pactos pela Saúde 2006, v. 4. Brasília, 2006. 60 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Diretrizes e Recomendações para o Cuidado Integral de Doenças Crônicas Não Transmissíveis: Promoção da Saúde, Vigilância, Prevenção e Assistência. Série Pactos pela Saúde 2006, v. 8. Brasília, 2008. 72 p.

BURKHARDT, J.; SCHAECK, T.; HENN, H.; HEPPEL, S.; RINDTORFF, K. Pervasive Computing: Technology and Architecture of Mobile Internet Applications. Boston: Addison-Wesley Longman Publishing Co. november 2001. 432 p.

CASTRO, E. M. Atividade Física Adaptativa. 1ª edição. Ribeirão Preto: Tecmedd, v.1, 2005. 630 p.

DAVIS, F. D. Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. MIS Quarterly, v. 13, n. 3, p. 318–341, 1989.

DINH, A.; TENG, D.; CHEN, L.; SHI, Y.; MCCROSKY, C.; BASRAN, J.; HASS, V. D. B. Implementation of a Physical Activity Monitoring System for the Elderly People with Built-in Vital Sign and Fall Detection. In: Sixth International Conference on Information Technology: New Generations, 2009, ITNG '09, pp. 1226-1231, 27-29 april 2009.

ECLIPSE. Eclipse Documentation – Previous Release: Eclipse Galileu. Disponível em: <<http://help.eclipse.org/galileo/index.jsp>>. Acesso em: 10/01/2012.

FERRARI, G.; MEDAGLIANI, P.; PIAZZA, S. D.; MARTALÒ, M. Wireless Sensor Networks: Performance Analysis in Indoor Scenarios. EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking (Hindawi Publishing Corp.). v. 2007, n. 1, January 2007.

FLORIDO, I. R. Rede de Sensores sem Fio em Ambientes Veiculares Baseada no Padrão ZigBee. 2008. 121f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2008.

GOUTHAM, A. B.; MANJUNATH, I. B. S.; RAJIV, R. Patient Data Management System – Periodic Model using GSM. In: 2010 Fifth International Conference on Digital Information Management (ICDIM), pp. 519-524, 5-8 july 2010.

HANSMANN, U., MERK, L., NICKLOUS, M. S., STOBBER, T. Pervasive Computing Handbook. New York: Springer-Verlag, January 2001. 409 p.

HAYASHI ECS, NERIS VPA, BARANAUSKAS MCC, MARTINS MC, PICCOLO LSG, COSTA R. Avaliando a Qualidade Afetiva de Sistemas Computacionais Interativos no Cenário Brasileiro. In: Usabilidade, Acessibilidade, Inteligibilidade, Workshop no IHC 2008, 2008, Porto Alegre. Anais do Workshop UAI, p. 1-5, 2008.

HAYES, T. L.; PAVEL, M.; ADAMI, A. G., LARIMER, N., TSAY, I. A., NUTT, J. Distributed Healthcare: Simultaneous Assessment of Multiple Individuals. IEEE Pervasive Computing, v. 6, n. 1, pp. 36-43, january-march 2007.

HO, T. C. T.; CHEN, X. ExerTrek: A portable handheld exercise monitoring, tracking and recommendation system. In: 11th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services. Healthcom 2009. pp. 84-88, 16-18, december 2009.

IPAQ. The International Physical Activity Questionnaire. Disponível em: <<http://www.ipaq.ki.se/>>. Acesso em: 01/08/2011.

JPA. The Java Persistence API - A Simpler Programming Model for Entity Persistence. Disponível em: <<http://www.oracle.com/technetwork/articles/javaee/jpa-137156.html>>. Acesso em: 01/03/2012.

JSF. JavaServer Faces Technology. Disponível em: < <http://www.oracle.com/technetwork/java/javaee/javaserverfaces-139869.html>>. Acesso em: 01/03/2012.

JOBS, M.; LANTZ, F.; LEWIN, B.; JANSSON, E.; ANTONI, J.; BRUNBERG, K.; HALLBJORNER, P.; RYDBERG, A. WBAN mass: A WBAN-based Monitoring Application System. In: 2009 2nd IET Seminar on Antennas and Propagation for Body-Centric Wireless Communications, pp. 1-5, 20-20 april 2009.

KIM, B.; KIM, Y.; LEE, I.; YOU, I. Design and Implementation of a Ubiquitous ECG Monitoring System Using SIP and the Zigbee Network. In: Proceedings of the Future Generation Communication and Networking - Volume 02 (FGCN '07), Vol. 2. IEEE Computer Society, Washington, DC, USA, 599-604, 2007.

KNIBERG, H. Scrum and XP from the Trenches: How we do Scrum. 1ª edição. C4Media, 2007. 140 p.

KULKARNI, P.; OZTURK, U. mPHASIS: Mobile Patient Healthcare and Sensor Information System. Journal of Network and Computer Application. v. 34, n. 1, pp. 402-417, january 2011.



KUROSE, J.; ROSS, K. W. Redes de Computadores e a Internet: Uma Abordagem Top-Down. [Computer networking: a top-down approach featuring the Internet]. Arlete Simille Marques (Tradução). 3 ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2006. 634 p.

KURYLOSKI, P.; GIANI, A.; GIANNANTONIO, R.; GILANI, K.; GRAVINA, R.; SEPPA, V. P.; SETO, E.; SHIA, V.; WANG, C.; YAN, P.; YANG, A. Y.; HYTTINEN, J.; SASTRY, S.; WICKER, S.; BAJCSY, R. DexterNet: An Open Platform for Heterogeneous Body Sensor Networks and its Applications. In: Sixth International Workshop on Wearable and Implantable Body Sensor Networks, BSN 2009, IEEE Computer Society, pp. 92-97, 3-5 june 2009.

KYRIACOU, E.; PATTICHIS, C.; HOPLAROS, D.; JOSSIF, A.; KOUNOUEDES, A.; MILIS, M.; VOGIATZIS, D. Integrated Platform for Continuous Monitoring of Children with Suspected Cardiac Arrhythmias. In: 9th International Conference on Information Technology and Applications in Biomedicine, ITAB 2009, pp. 1-4, 4-7 november 2009.

LIKERT, R. A Technique for the Measurement of Attitudes. Archives of Psychology, v. 22, n. 140, 55 p, 1932.

LÓPEZ, H. F.; AFONSO, J. A.; CORREIA, J. H.; SIMÕES, R. HM4All: A Vital Signs Monitoring System Based in Spatially Distributed ZigBee Networks. In: 2010 4th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth), pp.1-4, 22-25 march 2010.

LOUREIRO, A. A. F.; NOGUEIRA, J. M. S.; RUIZ, L. B.; MINI, R. A.; NAKAMURA, E. F.; FIGUEIREDO, C. M. S. Redes de Sensores sem Fio. In: Minicursos do XXI Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores (SBRC'03), Natal, RN, p. 179-226, 2003.

LYMBERIS A.; DITTMAR A. Advanced Wearable Health Systems and Applications-Research and Development Efforts in the European Union. IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine, v. 26, n. 3, may-June 2007.

LYYTINEN, K.; YOO, Y. Issues and Challenges in Ubiquitous Computing. Communications of the ACM, v. 45, n. 12, dezembro 2002.

MENEZES, A. L.; CIRILO, C. E.; MORAIS, J. L. C.; SOUZA, W. L.; PRADO, A. F. Using Archetypes and Domain Specific Languages on Development of Ubiquitous Applications to Pervasive Healthcare. In: The 23rd IEEE International Symposium on Computer-Based Medical Systems, pp. 395-400, 12-15 october 2010.

MILES, L. Physical activity and health. Nutrition Bulletin, v. 32, n. 4, pp. 314-363, december 2007.

MOHAN, P.; SULTAN, S. MediNet: A Mobile Healthcare Management System for the Caribbean Region. In: 6th Annual International Mobile and Ubiquitous Systems: Networking & Services, MobiQuitous '09, pp.1-2, 13-16 July 2009.

NS2. The Network Simulator. Disponível em: <<http://www.isi.edu/nsnam/ns/>>. Acesso em: 20/10/2011.

NUAYMI, L. WiMAX: Technology for Broadband Wireless Access. John Wiley & Sons Ltd., 2007. 310 p.

PANTELOPOULOS, A.; BOURBAKIS, N. G. A Survey on Wearable Sensor-Based Systems for Health Monitoring and Prognosis. In: IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews, v. 40, n. 1, pp. 1-12, January 2010.

PERHEALTH. First IEEE PerCom Workshop on Pervasive Healthcare. March 2010. Disponível em: <<http://cnd.iit.cnr.it/perhealth2010/>>. Acesso em: 20/01/2011.

PORTOCARRERO, J. M. T.; SOUZA, W. L.; DEMARZO, M. M. P.; PRADO, A. F. SIAF: Um Sistema de Informação de Atividade Física. In: X Workshop de Informática Médica (WIM 2010), Belo Horizonte. Anais do XXIX Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (CSBC 2010). Porto Alegre-RS: Sociedade Brasileira de Computação, pp. 1650-1659, 2010a.

PORTOCARRERO, J. M. T. SIAF: Um sistema de informação, a ser integrado num ambiente de computação ubíqua, para gerenciamento de atividade física. 2010. 98f. Dissertação (Mestrado em Computação) – Departamento de Computação, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2010b.

POSLAND, S. Ubiquitous Computing: Smart Device, Environment, and Interactions. 1ª edição. John Wiley & Sons Ltd. 2009. 502 p.

POSTGRESQL. Documentação do PostgreSQL 8.2.0. Disponível em: <<http://pgdocptbr.sourceforge.net/pg82/reference.html>>. Acesso em: 01/03/2012.

PRIMEFACES. Primefaces User's Guide. Disponível em: <<http://primefaces.org/documentation.html>>. Acesso em: 01/04/2012.

RAHBAR, A. An E-Ambulatory Healthcare System Using Mobile Network. In: 2010 Seventh International Conference on Information Technology: New Generations (ITNG), pp. 1269-1273, 12-14 April 2010.

ROY, S. H.; CHENG, M. S.; CHANG, S. S.; MOORE, J.; LUCA, G.; NAWAB, S. H.; LUCA, C. J. A Combined sEMG and Accelerometer System for Monitoring Functional Activity in Stroke. In: IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, v. 17, n. 6, pp. 585-594, december 2009.

RUIZ, L. B. MANÁ: Uma Arquitetura para Gerenciamento de Redes de Sensores sem Fio. 2003. 214f. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Departamento de Computação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2003.

SAEED, A.; FAEZIPOUR, M.; NOURANI, M.; TAMIL, L. Plug-and-play sensor node for body area networks. Life Science Systems and Applications Workshop, 2009. LiSSA 2009. IEEE/NIH, pp.104-107, 9-10 April 2009.

SETO, E. Y. W.; GIANI, A.; SHIA, V.; WANG, C.; YAN, P.; YANG, A. Y.; JERRETT, M.; BAJCSY, R. A wireless body sensor network for the prevention and management of asthma. In: IEEE International Symposium on Industrial Embedded Systems, SIES '09, pp.120-123, 8-10, july 2009.

SÖDERSTRÖM, H. Linguistic Aspects of Ubiquitous Computing: On "Ubiquitous" in Japanese and Korean Information Technology. In: International Conference on Information Science and Applications (ICISA) 2010, pp.1-7, 21-23, april 2010.

SQLITE. SQLiteDatabase. Disponível em: <<http://developer.android.com/reference/android/database/sqlite/SQLiteDatabase.html>>. Acesso em: 01/03/2012.

USA. Department of Health and Human Services. Centers for Disease Control and Prevention. National Institute for Occupational Safety and Health. A Technology Review of Smart Sensors With Wireless Networks for Applications in Hazardous Work Environments. Information Circular 9496, n. 2007-114, pp. 1-49, april 2007.

USA. Department of Health and Human Services. Office of Disease Prevencion & Health Promotion. 2008 Physical Activity Guidelines for Americans. october 2008. 76 p.

VAINIONPÄÄ, A.; KORPELAINEN, R.; SIEVÄNEN, H.; VIHRIÄLÄ, E.; LEPPÄLUOTO, J.; JÄMSÄ, T. Effect of impact exercise and its intensity on bone geometry at weight-bearing tibia and fêmur. In: Bone. v. 40, n. 3, pp. 604-611, march 2007.

VARSHNEY, U. Pervasive Healthcare Computing: EMR/EHR, Wireless and Health Monitoring. 1ª edição. Springer Publishing Company, 2009. 288 p.

VASSIS, D.; BELSIS, P.; SKOURLAS, C.; PANTZIOU, G. Providing Advanced Remote Medical Treatment Services Through Pervasive Environments. In: Personal Ubiquitous Computing, v. 14, n. 6, september 2010.

WARBURTON, D. E. R.; NICOL, C. W.; BREDIN, S. S. D. Health benefits of physical activity: the evidence. CMAJ, v. 174, pp. 801-809, march 2006.

WEISER, M. The Computer for the Twenty-First Century. Scientific American, v. 265, n. 3, pp. 94-104, september 1991.

WHO. The World Health Report 2002: Reducing risks, promoting healthy life. Geneva. World Health Organization. 2002. 230 p.

WHO. Resolution WHA57.17: Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health. In: Fifty-Seventh World Health Assembly. Geneva. World Health Organization. 2004. 21 p.

WHO. Preventing Chronic Diseases a vital investment. Geneva. World Health Organization. 2005. 182 p.

WHO. 2008-2013 Action Plan for the Global Strategy for the Prevention and Control of Noncommunicable Diseases. Geneva. World Health Organization. 2008a. 42 p.

WHO. A Framework to Monitor and Evaluate implementation: WHO Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health. Geneva. World Health Organization. 2008b. 46 p.

WHO. Global Health Risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. Geneva. World Health Organization. 2009. 70 p.

WHO. Global Recommendations on Physical Activity for Health. Geneva. World Health Organization. 2010a. 60 p.

WHO. Global status report on noncommunicable diseases 2010. Geneva. World Health Organization. 2010b. 176 p.

WHO. Noncommunicable diseases: country profile 2011. Geneva. World Health Organization. 2011. 209 p.

Wi-Fi. Wi-Fi Specification. Disponível em: <<http://www.wi-fi.org>>, Acesso em: 15/01/2012.

WOODSTOCK. Project Woodstock. Disponível em: <<http://java.net/projects/woodstock/>>. Acesso em: 01/09/2011.

XU, L.; GUO, D.; TAY, F. E. H.; XING, S. A wearable vital signs monitoring system for pervasive healthcare. 2010 IEEE Conference on Sustainable Utilization and Development in Engineering and Technology (STUDENT), pp. 86-89, 20-21 november 2010.

XUTAO, L.; DONGSEN, C.; ZHIJIE, J.; YUNQIANG, S. Design of Transport Vehicles Remote Monitoring System. In: *2nd International Conference on Education Technology and Computer (ICETC)*,v. 2, pp. V2-310-V2-313, 22-24 june 2010.

YANG, G. Z. Body Sensor Networks. 1ª edição. London: Springer. 2006. 500 p.

YANG, C. M.; LIN, Z. S.; HU, C. L.; CHEN, Y. S.; KE, L. Y.; CHEN, Y. R. A Novel Dynamic Sensing of Wearable Digital Textile Sensor With Body Motion Analysis. In: Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2010 Annual International Conference of the IEEE, pp. 4898-4901, august 31 2010-September 4 2010.

YU, K. M.; ZHOU, J.; YU, C. Y.; LIU, J. Y.; LEE, C. C.; CHANG, H. W.; HSIEH, H. N. An Event-Based Wireless Navigation and Healthcare System for Group Recreational Cycling. In: 5th International Conference on Mobile Ad-hoc and Sensor Networks, MSN '09, pp. 294-298, 14-16 december 2009.

ZIGBEE. ZigBee Specification. Disponível em: <<http://www.zigbee.org/Specifications.aspx>>. Acesso em: 15/01/2012.

# GLOSSÁRIO

---

**Atividade Física de intensidade moderada:** em uma escala de intensidade relativa, atividade física de intensidade moderada é aquela em que os níveis de esforço estão entre 5 e 6 (USA, 2008). Uma caminhada realizada em uma velocidade mais elevada é um exemplo de atividade física de intensidade moderada.

**Atividade Física de intensidade vigorosa:** em uma escala de intensidade relativa, atividade física de intensidade vigorosa é aquela em que os níveis de esforço estão entre 7 e 8. Durante a realização de uma atividade em intensidade vigorosa, o indivíduo sentirá seu coração bater um pouco mais rápido e a sua respiração se tornará mais difícil que o normal (USA, 2008). Esportes, tais como futebol, tênis e natação, são considerados atividades físicas de intensidade vigorosa.

**Atividades aeróbicas:** são aquelas na quais grandes músculos do corpo são trabalhados em movimentos rítmicos, de forma contínua e intensa, promovendo altos gastos calóricos. Alguns exemplos de exercícios aeróbicos são: caminhada, corrida, natação e ciclismo (USA, 2008).

**Inatividade Física:** Inatividade Física representa uma qualidade que está associada à situação de um indivíduo que não pratica pelo menos de 30 minutos de atividade física moderada na maioria dos dias da semana ou 20 minutos de atividade física vigorosa pelo menos três vezes por semana.

**Indicadores de Saúde:** são dados estatísticos apresentados em forma de tabelas ou gráficos que possibilitam uma análise da saúde e desempenho dos GAFs ou das ações de promoção de atividade física. Alguns exemplos de Indicadores de saúde são: Adesão e Aderência, Peso, Pressão Arterial e Nível de Atividades Física (PORTOCARRERO *et al.*, 2010b).

**Intensidade relativa:** descreve o nível de esforço relativo de uma pessoa de acordo com a sua aptidão cardiorrespiratória. Em uma escala de 0 a 10, considera-se nível

0 de intensidade relativa para uma pessoa que está sentada e 10 para uma pessoa com o mais alto nível de esforço possível (USA, 2008).

**Instrumento de Coleta:** entende-se por instrumento de coleta os dados obtidos das sessões de atividade física. Alguns exemplos de Instrumento de Coleta são: peso, pressão arterial, nível de glicose e frequência cardíaca (PORTOCARRERO *et al.*, 2010b).

**Insuficientemente ativo:** Insuficientemente ativo representa o indivíduo que pratica menos de 150 minutos de atividade física moderada por semana ou menos de 60 minutos de atividade física vigorosa por semana.

**Pervasivo:** esse termo não existe ainda no vocabulário da língua portuguesa, mas é muito usado como uma referência ao sentido da palavra inglesa *pervasive*, ou seja, para referenciar o que permeia com ampla difusão, que é penetrante e dominante.

# Anexo A

## TERMO DE CONSENTIMENTO

---

### Termo de Consentimento

- 1) Você está sendo convidado para participar da pesquisa “ACUMAAF: Ambiente de Computação Ubíqua para o Monitoramento e Avaliação de Atividade Física”.
- 2) Você foi selecionado por ser um estudante de graduação/pós-graduação da área de saúde, por ser um profissional de saúde ou por ser um usuário das unidades de saúde e sua participação não é obrigatória.
- 3) Os objetivos deste estudo são: (a) verificar o impacto causado pela promoção da atividade física na melhoria da saúde e da qualidade de vida da população; (b) identificar correlações entre a promoção de atividade física e a prevenção de doenças crônicas não transmissíveis; e (c) gerar indicadores de saúde e desempenho da população com o objetivo de direcionar políticas públicas de promoção de atividade física e de combate às doenças crônicas não transmissíveis.
- 4) Sua participação nesta pesquisa consistirá em responder a questionários para a avaliação da aceitação do ACUMAAF.
- 5) Sua participação na pesquisa pode envolver algum desconforto relacionado ao uso dos dispositivos computadorizados tais como celular ou *notebook* e/ou ao tempo despendido para responder aos questionários, sendo que faremos o possível para minimizar esses possíveis desconfortos. Os benefícios esperados com sua participação nesta avaliação são: ajudar na validação do ACUMAAF e no aperfeiçoamento desse projeto.
- 6) Esta avaliação não oferece danos à saúde do voluntário respondedor dos questionários, mas eventuais constrangimentos ou desconfortos poderão surgir durante o uso de equipamentos computadorizados tais como celular e *notebook* ou ao tempo despendido para responder aos questionários. Em relação aos questionários, eles foram planejados de forma a evitar possíveis constrangimentos ou desconfortos e caso ocorram, você poderá se recusar a responder ou mesmo interromper a sua participação a qualquer momento, sem qualquer prejuízo em sua relação com a instituição ou com o pesquisador. Para evitar desconforto com a utilização do sistema de informação a ser avaliado, o responsável pela pesquisa estará orientando e monitorando todo o processo, de forma a deixar o sujeito da pesquisa bem confortável e à vontade.



- 7) Não haverá nenhum outro método alternativo para a avaliação.
- 8) A avaliação será conduzida e orientada pelo pesquisador Douglas Fabiano de Sousa Nunes, responsável pelo projeto ACUMAAF.
- 9) Você receberá um treinamento dialogado sobre o funcionamento da avaliação.
- 10) Explicitação da liberdade do sujeito em recusar a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado.
- a) “A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento”.
- b) “Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição”.
- 11) Explicitação da garantia do sigilo que assegure a privacidade dos sujeitos quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa.
- a) “As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação.”
- b) “Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação.” Sua privacidade será garantida uma vez que os questionários não serão identificados pelo seu nome, garantindo que a identidade do sujeito participante da pesquisa seja mantida em sigilo.
- 12) Não haverá qualquer ressarcimento relacionado a eventuais despesas decorrentes de sua participação na pesquisa.

---

Douglas Fabiano de Sousa Nunes

Departamento de Computação (DC) - Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)  
Caixa Postal 676, CEP 13.565-905, São Carlos-SP  
Tel.: 16-33518599  
Endereço e telefone do Pesquisador Principal  
Rua Correa Neto, número 974, apartamento 132, Centro, CEP 37.701-016, Poços de Caldas-MG  
Tel.: 35-91404242

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

Poços de Caldas, 01/02/2012.

---

Assinatura do sujeito da pesquisa (\*)

# Anexo B

## QUESTIONÁRIO PERFIL

---

---

### UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

#### Avaliação do Sistema de Informação de Atividade Física versão 2.0 (SIAF 2.0) e do Sistema de Informação de Atividade Física Móvel (SIAF Móvel)

Este questionário visa identificar o perfil dos profissionais de saúde que estão participando do estudo de caso. Pedimos a gentileza de responder as perguntas abaixo.

1. Sexo:

- Feminino
- Masculino

- Graduação Completa
- Pós Graduação Incompleta
- Pós Graduação Completa

Informe, qual o curso e há quanto tempo se formou?

2. Faixa Etária:

- 18 a 22 anos
- 23 a 27 anos
- 28 a 32 anos
- 33 a 37 anos
- 38 a 42 anos
- acima de 42 anos

---

---

---

3. Assinale o seu Grau Acadêmico mais alto:

- Ensino Médio Completo
- Magistério
- Curso Técnico
- Graduação Incompleta

4. Você trabalha numa USF?

- Sim.
- Não.

Se sim, qual é o seu cargo e quais atividades você realiza na USF?

---

---

---

5. Você usa o computador para auxiliar suas atividades no estudo ou trabalho?

- Sim.  
 Não.

Se sim, com que frequência:

- Sempre (Pelo menos uma vez por semana)  
 Muitas vezes (Pelo menos a cada quinze dias)  
 Às vezes (Pelo menos uma vez por mês)  
 Quase nunca (Pelo menos uma vez por semestre)  
 Nunca

Se sim, em qual(ais) motivo(s) ?

- (1) \_\_\_\_\_  
 (2) \_\_\_\_\_  
 (3) \_\_\_\_\_  
 (4) \_\_\_\_\_

6. Qual é a sua opinião sobre o uso do computador no auxílio de suas atividades nos grupos de atividade física?

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

7. Você conhece algum Sistema de informação para ajudar a gerenciar os grupos de atividade física?

- Sim       Não

Se sim, qual(ais)?

- (1) \_\_\_\_\_  
 (2) \_\_\_\_\_  
 (3) \_\_\_\_\_  
 (4) \_\_\_\_\_

8. Você utiliza computador?

- Sim       Não

Se sim, há quanto tempo você utiliza o computador?

- Menos de 6 meses  
 Entre 6 meses e 1 ano  
 Entre 1 e 2 anos  
 Mais de 2 anos

Se sim, para que você usa o computador? Assinale todas as alternativas que se aplica a você.

- Estudo e pesquisa  
 E-mail  
 Notícias em geral  
 Relacionamento  
 Bate-papo  
 Trabalho  
 Jogos  
 Compras  
 Download (baixar músicas, filmes, jogos etc.)

Se sim, quantas horas por semana, em média, você utiliza o computador?

- Menos de 2 horas  
 Entre 2 e 5 horas  
 Entre 5 e 10 horas  
 Mais de 10 horas

9. Você tem acesso a Internet?

- Sim       Não

Se sim, onde você tem acesso a Internet? Assinale todas as alternativas que se aplica a você.

- Em casa  
 Na casa de amigos  
 Na casa de parentes  
 No trabalho  
 Em lan houses

Se sim, a Internet que você usa tem:

( ) Acesso discado

( ) Banda larga

Se sim, quanto tempo você fica na Internet por semana?

( ) Menos de 2 horas

( ) Entre 2 e 5 horas

( ) Entre 5 e 10 horas

( ) Mais de 10 horas

10. Qual é a sua opinião sobre o uso de sistemas de informação?

---

---

---

# Anexo C

## QUESTIONÁRIO SAM TAREFA I: REGISTRAR OS INSTRUMENTOS DE COLETA DOS PARTICIPANTES DE UMA SESSÃO DE ATIVIDADE FÍSICA VIA O SIAF MÓVEL

---

---

### Questionário SAM (*Self Assessment Manikim*)

Nesse questionário, nós queremos saber qual a sua emoção em cada tela do SIAF Móvel no registro dos Instrumentos de Coleta dos participantes de uma sessão de atividade física. O questionário é dividido por figuras seguidas de nove círculos. Você deverá assinalar um círculo que represente a emoção que você sente ao ver cada tela do sistema.

Para a emoção “Satisfação”, varia de uma figura infeliz até uma figura feliz. Para a emoção “Motivação”, varia de uma figura relaxada e sonolenta para uma figura de olhos arregalados. Para a emoção “Sentimento de Controle”, varia de uma figura pequena (dominado), até uma figura grande (no controle).

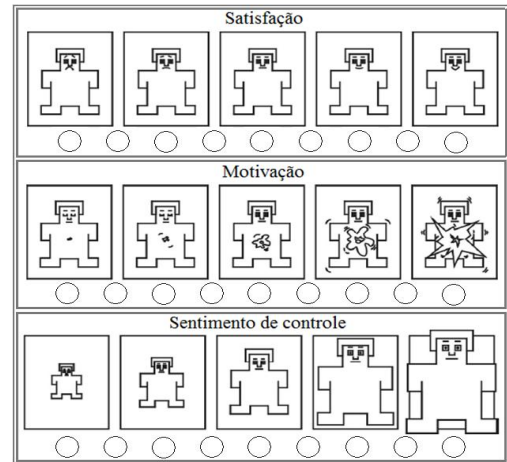
Para entender as emoções contidas nos desenhos apresentados, a tabela ao lado apresenta algumas emoções simbolizadas pelos desenhos.

<b>Satisfação</b>		<p style="text-align: center;">Satisfação</p>
Infeliz Nervoso Irritado Insatisfeito Melancólico Desesperado Entediado	Feliz Sorridente Prazer Satisfeito Contente Otimista Esperançoso	
<b>Motivação</b>		<p style="text-align: center;">Motivação</p>
Calmo Relaxado Vagaroso Lento Sono Tranquilo	Animado Estimulado Frenético Nervoso Agitado	
<b>Sentimento de Controle</b>		<p style="text-align: center;">Sentimento de controle</p>
Controlado Influenciado Cuidado por Temido Submisso Guiado	Em controle Controlando Influyente Importante Dominante Autônomo	

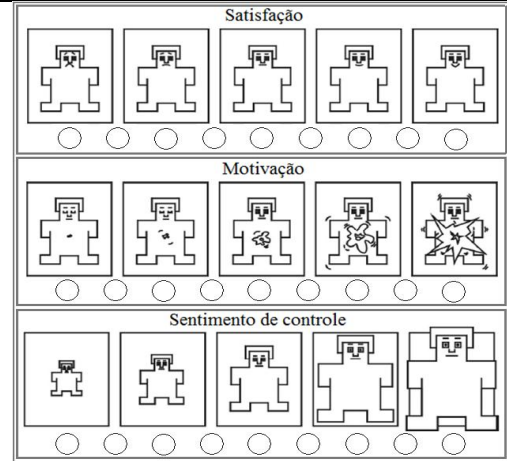
### Questionário de Auto Avaliação

<b>Telas</b>	<p style="text-align: center;"><b>Assinale um círculo para as emoções “Satisfação”, “Motivação” e “Sentimento de controle” que represente a emoção que você sente ao ver a tela ao lado</b></p>
Passo 1 de 6 – Tela Inicial, forneça Usuário e Senha  	

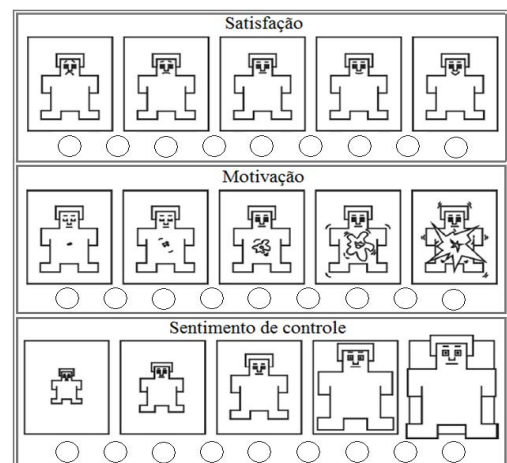
Passo 2 de 6 – Menu Principal, selecionar opção Gerenciar Atividade Física



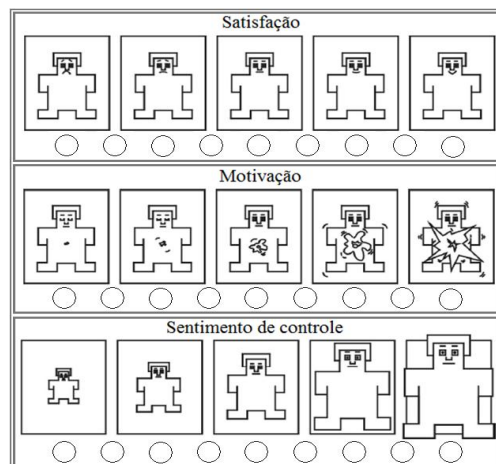
Passo 3 de 6 – Selecionar a sessão de atividade física desejada



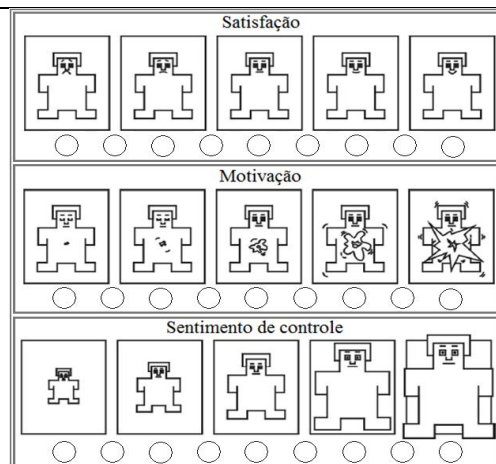
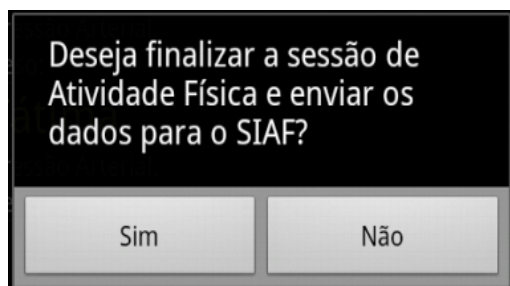
Passo 4 de 6 – Selecionar o participante para a inserção dos Instrumentos de Coleta



Passo 5 de 6 – Inserir medidas do participante da sessão de atividade física



Passo 6 de 6 – Finalizar a sessão de atividade física





# Anexo D

## QUESTIONÁRIO SAM TAREFA 2: EMITIR UM RELATÓRIO PARA O INDICADOR PRESSÃO ARTERIAL DE UM PARTICIPANTE

---


### Questionário SAM (*Self Assessment Manikin*)

Nesse questionário, nós queremos saber qual a sua emoção em cada tela do SIAF 2.0 na emissão de um relatório para o indicador Pressão Arterial de um participante. O questionário é dividido por figuras seguidas de nove círculos. Você deverá assinalar um círculo que represente a emoção que você sente ao ver cada tela do sistema.

Para a emoção “Satisfação”, varia de uma figura infeliz até uma figura feliz. Para a emoção “Motivação”, varia de uma figura relaxada e sonolenta para uma figura de olhos arregalados. Para a emoção “Sentimento de Controle”, varia de uma figura pequena (dominado), até uma figura grande (no controle).




Para entender as emoções contidas nos desenhos apresentados, a tabela ao lado apresenta algumas emoções simbolizadas pelos desenhos.

<b>Satisfação</b>		Satisfação				
Infeliz	Feliz					
Nervoso	Sorridente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Irritado	Prazer					
Insatisfeito	Satisfeito					
Melancólico	Contente					
Desesperado	Otimista					
Entediado	Esperançoso					
<b>Motivação</b>		Motivação				
Calmo	Animado					
Relaxado	Estimulado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vagaroso	Frenético					
Lento	Nervoso					
Sono	Agitado					
Tranquilo						
<b>Sentimento de Controle</b>		Sentimento de controle				
Controlado	Em controle					
Influenciado	Controlando	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cuidado por	Influente					
Temido	Importante					
Submisso	Dominante					
Guiado	Autônomo					

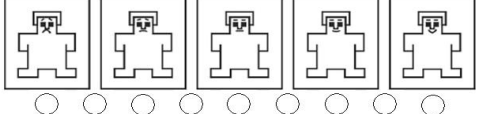
Telas	<p>Assinale um círculo para as emoções “Satisfação”, “Motivação” e “Sentimento de controle” que represente a emoção que você sente ao ver a tela ao lado</p>																																																							
<p>Passo 1 de 4 - Tela Inicial, selecionar Gráficos e Relatórios</p> 	<table border="1"> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">Satisfação</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">Motivação</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">Sentimento de controle</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> </table>	Satisfação										<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>						Motivação										<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>						Sentimento de controle										<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Satisfação																																																								
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																																																				
Motivação																																																								
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																																																				
Sentimento de controle																																																								
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																																																				

### Passo 2 de 4 – Selecionar o item Relatório de Pressão Arterial

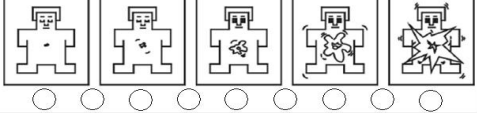
Relatório Indicador Peso
Relatório de Pressão Arterial
Gerenciar Dado Crítico

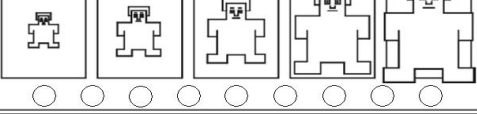
Satisfação



Motivação




Sentimento de controle

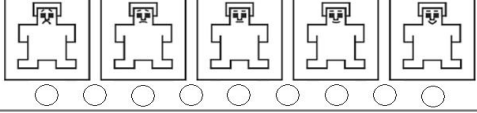


### Passo 3 de 4 – Clicar em Seleccione um Participante.

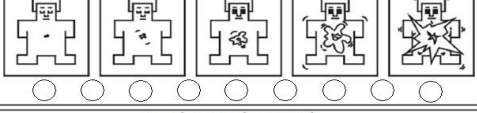
**Selecione um Participante**



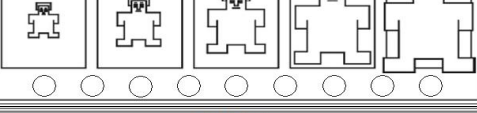
Satisfação



Motivação



Sentimento de controle



### Passo 4 de 4 – Clique em Selecionar para escolher o participante.

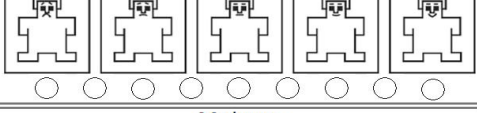
Seleção do Participante ✕

Lista de Participantes cadastrados

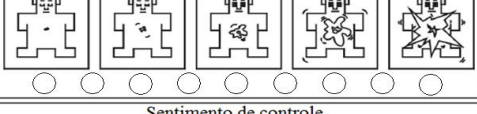
1 << >> >>>

Código	Nome	Selecionar
7	Antônio Silvério Nunes	<span style="background-color: #e6f2ff; padding: 2px 5px;">Selecionar</span>
8	Cláudio Fonseca	<span style="background-color: #e6f2ff; padding: 2px 5px;">Selecionar</span>
1	Douglas Fabiano de Sousa Nunes	<span style="background-color: #e6f2ff; padding: 2px 5px;">Selecionar</span>
38	Fátima	<span style="background-color: #e6f2ff; padding: 2px 5px;">Selecionar</span>

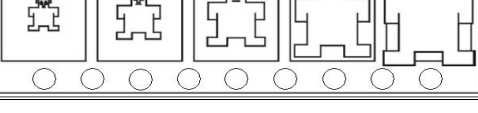
Satisfação



Motivação



Sentimento de controle



# Anexo E

## QUESTIONÁRIO TAM

---

### UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Avaliação do Sistema de Informação de Atividade Física versão 2.0 (SIAF 2.0) e do Sistema de Informação de Atividade Física Móvel (SIAF Móvel)

Este questionário visa medir a facilidade de uso e a utilidade percebida do SIAF 2.0 e do SIAF Móvel para o gerenciamento de atividade física. Por favor, em cada afirmação abaixo, indique com um “X” o nível de concordância que mais define a sua impressão sobre o uso desses sistemas.

- 1. O SIAF 2.0 e o SIAF Móvel são úteis para o gerenciamento das sessões de Atividade Física**
  - ( ) Concordo plenamente
  - ( ) Concordo parcialmente
  - ( ) Nem concordo e nem discordo
  - ( ) Discordo parcialmente
  - ( ) Discordo plenamente
  
- 2. O uso do SIAF 2.0 e do SIAF Móvel facilitaria o gerenciamento das sessões de Atividade Física**
  - ( ) Concordo plenamente
  - ( ) Concordo parcialmente
  - ( ) Nem concordo e nem discordo
  - ( ) Discordo parcialmente
  - ( ) Discordo plenamente
  
- 3. Houve dificuldades em registrar/consultar dados referentes às sessões de Atividade Física**
  - ( ) Concordo plenamente
  - ( ) Concordo parcialmente
  - ( ) Nem concordo e nem discordo
  - ( ) Discordo parcialmente
  - ( ) Discordo plenamente

**4. Eu gostaria de usar o SIAF 2.0 e o SIAF Móvel para gerenciar as sessões de Atividade Física**

- Concordo plenamente
- Concordo parcialmente
- Nem concordo e nem discordo
- Discordo parcialmente
- Discordo plenamente

**5. O SIAF 2.0 e o SIAF Móvel melhorariam o meu trabalho de gerenciamento dos dados coletados nas sessões de Atividade Física**

- Concordo plenamente
- Concordo parcialmente
- Nem concordo e nem discordo
- Discordo parcialmente
- Discordo plenamente