

# ACUMAAF: Ambiente de Computação Ubíqua para o Monitoramento e Avaliação de Atividade Física

Douglas Fabiano de Sousa Nunes<sup>1</sup>, Wanderley Lopes de Souza<sup>1</sup>, Antonio Francisco do Prado<sup>1</sup>, Marcelo Marcos Piva Demarzo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Computação – Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)  
Caixa Postal 676 – 13.565-905 – São Carlos – SP – Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Medicina – Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP)  
Rua Borges Lagoa, 1341, Vila Clementino – 04.038-034 – São Paulo – SP – Brasil  
{douglas\_nunes, desouza, prado}@dc.ufscar.br, demarzo@unifesp.br

***Abstract.** The ACUMAAF is an environment that employs Ubiquitous Computing technologies and wireless networks, in order to monitor in real time and evaluate participants of Physical Activity groups. This environment automatically collects physiologic data, and provides indicators which will support and direct public policies for promoting Physical Activity aiming at preventing Chronic Non-Communicable Diseases (CNCDs). The ACUMAAF will contribute for the promotion of health and quality of life, and for the development of new computing environments with a focus on remote and collective monitoring.*

***Resumo.** O ACUMAAF é 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 que apoiarão e nortearão políticas públicas de promoção de atividade física visando à prevenção de Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNTs). O ACUMAAF é um ambiente computacional com contribuições para a promoção da saúde e qualidade de vida da população, e para apoiar o desenvolvimento de novos ambientes computacionais com foco no monitoramento remoto e coletivo.*

## 1. Introdução

Relatos da Organização Mundial da Saúde (OMS) apontam que o comportamento cada vez mais sedentário da população, tanto em países desenvolvidos quanto em países em desenvolvimento, tem se transformado em um grande problema para a saúde pública global, visto que tem contribuído para um aumento acelerado do número de casos de Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNTs) associadas à inatividade física. Somente no ano de 2008, as DCNTs foram apontadas como causa de 36 milhões das mortes no mundo, o que correspondeu a cerca de 63% da mortalidade daquele ano. Além desse índice alarmante, projeções realizadas pela OMS indicaram que o número de mortes provocadas por essas doenças poderá alcançar 44 milhões no ano de 2020 [WHO 2010].

Na tentativa de conter esse avanço, a OMS tem criado e divulgado medidas intervencionistas que visam o controle e a prevenção das DCNTs. A promoção de atividade física regular é uma dessas ações. Em [Wurburton 2006] é apresentado um estudo em que homens e mulheres que se mantêm ativos, se comparados a indivíduos sedentários, apresentam uma redução de 30% a 40% no risco de câncer de cólon e que as mulheres fisicamente ativas apresentam uma redução de 20% a 30% no risco de câncer de mama. 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 Miles, a atividade física melhora o transporte de sangue nas artérias coronárias e promove alterações neurológicas e imunológicas benéficas, reduzindo consideravelmente os riscos de doenças cardíacas.

No Brasil, grande parte das ações de promoção e manutenção dos programas de atividade física recomendados pela OMS está sob a responsabilidade das Unidades de Saúde da Família (USFs) e Unidades Básicas de Saúde (UBSs). As USFs e UBSs são pequenas unidades de saúde regionalizadas que, uma vez integradas, compõem o sistema municipal de saúde. Os programas de atividade física promovidos por essas unidades compreendem a realização de sessões de exercícios físicos, que são acompanhados por um profissional de saúde e desenvolvidos em grupos de trabalho de 5 a 15 participantes, também chamados de Grupos de Atividade Física (GAFs). Esses programas são capazes de gerar um enorme volume de dados, que não são submetidos a nenhum tipo de avaliação e monitoramento.

Além das recomendações de estímulo à atividade física, 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 combate ao sedentarismo e de combate às DCNTs. Para apoiar esse monitoramento, a OMS recomenda o uso de Sistemas de Informação (SIs) e de tecnologias computacionais que auxiliem os profissionais de saúde no gerenciamento das informações.

A Computação Ubíqua [Weiser, 1991] pode contribuir para a realização desse monitoramento recomendado pela OMS, já que emprega diversos tipos de tecnologias, tais como dispositivos móveis, redes sem fio e sensores, que são frequentemente usadas na criação de aplicações móveis e ambientes inteligentes de monitoramento. No domínio da Saúde, essas tecnologias vêm sendo empregadas para dar suporte aos Sistemas de Informação Hospitalares (SIHs) e para o desenvolvimento de novas aplicações, dando surgimento a novos modelos de cuidado de saúde, tais como o Cuidado de Saúde Distribuído, o Cuidado de Saúde Móvel e o Cuidado de Saúde Pervasivo [Bardran, Mihailidis e Wan 2006].

Nesse contexto, este artigo descreve o Ambiente de Computação Ubíqua para o Monitoramento e Avaliação de Atividade Física (ACUMAAF), que foi desenvolvido para a monitoração coletiva dos GAFs ligados às USFs e UBSs. Esse ambiente possibilita a coleta automática de dados fisiológicos dos participantes dos GAFs, bem como o envio em tempo real desses dados a um servidor remoto. Esse servidor mantém um histórico com todos os registros dos participantes monitorados, a fim de permitir uma vigilância contínua dos programas de atividade física e possibilitar a realização de

estudos longitudinais para identificar as correlações desses programas com a prevenção de DCNTs.

A sequência deste artigo está organizada da seguinte forma: a seção 2 discorre sobre trabalhos correlatos ao aqui apresentado; a seção 3 descreve o ACUMAAF; a seção 4 apresenta resultados da avaliação do ACUMAAF; e a seção 5 tece conclusões relativas a esse trabalho.

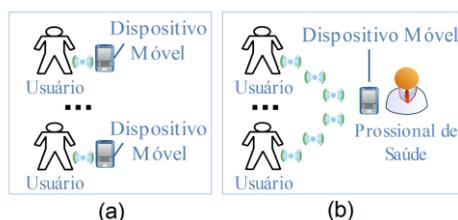
## 2. Trabalhos Correlatos

Na literatura podem ser encontrados alguns trabalhos que empregam tecnologias ubíquas para o monitoramento de indivíduos durante a realização de atividade física. Em [Ho e Chen 2009] é apresentado o Exertrek, um sistema de monitoramento cardíaco pessoal capaz de auxiliar na prática de exercícios físicos. Com base em dados cardíacos monitorados por sensores Bluetooth de eletrocardiograma (ECG), o sistema ajuda o indivíduo a se adaptar durante a prática dos exercícios físicos. Em [Ketabdar e Lyra 2010] é apresentado o ActivityMonitor, um sistema para monitoramento contínuo de atividade física via Internet que emprega redes GPRS ou Wi-Fi e sensor de aceleração (ACC) para a identificação de padrões de atividade física de um usuário.

Dentre os trabalhos desenvolvidos para o monitoramento de atividade física, há aqueles com foco no controle de DCNTs. Seto *et al.* [Seto *et al.* 2009] apresentam um sistema para o monitoramento de atividade física e avaliação dos riscos de uma exposição acumulativa em ambientes poluídos. Esse sistema é constituído por sensores, tais como sensor de movimento (i.e., ACC, giroscópio), localização (GPS) e poluição do ar (medidor de partículas), que enviam os dados a um *tablet*. Os dados recebidos pelo *tablet* são enviados constantemente para um *Web Service* remoto. Em [Portocarrero *et al.* 2010] é apresentado o Sistema de Informação de Atividade Física (SIAF) para a aquisição, tratamento e avaliação de dados relativos às atividades físicas praticadas junto às USFs e UBSs do município de São Carlos-SP. O objetivo principal do SIAF é atuar na prevenção de DCNTs.

Na abordagem dos trabalhos relacionados apresentados, 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 no caso de um monitoramento coletivo.

Tendo em vista o cenário de uso do ACUMAAF, onde o acompanhamento das atividades físicas por um profissional de saúde é mandatório, a abordagem um-para-um, representada na Figura 1(a), foi substituída pela abordagem um-para-muitos, representada na Figura 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, uma vez que os participantes só precisam portar os sensores; o gerenciamento de todos os sensores pode ser realizado de forma centralizada; e a comunicação entre o dispositivo móvel e o servidor é facilitada.



**Figura 1. Abordagens um-para-um (a) e um-para-muitos (b)**

### 3. ACUMAAF

O ACUMAAF foi projetado para operar tanto em ambientes internos (i.e., quadras poliesportivas cobertas e salões de recreação) quanto em ambientes externos (i.e., pistas de caminhada, quadras e pátios abertos). Esse ambiente é composto por três módulos: Rede de Sensor do Corpo Humano (RSCH); Servidor de Monitoramento Coletivo (SMC); e o SIAF.

A interação entre os módulos apresentados 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 estas para a coleta, a análise e o envio dos dados para o SIAF; na terceira o SIAF realiza a persistência dos dados obtidos das 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 2 apresenta uma visão geral da arquitetura do ACUMAAF e a disposição de seus módulos.



**Figura 2. Arquitetura do ACUMAAF**

#### 3.1. RSCH

Os recentes avanços tecnológicos dos sensores e das redes de comunicação sem fio possibilitaram o desenvolvimento de dispositivos miniaturizados de sensoriamento inteligente. Quando vários desses dispositivos são interconectados em rede e aplicados à monitoração de um indivíduo, forma-se uma RSCH [Latré *et al.* 2011].

Para o desenvolvimento da RSCH do ambiente proposto foram observados os seguintes requisitos: uso de sensores pequenos e leves para não prejudicarem o desenvolvimento das atividades físicas; transmissão dos dados coletados via redes de comunicação sem fio, para prover liberdade de movimento aos participantes; e facilidade de configuração da RSCH. A plataforma *open-source* Arduino [Arduino

2011] foi a escolhida, já que esta permite o acoplamento de sensores a peças de roupas (e.g., luvas, camisas, calças), possibilitando a construção de arquiteturas *Wearable Computing* [Bonato 2010], que tornam os sensores cada vez mais “imperceptíveis” aos seus usuários. A Tabela 1 apresenta os sensores empregados na RSCH do ACUMAAF.

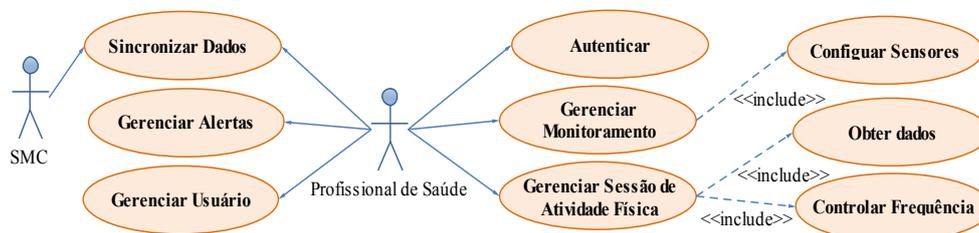
**Tabela 1. Sensores da RSCH**

Sensores	Propósito
<i>ElectroCardioGram</i> (ECG)	Usado para a leitura de batimentos cardíacos.
<i>PhotoPlethymoGran</i> (PPG)	Usado para detecção da frequência cardíaca.
<i>Blood Pressure</i> (BP)	Usado para obter a pressão arterial.
<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 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].

### 3.2. SMC

O SMC foi desenvolvido para executar num *smartphone* ou *tablet*, com a plataforma Android, a ser portado pelo profissional de saúde que acompanha a sessão de atividade física. As principais funcionalidades do SMC são apresentadas na Figura 3.



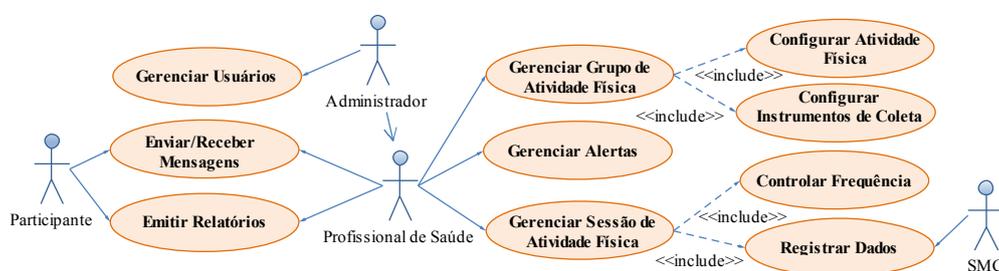
**Figura 3. Diagrama de casos de uso do SMC**

A coleta dos dados da rede de sensoriamento é realizada de forma automática e em intervalos regulares de tempo, que podem ser configurados no SMC conforme o interesse do profissional de saúde. O SMC atua como um gateway do ambiente e faz uso de interfaces de comunicação sem fio para desempenhar esse papel. Usando a interface Bluetooth ou 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 via interface Wi-Fi ou 3G.

### 3.3. 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.* 2010]. A esse sistema foram incluídas novas telas de monitoramento e mecanismos automatizados de coleta, já que na versão original do SIAF os dados eram introduzidos manualmente. Essas modificações proporcionaram os seguintes benefícios: maior eficiência na coleta de dados fisiológicos dos participantes; aumento da acurácia e confiabilidade dos dados

coletados; avaliação em tempo real das condições físicas dos participantes; e implantação de mecanismos de alerta online, garantindo que a saúde do participante não seja comprometida. Na Figura 4 é apresentado o diagrama de casos de uso da nova versão do SIAF com as suas principais funcionalidades e atores envolvidos.



**Figura 4. Diagrama de casos de uso do SIAF**

#### 4. Avaliação do ACUMAAF

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], que já possui módulos implementados para as tecnologias de comunicação avaliadas. 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 2 apresenta os parâmetros empregados nesse cenário.

**Tabela 2. Parâmetros da simulação**

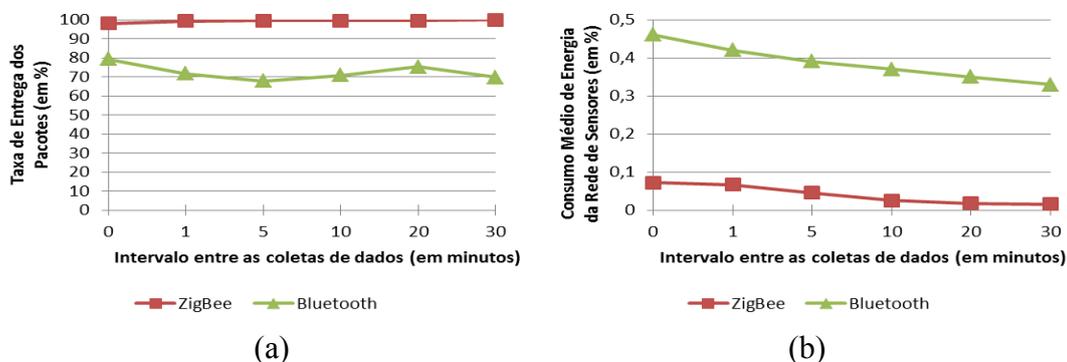
Parâmetro	Valor
Tipo de tráfego	UDP
Tamanho dos pacotes	100 bytes
Número total de sensores	41
Direção do tráfego	Sensores → Coordenador Central
Movimentação das redes	Sim
Velocidade média de deslocamento dos sensores	1,5 metros/segundo
Área de movimentação dos sensores	25 metros x 25 metros
Tempo de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

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.

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 foi obtido através da média de 10 simulações.

A partir dos resultados apresentados na Figura 5 (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, que oferece um alcance maior das ondas de rádio, a pequena taxa de pacotes perdidos não foi suficiente para comprometer a operação do ambiente.



**Figure 5. Taxa de Entrega dos Pacotes (a); Consumo Médio de Energia da Rede de Sensores (b)**

A partir dos resultados apresentados na Figura 5 (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 a abordagem um-para-muitos. 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 decorrente de seu menor consumo de energia nas operações de transmissão e recepção de dados, e quando os sensores entram num estado de hibernação.

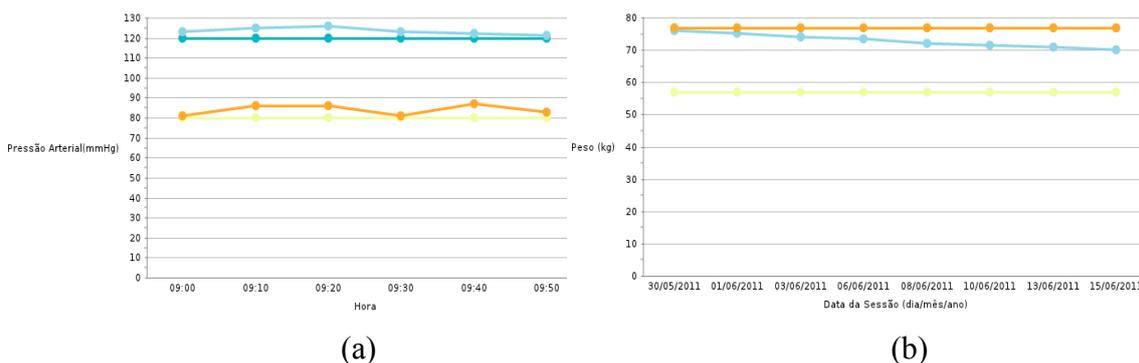
Para avaliar o SIAF e o SMC, estes foram desenvolvidos em Java empregando-se: o Eclipse IDE versão 3.6; o Android SDK, que possui uma API e ferramentas utilitárias para a criação e teste de aplicações móveis; e o Android Development Tools (ADT), um plug-in para o Eclipse, usado para facilitar a criação e o teste do SMC. O SMC foi instalado num dispositivo *tablet* YPY 7” com sistema operacional Android 2.3, sendo que a Figura 6 apresenta as suas principais telas.



**Figura 6. Telas do SMC: Autenticação (a); Menu Principal (b); Central de Monitoramento (c)**

A tela da Figura 6 (b) permite ao profissional de saúde acessar as funcionalidades de gerenciamento e sincronização de dados, enquanto a da Figura 6 (c) apresenta a lista dos participantes ativos durante o monitoramento de uma sessão de atividade física. Os valores apresentados nessa última tela são atualizados automaticamente e analisados continuamente.

Para o teste do SIAF, este foi implantado num computador com sistema operacional Ubuntu 11.04, contendo um processador dual-core AMD de 1.73 GHz, 3 GB de RAM e 120 GB de HD. O SIAF permite a visualização de relatórios online, tais como o apresentado na Figura 7 (a), em que é possível realizar um acompanhamento dos sinais de pressão arterial (a linha azul claro representa a pressão sistólica e a linha laranja representa a pressão diastólica) de um participante em tempo real e a distância. As linhas azul escuro e amarela atuam como valores de controle para as pressões. Os dados presentes nesse relatório foram coletados em intervalos regulares de 10 minutos.



**Figura 7. SIAF: relatório de controle da Pressão Arterial (a); SIAF: relatório do indicador Peso (b)**

Além de permitir o monitoramento online, o SIAF disponibiliza relatórios de indicadores, que são emitidos a partir de históricos dos participantes, para a avaliação da efetividade das ações de promoção de atividade física. A Figura 7 (b) mostra um relatório para o indicador Peso. Na Figura 7 (b) é possível notar que ao longo de oito sessões de atividade física o participante obteve uma redução de 8% em seu peso corporal (linha azul). As linhas de controle superior e inferior indicam os valores limites de normalidade. Valores acima da linha laranja indicam sobrepeso, enquanto valores abaixo da linha amarela indicam que o participante está abaixo do peso ideal. Além do relatório para o indicador Peso, o SIAF emite relatórios para os indicadores Adesão, Aderência, Pressão Arterial, Glicemia e Nível de Atividade Física.

Para medir a facilidade de uso e a utilidade percebida pelos usuários, o SIAF e o SMC foram apresentados a 22 profissionais de saúde, sendo 06 da cidade de São Carlos-SP e 16 da cidade de Poços de Caldas-MG, que estão vinculados às USFs e/ou UBSs de seu município e que mantêm uma relação estreita com os programas de atividade física desenvolvidos. O modelo de avaliação adotado foi o *Technology Acceptance Model* (TAM) [DAVIS 1989], o qual permite avaliar, considerando efeitos externos, tais como as características das aplicações e as intenções de uso das mesmas, a aceitação dos usuários. Após um período de treinamento, questionários de avaliação baseados no TAM foram preenchidos pelos profissionais de saúde. Nesses questionários, os profissionais manifestaram seus níveis de concordância, baseados em determinadas afirmações sobre os protótipos, conforme a escala de Likert [Likert 1932]. As informações coletadas por meio desses questionários foram úteis para avaliarmos a motivação dos funcionários durante o uso do SIAF e do SMC, e para verificarmos se as aplicações poderiam auxiliar os profissionais de saúde em suas atividades. A tabela 3 sumariza os resultados obtidos nessa avaliação.

**Tabela 3. Resultados dos questionários TAM para o uso do SIAF e do SMC**

	<b>Concordo Plenamente</b>	<b>Concordo Parcialmente</b>	<b>Nem Concordo e Nem Discordo</b>	<b>Discordo Parcialmente</b>	<b>Discordo Plenamente</b>
1. O SIAF e o SMC são úteis para o gerenciamento das sessões de Atividade Física	16 (72,73%)	4 (18,18%)	2 (9,09%)	-----	-----
2. O uso do SIAF e do SMC facilita o gerenciamento das sessões de Atividade Física	17 (77,28%)	4 (18,18%)	1 (4,54%)	-----	-----
3. Houve dificuldades em registrar/consultar dados das sessões de Atividade Física	-----	-----	2 (9,09%)	5 (22,73%)	15 (68,18%)
4. Eu gostaria de usar o SIAF e o SMC para gerenciar as sessões de Atividade Física	18 (81,82%)	3 (13,64%)	1 (4,54%)	-----	-----
5. O SIAF e o SMC melhorariam o meu trabalho de gerenciamento dos dados coletados nas sessões de Atividade Física	16 (72,73%)	4 (18,18%)	2 (9,09%)	-----	-----

## 5. Conclusão e Trabalhos Futuros

Este artigo apresentou o 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 explicitamente concebido para apoiar a estratégia global da OMS de combate ao sedentarismo e de prevenção de DCNTs. Esse ambiente possibilita a geração de indicadores de saúde e de indicadores para os programas de atividade física, que auxiliam as USFs e UBFs na avaliação dos GAFs e no direcionamento de políticas públicas de promoção de atividade física.

Uma vez que os resultados das simulações demonstraram que o Zigbee era o protocolo mais adequado para prover a comunicação sem fio entre os sensores das RSCHs e o SMC, este foi adotado no ACUMAAF. 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. Embora do ponto de vista econômico a abordagem um-para-um com Bluetooth possa ser empregada na construção de ambientes para a monitoração coletiva, a implantação desses ambientes em larga escala torna-se bastante dispendiosa. Já a construção de ambientes para a monitoração coletiva usando a abordagem um-para-muitos com Zigbee, além de reduzir os custos de implantação é mais escalável que a anterior.

Dando continuidade a esse trabalho, o próximo passo será a incorporação, ao ACUMAAF, de sensores de monitoramento reais e a implantação desse ambiente junto às UBSs e USFs do município de São Carlos-SP e Poços de Caldas-MG. Pretende-se ainda realizar um estudo envolvendo simulações de vários algoritmos de roteamento para RSCHs, a fim de auxiliar a escolha do mais adequado ao ACUMAAF. Está previsto também a integração desse ambiente a outros sistemas de informação em saúde, tal como os SIHs, para que esses sistemas possam ter acesso aos dados do ACUMAAF.

## 6. Agradecimentos

Nossos agradecimentos à FAPESP, CNPQ, CAPES e ao IFSULDEMINAS por patrocinarem nossa pesquisa, que foi desenvolvida no contexto do INCT-MACC.

## 7. Referências

- Arduíno (2011) “Guetting Started with Arduino”. Disponível em: <<http://www.arduino.cc>>. Acesso em: 03/08/2011.
- Bardram, J. E; Mihailidis, A.; Wan D. (2006) “Pervasive Computing in Healthcare”. CRC Press, v.1, edition 1, ISBN-10 0849336218, 336 pages.
- Bonato, P. (2010) “Wearable Sensors and Systems”. In: IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine, vol.29, no.3, pp.25-36.
- Davis, F. D. (1989) “Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology”. MIS Quarterly, v. 13, n. 3, p. 318–341.
- Ho, T. C. T.; Chen, X. (2009) “ExerTrek: A portable handheld exercise monitoring, tracking and recommendation system”. In: 11th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services. Healthcom 2009. p. 84-88.
- Likert, R. (1932) “A Technique for the Measurement of Attitudes. Archives of Psychology”, v. 22, n. 140, 55 p.
- Ketabdar, H.; Lyra, M. (2010) “System and methodology for using mobile phones in live remote monitoring of physical activities”. In: 2010 IEEE International Symposium on Technology and Society (ISTAS), pp.350-356.
- Kim, B.; Kim, Y.; Lee, I.; You, I. (2007) “Design and Implementation of a Ubiquitous ECG Monitoring System Using SIP and the Zigbee Network”. In: Proceedings of the Future Generation Communication and Networking, vol. 2, pp. 599-604.
- Latré, B.; Braem, B.; Moeman, I.; Blondia, C; Demeester, P. (2011) “A survey on wireless body area networks”. Wireless Networks Journal, v. 17, pp. 1-18.
- Miles, L. (2007) “Physical activity and health”. Nutrition Bulletin, v. 32, n. 4, pp. 314–363.
- NS2 (2011) “The Network Simulator”. Disponível em: <<http://www.isi.edu/nsnam/ns/>>. Acesso em: 20/10/2011.
- Portocarrero, J. M. T.; Souza, W. L.; Demarzo, M. M. P.; Prado, A. F. (2010) “SIAF: Um Sistema de Informação de Atividade Física”. In: X Workshop de Informática Médica (WIM), Belo Horizonte. Anais do XXIX Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (CSBC). Porto Alegre-RS: Sociedade Brasileira de Computação.
- Seto, E. Y. W.; Giani, A.; Shia, V.; Wang, C.; Yan, P.; Yang, A. Y.; Jerrett, M.; Bajcsy, R. (2009) “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.
- Weiser, M. (1991) “The Computer for the Twenty-First Century”. Scientific American, v. 265, n. 3, pp. 94-104.
- WHO (2010) “Global status report on noncommunicable diseases 2010”. Geneva. World Health Organization. 176 p.