

PHCS: uma Proposta de Mobilidade e Automação para o Sistema de Atenção Primária a Saúde

Joelias S. Pinto Júnior¹, Victor F. A. Barros², Augusto J. Venâncio Neto³,
Rodrigo C. Borges²

¹Instituto de Informática – Universidade Federal de Goiás (UFG)
Bloco IMF 1 – Campus Samambaia – 74001-970 – Goiânia – GO – Brasil

²Departamento de Informática – Instituto Federal de Goiás (IFG)
Campus Inhumas – 75400-000 – Inhumas – GO – Brasil

³Depto de Engenharia e Teleinformática – Universidade Federal do Ceara (UFC)
Grupo de Redes de Computadores, Engenharia de Software e Sistemas (GREat)
Campus do Pici, Caixa Postal 6007 – 60755-640 – Fortaleza – CE – Brasil

augusto.deti@ufc.br, {joeliasjunior, vfbarros, rodrigocand}@gmail.com

Abstract. *Applications for primary health care represent a powerful tool for supporting the medical field. For these potential gains, it is necessary to use Information and Communication Technologies (ICT) to meet all the demand in management, storage, processing and transferring of information with reliability a within timely fashion. This article proposes the PHCS (Primary Health Care System), a tool to support staff members of the program of the Brazilian Primary Health Care aimed to allow tracking and preventive actions in patients remotely located, benefiting in a general way the quality of this service.*

Resumo. *Aplicativos para tratamento de saúde primária representam uma poderosa ferramenta de apoio a área médica. Para se obter tais ganhos potenciais, é necessário o uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) para atender toda a demanda no gerenciamento, armazenamento, processamento e transferência de informações com confiabilidade em tempo hábil. Este artigo propõe o PHCS (Primary Health Care System), uma ferramenta de apoio a agentes integrantes do programa de Atenção Primária a Saúde no Brasil com objetivo de permitir acompanhamento e ações preventivas em seus pacientes remotamente localizados, beneficiando de maneira geral a qualidade neste serviço.*

1. Introdução

O aumento do número de dispositivos móveis multifuncionais está fazendo com que a computação ubíqua esteja cada vez mais presente na vida das pessoas, seja no âmbito profissional, pessoal ou educacional. Além de comodidade e flexibilidade, a computação móvel tem valor acrescido nos serviços sociais, principalmente em áreas críticas como a saúde. A sobrecarga nos serviços públicos hospitalares, causados pela grande demanda populacional, faz com que sejam buscadas novas alternativas para mitigar esta problemática [COMAH 2009].

Como solução a tal problema, o modelo de Atenção Primária a Saúde (APS) desenvolve um papel fundamental ao Sistema Único de Saúde (SUS) brasileiro [Portal da Saúde 2007]. A APS é uma forma de organização dos serviços de saúde que responde a um modelo assistencial, por meio da qual se busca integrar todos os aspectos desses serviços, e que tem por perspectiva as necessidades de saúde da população.

Um dos principais responsáveis por garantir o bom funcionamento do sistema APS são os agentes de saúde, os quais preenchem relatórios de visita e cadastro de cada paciente que visitam, de forma totalmente manual. Esses relatórios são armazenados nas unidades de saúde, e delas saem para as secretarias de saúde municipais. Os dados mais relevantes são digitalizados, sendo que cada vez que sofrem uma alteração em papel é necessário refazer também o arquivo digital. O apoio de TICs, como a automação da parte feita em papel desse sistema para um sistema online, pode agilizar drasticamente o procedimento de monitoramento e o acompanhamento da sociedade em geral, mantendo a base de dados da secretaria de saúde diretamente atualizada, evitando a redundância de dados e agilizando o processo de cadastro, bem como permitindo acesso em tempo real das informações.

Este artigo, aborda o desenvolvimento do aplicativo móvel Primary Health Care System (PHCS) com o objetivo de dar apoio a otimização da carga de serviços públicos de saúde, auxiliando seus agentes a monitorar a população com maior eficiência. O PHCS foi desenvolvido para que através de um dispositivo móvel multifuncional seja possível fazer o sensoriamento e a transmissão de dados vitais de um paciente através da infraestrutura móvel de comunicação especificada no âmbito do projeto COMAH (Cognitividade com Sensibilidade a Contexto como Suporte a Otimização de Redes em Malha Heterogêneas). Esta infraestrutura de comunicação consiste em uma rede em malha sem fio embarcada com facilidades que estendem o padrão IEEE 802.11e/s, para dar suporte a confiabilidade, segurança, transporte de informação com recursos garantidos e roteamento orientado a qualidade.

2. Estado-da-Arte

Foram pesquisadas algumas soluções semelhantes entre projetos de aplicações móveis na saúde com o intuito de revelar seus objetivos, sua tecnologia e plataforma de desenvolvimento. Vale ressaltar que das várias aplicações feitas para a Saúde, buscamos apenas aquelas pertinentes ao propósito desse trabalho.

A UNIFESP desenvolveu uma aplicação que consiste em um software de prontuário baseado em um sistema no qual os profissionais médicos realizam acesso à ficha de pacientes através de smartphones. Verificaram que essa aplicação diminuiu a perda de informação nos atendimentos médicos, obtendo-se assim, melhores informações do paciente no momento do atendimento. [Salomão and Sigulem 2004]

Outra aplicação, é o HandMed que tem como um dos intuítos, monitorar o paciente integrando uma rede de sensores ao corpo humano. Esse aplicativo está encarregado de realizar a captura automatizada desses sintomas do paciente, a fim de possibilitar um acompanhamento e prevenção de problemas com a saúde do mesmo. [Castro et al. 2004]

Além desses, vários outros sistemas semelhantes podem ser encontrados em [Moraes et al. 2004] [Pinheiro et al. 2004] [Murakami et al. 2004] entre outros. De

todos os sistemas estudados, a tecnologia mais popular no desenvolvimento dos projetos foi o J2ME, com 24%. Sendo assim, neste trabalho utilizamos a tecnologia J2ME que, além de ter um recurso de interface bastante interessante, reduz o tempo de desenvolvimento significativamente.

O sistema aqui proposto além de agregar as funcionalidades acima citadas de evitar perda de informação e promover acesso a base de dados/cadastro via dispositivo móvel, ainda acrescenta a capacidade de monitorar um paciente através do próprio dispositivo, com o PHCS instalado, e enviar os dados monitorados através da estrutura de redes em malha heterogêneas oferecida pelo projeto COMAH.

3. O Projeto COMAH

O projeto COMAH tem como principal objetivo utilizar de TICs para melhorar o funcionamento dos serviços públicos hospitalares no Brasil. A idéia principal é desenvolver ferramentas avançadas integrando técnicas de cognitividade e sensibilidade a contexto para desenvolvimento de uma arquitetura confiável com serviços e aplicações de valor acrescentado na área de saúde. O projeto COMAH definiu três grupos de trabalho:

- **Sensores:** Visa desenvolver um ambiente com sensores em rede para coletar informações necessárias para uma aplicação de tratamento de saúde. Como exemplo, sensores para permitir monitoramento remoto de pacientes ou equipamentos;
- **Rede de Comunicação:** Encarregado de elaborar uma infraestrutura de comunicação em fio em malha, seguindo o padrão IEEE 802.11e/s, para transporte confiável e intermitente de informação entre as redes de sensores e os servidores de aplicação de saúde. Esta infraestrutura considera um ambiente com múltiplas tecnologias de red sobrepostas (multi-homing), de forma a prover a conexão mais apropriada;
- **Aplicação de Saúde:** Tem como objetivo processar as informações originadas pelos sensores de modo a gerar controle ou monitoramento. Estas aplicações devem ficar hospedadas em servidores específicos para tal.

Dessa maneira, é esperado que dispositivos de redes sem fio em malha tenham suporte a várias facilidades para suporte de novos serviços e aplicações de missão crítica, como: seleção dinâmica de interfaces de comunicação em dispositivos multi-homing; Auto-configuração de recursos de rede para suporte de QoS e Qualidade de Experiência (QoE); Adaptação dinâmica para otimização dos recursos de rede; Alteração de espectro para melhor aproveitamento de canais; dentre outros.

Este trabalho se encontra no âmbito do item Sensores, tendo como principal objetivo dar apoio tecnológico a agentes de saúde primários para monitorar remotamente pacientes, permitindo seu acompanhamento com maior confiabilidade e rapidez. Como resultado, foi desenvolvido a ferramenta PHCS (Primary Health Care System), a qual será detalhadamente descrita a seguir.

4. Descrição do PHCS

O PHCS consiste na utilização, por agentes de saúde integrantes do programa de APS, do PHCS instalado num dispositivo móvel sob a infraestrutura de rede oferecida pelo projeto COMAH, para realização de acompanhamento e ações preventivas em seus pacientes. O

PHCS irá oferecer a esses trabalhadores a automação de formulários de cadastro e acompanhamento que são realizados hoje, bem como a monitoração, através de sensoriamento de dados vitais de determinados pacientes. Toda a informação cadastrada e sensoriada será transmitida para um banco de dados regional usando a infraestrutura de rede do projeto COMAH.

Essas informações uma vez cadastradas, serão acessíveis ao médico ou equipe de saúde do paciente em questão em forma de relatório, facilitando as análises médicas e obtendo maior eficiência e precisão no processo de definição de diagnóstico, além de facilitar a introdução de ações preventivas. Com isso, tem-se redução de custos e impacto por poder evitar doenças, ataques, gastos com remédios e tratamentos, etc.

4.1. Arquitetura do PHCS

Para a escolha das tecnologias a serem utilizadas para conceber o PHCS é importante analisar e definir a arquitetura do sistema a fim de estruturar a distribuição do processamento e contextualizar corretamente a aplicação no seu hardware.

Para o PHCS, um dos modelos de arquitetura que mais se mostrou adequado foi o cliente/servidor e suas variações, pois o dispositivo necessita acessar uma rede de comunicação para requisitar as informações do paciente necessárias. A Figura 1 mostra o funcionamento desta arquitetura no ambiente do PHCS, bem como seus três módulos e interfaces de interação.

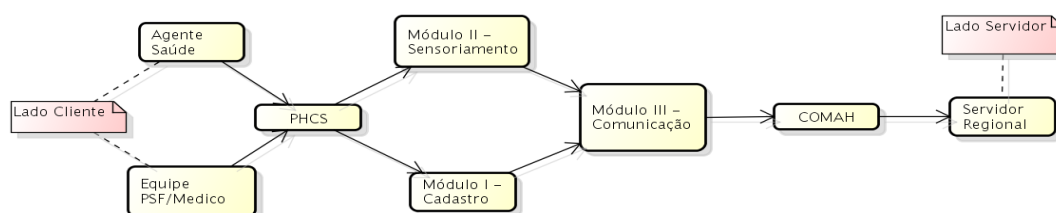


Figura 1. Arquitetura, módulos e interfaces utilizados pelo PHCS.

O protótipo do PHCS mantém as informações localmente. No entanto, a versão a ser colocada em produção deve tomar por base o modelo cliente gordo, servidor fixo, no contexto de processamento, pois nesse caso a aplicação se situa no dispositivo móvel e somente faz as requisições de dados ao servidor de informações, o que evita manter no dispositivo informações assíncronas ao servidor.

4.2. PHCS (Primary Health Care System)

O Desenvolvimento do software PHCS está dividido em 3 módulos: Módulo I - Interface de Cadastro; Módulo II - Sensoriamento; e Módulo III - Comunicação.

Na Figura 2, são visualizadas algumas telas do PHCS no simulador padrão do pacote WTK após conclusão do desenvolvimento do Módulo I. As telas apresentadas são as de cadastro de dados pessoais do paciente, localização e situação de moradia, respectivamente.

O Módulo II, compreende a fase de implementação do sensoriamento da aplicação. Segundo tilak02 as redes de sensores possuem como características principais: o sensor, o observador e o fenômeno. No PHCS o **sensor** será um dispositivo móvel capaz



Figura 2. Imagem da Tela de Cadastro de Pessoas.

de monitorar, pelo menos, a localização, hora, temperatura, clima e pressão; o **observador** será o paciente escolhido pelo agente de saúde necessário de monitoração; e o **fenômeno** corresponderá a doença ou estado de enfermidade passível de acompanhamento no paciente.

No Módulo III será trabalhada a comunicação. As informações coletadas através dos sensores serão transmitidas via rede para um servidor de dados. Esse módulo será implementado sob uma estrutura de rede sem fio em malha, de responsabilidade do projeto COMAH [COMAH 2009].

A modelagem e desenvolvimento do aplicativo foi feita de forma a garantir alto nível de abstração e compatibilidade entre dispositivos de menor capacidade, não sendo feito o uso de funções que poderiam demandar grande capacidade de processamento, as vezes diminuindo-se a prioridade de reaproveitamento e reuso de código, em nome de soluções mais simples, que exijam menos recursos. A escolha do aparelho móvel mais apropriado será feita considerando aquele de maior portabilidade e menor consumo de energia, que tenha espaço de armazenamento satisfatório, boa ergonomia (tamanho de tela não muito reduzido) e todos os sensores necessários.

5. Estudo de Caso

O Agente de Saúde pode utilizar o PHCS tanto para cadastrar um novo paciente, quanto para consultar ou editar os dados de um paciente já cadastrado na base de dados. Se o paciente cadastrado não for passível de monitoração, então os dados de cadastro serão apenas enviados para o servidor de dados. Se o paciente precisar ser monitorado, então, ele receberá um dispositivo móvel com o PHCS instalado para que os dados definidos como necessários pelo agente de saúde sejam sensoreados.

Como exemplo, vamos considerar o paciente José que possui problema de hipertensão arterial. Após fazer seu cadastro e enviar tais informações para o servidor, seu agente de saúde decide deixar com esse paciente um dispositivo móvel com o PHCS instalado. Esse dispositivo irá emitir um alerta sonoro duas vezes ao dia, nos horários exatos em que o senhor José deve aferir sua pressão arterial. Então ele coloca o aparelho junto a seu punho para que o PHCS possa verificar sua pressão e enviar os valores para se juntarem aos dados de cadastro dele.

Tanto o médico quanto qualquer outra pessoa da equipe de saúde do senhor José poderão ter acesso aos dados de aferição de pressão dele em forma de relatório. Isso pode ser acessado tanto pelo PHCS, utilizando a rede sem fio do COMAH [COMAH 2009].,

quanto pela rede cabeada com acesso autenticado diretamente no servidor de dados.

Toda informação, tanto a sensoreada quanto as de cadastro, serão enviadas pelo PHCS através da rede de comunicação do COMAH. Esses dados enviados serão arquivados num servidor, que deve ser localizado na sede metropolitana do PSF. Uma vez tais informações armazenadas, tanto os próprios agentes de saúde quanto os médicos ou equipe de saúde do PSF podem acessá-las novamente através de um dispositivo móvel conectado a rede COMAH ou mesmo via rede cabeada intranet. Vale ressaltar que, em ambas as possibilidades, faz-se necessário que o PHCS esteja instalado no equipamento de acesso.

5.1. Avaliação do PHCS

O PHCS foi avaliado através de um modelo de protipagem envolvendo emuladores dispositivos multifuncionais e equipamentos reais para testes com usuários. A metodologia adotada para avaliação do PHCS envolve dois conjuntos de teste: (i) funcional, para examinar a conformidade com a modelagem da solução; e (ii) de experiência, para analisar a percepção dos usuários.

5.2. Avaliação Funcional

O conjunto de testes para avaliar funcionalmente o PHCS se baseou em parâmetros de tempo de resposta e desempenho (bom tempo de resposta e pouca utilização de hardware). Os resultados deste conjunto de teste exibem que o PHCS incorre em pouca demanda de recurso de hardware: baixo uso de processador e memória e consumo pequeno de bateria, levando em média 6,5s para inicialização (6s no aparelho do tipo Nokia6555 e 7s do Galaxy5). Os dispositivos testados tiveram comportamento semelhante ao de se executar um de seus aplicativos nativos. Após inicialização, a diferença de tempo durante utilização do PHCS em ambos aparelhos não foi notada, apesar de usarem plataformas diferentes.

5.3. Avaliação de Experiência

O conjunto de teste Funcional encarregou-se de avaliar o PHCS quanto a percepção de uma amostra de usuários. Este teste consistiu da avaliação do sistema por uma amostra de 53 usuários composta por: 16 agentes de saúde, sendo 02 de cada um dos 08 postos de saúde da cidade de Inhumas/GO; 09 professores, 17 alunos e 11 servidores do Instituto Federal de Goiás, campus Inhumas/GO, guiados por um questionário de avaliação, onde se avaliou itens de usabilidade, ergonomia e funcionalidade que podem ser observados do protótipo. A metodologia adotada consistiu na aplicação de um questionário de avaliação, tendo seus resultados apresentados nas figuras 3, 4 e 5.

Em geral, os resultados mostram que os usuários demonstraram-se satisfeitos quanto a funcionalidade, usabilidade e ergonomia durante uso do PHCS. No que se refere a facilidade, 61% gostaram da disposição das telas e apenas 1% não gostaram da visualização dos pacientes (Figura 3). Possivelmente, um dos motivos dessa não aceitação quanto a visualização dos pacientes pode ter sido devido ao tamanho da tela reduzida dos dispositivos multifuncionais (não sendo portanto uma limitação do PHCS). Quanto a usabilidade, é verificado que 59% gostaram do desempenho do sistema, 4% não gostaram da navegação pelo ambiente e 3% não gostaram da disposição de conteúdos (Figura 4). A

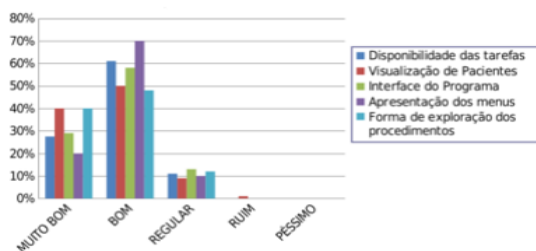


Figura 3. Avaliação de Funcionalidade do PHCS.

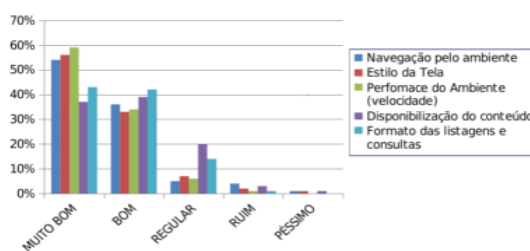


Figura 4. Avaliação de Usabilidade do PHCS.

parcela que achou ruim a navegação e a disposição do conteúdo pode ter sido influenciada pela sua baixa intimidade com arquiteturas de dispositivos multifuncionais (reduzida tela, tela com toque, etc.), o que pode ter dificultado o uso.

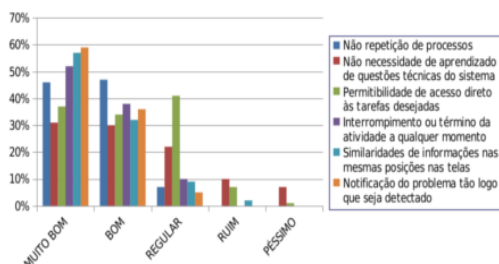


Figura 5. Avaliação de Ergonomia do PHCS.

Quanto a ergonomia percebe-se que 59% dos usuários gostaram bastante da agilidade do programa para notificar um problema tão logo ele seja detectado. Além disso, 10% dos usuários acham que é preciso bastante saber questões técnicas do sistema para poder ter um bom acesso (Figura 5). Isso acontece devido a dificuldade de conceitos básicos de informática. É notório que a relação entre o usuário e o programa é bastante positiva, uma vez que os resultados demonstram uma boa aceitação do PHCS.

Por fim, é perceptível que no geral a maior dificuldade dos usuários não é referente ao PHCS em si, mas na intimidade com a utilização do dispositivo móvel multifuncional. Por não serem capacitados tecnologicamente, sentem dificuldade de aprendizado de uso do ambiente. Com o tempo, espera-se que estes dispositivos estejam mais presentes na vida das pessoas, e assim essa dificuldade será naturalmente superada.

6. Conclusão e Trabalho Futuro

Além deste trabalho proporcionar uma grande oportunidade de desenvolver e aprimorar um aplicativo móvel, é fato que ele também traz benefícios e aplicabilidades bastante úteis nos serviços públicos de saúde, podendo futuramente, se estender para outras áreas como: segurança, educação, agronegócios e etc.

A mesma capacidade de impacto que o PHCS tem, com seu objetivo de agir na prevenção na área de saúde pode ser reaplicada nas áreas supra citadas: redução de custos e impacto por agir para prevenir que um problema aconteça, invés de agir na consequência para tentar solucionar um problema causado ou minimizar os efeitos dele.

Os estudos e resultados deste trabalho lançarão diretrizes para o desenvolvimento de uma abordagem de computação móvel eficiente, com suporte e maior disponibilidade de recursos nos serviços de saúde no Brasil.

O desenvolvimento do PHCS é um trabalho modularizado, que está dividido da seguinte forma: Módulo I - Interface de Cadastro; Módulo II - Sensoriamento; e Módulo III - Comunicação. Os módulos II e III estão previstos como trabalhos futuros; sendo que o sensoriamento será implementado no próprio PHCS que deverá trabalhar em cima de um dispositivo móvel com capacidade de monitorar os dados vitais necessários a serem definidos conforme cada estudo de caso em que for aplicado; e a comunicação será implementada para utilização sob a estrutura de rede do projeto COMAH.

Inicialmente, é pretendida a continuidade desse trabalho até que se conclua os três módulos propostos, e após, enquanto o tema for relevante o suficiente e enquanto for possível enxergar oportunidades de crescimento.

Referências

- Castro, L. S. S., Branisso, H. J. P., Figueiredo, E. C., Nascimento, F. A. O., Rocha, A. F., and Carvalho, H. S. (2004). Handmed. In *Anais...*, Ribeirão Preto. IX Congresso Brasileiro de Informática em Saúde - CBIS'2004, USP.
- COMAH (2009). *Cognitividade com Sensibilidade a Contexto como Suporte a Otimização de Redes em Malha Heterogêneas (COMAH)*. Instituto de Informática. Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, GO. Edital MCT/CNPq Nº 14/2009, Universal.
- Moraes, D. A., Pisa, I. T., and Lopes, P. R. L. (2004). Protótipo para coleta de informações em saúde utilizando dispositivos móveis. In *Anais...*, Ribeirão Preto. IX Congresso Brasileiro de Informática em Saúde - CBIS'2004, USP.
- Murakami, A., Kobayashi, L. O. M., Tachinardi, U., Gutierrez, M. A., Furuie, S. S., and Pires, F. A. (2004). Acesso a informações médicas através do uso de sistemas de computação móvel. In *Anais...*, Ribeirão Preto. IX Congresso Brasileiro de Informática em Saúde - CBIS'2004, USP.
- Pinheiro, M., Carvalho, R. A., Bonelli, R., and Silva, W. P. (2004). Sistema de monitoração de pacientes apoiado em web e palmtops. In *Anais...*, Ribeirão Preto. IX Congresso Brasileiro de Informática em Saúde - CBIS'2004, USP.
- Portal da Saúde (2007). *Entendendo o SUS*. Cartilha publicada pelo Ministério da Saúde, Disponível em: <www.saude.gov.br>. Acesso em: 30 mar 2010.
- Salomão, P. and Sigulem, D. (2004). Utilização do computador de mão integrado à telefonia celular no atendimento médico. In *Anais...*, Ribeirão Preto. IX Congresso Brasileiro de Informática em Saúde - CBIS'2004, USP.