

Arquitetura de Software de um Sistema de Telemonitoramento de Pacientes Idosos

Henrique Pötter¹, Alexandre Sztajnberg^{1,2}

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ

¹Pós-Graduação em Ciências Computacionais - Instituto de Matemática e Estatística

²Pós-Graduação em Eletrônica - Faculdade de Engenharia

henriquepotter.hp@gmail.com, alexszt@ime.uerj.br

Abstract. *The growth of the elder population poses new challenges to the health services. Remote assisted living systems can be used to monitor elder patients with chronic diseases. The architecture and implementation of such systems is complex given its multiple functional and non-functional requirements. This paper presents the architecture of a telemonitoring system, which facilitates the inclusion of new functionalities and eases the reuse. Implementation aspects of the architecture are also discussed.*

Resumo. *O aumento da população idosa cria desafios para os serviços de saúde. Sistemas de telemonitoramento podem ser utilizados para o acompanhamento de pacientes idosos com doenças crônicas com reconhecidas vantagens. A arquitetura e implementação destes sistemas é complexa dada a diversidade de requisitos funcionais e não-funcionais. Neste artigo é apresentada a arquitetura de um sistema de telemonitoramento, que privilegia a facilidade para a inclusão de novas funcionalidades e o reuso. Aspectos da implementação desta arquitetura são também discutidos.*

1. Introdução

O aumento da longevidade e o conseqüente crescimento da população de idosos vem impondo desafios para os serviços de saúde em todo o mundo, pois elevam a demanda por serviços de internação e atendimento nos hospitais [WHO 2012]. No Brasil o atendimento a idosos já é um dos principais responsáveis pela superlotação nos hospitais [IBGE 2011].

Sistemas de telemonitoramento podem ser usados para o acompanhamento de pacientes com doenças crônicas em suas residências o que leva a redução de custos em hospitalização e garante reação a emergências com a urgência necessária e, ao mesmo tempo, garante conforto e independência ao idoso [Kiss 2011]. Nestes sistemas a monitoração contínua e ubíqua de dados fisiológicos, a mobilidade e a confidencialidade são requisitos importantes [Mann 2005].

Os avanços tecnológicos e reduções de custos de tecnologias de comunicação e rede de computadores, como dispositivos sem fio, acesso à internet e na computação com *smartphones* e *tablets* oferecem potencial para o desenvolvimento de novas abordagens na telemedicina [Otto 2006]. O monitoramento remoto contínuo dos dados fisiológicos de pacientes diminui a quantidade de consultas hospitalares para procedimentos de acompanhamento, facilitando também a aderência a tratamentos.

Sistemas de monitoramento remoto disponíveis, que provêm serviços de monitoramento ou assistência para idosos que vivem sozinhos [Bitterman 2011] geralmente são fechados e integram apenas os dispositivos para os quais foram feitos, dificultando extensões de suas funcionalidades ou a conexão de novos dispositivos.

A integração e implantação de serviços e dispositivos não é trivial em sistemas de telemonitoramento e possui desafios ao se considerar que existem requisitos específicos na instalação do sistema, os quais dependem das necessidades e patologias do paciente, constituindo variações estáticas e a possibilidade de adaptação do sistema, que por sua vez dependem da evolução do problema de saúde (variações dinâmicas). Por exemplo, hipertensão pode evoluir para insuficiência cardíaca, requerendo novos sensores, hardware e software [Carvalho 2012]. Em um sistema fechado, a inclusão do suporte ao novo dispositivo em tempo viável seria difícil e custosa [Freire 2008]. Outro ponto é a necessidade de centralização dos dados de todos os pacientes, possibilitando o gerenciamento integrado por uma equipe de monitores relativamente reduzida, aumentando a escalabilidade operacional do sistema, bem como permitindo a aplicação de mecanismos e filtros individuais na coleta dos dados.

Este artigo apresenta a arquitetura de um sistema de monitoramento remoto de pacientes, que integra técnicas de computação ubíqua [Sztajnberg 2009] e inteligência computacional [Coppeti 2010], e discute alguns aspectos de engenharia de software na implementação de um protótipo deste sistema, relacionados com a integração dos vários módulos com as regras de negócio e o controle e acesso aos dados de diversos pacientes por um médico.

A Seção 2 apresenta uma visão geral do sistema; a Seção 3 aborda a arquitetura e discute aspectos de engenharia de software empregado no protótipo; a Seção 4 discute trabalhos relacionados e a Seção 5 traz a conclusão e lições aprendidas.

2. O Sistema de Monitoramento Domiciliar da Saúde (SMDS)

O Sistema de Monitoramento Domiciliar da Saúde é integrado por dois subsistemas: (i) coleta e processamento de dados de sensores e variáveis de ambiente, que executa na residência do paciente [Sztajnberg 2009] e (ii) sistema que coleta e centraliza os dados de todos os pacientes, oferece a visualização e análise destes dados pelos médicos responsáveis, e a facilita a gerência de um grande número de pacientes por operadores.

A coleta de dados na residência do paciente (ou mesmo com o paciente em mobilidade) é apoiada por sensores e mecanismos de aviso das rotinas prescritas por um médico profissional da saúde que podem resultar no envio de mensagens, apresentadas em smartphones, aparelhos de TV digital e outros meios digitais disponíveis. Para a integração de diferentes dispositivos e sensores deve haver uma infraestrutura de software que abstraia as especificidades de fabricante e interface de programação. Além disso, o sistema de coleta precisa monitorar o contexto destes elementos, controlar o envio dos dados coletados para o sistema de coleta central ou persistir os dados localmente na impossibilidade de envio imediato.

A organização dos vários elementos destes sistemas requer soluções de organização e engenharia de software de forma a torná-los modulares e reusáveis.

2.1. Requisitos e funcionalidades do sistema

Trabalhos como [Koch 2006] [Scanail 2006] [Orwat 2008] e [Loques 2010] apontam alguns requisitos essenciais para um sistema de monitoramento da saúde, com aplicação de técnicas de computação ubíqua: (i) identificar a situação do paciente tendo em contexto a sua atividade e dados fisiológicos; (ii) suporte para integração de dispositivos com interfaces diferentes; (iii) aproximação paciente-médico, para aumentar a adesão ao tratamento; (iv) informar o paciente de atividades referentes ao seu tratamento; (v) facilitar acompanhamento das prescrições do paciente pelo cuidador e médicos; (vi) funcionalidade off-line, o sistema na casa do paciente deve ser capaz de continuar a coleta de dados fisiológicos dos sensores e atuar com alertas de atividades e (vii) o gerenciamento e administração de cuidados de diversos pacientes simultaneamente

Pacientes podem possuir diferentes tipos de patologias que necessitam diferentes tipos de cuidados, isto significa que o médico precisa trabalhar com dados fisiológicos diferentes. Dados fisiológicos diferentes necessitam de sensores e dispositivos diferentes, por exemplo, em um paciente com hipertensão seria necessário acompanhar a sua pressão sanguínea enquanto em outro com diabete seria necessário um acompanhamento da taxa glicêmica. Sendo assim, o acompanhamento dos dados fisiológicos deve estar contextualizado pela patologia específica do paciente, economizando recursos e desconforto com a instalação de dispositivos desnecessários.

O processo de identificação de estado do paciente e a reação da equipe médica a situações de emergência podem ser apoiados por sistemas inteligentes de classificação e recomendação baseados na análise dos dados coletados. Tais sistemas podem ser usados pela equipe de monitoramento e médicos para iniciar uma rotina de avaliação mais específica. A integração de sistemas inteligentes ao sistema de telemonitoramento requer o estudo de soluções de engenharia de software para permitir o atendimento a diversas patologias. Por exemplo, informações sobre a atividade, localização e dados de pressão arterial são coletados em conjunto em [Coppeti 2009] e submetidos a um sistema de lógica nebulosa para classificar o estado do paciente.

A aproximação do paciente com o médico está relacionada ao cumprimento das prescrições médicas, garantindo adesão ao tratamento [Butler 1996]. Para o atendimento requisito é desejável que a interação do paciente com o sistema (alertas, notificações, entrada de dados) seja simples, quase lúdica, de forma a modificar minimamente sua rotina ou a dos cuidadores. Outro ponto importante é disponibilizar para o médico, meios de acompanhamento frequente, e a qualquer tempo, dos dados coletados, bem como a possibilidade de administrar diversos pacientes [Carvalho 2012].

Os dados de cada paciente devem ser persistidos em um servidor de banco de dados, facilitando a análise de vários parâmetros individuais e coletivos, também facilitando a segurança das informações. Para isso é necessária uma conexão do sistema localizado na residência do paciente, ou no sistema móvel do paciente, com um banco de dados, pela Internet. No entanto, não se pode depender de conexão constante com qualquer rede devido à importância dos dados coletados. Sendo assim, existem requisitos de tolerância a falhas em caso de descontinuidade da comunicação, realizando, por exemplo, a persistência dos dados de sensores e medidas fisiológicas coletadas, localmente, e enviando os mesmos quando a conexão for restaurada.

2.2. Elementos do SMDS

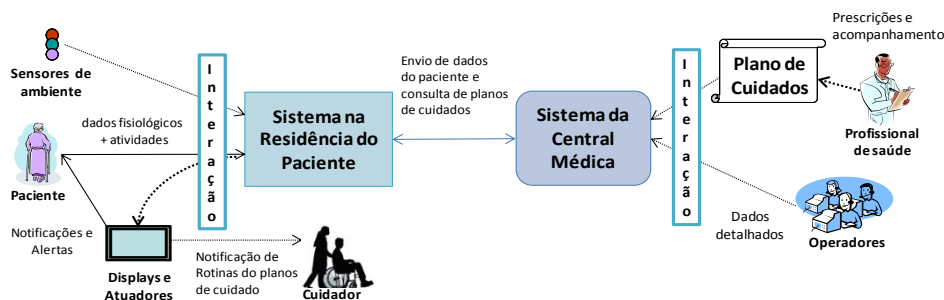


Figura 1. Visão geral do SMDS

A Figura 1 apresenta uma visão geral e simplificada da relação e dependência entre entidades de interesse no sistema. Nesta visão encontram-se os seguintes usuários:

- o paciente, usuário de interesse de coletas de dados fisiológicos e de atividade e, que caso tenha sido prescrito por um médico, deve ser alertado de rotinas como por exemplo a ingestão de um remédio;
- a família, ou cuidador do paciente, deve receber avisos das prescrições de rotinas do paciente ou pode se tornar o principal agente, caso o paciente não tenha condições;
- o profissional de saúde, deve ser capaz de gerenciar diversos pacientes, ter acesso ao histórico do paciente, ser capaz de criar prescrições e rotinas de atividades para cada paciente (chamado de Planos de Cuidados);
- operadores, técnicos, médicos ou paramédicos que monitoram diversos pacientes simultaneamente, iniciando ações de acordo com protocolos médicos ou em situações de emergência.

O Plano de Cuidados contém as rotinas para o tratamento do paciente, prescritas pelo médico, e se subdividem em:

- atividades, rotina periódica do paciente, podendo ser por exemplo a ingestão de um remédio ou a coleta regular de algum dado fisiológico;
- regras de variáveis de ambiente, aqui pode ser definido o comportamento de automação de dispositivos de contexto. Essas regras são construídas usando os tipos de medidas cadastradas no sistema ou ontologias de recursos (e.g., “se o paciente estiver na sala, e a TVDi da sala estiver ligada, enviar mensagem para o paciente que está na hora de ingerir medicamento” ou “se a temperatura ambiente passar de 28° C, acionar sistema de climatização”).

3. Arquitetura e Protótipo

Devido à flexibilidade requerida em um sistema que deve integrar diversos dispositivos e plataformas como sensores, *smartphones* e TV digital, a arquitetura deve ser modular e desacoplada, permitindo reuso de código aonde for possível, com intuito de reduzir retrabalho na adição de novas funcionalidades ou suporte de novos dispositivos pelo sistema. Para este fim adota-se o paradigma de arquitetura orientada a serviços (SOA), possibilitando modularidade nas aplicações consumidoras de serviços.

Ao se desenvolver requisitos funcionais como serviços, partes do sistema podem ser reusadas, concentrando os esforços apenas no desenvolvimento da integração do

dispositivo ao sistema. O isolamento das funções do sistema, da integração de dispositivos facilita também a adoção de padrões para comunicação de mensagens de dispositivos médicos como o HL7 [HL7 2013] ou Continua [Continua 2013], abrangendo a possibilidade de reuso de código para aqueles que já possuem esta certificação. A arquitetura proposta para o SMDS apresenta duas camadas principais provedoras de serviços (Figura 2).

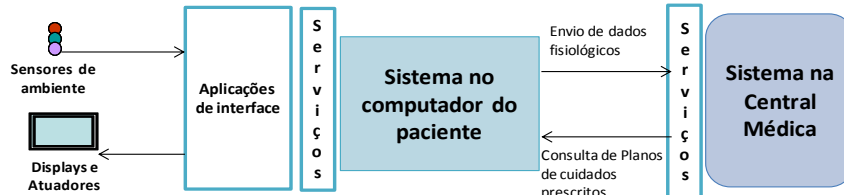


Figura 2. Visão de dependência de do sistema.

3.1. O Sistema de Monitoramento da Central Médica

Este é o sistema responsável pela administração e análise dos dados coletados, criação dos Planos de Cuidados, interface dos médicos, monitores e alerta de pacientes em situação de risco de vida de todos os pacientes em monitoração. A Figura 3 ilustra o sistema de monitoramento da central médica.

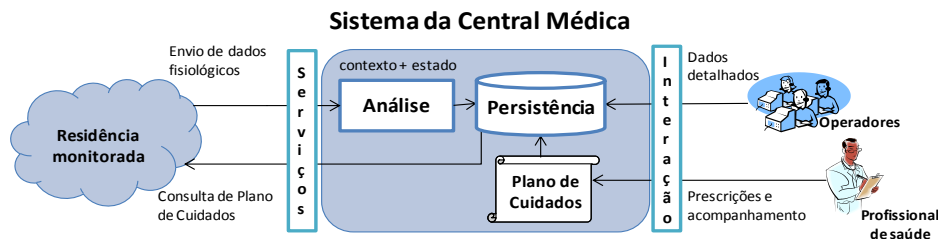


Figura 3. Sistema da Central Médica

A análise ou classificação do estado do paciente por mecanismos inteligentes devem ser realizadas por sistemas específicos para cada patologia ou mesmo customizados para cada paciente. Com isto, é necessário que o módulo de inteligência seja extensível, facilitando a sua manutenção, no caso da adição de novas regras para inferência de estado no paciente. O paciente não tem acesso a esta classificação.

O protótipo inclui um módulo inteligente que classifica o estado de pacientes hipertensos [Coppeti 2010]. Este módulo necessita da média de pressão, a pressão sanguínea recém-coletada, a temperatura ambiente e atividade do paciente.

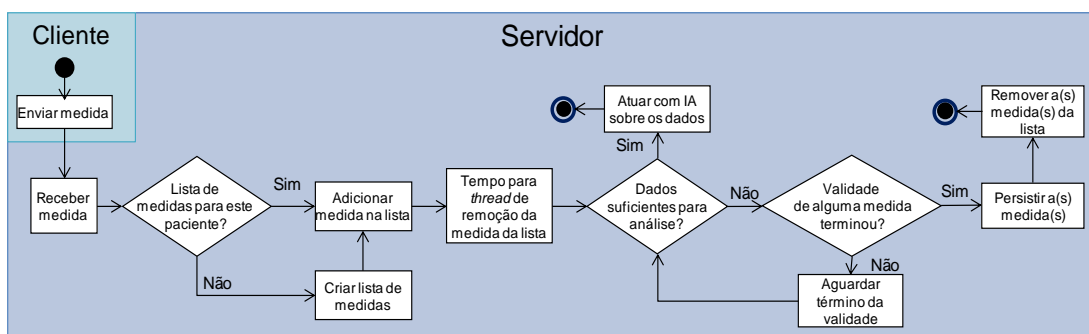


Figura 4. Diagrama de atividades da execução de IA

Nesse contexto surge um aspecto a ser tratado. Em geral, para a classificação do estado do paciente por meio da análise de dados fisiológicos, é necessária mais de uma variável ou dado, em um mesmo instante. Porém as medições feitas pelos sensores podem ser coletadas e enviadas em tempos diferentes, pois dependem da topologia da rede, do momento em que o paciente realiza a medição ou do momento em que os dados são enviados pelos diferentes sensores. Sendo assim, o sistema deve reter esses dados por um tempo fixo, possibilitando a correlação entre os mesmos, reavaliando os dados disponíveis na adição de toda nova medida e verificando a possibilidade de atuação de alguma inteligência, que utilize os dados disponíveis.

Uma solução é tratar a aplicação de inteligência em um servidor, para onde devem convergir todas as medidas, com o suporte de uma lista para cada tipo de medida enviada, para cada paciente. Para o tempo de retenção é adicionado um atributo de validade na entidade da medida, a qual define o tempo de permanência na lista. Uma linha processamento é programada para reavaliar a permanência das medidas na lista ao fim da sua validade (Figura 4). Desta maneira, se as medidas disponíveis forem suficientes para a atuação de algum módulo de inteligência este poderá atuar, persistido o estado do paciente no banco de dados.

3.2. O sistema na residência do paciente

O módulo coletor é responsável pelo envio, coleta e armazenamento de dados dos sensores, caso não seja possível enviá-los de imediato [Sztajnberg 2009]. Já o módulo do SNA (Sistema de Notificação e Automação) é responsável pelo envio de mensagens de notificação de planos de cuidado e controle de dispositivos e variáveis de contexto, como por exemplo, alteração da temperatura do ambiente (Figura 5).

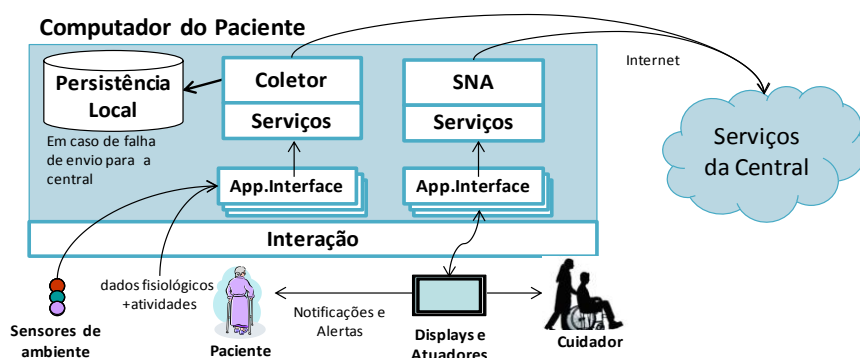


Figura 5. Aplicações e disposição de serviços na residência do paciente

Ambos os módulos precisam da identificação que pode conter o certificado digital do paciente. Uma vez informado, eles coletam informações dos serviços da central médica, com os Planos de Cuidados prescritos, os médicos do paciente e outros contatos para caso de emergência e parametrizam o sistema local.

Os sistemas de coleta e envio de mensagens são responsáveis por expor serviços comuns e reutilizáveis entre as aplicações de interface com os sensores e atuadores. A Tabela 1 ilustra os serviços do coletor e do SNA a serem expostos e os dados necessários de cada serviço.

Desta maneira fica transparente para o resto do sistema o tipo de dispositivo usado e o tratamento a ser feito na sua interação, simplificando o desenvolvimento de

integração de novos dispositivos. Por exemplo, uma aplicação para celular pode ser desenvolvida consumindo os serviços do coletor e informando a posição do paciente ou pode ser feita uma interface gráfica para a entrada de dados fisiológicos coletados por instrumento analógicos.

Tabela 1. Serviços e variáveis de interesse para o coletor e SNA

Serviços	Variáveis
Envio de medições dos sensores	O valor da medida feita e o tipo unidade de medição
Envio de estado do sensor	Resposta do sensor, tipo de unidade de medição.
Consulta das atividades do paciente	Uma lista com todas as atividades prescritas iminentes.
Consulta de regras de variáveis de ambiente	Regras de variáveis de ambiente, tipo dos dispositivos.

3.3. Interface Gráfica

A interface gráfica é a camada de interação com as funções e dados persistidos do sistema, que permite a visualização e manipulação dos dados por profissionais de saúde, operadores na central médica, pacientes, familiares e cuidadores. O protótipo do sistema possui aplicações de interface gráfica em Java para acesso ao sistema da central, de coleta e para o SNA. Também foram desenvolvidas interfaces para Android e TVDi.

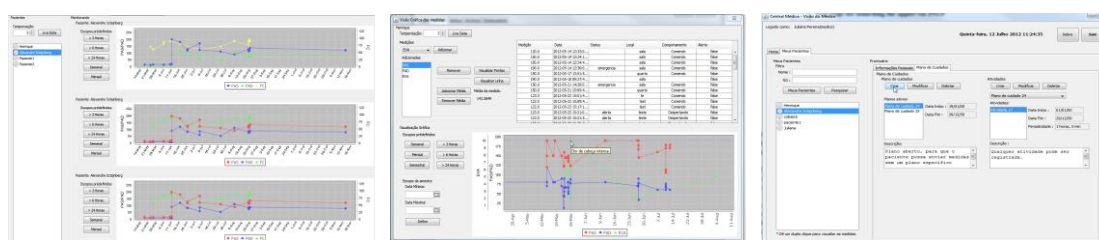


Figura 6. Interfaces da central de monitoramento e do médico

A interface da Central Médica possibilita o gerenciamento de usuários e médicos, visualização dos dados de monitoramento e agendamento de procedimentos médicos por profissionais da saúde, pacientes, monitores de pacientes e administradores do sistema. A Figura 6 mostra as telas de monitoramento de pacientes (usado pelos operadores), de administração de Planos de Cuidados (usados pelos médicos) e a tela de visualização gráfica dos dados fisiológicos coletados de um dado paciente respectivamente.

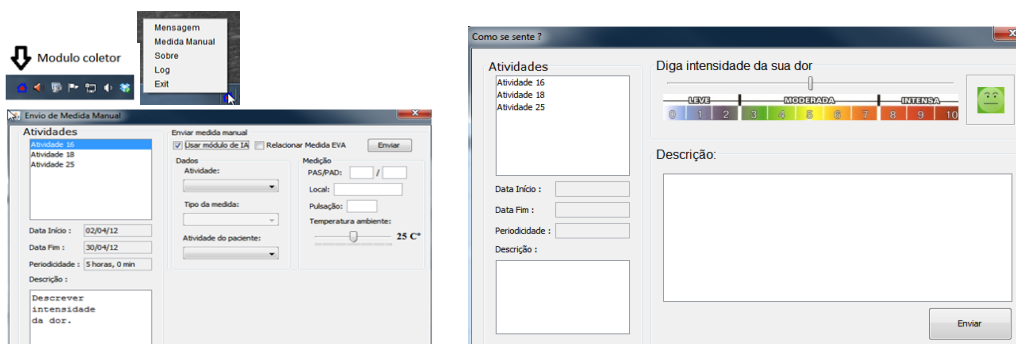


Figura 7. Coletor de medidas e escala EVA

A interface do coletor (Figura 7) oferece funções de envio de dados fisiológicos coletados automaticamente por sensores ou manualmente (através de um painel de

entrada) e mensagens textuais sobre a impressão do idoso sobre seu estado físico e mental, com a adição da escala EVA.

Para os casos em que o paciente e o médico precisam acessar o sistema com mobilidade, ainda que de forma limitada, uma interface para a plataforma *Android* foi desenvolvida. Ela possui funções como o envio de medidas coletadas manualmente, a consulta e notificação de prescrições dos planos de cuidado e ainda pode servir como plataforma para notificações em SMS (Figura 8).



Figura 8. Telas da interface para o Android

Na residência do paciente, é possível a interação com o sistema através de TV. A aplicação desenvolvida para este ambiente, já conhecido pelo idoso ou seu cuidador, utiliza a infraestrutura de TV Digital no padrão Brasileiro, mais especificamente na plataforma *JavaGinga*, e permite consultas e notificações de rotinas prescritas no seu Plano de Cuidados. Os exemplos na Figura 9 foram desenvolvidos como Stickers, da plataforma Sticker Center da empresa TQTVd, executando em um setopbox da D-Link.



Figura 9. Aplicação TVDi, JavaGinga, Alerta e envio de medida

4. Trabalhos Relacionados

Além das referências discutidas ao longo das seções 1 e 2, alguns trabalhos podem ser mencionados. Em [Kiss 2011] é apresentado o sistema Silvergate-112 que propõe facilitar a integração de dispositivos e serviços médicos para monitorização de pacientes. Ele é constituído em 3 componentes: (i) Base Server, administra o sistema em geral, (ii) application server, que persiste os dados e provê meios de acesso as informações coletadas pelos dispositivos e o (iii) gateway, cuja função é o envio de dados coletados de dispositivos conectados. No entanto não discute meios de atuação na casa paciente pelos dispositivos e nem define meios de criação de rotinas para o paciente de acordo com prescrições médicas.

A arquitetura proposta em [Lasierra 2010], divide o sistema em *Compute Engine* que se situa na casa do paciente e *Monitoring Server* para centralização dos dados. Neste trabalho é utilizada uma ontologia para evitar conflitos semânticos na comunicação

entre os sistemas na residência do paciente e na central médica. Assim como no presente trabalho a arquitetura apresentada possui uma camada de abstração para tratar diferentes dispositivos na residência do paciente e possui módulos de avaliação de dados coletados tanto na casa do paciente como na central. No entanto não são apresentados aspectos de comunicação assíncrona, persistência de dados e a geração de notificações.

6. Conclusão e Lições Aprendidas

A organização dos diversos requisitos de uma aplicação de telemonitoramento de pacientes idosos como o SMDS requer uma arquitetura de software modular, que privilegie a inclusão de novas funções. Isso inclui a adaptação de novos sensores, representações de dados diferentes e novas rotinas de monitoramento. A arquitetura apresentada neste trabalho possibilita a integração de diferentes dispositivos através da modularização das funções do sistema dentro do paradigma SOA.

A modularidade no caso do SMDS facilita a adaptação do sistema para o monitoramento de diversas patologias e diversas situações específicas, como por exemplo, pacientes com boa independência ou pacientes dependentes de cuidadores ou de familiares. Também se verificou que estendendo a modularidade à integração de diversos dispositivos e interfaces permite incluir no sistema pacientes que podem dispor de equipamentos modernos e acesso à Internet em alta velocidade, e aqueles que só podem dispor de um celular com acesso ocasional à Internet. Isso aumente as chances de adesão ao tratamento e a aproximação paciente-médico.

Também foi discutida uma forma para a integração de módulos inteligentes de apoio a decisão do médico, que permite contemplar diversas patologias. As interfaces de interação dos diversos agentes foram apresentadas. Verificou-se que os módulos de inteligência são dependentes da coleta de dados de contexto na residência dos pacientes, mas devem ser aplicados em um servidor onde os dados de diversos pacientes são coletados e persistidos. Desta forma estes módulos podem utilizar dados de longo prazo e também considerar dados de diversos pacientes através de técnicas de mineração de dados. Ainda assim, como a aplicação de módulos de inteligência, bem como detalhes de sua atuação devem ser validados pelo médico responsável por um paciente, o sistema deve ser modular o suficiente para habilitar ou não sua operação, e admitir sua customização.

Na prática, a avaliação de um sistema com a complexidade do SMDS requer uma equipe multidisciplinar, que efetivamente atue junto ao paciente, cuidadores e familiares para a sua implantação e um mínimo de treinamento de uso. O protótipo está sendo atualmente adaptado para uma avaliação em um conjunto de pacientes idosos com demência, em diversos estágios, com um foco no cuidador. Este trabalho está sendo realizado em colaboração com uma equipe da Unati/UERJ. Em diversas etapas da avaliação serão respondidos questionários, consolidados estatisticamente. Os resultados ao final da avaliação serão utilizados para se verificar os benéficos no uso da tecnologia dentro do contexto e para aprimorar a arquitetura e o protótipo atual.

Agradecimentos. Agradecemos aos colegas do projeto SCIADS, da UFF e UERJ, pelo apoio e compartilhamento de ideias. Agradecemos também a Dr. Luciana Motta da Unati/UERJ a parceria na avaliação do SMDS, que está em curso.

Referências

- Bitterman, N. (2011) “Design of medical devices – A home perspective”, *European Journal of Internal Medicine*, vol. 22, pp.39-42, Fevereiro.
- Butler, C., Rollnick, S., Stott, N. (1996), “The practitioner, the patient and resistance to change: recent ideas on compliance”. *CMAJ*. Vol. 154, No. 9, pp. 1357–1362, Maio.
- Carvalho, S. T., Murta, L., Loques, O. (2012) “Variabilities as First-Class Elements in Product Line Architectures of Homecare Systems”. *SEHC'12*, Zurich, Suíça.
- Continua Alliance. http://www.continuaalliance.org/sites/default/files/IEEE_Pervasive_Computing_Q407_Continua_Article_2.pdf [Jun/2013]
- Copetti, A., Carvalho, S. T., Loques, O. (2010) “Um Sistema Computacional Inteligente de Assistência Domiciliar à Saúde”. *CBIS 2010*, Porto de Galinhas, PE.
- Freire, S. M., Sztajnberg, A., et al. (2008), “Utilizando o Modelo Dual para a Representação e Persistência de Contexto em Aplicações Ubíquas de Telemonitoramento”, *WIM'2008*, p.252- 255, Belém, PA.
- HL7 Standards. <http://www.hl7standards.com> [Jun/2013]
- IBGE. “Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: Síntese de indicadores 2011”, ftp://ftp.ibge.gov.br/Trabalho_e_Rendimento/Pesquisa_Nacional_por_Amostra_de_Domicilios_anual/2011/Sintese_Indicadores/sintese_pnad2011.pdf [Jan / 2013].
- Kiss, N., Patai, G., Hanak, P., et al (2011), "Vital fitness and health telemonitoring of elderly people," *MIPRO'11*, 34th International Convention, pp. 279-284, Maio.
- Koch S. (2006) “Home telehealth-Current state and future trends”. *International Journal of Medical Informatics*. Vol. 75, No. 8, pp. 565-576.
- Lasierra, N., Alesanco, A., García, J. (2010), "Home-based telemonitoring architecture to manage health information based on ontology solutions," *10th IEEE Int. Conf. on Information Technology and Applications in Biomedicine*, pp.1-4, Novembro.
- Loques, O., Sztajnberg, A. (2010) “Adaptation Issues in Software Architectures of Remote Health Care Systems”. *SEHC 2010*. Cape Town, Africa do Sul.
- Mann, W. C. (2005) “Smart Technology for Aging, Disability, and Independence: The State of the Science” Hoboken: John Wiley & Sons.
- Orwat, C., Graefe, A., Faulwasser, T. (2008) “Towards pervasive computing in health-care - A literature review”. *BMC Med. Infrm. and Decision Making*, Vol. 26, No. 8.
- Otto, C., Milenković, A., Sanders, C., Jovanov, E. (2006), “System Architecture of a Wireless Body Area Sensor Network for Ubiquitous Health Monitoring”. *Journal of Mobile Multimedia*, Vol. 1, No.4, pp. 307-326,
- Scanail, C. N., Carew, S., Barralon, P., et al. (2006) “A review of approaches to mobility telemonitoring of the elderly in their living environment,” *Annals of Biomedical Engineering*, Vol. 34, No. 4, pp. 547–563.
- Sztajnberg, A., Rodrigues A., Bezerra, L., et al. (2009) “Applying Context-aware Techniques to Design Remote Assisted Living Applications,” *Int. Journal of Functional Informatics and Personalized Medicine*, Vol. 2, No. 4, pp. 358–378.
- World Health Organization. The health-care challenges posed by population ageing”. 2012. <http://www.who.int/bulletin/volumes/90/2/12-020212/en/> [Jan/2013].