

Suporte Remoto ao Atendimento Médico Emergencial via Dispositivos Móveis

Iuri M. Teixeira , Rodolfo P. Viçoso , Bruno Correa ,
Antônio T. A. Gomes , Artur Ziviani

¹ Laboratório Nacional de Computação Científica - LNCC

{iuri, rpaoni, brunos, atagomes, ziviani}@lncc.br

Abstract. *Recent medical research shows the socio-economic benefits of the therapeutical treatment for Acute Myocardial Infarction (AMI) compared to surgery. However, in the typical scenario, the first assistance to the infarcted patient is performed by paramedics without the needed qualification to analyze the eligibility of the patient regarding the therapeutical treatment. This paper presents a telemedicine system to make the knowledge of a specialist available, through the use of wireless communication technologies, on the location the patient receives his/her first assistance by non-specialized paramedics. Aspect-oriented approaches have been used in this system from its architectural specification to its implementation, and thus the system has also served as an interesting case study for a qualitative analysis of these approaches.*

Resumo. *Pesquisas médicas recentes demonstram as vantagens sócio-econômicas do tratamento terapêutico de infarto agudo do miocárdio (IAM) em comparação à intervenção cirúrgica. Porém, no cenário típico, o primeiro atendimento ao paciente infartado é feito por emergencistas sem a necessária capacitação para a análise de elegibilidade do paciente quanto ao tratamento terapêutico. Este artigo apresenta um sistema de telemedicina que permite levar o conhecimento de um especialista, através de tecnologias de comunicação sem fio, até o local onde o paciente infartado recebe seu primeiro atendimento pela equipe de urgência não especializada. Uma abordagem orientada a aspectos é usada nesse sistema desde sua especificação arquitetural até sua implementação e, desse modo, o sistema tem servido como um estudo de caso interessante para uma análise qualitativa dessa abordagem.*

1. Introdução

O Infarto Agudo do Miocárdio (IAM) está entre os líderes das causas de morte e incapacitação física em todo o mundo. A isquemia (súbita interrupção do fluxo sanguíneo de um tecido devido a uma obstrução arterial) é uma das causas mais comuns de IAM. Portanto, a isquemia é um alvo preferencial para o desenvolvimento de procedimentos terapêuticos em cardiologia. Trombolíticos são fármacos cuja administração propicia a dissolução da obstrução arterial sem os inconvenientes de uma intervenção cirúrgica. Pesquisas médicas recentes em cardiologia [American College of Cardiology 2004] mostram que o tratamento terapêutico com trombolíticos reduz a mortalidade nos casos de IAM e facilita a recuperação do paciente, além de ser economicamente mais acessível. Contudo,

a elegibilidade de um paciente a esse tratamento deve ser avaliada por um especialista com base em exames eletrocardiográficos (ECGs). Além disso, para aumentar sua eficácia, esse tratamento deve ocorrer entre 30 a 90 minutos após o aparecimento dos primeiros sintomas de IAM. Isso sugere que a aplicação do trombolítico deve idealmente ocorrer no primeiro atendimento ao paciente, o que normalmente acontece em uma unidade de emergência fixa (pronto-socorro) ou móvel (ambulância), através de uma equipe de emergencistas. Porém, as equipes médicas dessas unidades de emergência não estão em geral capacitadas a diagnosticar a elegibilidade do paciente ao tratamento, o que normalmente é atribuição de um especialista (cardiologista).

Neste artigo apresentamos o sistema AToMS (*AMI Teleconsultation & Monitoring System*), um sistema de telemedicina que oferece um serviço de suporte remoto à decisão para o tratamento com trombolíticos em pacientes de IAM. Esse sistema está sendo desenvolvido no Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC/MCT) como parte de um projeto em colaboração com a Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), e sua implantação vem sendo analisada no contexto do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU/192) do município do Rio de Janeiro.

O sistema AToMS propõe levar, através de tecnologias de comunicação sem fio, o conhecimento de um especialista até o local onde o paciente de IAM recebe seu primeiro atendimento pela equipe emergencista. Esse sistema visa reduzir significativamente o tempo entre o aparecimento dos sintomas de IAM e a aplicação do trombolítico, aumentando assim as chances de sucesso dessa intervenção, principalmente em regiões remotas ou de difícil acesso. Além disso, toda informação trocada entre os profissionais médicos no sistema AToMS é registrada em uma Central de Teleconsulta. Isso permite ações de auditoria no procedimento de aplicação do trombolítico, facilita a obtenção de laudos periciais, e propicia o levantamento de estatísticas importantes para o sistema de saúde. Por fim, o uso de tecnologia sem fio na comunicação entre emergencistas e especialistas permite também que um paciente seja monitorado continuamente durante a sua remoção para uma unidade coronariana ou de tratamento intensivo. Com isso, a evolução do quadro desse paciente pode ser acompanhada pelo especialista de modo similar ao que acontece tipicamente em ambiente hospitalar.

O artigo está organizado da seguinte forma. Na Seção 2 são analisados os trabalhos relacionados. A arquitetura empregada no sistema AToMS é apresentada na Seção 3. A Seção 4 discute a implementação do sistema proposto. Finalmente, a Seção 5 conclui o artigo e discorre sobre possíveis trabalhos futuros.

2. Trabalhos Relacionados

Sistemas de suporte remoto à decisão, que buscam fornecer ao paciente o melhor tratamento baseado nas informações de um especialista, são cada dia mais utilizados em ambientes de saúde. Em [Lin et al. 2004] e [Brusco and Nazeran 2004] são propostas abordagens baseadas em redes sem fio com enfoque na monitoração de sinais vitais, como batimentos cardíacos e a porcentagem de oxigenação sanguínea. Assim, os sinais do paciente podem ser transmitidos em tempo real para uma unidade de gerenciamento remota, permitindo que o médico verifique o estado do paciente naquele momento ou mesmo um histórico desses sinais e tome as providências cabíveis. Esses sistemas podem funcionar tanto dentro de um hospital quanto dentro de uma ambulância, como o trabalho aqui

apresentado.

A transmissão eletrônica de ECGs para uma central ou hospital, como é feita em nosso trabalho, começou a ser testada em 1987 [Grim et al. 1987]. Os primeiros trabalhos tinham como objetivo avaliar se o exame transmitido sofria alguma distorção e qual o atraso de transmissão. Com o passar dos anos foram testadas diversas formas de transmitir os exames para o hospital. O trabalho de [Väisänen et al. 2003] faz uma avaliação do envio de ECGs usando aparelhos de FAX convencionais, FAX ligados a telefones celulares e somente com telefones celulares. Esse trabalho tem como objetivo também avaliar a velocidade e confiabilidade da transmissão de ECGs nesses aparelhos. Os testes foram realizados em um sistema de emergência médica em helicópteros.

Em [Sillesen et al. 2008] é apresentado um estudo sobre a transmissão de ECGs no atendimento a pacientes com suspeita de IAM. Porém, esse trabalho enfoca a análise do impacto do tempo ganho com a transmissão de ECGs na eficácia do atendimento. Em nosso trabalho, estamos construindo um sistema de telemedicina que oferece de fato um serviço de suporte remoto à decisão para o tratamento de pacientes de IAM, incluindo soluções para problemas como confidencialidade das informações e auditoria dos procedimentos e decisões dos médicos.

No Brasil existe o projeto Minas Telecardio [Alkmim et al. 2006] que propõe a implantação de atividades de telecardiologia em 82 municípios do estado de Minas Gerais. O projeto possui uma equipe de cardiologistas que fica de plantão em hospitais à espera de teleconsultas. Os cardiologistas são responsáveis pela análise e elaboração de laudos de exames enviados por médicos que trabalham em cidades onde não existem especialistas. O projeto fornece também ferramentas para a discussão *on line* de casos clínicos quando assim se faz necessário. Diferente do proposto neste trabalho, o projeto Minas Telecardio não tem como principal objetivo atender pacientes em casos de emergência, que necessitem da aplicação de trombolíticos por exemplo em situações de urgência no local do primeiro atendimento, mas sim discutir problemas que não podem ser resolvidos pelos médicos dos postos de saúde.

3. Arquitetura de Software do Sistema AToMS

A Figura 1 apresenta uma visão geral da arquitetura do sistema AToMS. Por restrição de espaço, omitiu-se da apresentação dessa arquitetura, e da implementação descrita na Seção 4, as funcionalidades relacionadas à administração do sistema, como gerência de usuários e emissão de relatórios, entre outras, focando-se nos componentes essenciais ao cumprimento da missão proposta do sistema.

O servidor – denominado Central de Teleconsulta – é responsável por gerenciar a troca de informações entre emergencistas e especialistas. A Central de Teleconsulta recebe pedidos de análise de emergencistas e os encaminha a especialistas registrados no sistema. A Central de Teleconsulta é responsável ainda por armazenar todas as informações trocadas entre a equipe médica envolvida em uma base de dados, fornecendo assim as condições para que o sistema AToMS seja facilmente auditável.

No lado dos clientes, pode-se apontar dois papéis distintos. O cliente utilizado pelo emergencista constitui-se em uma aplicação executada em um computador portátil (PDA ou laptop) acoplado a um dispositivo portátil de aquisição de ECG digital. Essa aplicação é utilizada pelos emergencistas: (i) na composição de um *registro de*

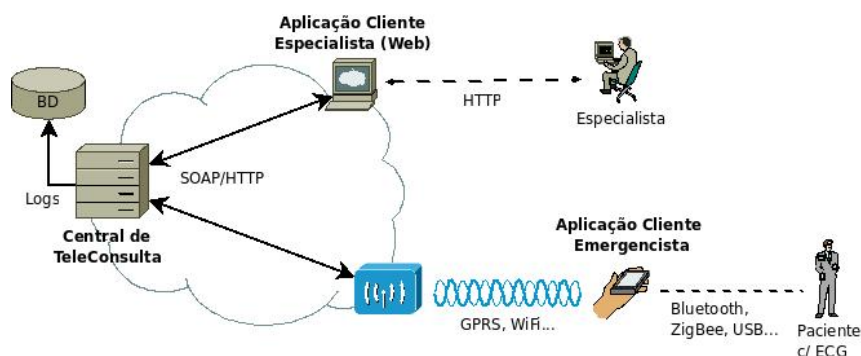


Figura 1. Visão geral do sistema ATOMS.

atendimento de paciente (RAP), que inclui as informações clínicas do paciente, (ii) na captura de ECGs do paciente, e (iii) no envio de mensagens de *chat* e exames de ECG aos especialistas. O RAP, as mensagens de *chat* e os exames de ECG são enviados à Central de Teleconsulta para que ela os repasse a um especialista disponível no sistema. Para que o sistema apresente a eficácia desejada, é necessário que o computador portátil do emergencista tenha capacidade de comunicação sem fio (p. ex. GPRS/EDGE ou WiFi). Com essa configuração o emergencista pode, no ato do atendimento de urgência, enviar imediatamente as informações necessárias ao atendimento à Central de Teleconsulta.

O cliente utilizado pelo especialista constitui-se em uma aplicação Web. É condição fundamental para a eficácia do sistema que pelo menos um especialista esteja registrado no sistema e operando essa aplicação a todo momento, por meio de um navegador Web convencional. Essa aplicação recebe da Central de Teleconsulta uma listagem de RAPs pendentes, possibilitando ao especialista realizar múltiplos atendimentos simultâneos. Cada atendimento repassado pela Central de Teleconsulta ao especialista será disponibilizado via páginas HTML contendo: (i) os dados do RAP e *links* apontando para exames de ECG (obtidos pelo emergencista) que podem ser analisados pelo especialista, (ii) um formulário correspondendo ao parecer que o especialista deve emitir acerca da aplicabilidade do trombolítico no paciente atendido, e (iii) um canal de *chat* para eventuais comunicações em tempo real entre emergencistas e especialistas. Cada parecer emitido por um especialista é enviado à Central de Teleconsulta, que o repassa ao emergencista responsável pelo atendimento emergencial em questão. Além disso, o especialista pode receber continuamente do emergencista (p. ex. no caso de remoção do paciente para uma unidade coronariana) a evolução clínica do paciente através do canal de *chat* e de novos exames de ECG.

Toda a comunicação entre a Central de Teleconsulta e os clientes – envio de RAPs, pareceres, mensagens de *chat* e exames de ECG – usa tecnologia de Web Services, como descrito em mais detalhes na Seção 4.

Requisitos gerenciais foram considerados desde a especificação arquitetural do sistema através de uma abordagem orientada a aspectos, como em [Correa et al. 2006]. Para tanto, foi empregada uma visão arquitetural em dois eixos, conforme mostrado na Figura 2. O *eixo funcional* engloba os requisitos funcionais da aplicação, sendo distribuídos nos componentes descritos no início desta seção. O *eixo aspectual* corta verticalmente o eixo funcional e hospeda os requisitos gerenciais da aplicação. O conceito de aspectos

foi introduzido na arquitetura para encapsular vários serviços de gerenciamento que, de outro modo, apareceriam no sistema de forma intrusiva (isto é, misturada às funcionalidades básicas do mesmo) e dispersa (isto é, pouco modularizada no mesmo). Três aspectos claramente identificáveis no sistema AToMS são: segurança (a natureza dos dados de sistemas voltados para a área de saúde demanda confidencialidade), robustez (em termos de confiabilidade e disponibilidade do sistema), e mobilidade (envolvendo heterogeneidade de tecnologias de comunicação sem fio – WiFi, WiMax, GPRS, Bluetooth, ZigBee etc). Desses aspectos, segurança é o único aspecto atualmente implementado no sistema AToMS, como descrito na Seção 4.5. A implementação dos demais aspectos constitui parte dos trabalhos futuros.

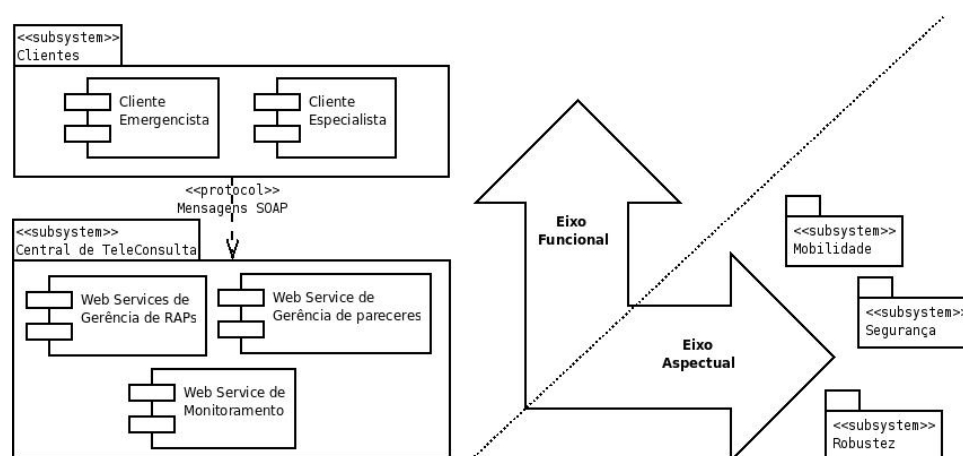


Figura 2. Eixos funcional e aspectual no sistema AToMS.

4. Implementação

As subseções que se seguem apresentam detalhes de implementação de cada um dos componentes de software do sistema AToMS, bem como dos componentes aspectuais relacionados à segurança desse sistema e os dispositivos utilizados pelos emergencistas.

4.1. Dispositivos

Os dispositivos utilizados pelo médico emergencista no ato do atendimento dos pacientes são o Módulo de Aquisição de ECG para computador ECGPC, que possui portas USB para conexão com dispositivos móveis e alimentação. Esse dispositivo é conectado a um laptop de pequeno porte ASUS Eee PC 4G, com tela de 7 polegadas e resolução máxima de 800x480, processador 900 MHz e 512MB de memória. A Figura 3 apresenta esses dispositivos.

4.2. Central de Teleconsulta

A Central de Teleconsulta vem sendo desenvolvida como um conjunto de Web Services implementados em Java, usando a implementação de referência da API JAX-WS como base. Atualmente, os Web Services oferecidos pela Central de Teleconsulta aos seus clientes são: (i) RequestWS, usado pelos emergencistas para envio de RAPs aos cardiologistas; (ii) RegisterWS, usado pelos emergencistas para associação de dados complementares do paciente ao RAP do mesmo na Central de Teleconsulta; (iii) ResponseWS,

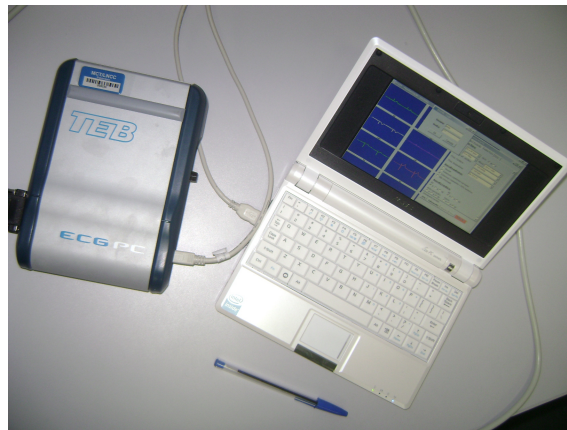


Figura 3. Equipamentos utilizados pelos emergencistas.

usado pelos cardiologistas para envio de pareceres aos emergencistas; e (iv) ChatWS, usado pelos emergencistas e cardiologistas para envio de mensagens de *chat* (e exames de ECG, no caso dos emergencistas) entre eles.

Todos os dados do sistema, incluindo os RAPs, os exames de ECG, as mensagens de *chat* e os pareceres trocados entre emergencistas e especialistas, são armazenados pelos Web Services em um banco de dados PostgreSQL. Esses dados são mapeados em objetos implementados em Java, tendo como base para esse mapeamento o framework Hibernate.

4.3. Aplicação Cliente do Emergencista

A versão mais atual dessa aplicação está implementada em C# sobre a plataforma .NET. A aplicação cliente do emergencista constitui-se basicamente em um formulário para preenchimento de RAPs. Os campos do formulário são divididos em abas, ajudando assim na navegabilidade e na organização das informações em telas de dispositivos como PDAs e laptops de pequeno porte. As abas são organizadas em grupos, conforme ilustrado na Figura 4.

A Figura 5 apresenta a área de trabalho do emergencista. Enquanto opera o cliente emergencista do sistema AToMS ele acompanha os sinais do ECG. Os sinais do ECG são enviados pelo emergencista ao especialista que determina qual o melhor tratamento para este paciente.

É importante ressaltar que essa aplicação funciona assincronamente em relação ao restante do sistema. Após o envio do RAP pelo Web Service `RequestWS`, o emergencista pode continuar preenchendo informações pós-atendimento (Figura 4(b)), enquanto a aplicação aguarda por mensagens de *chat* e pelo parecer final do cardiologista – na implementação atual do sistema, os Web Services `ResponseWS` e `ChatWS` são consultados periodicamente pela aplicação por meio de *polling*. Quando o parecer é enviado pela Central de Teleconsulta, a aplicação apresenta na tela do dispositivo uma notificação ao emergencista, notificação esta que dá acesso às abas com os dados do parecer (Figura 4(c)).

4.4. Aplicação Cliente do Especialista

A aplicação cliente do especialista foi implementada em Java, utilizando as tecnologias JSP (*Java Server Pages*)/Servlet e os frameworks Struts e DWR (*Direct Web Remoting*)



(a) Dados clínicos cruciais do paciente.

(b) Dados complementares do paciente.

(c) Dados do parecer do especialista.

Figura 4. Exemplos de telas da aplicação cliente do emergencista em PDA.

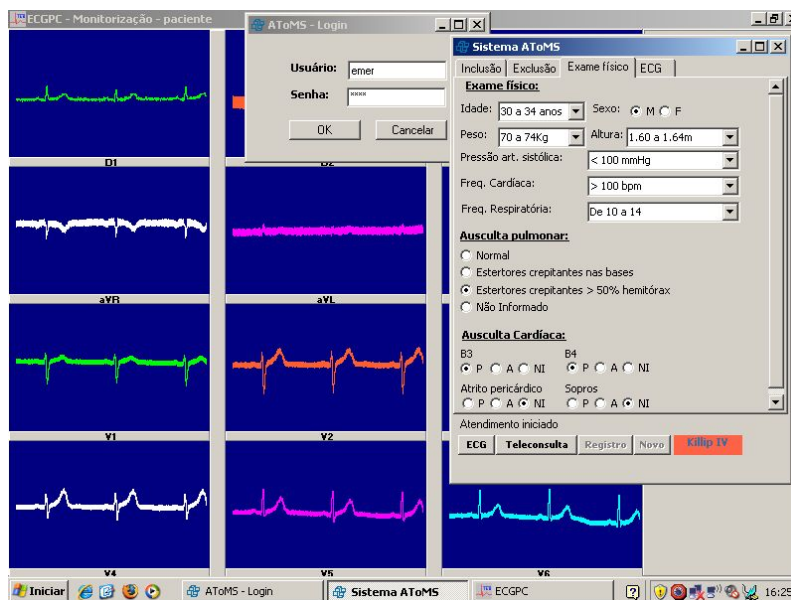


Figura 5. Tela do equipamento do emergencista.

como base para a sua implantação em ambiente Web. Atualmente, essa aplicação executa no mesmo servidor de aplicações que os Web Services da Central de Teleconsulta: sua implantação, contudo, pode ser feita em uma máquina separada dessa central.

A Figura 6 mostra a página Web principal da aplicação cliente do especialista, em que são exibidos os dados de um RAP específico recebido da Central de Teleconsulta. Esses dados são apresentados após o especialista escolher um atendimento pendente na Central de Teleconsulta – a aplicação do especialista consulta por meio de *polling* no Web Service RequestWS a lista de atendimentos atualmente pendentes. De posse dos dados do RAP, o cardiologista pode preencher, através de um formulário Web, um parecer sobre a aplicabilidade do trombolítico no paciente. Os dados desse parecer são publicados através do Web Service ResponseWS na Central de Teleconsulta, que repassa o parecer à aplicação cliente do emergencista (vide Figura 4(c)).

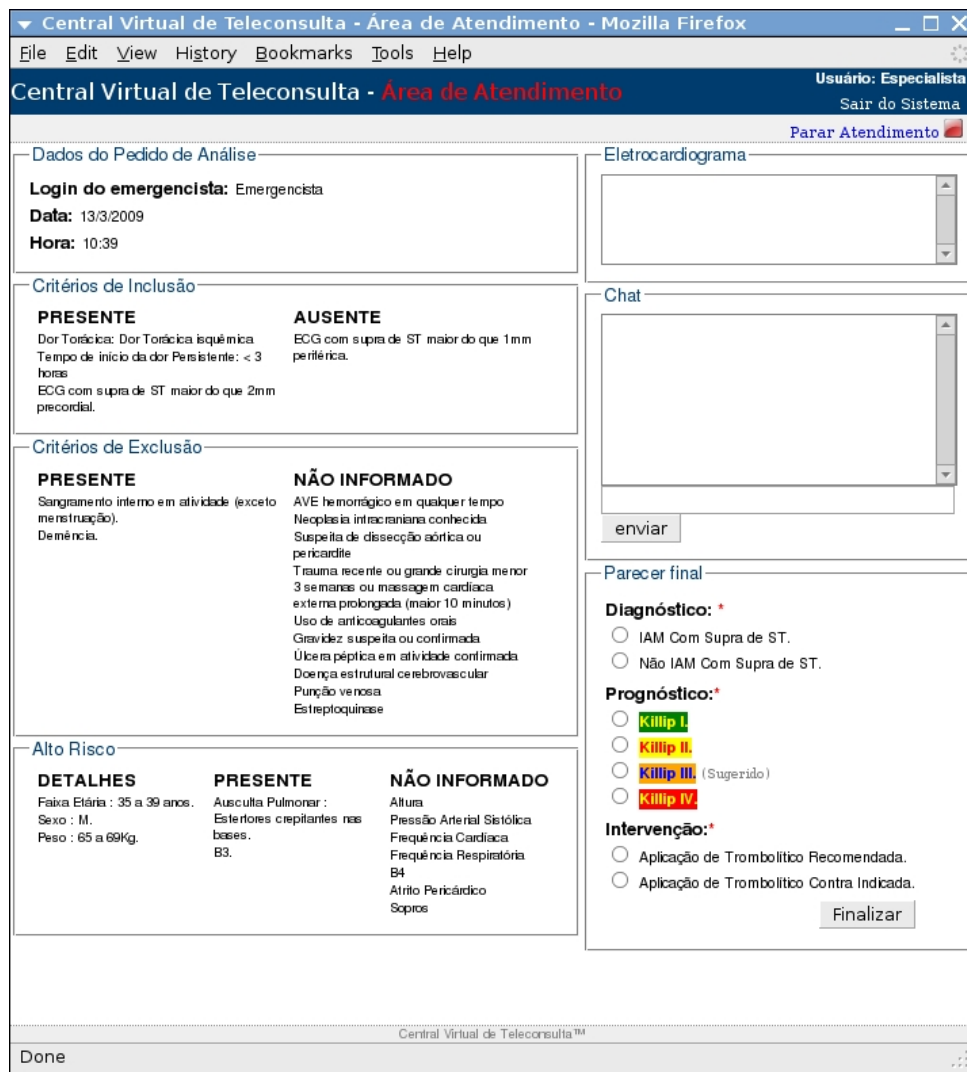


Figura 6. Exemplo de página Web para análise de RAPs.

4.5. Aspecto de Segurança

Dos aspectos identificados ao final da Seção 3, o único tratado até o momento no sistema AToMS é o de segurança. Provê-se segurança no sistema por meio da autenticação dos usuários e da confidencialidade dos dados trocados entre a equipe médica. A autenticação é provida a partir de um Web Service adicional na Central de Teleconsulta (LoginWS) e, portanto, constitui-se em uma funcionalidade a mais no eixo funcional do sistema (vide Figura 2). A confidencialidade é provida por meio da criptografia das mensagens SOAP, que transportam as requisições de serviço aos Web Services disparadas pelas aplicações clientes. Essa facilidade é implementada por meio de componentes de software aspectuais tanto na aplicação cliente do emergencista quanto na Central de Teleconsulta.¹

Na aplicação cliente do emergencista a criptografia foi implementada com base no framework PostSharp LAOS, que oferece uma alternativa simples para a inserção de

¹Na implementação atual do sistema não houve a preocupação de incorporar criptografia na comunicação entre a aplicação Web do especialista e a Central de Teleconsulta, pelo fato das mesmas estarem no momento sendo implantadas conjuntamente em uma mesma máquina servidora.

código aspectual na plataforma .NET. Na Central de Teleconsulta foi encontrada uma dificuldade maior nesse sentido, pois a API JAX-WS torna opacas as chamadas à API Sockets, que dá acesso à interface da camada de transporte no sistema operacional Linux. Isso torna praticamente impossível a inserção correta de código aspectual nos Web Services da Central de Teleconsulta. A solução adotada consistiu na implementação, em Java, de um micro-servidor Web implantado na mesma máquina que a Central de Teleconsulta. Esse micro-servidor é responsável pela: (i) interceptação das requisições SOAP criptografadas enviadas pela aplicação cliente do emergencista; (ii) decriptografia dessas requisições; (iii) repasse dessas requisições decriptografadas para o Web Service em questão; (iv) interceptação das respostas SOAP decriptografadas enviadas pelo Web Service; (v) criptografia dessas respostas; e (vi) repasse dessas respostas criptografadas para a aplicação cliente do emergencista.

Para que seja possível o funcionamento do sistema com esse micro-servidor, o componente de software aspectual residente na aplicação cliente do emergencista é responsável por, além de criptografar e decriptografar as mensagens SOAP, redirecionar o envio das requisições SOAP para o endereço de transporte do micro-servidor, e aguardar do mesmo as respostas SOAP correspondentes. O processo de interceptação das mensagens SOAP pelo micro-servidor Web ocorre de forma transparente para os Web Services da Central de Teleconsulta e sem necessidade de intrusão de código adicional nos componentes funcionais da aplicação cliente do emergencista.

5. Conclusões

Este artigo apresentou em detalhes o sistema AToMS, que encontra-se atualmente em fase de avaliação de implantação junto ao SAMU/192 em uma grande metrópole brasileira. Espera-se que a utilização do sistema, em seu estado atual, propicie ao sistema de saúde: (i) o deslocamento do tratamento com trombolíticos das unidades coronarianas dos grandes hospitais para as unidades de emergência, resultando em um procedimento mais efetivo no pré-atendimento hospitalar; (ii) um aumento na administração de trombolítico, nos casos em que o mesmo é adequado, e conseqüente redução no número de óbitos; (iii) diminuição no número de intervenções cirúrgicas e redução dos custos com tratamento de pacientes de IAM; (iv) rastreabilidade e auditoria das informações e decisões tomadas no atendimento ao paciente de IAM, reforçando que a política de saúde definida pelas autoridades responsáveis está sendo cumprida; e (v) criação de uma base de dados estatística que possa ser analisada para apontar indicadores úteis na condução de políticas de saúde pública nos casos de IAM.

Além do impacto sócio-econômico vislumbrado, acredita-se também que o desenvolvimento do sistema AToMS esteja trazendo um impacto tecnológico relevante, ao permitir uma avaliação qualitativa das abordagens de desenvolvimento de software orientadas a aspectos pela implementação de um sistema real e relativamente complexo. Nesse sentido, o sistema tem-se mostrado um excelente caso de uso, permitindo a análise de técnicas avançadas de especificação arquitetural, [Gomes et al. 2007] bem como apontando dificuldades práticas na codificação de aspectos – como aquelas encontradas na funcionalidade de criptografia nos Web Services da Central de Teleconsulta (vide Seção 4.5).

Como trabalhos futuros, são previstos dois desenvolvimentos principais no sistema AToMS. O primeiro deles é a implementação das funcionalidades de notificação *au-*

tomática de unidades coronarianas – atualmente o sistema assume um esquema “off-line” de notificação. Em segundo lugar, vislumbra-se a aplicação de abordagens orientadas a aspectos na implementação dos outros requisitos gerenciais do sistema AToMS identificados ao final da Seção 3: robustez e mobilidade. Nesse sentido, vale observar que uma análise mais detalhada das implicações arquiteturais desses dois requisitos nesse sistema já foi conduzida como estudo de caso no trabalho [Gomes et al. 2007].

Agradecimentos

Os autores agradecem à mestre Sand L. Corrêa e aos alunos Marcelo C. Leite e Bruno F. Bastos pela participação no desenvolvimento dos primeiros protótipos da implementação apresentada neste artigo. O projeto ora descrito conta com a colaboração do Dr. Nelson A. de Souza e Silva, professor titular da Faculdade de Medicina da UFRJ, e do Dr. Wilson B. Corrêa Filho, sub-coordenador do SAMU/192 do município do Rio de Janeiro. O desenvolvimento do projeto é financiado pelo CNPq, FAPERJ, Ministério da Saúde e Ministério da Ciência e Tecnologia.

Referências

- Alkmim, M. B. M., Ribeiro, A. L. P., Cardoso, C. S., da Silva Pereira, L. F., and Lessa, P. C. (2006). Minas telecardio implantação de telecardiologia no serviço público de saúde do interior de minas gerais. In *X Congresso Brasileiro de Informática em Saúde*.
- American College of Cardiology (2004). ACC/AHA guidelines for the management of patients with ST-elevation myocardial infarction.
- Brusco, M. and Nazeran, H. (2004). Digital phonocardiography: A PDA-based approach. In *Proceedings of the 26th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBS)*.
- Correa, S. L., Gomes, A. T. A., and Ziviani, A. (2006). Desenvolvimento orientado a aspectos para um sistema de telemedicina. In *Anais do VI Workshop de Informática Médica (WIM)*, Vila Velha, ES.
- Gomes, A. T. A., Batista, T. V., Joolia, A., and Coulson, G. (2007). Architecting dynamic reconfiguration in dependable systems. In *Architecting Dependable Systems IV*, pages 237–261.
- Grim, P., Feldman, T., Martin, M., Donovan, R., Nevins, V., and Childers, R. W. (1987). Cellular telephone transmission of 12-lead electrocardiograms from ambulance to hospital. *The American Journal of Cardiology*, 60(8):715–720.
- Lin, Y.-H., Jan, I.-C., Ko, P.-I., Chen, Y.-Y., Wong, J.-M., and Jan, G.-J. (2004). A wireless PDA-based physiological monitoring system for patient transport. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 8(4):439–447.
- Sillesen, M., Sejersten, M., Strange, S., Nielsen, S. L., Lippert, F., and Clemmensen, P. (2008). Referral of patients with ST-segment elevation acute myocardial infarction directly to the catheterization suite based on prehospital teletransmission of 12-lead electrocardiogram. *Journal of Electrocardiology*, 41(1):49–53.
- Väisänen, O., Mäkijärvi, M., and Silfvast, T. (2003). Prehospital ecgnext term transmission: comparison of advanced mobile phone and facsimile devices in an urban emergency medical service system. *Resuscitation*, 57(2):179–185.