

PAULAS: Plataforma de Apoio ao Desenvolvimento de Aplicações Baseadas em Geolocalização e Ontologia para Serviços de Saúde

Pablo Diego Alencar Cardoso, Evandro Santos Soares, Reivel Claudio Vieira, Taciano Alcântara, Luiz Odorico Monteiro Andrade, Mauro Oliveira

Resumo— Ferramentas de apoio à decisão são empregadas em larga escala em diversas áreas de gestão. No Brasil, através da cooperação entre o DATASUS, departamento de TI do Ministério da Saúde, e instituições de pesquisa e ensino, estão sendo desenvolvidas ferramentas para tomadas de decisão em saúde pública. Este artigo apresenta um *framework* sensível a contexto para agilizar o desenvolvimento de aplicações baseadas em ontologias e geolocalização na área de governança em saúde no projeto LARIISA, uma plataforma inteligente para a tomada de decisão em governança em sistemas de saúde. O LARIISA é uma das soluções de interesses do DATASUS.

Palavras-Chave— Geolocalização, Ontologia, DATASUS, Tomada de Decisão.

Abstract— Decision support tools are used in large scale in various areas of management. In Brazil, through cooperation between DATASUS and research and educational institutions, are being developed tools for decision making in public health. This paper presents a context-sensitive framework to expedite the development of applications based on ontologies and geolocalization. The LARIISA presents itself as one of the DATASUS solutions.

Keywords— Geolocation, Ontology, DATASUS, Decision Making.

I. INTRODUÇÃO

Sistemas de apoio à decisão podem ser aplicados à gestão de saúde pública mediante a coleta de dados da população das localidades atendidas [1]. Isto é possível a partir do cruzamento desses dados com outras informações já conhecidas, tais como o perfil profissional e a localização dos agentes de saúde, identificação do prontuário do usuário e sua localização, estoque de medicamentos dos postos, etc [1] [2].

Um agente de saúde, além de atender ao usuário do sistema, pode melhorar a qualidade da coleta de dados que servirão como chaves de análise das informações. Estas chaves são o ponto de partida para montagem de um contexto de uma aplicação baseada em ontologia e geolocalização.

Em computação, ontologia é definida como um modelo de dados que representa um conjunto de conceitos dentro de um domínio e seus relacionamentos entre si [3].

No âmbito da saúde pública, o domínio seria, num micromodelo, um município ou distrito, e num macro modelo, um estado ou região. O contexto representa o modelo de dados

baseados nas chaves coletadas, desde sintomas apresentados pelo usuário e sua localização à cobertura de rede de esgoto, qualidade da água e outros indicadores sanitários e de saúde.

Com a definição de ontologias pode-se alimentar uma aplicação baseada em web semântica. Estas ontologias tornam-se conhecimento legível tanto para máquinas como para humanos, obtendo-se através do cruzamento inteligente destas informações, respostas mais rápidas e precisas.

A partir das informações do contexto dos diversos atores do sistema (usuário, agentes de saúde, etc.), esta aplicação será capaz de inferir resultados, tais como posto de saúde mais próximo do atendimento ao usuário, equipe de saúde da família que atua na área e suas especialidades, condições sanitárias, indicadores de doenças segundo as bases oficiais.

Aplicações baseadas em ontologias e contextos de geolocalização exigem grande esforço de configuração para sua implementação. Este artigo propõe o PAULAS, uma ferramenta de auxílio ao desenvolvimento de aplicações baseadas em ontologias e geolocalização para o LARIISA [4][5], uma plataforma sensível a contexto (context-aware concept) para a tomada de decisão na governança de sistemas de saúde. Ele utiliza como referencia inicial o PAOLA [6] e o SysSU [7], soluções para apoio ao desenvolvimento de sistemas baseados em ontologia e contexto, respectivamente.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: as seções II e III descrevem o PAOLA e o LARIISA. A seção IV apresenta a arquitetura e funcionamento do PAULAS, bem como aspectos de sua implementação. A seção V relata trabalhos relacionados e, finalmente, a seção VI conclui o artigo com considerações sobre a importância da contribuição do artigo e trabalhos futuros.

II- TRABALHOS RELACIONADOS

A. SysSU

SysSU (*System Support for Ubiquity*) [6], assim como a PAOLA, é uma ferramenta para facilitar o desenvolvimento de aplicações. Porém, o contexto é diferente, pois o SysSU traz uma infraestrutura que fornece mecanismos para implementar requisitos de sistemas ubíquos.

O SysSU contém sensibilidade ao contexto e implementa modelos que promovem o desacoplamento e adaptação de produção e consumo de dados de para ambientes móveis e heterogêneos. Além disso, especifica uma sintaxe expressiva

para troca de mensagens independente de linguagens de programação e de plataforma de desenvolvimento [4].

Há vários pesquisadores implementando extensões para o SysSU. Uma delas é um *framework* para *Android* [5] que recupera contexto de uma forma adaptativa projetada para dispositivos móveis. Este *framework* permite, em tempo real, realizar implantações e adaptação dinâmica de seus componentes de aquisição de contexto (CACs). Na figura 1 podemos ver a arquitetura deste do SysSU.

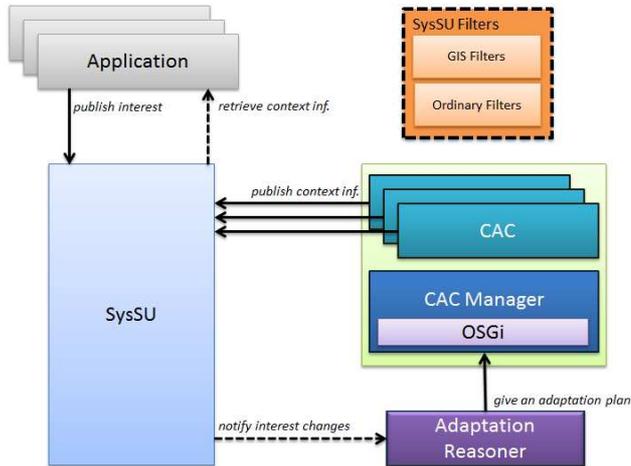


Fig. 1. Arquitetura da extensão do SysSU para *Android*.

B. CAPTAIN

O CAPTAIN é uma aplicação que utiliza os benefícios dos dispositivos móveis atuais para geração de contexto em geolocalização.

A captação de informações da trajetória de um usuário de cada parte do trajeto como: foto, áudio ou vídeo se aplicados na área da saúde enriquecem a base de dados do LARIISA.

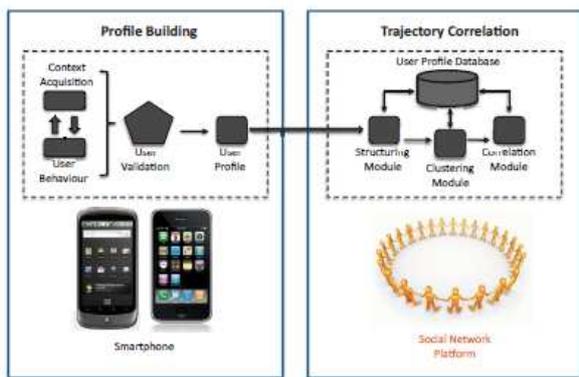


Fig. 7. Componentes do CAPTAIN: Um sistema baseado em contexto para rastreamento de pessoal.

A utilização da geolocalização fortalece o contexto do LARIISA é de extrema importância para sistemas de saúde. Segue resumidamente abaixo:

- 1- Atendimento à distância.
- 2- Encaminhamento das equipes de emergência.
- 3- Localização de agravos de doenças;

O desenvolvedor de o PAULAS ira utilizar funcionalidades do contexto no LARIISA.

II. PLATAFORMA LARIISA

O LARIISA é um framework de desenvolvimento de aplicações sensíveis ao contexto com apoio à decisão à saúde pública. Sistemas inteligentes na área da saúde agregados as tecnologias atuais trazem informações que são muitos importantes para gestão da saúde pública. [1]

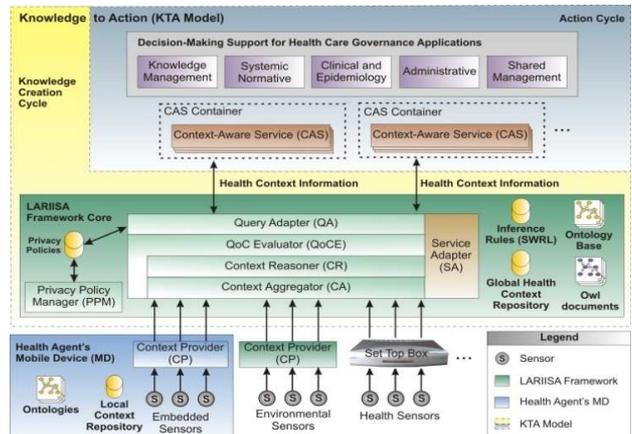


Fig.2. Framework LARIISA

O contexto no LARIISA pode caracterizar a situação de um paciente em estado de emergência ou que esteja precisando de uma visita de um agente de saúde. O aprimoramento das técnicas de contexto com todos os sistemas integrados geram condições para ações dos gestores de saúde.

A utilização das ontologias é um dos pilares desse framework. A ontologia OWL-DL utiliza modelagem de dados de saúde local ou global. As ontologias OWL-time são utilizadas na representação de contexto temporal [3]. A figura 3 exemplifica o modelo das classes para representar o modelo de saúde local.

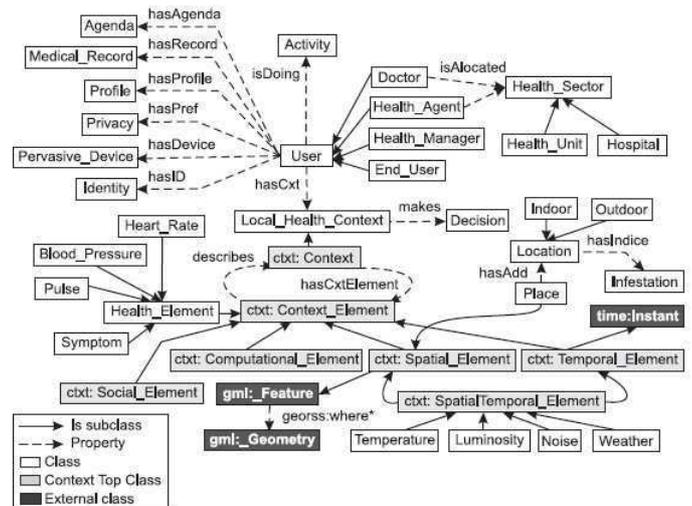


Fig.3 – Modelo de saúde global.

O PAULAS agrega valor ao LARIISA permitindo ao desenvolvedor trabalhar com ontologias e geolocalização de uma forma mais simples para a área de saúde.

B. PAOLA

A plataforma PAOLA auxilia o desenvolvimento de aplicações sensíveis ao contexto [3] inseridas no projeto LARIISA. O LARIISA é um *framework* para tomada de decisão em governança para sistemas públicos de saúde [11]. A PAOLA é dividida em módulos, como mostra a Figura 4:



Fig. 4. Diagrama de blocos dos módulos da PAOLA

O desenvolvedor de aplicações para o LARIISA não precisa conhecer os detalhes de implementação do LARIISA, pois a plataforma PAOLA encapsula tais detalhes. Para que dispositivos possam mandar informações para o LARIISA, foi criada o LISA (*LARIISA Integration System Architecture*), proposta por [14]. Na figura 5 é mostrada a visão do desenvolvedor para o PAOLA:

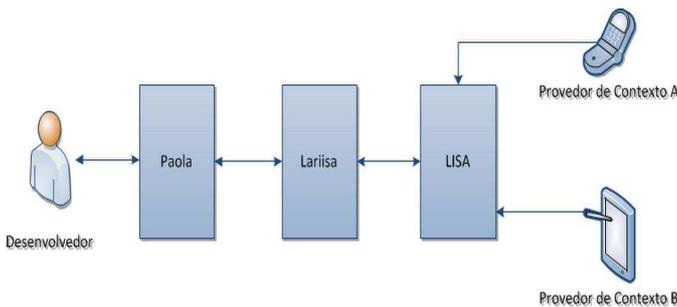


Fig. 5. Abstração de detalhes do projeto LARIISA através da PAOLA.

A PAOLA lida com conceitos de provedores de contexto e base de conhecimento através de ontologias. As ontologias são representadas através da linguagem OWL e manipuladas com auxílio do Jena [7], *framework* que provê bibliotecas Java para ajudar o desenvolvedor a implementar aplicações para web semântica.

V - ESTRUTURA DO FRAMEWORK E FUNCIONAMENTO

A figura 6 mostra a arquitetura do PAULAS. O desenvolvedor utiliza a API do PAULAS para estender as funcionalidades de geolocalização e de gerenciamento e representação do conhecimento.

O componente PAULAS, por sua vez, utiliza as APIs do Jena e do Google Maps para recuperar informações de semântica e de localização, respectivamente.

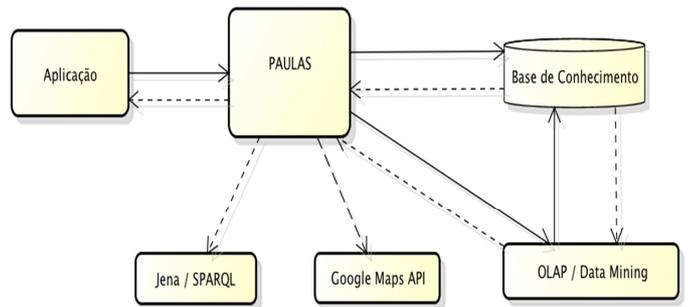


Fig. 6. Arquitetura do PAULAS

O PAULAS é desenvolvido na linguagem Java. Assim como o SysSU, é sensível ao contexto e provê serviços de mensageria (troca de mensagens) entre aplicações e bases de conhecimento.

Para que a aplicação tenha acesso à base de conhecimento do LARIISA, é necessário que o desenvolvedor configure esta aplicação de modo a estender a API do PAULAS. A interface de comunicação do PAULAS com a base de conhecimento é fornecidas através de *webservices*.

A linguagem utilizada para prover os *webservices* é a REST (*REpresentation State Transfer*). REST é uma linguagem que possui uma arquitetura cliente-servidor *stateless* (não guarda estado), ou seja, a aplicação cliente já tem toda a informação necessária que o servidor deve utilizar para realizar o serviço. Assim, no caso de falha na execução de um serviço ou em uma reinicialização do servidor, quando o cliente solicitar novamente o serviço, não utilizará dados armazenados no servidor, mas sim os próprios dados do *request* [12].

Como o *framework* em questão irá fornecer informações para vários tipos de dispositivos, independente de suas plataformas (*notebooks, tablets, smartphones, TV Digital, etc*), é importante atentar para o consumo da largura de banda. REST é apropriado para dispositivos que possuam largura de banda limitada, pois não utiliza cabeçalhos com camadas adicionais de elementos SOAP (*Simple Object Access Protocol*) no *payload* (corpo) da mensagem XML. Além disso, desenvolvedores mais experientes não precisam aprender uma nova tecnologia, pois podem utilizar ferramentas existentes, como o *Asynchronous JavaScript with XML* (AJAX), para o acesso de serviços em suas aplicações web.

Outra tecnologia embarcada no *framework* é o *Location-Based Services* (LBSs). Através desta tecnologia, é possível coletar dados de localização de um usuário, local ou evento e adaptar estes dados de acordo com a necessidade do sistema relacionado ao serviço [4]. Para oferecer LBS, o PAULAS utiliza API do Google Maps. Sendo assim, o desenvolvedor não precisa conhecer a API do Google Maps, bastando somente implementar chamadas de alto nível para interfaces do PAULAS.

O PAULAS implementa interfaces para consultas em SPARQL [4], utilizada para recuperação de contexto e acesso à RDF. Como o PAULAS é escrito em Java, utiliza-se o padrão JDBC para realizar conexões com bases de dados SPARQL. Para realizar manutenção de arquivos OWL e RDF, utiliza-se o *framework* Jena.

Através da cooperação técnica com a DATASUS, entidade pública brasileira que provê recursos tecnológicos para o SUS (Sistema Único de Saúde, e entidades de ensino e pesquisa) será concebido um grupo de *webservices* para troca

de informações e chamadas de serviços, que irão compor a base de conhecimento. Esta base de conhecimento nada mais é do que uma composição de dados oficiais sobre as localidades consultadas em bases de dados de estatística oficiais como IBGE, SUS, e outras entidades públicas [9].

Os dados capturados do contexto da localidade serão analisados e inferidos junto aos dados da base de conhecimento, convertidos em indicadores, armazenados numa base de índices, que podem ser analisadas com ferramentas OLAP (*On-line Analytical Processing*) em cruzamento com a base de conhecimento, gerando um consolidado de informações atualizadas em tempo real, consistentes, e comparativas com os índices oficiais. Esses dados podem ser tratados com técnicas de mineração de dados para construir uma forma de BI (*Business Intelligence*) em várias dimensões para que os gestores de saúde pública possam agir de forma mais rápida nas suas tomadas de decisão [9]. Para a comunicação do PAULAS com o componente OLAP/Data Mining foi criada uma interface *webservices*, também implementada em REST.

VI - RESULTADOS E IMPACTOS

A complexidade de desenvolvimento de sistemas dessa magnitude é a principal dificuldade encontrada pelos desenvolvedores. A oportunidade de utilizar uma ferramenta que proporcione as funcionalidades descritas através de tecnologias já bastante difundidas como REST e deixar a inteligência do *framework* devolver as requisições em forma de conhecimento, que podem ser montadas dentro de cubos OLAP em um sistema simples BI para tomada de decisão reduzirá significativamente o tempo e o esforço empregados no desenvolvimento de novas aplicações.

A arquitetura da proposta resulta em desenvolvimento rápido para aplicações complexas que fornecerão aos gestores de saúde mais agilidade na tomada de decisões. Os dados organizados podem direcionar melhor os recursos financeiros para aquisição de medicamentos, manutenção de postos de saúde, gestão e capacitação das equipes de saúde da família.

Além dos benefícios da melhor aplicação dos recursos públicos será gerado o benefício na redução do tempo de atendimento da população *in loco*, onde os agentes de saúde, através de aplicações desenvolvidas com auxílio do PAULAS, terão condições de melhor encaminhar os pacientes.

VII - CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

O DATASUS tem instigado instituições de pesquisa para o desenvolvimento de ferramentas para tomadas de decisão em saúde pública, de forma a otimizar o atendimento à população e melhor organizar a aquisição de insumos, infraestrutura e treinamentos.

Este artigo apresentou o PAULAS, um *framework* para agilizar o desenvolvimento de aplicações baseadas em ontologias e geolocalização na área de governança em saúde para o projeto LARIISA. A importante inovação do PAULAS em relação ao PAOLA está em incorporar o aspecto de geolocalização no tratamento do contexto dos atores

envolvidos. Neste sentido, podemos considerar o PAULAS como uma evolução da arquitetura PAOLA.

Como sugestão para trabalhos futuros, pode-se desenvolver um sistema de coleta de dados dos pacientes do SUS e realizar análise dos dados via OLAP. A partir da análise, verificar se houve epidemia de alguma doença/sintoma em determinada época do ano. Se todo ano tivesse uma característica de epidemia, o sistema poderia alertar os gestores a tomarem as devidas decisões.

REFERÊNCIAS

- [1] OLIVEIRA, M. et al. A Context-Aware Framework for Health Care Governance Decision-Making Systems. IEEE PUBLICATION TITLE: Second International Workshop on Interdisciplinary Research on EHealth Services and Systems, Montreal(Can), 2010. 1-6.
- [2] BRAGA, R. B. et al. CAPTAIN: A Context-Aware system based on Personal Tracking. The 17th International Conference on Distributed Multimedia Systems, Florence, Agosto 2011.
- [3] ALCÂNTARA, Taciano Pinheiro D. A. Alcântara “PAOLA (Uma Plataforma para o desenvolvimento de Aplicações baseada em Ontologias para o projeto LARIISA)” . Dissertação de Mestrado. 2012
- [4] BEZERRA, Reinaldo Braga “LIDU: Location-based approach to IDentify similar interests between Users in social networks” Laboratoire d’Informatique de Grenoble (LIG), École Doctorale Mathématiques, Sciences et Technologies de l’Information, Informatique (EDMSTII) 2012.
- [5] The Protégé Ontology Editor. Disponível em <<http://protege.stanford.edu/>> Acesso em 21/03/ 2013.
- [6] Sparql 1.1 Query Language. Disponível em <<http://www.w3.org/TR/sparql11-query/>>. Acesso 22/03/ 2013.
- [7] The Apache Jena Project. Disponível em <<http://jena.apache.org/>>. Acesso em 30/03/2013.
- [8] FONTELES, André Sales; NETO, Benedito J. A.; MAIA, Marcio; VIANA, Windson; ANDRADE, Rossana M. C. “An Adaptive Context Acquisition Framework to Support Mobile Spatial and Context-Aware Applications” Group of Computer Networks, Software Engineering and Systems (GREat), Federal University of Ceará (UFC) 2013.
- [9] SOARES, Evandro Santos, OLIVEIRA, Mauro. “Integração de serviços de saúde com framework LARIISA” Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação, Palmas – TO, 2013.
- [10] OLIVEIRA M., ANDRADE O.M., HAIRON C.G., MOURA R.C, FERNANDES S., BRINGEL J., GENSEL J., MARTIN H., SICOTTE C., DENIS J-L. A Context-Aware Framework for Health Care Governance Decision-Making Systems: A model based on the Brazilian Digital TV. Second IEEE Workshop on Interdisciplinary Research on E-health Services and Systems (IREHSS).
- [11] BEZERRA, João Batista; OLIVEIRA, A. M. B.; ANDRADE, O. M.; BARRETO, I.; MOURA FILHO, C. O.. Integrating Mobile Devices In a Brazilian Health Governance Framework. International Conference on Advances of Information & Communication Technology in Health Care (ICTHC 2011). Jakarta (Indonésia): ACEEE Indonesia Sectio, 2011.
- [12] RESTful Web Services. Disponível em <<http://www.oracle.com/technetwork/articles/javase/index-137171.html>>. Acesso em 15/04/2013.
- [13] FROTA, J. B. B. Proposta de Solução de Integração de Provedores de Contexto ao Sistema LARIISA, 2011. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) – Programa de Pós-Graduação em Ciências da Computação, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2011.
- [14] BENEDITO J. A. Neto, ROSSANA M. C. Andrade, MARCIO E. F. Maia, ANDRE FONTELES and WINDSON VIANA. A Coordination Framework for Dynamic Adaptation in Ubiquitous Systems Based on Distributed Tuple Space. Group of Computer Networks, Software Engineering and Systems (GREat), Federal University of Ceará (UFC) 2013.