
**PROCESSO COMO UM SERVIÇO NA COMPUTAÇÃO EM NUVEM
PARA O DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÕES NA SAÚDE**

Wanderley Lopes de Souza¹, Luís Ferreira Pires², Evert F. Duipmans³,
Antonio Francisco do Prado⁴, Lucas Venezian Povoas⁵

¹ Professor Titular. Departamento de Computação (DC). Sistemas Distribuídos e Redes

² Associate Professor. Faculty of Electrical Engineering, Mathematics & Computer Science.
Software Engineering

³ Master Student. Faculty of Electrical Engineering, Mathematics & Computer Science.
Software Engineering

⁴ Professor Associado. Departamento de Computação (DC). Engenharia de Software

⁵ Mestrando. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PPG-CC). Sistemas
Distribuídos e Redes

Resumo: Este projeto tem por objetivo investigar as possibilidades de execução de processos de negócios em ambientes de computação em nuvem, utilizando o modelo Processo como um Serviço. Esse modelo permite a um processo de negócio ser executado totalmente ou parcialmente num ambiente de computação em nuvem. Devido a requisitos de segurança, por exemplo, em aplicações na Saúde, determinados dados ou atividades de um processo de negócio devem ser mantidos dentro das premissas do usuário, enquanto outros dados ou atividades podem ser alocados numa nuvem computacional, requerendo assim uma decomposição desse processo.

Palavras-chave: Informática Médica, Computação em Nuvem, Processo como um Serviço, Decomposição de Processos.

Abstract: *This project aims to investigate the deployment of business processes in cloud environments, using the Process-as-a-Service model. This model allows a business process to be entirely or partially executed in a cloud computing environment. Due to security requirements, for example, in healthcare applications, certain data or activities of a business process should be kept within the premises of the user, while other data or activities can be allocated in a computing cloud, requiring a decomposition of this process.*

Keywords: *Medical Informatics, Cloud Computing, Process as a Service, Process Decomposition..*

Introdução

Nos últimos anos observa-se uma crescente demanda dos usuários por aplicações distribuídas em relação aos requisitos funcionais e não funcionais e também em relação ao tempo para o desenvolvimento dessas aplicações. Várias técnicas e tecnologias estão disponíveis e sendo desenvolvidas para suprir essa demanda, destacando-se:

(a) Engenharia Orientada a Modelos^{1,2}, que permite separar funcionalidade de tecnologia e acelerar o desenvolvimento de aplicações em software via transformações;

(b) Web Semântica³, que permite adicionar inteligência às aplicações e poder de raciocínio via ontologias;

Workshop de Informática Biomédica (WIBm)

ISSN 2237-3594

www.informaticabiomedica.com.br/wibm

(c) Arquitetura Orientada a Serviços^{4,5,6,7}, que permite aos componentes de um sistema interagir exclusivamente via os seus serviços; e

(d) Computação em Nuvem^{8,9}, que permite a alocação e uso de recursos de hardware e software remotamente, facilitando a terceirização em diferentes níveis.

Atualmente várias organizações dispõem de grandes sistemas computacionais a fim de atenderem à crescente demanda por processamento e armazenamento de um volume cada vez maior de dados. Enquanto na indústria companhias como a Google constroem centros de dados em larga escala, para fornecerem serviços Web rápidos e confiáveis, na academia muitos projetos de pesquisa envolvem conjuntos de dados em larga escala e alto poder de processamento, geralmente providos por supercomputadores. Dessa demanda por enormes centros de dados emergiu o conceito de Computação em Nuvem, onde Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) são oferecidas como serviços via Internet. Google App Engine, Amazon Elastic Compute Cloud (EC2), Manjrasoft Aneka e Microsoft Azure são exemplos de sistemas que empregam esse conceito¹⁰.

A ideia central da Computação em Nuvem é oferecer recursos computacionais aos seus usuários, de forma que estes paguem somente pelo seu uso e tendo a percepção de que tais recursos são ilimitados. O *National Institute of Standards and Technology (NIST)* identifica três modelos de serviço para a Computação em Nuvem¹¹:

(a) *Software-as-a-Service (SaaS)*, onde o software, hospedado num servidor, é oferecido como serviço, sendo que os usuários acessam-no através de browsers Web (e.g., Facebook, Youtube, Gmail);

(b) *Platform-as-a-Service (PaaS)*, onde uma plataforma computacional é oferecida como serviço, sendo que os usuários implantam suas aplicações nessa plataforma, que por sua vez oferece funcionalidades auxiliares, tais como servidor Web, bases de dados e balanceamento de carga (e.g., Windows Azure, Google AppEngine, Force.com);

(c) *Infrastructure-as-a-Service (IaaS)*, onde uma máquina virtual com alguma capacidade de armazenamento é oferecida, sendo que os usuários, ao invés de comprarem servidores e outros equipamentos de rede, simplesmente alugam esses recursos (e.g., Amazon EC2, GoGrid).

Embora muito promissora, a Computação em Nuvem enfrenta muitos desafios que, se não forem solucionados satisfatoriamente, podem impedir o seu rápido crescimento. A segurança dos dados é uma grande preocupação dos usuários, quando estes armazenam informações confidenciais nos servidores das nuvens computacionais. Esse problema surge porque geralmente esses servidores são operados por fornecedores comerciais, nos quais os usuários não depositam total confiança¹².

Em alguns domínios de aplicação, a confidencialidade dos dados não é somente uma questão de segurança ou privacidade, mas também é uma questão jurídica. A Saúde é um desses domínios, já que o uso e a divulgação de informações confidenciais de saúde devem satisfazer requisitos legais nacionais e internacionais, tais como os promulgados no *Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA)*¹³.

Workshop de Informática Biomédica (WIBm)

ISSN 2237-3594

www.informaticabiomedica.com.br/wibm

Na última década, a metodologia *Business Process Management (BPM)*¹⁴ tem sido empregada por vários tipos de empresas para gerenciar e otimizar seus processos de negócios. Na Saúde, além do gerenciamento e da otimização, *BPM* auxilia na modernização dos principais processos, na medida em que estes passam a suportar rapidamente novas práticas clínicas, padrões administrativos, métodos de reembolso de custos e regulamentos governamentais.

Um processo de negócio consiste de atividades exercidas por humanos ou sistemas de informação e um *Business Process Management System (BPMS)* consiste sobretudo de um motor de processo, no qual instâncias do processo de negócio são coordenadas e monitoradas. A compra de um sistema *BPM* pode ser um alto investimento para uma empresa, já que não só o software precisa ser adquirido, mas também o hardware no qual o motor de processo é executado e pessoal qualificado precisa ser contratado para a manutenção desse hardware. Além disso, escalabilidade pode ser um problema para as empresas que usam *BPM*, já que um motor de processo é somente capaz de coordenar um número limitado de instâncias de processo de negócio simultaneamente, sendo necessária a compra de servidores adicionais para lidar com situações de pico de carga.

BPMSs baseados em nuvens computacionais e oferecidos como *SaaS* via Internet, pode ser uma solução para o problema de escalabilidade, já que as empresas não precisariam comprar o hardware e usariam os recursos “ilimitados” dessas nuvens na medida em que estes fossem necessários e pagando somente pelo seu uso. Entretanto, o medo de perder ou expor dados confidenciais, colocando-os nessas nuvens, é um dos maiores obstáculos para a implantação de soluções baseadas em nuvens computacionais em empresas dos mais diversos domínios, incluindo o da Saúde.

Além disso, nem todas as atividades envolvidas num processo de negócio podem beneficiar-se da Computação em Nuvem. Por exemplo, uma atividade que não exige computação intensiva pode tornar-se mais onerosa se colocada numa nuvem, já que os dados a serem processados por essa atividade devem ser enviados à nuvem, o que pode levar mais tempo para a sua execução e custar mais caro, e uma vez que transferência de dados é um dos fatores de faturamento das nuvens computacionais¹⁵.

Este projeto tem por objetivo principal explorar as possibilidades de se executar processos de negócios em ambientes de Computação em Nuvem, visando o desenvolvimento de aplicações voltadas para a área da Saúde. Embora os modelos de serviço mais comuns para Computação em Nuvem sejam *SaaS*, *PaaS* e *IaaS*, há outros modelos que podem ser explorados, onde outros elementos arquitetônicos podem ser oferecidos como serviços. Dentre esses modelos destaca-se o *Process as a Service*¹⁶, no qual um processo de negócios é executado parcialmente ou totalmente num ambiente de Computação em Nuvem¹⁷. No modelo de Processo como um Serviço, devido a requisitos de segurança, determinados dados ou atividades devem ser mantidos dentro das premissas do usuário, enquanto outros dados ou atividades podem ser alocados num ambiente de Computação em Nuvem, o que requer uma decomposição desse processo.

Métodos

Este projeto tem por base um *framework* desenvolvido na *University of Twente* (Holanda)¹⁸, que possibilita a decomposição de um processo de negócio em múltiplos processos, os quais podem ser executados dentro das premissas do usuário ou numa nuvem computacional. Essa decomposição é orientada por uma lista de distribuição, na qual as

atividades do processo original são marcadas com as localizações de execução desejadas e restrições relativas aos dados podem ser adicionadas para segurar que estes permaneçam também em localizações desejadas.

Esse framework contém um modelo semântico intermediário, baseado em grafos, no qual conceitos de processos de negócios foram capturados, e a decomposição foi concebida para ser realizada com esse modelo. Portanto, para empregar-se uma determinada linguagem de processos de negócios, faz-se necessário transformações dessa linguagem para o modelo intermediário (*lifting*) e vice-versa (*grounding*). A Figura ilustra as etapas envolvidas nessas transformações.

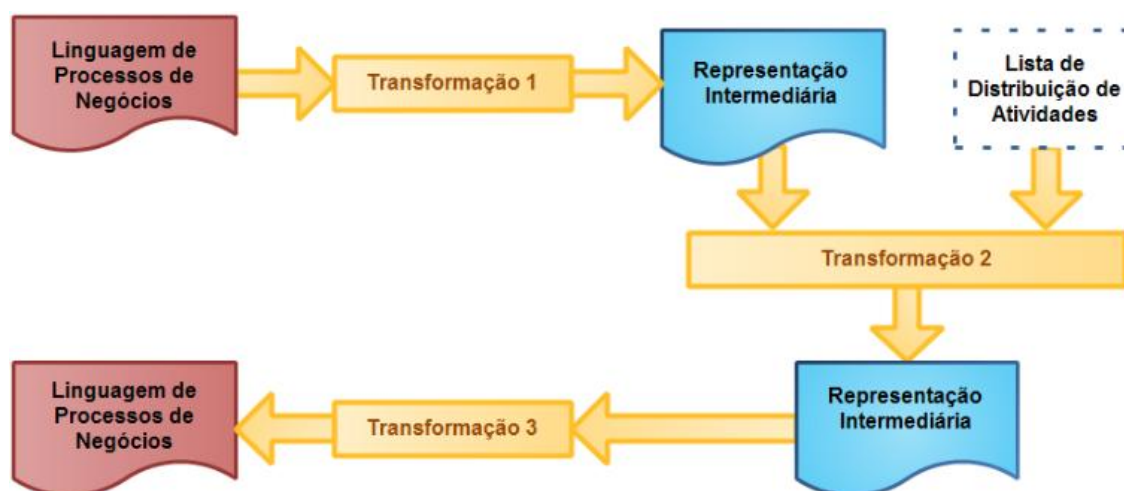


Figura 1: Cadeia de transformações

Nesse trabalho foi realizada uma análise para definir as regras de decomposição a serem suportadas pelo *framework* e a partir destas foi concebido um algoritmo que emprega transformações em grafos, o qual foi posteriormente implementado em Java. Foi também concebido um algoritmo para verificar se restrições em relação aos dados são violadas como resultado da decomposição.

A linguagem de processos de negócios empregada no *framework* foi *Amber*¹⁹ e as transformações *lifting* e *grounding* foram desenvolvidas para essa linguagem. Algoritmos foram concebidos para substituir os nós condicional, paralelo e de loop dos grafos por elementos estruturados e o algoritmo de análise de dependência de dados foi concebido para descobrir dependências entre atividades.

Resultados esperados

Este projeto visa dar continuidade ao trabalho acima mencionado nas seguintes direções:

- (a) Esse trabalho focou na fase de projeto do ciclo de vida do *BPM* e nas regras de decomposição de processos de negócios. Entretanto, a depuração dos processos a serem executados nas premissas do usuário e na nuvem não foi realizada, uma vez que a linguagem *Amber*, empregada para a especificação de processos de negócios, não é executável. A escolha de uma linguagem de processos negócios executável, tal como *Bu-*

*Business Process Execution Language (WS-BPEL)*²⁰, permitiria a depuração, em tempo de execução, dos processos criados, sendo que os seus comportamentos poderiam ser comparados ao comportamento do processo original, validando assim a abordagem proposta;

(b) Nesse trabalho foram selecionados um subconjunto de padrões de workflow, que foram os requisitos para a definição do modelo intermediário. Esse modelo pode ser estendido para suportar mais padrões e também para modelar comportamentos de execução, sendo que esta última extensão é necessária para lidar com linguagens de processos tais como *WS-BPEL* e *BPMN 2.0*²¹;

(c) Nesse trabalho foi realizada uma análise de possíveis regras de decomposição, a partir da qual foram identificadas soluções e decisões de projeto para as mesmas. A transformação da decomposição pode ser estendida com transformações mais completas, por exemplo, a fim de dar suporte a construções compostas nas quais os nós *start* (início) e *end* (fim) tem diferentes localizações (e.g., o primeiro nas premissas do usuário e o segundo na nuvem). Além disso, o número de possíveis localizações pode ser estendido, já que somente duas foram consideradas (nas premissas do usuário e na nuvem), sendo que múltiplas nuvens podem ser usadas e/ou múltiplos locais nas premissas do usuário podem existir nas organizações; e

(d) Esse trabalho não focou nos custos reais do processo original e dos processos criados. Um *framework* de cálculo, que leve em consideração tais custos, pode ser projetado e implementado, visando recomendar quais atividades e dados devem ser colocados em quais localizações. As fórmulas para o cálculo desses custos, já propostas na literatura¹⁵, podem ser estendidas e usadas nesse *framework*, sendo que para essa extensão faz-se necessária uma pesquisa para identificar todos os fatores que influenciam nos custos do uso de *BPM* nas premissas do usuário e na nuvem.

Conclusão

Este projeto tem por objetivo principal investigar as possibilidades de execução de processos de negócios em ambientes de computação em nuvem, usando o modelo Processo como um Serviço e visando o desenvolvimento de aplicações para a área da Saúde. Devido a requisitos de segurança presentes nessa área, determinados dados e/ou atividades de um processo de negócio deverão ser mantidos dentro das premissas do usuário, enquanto outros dados ou atividades poderão ser alocados numa nuvem computacional, o que requer uma decomposição desse processo.

Para atingir tal objetivo, as seguintes principais fases deverão estar envolvidas neste projeto: design arquitetônico da decomposição de processos e das primitivas de interação; proposição de uma teoria que garanta a consistência e a correção das decomposições; prototipagem das soluções para servir como prova de conceito; e desenvolvimento de aplicações na Saúde para avaliar a abordagem proposta.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pelo suporte a esse trabalho.

Referências

- [1] Schmidt D. Model-Driven Engineering. *IEEE Computer*. v. 39. n. 22. p. 23-31. 2006.
- [2] France R, Rumpe B. Model-Driven Development of Complex Software: a Research Roadmap. In: *Anais do 29th International Conference on Software Engineering-Future of Software Engineering*. p. 37-54. 2007.
- [3] Berners-Lee T, Hendler J, Lassila O. The Semantic Web. *Scientific American*. v. 284 n. 5. p. 34-43. 2001.
- [4] Erl T. *Service-Oriented Architecture: Concepts, Technology, and Design*. Prentice Hall. 2005.
- [5] Papazoglou MP, Traverso P, Dustdar S, Leymann F. *Service-Oriented Computing Research Roadmap. Relatório Técnico da European Union Information Society Technologies (IST), Directorate D*. 2006.
- [6] Papazoglou MP, van den Heuvel WJ. Service Oriented Architectures. *VLDB Journal*. v. 16. n.3. p. 89-415. 2007.
- [7] Papazoglou MP, Pohl K. *Longer Term Research Challenges in Software and Services. Relatório Técnico da European Commission*, 2008.
- [8] Armbrust, et al. Above the clouds: a Berkeley view of cloud computing. *Relatório Técnico UCB/EECS-2009-28 da Electrical Engineering and Computer Sciences, University of California at Berkeley*. 2009.
- [9] Hilley D. *Cloud Computing: A Taxonomy of Platform and Infrastructure-level Offerings. Relatório Técnico do Georgia Institute of Technology*. 2009.
- [10] Byyya R, Yeo CS, Venugopal S, Broberg J, Brandic I. *Cloud Computing and Emerging IT Platforms: Vision, Hype, and Reality for Delivering Computing as the 5th Utility. Future Generation of Computer Systems*. v. 25. n. 6. p. 599- 616. 2009.
- [11] Mell P, Grance T. *The NIST Definition of Cloud Computing. National Institute of Standards and Technology*. v. 53. n. 6. p. 50. 2009.
- [12] Shucheng Y, Cong W, Kui R, Wenjing L. Achieving Secure, Scalable, and Fine-grained Data Access Control in Cloud Computing. In: *Anais do IEEE INFOCOM 2010, San Diego (EUA)*. 2010.
- [13] USC. *Health Insurance Portability and Accountability Act of 1996 (HIPPA)*. 104th United States Congress. Disponível em <http://aspe.hhs.gov/admnsimp/pl104191.htm>. 1996.
- [14] Weske M. *Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures*. Springer. 2007.
- [15] Han Y-B, Sun J-Y, Wang G-L, Li H-F. A cloud-based bpm architecture with user-end distribution of non-compute-intensive activities and sensitive data. *Journal of Computer Science Technology*. v. 25 n. 6. p. 1157–1167. 2010.
- [16] Linthicum DS. *Cloud Computing and SOA Convergence in Your Enterprise: A Step-by-Step Guide*. Addison-Wesley. 2010.
- [17] Anstett T, et al. Towards BPEL in the Cloud: Exploiting Different Delivery Models for the Execution of Business Processes. *Congress on Services IEEE 2009*. DOI 10.1109/SERVICES-I.2009.32. 2009.
- [18] Duipmans EF. *Business Process Management in the Cloud with Data and Activity Distribution [dissertação]*. Enschede: University of Twente. 2012.
- [19] Eertink H, Janssen W, Luttighuis P, Teeuw W, Vissers C. A business process design language. In: *Anais do FM99 Formal Methods*. Springer-Verlag. 1999.

Workshop de Informática Biomédica (WIBm)

ISSN 2237-3594

www.informaticabiomedica.com.br/wibm

- [20] Alves A, et al. Web Services Business Process Execution Language Version 2.0. OASIS Committee. 2007.
- [21] O. M. Group. Business Process Model and Notation (BPMN) Version 2.0. Disponível em <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/PDF>. 2011.