

**Técnicas de modelagem para a  
análise de desempenho de  
processos de negócio**

Kelly Rosa Braghetto

TESE APRESENTADA  
AO  
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA  
DA  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
PARA  
OBTENÇÃO DO TÍTULO  
DE  
DOUTOR EM CIÊNCIAS

Programa: Ciência da Computação  
Orientador: Prof. Dr. João Eduardo Ferreira

Durante o desenvolvimento deste trabalho o autor recebeu auxílio financeiro  
do CNPq, da FAPESP e da CAPES

São Paulo, setembro de 2011



# **Técnicas de modelagem para a análise de desempenho de processos de negócio**

Esta versão definitiva da tese contém as correções e alterações sugeridas pela Comissão Julgadora durante a defesa realizada por Kelly Rosa Braghetto em 21/09/2011.

Comissão Julgadora:

- Prof. Dr. João Eduardo Ferreira (orientador) – IME-USP
- Prof. Dr. Alfredo Goldman Vel Lejbman – IME-USP
- Profa. Dra. Marta Lima de Queirós Mattoso – UFRJ
- Prof. Dr. Ricardo Massa Ferreira Lima – UFPE
- Prof. Dr. Paulo Henrique Lemelle Fernandes – PUCRS



# Agradecimentos

Agradeço ao meu orientador, o professor João Eduardo Ferreira, por toda a atenção e paciência, pelos vários aconselhamentos, pelo apoio nos momentos adversos e por compartilhar do meu entusiasmo pela pesquisa na área de modelagem de processos de negócio.

Agradeço ao professor Jean-Marc Vincent por ter me acolhido no *Laboratoire de Informatique de Grenoble* (LIG) durante o meu estágio de doutorado na França, pela generosidade com que compartilhou seus valiosos conhecimentos na área de análise de desempenho e por sua colaboração intensiva na orientação deste trabalho.

Agradeço aos professores Alfredo Goldman (IME–USP), Marta Mattoso (UFRJ), Paulo Fernandes (PUC–RS) e Ricardo Lima (UFPE) pela revisão cuidadosa, pelos comentários e sugestões que auxiliaram a tornar a versão final da tese mais precisa e didática, e também pelas inúmeras ideias e incentivos para a continuidade de minha pesquisa e outros trabalhos futuros relacionados.

Agradeço aos professores do IME–USP Roberto Cesar Jr., Ronaldo Hashimoto e Roberto Hirata Jr., que integraram a banca do meu exame de qualificação, pelos comentários e sugestões sobre a minha proposta inicial de trabalho. As observações feitas por eles me ajudaram a melhor direcionar minhas pesquisas.

Agradeço aos meus amigos Fernanda Almeida, Jesús Mena-Chalco, Marcos Broinizi e Pedro Paulo da Silva, pela nossa agradável convivência no IME–USP. Em especial, agradeço a Pedro Takecian e Márcio Oikawa, que sempre estiveram mais próximos, pelos vários aconselhamentos que me deram e pelas inúmeras discussões técnicas que tivemos.

Agradeço também aos colegas do LIG, com quem convivi durante um ano e meio, por terem tornado a experiência de estudar em outro país ainda mais rica. Em especial, agradeço a Afonso Sales e Leonardo Brenner, que diretamente me auxiliaram em minha pesquisa por meio do seu *expertise* em SAN.

Agradeço aos meus amigos Ana Beatriz Graciano, Eliane Matsuda, Felipe Rosário, Gustavo Halasi, Jonatas de Moraes, Selma Shimono, Silvia Ferreira e Tissiano da Silva – por entremear em minha rotina de trabalho/estudos momentos de “vida normal”.

Agradeço especialmente a Daniel Cordeiro (apesar de eu crer que não há agradecimentos suficientes para ele), pelo seu apoio incansável durante todos esses anos do meu doutorado e por participar tão ativamente em minha vida, de tantas maneiras distintas.

Finalmente, agradeço aos meus familiares, em especial aos meus pais Aparecida e Laerte Braghetto, pelo apoio incondicional que sempre me devotaram.



# Resumo

As recentes pesquisas na área de Gestão de Processos de Negócio (GPN) vêm contribuindo para aumentar a eficiência nas organizações. A GPN pode ser compreendida como o conjunto de métodos, técnicas e ferramentas computacionais desenvolvidas para amparar os processos de negócios. Tipicamente, a GPN é fundamentada por *modelos de processos*. Esses modelos, além de permitirem a automação da configuração e execução, aumentam a capacidade de análise dos processos de negócio.

Apesar de auxiliar os especialistas de negócio nas diferentes fases envolvidas no ciclo de vida de um processo de negócio (projeto, configuração, implantação/execução e a análise), os modelos definidos em linguagens específicas de domínio, como a BPMN (*Business Process Model and Notation*), não são os mais apropriados para amparar a fase de análise. De forma geral, esses modelos não possuem uma semântica operacional formalmente definida (o que limita o seu uso para a verificação e validação dos processos) e nem mecanismos para quantificar o comportamento modelado (o que impossibilita a *análise de desempenho*).

Neste trabalho de doutorado, nós desenvolvemos um arcabouço que ampara e automatiza os principais passos envolvidos na análise de desempenho de processos de negócio via modelagem analítica. Nós estudamos a viabilidade da aplicação de três formalismos Markovianos na modelagem de processos de negócio: as *Redes de Petri Estocásticas*, as *Álgebras de Processo Estocásticas* e as *Redes de Autômatos Estocásticos* (SAN, do inglês *Stochastic Automata Networks*). Escolhemos SAN como formalismo base para o método proposto neste trabalho.

Nosso arcabouço é constituído por: (i) uma notação para enriquecer modelos de processos de negócio descritos em BPMN com informações sobre o seu gerenciamento de recursos, e (ii) um algoritmo que faz a conversão automática desses modelos não-formais de processos para modelos estocásticos em SAN. Com isso, somos capazes de capturar o impacto causado pela contenção de recursos no desempenho de um processo de negócio. A partir de um modelo em SAN gerado com o nosso arcabouço, podemos prever variados índices de desempenho que são boas aproximações para o desempenho esperado do processo de negócio no mundo real.

**Palavras-chave:** Processos de Negócio, Modelagem, Análise de Desempenho, Redes de Autômatos Estocásticos.





# Abstract

Recent results in the research field of *Business Process Management* (BPM) are contributing to improve efficiency in organizations. BPM can be seen as a set of methods, techniques and tools developed to support business processes in their different requirements. Usually, the BPM techniques are based on a *process model*. In addition to enabling automated process configuration and execution, these models also increase the analizability of business processes.

Despite being able to support business specialists in different phases of the life cycle of a business process (design, configuration, execution, and analysis), the models created in domain-specific languages, such as BPMN (*Business Process Model and Notation*), are not the most appropriated ones to support the analysis phase. Generally, these models have neither a formally defined operational semantics (which hinders their use for *verification* and *validation*), nor mechanisms to quantify the modeled behavior (which hinders their use for *performance analysis*).

In this PhD research, we developed a framework to support and to automatize the main steps involved in the analytical modeling of business processes aiming performance evaluation. We studied the viability of applying three Markovian formalisms in business process modeling: *Stochastic Petri Nets*, *Stochastic Process Algebras* and *Stochastic Automata Networks* (SAN). We have chosen SAN to support the method proposed in this work.

Our framework is composed of: (i) a notation to enrich BPMN business process models with information concerning the associated resource management and (ii) an algorithm that automatically converts these non-formal business process models in SAN stochastic models. With this, we are able to capture the impact caused by resource contention in the performance of a business process. From a model generated through our framework, we are able to extract varied performance indices that are good approximations for the expected process performance in the real world.

**Keywords:** Business Processes, Modeling, Performance Analysis, Stochastic Automata Networks.



## Gracias por visitar este Libro Electrónico

Puedes leer la versión completa de este libro electrónico en diferentes formatos:

- HTML(Gratis / Disponible a todos los usuarios)
- PDF / TXT(Disponible a miembros V.I.P. Los miembros con una membresía básica pueden acceder hasta 5 libros electrónicos en formato PDF/TXT durante el mes.)
- Epub y Mobipocket (Exclusivos para miembros V.I.P.)

Para descargar este libro completo, tan solo seleccione el formato deseado, abajo:

