



**Klessis Lopes Dias**

**Um Framework Orientado a Aspectos para  
Monitoramento e Análise de Processos de Negócio**

**Dissertação de Mestrado**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Informática.

Orientadores: Carlos José Pereira de Lucena  
Uirá Kulesza

Rio de Janeiro  
Abril de 2008



**Klessis Lopes Dias**

**Um Framework Orientado a Aspectos para  
Monitoramento e Análise de Processos de  
Negócio**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Informática da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Informática. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

**Prof. Dr. Carlos José Pereira de Lucena**  
Orientador  
Departamento de Informática – PUC-Rio

**Prof. Dr. Uirá Kulesza**  
Co-orientador  
CESAR e Universidade Nova de Lisboa

**Prof. Dr. Firmo Freire**  
Departamento de Informática – PUC-Rio

**Prof. Dr. Ricardo Choren Noya**  
Seção de Engenharia de Computação – IME

**Prof. José Eugenio Leal**  
Coordenador Setorial do Centro  
Técnico Científico – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 10 de Abril de 2008

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e dos orientadores.

### **Klessis Lopes Dias**

Graduou-se em Ciência da Computação na Universidade Federal do Pará (UFPA) em 2004..

#### Ficha Catalográfica

Dias, Klessis Lopes Dias

Um framework orientado a aspectos para monitoramento e análise de processos de negócio / Klessis Lopes Dias; orientadores: Carlos José Pereira de Lucena, Uirá Kulesza. – Rio de Janeiro: PUC, Departamento de Informática, 2008.

68 f.; 30 cm

Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Informática.

Inclui referências bibliográficas.

1. Informática – Teses. 2. Desenvolvimento de Software Orientado a Aspectos. 3. Processos de Negócio. 4. Frameworks. 5. Sistemas de Software. 6. Monitoramento. 7. Engenharia de Software. I. Lucena, Carlos José Pereira de. II. Kulesza, Uirá. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. IV. Título.

CDD: 004

“Se eu vi mais longe, foi por estar de pé sobre ombros de gigantes.”

**Isaac Newton**

## **Agradecimentos**

Gostaria de agradecer em primeiro lugar a Deus, pelo dom da vida e pelas oportunidades recebidas e guiadas por sua benção.

Aos meus pais, Francisca e José, por todo o apoio e ensinamentos que me proporcionaram e proporcionam, desde meu nascimento até os dias de hoje, caminhar pela vida com excelentes princípios humanísticos e éticos. Além do grande amor e compreensão que me passam.

Aos meus irmãos Júnior, Kleimara, Klenilmar e Kelvin, em especial Klissiomara, Klisiomar, pelos incentivos e apoio que todos tiveram comigo, proporcionando uma base sólida para apoiar-me e incentivar-me nos momentos de dificuldades que surgiram nessa jornada, apesar da distância estivemos sempre próximos.

À minha adorável namorada Débora, por todo apoio e incentivo que me ajudaram a finalizar com êxito mais uma etapa de minha vida. Sua compreensão foi e é fundamental para meu crescimento pessoal.

Aos professores Alfredo Braga Furtado e Antônio Jorge Gomes Abelém da Universidade Federal do Pará - UFPA, pelos ensinamentos e incentivos para meu ingresso no mestrado.

Aos meus amigos das Repúblicas Tubirão, Tubirinha e Ap da “Velha”, Minhocão Adenilson Oliveira, Ygor Netto, Jean Rodrigo, Rafael Araújo Clebson, Léo, Marco, Silvio, Plínio, Renato pelos momentos de alegria e descontração que foram proporcionados por todos, sempre estávamos unidos para a realização do mesmo objetivo, mesmo longe de nossas familiares, conseguimos criar um ambiente acolhedor e familiar.

À minhas amigas que me acompanharam desde a graduação até o mestrado Cidiane, Karla e Regiane, pelos momentos de apoio nas dificuldades apresentadas no transcorrer dessa jornada. Elas foram fundamentais para o meu caminhar no

Rio.

À todos os amigos que fiz no Rio, em especial do Laboratório de Engenharia de Software entre eles, Elder Reioli, Claudio(Baiano), Renato(Baiano), Rodrigo(Alagoano), Guga, Soeli, Márcio(Alagoano), Andrew Diniz, em especial meu amigo Uirá que sempre me orientou em todos os momentos, além da parceria no futebol juntamente com o Adenilson.

À todos os professores e funcionários da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, em especial ao professores Casanova, Hugo Fuks e Markus Endler, pelos ensinamentos dispensados no mestrado.

Gostaria de fazer um agradecimento especial aos meus orientadores, duas pessoas de fantástico gabarito pessoal e profissional, professor Lucena e professor Uirá. Seus ensinamentos foram e são fundamentais para o meu crescimento pessoal e profissional. Todas as dificuldades, dúvidas e discussões foram facilmente elicitadas com o auxílio de vocês. A experiência e sabedoria do professor Lucena e a motivação e genialidade de Uirá me ensinaram e ensinam a observar o mundo com uma nova perspectiva. Sinto-me privilegiado em ter recebido os seus ensinamentos.

À Fundação Padre Leonel Franca pelo apoio financeiro.

## Resumo

Dias, Klessis Lopes; Lucena, Carlos José Pereira de; Kulesza, Uirá **Um Framework Orientado a Aspectos para Monitoramento e Análise de Processos de Negócio**. Rio de Janeiro, 2008. 68p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Com o crescimento dos sistemas de informação baseados na internet, empresas que mantêm seus negócios eletrônicos através de sistemas web necessitam monitorar o andamento das atividades dos seus negócios. Várias técnicas para monitoramento e análise da execução de processos de negócio podem ser empregadas, dentre elas: (i) mineração de arquivos de log de servidores web, tais como o Apache; e (ii) inserção explícita de código de monitoramento diretamente no código da aplicação. Tais técnicas possuem várias limitações, entre elas, a dificuldade e falta de flexibilidade para correlacionar informação ocorrendo em diferentes requisições web, e/ou necessidade de várias modificações invasivas transversais diretamente no código de componentes/classes do sistema. Esse trabalho apresenta o projeto e implementação de um framework orientado a aspectos para monitoramento e análise de processos de negócio que ocorrem em sistemas web. Aspectos foram usados para implementar as variabilidades orientadas a aspectos de monitoramento de processos de negócio ocorrendo em sistemas web. O framework foi implementado usando as linguagens Java e AspectJ e foi validado por meio da sua instanciação para duas diferentes aplicações web.

## Palavras-chave

Frameworks Orientado a Objetos; Desenvolvimento de Software Orientado a Aspectos; Processos de Negócio.

## **Abstract**

Dias, Klessis Lopes; Lucena, Carlos José Pereira de; Kulesza, Uirá. **An Aspect-Oriented Framework for Monitoring and Analyzing Business Processes**. Rio de Janeiro, 2008. 68p. Master Thesis - Computer Science Department, Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro.

Over the last years, many mechanisms and techniques to monitor web applications have been proposed, such as, mining of log files from web servers and insertion of monitoring code directly in web applications. The adoption of these techniques presents several limitations such as: obstacles to correlate information from different web requests and/or requires several intrusive changes in the code of existing web applications. This dissertation presents an aspect-oriented framework to monitoring and analysing business processes. Aspect-oriented technologies are used to implement crosscutting variabilities of monitoring of web business processes. The framework has been developed using Java and AspectJ programming languages. It was instantiated and validated through the development of two different web applications.

## **Keywords**

Object-Oriented Frameworks; Aspect-Oriented Software Development; Business Processes.

## Sumário

1	Introdução	13
1.1.	Definição do Problema	14
1.2.	Solução Proposta	15
1.3.	Organização do Texto	16
2	Estado da Arte e Trabalhos Relacionados	18
2.1.	Frameworks Orientados a Objetos	18
2.2.	Programação Orientada a Aspectos	23
2.3.	Frameworks e Aspectos	29
3	Um Framework Orientado a Aspectos para Monitoramento e Análise de Processos de Negócio	32
3.1.	Domínio e Visão Geral do Framework	32
3.2.	Requisitos Funcionais	33
3.3.	Requisitos Não-Funcionais	34
3.4.	Casos de Uso	35
3.5.	Pontos Fixos e Pontos de Extensão	39
3.6.	Arquitetura Geral do Framework	40
4	Implementação do Framework em Java e AspectJ	44
4.1.	Arquitetura Detalhada do Framework	44
5	Estudos de Casos	54
5.1.	Aplicação Web Tradicional em Camadas	54
5.2.	Aplicação J2EE PetStore	57
5.3.	Análise dos Estudos de Casos e Discussões	59
6	Conclusões e Contribuições	62
6.1.	Contribuições	62
6.2.	Trabalhos Futuros	63



## Lista de figuras

<b>Figura 1.</b> Estrutura de um Framework.	20
<b>Figura 2.</b> Processo de desenvolvimento de aplicações baseadas em frameworks comparado ao desenvolvimento OO tradicional.	22
<b>Figura 3.</b> Interesse Transversal <i>logging</i> representado no Tomcat.	26
<b>Figura 4.</b> Modularização do interesse transversal que atravessa diversas classes através de um aspecto	28
<b>Figura 5.</b> Exemplo da definição de um aspecto em AspectJ.	29
<b>Figura 7.</b> Casos de Uso do Framework.	39
<b>Figura 9.</b> Cenário de monitoramento e análise de processo de negócio.	42
<b>Figura 11.</b> Componente Register.	45
<b>Figura 12.</b> Componente Monitor.	46
<b>Figura 13.</b> Aspecto Abstrato <code>MonitorBusinessOperation</code>	47
<b>Figura 14.</b> Componente Analyzer.	49
<b>Figura 15.</b> Tela de acesso ao sistema.	50
<b>Figura 17.</b> Tela de cadastro de operação de negócio.	51
<b>Figura 18.</b> Tela de cadastro de processo de negócio.	52
<b>Figura 19.</b> Tela de processos de negócio executados.	53
<b>Figura 20.</b> Diagrama de Classes parcial do Sistema DAR.	56

## Lista de Siglas e Abreviaturas

API            *Application Programming Interface*

AOP           *Aspect-Oriented Programming*

FOA           Framework Orientado a Aspecto

OO            Orientação a Objeto

UML          *Unified Modeling Language*

JDK          *Java Development Kit*