



**Marcos Cesar da Silva**

**Uma arquitetura de software para mediação flexível  
de Web services**

**Dissertação de Mestrado**

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

Orientador: Prof. Marco Antonio Casanova

Rio de Janeiro, 5 de agosto de 2008.



**Marcos Cesar da Silva**

## **Uma arquitetura de software para mediação flexível de Web services**

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

**Prof. Marco Antonio Casanova**

Orientador  
Departamento de Informática – PUC-Rio

**Prof<sup>a</sup>. Melissa Lemos Cavaliere**

Departamento de Informática – PUC-Rio

**Prof<sup>a</sup>. Karin Koogan Breitman**

Departamento de Informática – PUC-Rio

**Prof. José Eugenio Leal**

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 5 de agosto de 2008.

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

### **Marcos Cesar da Silva**

Engenheiro Eletricista com ênfase em Eletrônica, graduado pela Universidade do Federal do Rio Grande do Norte em julho de 1997. Kursou pós-graduação *lato sensu* em Análise de Sistemas e Negócios pelo ITECI de Pernambuco no ano de 2000. É Analista de Sistemas e atua na área de infra-estrutura do Sistema Integrado de Gestão da Petrobras desde 2003.

### Ficha Catalográfica

Silva, Marcos Cesar da

Uma arquitetura de software para mediação flexível de Web services / Marcos Cesar da Silva ; orientador: Marco Antonio Casanova. – 2008.

98 f. : il. (col.) ; 30 cm

Dissertação (Mestrado em Informática)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

Inclui bibliografia

1. Informática – Teses. 2. Redes de negócios. 3. Web services. 4. Mediador. 5. BPEL. 6. Mediação flexível. 7. J2EE. 8. ERP. 9. Requisição de material. I. Casanova, Marco Antonio. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. III. Título.

CDD: 004

## Agradecimentos

A Deus, por Seu poder e Seus propósitos maravilhosos para minha vida.

À minha esposa Luciana, por todo apoio, paciência e compreensão.

Ao orientador Professor Marco Antonio Casanova, pela parceria na realização deste trabalho.

À Petrobras, pelos auxílios concedidos, sem os quais este trabalho não poderia ter sido realizado.

À coordenadora Raquel Damasceno Franca e aos gerentes Marcos Sobral de Miranda e Paulo César Alvim de Góes Monteiro, pelo empenho em viabilizar meu programa de mestrado.

Aos colegas da Petrobras e da PUC – Rio.

A todos os autores que publicaram suas valiosas contribuições na Internet, possibilitando o enriquecimento deste trabalho.

Aos professores que participaram da banca examinadora.

A todos os professores e funcionários do Departamento, pelos ensinamentos e pela ajuda.

A todos os amigos e familiares, especialmente meus pais e meus irmãos, que sempre me estimularam e me ajudaram.

## Resumo

Silva, Marcos Cesar da. **Uma arquitetura de software para mediação flexível de Web services**. Rio de Janeiro, 2008. 98p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A adoção da Arquitetura Orientada a Serviços (SOA) tem possibilitado a formação de redes de negócios nas quais cada parceiro obtém automaticamente as informações de que precisa para atingir o máximo de eficiência.

Quando em uma rede de negócios há mais de um parceiro provendo um mesmo serviço, surge o desafio de determinar qual deles é o mais indicado para atender a uma solicitação.

Esta dissertação apresenta uma arquitetura de software e a implementação de um protótipo que permite a definição de critérios complexos para a mediação de serviços baseada tanto em dados técnicos (disponibilidade e tempo de resposta) como funcionais (preço, reputação, localização geográfica, etc.). Nosso objetivo é explorar os aspectos práticos desta mediação, as tecnologias utilizadas e a flexibilidade da solução.

## Palavras-chave

1. Informática – Teses; 2. redes de negócios; 3. Web services; 4. mediador; 5. BPEL; 6. mediação flexível; 7. J2EE; 8. ERP; 9. requisição de material

## Abstract

Silva, Marcos Cesar da. **A software architecture for flexible Web service mediation.** Rio de Janeiro, 2008. 98p. MSc. Dissertation - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The Service Oriented Architecture (SOA) adoption has been enabling the raise of business networks in which each partner gets automatically the information needed to achieve maximum efficiency.

When there is more than one partner providing the same service on a business network, comes the challenge of determining which one is best suited to receive a given request.

This dissertation presents a software architecture and a prototype implementation that allows the definition of complex criteria to service mediation, based on both technical (availability, response time) and functional data (price, reputation, geographical location, etc.). Our goal is to explore the practical aspects of this mediation, the technologies used and the solution flexibility.

## Keywords

1. Information Science – Thesis; 2. business networks; 3. Web services; 4. mediator; 5. BPEL; 6. flexible mediation; 7. J2EE; 8. ERP; 9. materials requisition

# Sumário

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
1.1. Motivação	12
1.2. Revisão bibliográfica	13
1.3. Organização do trabalho	14
<b>2 CONCEITOS RELATIVOS A WEB SERVICES E SUA COMPOSIÇÃO</b>	<b>15</b>
2.1. Orientação a serviços	16
2.2. Web services	17
2.3. Composição de Web services	18
2.3.1. WS-BPEL	20
<b>3 ARQUITETURA PARA MEDIAÇÃO FLEXÍVEL DE WEB SERVICES IDÊNTICOS</b>	<b>22</b>
3.1. Requisitos e estratégia	22
3.2. Arquitetura	22
3.2.1. Composição Técnica	23
3.2.2. Composição Funcional	24
3.3. Atributos de Provedores	26
3.4. Atributos de Composições	27
3.5. Mecanismos de escalonamento	28
3.5.1. Baseado no histórico de chamadas	28
3.5.2. Baseado no histórico de pedidos	29

<b>4 PROVA DE CONCEITO: SISTEMA PARA REQUISIÇÃO DE MATERIAL</b>	<b>30</b>
<b>4.1. Arquitetura Geral</b>	<b>31</b>
4.1.1. Módulo de fornecedor	31
4.1.2. Mediador	32
4.1.3. Módulo dos solicitantes	32
4.1.4. Módulo de materiais	34
<b>4.2. Descrição do sistema</b>	<b>35</b>
<b>4.3. Casos de uso</b>	<b>35</b>
<b>4.4. Padrões de Projeto</b>	<b>39</b>
4.4.1. <i>Front Controller</i>	39
4.4.2. <i>View Helper</i>	41
4.4.3. <i>DAO (Data Access Object)</i>	41
<b>4.5. Implementação do protótipo</b>	<b>42</b>
4.5.1. Módulo do fornecedor	43
4.5.2. Módulo dos solicitantes	50
4.5.3. Mediador	53
4.5.4. Módulo de materiais	60
<b>5 ESTUDO DE CASO: UTILIZANDO O SISTEMA PARA REQUISIÇÃO DE MATERIAL</b>	<b>61</b>
<b>5.1. Seleção simples</b>	<b>61</b>
<b>5.2. Composição interseção</b>	<b>67</b>
<b>5.3. Composição união</b>	<b>67</b>
<b>5.4. Composição complexa</b>	<b>68</b>
<b>5.5. Desempenho, escalabilidade e segurança</b>	<b>68</b>
<b>6 TRABALHOS RELACIONADOS</b>	<b>70</b>
<b>6.1. <i>Find and Bind</i></b>	<b>70</b>
<b>6.2. A-ActiveBPEL</b>	<b>71</b>



6.3. Composição Dinâmica baseada em Padrões de Projeto	71
6.4. Comparativo das arquiteturas apresentadas	73
6.5. <i>Contracting Interface</i>	73
<b>7 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS</b>	<b>75</b>
<b>8 GLOSSÁRIO</b>	<b>77</b>
<b>9 BIBLIOGRAFIA</b>	<b>78</b>
<b>10 APÊNDICE A – CASOS DE TESTE</b>	<b>80</b>
<b>10.1. Testes Unitários</b>	<b>80</b>
10.1.1. Testes da classe Helper e EJBs	80
10.1.2. HelperTest	81
10.1.3. BeanTest	82
10.1.4. BeanTest2	82
10.1.5. Testes dos Servlets	84
<b>10.2. Testes Funcionais</b>	<b>86</b>
10.2.1. Teste do Módulo do Fornecedor	86
10.2.2. Teste do Módulo do Solicitante	87
<b>11 APÊNDICE B – CÓDIGOS-FONTE WS-BPEL</b>	<b>89</b>
11.1. FlexComp_PAR.bpel	89
11.2. Forn_BPM.bpel	96

## Lista de figuras

Figura 1 - Topologia básica de um sistema orientado a serviços [7]	16
Figura 2 – Agrupamento de Web services em uma composição [16]	18
Figura 3 – Padrão de arquitetura de mediação ‘agregação’ [3]	19
Figura 4 - Modelo <i>Business-Service-Computing</i> [3]	20
Figura 5 – Arquitetura para mediação flexível de Web services	22
Figura 6 – Módulo de composição funcional	24
Figura 7 – Sistema de requisição de material corporativo	30
Figura 8 – Arquitetura geral do sistema	31
Figura 9 – Orquestração de pedidos no módulo dos solicitantes	33
Figura 10 – Acompanhamento de requisições no módulo dos solicitantes	34
Figura 11 - Diagrama de casos de uso	35
Figura 12 – Diagrama de seqüência: gerar uma requisição	37
Figura 13 – Diagrama de seqüência: acompanhar uma requisição	38
Figura 14 – Diagrama de classes do sistema básico de requisição	38
Figura 15 – Diagrama de pacotes J2EE	39
Figura 16 – Padrão <i>front controller</i>	40
Figura 17 – Uso de MVC no módulo de fornecedor	40
Figura 18 – Uso de MVC no módulo dos solicitantes	41
Figura 19 – Abstração por meio de <i>Data Access Object</i>	42
Figura 20 – Dicionário J2EE - módulo de fornecedor	44
Figura 21 – Definição da tabela de itens de pedido	44
Figura 22 – <i>Deploy</i> do SDA do módulo de fornecedor	44
Figura 23 – <i>Helper Classes</i> do módulo de fornecedor	45
Figura 24 – Geração automática de código no Eclipse	45
Figura 25 – Módulo de fornecedores – parte Web	46
Figura 26 – Relacionamento dos <i>beans</i> com as tabelas	46
Figura 27 – <i>Entity Beans</i> e <i>Session Beans</i> do módulo de fornecedor	47
Figura 28 – Interfaces dos <i>beans</i> geradas automaticamente pelo Eclipse	47
Figura 29 – Geração do Web service do módulo de fornecedor	48
Figura 30 - Definições geradas para a <i>interface</i> do Web service	48
Figura 31 – Classes referenciadas pela <i>interface</i> do Web service	49
Figura 32 – Console para teste de Web services do SAP Netweaver	49

Figura 33 – Resultado de teste de WS no console do SAP Netweaver	50
Figura 34 - <i>Plug-in Web Dynpro</i> no Eclipse	51
Figura 35 - Definição de <i>views Web Dynpro</i>	51
Figura 36 - Web service importado como modelo <i>Web Dynpro</i>	52
Figura 37 - Mapeamento do modelo ao contexto	52
Figura 38 – <i>Wizard</i> para associação de uma tabela ao contexto da <i>view</i>	53
Figura 39 – <i>Deploy</i> do módulo <i>Web Dynpro</i>	53
Figura 40 – Mapeamento para remoção do elemento <i>id</i>	56
Figura 41 – Erro ao executar <i>workflow</i>	57
Figura 42 – Representação gráfica do <i>integration process</i> Forn_BPM	58
Figura 43 – Transformação <i>removeContexts</i>	59
Figura 44 – Composição tipo seleção simples	61
Figura 45 - Acesso ao Web service do Fornecedor A	62
Figura 46 – Registro de mensagens no caso de mediador como <i>proxy</i>	64
Figura 47 – Registro de mensagens no caso de mediador com BPM	64
Figura 48 – Workflow gerado para execução do BPM	65
Figura 49– Registro de mensagens no caso de mediador com 2 BPMs	65
Figura 50 – <i>Workflow</i> gerado pela execução do bpm FlexComp_PAR	66
Figura 51 - <i>Workflow</i> gerado pela execução do BPM Forn_BPM	66

## Lista de tabelas

Tabela 1 - Comparativo entre os módulos de composição técnica e funcional	25
Tabela 2 – Catálogo de itens de fornecedor	46
Tabela 3 - Tempos de resposta por tipo de chamada	62
Tabela 4 - Comparativo de trabalhos com arquiteturas relacionadas	73