



Celso Gomes Barreto Junior

**Agregando Frameworks de Infra-Estrutura
em uma Arquitetura Baseada em Componentes:
Um Estudo de Caso no Ambiente AulaNet**

Dissertação de Mestrado

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

Orientador: Hugo Fuks

Rio de Janeiro, março de 2006



Celso Gomes Barreto Junior

**Agregando Frameworks de Infra-Estrutura
em uma Arquitetura Baseada em Componentes:
Um Estudo de Caso no Ambiente AulaNet**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Informática do Departamento de Informática do Centro Técnico e Científico da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Hugo Fuks

Orientador

Departamento de Informática – PUC-Rio

Prof. Carlos José Pereira de Lucena

Departamento de Informática – PUC-Rio

Prof. Alberto Raposo

Departamento de Informática – PUC-Rio

Profa. Flávia Maria Santoro

UNI-Rio

Prof. José Eugenio Leal

Coordenador Setorial do Centro
Técnico Científico – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 14 de Março de 2006

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

Celso Gomes Barreto Junior

Graduou-se em Ciência da Computação na Universidade Federal do Rio de Janeiro em 2002. Durante a graduação atuou no projeto Enibam (Ensino Informatizado em Tópicos Básicos de Matemática). Durante o mestrado atuou no projeto AulaNet responsabilizando-se pela arquitetura e infra-estrutura técnica.

Ficha Catalográfica

Junior, Celso Gomes Barreto

Agregando frameworks de infra-estrutura em uma arquitetura baseada em componentes : um estudo de caso no ambiente AulaNet / Celso Gomes Barreto Junior ; orientador: Hugo Fuks. – Rio de Janeiro : PUC, Departamento de Informática, 2006.

210 f. : il. ; 30 cm

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

Inclui referências bibliográficas.

1. Informática – Teses. 2. Desenvolvimento de groupware. 3. Componentes de software. 4. Arquiteturas multicamadas de software. 5. Frameworks. I. Fuks, Hugo. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. III. Título.

CDD:004

Agradecimentos

Ao professor Hugo Fuks por acreditar no meu potencial e pela inestimável orientação ao longo destes dois anos.

Aos companheiros de consórcio, Marco Aurélio Gerosa e Mariano Gomes Pimentel, que me acompanharam nesta difícil jornada.

Aos meus pais, Celso Gomes Barreto e Isaura Maria Moreira Barreto pelo apoio, incentivo e afeto.

Aos meus colegas do LES e do projeto AulaNet pelo companheirismo. Em especial à Denise Del Re Filippo por me auxiliar na preparação para a defesa.

A todos com quem já trabalhei. Em especial a Juliana Lucas de Rezende, pelo incentivo e aconselhamento.

Aos professores da Universidade Federal do Rio de Janeiro por minha formação na graduação, sem a qual não teria chegado até aqui.

A CAPES e à Fundação Padre Leonel Franca pelo apoio financeiro.

E a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Resumo

Junior, Celso Gomes Barreto; Fuks, Hugo. **Agregando Frameworks de Infra-Estrutura em uma Arquitetura Baseada em Componentes: Um Estudo de Caso no Ambiente AulaNet**. Rio de Janeiro, 2006. 210p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Groupware é difícil de construir e de manter, pois envolve aspectos multidisciplinares. Além das dificuldades associadas ao desenvolvimento de aplicações colaborativas, usualmente o desenvolvedor de groupware deve se preocupar com outros aspectos de infra-estrutura. Nesta dissertação é proposta uma arquitetura multicamadas baseada em componentes para groupware, utilizando frameworks de infra-estrutura. Na camada de negócio são utilizados os frameworks Hibernate, responsável pela persistência dos dados da aplicação, e o framework Spring, que dentre outras coisas é responsável pelo controle de transações e pela exposição de serviços remotamente. Na camada de apresentação o framework JaveServer Faces provê meios para criar e reusar componentes de interface. Nesta dissertação também é apresentada uma forma de comparar frameworks de infra-estrutura, levando em consideração tanto aspectos técnicos, que definem se o framework atende aos requisitos da aplicação, quanto não-técnicos, relacionados a aspectos como documentação disponível e aceitação no mercado. A arquitetura definida nesta dissertação é aplicada no AulaNet, groupware voltado para a aprendizagem desenvolvido no Laboratório de Engenharia de Software da PUC-Rio.

Palavras-chave

Desenvolvimento de groupware; componentes de software; arquiteturas multicamadas de software; frameworks.

Abstract

Junior, Celso Gomes Barreto; Fuks, Hugo (Advisor). **Adding System Infrastructure Frameworks in an Component Based Architecture: A Case Study within the AulaNet Environment** Rio de Janeiro, 2006. 210p. M.Sc. Dissertation – Computer Science Department, Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro.

Groupware is difficult to develop and maintain because it involves multidisciplinary aspects in its construction. Besides the difficulties related to the development of collaborative applications, usually the developer must handle with other infrastructure aspects. In this dissertation, it is proposed a multilayer component based architecture with system infrastructure frameworks to deal with them. In the business layer, the Hibernate framework is responsible for the persistence of application data, and the Spring framework is responsible for, amongst others, transactions control and remote exposition of services. In the presentation layer the JaveServer Faces framework provides ways to create and to reuse user-interface components. This dissertation also presents a way to compare system infrastructure frameworks, considering both technical aspects, related to the application requirements fulfillment, and non-technical, related to aspects such as documentation availability and market acceptance. The architecture defined in this dissertation is applied to the AulaNet, which is a groupware for learning developed in the Software Engineering Laboratory of PUC-Rio.

Keywords

Groupware development; software components. multilayer software architecture; frameworks.

Sumário

1 Introdução	16
1.1. Groupware e o Modelo 3C	16
1.1.1. Comunicação	17
1.1.2. Coordenação	18
1.1.3. Cooperação	19
1.2. O AulaNet	19
1.2.1. A Arquitetura do AulaNet 2.1	22
1.3. Consórcio de Pesquisa	23
1.3.1. Agregando Frameworks de Infra-Estrutura em uma Arquitetura Baseada em Componentes: Um Estudo de Caso no Ambiente AulaNet	24
1.3.2. Desenvolvimento de Groupware Componentizado com base no Modelo 3C de Colaboração	26
1.3.3. RUP-3C-Groupware: um Processo de Desenvolvimento de Groupware baseado no Modelo 3C de Colaboração	29
1.4. Organização da Escrita	30
2 Frameworks: Conceitos Gerais	33
2.1. Definições de Frameworks	33
2.2. Classificação dos Frameworks	34
2.2.1. Frameworks de Aplicações Orientado a Objetos	34
2.2.2. Frameworks de Componentes	36
2.3. Papéis Envolvidos no Uso e Desenvolvimento de um Framework	37
2.4. Conseqüências da Adoção de Frameworks	37
2.4.1. Benefícios Decorrentes da Utilização de Frameworks	38
2.4.2. Desafios Decorrentes da Utilização de Frameworks	39
2.5. Frameworks e Outras Abordagens	41
2.5.1. Frameworks e Aplicações Orientado a Objetos	41
2.5.2. Frameworks e Biblioteca de Classes	41
2.5.3. Frameworks e Padrões de Projeto	42

2.5.4. Frameworks e Componentes de Software	42
2.6. Conclusão	43
3 A Camada de Negócios	47
3.1. O Modelo de Componentes Enterprise JavaBeans	47
3.1.1. Vantagens Decorrentes do Uso de Enterprise JavaBeans	49
3.1.2. Desvantagens Decorrentes do Uso de Enterprise JavaBeans	50
3.1.3. O Futuro do Enterprise JavaBeans	52
3.2. Uma Arquitetura Usando POJOs	53
3.3. Questões Decorrentes do Mapeamento Objetos em Tabelas	54
3.3.1. Conflito de Paradigmas: Orientação a Objetos x Relacional	54
3.4. Frameworks ORM	57
3.4.1. O Framework Hibernate	58
3.4.1.1. Hibernate - Um Exemplo Prático	58
3.4.1.2. Hibernate e a Questão dos Subtipos	68
3.4.1.3. Hibernate e a Questão da Igualdade	70
3.4.1.4. Hibernate e as Questões dos Relacionamentos	71
3.4.1.5. Hibernate e a Questão do Grafo de Navegação	71
3.4.1.6. Considerações Finais Sobre o Hibernate	72
3.4.2. Outros Frameworks ORM	73
3.4.2.1. Quantidade de Documentação Disponível	73
3.4.2.2. Disponibilidade de Suporte	75
3.4.2.3. Disponibilidade de Ferramentas Compatíveis	76
3.4.2.4. Grau de Aceitação no Mercado	77
3.4.2.5. Disponibilidade de Profissionais	78
3.4.2.6. Resultado da Comparação entre Frameworks ORM	80
3.5. O Framework de Infra-Estrutura Spring	80
3.5.1. Dependency Injection	81
3.5.2. Dependency Injection com Spring	83
3.5.3. Integração do Hibernate com o Spring	88
3.5.4. Transações Declarativas com Spring	91
3.5.5. Gerenciamento de Segurança com Spring	94
3.5.6. Exposição de Serviços Remotos com Spring	97

3.5.7. Considerações Finais Sobre o Spring	99
3.5.8. Outros Frameworks Para Dependency Injection	100
3.5.8.1. Quantidade de Documentação Disponível	100
3.5.8.2. Disponibilidade de Suporte	102
3.5.8.3. Disponibilidade de Ferramentas Compatíveis	103
3.5.8.4. Grau de Aceitação no Mercado	104
3.5.8.5. Disponibilidade de Profissionais	106
3.5.8.6. Resultado da Comparação	107
3.6. Conclusão	107
4 A Camada de Apresentação	110
4.1. Vantagens e Desafios no Desenvolvimento de Interfaces HTML	110
4.2. Model View Controller	112
4.3. Características Comuns a Web Frameworks	114
4.4. Comparação Técnica entre Web Frameworks	115
4.4.1. Struts	116
4.4.2. Spring MVC	123
4.4.3. JavaServer Faces	130
4.4.4. Resultado da Análise Técnica	136
4.5. Comparação Não-Técnica entre Web Frameworks	137
4.5.1. Quantidade de Documentação Disponível	138
4.5.2. Disponibilidade de Suporte	139
4.5.3. Disponibilidade de Ferramentas Compatíveis	140
4.5.4. Grau de Aceitação no Mercado	141
4.5.5. Disponibilidade de Profissionais	143
4.5.6. Resultado da Análise	144
4.6. Conclusão	145
5 Arquitetura do AulaNet 3.0	149
5.1. Elementos Principais da Arquitetura do AulaNet 3.0	149
5.2. A Arquitetura do AulaNet 3.0 e os Frameworks de Infra-Estrutura	152
5.3. Arquitetura Técnica e Mobilidade	155
5.4. Arquitetura Técnica e Outros Frameworks: Jade	161
5.4.1. Agentes de Software	161

5.4.2. Aplicações de Sistemas Multi-Agentes	162
5.4.3. O Framework de Agentes Jade	163
5.4.4. Jade e a Arquitetura do AulaNet 3.0	167
5.4.5. Prova de Conceito com Agente Móvel	170
5.4.2.1. MAS 1: O Que Há de Novo na Conferência?	171
5.4.2.2. MAS 2: Alerta de Condições Indesejáveis	180
5.5. Conclusão	183
6 Conclusão	188
7 Referências Bibliográficas	194
Apêndice A Comunicações Pessoais	202
A.1. Comunicação com Christian Bauer	202
A.2. Comunicação com Rod Johnson	203
A.3. Comunicação com Matt Raible	205
Apêndice B Método Utilizado na Análise Não-Técnica	207
B.1. Quantidade de Documentação Disponível	207
B.2. Disponibilidade de Suporte	208
B.3. Disponibilidade de Ferramentas Compatíveis	209
B.4. Grau de Aceitação no Mercado	210
B.5. Disponibilidade de Profissionais	210

Lista de figuras

Figura 1.1 – O Modelo 3C (Pimentel et al., 2005)	17
Figura 1.2 – Classificação dos Serviços do AulaNet segundo o Modelo 3C	20
Figura 1.3 – AulaNet no Desktop.	21
Figura 1.4– AulaNetM em um PDA.	21
Figura 1.5 – Arquitetura do AulaNet 2.0 (Barreto et al., 2005).	22
Figura 1.6 – Arquitetura Técnica do AulaNet 3.0.	25
Figura 1.7. A arquitetura de aplicação proposta	28
Figura 1.8. Foco para o desenvolvimento de uma versão da aplicação groupware com base no Modelo 3C de Colaboração	29
Figura 1.9 – Exemplo de uma Listagem de Código.	31
Figura 3.1 – Diagrama de Classes que Exemplifica a Questão do Grafo de Navegação	56
Figura 3.2 – Diagrama UML de Classes Persistidas no Exemplo	59
Figura 3.3 – Diagrama de Classes com Herança.	69
Figura 3.4 – Livros Publicados Para Cada Framework ORM Fonte: Amazon.com, Novembro de 2005	74
Figura 3.5 – Artigos e Tutoriais Para Cada Framework ORM Fonte: Google.com, Novembro de 2005	74
Figura 3.6 - Mensagens Trocadas em Listas de Discussão (11/2005)	75
Figura 3.7 – Ferramentas Compatíveis com os Frameworks ORM em 11/2005	76
Figura 3.8 – Ofertas de Emprego Abertas para cada Framework ORM Fonte: Dice.com, Dezembro de 2005	77
Figura 3.9 – Ofertas de Emprego Abertas para cada Framework ORM Fonte: Manager Online, Dezembro de 2005	78
Figura 3.10 – Disponibilidade de Profissionais Fonte: Jobs.net, Dezembro de 2005	79
Figura 3.11 - Disponibilidade de Profissionais Fonte: APInfo.com, Dezembro de 2005	79
Figura 3.12 – Dependências Configuradas sem <i>Dependency Injection</i>	82
Figura 3.13 - Dependências Configuradas com <i>Dependency Injection</i>	82

Figura 3.14 – Modelo de Classes do Exemplo do Spring	84
Figura 3.15 - Livros Publicados Para Cada Framework de <i>Dependency Injection</i> Fonte: Amazon.com, Dezembro de 2005	101
Figura 3.16 - Artigos e Tutoriais Para Cada Framework de <i>Dependency Injection</i> Fonte: Google.com, Dezembro de 2005	101
Figura 3.17 - Mensagens Trocadas em Listas de Discussão (11/2005)	103
Figura 3.18 – Ferramentas Compatíveis com os Frameworks para <i>Dependency Injecton</i> em 12/2005	104
Figura 3.19 – Ofertas de Emprego Abertas para cada Framework para <i>Dependency Injection</i> . Fonte: Dice.com, Dezembro de 2005	105
Figura 3.20 - Vagas Abertas para cada Framework de <i>Dependency Injection</i> Fonte: Manager Online, Dezembro de 2005.	105
Figura 3.21 - Disponibilidade de Profissionais em 12/2005 Fonte: Jobs.net.	106
Figura 3.22 - Disponibilidade de Profissionais Fonte: APInfo.com, Dezembro de 2005.	107
Figura 4.1 – MVC clássico (Ramachandran, 2002)	113
Figura 4.2 – MVC <i>pull</i> (Johnson, 2002, 2004)	114
Figura 4.3 - Calendário	135
Figura 4.4 - Editor HTML	135
Figura 4.5 - Número de Livros Publicados	138
Figura 4.6 - Número de Tutoriais escritos	139
Figura 4.7 – Mensagens Trocadas em Listas de Discussão (Julho/2005)	140
Figura 4.8 – Ferramentas Compatíveis	141
Figura 4.9 - Oferta de Empregos nos Meses 10/2004, 7/2005 e 11/2005 Fonte: Dice.com, 10/2004, 07/2005 (Raible, 2005) e 11/2005	142
Figura 4.10 – Ofertas de Emprego Fonte: Manager Online, Outubro de 2005	142
Figura 4.11 - Disponibilidade de Profissionais com Habilidades nos Frameworks Fonte: Monster.com, Junho de 2005 (Raible, 2005)	143
Figura 4.12 - Disponibilidade de Profissionais com Habilidades nos Frameworks Fonte: APInfo.com, Novembro de 2005	144
Figura 5.1 - Arquitetura de Aplicação do AulaNet 3.0 (Gerosa, 2006) Apresentada na Seção 1.3.	150
Figura 5.2 – Arquitetura Técnica do AulaNet 3.0 Apresentada na Seção 1.3.	151

Figura 5.3 - Arquitetura de Aplicação do AulaNet 3.0 (Gerosa, 2006)	153
Figura 5.4 - Arquitetura Técnica do AulaNet 3.0 com Frameworks.	154
Figura 5.5 – Arquitetura Técnica da Integração AulaNet 3.0 com AulaNetM por Reposição da Camada de Apresentação	157
Figura 5.6 - Arquitetura Técnica da Integração AulaNet 3.0 com AulaNetM por Exposição de Serviços Remotos	159
Figura 5.7 – Plataformas de Agentes Jade (Caire, 2003).	165
Figura 5.8 – Diagrama de Classes do Adaptador Jade-Leap para o Spring	168
Figura 5.9 – Plataforma de Execução do MAS 1	172
Figura 5.10 – PDA Após a Inicialização do Jade-Leap	179
Figura 5.11 – PDA Após a Primeira Consulta	179
Figura 5.12 - PDA Após a Segunda Consulta	180
Figura 5.13 – Informações Visuais no AulaNetM	182
Figura 5.14 – Informações Estatísticas no AulaNetM	182
Figura 5.15 – Informações Visuais no AulaNetM	183
Figura 5.16 – Informações Estatísticas no AulaNetM	183
Figura 5.17 – Arquitetura Técnica do AulaNet 3.0 com Frameworks	185

Listagens de Código

Listagem 3.1 – Classe Message	59
Listagem 3.2 – Classe User	60
Listagem 3.3 – Arquivo hibernate.cfg.xml de Configuração do Hibernate	61
Listagem 3.4 – Arquivo User.hbm.xml de Mapeamento Objeto – Relacional	62
Listagem 3.5 - Arquivo Message.hbm.xml de Mapeamento Objeto – Relacional	63
Listagem 3.6 – Operação de Criação com o Hibernate	64
Listagem 3.7 – Operação de Atualização com o Hibernate	66
Listagem 3.8 – Operação de Consulta com o Hibernate Usando HQL	67
Listagem 3.9 – Operação de Remoção com o Hibernate	68
Listagem 3.10 – Classe Message.	85
Listagem 3.11 – Interface MessageDAO.	85
Listagem 3.12 – Classe ConferenceFacade.	86
Listagem 3.13 – Arquivo de Configuração do Spring	87
Listagem 3.14 – Descritor web.xml da Aplicação: Iniciando o Contexto Spring	88
Listagem 3.15 – Arquivo de Configuração do Spring: Integração com Hibernate.	89
Listagem 3.16 – Classe MessageDAOImpl.	90
Listagem 3.17 - Arquivo de Configuração do Spring: Transações Declarativas.	93
Listagem 3.18 - Arquivo de Configuração do Spring: Segurança Declarativa.	96
Listagem 3.19 - Arquivo de Configuração do Spring: Exposição de Serviços Remotos.	99
Listagem 4.1 – Declaração do Controlador do Struts na Instancia (web.xml)	117
Listagem 4.2 – Descritor struts-config.xml	118
Listagem 4.3 – Ação postMessage	119
Listagem 4.4 – Action Form da ação postMessage	120
Listagem 4.5 – Regras de Validação (validation.xml)	121
Listagem 4.6 – Página de Envio de Mensagens	122
Listagem 4.7 - Declaração do Controlador do Spring MVC na Instancia (web.xml)	124
Listagem 4.8 - Descritor SpringDispatcher-servlet.xml	125

Listagem 4.9 – Controlador Associado à Requisição postMessage	126
Listagem 4.10 – Bean de Formulário Associado ao Controlador postMessage	127
Listagem 4.11 – Classe de Validação para o Controlador postMessage	128
Listagem 4.12 - Página de Envio de Mensagem	129
Listagem 4.13 - Declaração do Controlador do JSF na Instancia (web.xml)	131
Listagem 4.14 – Arquivo de Configuração faces-config.xml	132
Listagem 4.15 – Backing Bean do Comando postMessage	133
Listagem 4.16 – Página de Envio De Mensagens (JSF)	134
Listagem 5.1 – Agente Conferência	173
Listagem 5.2 – Comportamento WhatIsNewInConferenceBehaviour	174
Listagem 5.3 – Configuração no Spring do Adaptador Jade-Leap	175
Listagem 5.4 – Agente Móvel	176
Listagem 5.5 – Comportamento ConferenceQueryBehaviour	177