



**Roberta Claudino Barreto Pessanha Gomes**

**Uma Linha de Produto de Sistemas  
baseados em Agentes para Gerenciamento  
de Projetos de Software**

**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.

Orientador: Prof. Carlos José Pereira de Lucena

Rio de Janeiro  
Dezembro de 2009



**Roberta Claudino Barreto Pessanha Gomes**

**Uma Linha de Produto de Sistemas  
baseados em Agentes para Gerenciamento  
de Projetos de Software**

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

**Prof. Carlos José Pereira de Lucena**

Orientador

Departamento de Informática – PUC-Rio

**Prof. Ruy Luiz Milidiú**

Departamento de Informática – PUC-Rio

**Prof. Viviane Torres da Silva**

Departamento de Ciência de Computação - Universidade  
Federal Fluminense

**Prof. José Eugenio Leal**

Coordenador Setorial do Centro  
Técnico Científico – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 14 de dezembro de 2009

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

### **Roberta Claudino Barreto Pessanha Gomes**

Graduou-se na Universidade Candido Mendes (Campos, Rio de Janeiro), recebendo o grau de Bacharel em Ciência da Computação em 2006. Desenvolveu trabalhos de pesquisa nas áreas de otimização e jogos durante a graduação. Atualmente trabalha como Analista de Sistemas concursada da Petrobras em Macaé, aonde faz parte da coordenação de Sistemas de Gestão da gerência de Desenvolvimento da TIC-BC. Seu foco é Engenharia de Software, atualmente trabalhando especificamente com metodologias de desenvolvimento e gerenciamento de projetos.

#### Ficha Catalográfica

Gomes, Roberta Claudino Barreto Pessanha

Uma Linha de Produto de Sistemas baseados em Agentes para Gerenciamento de Projetos de Software / Roberta Claudino Barreto Pessanha Gomes; orientador: Carlos José Pereira de Lucena. – Rio de Janeiro: PUC-Rio, Departamento de Informática, 2009.

113 : ; 29,7 cm

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

Inclui referências bibliográficas.

1. Informática – Dissertação. 2. Sistemas Multi-agente. 3. Reconfiguração Dinâmica. 4. Alocação de Recursos. 5. Causas de Atraso. 6. Predição de Prazo. 7. Linha de Produto de Software. I. Lucena, Carlos José Pereira de. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, III. Título.

CDD: 004

Aos meus pais, Roberto e Ecila.  
Aos meus irmãos Eloá, Roana, Roberto e Alice.  
À toda minha família.  
Amo todos vocês.

## Agradecimentos

Gostaria de agradecer a todos que me ajudaram ao longo do mestrado e na preparação dessa dissertação.

Primeiramente gostaria de agradecer ao Professor Carlos Lucena. Obrigada pela oportunidade, apoio e confiança. Sem esses elementos, certamente não chegaria ao final dessa jornada.

Gostaria de agradecer a todos os professores e colegas que encontrei ao longo do mestrado. Em especial, agradeço aos alunos que participaram e participam do Seminário de Sistemas Multiagentes. As críticas, perguntas e comentários dos mesmos ao longo das apresentações do trabalho na disciplina foram de suma importância para seu correto direcionamento.

Aos colegas de trabalho da Petrobras também devo minha gratidão. Todos contribuíram com as informações coletadas para a realização desse estudo. Em especial agradeço ao meu coordenador Adalberto Abraão, que contribuiu fortemente com a ideia central deste trabalho.

Agradeço aos meus amigos pela força, apoio e compreensão. Destaco os nomes de Vander Lauriano, Ana Maria Moura, Thiago Ribeiro, Cíntia Pessanha, Astrid Lacerda e João Paulo Beda. Cada um deles contribuiu da sua forma com a estrutura necessária para suportar a longa jornada.

Mais uma vez agradeço à minha família. Em especial reverencio o nome dos meus pais Roberto Pessanha e Ecila Claudino. Se cheguei até aqui com certeza devo tudo à criação e suporte que me deram e continuam dando.

## Resumo

Gomes, Roberta Claudino Barreto Pessanha; Lucena, Carlos José Pereira de. **Uma Linha de Produto de Sistemas baseados em Agentes para Gerenciamento de Projetos de Software**. Rio de Janeiro, 2009. 113p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

O gerenciamento de projetos de software enfrenta diversos desafios que devem ser superados ao longo do desenvolvimento para garantir seu sucesso. Diversas ferramentas e abordagens foram propostas na literatura para auxiliar gerentes de projeto com tais questões. Assim, propõe-se utilizar duas tendências promissoras da engenharia de software pouco exploradas nesse contexto, que consiste em desenvolver uma linha de produto de sistemas de gerenciamento de projetos baseados em agentes. O uso de linhas de produto de software permite derivar sistemas customizados segundo o tamanho do projeto. Entre os benefícios do uso de agentes tem-se a reconfiguração dinâmica do sistema a partir da exploração de suas características, como raciocínio e adaptação.

## Palavras-chave

Sistemas Multi-agente; Reconfiguração Dinâmica; Alocação de Recursos; Causas de Atraso; Predição de Prazo; Linha de Produto de Software.

## Abstract

Gomes, Roberta Claudino Barreto Pessanha; Lucena, Carlos José Pereira de (advisor). **A Software Product Line based on Agents for Project Management Systems**. Rio de Janeiro, 2009. 113p. MSc. Dissertation – Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Software project management faces several challenges that must be overcome throughout the development to guarantee its success. Many tools and approaches have been proposed in the literature to help project managers with these issues. Thus, it is proposed to use two promising software engineering trends barely exploited in this context, which consists of the development of a software product line of project management systems based on agents. The use of software product lines allows the derivation of customized systems based on the project size. Among the benefits of using agents it is included the system dynamic reconfiguration from the exploitation of their characteristics, such as reasoning and adaptation.

## Keywords

Multi-agent Systems; Dynamic Reconfiguration; Resource Allocation; Causes of Delay; Time Prediction; Software Product Line.

## Sumário

1.	Introdução	<b>19</b>
1.1	Caracterização do Problema	20
1.2	Limitação dos Trabalhos Relacionados	22
1.3	Solução Proposta	22
1.4	Estrutura da Dissertação	23
2.	Revisão da Literatura	<b>25</b>
2.1	Gerenciamento de Projetos	25
2.2	Reconfiguração Dinâmica	29
2.3	Rational Unified Process	31
2.4	Sistemas Multi-agentes	37
2.5	Linhas de Produto de Software	41
2.5.1	Product Line UML-based Software Engineering	43
2.6	Linhas de Produto de Sistemas Multi-agentes	45
2.7	Considerações Finais	45
3.	Solução Proposta	<b>47</b>
3.1	Visão Geral	47
3.2	Agentes	49
3.2.1	Alocação de Recursos	49
3.2.2	Predição de Prazo	50
3.2.3	Identificação de Causas de Atraso	52
3.3	Diagramas	55
3.3.1	Diagramas de Casos de Uso	56
3.3.2	Diagramas de Classes	60
3.3.2.1	Fase	61
3.3.2.2	Disciplina	62
3.3.2.3	Papel	63
3.3.2.4	Atividade	66
3.3.2.5	Artefato	80
3.4	Considerações Finais	92



4.	Estudo de Caso Piloto	<b>94</b>
4.1	Planejamento	94
4.2	Coleta de Dados	97
4.2.1	Predição de Prazo	97
4.2.2	Identificação de Causas de Atraso	98
4.3	Análise dos Dados Coletados	99
4.3.1	Predição de Prazo	99
4.3.2	Identificação de Causas de Atraso	101
4.4	Considerações Finais	102
5.	Conclusão	<b>103</b>
5.1	Contribuições	104
5.2	Trabalhos Futuros	105
	Referências Bibliográficas	<b>107</b>

## Lista de Figuras

2.1. Processo de Desenvolvimento Tradicional.	28
2.2. Triângulo do Gerenciamento de Projetos.	29
2.3. Gráfico das Baleias.	32
2.4. As fases e os marcos de um projeto.	34
2.5. Atividades e papéis da Modelagem de Negócios.	35
2.6. Principais artefatos do RUP e o fluxo de informações entre eles.	36
2.7. Visão canônica de um sistema complexo.	38
2.8. Visão canônica de um sistema multi-agente.	39
2.9. Estrutura da metodologia PLUS.	44
3.1. Diagrama de casos de uso do sistema, executados pelo ator Gerente de Projeto.	56
3.2. Diagrama de casos de uso executados pelo agente Carrasco.	57
3.3. Diagrama de casos de uso executados pelo agente Vidente.	58
3.4. Diagrama de casos de uso executados pelos agentes de identificação de causas de atraso.	59
3.5. Diagrama de classes de domínio do projeto.	60
3.6. Diagrama de classes das fases.	62
3.7. Diagrama de classes das disciplinas.	62
3.8. Diagrama de classes dos papéis para projetos de pequeno porte.	63
3.9. Diagrama de classes dos papéis para projetos de médio porte.	64
3.10. Diagrama de classes dos papéis para projetos de grande porte.	65
3.11. Diagrama de classes da atividade do papel Administrador de Sistema, presente em aplicações de	

pequeno, médio e grande porte.	66
3.12. Diagrama de classes da atividade do papel Analista de Sistemas, presente em aplicações de pequeno, médio e grande porte.	67
3.13. Diagrama de classes das atividades do papel Analista de Teste, presentes em aplicações de pequeno, médio e grande porte.	67
3.14. Diagrama de classes das atividades do papel Analista do Processo de Negócios, presentes em aplicações de grande porte.	68
3.15. Diagrama de classes das atividades do papel Arquiteto de Software, presentes em aplicações de pequeno, médio e grande porte.	68
3.16. Diagrama de classes da atividade do papel Artista Gráfico, presente em aplicações de pequeno, médio e grande porte.	69
3.17. Diagrama de classes da atividade do papel Desenvolvedor do Curso, presente em aplicações de grande porte.	69
3.18. Diagrama de classes das atividades do papel Designer, presentes em aplicações de pequeno, médio e grande porte.	69
3.19. Diagrama de classes da atividade do papel Designer de Banco de Dados, presente em aplicações de pequeno, médio e grande porte.	70
3.20. Diagrama de classes da atividade do papel Designer de Cápsula, presente em aplicações de grande porte.	70
3.21. Diagrama de classes das atividades do papel Designer de Interface de Usuário, presentes em aplicações de médio e grande porte.	70
3.22. Diagrama de classes das atividades do papel Designer de Negócios, presentes em aplicações de grande porte.	71
3.23. Diagrama de classes das atividades do papel Designer de Teste, presentes em aplicações de grande porte.	71
3.24. Diagrama de classes das atividades do papel Engenheiro de Processo, presentes em aplicações de	

grande porte.	72
3.25. Diagrama de classes das atividades do papel Especialista em Ferramentas, presentes em aplicações de médio e grande porte.	72
3.26. Diagrama de classes das atividades do papel Especificador de Requisitos, presentes em aplicações de pequeno, médio e grande porte.	73
3.27. Diagrama de classes das atividades do papel Gerente de Configuração, presentes em aplicações de pequeno, médio e grande porte.	73
3.28. Diagrama de classes das atividades do papel Gerente de Controle de Mudança, presentes em aplicações de grande porte.	74
3.29. Diagrama de classes das atividades do papel Gerente de Implantação, presentes em aplicações de grande porte.	74
3.30. Diagrama de classes das atividades do papel Gerente de Projeto, presentes em aplicações de pequeno, médio e grande porte.	75
3.31. Diagrama de classes das atividades do papel Gerente de Testes, presentes em aplicações de grande porte.	76
3.32. Diagrama de classes das atividades do papel Implementador, presentes em aplicações de pequeno, médio e grande porte.	76
3.33. Diagrama de classes das atividades do papel Integrador, presentes em aplicações de pequeno, médio e grande porte.	77
3.34. Diagrama de classes das atividades do papel Redator Técnico, presentes em aplicações de médio e grande porte.	77
3.35. Diagrama de classes da atividade do papel Revisor de Arquitetura, presente em aplicações de médio e grande porte.	77
3.36. Diagrama de classes da atividade do papel Revisor de Código, presente em aplicações de médio e grande	

porte.	78
3.37. Diagrama de classes da atividade do papel Revisor de Design, presente em aplicações de grande porte.	78
3.38. Diagrama de classes da atividade do papel Revisor de Requisitos, presente em aplicações de médio e grande porte.	78
3.39. Diagrama de classes das atividades do papel Revisor do Modelo de Negócios, presentes em aplicações de grande porte.	79
3.40. Diagrama de classes das atividades do papel Revisor do Projeto, presentes em aplicações de médio e grande porte.	79
3.41. Diagrama de classes das atividades do papel Testador, presentes em aplicações de pequeno, médio e grande porte.	80
3.42. Diagrama de classes do artefato do papel Administrador de Sistema.	81
3.43. Diagrama de classes dos artefatos do papel Analista de Sistemas.	81
3.44. Diagrama de classes dos artefatos do papel Analista de Teste.	82
3.45. Diagrama de classes dos artefatos do papel Analista do Processo de Negócios.	82
3.46. Diagrama de classes dos artefatos do papel Arquiteto de Software.	83
3.47. Diagrama de classes do artefato do papel Artista Gráfico.	83
3.48. Diagrama de classes do artefato do papel Desenvolvedor do Curso.	84
3.49. Diagrama de classes dos artefatos do papel Designer.	84
3.50. Diagrama de classes do artefato do papel Designer de Banco de Dados.	84
3.51. Diagrama de classes do artefato do papel Designer de Cápsula.	85
3.52. Diagrama de classes dos artefatos do papel Designer de	

Interface de Usuário.	85
3.53. Diagrama de classes dos artefatos do papel Designer de Negócios.	86
3.54. Diagrama de classes dos artefatos do papel Designer de Teste.	86
3.55. Diagrama de classes dos artefatos do papel Engenheiro de Processo.	87
3.56. Diagrama de classes dos artefatos do papel Especialista em Ferramentas.	87
3.57. Diagrama de classes dos artefatos do papel Especificador de Requisitos.	88
3.58. Diagrama de classes dos artefatos do papel Gerente de Configuração.	88
3.59. Diagrama de classes do artefato do papel Gerente de Controle de Mudança.	89
3.60. Diagrama de classes dos artefatos do papel Gerente de Implantação.	89
3.61. Diagrama de classes dos artefatos do papel Gerente de Projeto.	90
3.62. Diagrama de classes dos artefatos do papel Gerente de Testes.	90
3.63. Diagrama de classes dos artefatos do papel Implementador.	91
3.64. Diagrama de classes dos artefatos do papel Integrador.	91
3.65. Diagrama de classes dos artefatos do papel Redator Técnico.	91
3.66. Diagrama de classes do artefato do papel Revisor do Projeto.	92
3.67. Diagrama de classes dos artefatos do papel Testador.	92

## Lista de Tabelas

3.1. Intervalos de PPF para categorização do porte dos projetos.	48
3.2. Versões da LPS.	48
3.3. Quantidade mínima e máxima de recursos em cada fase do projeto.	49
3.4. Categorização da criticidade das causas de atraso.	54
3.5. Exemplo de cálculo do fator de criticidade de um projeto.	55
4.1. Projetos reais escolhidos para inserção de dados na ferramenta.	95
4.2. Projetos reais escolhidos para avaliação da predição de prazo.	96
4.3. Projetos com atraso aparente semelhantes aos reais escolhidos para inserção na ferramenta.	97
4.4. Comparação entre a duração real dos projetos analisados e a previsão gerada pela derivação da LPS inserindo apenas projetos sem atraso aparente.	98
4.5. Comparação entre a duração real dos projetos analisados e a previsão gerada pela derivação da LPS inserindo projetos com e sem atraso aparente.	98
4.6. Resultados obtidos na simulação de projetos com aparente atraso.	98
4.7. Previsão de prazo na simulação de projetos com aparente atraso.	99
4.8. Porcentagem de erro da predição de prazo considerando projetos sem causas aparentes de atraso.	100
4.9. Porcentagem de erro da predição de prazo considerando projetos com causas aparentes de atraso.	100
4.10. Diferença entre a previsão e duração dos projetos com aparente causa de atraso.	101
4.11. Comparação entre o tamanho em PPF, o fator de criticidade e a diferença entre a previsão e duração dos	

projetos com aparente causa de atraso.

101



## Lista de Abreviações e Acrônimos

**ESOA** Engenharia de Software Orientada a Agentes

**FODA** Feature-Oriented Domain Analysis

**FORM** Feature-Oriented Reuse Method

**JADE** Java Agent DEvelopment Framework

**KobrA** Komponentenbasierte Anwendungsentwicklung

**LPS** Linha de Produto de Software

**LP-SMA** Linha de Produto de Sistema Multi-Agente

**PASSI** Process for Agent Societies Specification and Implementation

**PLUS** Product Line UML-based Software Engineering

**RUP** Rational Unified Process

**SMA** Sistema Multi-Agente

**UML** Unified Modeling Language

*A mente que se abre a uma nova idéia jamais volta ao seu tamanho original.*

Albert Einstein.