

**Leandro Fernandes Guimarães**

**Um Framework para Desenvolvimento de Agentes  
Autoadaptativos em Dispositivos Móveis**

**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. Carlos José Pereira de Lucena

Rio de Janeiro

Abril de 2012



**Leandro Fernandes Guimarães**

## **Um Framework para Desenvolvimento de Agentes Autoadaptativos em Dispositivos Móveis**

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

**Prof. Hugo Fuks**  
Departamento de Informática - PUC-Rio

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

**Prof. Soeli Teresinha Fiorini**  
Departamento de Informática - PUC-Rio

**Prof. José Eugênio Leal**  
Coordenador(a) Setorial do Centro Técnico Científico - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 03 de abril de 2012

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

### **Leandro Fernandes Guimarães**

Graduou-se como Bacharel em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Viçosa em 2010. Durante o Mestrado foi bolsista CAPES e desenvolveu um trabalho aplicado em análise de risco geoambiental para dispositivos móveis. Atualmente é analista de riscos de negócio parametrizados por sistemas integrados de gestão na Ernst & Young Assessoria Empresaria Ltda.

#### Ficha Catalográfica

Guimarães, Leandro Fernandes

Um Framework para Desenvolvimento de Agentes Autoadaptativos em Dispositivos Móveis / Leandro Fernandes Guimarães; orientador: Carlos José Pereira de Lucena. PUC-Rio, Rio de Janeiro, 2012

95 f.: il, ; 29,7cm

Dissertação (Mestrado em Informática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

Inclui referências bibliográficas.

1. Informática – Teses. 2. Computação Móvel. 3. Serviços Web. 4. Computação Autônômica. 5. Autoadaptação. 6. Sistemas Multiagentes. 7. Framework. I. Lucena, Carlos José Pereira de. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. III. Título.

CDD: 004

## Agradecimentos

Ao meu orientador pelo pela paciência e inestimável apoio prestados durante a realização deste trabalho e, principalmente, pela oportunidade de muito aprender com a experiência e conhecimento científico que lhes pertence.

Aos meus pais por sempre acreditar e respeitar minhas decisões e por nunca deixar que as dificuldades superassem meus sonhos. Aos meus irmão, amigos e namorada por pelo amor, amizade, e apoio depositados, além da companhia por todos esses anos.

Aos meus colegas da PUC-Rio, por tornarem o ambiente de pesquisa mais alegre e descontraído além de toda colaboração durante o trabalho. Em especial para os amigos Balduino, Carlos, Dárlinton, Elder, Marx e Sérgio.

À CAPES e à PUC-Rio, pelos auxílios concedidos, sem os quais este trabalho não poderia ter sido realizado.

## Resumo

Guimarães, Leandro Fernandes; Lucena, Carlos José Pereira de. **Um Framework para Desenvolvimento de Agentes Autoadaptativos em Dispositivos Móveis**. Rio de Janeiro, 2012. 95p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

O progresso tecnológico da computação móvel associada à Internet promove a concretização de uma visão futurista em que os usuários acessam dados e serviços a qualquer momento e em qualquer lugar. Entretanto, esta visão expõe questões importantes no desenvolvimento de aplicações, pois se deve dar maior atenção para a comunicação entre dispositivos móveis e serviços web, considerando restrições de processamento, armazenamento de dados, diversidade de padrões e disponibilidade dos serviços. Esta dissertação explora aspectos de engenharia de software como computação autônoma, *frameworks* e sistemas multiagentes no desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis dando ênfase ao gerenciamento do uso de serviços web. Para consolidar os conceitos abordados e prover um guia que facilite o desenvolvimento de aplicações autoadaptáveis, propõe-se um *framework* para auxiliar o desenvolvimento de aplicações para computação móvel. Para ilustrar a utilização do *framework* são apresentadas duas aplicações. A primeira aplicação é um sistema que apresenta o risco de deslizamento de massa em uma área a partir do cálculo de susceptibilidade baseado em informações sobre clima, relevo e solo. A segunda aplicação faz parte de um sistema de agência de viagens que define um pacote de viagens que melhor atende às necessidades do usuário.

## Palavras-chave

Computação Móvel; Serviços Web; Computação Autônoma; Autoadaptação; Sistemas Multiagentes; Framework; Dispositivos Móveis.

## Abstract

Guimarães, Leandro Fernandes; Lucena, Carlos José Pereira de (Advisor). **A Framework for Developing Self-Adaptive Agents in Mobile Devices**. Rio de Janeiro, 2012. 95p. MSc Dissertation - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Technological progress in mobile computing and the Internet promotes an achievement of the futuristic vision in which users have access to data and services anytime and anywhere. However, this vision realization brings important issues to application development, because more attention is required to the communication between mobile devices and web services, especially regarding processing and data storage constraints, diversity standards and availability of services. This dissertation explores aspects of software engineering as autonomic computing, multi-agent systems and frameworks in developing applications for mobile devices, emphasizing autonomic management of web services use. Aiming the consolidation of the investigated concepts and provide a guide to facilitate the development of self-adapting applications, a framework is proposed to help in applications development for mobile computing. The development of two applications illustrates the framework appliance. The first application is a system that presents the risk of mass sliding in an area through a susceptibility calculation based on information of climate, topography and soil. The second application is part of a travel agency system that defines a travel package that best fit user needs.

## Keywords

Mobile Computing; Web Services; Autonomic Computing; Self-Adaptation; Multi-agent Systems; Framework; Mobile Devices.

## Sumário

1	Introdução	11
1.1.	Limitações das Abordagens Atuais	12
1.2.	Solução Proposta e Principais Contribuições	13
1.3.	Organização do Documento	14
2	Fundamentos Teóricos	15
2.1.	Serviços Web	16
2.2.	Computação Móvel	18
2.3.	Computação Autônômica	21
2.4.	Sistemas Multiagentes	24
3	Framework	32
3.1.	Diagrama de Classes	34
3.2.	Pontos Fixos	49
3.3.	Pontos Flexíveis	49
4	Aplicações	51
4.1.	Escorregamento de Massas	51
4.2.	Agência de Viagens	65
5	Trabalhos Relacionados	79
6	Conclusões e Trabalhos Futuros	87
	Referências Bibliográficas	91

## Lista de figuras

2.1 – Ilustração simplificada da arquitetura dos serviços web.	17
2.2 – Arquitetura do sistema operacional Android (GOOGLE, 2010b).	20
2.3 – Atributos da computação autônoma (MILLER, 2005).	23
2.4 – Máquina de estados dos agentes FIPA (FIPA, 2002).	26
2.5 – Ilustração da execução no modo <i>Stand-alone</i> .	28
2.6 – Ilustração da execução no modo <i>Split</i> .	28
2.7 – Ilustração simplificada da plataforma do agente (FIPA, 2002).	29
2.8 – Ilustração da hierarquia de comportamentos de um agente.	31
3.1 – Ilustração do <i>Control loop</i> elaborado pela IBM (BELL, 2004).	33
3.2 – Visão geral do <i>framework</i> proposto.	35
3.3 – Atividade <i>Monitor</i> .	36
3.4 – Atividade <i>Analyze</i> .	38
3.5 – Atividade <i>Plan</i> .	41
3.6 – Fragmento da árvore de similaridade.	42
3.7 – Ilustração de solicitação via padrão FIPA ACL.	43
3.8 – Ilustração de resposta via padrão FIPA ACL.	43
3.9 – Similaridade entre o Problema 1 e o Caso 1.	44
3.10 – Atividade <i>Execute</i> .	45
3.11 - Ilustração da atividade do agente <i>JadeGatewayAgent</i> .	46
3.12 – Ilustração da tradução de uma mensagem ACL para SOAP.	47
3.13 – Ilustração da tradução de uma mensagem SOAP para ACL.	47
3.14 – WSDL do novo serviço.	48
3.15 – Ilustração dos pontos fixos e flexíveis do <i>framework</i> .	50
4.1 – Atividade <i>Monitor</i> de um ACR.	53
4.2 – Atividade <i>Analyze</i> de um ACR.	54
4.3 – WSDL da Solução do Caso 1.	56
4.4 – WSDL da Solução do Caso 2.	57
4.5 – Atividade <i>Plan</i> de um ACR.	58

4.6 – Ilustração do descritor do serviço prestado pela Solução 1.	60
4.7 – Ilustração do descritor do serviço prestado pela Solução 2.	61
4.8 – Ilustração da similaridade entre o Problema Atual e a Solução 1.	62
4.9 - Ilustração da similaridade entre o Problema Atual e a Solução 2.	63
4.10 – Ilustração da transcrição da mensagem ACL para SOAP.	64
4.11 - Ilustração da transcrição da mensagem SOAP para ACL.	64
4.12 – Atividade <i>Monitor</i> de um AAV.	67
4.13 – Atividade <i>Analyze</i> de um AAV.	68
4.14 – WSDL da Solução do Caso 1.	71
4.15 – Descritor DF da Solução do Caso 2.	72
4.16 – Atividade <i>Plan</i> de um AAV.	73
4.17 – Ilustração do descritor do serviço prestado pela Solução 1.	75
4.18 – Ilustração do descritor do serviço prestado pela Solução 2.	76
4.19 – Ilustração da similaridade entre o Problema Atual e a Solução 1.	77
4.20 - Ilustração da similaridade entre o Problema Atual e a Solução 2.	78

Se há pessoas que não estudam ou que, se estudam, não aproveitam, elas que não se desencorajem e não desistam; se há pessoas que não interrogam os homens instruídos para esclarecer as suas dúvidas ou o que ignoram, ou que, mesmo interrogando-os, não conseguem ficar mais instruídas, elas que não se desencorajem e não desistam; se há pessoas que não meditam ou que, mesmo que meditem, não conseguem adquirir um conhecimento claro do princípio do bem, elas que não se desencorajem e não desistam; se há pessoas que não distinguem o bem do mal ou que, mesmo que distingam, não têm uma percepção clara e nítida, elas que não se desencorajem e não desistam; se há pessoas que não praticam o bem ou que, mesmo que o pratiquem, não podem aplicar nisso todas as suas forças, elas que não se desencorajem e não desistam; o que outros fariam numa só vez, elas o farão em dez, o que outros fariam em cem vezes, elas o farão em mil, porque aquele que seguir verdadeiramente esta regra da perseverança, por mais ignorante que seja, tornar-se-á uma pessoa esclarecida, por mais fraco que seja, tornar-se-á necessariamente forte.

**Confúcio**, 'A Sabedoria de Confúcio'