

**Hubert Áureo C. L. Fonseca**

**Um middleware baseado em componentes  
para adaptação dinâmica na plataforma  
Android**

**Dissertação de Mestrado**

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.

Orientador: Prof. Markus Endler

Rio de Janeiro  
Agosto de 2009



**Hubert Áureo C. L. Fonseca**

**Um middleware baseado em componentes  
para adaptação dinâmica na plataforma  
Android**

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. Markus Endler**

Orientador

Departamento de Informática — PUC-Rio

**Prof. Renato Cerqueira**

Departamento de Informática – PUC-Rio

**Prof. Noemi Rodriguez**

Departamento de Informática – PUC-Rio

**Prof. Alexandre Sztajnberg**

UERJ

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

Rio de Janeiro, 11 de Agosto de 2009

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

### Hubert Áureo C. L. Fonseca

Graduou-se em Engenharia Eletronica e de Computação na Universidade Federal do Rio de Janeiro em 2007 e atualmente é membro do LAC (Laboratory of Advanced Collaboration).

#### Ficha Catalográfica

Fonseca, Hubert Áureo Cerqueira Lima da

Um middleware baseado em componentes para adaptação dinâmica na plataforma Android / Hubert Áureo C. L. Fonseca; orientador: Markus Endler. – 2009.

74 f. : il. ; 30 cm

1. Dissertação (Mestrado em Informática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

Inclui bibliografia

1. Informática – Teses. 2. Modelo de componentes;. 3. Orientação a serviços;. 4. Adaptação Dinâmica;. 5. Computação móvel;. 6. Android.. I. Endler, Markus. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. III. Título.

CDD: 004

## Agradecimentos

Aos meus pais.

## Resumo

Fonseca, Hubert Áureo Cerqueira Lima da; Endler, Markus. **Um middleware baseado em componentes para adaptação dinâmica na plataforma Android**. Rio de Janeiro, 2009. 74p. Dissertação de Mestrado — Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Aplicações móveis devem possuir a capacidade de adaptar seu funcionamento a mudanças no contexto computacional do dispositivo e do usuário. Demandas específicas e espontâneas do usuário, a disponibilidade e a variabilidade de recursos como energia ou conectividade sem fio, assim como mudanças na localização do usuário são possíveis motivos para tais adaptações, que geralmente visam a adequar seu funcionamento ao novo contexto, otimizar o seu desempenho ou personalizar a interface com o usuário. Com o objetivo de oferecer ao desenvolvedor de aplicações móveis maior facilidade na implementação de aplicações dinamicamente adaptáveis, o middleware Kaluana define um modelo de componentes orientado a serviços. Este modelo permite a composição, reconfiguração e implantação de componentes. Aplicações implementadas sobre o middleware podem realizar composições entre componentes em tempo de execução. Logo, essas aplicações são dinamicamente adaptáveis, aproveitando-se das características do modelo. O desenvolvimento de componentes é agilizado por meio do uso de ferramentas de reflexão computacional e orientação a serviços para prover abstrações adequadas ao desenvolvedor. A implementação de aplicações adaptáveis consiste na utilização destes componentes de software. Kaluana foi implementado sobre a plataforma móvel Android e foi testado para aplicações móveis sensíveis a localização e baseadas em mapas.

## Palavras-chave

Modelo de componentes; Orientação a serviços; Adaptação Dinâmica; Computação móvel; Android.

## Abstract

Fonseca, Hubert Áureo Cerqueira Lima da; Endler, Markus. **A component-based middleware for Android platform supporting dynamic adaptation.** Rio de Janeiro, 2009. 74p. MsC Dissertation — Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Mobile applications should have the ability to adapt their behaviour according to changes in their context. Specific or spontaneous user requests, variations in the availability of system resources, like energy or wireless connectivity, or changes of the user's location are possible reasons for such adaptations, that usually aim to adjust the application's operation to the new context, optimize its performance or personalize its user interface. Aiming to offer greater facility for implementing dynamically adaptive mobile applications, the Kaluana middleware defines a service-oriented component based model. This model supports dynamic component composition, reconfiguration and deployment. Applications executed on the middleware can compose Kaluana components at execution time. Therefore, these applications are dynamically adaptive, taking advantage of the model features. The components development is faster due to usage of computational reflection tools and service orientation concepts that provide adequate abstractions to the developer. This way, dynamic adaptable applications built upon Kaluana consist on compositions of these software components. Kaluana was implemented on the top of Android platform and was tested for the development of map based location-aware mobile applications.

## Keywords

Component model; Service orientation; Dynamic adaptation; Mobile computing; Android.

# Sumário

1	Introdução	10
2	Fundamentação conceitual	13
2.1	Contexto	14
2.2	Adaptação dinâmica	14
2.3	Implantação dinâmica	16
2.4	Modelo de componentes	17
2.5	Orientação a serviços	18
2.6	Modelo de componentes orientado a serviços	19
3	Trabalhos relacionados	21
3.1	OpenCOM	21
3.2	SCA	22
3.3	Gravity	22
3.4	AlfredO	23
3.5	Roam	24
3.6	iPOJO	25
3.7	Comparações	26
4	Arquitetura do middleware	28
4.1	Premissas	30
4.2	A plataforma Android	30
4.3	Modelo de componentes orientado a serviços	32
4.4	Componentes e seu ciclo de vida	32
4.5	Mecanismo de adaptação dinâmica	39
4.6	Mecanismo de implantação dinâmica	42
5	Implementação	43
5.1	Elementos do middleware	43
5.2	Chamada de procedimentos remotos (RPC)	47
5.3	Aspectos relevantes	49
5.4	Testes	54
6	Estudo de caso	62
6.1	Domínios de localização	64
6.2	Provedor de localização semântica	65
6.3	Passo a passo	66
6.4	Discussão	67
7	Conclusões	69
7.1	Trabalhos futuros	69
8	Referências Bibliográficas	72

## Lista de figuras

2.1	Classificações de uma adaptação dinâmica	15
2.2	Representação de uma composição	17
2.3	Atores e tarefas em um modelo orientado a serviços	18
4.1	Arquitetura do middleware Kaluana	29
4.2	Exemplo da implementação de um componente	34
4.3	Exemplo da implementação de um componente	35
4.4	Etapas de uma adaptação dinâmica	40
5.1	Descrição dos principais elementos do middleware	44
5.2	Gerenciamento de componentes	47
5.3	Chamada de procedimento remoto no Android	49
5.4	Adaptação dinâmica funcional	51
5.5	Processo de adaptação dinâmica estrutural	52
5.6	Emulador Android	59
6.1	Arquitetura da aplicação	63
6.2	Código-fonte do componente <i>Collaboration</i>	66
6.3	Componentes baseados em mapas	67
6.4	Implementação da aplicação	67

## Lista de tabelas

- |     |   |    |
|-----|---|----|
| 2.1 | A composição nos dois modelos: orientado a componentes e orientado a serviços | 19 |
| 3.1 | Tabela comparativa entre os trabalhos relacionados                            | 26 |