



**Guilherme Alves Lopes**

**Um framework para simulação de microbacias  
como serious game**

**Dissertação de Mestrado**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Informática do Departamento de Informática da PUC-Rio

Orientador: Prof. Bruno Feijó

Rio de Janeiro  
Abril de 2013



**Guilherme Alves Lopes**

## **Um framework para simulação de microbacias como serious game**

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

**Prof. Bruno Feijó**

Orientador

Departamento de Informática — PUC-Rio

**Prof. Alberto Barbosa Raposo**

Departamento de Informática - PUC-Rio

**Prof. Mônica Maria Ferreira da Costa**

Departamento de Informática - PUC-Rio

**Prof. José Eugenio Leal**

Coordenador do Centro Técnico Científico — PUC-Rio

Rio de Janeiro, 04 de Abril de 2013

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

### **Guilherme Alves Lopes**

Graduou-se em Ciência da Computação na Universidade Federal de Viçosa (Viçosa, Minas Gerais) ganhando a medalha de prata Arthur Bernardes pelo melhor desempenho acadêmico em seu curso. Durante o mestrado foi agraciado com a Bolsa nota 10 pelo seu desempenho acadêmico. Sempre interessado na área de games, voltou sua pesquisa para este campo.

#### Ficha Catalográfica

Lopes, Guilherme Alves

Um framework para simulação de microbacias como serious game / Guilherme Alves Lopes; orientador: Bruno Feijó — 2013.

v., 52 f: il. (color) ; 30 cm

Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Informática, 2013.

Inclui referências bibliográficas.

1. Informática – Tese. 2. Agentes. 3. Jogos Sérios. 4. Simulação. 5. Microbacias. I. Feijó, Bruno. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. III. Título.

CDD: 004

## Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus por tudo que me deu e por me conduzir até aqui. Aos meus pais, irmãs e familiares pelo apoio e pelo incentivo que sempre me deram. Agradeço ao Professor Bruno pela orientação e por ser meu guia neste período. A todos meus amigos, os do Visionlab pelos dias agradáveis que passei por aqui, aos de Viçosa que sei estarem sempre torcendo por mim, aos de Canaã que esperam de mim nada menos do que vitórias e aos parceiros do “WOW” pelos grandes momentos de diversão. Agradeço também às agências financiadoras deste trabalho, BIRD (através da SEAPEC, antiga SEAPPA), Finep, Faperj, CAPES, CNPq, VisionLab e PUC-RIO.

## Resumo

Lopes, Guilherme Alves; Feijó, Bruno. **Um framework para simulação de microbacias como serious game**. Rio de Janeiro, 2013. 52p. Dissertação de Mestrado — Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Esta dissertação apresenta um framework para simulação de um ambiente de microbacias como *serious game*, onde o compromisso de representação mais realista de personagens, processos e ambientes está alinhado com as características usuais de jogos de entretenimento. O jogo tem por objetivo auxiliar na educação e na discussão de tópicos sobre sustentabilidade econômica e preservação do meio ambiente. Além da simulação física do terreno, este trabalho agrega uma nova funcionalidade ao simulador capaz de simular a interação dos habitantes de uma microbacia com o terreno e a interação entre eles na forma de um jogo. O framework permite a implementação de lógicas nos agentes, que simulam os habitantes, e as configurações para atualização de preços e de valores de produção.

## Palavras-chave

Agentes ; Jogos Sérios ; Simulação ; Microbacias.

## Abstract

Lopes, Guilherme Alves; Feijó, Bruno (Advisor). **A framework for microbays simulation as a serious game**. Rio de Janeiro, 2013. 52p. MSc. Dissertation — Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

This dissertation presents a framework for the simulation of a watershed environment as a serious game, where the commitment of a more realistic representation of characters, processes and environment is aligned with the usual features of entertaining games. The game aims to assist education and discussing topics on economic sustainability and environmental preservation. In addition to the physical simulation of the terrain, this work adds a new functionality to the simulator which makes it capable of simulating the interaction of the inhabitants of a small watershed with the terrain and the interaction between them as a game. The framework allows us to implement logic in the agents that simulate inhabitants, and the settings for updating prices and values of production.

## Keywords

Agents ; Serious Game ; Simulation ; Microbays .

## Sumário

1	Introdução	<b>11</b>
1.1	O simulador Microbacias	12
2	Trabalhos relacionados	<b>16</b>
2.1	Simuladores	16
2.2	Serious Game	17
2.3	Simulação de Mercado com Multiagentes	19
3	Modelagem e Arquitetura	<b>21</b>
3.1	Implementação e Plataforma	21
3.2	Game Design	21
3.3	Projeto Modular do Sistema	22
3.4	Mercado	25
3.5	Produção	28
3.6	Modelagem dos agentes	31
4	Resultados	<b>33</b>
4.1	Interação	33
4.2	Instanciação	36
4.3	Log de Eventos	41
4.4	Comportamento de mercado	42
4.5	Avaliação geral	46
5	Conclusões e Trabalhos Futuros	<b>48</b>
5.1	Trabalhos futuros	49
	Referências Bibliográficas	<b>51</b>

## Lista de figuras

1.1	Interface do Microbacias em 2D (Duas dimensões)	13
1.2	Mapa de risco de uma microbacia	13
1.3	Visualização em três dimensões do Microbacias	14
1.4	Exemplo de uso das camadas do Microbacias	14
3.1	Diagrama de pacotes do Microbacias com pacote de <i>game</i> integrado	23
3.2	Diagrama com as entidades e suas comunicações entre si e com os outros pacotes	24
3.3	Exemplo de um neurônio artificial	27
3.4	Exemplo de uma série temporal, exemplificando a janela de previsão	28
3.5	Fazendeiro com produção ideal	29
3.6	Fazendeiro com produção inferior ao total	29
3.7	Esquema do fluxo de dados	30
3.8	Ilustração do aprendizado por reforço	30
4.1	Interface do Microbacias durante sua execução normal	34
4.2	Interface do Microbacias durante um <i>game</i>	34
4.3	Formulário de vendas durante a execução normal do Microbacias	35
4.4	Formulário de vendas durante um <i>game</i>	35
4.5	Formulário de um perfil durante a execução normal do Microbacias	36
4.6	Formulário de um perfil durante um <i>game</i>	37
4.7	Curva do Produto leite	39
4.8	Curva do Produto café	39
4.9	Curva do Produto milho	40
4.10	Curva do Produto SAF (Sistemas de Agro-reflorestamento)	40
4.11	Curva do Produto mata nativa	40
4.12	Curva default para qualquer outro produto não citado	40
4.13	Alfa igual a $500 * \text{NúmeroDeFazendeiros}$	43
4.14	Alfa igual a $2000 * \text{NúmeroDeFazendeiros}$	43
4.15	Alfa igual a $5000 * \text{NúmeroDeFazendeiros}$	44
4.16	Alfa igual a $7500 * \text{NúmeroDeFazendeiros}$	44
4.17	Alfa igual a $15000 * \text{NúmeroDeFazendeiros}$	44
4.18	Beta igual a $5000 * \text{NúmeroDeFazendeiros}$	45
4.19	Beta igual a $7500 * \text{NúmeroDeFazendeiros}$	45
4.20	Beta igual a $15000 * \text{NúmeroDeFazendeiros}$	45
4.21	Ômega igual a 0.1	46
4.22	Ômega igual a 1	46
4.23	Ômega igual a 10	46

## Lista de tabelas

4.1 Variáveis configuráveis de mercado

39

*“Knowledge is limited. Imagination encircles  
the world”*

**Albert Einstein**, *Philadelphia Saturday Evening Post* , October 26th, 1929.