



**Tatiana Waintraub**

## **Modelagem da calçada de Copacabana**

### **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. Waldemar Celes Filho

Rio de Janeiro

Agosto de 2012



**Tatiana Waintraub**

## **Modelagem da calçada de Copacabana**

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.

**Prof. Waldemar Celes Filho**

Orientador e Presidente

Departamento de informática - PUC-Rio

**Prof. Marcelo Gattass**

Departamento de informática - PUC-Rio

**Prof. Hélio Côrtes Vieira Lopes**

Departamento de informática - PUC-Rio

**Prof. Luiz Henrique de Figueiredo**

IMPA

**Prof. José Eugenio Leal**

Coordenador Setorial do Centro

Técnico Científico - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 06 de Agosto de 2012

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

### **Tatiana Waintraub**

Graduou-se em Engenharia Eletrônica e de Computação pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) em Agosto de 2007. Tem trabalhado em análise de sistemas desde 2006 (Globo.com). Em Agosto de 2009 ingressou no mestrado na Pontifícia Universidade Católica com ênfase em computação gráfica. Desde 2011 passou a atuar como Scrum Master de sua equipe na Globo.com. Em 2012 escreveu um artigo sobre sua tese de mestrado que foi apresentado no congresso SIBGRAPI.

### Ficha Catalográfica

Waintraub, Tatiana

Modelagem da calçada de Copacabana / Tatiana Waintraub ; orientador: Waldemar Celes Filho. – 2012.

42 f : il. (color.) ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Informática, 2012.

Inclui bibliografia

1. Informática – Teses. 2. Mosaico. 3. Modelagem procedural. 4. Diagrama de Voronoi. 5. Computação gráfica. I. Celes Filho, Waldemar. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. III. Título.

CDD: 004

Aos meus pais, minha família, meu orientador e amigos.

## Agradecimentos

Aos meus pais, pela educação, dedicação e confiança que sempre depositaram em mim.

Ao professor Waldemar Celes Filho, orientador, pela compreensão, entusiasmo e confiança depositada desde o início do projeto e pelos bons conselhos nos momentos decisivos na realização da pesquisa e no desenvolvimento do projeto.

Aos amigos da Globo.com e da PUC que sempre me apoiaram.

A todos os amigos e familiares que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

À Globo.com, pelo financiamento e auxílios concedidos, sem os quais este trabalho não poderia ter sido realizado.

## Resumo

Waintraub, Tatiana; Celes Filho, Waldemar. **Modelagem da calçada de Copacabana**. Rio de Janeiro, 2012. 42p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Nesta dissertação, propomos um método não supervisionado para modelar o pavimento da calçada da praia de Copacabana, e pavimentos de pedras portuguesas em geral. Dada uma imagem de referência em preto e branco, a saída do algoritmo proposto são as geometrias individuais de todas as pedras que compõem o pavimento. Diferentemente das técnicas anteriores para criação de mosaicos, focamos em capturar as particularidades desses pavimentos: as pedras (ladrilhos) devem seguir completamente as arestas da imagem, sendo em sua maioria representadas por quadriláteros irregulares sem orientação específica. Um conjunto de experimentos demonstra a eficácia e estabilidade da nossa proposta.

## Palavras-chave

Mosaico; Modelagem procedural; diagrama de Voronoi; computação gráfica.

## Abstract

Waintraub, Tatiana; Celes Filho, Waldemar (Advisor). **Modeling the Copacabana Sidewalk Pavement**. Rio de Janeiro, 2012. 42p. MSc. Dissertation - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

In this dissertation, we propose an unsupervised method to model the Copacabana beach sidewalk pavement, and Portuguese pavements in general. Given a black and white source image, the proposed method outputs the geometry of all individual stones that compose the pavement. Different from previous mosaic techniques, we focus on capturing the particularities of such pavements: stones (tiles) follow the edges, being mostly represented by irregular quadrilaterals with no particular orientation. A set of experiments demonstrates the effectiveness and stability of our proposal.

## Keywords

Mosaic; procedural modeling; Voronoi diagram; computer graphics.

## Sumário

1 Introdução	11
2 Trabalhos Relacionados	15
3 Método Proposto	19
3.1. Campo de distância	19
3.2. Diagrama de Voronoi centroidal	23
3.3. Extração dos polígonos	27
4 Resultados	30
5 Conclusão	40
6 Referências	41



## Lista de Figura

Figura 1: Conjunto de pavimentos com pedras portuguesas (imagens da Wikipedia.org). .....	11
Figura 2 - Foto da calçada da praia de Copacabana (imagem da Wikipedia.org). .....	12
Figura 3 - Foto da calçada da praia de Copacabana. ....	13
Figura 4 – Uma imagem da calçada da praia de Copacabana modelada utilizando a técnica proposta. ....	14
Figura 5 – Resultados de mosaicos obtidos. ....	17
Figura 6: Resultados de mosaicos obtidos. ....	18
Figura 7 – Máscara para a transformada de distância chamfer utilizando o tipo quasi-Euclidean 3x3 chamfer. ....	21
Figura 8 – Pixels considerados nas duas etapas do cálculo de transformação de distância. ....	21
Figura 9: Campo de distância calculado utilizando transformação de distância <i>chamfer</i> . ....	22
Figura 10 - Campo de distância extraído a partir da imagem de referência. ....	22
Figura 11 - Primitiva pirâmide utilizada para a computação do Voronoi. ....	24
Figura 12 – Alinhamento dos pontos geradores na fronteira. ....	25
Figura 13 - Construção iterativa do diagrama de Voronoi centroidal. ....	26
Figura 14 - Extração de polígonos. ....	29
Figura 15 – Procedimento para respeitar as fronteiras da imagem de referência. ..	29
Figura 16 – Modelagem da calçada da praia de Copacabana. ....	30
Figura 17 – Histograma referente ao número de vértices dos polígonos: os procedimentos propostos produzem um pavimento onde a maioria dos polígonos são quadriláteros. ....	31
Figura 18 – Calçada de Lisboa. ....	32
Figura 19 – Desenho de uma flor. ....	33
Figura 20 – Desenho de um violão. ....	34
Figura 21 – Desenho do Cristo Redentor. ....	35
Figura 22 – Símbolo do bem e do mau. ....	36
Figura 23 – Símbolo da paz. ....	37

Figura 24 – Histograma das áreas das pedras: um fator de escala constante produz mais pedras de tamanho similar (área). .....	38
Figura 25 – Informações dos resultados obtidos. ....	38
Figura 26 – Zoom da calçada utilizando o valor médio da metade do lado de cada pedra menor que 3.0. ....	39