



GEOINFO 2007

IX Brazilian Symposium on Geoinformatics

Análise da complexidade de texturas em imagens urbanas utilizando dimensão fractal

André Backes

Adriana Bruno

Mauro Barros Filho

Odemir Bruno



GEOINFO 2007

IX Brazilian Symposium on Geoinformatics

SUMÁRIO

1. Introdução
2. Metodologia
3. Resultados
4. Conclusão



GEOINFO 2007

IX Brazilian Symposium on Geoinformatics

OBJETIVO

Avaliar a correlação entre a complexidade de texturas de imagens de sensoriamento remoto e os padrões morfológicos urbanos a partir da estimativa da dimensão fractal de amostras de imagens de alta resolução espacial da cidade de São Carlos (SP).

Introdução

Metodologia

Resultados

Conclusão



GEOINFO 2007

IX Brazilian Symposium on Geoinformatics

MORFOLOGIA URBANA

Complexo arranjo espacial de edificações, lotes, quadras e vias;

Varia em função de:

- ✓ Características físico-espaciais e sócio-econômicas existentes na cidade;
- ✓ Dinâmica do processo de uso e ocupação do solo urbano.

Geralmente analisada de modo subjetivo, impedindo uma descrição mais precisa e uma análise comparativa entre diferentes áreas urbanas.



GEOINFO 2007

IX Brazilian Symposium on Geoinformatics

IMAGENS DE SATÉLITE DE ALTA RESOLUÇÃO ESPACIAL

Crescente uso em mapeamentos urbanos

- ✓ Ampla cobertura
- ✓ Atualizações freqüentes
- ✓ Custo relativamente baixo

Complexa interação entre diferentes superfícies com valores espectrais distintos.



GEOINFO 2007

IX Brazilian Symposium on Geoinformatics

TEXTURAS

Carecem de uma definição precisa

Padrões visuais que se repetem

Representam características físicas de superfícies

Descrevem informações sobre imagens

DIMENSÃO FRACTAL

Mede a complexidade dos píxeis de uma imagem

Quantifica o grau de homogeneidade da textura



GEOINFO 2007

IX Brazilian Symposium on Geoinformatics

METODOLOGIA

- Seleção de imagens de S. Carlos do Google Earth
- Binarização automática das imagens selecionadas
- Estimação da dimensão fractal



GEOINFO 2007

IX Brazilian Symposium on Geoinformatics

1. Seleção de imagens de S. Carlos do Google Earth

a) Distância ao centro da cidade

Hipótese:

Forte correlação entre padrões morfológicos e densidade construtiva

Procedimentos:

- ✓ Divisão da cidade em 4 anéis concêntricos a partir da praça Dom José Marcondes
- ✓ Seleção 2 amostras 200 x 200 píxeis de cada anel



GEOINFO 2007

IX Brazilian Symposium on Geoinformatics

b) Altitude de observação

Hipótese:

Imagens em diferentes altitudes apresentam diferentes níveis de detalhamento (complexidade)

Procedimentos:

- ✓ Análise de imagens em diferentes altitudes (Backes et al, 2007)
- ✓ Escolha da altitude de 15.000 pés (4.572 m) pela sua melhor qualidade de detalhamento



GEOINFO 2007

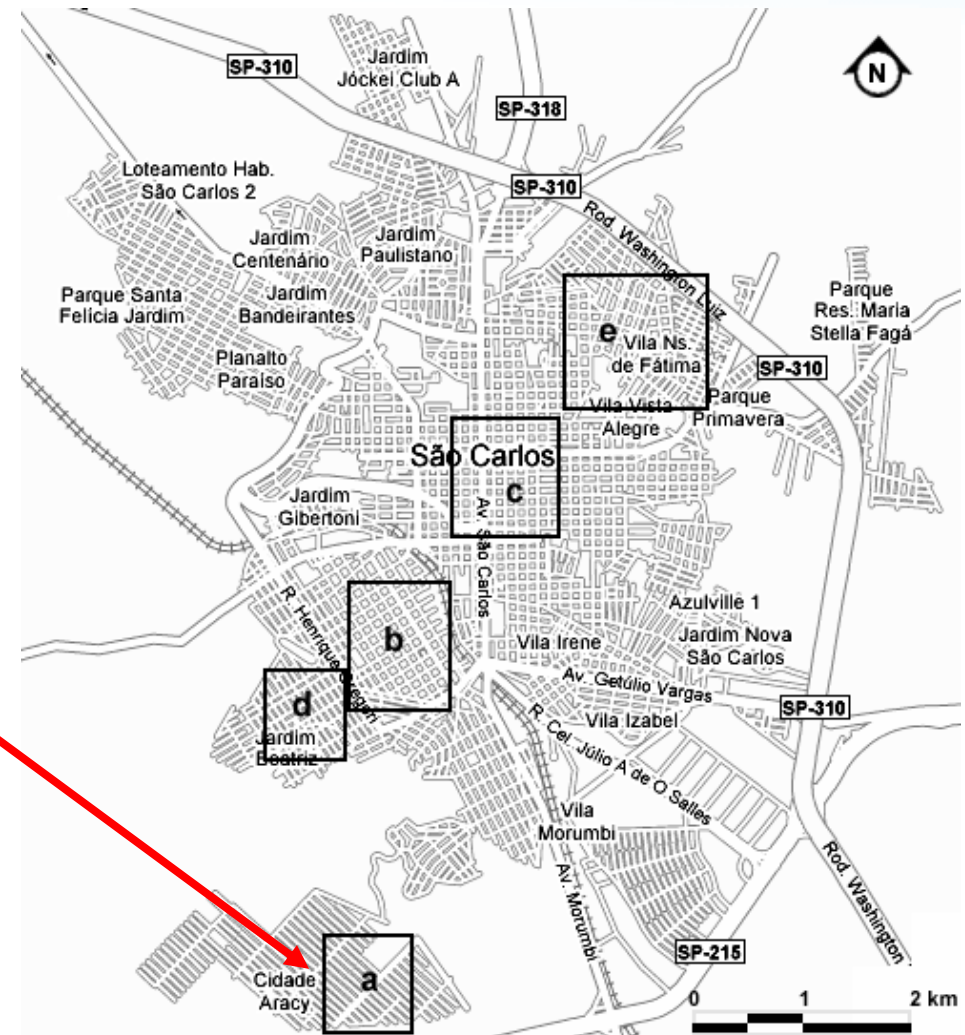
IX Brazilian Symposium on Geoinformatics



A1



A2



Introdução

Metodologia

Resultados

Conclusão



GEOINFO 2007

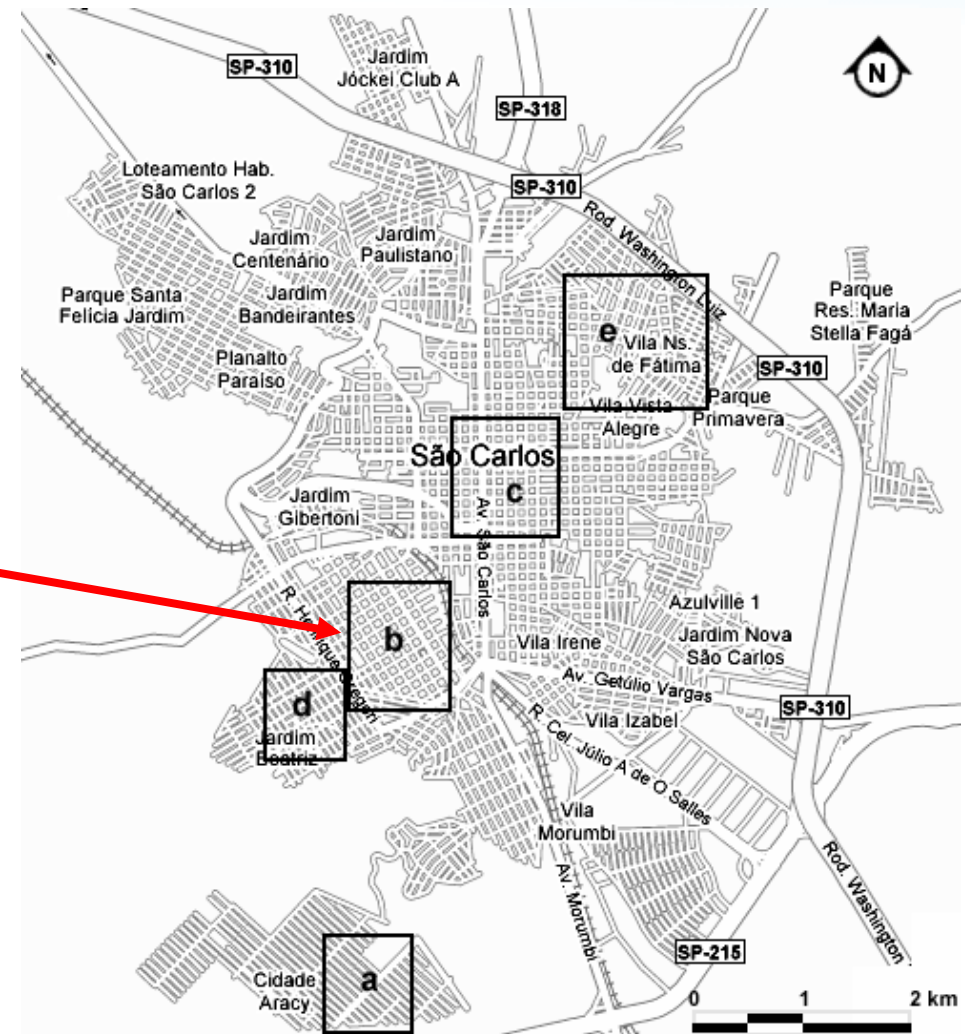
IX Brazilian Symposium on Geoinformatics



B1



B2



Introdução

Metodologia

Resultados

Conclusão



GEOINFO 2007

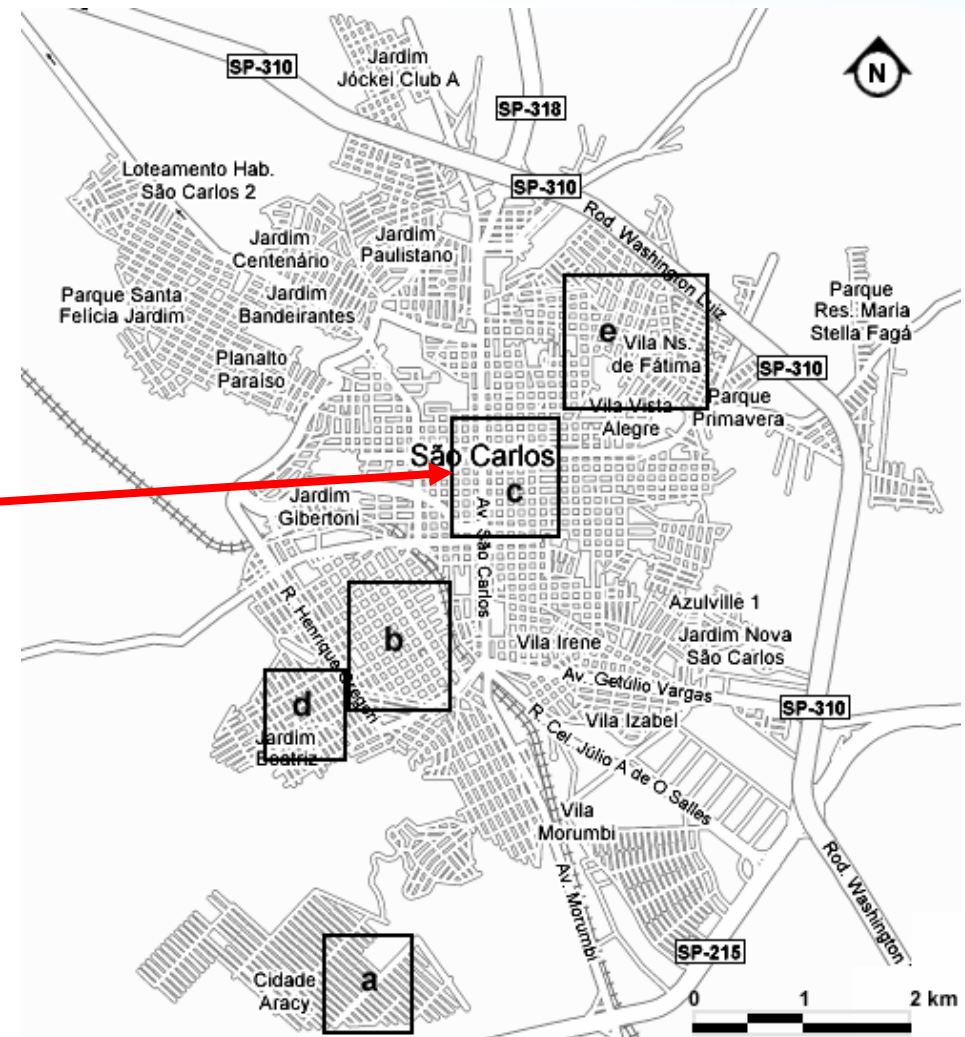
IX Brazilian Symposium on Geoinformatics



C1



C2



Introdução

Metodologia

Resultados

Conclusão



GEOINFO 2007

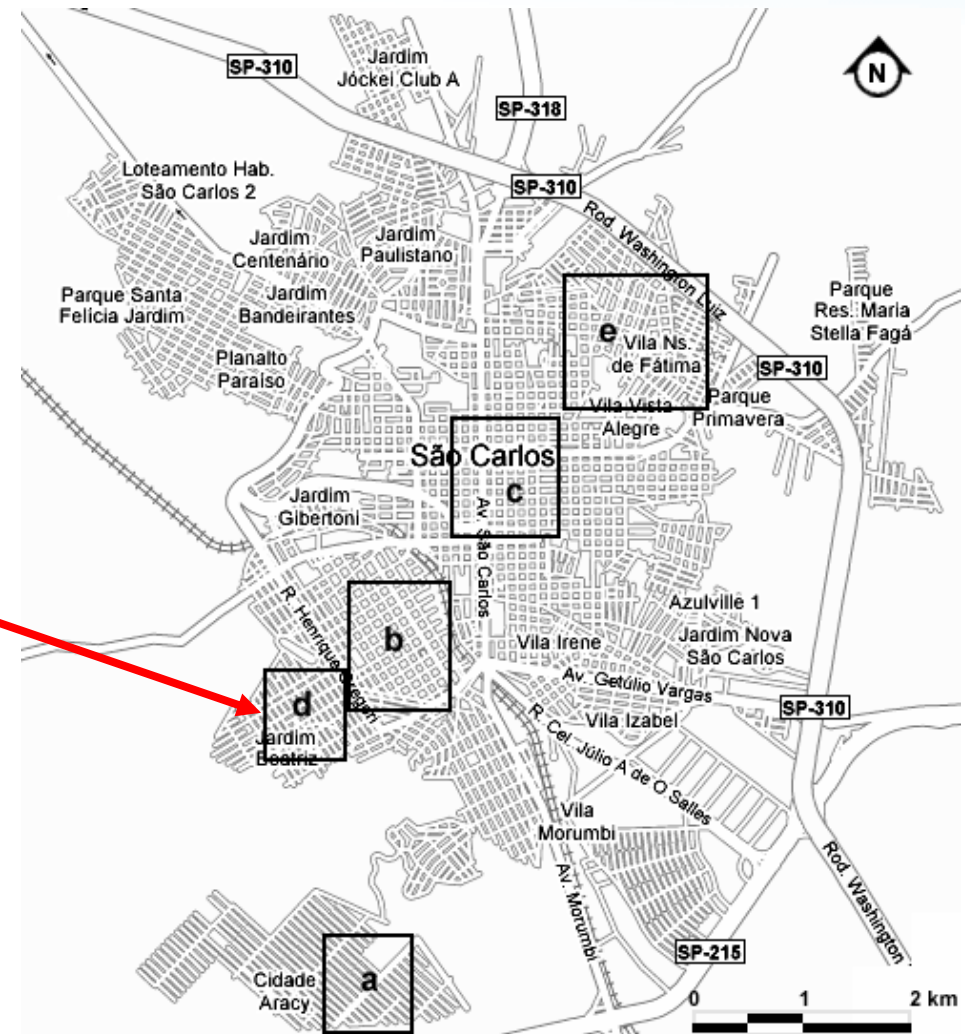
IX Brazilian Symposium on Geoinformatics



D1



D2



Introdução

Metodologia

Resultados

Conclusão



GEOINFO 2007

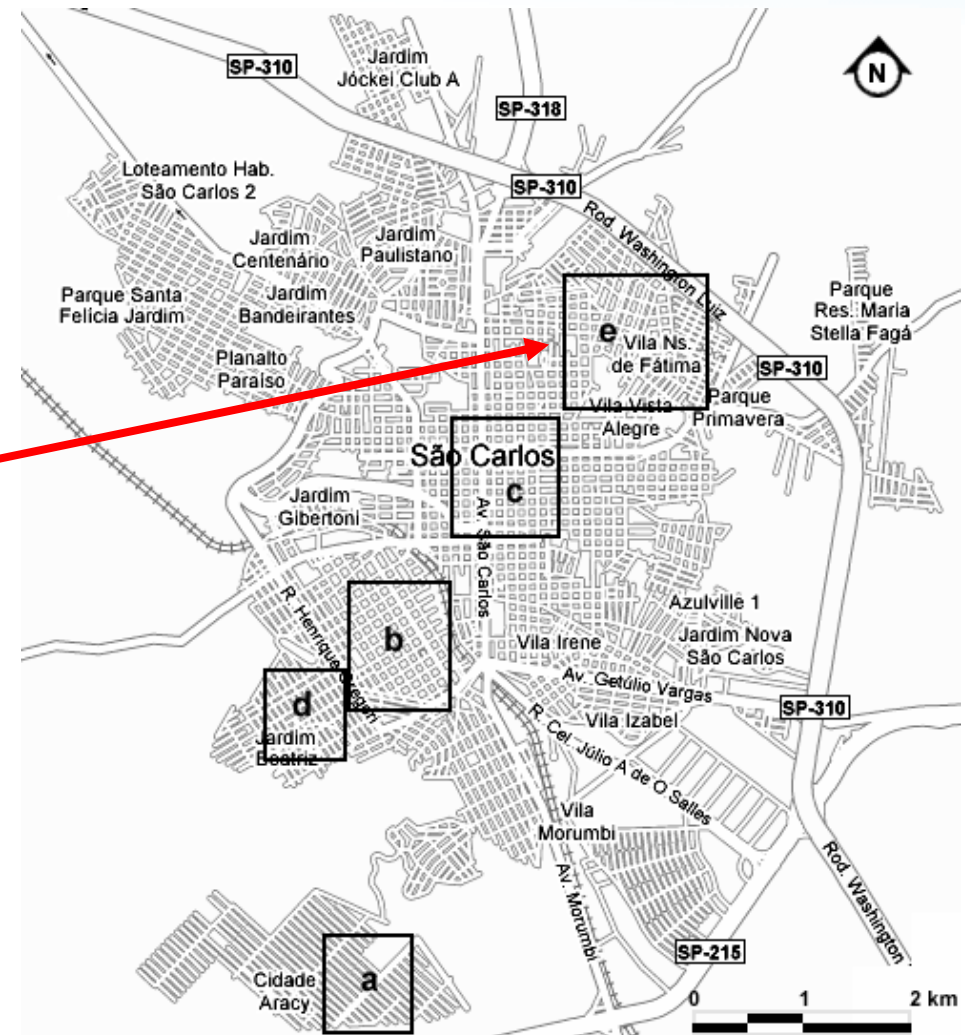
IX Brazilian Symposium on Geoinformatics



E1



E2



Introdução

Metodologia

Resultados

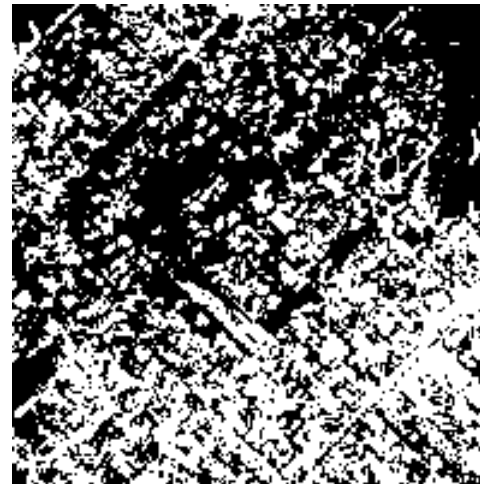
Conclusão



GEOINFO 2007

IX Brazilian Symposium on Geoinformatics

2. Binarização automática das imagens Método de Otsu



Imagens binárias não contém a riqueza de detalhes das imagens de nível de cinza



GEOINFO 2007

IX Brazilian Symposium on Geoinformatics

3. Estimação da dimensão fractal

Algoritmos:

Minkowski: imagens binárias

Box-Counting volumétrico: imagens níveis cinza



GEOINFO 2007

IX Brazilian Symposium on Geoinformatics

Minkowski

Dilatar os píxeis de interesse da imagem, gerando áreas com raio r

D_F é a relação entre as áreas Φ_r dilatadas e raios r

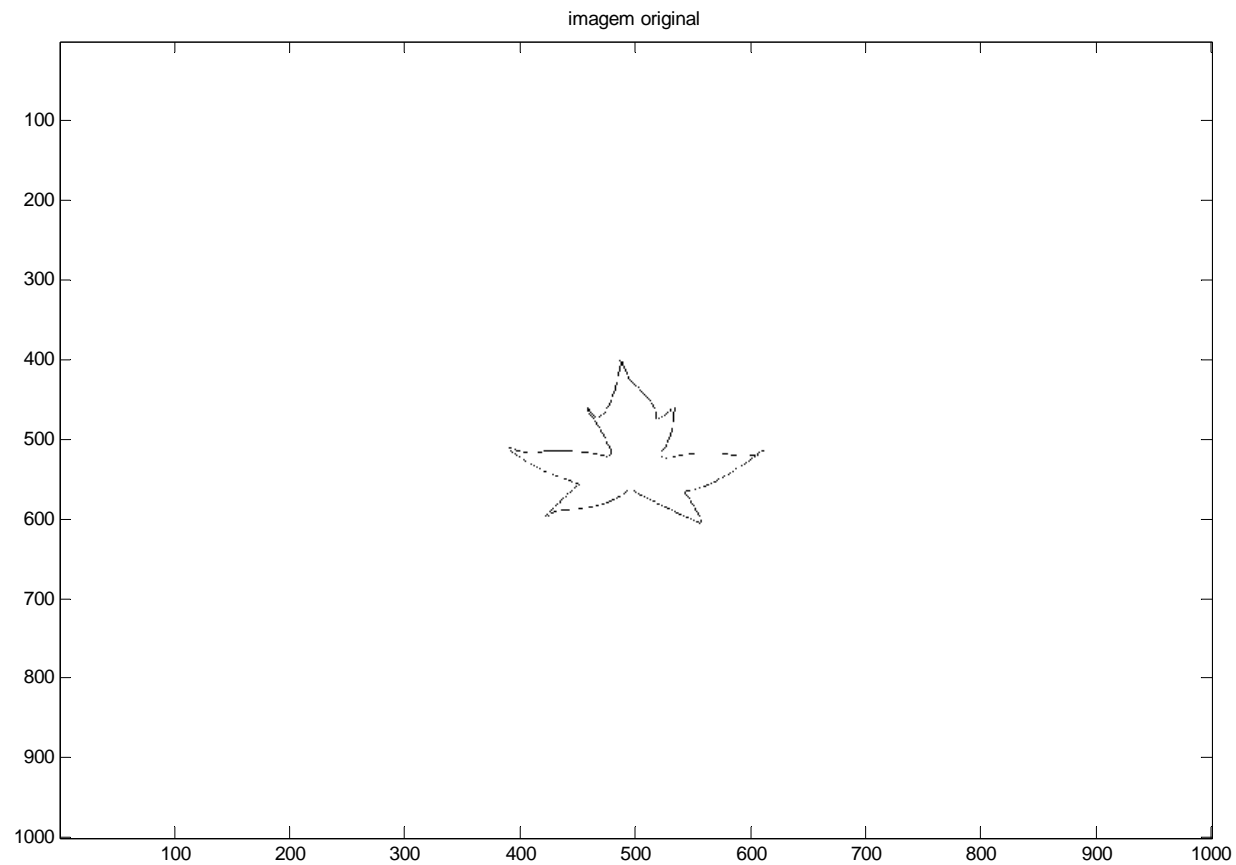
$$D_F \approx 2 - \frac{\log(\Phi_r)}{\log(r)}$$



GEOINFO 2007

IX Brazilian Symposium on Geoinformatics

Exemplo Minkowski

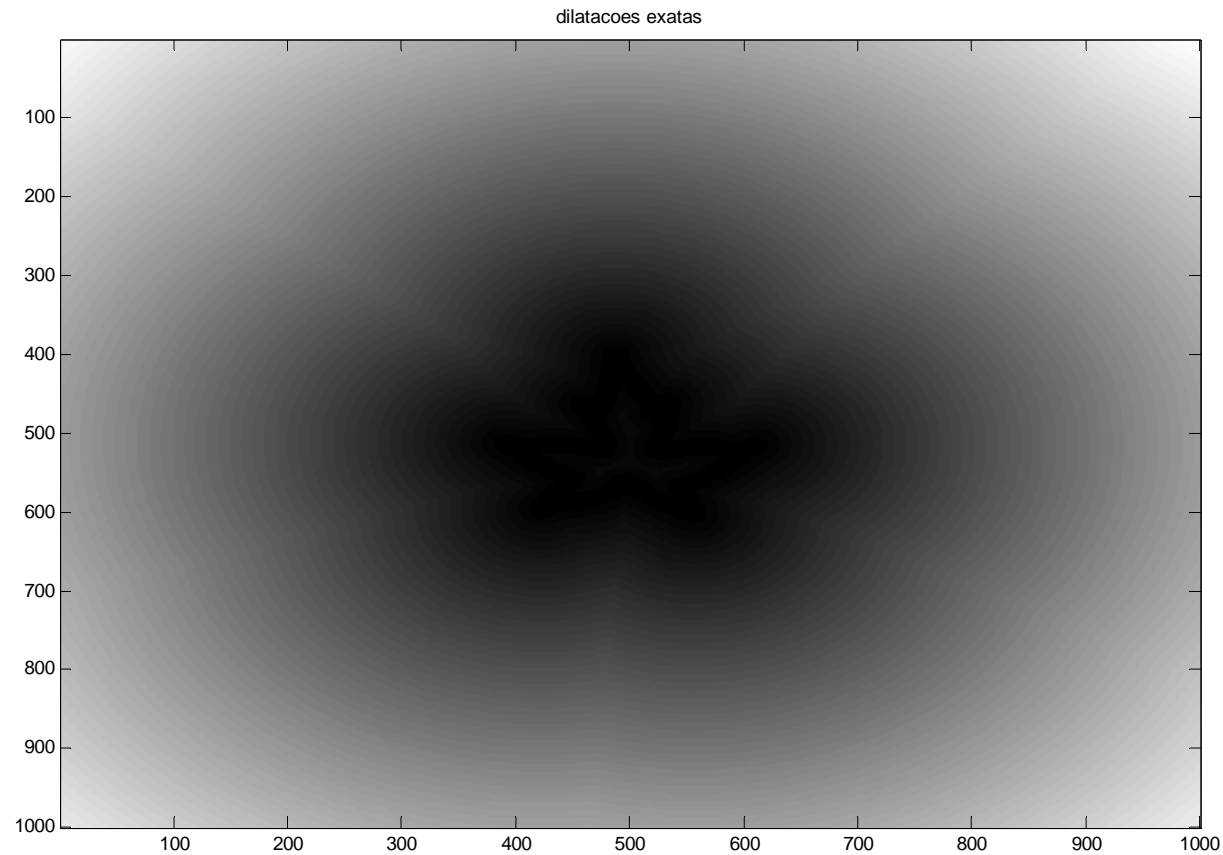




GEOINFO 2007

IX Brazilian Symposium on Geoinformatics

Exemplo Minkowski



Introdução

Metodologia

Resultados

Conclusão



GEOINFO 2007

IX Brazilian Symposium on Geoinformatics

Box-Counting 2D

Cobrir uma imagem com grades com caixas de tamanho r e contar o número de caixas com píxeis de interesse $N_A(r)$

D é a relação entre o número de caixas com píxeis de interesse $N_A(r)$ e o tamanho da caixa r

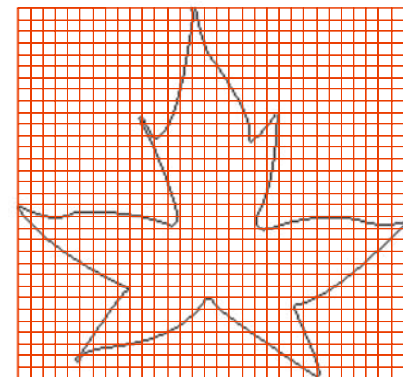
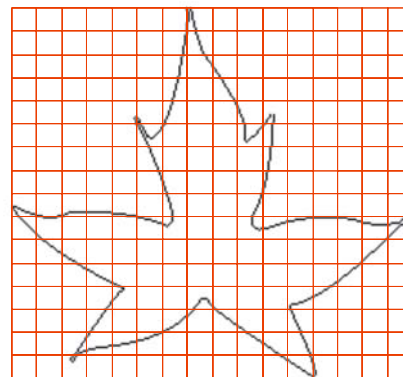
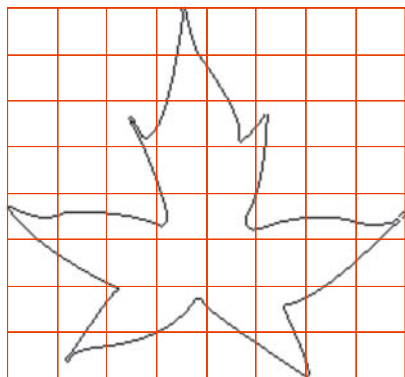
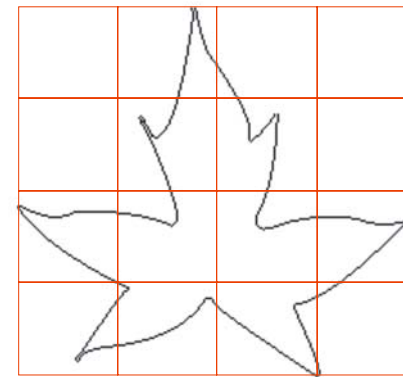
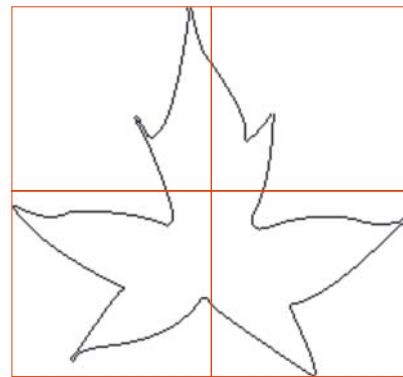
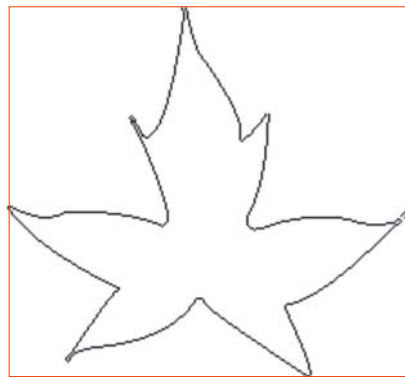
$$D = -\lim_{r \rightarrow 0} \frac{\ln(N_A(r))}{\ln(r)}$$



GEOINFO 2007

IX Brazilian Symposium on Geoinformatics

Exemplo Box-Counting 2D



Introdução

Metodologia

Resultados

Conclusão



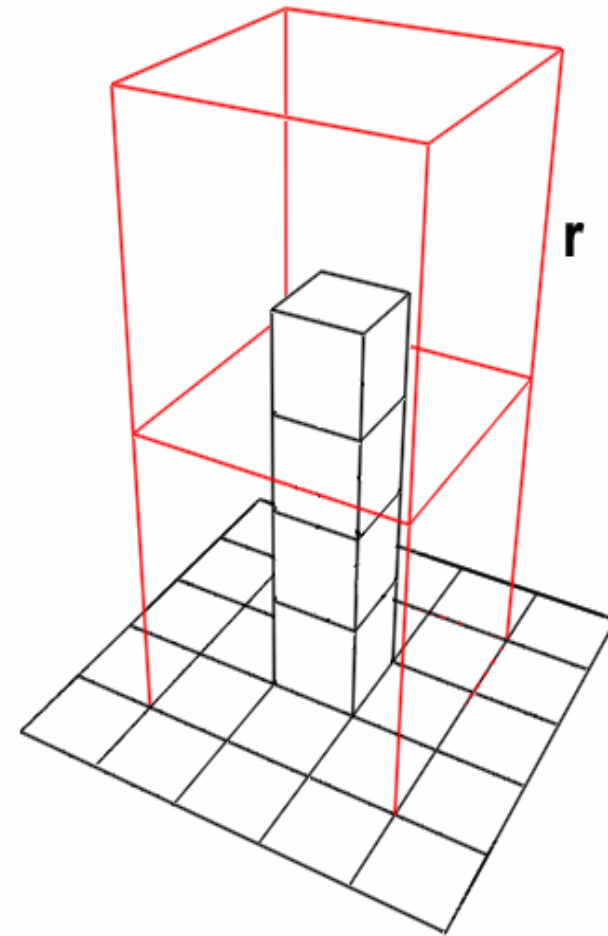
GEOINFO 2007

IX Brazilian Symposium on Geoinformatics

Box-Counting 3D

Intensidade do píxel na imagem

Caixas são substituídas por cubos



Introdução

Metodologia

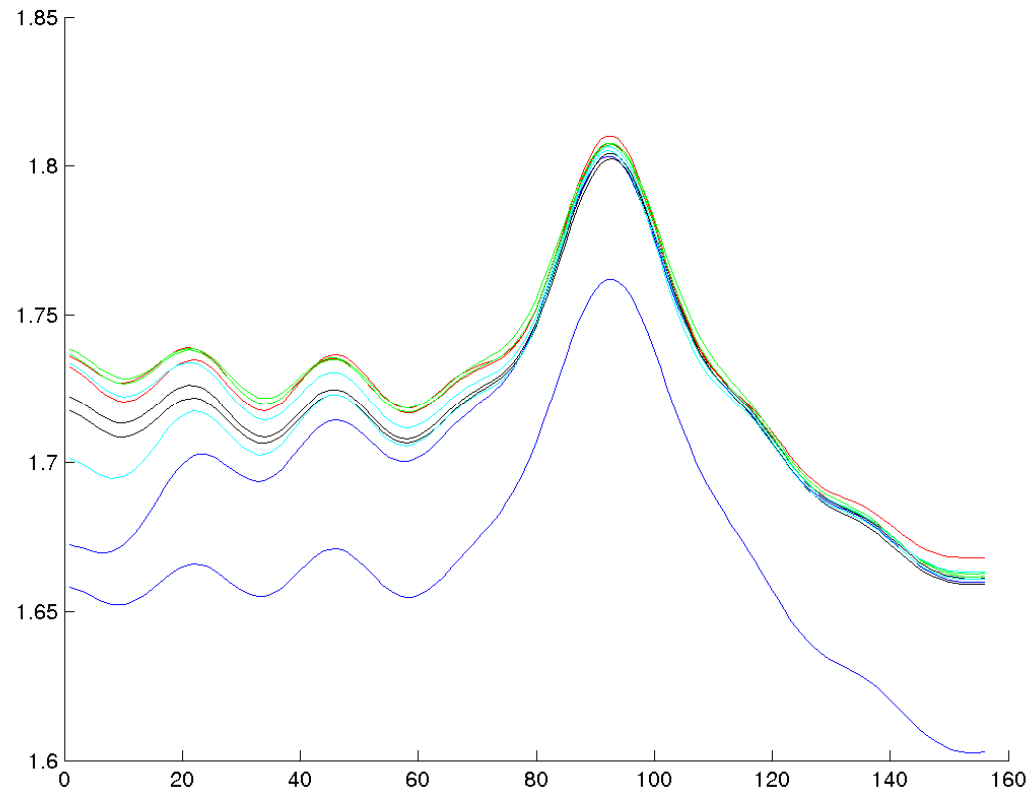
Resultados

Conclusão



GEOINFO 2007

IX Brazilian Symposium on Geoinformatics



Assinatura Minkowiski

Introdução

Metodologia

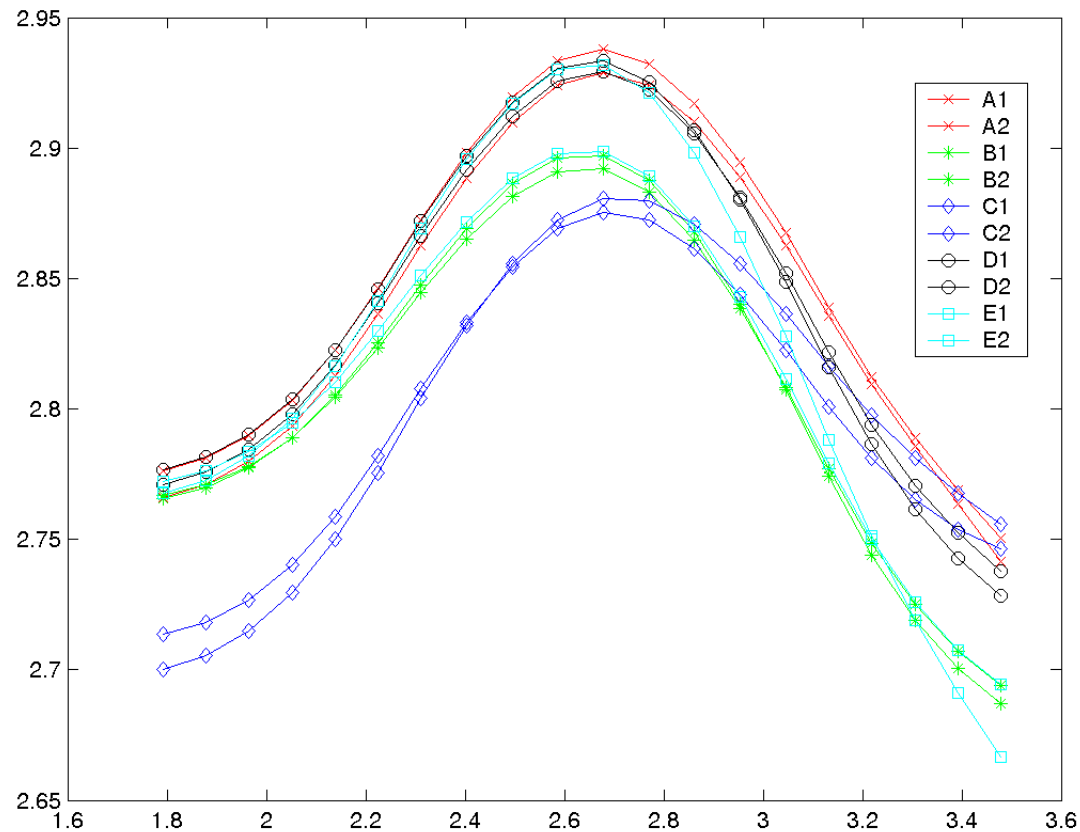
Resultados

Conclusão



GEOINFO 2007

IX Brazilian Symposium on Geoinformatics



Assinatura Box-Counting volumétrico

Introdução

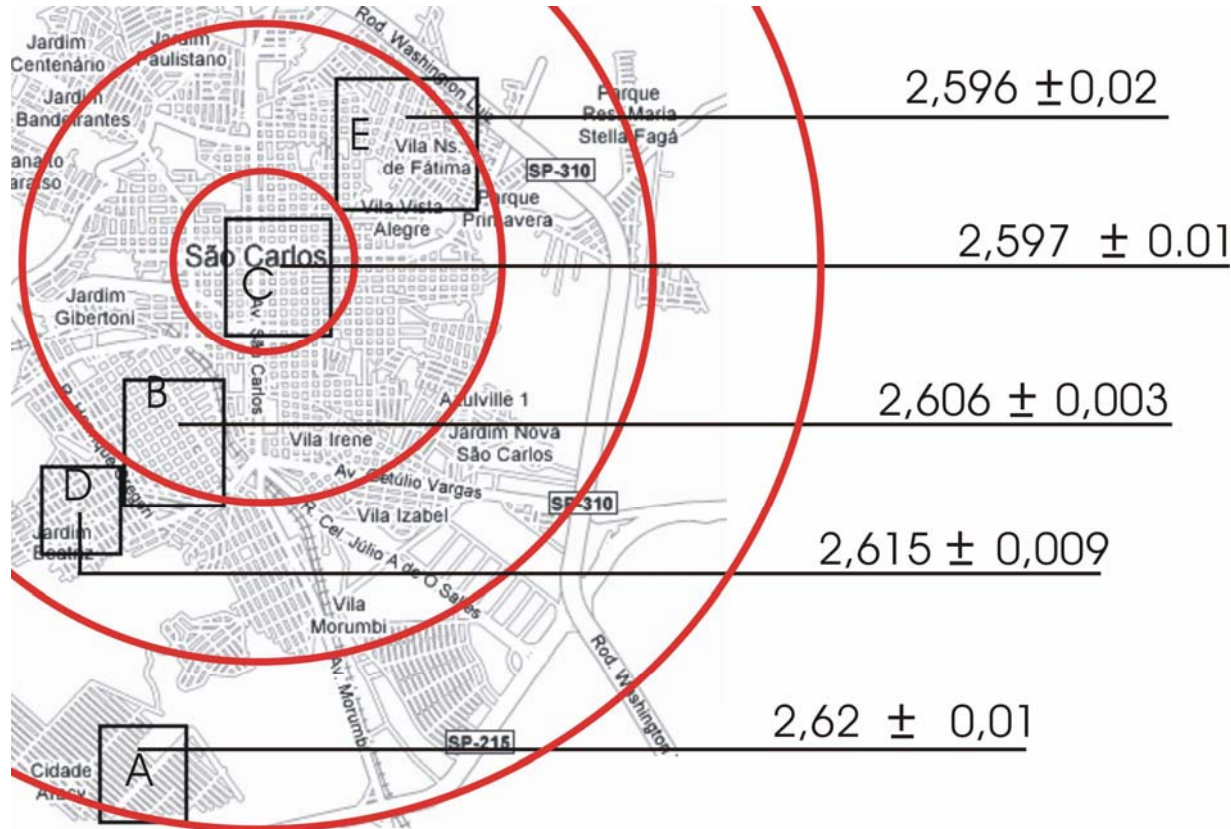
Metodologia

Resultados



GEOINFO 2007

IX Brazilian Symposium on Geoinformatics



À medida que se afasta do centro da cidade, o valor da dimensão fractal aumenta, maior complexidade das estruturas morfológicas

Introdução

Metodologia

Resultados

Conclusão



GEOINFO 2007

IX Brazilian Symposium on Geoinformatics

Forte correlação entre nível de complexidade e padrões morfológicos de áreas urbanas.

Áreas vizinhas ou que estejam a uma distância aprox. igual do centro da cidade apresentam valores de complexidade parecidos ou estruturas morfológicas semelhantes

Grande potencial da técnica na descrição e classificação de padrões morfológicos urbanos, importante no planejamento e gestão de cidades



GEOINFO 2007

IX Brazilian Symposium on Geoinformatics

André R. Backes

backes@icmc.usp.br

Adriana B. Bruno

adriana@arotechnica.com.br

Mauro N. Barros Filho

mbarrosfilho@gmail.com

Odemir M. Bruno

bruno@icmc.usp.br