

# A geometria fractal e suas aplicações em arquitetura e urbanismo

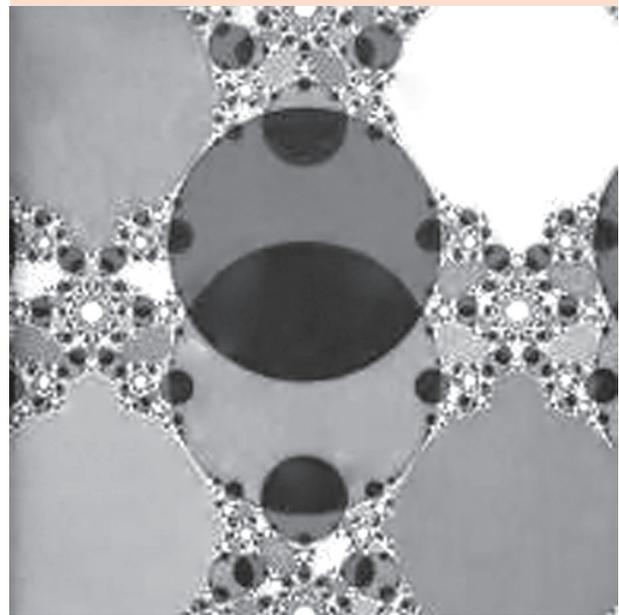
Ana Maria Sala Minucci Martins, André Felipe Henrique Librantz

Uninove, Departamento de Ciências Exatas, São Paulo – SP [Brasil]  
anaminucci@uninove.br

Está sendo desenvolvido projeto de pesquisa denominado Geometria Fractal e suas Aplicações em Arquitetura e Urbanismo, com o fito de estudar e desenvolver ferramentas analíticas e propositivas para serem aplicadas em arquitetura e urbanismo, com base em conceitos provenientes da geometria fractal.

A geometria fractal tem-se tornado, nas duas últimas décadas, uma importante ferramenta de análise e proposição em inúmeros campos do conhecimento humano (HOTT et al., 2005). Pelo fato de apresentar como resultado construções geométricas que podem receber tratamento gráfico (sombra, cor e luminosidade), em que formas simples geram entes geométricos complexos (Ilustração 1), a geometria fractal representa e descreve fenômenos da natureza, tais como planetas, nuvens, costas geográficas e a morfologia urbana, que a geometria tradicional euclidiana é incapaz de descrever.

O conhecimento da geometria fractal foi viabilizado pelo surgimento dos computadores, que passaram a oferecer a possibilidade de interações prolongadas de equações matemáticas, gerando não apenas listas de números, mas também estranhas e atraentes composições gráficas não-lineares. Os fractais têm contribuído, de forma significativa, para o avanço do conhecimento das novas ciências não-lineares – expressão usada para designar as teorias do caos, da complexidade, da catástrofe e outros fenômenos também não-lineares. Pesquisadores na área de arquitetura e urbanismo têm utili-



**Ilustração 1: Fractal *patchwork* auto-invertido do grupo de fractais estudados por Mandelbrot (1983)**

Fonte: Os autores.

zando a geometria fractal na elaboração de projetos urbanos e arquitetônicos. Há ainda arquitetos e artistas plásticos que se valem da geometria fractal não como ciência, mas como elemento de inspiração (Fotografia 1) a partir da estrutura e das propriedades que os fractais apresentam.

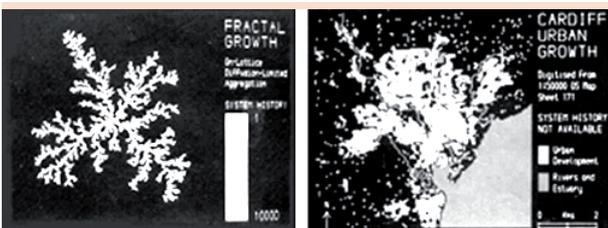
Na década de 1990, pesquisadores, como Batty e Longley (1994) e Frankhauser (1994), comprovaram que as cidades e as urbanizações em geral apresentam características que podem ser explicadas cientificamente pela geometria fractal. Um fato interessante é que as propriedades dos fractais são as mesmas dos padrões urbanos: não-homogeneidade, fragmentação, rugosidade, orga-



**Fotografia 1: Frank Gehry utilizou um software de arquitetura naval para modelar as formas fractais do Museu Guggenheim, em Bilbao (PEARSON, 2001)**

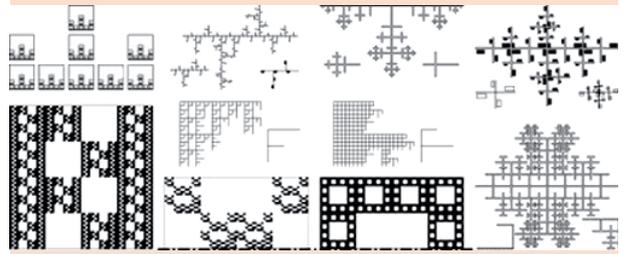
Fonte: Os autores.

nização hierárquica interna, mesmo princípio de distribuição dos elementos em várias escalas, existência de *clusters* em cada escala e a homogeneidade existente em casos restritos (BATTY; LONGLEY, 1994). Nesse sentido, pensar a cidade como um múltiplo fractal representa um grande avanço na ciência do urbanismo (BATTY; LONGLEY, 1994; FRANKHAUSER, 1994; SALINGAROS, 2005). Atualmente, os conceitos de geometria fractal são utilizados em escala urbana, para estudo de modelos de crescimento (Ilustração 2), como ferramenta de desenho (Ilustração 3) e também para estudos comparativos entre padrões fractais e outros indicadores, tais como índice de violência,



**Ilustração 2: Simulação elaborada com modelos fractais e uma cidade "real", Cardiff (BATTY; LONGLEY, 1994)**

Fonte: Os autores.



**Ilustração 3: Simulações de fractais matemáticos para planejamento de ruas e distribuição, localização e dimensionamento de imóveis (BATTY; LONGLEY, 1994)**

Fonte: Os autores.

qualidade urbana, características funcionais das cidades e evolução urbana.

Os fractais também têm sido utilizados em abstrações conceituais que visam a estabelecer critérios para planejamento urbano (HAYLES, 1990). Significativas tendências do urbanismo e do planejamento urbano atuais, tais como valorização da escala humana, participação e variedade de escalas, podem encontrar uma explicação científica nos conceitos apresentados pela geometria fractal (MARTINS, 2006). Esses estudos utilizam-se primordialmente de uma das mais importantes características do fractal: a auto-similaridade, propriedade que permite a simetria por meio dos vários níveis escalares. Em razão da relevância que a geometria fractal está adquirindo no cenário científico, demonstrando sua aplicabilidade para elaboração de análises e proposições nas áreas de projeto urbano, desenho urbano e planejamento urbano e regional, está em desenvolvimento o projeto de pesquisa denominado Geometria Fractal e suas Contribuições em Arquitetura e Urbanismo, com os seguintes objetivos: 1) produção de pesquisa bibliográfica da literatura que envolve o campo das ciências não-lineares com ênfase na geometria fractal, visando à sistematização das informações mais relevantes ao prosseguimento da pesquisa; 2) estudos de instrumentos propositivos e analíticos, baseados em conceitos de geometria fractal, inclusive por meio de *softwares*,

no campo da arquitetura e urbanismo; 3) pesquisa e desenvolvimento de instrumental analítico para estudos de padrões urbanos fractais. As medidas fractais podem contribuir para a análise de fenômenos particulares urbanos, como as favelas e a atual proliferação de condomínios fechados; 4) organização de critérios para criação de uma metodologia analítica e propositiva voltada à realização de planos urbanísticos que utilizem, na sua concepção, a lógica fractal.

## Referências

BATTY, M.; LONGLEY, P. *Fractal cities*. 1. ed. Londres: Academic Press, 1994.

FRANKHAUSER, P. *La fractalité des structures urbaines*. 1. ed. Paris: Anthropos-Economica, 1994.

HAYLES, N. K. *Chaos bound: orderly disorder in contemporary literature and science*. 1. ed. Londres: Cornell University, 1990.

HOTT, M. C. et al. Análise fractal de textura usando um operador de Hurst em uma imagem TM/Landsat 5. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. *Anais...* Goiânia: SBSR, 2005. p. 4.089-4.093.

MANDELBROT, B. B. *The fractal geometry of nature*. 1. ed. Nova York: Freeman, 1983.

MARTINS, A. M. S. M. Refractalising the cities. Study of case: São Paulo strategic master plan (2002). In: INTERNATIONAL PHD SEMINAR URBANISM & URBANIZATION, 3, 2006, Veneza. *Anais...* Veneza: Iuav, 2006. p. 177-183.

PEARSON, D. *New organic architecture. The breaking wave*. 1. ed. Berkeley: University of California Press, 2001.

SALINGAROS, N. A. *Principles of urban structure*. 1. ed. Londres: Paperback, 1995.

### Para referenciar este texto

MARTINS, A. M. S. M.; LIBRANTZ, A. F. H. A geometria fractal e suas aplicações em arquitetura e urbanismo. *Exacta*, São Paulo, v. 4, n. especial, p. 91-93, 25 nov. 2006.

