Caos, fractais e natureza

Anselmo José Spadotto[1]; Ivan Amaral Guerrini[1]; Eduardo Mendoza[2]; Sergio Pimenta[3]
1. UNESP; 2. UNESP; 3. Instituto Elo; 4. IBD

"Nuvens não são esferas, montanhas não são cones,
os cães não latem regularmente,
e os raios não caminham em linha reta." (Benoît Mandelbrot).

In recent years, the Fractal and Chaos Theory, developed by Benoit Mandelbrot in 1975, has received more attention by researchers. From the early years of this decade it has been called the "Fractal and Chaos Science", and no more theory, that looks for the holistic knowledge. The fractal dimension has been studied using the Spadotto Formula and Box-Counting methodology.

A DESCOBERTA

Há aproximadamente duas décadas o horizonte do homem começou a ser novamente aberto em termos de ciência. De fato, parece haver um consenso entre os cientistas de que novos caminhos precisam ser abertos.

Quase que por um ato consciente, por que não, num paralelismo de eventos, a natureza inspira a observar os seus detalhes. Não são somente as nuvens, montanhas, latidos e raios que não são regulares, como muito sabiamente Benoit Mandelbrot demonstrou. "Ai" de você se seu coração não bater irregularmente e "ai" do homem se os processos naturais não fossem irregulares.

CAOS E FRACTAIS

O estudo dos fractais, ou o estudo da realidade, está ligado à Teoria do Caos, que busca padrões organizados de comportamento e formas dentro de um sistema aparentemente aleatório. Então, aquelas irregularidades não são bem como poderiam parecer, são fractais ou organizadas. Na mitologia grega caos era o estado não-organizado, ou o terrível nada, de onde todas as coisas surgiam. A cosmologia de Orphic afirma que Chronos (tempo) deu origem a Ether e a Caos sendo que este formou um enorme ovo de onde nasceu o Paraíso. De acordo com a Teogonia de Hesíodo, o Caos precedeu a origem do mundo e dos deuses. Assim como a raposa, que não conseguindo apanhar as uvas disse que estas estavam verdes, o homem costuma chamar tudo o que

não pode compreender de caos; mas a verdade não é bem assim. Pode existir ordem numa aparente desordem.

QUE BIG BORBOLETA!

Pode o bater de asas de uma borboleta no interior da selva amazônica provocar um furacão no Texas? Só se for uma big borboleta mutante, satirizou um aluno do curso que ministrávamos. Uma das características de um sistema caótico é que ele sempre mostra sensibilidade às condições iniciais, ou qualquer perturbação no seu início pode levar a resultados inacreditáveis. Porém, compreendendo-se um sistema caótico, muitas vezes é possível entender como o sistema se comportará como um todo depois de certo tempo. No filme *Parque dos Dinossauros* o personagem que representava um consultor para assuntos caóticos contrariou as expectativas dos cientistas que construíram aquela quase perfeita estrutura, ao sugerir que um "efeito borboleta" poderia acontecer ali. Infelizmente, para os outros personagens, ele acertou.

A ESTRUTURA FRACTAL

A estrutura dos fractais é geométrica, de grande complexidade e beleza infinita. Não devemos nos impressionar com as palavras, pois tudo é relativamente simples. São estruturas geométricas porque existem no espaço numa certa dimensão, são de grande complexidade, mas por repetirem padrões simples, e de beleza infinita porque a verdadeira beleza é infinita. Portanto, os fractais são coisas simples, basta saber observar.

Fractais, sem recorrer às formalidades, são objetos ou comportamentos que apresentam autossimilaridade e complexidade infinita, ou seja, têm sempre cópias aproximadas dentro de si mesma.

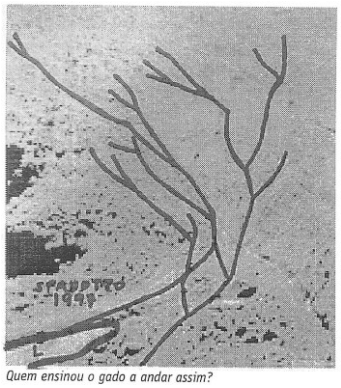
A DIMENSÃO DA REALIDADE

Um dos caminhos interessantes para entender caos e fractais é a Fórmula *Spadotto* (1996). Através dela pode-se determinar com praticidade a dimensão fractal (representada por D) e a dimensão inteira, se for o caso. Num outro artigo trataremos mais a respeito, mas para o momento, fica registrado que esta fórmula é a relação do todo com as partes, ou em outras palavras, onde: $\mathbf{V_2}$ é o volume aparente (uma

quantidade qualquer na dimensão fractal), **M** é a massa aparente (quantidade total no sistema inteiro) e **b** é o redutor dimensional.

$$D = \frac{\log V_2}{\log \sqrt[b]{M}}$$

Também será abordado o método prático para determinar a dimensão fractal em materiais porosos, o MC-D, como mais conhecido. Quanto mais se conhece dos conceitos, menos contas é preciso fazer. O importante é que a dimensão fractal pode ser determinada e ela pode mostrar a verdade das coisas para o homem.



Quem ensinou o gado a andar assim?

UMA AVENTURA FRACTAL NO TEMPLO DA SERPENTE

Muito se poderia dizer sobre este empolgante e importante assunto, e por enquanto, é interessante encerrar com uma pequena narrativa, um fato real. Em 1997, no mês de setembro, resolvemos levar os estagiários estrangeiros e brasileiros do departamento a um local nas imediações de Botucatu, batizado como Templo da Serpente pelo famoso *Frei Fidelis*. Alguns países estavam lá representados, como Espanha, Alemanha, Iugoslávia e, evidentemente, o Brasil. A narrativa com seus ricos detalhes será publicada posteriormente; o importante agora é registrar que lá do alto do monte, quando paramos para descansar numa enorme pedra, vimos padrões fractais desenhados no pasto: eram os caminhos do gado. Estes padrões eram semelhantes aos dos alvéolos pulmonares e das veias do coração. Fotografamos a cena e agora mostramos uma reprodução da nossa visão. E seria o caso de perguntar: Quem ensinou o gado a andar assim?

Originalmente publicado em:
SPADOTTO, A. J.; GUERRINI, I. A.; MENDOZA, E.; PIMENTA, S. Caos, fractais e natureza. *Agricultura Biodinâmica*, Botucatu, v. 80, p. 4-5, 1998.

Bibliografia (complementação após a publicação do artigo)

GLEICK, James. *Caos: a criação de uma nova ciência*. Tradução de Waltensir Dutra. Rio de Janeiro: Campus, 1989. 310 p.

MANDELBROT, Benoit B. *The Fractal Geometry of Nature*. San Francisco: W. H. Freeman and Company, 1982. 460 p.

SPADOTTO, A. J.; SERAPHIM, O. J. *Determinação da dimensão fractal pela fórmula Spadotto e pelo MC-D*. Revista Energia na Agricultura, Botucatu, v. 12, n. 4, p. 24-31, 1998.