



## **CÓDIGOS CORRETORES DE ERROS E FRACTAIS**

Mauro Luiz Brandão Junior (PIBIC/CNPq/FA/Uem), Eduardo Brandani da Silva (Orientador), e-mail: ebsilva@uem.br

Universidade Estadual de Maringá/ Centro de Ciências Exatas/ Maringá, PR

### **Ciências Exatas e da Terra - Matemática Discreta e Combinatória**

**Palavras-chave:** Códigos Corretores de Erros, Fractais, Códigos Convolucionais

#### **Resumo:**

O projeto tem como proposta o estudo de estruturas geométricas e algébricas na caracterização de processos de codificação, durante a transmissão de informações em comunicações digitais. É por meio destas estruturas que novas propostas de sistemas de transmissão digital, sistemas de quantização e sistemas de codificação/criptografia são pesquisadas. O objetivo principal desta proposta é incentivar o estudante na participação ativa em projetos de pesquisa, dando oportunidade de desenvolver a autonomia, o espírito investigativo e a pesquisa, estimulando-o a formular e verificar conjecturas.

Assim, através do estudo de conceitos métricos e topológicos em espaços métricos, o acadêmico será introduzido ao conceito de conjuntos fractais e sistemas iterados de funções, e em seguida se estudará conceitos básicos de códigos de bloco e convolucionais corretores de erros.

#### **Introdução**

No final da década de 40, Claude Shannon e Norbert Wiener estabeleceram os alicerces para o desenvolvimento de uma teoria estatística de comunicação com uma descrição probabilística para o canal no qual uma mensagem de um remetente é enviada até um destinatário.

O trabalho de Shannon (1948) difere do de Wiener na natureza do sinal que é transmitido. Na formulação de Shannon, a mensagem enviada pelo remetente é "codificada", isto é, cada mensagem que a fonte pode produzir é associada a um sinal de determinado conjunto, e esta "mensagem codificada" que é enviada para o destinatário. Esse último tem o papel de estimar a mensagem original tendo em vista a natureza estatística do canal, este processo é chamado de decodificação.



Desde então, a codificação e o conjunto de sinais utilizados para tal (chamados códigos) foram amplamente estudados. A introdução de estruturas algébricas e de aspectos topológicos empregados na descrição desses códigos resultaram em avanços no âmbito prático e no surgimento de uma teoria matemática consistente.

O termo fractal foi cunhado por Benoit Mandelbrot em 1975 para descrever uma classe de conjuntos "irregulares". Comumente, tais objetos são descritos com uma ideia pouco rigorosa que agrupa características naturais a intuição. A grosso modo, um conjunto fractal é tal que independentemente do quanto este é ampliado, menores e menores "irregularidades" podem ser observadas.

Para definir fractal em termos mais concretos, Mandelbrot utilizou do fato de que essas anomalias apresentam aspectos de medida que as diferem de objetos geométricos "regulares". Nas palavras de Mandelbrot: "Um fractal é por definição um conjunto cuja dimensão de Hausdorff-Besicovitch é estritamente maior do que a dimensão topológica". Entretanto, algum tempo depois, observou-se que muitos conjuntos que pela intuição seriam caracterizados como fractais não satisfazem a definição acima.

A dificuldade em caracterizar objetos que são intuitivamente "irregulares" não diminuiu o interesse no assunto. Fractais surgem naturalmente como atratores de vários sistemas dinâmicos, de forma que a teoria de sistemas é enriquecida com os aspectos geométricos e topológicos dos fractais. O motivo pela recente explosão de interesse em fractais reside também na grande quantidade de situações práticas que esses objetos abstratos servem de modelo. Mandelbrot (1982) advogou extensivamente em favor da utilização de tais modelos.

Existem algumas relações entre conjuntos fractais e a teoria estatística de comunicação (ou teoria da informação), como por exemplo a utilização de sistemas dinâmicos empregados na modelagem de fontes de informação. Notoriamente, Barnsley (1993) desenvolveu um método de compressão de dados utilizando fractais no final dos anos 80, obtendo diversas patentes sobre a tecnologia.

## **Materiais e métodos**

A metodologia do projeto se deu pela leitura de capítulos de livros e artigos sobre o assunto, e a apresentação semanal de seminários com o orientador e o co-orientador.

## **Resultados e Discussão**

Os resultados obtidos tratam-se da introdução ao acadêmico a aspectos gerais da teoria clássica de codificação e de fractais, como a introdução a



códigos lineares sobre um corpo finito e a construção do *Espaço Fractal*. Tópicos de topologia métrica também foram estudados para a compreensão dos dois assuntos supracitados.

Os exemplos clássicos de fractais como o Conjunto de Cantor dos Terços Médios e o Triângulo de Sierpinski foram revisitados sob o viés mais rigoroso de Barnsley (1993). Sob esse aspecto, alguns resultados clássicos para fractais foram estudados, como o *Teorema da Colagem*.

No que diz respeito a teoria de codificação, códigos de bloco sobre um alfabeto finito foram amplamente abordados. Também foram feitos estudos introdutórios sobre códigos convolucionais.

## Conclusões

O acadêmico foi introduzido a conceitos de conjuntos fractais e em seguida a conceitos básicos de códigos de bloco e convolucionais corretores de erros, que são tópicos relevantes na teoria de codificação, e portanto na transmissão de informação em comunicações digitais.

A participação ativa em um projeto de pesquisa também proporcionou um grande desenvolvimento da autonomia e do espírito investigativo do acadêmico.

## Agradecimentos

Agradecimentos ao CNPq, a Fundação Araucária e a UEM pelo apoio financeiro.

## Referências

BARNSELY, M. F., **Fractals Everywhere**, 2nd ed., Boston:Academic Press, 1993.

MANDELBROT, B., **The Fractal Geometry of Nature**, New York:W. H. Freeman and Co., 1982.

SHANNON, C. E., A Mathematical Theory of Communication, **The Bell System Technical Journal**, Vol. 27, p. 623-656,1948.