

Fabricando Fractais

Nome do pesquisador (orientador interno): Nicholas Figueiredo Prestes

Coordenação: COMAN

Nome do pesquisador ou tecnologista (coorientador/colaborador externo, se houver):

Instituição de Pesquisa Externa (se houver): _____

Título do projeto: Fabricando Fractais

Palavra-chave: Fractais, transporte eletrônico

Área de conhecimento: Física da matéria condensada

Pré-requisito desejado: Estudante de graduação em física e áreas afins.

Possibilidade de orientação remota: () Sim (X) Não

Resultante principal do Projeto:

- (X) Publicação (horizonte de 4 anos).
- (X) Preparação do bolsista para área científica.
- () Produto tecnológico.
- () Produto educacional ou didático.

Rio de Janeiro, 01 de Setembro de 2025

Fabricando fractais

1. Introdução

Fractais são estruturas geométricas caracterizadas pela repetição de padrões em diferentes escalas, um fenômeno conhecido como autossimilaridade. Diferente das figuras geométricas clássicas, os fractais podem apresentar detalhes infinitos e complexidade mesmo em escalas muito pequenas. Essa propriedade os torna úteis para descrever formas irregulares e processos caóticos encontrados na natureza, como o contorno de nuvens, costas marítimas, galhos de árvores e padrões de crescimento de cristais.

O conceito moderno de fractal foi formalizado por Benoît Mandelbrot na década de 1970, embora ideias relacionadas já aparecessem em estudos anteriores, como a curva de Koch e o conjunto de Cantor. Os fractais podem ser definidos por equações matemáticas iterativas, que repetem um processo simples diversas vezes, gerando figuras visualmente complexas.

Além de sua beleza estética e impacto artístico, os fractais possuem aplicações práticas em áreas como compressão de imagens, análise de sinais, modelagem de estruturas naturais e simulação de fenômenos físicos. Eles também são ferramentas valiosas no estudo de sistemas dinâmicos e caos determinístico. Ao unir matemática, arte e ciência, os fractais revelam como regras simples podem dar origem a formas extraordinariamente complexas, desafiando a fronteira entre ordem e desordem.

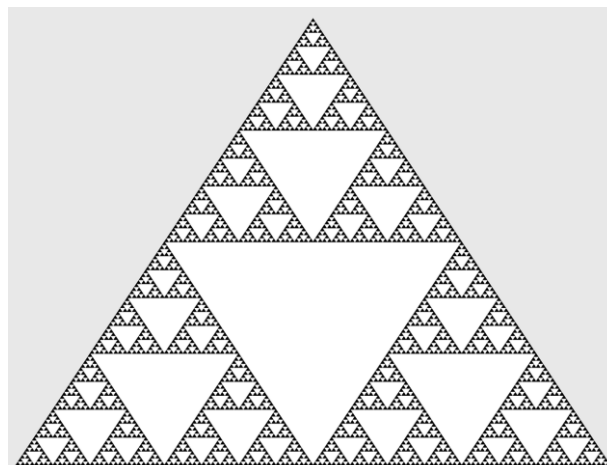


Figura 1: Desenho esquemático de um fractal denominado triângulo de Sierpinski [1]

Resultados recentes mostram que morfologia fractais em cristais de bismuto combinadas às características eletrônicas intrínsecas deste material resultam na emergência de propriedades de transporte eletrônico singulares e de alto interesse [2]. Nesse projeto nos propomos a utilizar técnicas avançadas de micro e nanofabricação para o desenvolvimento de dispositivos fractais de materiais metálicos e a exploração de suas propriedades magnéticas e de transporte eletrônico.

2. Objetivos gerais:

- Depositar e otimizar filmes finos metálicos.
- Microfabricar dispositivos diferentes geometrias.
- Realizar medidas de magnetorresistência, transporte eletrônico e resposta magnetoelétrica.

4. Metodologia

1. Deposição de Filmes Finos: Uso de técnicas como sputtering em ultra-alto vácuo para a deposição de multicamadas metálicas (ex: Co/Ru/Co).
2. Caracterização Estrutural e morfológica: Difração de raios X (DRX) e microscopia de força atômica (AFM).
3. Microfabricação de Dispositivos: Processos litográficos (fotolitografia ou e-beam) definir estruturas funcionais.
4. Medidas de Transporte: Medidas elétricas em função de campo magnético e temperatura, utilizando sistema de criostato com controle de temperatura.

5. Referências Bibliográficas

[1] WIKIPÉDIA — Enciclopédia Livre. Fractal. Disponível em: Wikipédia, a enciclopédia livre. Última edição em 12 de dezembro de 2024. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Fractal>. Acesso em: 11 ago. 2025.

[2] Canyellas, R., Liu, C., Arouca, R. et al. Topological edge and corner states in bismuth fractal nanostructures. Nat. Phys. 20, 1421–1428 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41567-024-02551-8>