



---

## PROJETO – DE – PESQUISA

### Programa de Iniciação científica e Tecnológica CBPF

---

Nome do pesquisador ou tecnologista (orientador interno):

**DANIEL ACOSTA AVALOS**\_\_\_\_\_

Coordenação: **COMAN**\_\_\_\_\_

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

\_\_\_\_\_

Instituição de Pesquisa Externa (se houver): \_\_\_\_\_

Título do projeto: **Estudo das trajetórias de movimento de microorganismos magnetotacticos.**\_\_\_\_\_

Palavra-chave: **cinemática, biofísica, bacterias magnetotacticas, magnetismo**

Área de conhecimento: **Biofísica**

Pré-requisito desejado (se houver): **sem pre-requisitos**\_\_\_\_\_

Possibilidade de orientação remota:     ( **X** ) Sim     ( ) 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, 02 de agosto de 2023

# Projeto

**Projeto:** Estudo das trajetórias de movimento de microorganismos magnetotáticos.

## Resumo:

O presente projeto tem por objetivo estudar os parâmetros das trajetórias de movimento de diferentes microorganismos magnetotáticos não cultivados. A ideia é estudar as frequências de oscilação do corpo bacteriano que estão associadas com a frequência de giro dos flagelos, e observar se esta frequência muda com o estímulo aplicado.

## Introdução:

As bactérias são os organismos procariotas mais simples. Eles não apresentam núcleo, porém podem apresentar diferentes organelas. No caso das bactérias magnetotáticas, elas apresentam a cadeia de magnetossomas, que consistem de nanopartículas magnéticas envolvidas por uma membrana proteica [1,2]. Esta cadeia confere às bactérias magnetotáticas um momento magnético que lhes permite interagir com o campo geomagnético. Existem organismos magnetotáticos com estrutura helicoidal, como o procarioto magnetotático multicelular *Candidatus Magnetoglobus multicellularis*, observada através da microscopia eletrônica de varredura.

O alinhamento da direção de nado de um microorganismo magnetotático com a direção de um campo magnético externo é conhecida como magnetotaxia. Este fenômeno depende fortemente da presença de um momento dipolar magnético na bactéria [3].

Na natureza são observados dois tipos de magnetotaxia: polar e axial. No caso da magnetotaxia polar, as bactérias magnéticas nadam consistentemente para um dos polos magnéticos de um ímã. Assim, são classificadas como NS (North Seeking) aquelas que nadam no sentido do polo Sul de um ímã e como SS (South Seeking) aquelas que nadam no sentido do polo Norte de um ímã. Bactérias magnetotáticas NS são predominantes no hemisfério Norte do planeta, enquanto bactérias magnetotáticas SS são predominantes no hemisfério Sul. No equador geomagnético foram observados ambos tipos de bactérias magnetotáticas numa proporção de 50% cada. Aqui no Rio de Janeiro a maioria das bactérias magnetotáticas coletadas em lagoas e praias são tipo SS. Porém, existe uma pequena proporção de bactérias tipo NS.

Recentemente temos estudado o movimento do organismo magnetotático *Candidatus Magnetoglobus multicellularis* e de bactérias magnetotáticas da Lagoa Rodrigo de Freitas. Teoricamente sabe-se que a trajetória do movimento deve ser uma hélice cilíndrica. Porém, no caso do organismo *Candidatus Magnetoglobus multicellularis* e das bactérias magnéticas parece que a trajetória é mais complexa que uma hélice, sendo a superposição de duas hélices. Nestes estudos foi feita a análise de filmes gravados com taxas de 80 quadros por segundo, mas nunca foi feito usando uma taxa de 187 quadros por segundo. Esta maior taxa é interessante, pois permitira observar as frequências associadas com a oscilação do corpo celular, as quais são geradas pelo movimento flagelar.

## Objetivos:

Estudar as trajetórias de movimento de bactérias magnetotáticas usando filmes de alta velocidade.

## Metodologia:

Serão estudadas bactérias magnetotáticas em formato de cocos, as quais são encontradas usualmente nos sedimentos da Lagoa Rodrigo de Freitas, os procaríotos magnetotáticos multicelulares que são esféricos e também de outros formatos obtidas num rio de água doce de Maricá, Rio de Janeiro. Os sedimentos serão armazenados em aquários no laboratório, em condições de temperatura e iluminação ambiental. Os microorganismos serão isoladas usando um isolador de vidro, que é um recipiente cilíndrico de vidro com pontas capilares nos extremos. Na frente de uma ponta capilar, o polo Norte de um ímã de terra rara será colocado para estimular as bactérias a se aproximarem do capilar. Uma gota será retirada do capilar após 5 minutos e será observada num microscópio ótico invertido. O movimento será filmado usando uma webcam Sony PSP que permite filmar a uma taxa de 187 quadros por segundo. As coordenadas da trajetória serão obtidas usando o programa ImageJ (NIH – USA). O movimento será estimulado mediante a aplicação de um campo magnético externo. As coordenadas obtidas serão analisadas usando o programa Microcal Origin, para ajustar os dados para a soma de funções senoidais. Serão analisadas trajetórias de movimento para diferentes valores de campo magnético externo.

Com isto poderemos analisar os parâmetros da trajetória helicoidal em função do campo magnético. Em particular, analisar se a frequência de oscilação do corpo celular depende do valor do campo magnético aplicado.

## Cronograma

O estudo está planejado para ser desenvolvido em 12 meses, segundo a tabela a seguir:

Meses	Atividades
1 a 2	Pesquisa Bibliográfica e planejamento
3 a 6	Filmagem do movimento e obtenção de coordenadas
7 a 10	Análise das coordenadas, obtenção dos parâmetros das trajetórias
11 a 12	Análise dos resultados, obtenção das conclusões e preparação de apresentação.

## Referências:

1. Richard Blakemore (1975) Magnetotactic bacteria. *Science* 190:377-379
2. Bazylinski D.A.; Frankel R. B. (2004) Magnetosome formation in prokaryotes. *Nature Reviews* 2: 217-230
3. Frankel, R.B.; Blakemore R.P. (1980) Navigational compass in magnetic bacteria. *Jour. Mag. Mat.* 15-18: 1562-1564
4. Esquivel, D.M.S.; Lins de Barros, H.G.P. (1986) Motion of magnetotactic microorganisms. *J. Exp. Biol.* 121: 153-163



