

PROJETO – DE – PESQUISA

Programa de Iniciação científica e Tecnológica

CBPF

Nome do pesquisador ou tecnologista (orientador interno):

Gisele Maria Leite Dalmonico

Coordenação: **COMAN**

Título do projeto 1: Nanoengenharia de Biomateriais para Regeneração Óssea: Estrutura, Interface e Função

Palavra-chave: **microscopia eletrônica, nanoestrutura, biomateriais.**

Área de conhecimento: **Engenharia de Materiais**

Pré-requisito desejado (se houver):

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

Resultante principal do Projeto:

(x) Publicação (horizonte de 4 anos).

(x) Preparação do bolsista para área científica.

(x) Produto tecnológico.

() Produto educacional ou didático.

1- Motivação:

O emprego de materiais para reparo ou substituição de tecidos lesionados constitui estratégia essencial em diversos tratamentos, particularmente em implantes e próteses ortopédicas. Espera-se que esses materiais apresentem biocompatibilidade, biodegradação controlada e propriedades biomecânicas semelhantes às do tecido ósseo circundante, promovendo assim um reparo ósseo eficiente. Apesar dos avanços recentes, o desenvolvimento de novos biomateriais ainda enfrenta o desafio de estabelecer relações precisas entre parâmetros estruturais em escala nanométrica e desempenho funcional em ambiente biológico. A caracterização detalhada da organização cristalina, da topologia superficial e das transformações estruturais que ocorrem após a implantação é essencial para fundamentar o projeto racional de materiais bioativos. Investigar, em nível nanométrico, como o tecido ósseo neoformado interage com a superfície do biomaterial e como essa interface se modifica durante a degradação controlada do implante permite

identificar mecanismos físico-químicos determinantes para adesão, bioabsorção e estabilidade estrutural. Essa abordagem é crucial para orientar o desenvolvimento de compósitos com propriedades ajustáveis e desempenho otimizado, baseados em critérios estruturais quantitativos.

Este projeto investiga biomateriais nanoestruturados desenvolvidos para a regeneração do tecido ósseo, com foco na correlação entre estrutura cristalina, organização topológica e desempenho biológico. Serão estudados biomateriais constituídos por um arcabouço mineralizado de hidroxiapatita associado a uma fase orgânica, cuja arquitetura hierárquica em escala nanométrica influencia diretamente propriedades como bioabsorção, reatividade superficial e integração com o tecido ósseo. A primeira etapa do projeto envolve a caracterização físico-estrutural do material após a síntese, por meio de microscopia eletrônica de alta resolução, difração de elétrons e difração de raios X. Na segunda etapa, o mesmo conjunto de técnicas será aplicado a amostras recuperadas após implantação *in vivo*, permitindo comparar as transformações estruturais e os mecanismos de interação na interface osso/biomaterial. O projeto incorpora ainda abordagens tridimensionais, como microscopia de duplo feixe (FIB-SEM) e tomografia eletrônica, possibilitando a obtenção de modelos tridimensionais da nanoarquitetura e a análise quantitativa de suas modificações ao longo do processo de regeneração. Ao integrar conceitos de física da matéria condensada, nanotecnologia e biomineralização, o estudo busca compreender como parâmetros estruturais em escala nanométrica governam o desempenho funcional do biomaterial, contribuindo para o desenvolvimento e a otimização de novos materiais destinados à bioengenharia óssea.

2- Resultados esperados:

A partir dos resultados obtidos, espera-se obter uma caracterização estrutural e cristalográfica abrangente dos biomateriais nanoestruturados antes da implantação, incluindo parâmetros quantitativos relacionados à morfologia, tamanho e distribuição de nanopartículas, grau de cristalinidade, orientação preferencial, porosidade e organização espacial das fases mineral e orgânica. A partir de séries tomográficas adquiridas por FIB-SEM (Focused Ion Beam–Scanning Electron Microscopy) e Microscopia Eletrônica de Transmissão (MET), pretende-se gerar reconstruções tridimensionais da nanoarquitetura do material, permitindo análises quantitativas de conectividade estrutural, heterogeneidades composicionais e hierarquia organizacional.

O presente projeto também almeja estabelecer correlações entre parâmetros físico-estruturais obtidos por microscopia eletrônica de alta resolução, difração de elétrons e difração de raios X. De forma complementar, a comparação com amostras pós-implantação permitirá avaliar como características estruturais iniciais influenciam os mecanismos de transformação e interação na interface osso/biomaterial.

Do ponto de vista de formação do aluno, o projeto proporcionará uma especialização em técnicas avançadas de caracterização de materiais, incluindo preparação de amostras por FIB, aquisição e reconstrução tomográfica, análise cristalográfica por difração de elétrons, interpretação de padrões de difração de raios X e processamento quantitativo de imagens por softwares dedicados.