

Supercondutividade em materiais de elementos leves

Orientador: Dr. Ulisses Ferreira Kaneko

Co-Orientadora: Dra. Danusa do Carmo

Introdução e Estado da Arte

A supercondutividade é um tema relevante em nossa sociedade a pelo menos um século com várias aplicações importantes nas áreas da saúde, do transporte e no campo da instrumentação científica. No entanto o número de aplicações poderia ser muito maior caso novos materiais fossem supercondutores em condições ambientes. Nesse caso, esses novos materiais poderão transportar uma corrente elétrica por longas distâncias sem dissipação de energia ao longo do caminho como acontece com nossas linhas de transmissão de energia elétrica. Podemos dizer que um dos alvos principais da pesquisa em supercondutores é aumentar a temperatura crítica (T_c) na qual o material apresenta as propriedades supercondutoras, de temperaturas muito baixas para próximo da temperatura ambiente. Apesar de grande esforço ter sido realizado ao longo desse último século para aumentar a T_c de diferentes classes de supercondutores, a maior temperatura reportada não é muito maior que 150 K. Essa situação começou a mudar na última década, quando pesquisadores resolveram colocar um segundo parâmetro termodinâmico em jogo, a pressão. Utilizando um instrumento científico capaz de simular pressões e temperatura da ordem da do centro da Terra, pesquisadores mostraram que materiais à base de hidrogênio apresentam T_c próxima da temperatura ambiente, contudo em pressões 1 milhão de vezes a pressão do nível do mar [1-3]. Poucas semanas atrás, pesquisadores da Universidade de Rochester publicaram uma *Nature* afirmando que encontraram supercondutividade a temperatura ambiente em um novo material contendo Nitrogênio, Lutécio e Hidrogênio em pressões de apenas 10 mil vezes a pressão atmosférica [4]. Essa questão será realmente validada quando outros grupos de pesquisa conseguirem reproduzir o experimento e é exatamente nesse contexto que pretendemos desenvolver esse projeto de bolsa de iniciação científica que tem como principal objetivo o desenvolvimento de novos materiais supercondutores à base de elementos leves. O interessante desse projeto é que as primeiras etapas já foram cumpridas no projeto bolsa verão 2023 do CNPEM, de modo que já temos alguns resultados preliminares e experiência no processo. No entanto é preciso avançar um pouco mais no tratamento de dados para que a melhor rota de síntese seja estabelecida. Ao longo desse projeto de iniciação científica, o bolsista terá a oportunidade de estar próximo de uma das maiores infraestrutura de pesquisa do país, trabalhar em um tema científico muito relevante, aquecido e desafiador, e poderá dar sua contribuição na história da supercondutividade.

Objetivos e Métodos

Esse projeto de iniciação científica tem por objetivo a formação e capacitação de recurso humano na área de técnicas de luz síncrotron em condições extremas com foco na síntese em altas pressões e temperaturas de novos materiais que possam apresentar fases supercondutoras. Para o desenvolvimento do projeto o bolsista deverá adquirir habilidades de alinhamento de dispositivos de altas pressões usando diamantes e aplicação de altas temperaturas através de lasers de infravermelho. Deverá dominar as técnicas de difração de raios X síncrotron e espectroscopia Raman. Finalmente, deverá continuar o desenvolvimento pré-existente de ferramentas de aprendizado de máquina para a análise dos dados.

Cronograma

1° bimestre: Análise dos dados preliminares de três amostras sintetizadas no programa bolsa verão 2023, melhorias no código de aprendizagem de máquina para visualização de mapas de difração de raios X.

2° bimestre: Treinamento no Laboratório de Condições Termodinâmicas Extremas (LCTE). Aprofundamento teórico sobre tecnologia sincrotron, técnicas de difração de raios X e espectroscopia Raman.

3° bimestre: Montagem de amostras no aparato experimental de diamantes para aplicação de pressão. Treinamento para aplicação de altas temperaturas com laser de infravermelho. Síntese de novas amostras através de altas pressões e temperaturas, primeiras medidas de espectroscopia Raman. Participação do Congresso de Estudantes e Estagiários do CNPEM.

4° bimestre: Análise dos novos dados de espectroscopia Raman e medidas de difração de raios X na linha EMA.

5° bimestre: Análise dos novos dados de difração de raios X.

6° bimestre: Finalização do relatório final do projeto de iniciação científica.

Referências

[1] A. P. Drozdov et al., Nature 525, 73 (2015).

[2] A. P. Drozdov et al. Nature 569, 7757 (2019).

[3] E. Snider et al. Nature, 586, 7829 (2020).

[4] N. Dasenbrok-Gammon et al. Nature 615, 244 (2023).