

Solicitação de claro para Prof. Doutor

Área: O uso da luz, de altos campos magnéticos e de baixas temperaturas na investigação da matéria

Grupo proponente: Laboratório de Estado Sólido e Baixas Temperaturas e Laboratório de Magneto-Óptica e Espectroscopia Não-Linear

1. Justificativa científica devidamente circunstanciada

a. Descrição da área de pesquisa e sua relevância atual na área de Física, destacando seu impacto nacional e internacional

Ao longo das últimas décadas houve uma dramática evolução da tecnologia de lasers pulsados, que continua em andamento atualmente. Essa tecnologia permitiu desvendar uma enormidade de novos processos, tais como por exemplo a evolução temporal de reações químicas, que deu o prêmio Nobel de química a Ahmed Zewail em 1999, um dos pioneiros desta tecnologia, ou à descoberta do Efeito Hall de Spin (2006). Lasers pulsados são caracterizados pelos seguintes parâmetros: comprimento de onda central do pulso, duração do pulso, energia do pulso, e frequência dos pulsos. A escolha adequada destes parâmetros possibilita direcionar a investigação para uma enorme diversidade de processos, tais como excitações vibracionais ou eletrônicas nos sólidos, efeitos não-lineares, assim como a dinâmica desses processos, que pode ser estudada com resolução temporal inigualada por nenhuma outra tecnologia.

Por outro lado, a tecnologia de dispositivos supercondutores de interferência quântica (superconducting quantum interference devices – SQUID) possibilita a detecção de campos magnéticos extremamente pequenos (10^{-18} T), o que é usado para detectar momentos magnéticos minúsculos. A investigação das propriedades magnéticas e de transporte em baixas ($T < 5$ K) e ultrabaixas ($T < 1$ K) temperaturas proporcionou a descoberta de fenômenos tais como o Efeito Hall Quântico Integral e Efeito Hall Quântico Fracionário.

A união dessas duas técnicas tem possibilitado a compreensão e a manipulação de fenômenos magnéticos ultrarápidos (PRL 120, 217203 (2018)).

Um exemplo de área onde as tecnologias de lasers pulsados, SQUID e baixas temperaturas tem um vigoroso potencial é a spintrônica. Na spintrônica o estado de spin de um conjunto de elétrons é manipulado e monitorado, para fins de investigação de processos ou aplicações em dispositivos, em contraste com a eletrônica, onde o objeto manipulado é a localização da carga dos elétrons. Entretanto, o campo de aplicação não se restringe à spintrônica, ele é muito mais amplo e atualmente engloba investigações em áreas tão diversas quanto física médica, processos biológicos e física do ambiente. Devido ao

seu gigantesco poder, estas tecnologias têm um futuro garantido na investigação científica por muitas décadas do porvir.

A singular combinação das técnicas de óptica pulsada ultrarrápida com ultrabaixas temperaturas e técnicas de magnetismo ultrasensível constitui um arsenal investigativo excepcionalmente poderoso, e abre a perspectiva de novas descobertas e significativo avanço do conhecimento nas áreas de caracterização dos materiais, controle do estado magnético ou supercondutor da matéria. Este é atualmente um tema de tremendo interesse aplicativo e fundamental.

b. Prognósticos de evolução da área nos próximos 5 anos, descrevendo o panorama internacional da linha de pesquisa e a sua situação no Brasil e na USP

O interesse internacional nesta área de pesquisa é colossal, devido ao enorme poder investigativo da mesma, que abre a perspectiva de novas descobertas e a melhor compreensão dos processos físicos. Nos países europeus, nos Estados Unidos, Japão, Austrália, China, o investimento nessa área é crescente, o que é demonstrado pelo número crescente de publicações e relatos em Conferências. No Brasil, há também uma atividade de alguns poucos grupos importantes, tanto na área de lasers pulsados, como por exemplo no Laboratório de Espectroscopia Ultrarrápida, liderado por Carlos Henrique Brito Cruz no Instituto Gleb Wataghin, Unicamp, quanto na área de magnetismo e baixas temperaturas, como por exemplo no grupo de pesquisadores liderados por Yacov Kopelevich, na mesma Unicamp. Entretanto, não há registro de nenhum grupo de pesquisa no Brasil que integre as tecnologias de lasers pulsados, SQUID e baixas temperaturas num único esforço investigativo.

c. Descrição detalhada do impacto que a abertura da nova vaga, nessa área de pesquisa, traria para o IFUSP. Por exemplo: ampliar a diversidade de pesquisa, melhorar a robustez do ambiente científico e ampliar as oportunidades de formação dos nossos alunos

Os dois grupos de pesquisa envolvidos nessa solicitação, como dito acima, possuem uma infraestrutura sem par no Brasil. A inclusão de um novo pesquisador certamente traria vários benefícios, como auxiliar as pesquisas em andamento visto o volume de trabalho sendo desenvolvido, contribuir com novos temas relacionados com a pesquisa atual e contribuir com a orientação de mais alunos.

d. Viabilidade da execução de projetos na área, levando em conta a infraestrutura disponível no Instituto e a necessidade de novos recursos físicos, financeiros e/ou humanos

Novamente enfatizando, os dois grupos possuem uma excelente infraestrutura para a pesquisa e um novo pesquisador teria todas as facilidades para se inserir imediatamente nas atividades que já estão sendo desenvolvidas como propor novas linhas de pesquisa. Mesmo assim ele seria estimulado e

auxiliado a buscar novos financiamentos junto às agências de fomento para manter e ampliar essa infraestrutura. Vale ressaltar que no momento a maior necessidade dos grupos é de recursos humanos, ou seja, de mais um pesquisador para dar continuidade às pesquisas.

2. Outras justificativas

Atualmente, há apenas dois pesquisadores do quadro do IF diretamente envolvidos nesta pesquisa, o que é insuficiente em face do volume de pesquisa em andamento. A atividade de pesquisa envolve quatro colaborações internacionais (MIT, Kepler Universitat, Ioffe Institute e Kurchatov Institute) e três colaborações nacionais (INPE, UNESP, UNICAMP). O número insuficiente de pesquisadores envolvidos torna a velocidade da pesquisa muito aquém do ideal. Um dos pesquisadores (ABH) está próximo da aposentadoria, e o treinamento de um substituto deveria ocorrer antes desta aposentadoria.

Em termos de infraestrutura o Laboratório de Magneto-Óptica e Espectroscopia Não-Linear ocupa duas salas no DFMT totalizando aproximadamente 80 m². O laboratório contém lasers pulsados, criostatos contendo bobinas supercondutoras, monocromadores, espectrômetros, fontes de luz de amplo espectro, detectores ultrasensíveis de luz. O capital investido nestes equipamentos totaliza aproximadamente US\$ 1.000.000,00. A parte do Laboratório de Estado Sólido e Baixas Temperaturas envolvida nessa demanda utiliza como infraestrutura um SQUID com possibilidade de medidas em campos magnéticos de até 6.5 T e na faixa de temperatura de 2 a 300 K, ocupando um espaço de aproximadamente 20 m². O capital investido nesse equipamento totaliza aproximadamente US\$ 500.000,00.

Os dois professores solicitantes possuem bolsa de produtividade científica do CNPq e têm contribuído intensamente com as atividades de pesquisa do IFUSP. Nos últimos 10 anos os dois pesquisadores publicaram 55 artigos em periódicos indexados de alto fator de impacto; apresentaram mais de 40 trabalhos em conferências internacionais, sendo mais de 20 apresentações orais e 5 convidadas, mais de 40 trabalhos em conferências nacionais e mais de 25 palestras e colóquios; contribuíram de forma significativa com a formação de recursos humanos tendo supervisionado 4 pós-doutores, orientado (ou orientando) 4 teses de doutorado, 5 dissertações de mestrado e 11 alunos de iniciação científica; coordenaram 4 auxílios à Pesquisa FAPESP, 3 auxílios à Pesquisa do CNPq, 1 auxílio da Pró-Reitoria de Pesquisa da USP e participaram de 1 Núcleo de Apoio à Pesquisa, 1 BRICS-CNPq e 2 Projetos Temáticos FAPESP; e mantém intensa colaboração tanto nacional (INPE, UNESP, UNICAMP, IPT) como internacional (MIT – Estados Unidos, TU/E – Holanda, Johannes Kepler Universitat – Áustria, TU Dortmund – Alemanha, LNCMI-CNRS – França, Ioffe Institute e Kurchatov Institute – Rússia).

A contratação de mais um pesquisador para os grupos é de fundamental importância para dar sequência à pesquisa em andamento e utilizar a infraestrutura disponível para propor novas linhas de pesquisa.

3. Interfaces com grupos do IFUSP

A pesquisa proposta envolve o trabalho integrado de dois laboratórios do DFMT: o Laboratório de Estado Sólido e Baixas Temperaturas e o Laboratório de Magneto-Óptica e Espectroscopia Não-Linear. Além desses dois o Laboratório de Novos Materiais Semicondutores, liderado por Alain Andre Quivy, tem sido um permanente colaborador ao longo das últimas décadas, e tem manifestado interesse em continuar esta colaboração.

4. Sugestão para o edital de um possível concurso

Sugestão de disciplinas: Mecânica Quântica e Física do Estado Sólido
Departamento hospedeiro: Física dos Materiais e Mecânica

5. Outras fundamentações

Espera-se que pelo menos 5 candidatos de alto potencial, tanto brasileiros como estrangeiros, pleiteiem essa vaga.

São Paulo, 9 de maio de 2019

Andre Bohomoletz Henriques e Valmir Antonio Chitta