

Título: Estrutura e propriedades ópticas de sistemas fluidos auto-agregados

1. Justificar a adição de um docente na área

No Instituto de Física da USP foi desenvolvido na última década um importante parque de equipamentos para espalhamento e difração de raios X. Como resultado deste esforço um grande número de publicações de alto impacto científico tem sido produzido. Além disso, uma central multiusuário de SAXS (EMUSAXS - <https://uspmulti.prp.usp.br/public/centrais/107>) foi criada e tem permitido que pesquisadores do Brasil e do exterior desenvolvam seus projetos de pesquisa. Também tem sido desenvolvidas ferramentas computacionais inovadoras para modelagem e análise de dados de espalhamento e difração de raios X, o que permite a obtenção de informações estruturais detalhadas sobre o sistema em estudo.

Estabelecemos, também, um parque experimental de estudo de propriedades ópticas não-lineares em escalas de tempo que vão de femtossegundos a minutos. Essas escalas de tempo permitem o estudo de propriedades ópticas não-lineares de origem térmica, onde estão fenômenos como a formação de lente térmica como lente de matéria (efeito Soret), bem como de origem eletrônica, onde estão os fenômenos de formação de lente de população eletrônica. Nosso parque de equipamentos inclui lasers de diferentes potências e largura temporal de pulsos, adaptados a cada estudo desenhado; dispositivos para aplicação de campo magnético e controle de temperatura com precisão de até $0,01^{\circ}\text{C}$ em dois estágios e sistemas de detecção rápidos.

Atualmente temos apenas um docente com parte de suas atividades relacionada a esse tema, em fase de aposentadoria. Neste sentido, é crucial a adição de um novo docente de modo a manter e ampliar o potencial de desenvolvimento de metodologias de análise e modelagem de dados, bem como a contribuir em áreas importantes do conhecimento, em particular, sistemas da denominada área da matéria mole. O estudo de sistemas mesoporosos (SBA15, MCM-41, entre outros) tem apresentado um enorme potencial para servir como adjuvante de vacinas e carreamento de drogas. Por outro lado, sistemas compostos de cristais líquidos, possuem propriedades óticas muito interessantes e com enorme potencial tecnológico, também têm sido investigados como potenciais meios para carreamento de moléculas. Estes são apenas dois exemplos de um amplo campo de aplicações na Física da matéria mole (macromoléculas em solução, sistemas automontados de moléculas anfifílicas, etc). Técnicas de espalhamento e difração de raios X a baixos ângulos e óptica não-linear são ferramentas capazes de fornecer informações estruturais e intrínsecas sobre estes sistemas, sem afetar o processo e mecanismo de formação/síntese em si. Outra linha de pesquisa de grande importância a nível internacional é a de coloides magnéticos, que possuem propriedades magnéticas aliadas à fluidez. São utilizados em diversas aplicações tecnológicas de ponta, bem como no carreamento de drogas e terapia por hipertermia. Os estudos estruturais e ópticos desses materiais têm implicações diretas em suas aplicações e revelam

características únicas do ponto de vista da Física básica como, por exemplo, confinamento quântico, devido às dimensões nanométricas das partículas.

Recentemente constituímos uma sala limpa vinculada a trabalhos do Grupo, que permitirá a confecção de dispositivos microfluídicos com canais de dimensões nanométricas, por meio de absorção de dois fótons. Esses dispositivos serão utilizados em experimentos com sistemas fluidos simples e auto-agregados. Técnicas de caracterização nessa escala de tamanho deverão ser incorporadas aos dispositivos, permitindo a realização de experimentos com pequenas quantidades de amostras. Esse tipo de abordagem é interessante na medida em que muitos sistemas auto-agregados são obtidos em pequenas quantidades. No caso de sistemas biológicos essa abordagem viabiliza o estudo de interação entre moléculas e sistemas auto-agregados como, por exemplo, nanoemulsões lipídicas e estruturas líquido cristalinas complexas.

A incorporação de um docente na área de sistemas auto-agregados, com experiência em técnicas de espalhamento e difração de raios X e/ou óptica não-linear, será importante para o desenvolvimento destas linhas de pesquisa no Instituto.

2. Impacto da contratação no âmbito do Instituto de Física

Como mencionado acima o Instituto de Física da USP possui um excepcional parque de equipamentos para espalhamento e difração de raios X a baixos ângulos; de óptica linear e não-linear e facilidades para a confecção de dispositivos microfluídicos. Pesquisas na físico-química da matéria mole e nanotecnologia têm permitido avanços impressionantes em várias áreas do conhecimento (química, física, biologia, engenharias) com inúmeras aplicações tecnológicas (*drug delivery*, cosmetologia, novos materiais, alimentos, etc). Sendo assim a adição de um novo docente na área indicada e com os conhecimentos sugeridos, permitirá o desenvolvimento destas linhas no IFUSP, possibilitando o alinhamento de nosso Instituto com estas aplicações. A infraestrutura experimental já existente no Instituto de Física da USP habilitará o desenvolvimento de projetos inovadores. Grupos de todo o Instituto se beneficiariam da contratação de um docente com este perfil, tanto da DFEP como da DFGE, DFMT e DFAP.

3. Relevância atual da área (nacional e internacionalmente)

Pesquisa em nanotecnologia, em particular matéria mole, recebe atenção especial em universidades e centros de pesquisa em todo o mundo. Como indicado acima, este interesse decorre do fato das várias inovações tecnológicas que decorrem deste tipo de pesquisa. O Instituto de Física da USP possui uma excelente infraestrutura para um desenvolvimento mais atuante nestas áreas, mas carece de docentes que tenham conhecimentos e habilidades para estes estudos. Deste modo é crucial a contratação de um docente nesta área para multiplicar o número de projetos e investigações relacionadas. Um dos docentes da área se encontra em vias da aposentadoria compulsória.

Além disso, está em fase final de execução o novo sincrotron Brasileiro, Sirius, que possuirá ferramentas experimentais de ponta para investigações estruturais de vários

tipos. Sendo assim, o novo docente poderá tanto usufruir da infraestrutura única do instituto de Física da USP bem realizar desenvolvimentos adicionais no Sirius.

4. Prognóstico de potenciais candidatos

Diversos jovens doutores do IFUSP e outras Instituições de excelência, bem como de diversas outras universidades do Brasil e do exterior têm desenvolvido projetos de pós-doutorado nas áreas indicadas acima e certamente teriam interesse em concorrer a esta vaga e contar com todo o suporte que o instituto já oferece.

5. Viabilidade da execução de projetos na área

O IFUSP já possui uma excelente infraestrutura que habilitará ao novo docente iniciar e desenvolver seus projetos de imediato. Dependendo da linha que se proponha, poderá complementar com a compra de novos equipamentos, utilizando as várias linhas de fomento disponíveis. No entanto, o mais importante é que o instituto de Física da USP já possui um parque de equipamentos que permitirá ao pesquisador iniciar diversos tipos de aplicações.

Ficamos à disposição para maiores esclarecimentos,

Prof. Dr. Antonio Martins Figueiredo Neto
Prof. Dr. Cristiano Luis Pinto de Oliveira
Profa. Dra. Nathália Tomázio
Grupo de Fluidos Complexos / IFUSP

7 de maio de 2025