

## PROPOSTA PARA CONTRATAÇÃO DE CLARO DOCENTE NA ÁREA DE FÍSICA MÉDICA E DOSIMETRIA DAS RADIAÇÕES

### Física Médica e Dosimetria das Radiações

A Física Médica é o ramo da Física que compreende a aplicação dos conceitos, leis, modelos, agentes e métodos da Física para a prevenção, diagnóstico e tratamento de doenças, desempenhando uma importante função na assistência médica, na pesquisa biomédica e na otimização da proteção radiológica. Ao lado da Dosimetria das Radiações, estabelece uma importante conexão entre conhecimento fundamental e a ciência aplicada.

Atualmente a Física Médica e Dosimetria das Radiações são áreas da ciência que aplicam os fundamentos físicos de múltiplas técnicas terapêuticas, proporcionando a base científica para a compreensão e desenvolvimento das modernas tecnologias que têm revolucionado o diagnóstico médico. Também estabelecem os critérios para a correta utilização dos agentes físicos empregados em Medicina. Estes fundamentos físicos são aplicados, principalmente, nas áreas de Radiologia Diagnóstica e Intervencionista, Medicina Nuclear, Radioterapia, Radiocirurgia, Proteção Radiológica, Metrologia das Radiações Ionizantes, Biomagnetismo e Radiobiologia Clínica e epidemiológica. De forma mais geral, a Dosimetria das Radiações também possui aplicações importantes em outras áreas, tais como a indústria, usando radiação ionizante em ensaios não destrutivos e na irradiação de alimentos, e a segurança, com inspetores de bagagens em aeroportos.

Estes profissionais foram recentemente reconhecidos pela Organização Mundial do Trabalho na *International Standard Classification of Occupations*<sup>1</sup>. Mais recentemente, no Brasil, a profissão de Físico foi reconhecida após a promulgação da Lei nº 13.691 de 10 de julho de 2018<sup>2</sup>. Deve-se destacar que, tanto em nível internacional quanto nacional, há programas de certificação de profissionais nestas áreas. Destacam-se as certificações organizadas pelo *International Medical Physics Certification Board* e pela Associação Brasileira de Física Médica. Assim, a formação adequada de profissionais nesta área consiste em uma contribuição importante da Universidade à sociedade.

Mais informações sobre a área de Física Médica podem ser encontradas aqui:

<http://www.sbfisica.org.br/v1/home/images/comissoes-de-area/MED-2019.pdf>

---

<sup>1</sup>[https://www.iomp.org/wp-content/uploads/2019/02/iomp\\_guidance\\_on\\_isco-08.pdf](https://www.iomp.org/wp-content/uploads/2019/02/iomp_guidance_on_isco-08.pdf)

<sup>2</sup><http://www.sbfisica.org.br/v1/home/index.php/pt/acontece/740-promulgada-a-lei-que-regulamenta-a-profissao-de-fisico>

## Justificar a adição de um docente na área

A área de Física Médica e Dosimetria das Radiações no IFUSP está concentrada no grupo de Dosimetria das Radiações e Física Médica (GDRFM) do DFN. Este Grupo é formado, atualmente, por dois docentes, uma docente sênior, cinco servidores não docentes, residentes do programa de Residência em Física Médica e números flutuantes de pós-doutores, visitantes e alunos de iniciação científica e pós-graduação.

A proposta de contratação de pelo menos um docente nesta área justifica-se pelos seguintes motivos:

- Historicamente o Grupo contava com quatro docentes, dos quais três deles se aposentaram e somente um dos claros foi repostos;
- Recentemente foi aprovado o Curso de Bacharelado em Física Médica do IFUSP, em regime noturno, o que acarretará o aumento da carga didática dos docentes da área em disciplinas específicas desta formação profissional. Mais informações sobre o curso de Bacharelado em Física Médica podem ser encontradas aqui:
  - <https://youtu.be/NNmRQnMFuhl>
  - <https://youtu.be/CrRwCMFQM7I>
  - <https://www.fm.usp.br/fmusp/noticias/fisica-medica-e-o-novo-curso-oferecido-em-2022-uma-parceria-entre-a-faculdade-de-medicina-e-o-instituto-de-fisica>
- Embora com o quadro docente reduzido, o grupo tem mantido um conjunto expressivo de publicações, e formado grande número de mestres e doutores. O grupo é destaque da área no Brasil sendo considerado para formação de bancas, participação em concursos, apresentação de palestras a convite, organização de eventos etc. Esse fato tem sobrecarregado sobremaneira os docentes nos últimos anos.
- A atuação do grupo junto ao Departamento de Radiologia e Oncologia da Faculdade de Medicina abriu uma nova fronteira de pesquisa diretamente ligada a produção de imagens médicas, com demandas crescentes às quais o atual quadro não tem conseguido responder com celeridade.
- A introdução de novas tecnologias tem impulsionado fortemente esta área em todo o mundo. Assim, um novo docente deverá colaborar com a manutenção das pesquisas do Grupo nas áreas de fronteira da Física Médica e da Dosimetria das Radiações, bem como introduzir novas linhas de pesquisa relevantes. Mais informações sobre áreas de fronteira da Física Médica podem ser encontradas aqui:
  - <https://youtu.be/rB2V6TZfXMA>
  - [https://www.youtube.com/watch?v=NEFPh8\\_kEpE&list=PLxI8LfQGUUI\\_TM0wab7GbXHIUsNY8itDe&index=9&t=2023s](https://www.youtube.com/watch?v=NEFPh8_kEpE&list=PLxI8LfQGUUI_TM0wab7GbXHIUsNY8itDe&index=9&t=2023s)
- Na área de dosimetria das radiações, em particular a dosimetria por luminescência, o GDRFM tem se destacado tanto na busca por novos materiais para uso em diversas aplicações da radiação, como na elaboração de procedimentos e protocolos que levem

à melhoria da determinação de doses em trabalhadores e pacientes de radiologia e radioterapia. A instrumentação empregada é também uma das preocupações do GDRFM, que nos últimos anos desenvolveu internamente, com colaboradores e junto a pequenas empresas, equipamentos leitores de termoluminescência (TL) e luminescência opticamente estimulada (OSL).

## Impacto da contratação no âmbito do Instituto de Física

A formação de pessoal de nível superior nas áreas associadas à Física Médica e Dosimetria das Radiações é bastante ativa no GDRFM, com a formação de dezenas de mestres e doutores em áreas correlatas. Muitos destes egressos no GDRFM ocupam, atualmente, posições de destaque em outras Universidades, Institutos de Pesquisa e na iniciativa privada. Docentes do GDRFM ministram disciplinas que fomentam a formação de profissionais, como Física das Radiações, Física do Corpo Humano, Efeitos Biológicos das Radiações Ionizantes e Não Ionizantes, entre outras. Ainda na área de formação de recursos humanos, o GDRFM é corresponsável pelo Programa de Residência em Física Médica na modalidade de diagnóstico por imagem, que oferece duas vagas anuais de treinamento teórico-prático, de acordo com a regulamentação do Ministério da Saúde para a formação de pessoal especializado para trabalhar como Físicos Médicos em hospitais.

### Ensino de graduação

Como destacado no item anterior, a contribuição de um novo docente nesta área no novo curso de Bacharelado em Física Médica é imediata.

### Pesquisa e ensino de pós-graduação

Além dos aspectos apresentados no item anterior, espera-se deste novo docente que oriente estudantes de graduação, pós-graduação e que atraia ainda mais pós-doutorandos que potencializem a realização de investigações nas áreas de fronteira da Física Médica / Dosimetria, bem como aumente a produção de artigos científicos em revistas de alto fator de impacto.

### Extensão

O GDRFM atua em três importantes áreas de extensão universitária:

- Serviço de Dosimetria das Radiações, responsável pela monitoração de indivíduos ocupacionalmente expostos à radiação ionizante em diversas unidades da USP;
- Programa de Controle de Qualidade em Diagnóstico por Imagem implementado no Instituto de Radiologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP;
- Programa de Residência em Física Médica-Modalidade Diagnóstico por Imagem da Faculdade de Medicina da USP, com formação de dois Residentes por ano, com bolsas de estudo oferecidas pelo Ministério da Saúde.

É esperado que o novo docente atue intensamente em, pelo menos, uma destas áreas, assumindo parte das responsabilidades no âmbito da organização do Laboratório de Dosimetria e/ou atuando como docente e orientador no Programa de Residência e apoiando técnico-cientificamente o Programa de Controle de Qualidade.

## Relevância atual da área (nacional e internacionalmente)

### Pesquisa e desenvolvimento científico

#### Nacionalmente

Há uma vasta amplitude de áreas de pesquisa em andamento na área de Física Médica no Brasil. Estas áreas vão desde pesquisas fundamentais em materiais dosimétricos, instrumentação aplicada à radiação ionizante e não ionizante, investigação de materiais equivalentes a tecidos etc. Além disso, pesquisa aplicada aos ramos diagnóstico e terapêutico da Medicina, tais como: uso de inteligência artificial, desenvolvimento de métodos de controle de qualidade, teranóstico, desenvolvimento e avaliação de algoritmos de processamento de imagens, aplicações do Método Monte Carlo, otimização de procedimentos clínicos, calibração de instrumentos etc, vêm sendo realizadas por pesquisadores brasileiros.

Segundo a Sociedade Brasileira de Física, “os avanços no desenvolvimento científico e tecnologias nos grupos nacionais de pesquisas em Física Médica têm se tornado importantes para o apoio ao desenvolvimento de novas tecnologias em saúde em ambientes de inovação. Além do envolvimento da comunidade de Física Médica na criação e gestão de ambientes de inovação, como parques tecnológicos e empresas, destaca-se o crescimento da participação de físicos em empresas de base tecnológica no setor de saúde, bem como a criação de empresas de tecnologias nascentes (startups) e apoio ao desenvolvimento de centros certificadores de equipamentos médicos. A aproximação dos estudantes em Física Médica com os ambientes hospitalares nos estágios da graduação e a convivência entre físicos e outros profissionais da saúde nos programas de residência vem favorecendo a criação de microempresas para atender os serviços exigidos pela legislação e demandados pela incorporação de novas tecnologias.”

A pesquisa em dosimetria por luminescência tem se expandido nas universidades e institutos de pesquisa brasileiros com vários dos quais os o GDRFM tem colaboração. Há uma busca por novas formas de obter mapas de doses internas em pacientes, aplicações da luminescência (TL, principalmente) para a melhor caracterização de defeitos em materiais isolantes, e o emprego das técnicas também para a área de aplicações da luz ultravioleta.

Assim, entende-se que o novo docente possa impulsionar as pesquisas do IFUSP na área de Física Médica e Dosimetria dentro dos cenários relevantes para o país, contribuindo tanto para o desenvolvimento em áreas de já bem estabelecidas no GDRFM, quando trazendo novas linhas de pesquisa em evidência nos cenários nacionais e internacionais. Para isso, será estimulado a submeter projetos de pesquisa cooperativa, atraindo recursos para infraestrutura física e humana que permitam avanços significativos na produtividade científica e acadêmica do Grupo.

#### Internacionalmente

Um termômetro relevante para a identificação de áreas de fronteira na pesquisa em Física Médica e Dosimetria em nível internacional é a observação dos trabalhos mais lidos e/ou citados das revistas que apresentam o maior fator de impacto na área: *Physics in Medicine and Biology*. Observando-se estes critérios, considerando o ano de 2020, os resultados apresentam trabalhos em áreas como uso de *deep learning* em terapia e diagnóstico por imagem, tomografia por emissão de pósitrons, uso de nanopartículas em terapia com radiação, modelo linear-quadrático, protonterapia e desenvolvimento de detectores específicos, materiais equivalentes a tecidos, tomografia por contagem de fótons, aplicações de detectores de estado sólido, utilização de técnicas de simulação Monte Carlo, estudos de propriedades óticas de tecidos biológicos, entre outros.

Assim, o docente que for contratado nesta área e demonstrar potencial para atuar em uma ou mais destas áreas estará, certamente, demonstrando competitividade no cenário de pesquisa e desenvolvimento no âmbito internacional. Isto deverá potencializar não somente sua produtividade acadêmica quando a atração de novos projetos de pesquisa para o GDRFM.

#### Formação de pessoal especializado

##### Nacionalmente

No panorama atual, os profissionais de Física Médica e de Dosimetria das Radiações são indispensáveis na utilização adequada e segura de tecnologias de ponta como aceleradores lineares clínicos, tomógrafos, sistema de braquiterapia de alta taxa de dose, tomógrafos de ressonância magnética, assim como na garantia da qualidade dos serviços de saúde prestados à sociedade. Um levantamento recente realizado pela Associação Brasileira de Física Médica identificou 14 cursos de graduação em Física Médica e 11 programas de Residência em Física Médica credenciados pelo Ministério da Saúde. Segundo a Sociedade Brasileira de Física “os programas de pós-graduação stricto-sensu, que formam mestres e doutores na área de Física Médica, são de difícil rastreamento, pois não há uma área de Física Médica na lista de áreas de conhecimento da CAPES ou CNPq. Usualmente, os seus pesquisadores estão associados a programas de pós-graduação stricto sensu em áreas afins à Física Médica, como Física, Engenharia, Biologia, Medicina e Interdisciplinar, com a mesma concentração geográfica observada nos cursos de graduação e programas de residência.”

##### Internacionalmente

A formação de pessoal tanto para a área clínica da Física Médica, quanto para atuação em pesquisa e desenvolvimento vem sendo realizada em algumas das mais importantes universidades do mundo. Em geral, esta formação se dá em ambientes cooperativos entre departamentos de Física e de áreas afins da Medicina, como a Radiologia. A International Organization of Medical Physics (IOMP) tem, em seu website, listas de programas de formação em Física Médica em diferentes partes do mundo (<https://www.iomp.org/education-training-resources/>).

Informações profissionais complementares são disponibilizadas por entidades reconhecidas, tais como a IOMP, a *International Atomic Energy Agency* (IAEA), a *International Radiation Protection Association* (IRPA) e a *International Union of Pure and Applied Physics* (IUPAP). Regionalmente, são importantes entidades a *European Federation of Organisations for Medical Physics* (EFOMP), a *American Association of Physicists in Medicine* (AAPM) e a *Asociación Latinoamericana de Física Médica* (ALFIM).

## Prognóstico de potenciais candidatos

Considerando a formação de doutores entre 2017 e 2021 em algumas das principais Universidades brasileiras que possuem em seus quadros docentes pesquisadores na área de Física Médica, Dosimetria das Radiações ou áreas de fronteira com estas, pode-se contabilizar, pelo menos 53 recém doutores que podem, potencialmente, ser candidatos à uma vaga docente no IFUSP nestas áreas. Além disso, sendo o IFUSP um Instituto de grande relevância no País, somado ao fato da recém introdução do Bacharelado em Física Médica, pode-se esperar que docentes e pesquisadores já em atividade em outras instituições brasileiras ou estrangeiras possam estar interessados em participar do concurso.

O grande número de candidatos à vaga divulgada no recente Edital IF-68/19, que inclui as áreas de pesquisa aqui relacionadas é uma constatação desse vigor e potencial de candidatos a uma vaga como aqui pretendia

## Viabilidade da execução de projetos na área

O GDRFM atua em diferentes áreas de pesquisa na fronteira da Física Médica:

- Desenvolvimento de materiais dosimétricos;
- Técnicas de dosimetria aplicadas à tomografia computadorizada e à mamografia;
- Espectrometria de raios X aplicada ao diagnóstico por imagens;
- Desenvolvimento de materiais radiologicamente equivalentes para aplicações em proteção radiológica;
- Técnicas de controle de qualidade e dosimetria aplicadas em modalidades de diagnóstico por imagens.

Em termos de infraestrutura, o GDRFM mantém duas instalações:

- Laboratório de Dosimetria, onde se encontram parte das instalações experimentais do grupo, como leitores de dosímetros termoluminescentes e opticamente estimulados; e
- Prédio das Fontes, onde fica, também, parte da infraestrutura de guarda e conservação da instrumentação do grupo. Neste laboratório estão instaladas fontes de radiação ionizante utilizadas em projetos de pesquisa de materiais equivalentes a tecidos e materiais dosimétricos. Além disso, o laboratório conta com um conjunto completo de detectores de radiação e sistemas para produção de imagens radiográficas.

Além da infraestrutura já bem estabelecida no GDRFM, a parceria estabelecida há cerca de 10 anos com o Instituto de Radiologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP vem permitindo a realização de projetos de pesquisa aplicada em ambiente clínico, de grande relevância para o desenvolvimento científico desta área. Alguns exemplos de projetos desta natureza são:

- Garantia da qualidade em radiodiagnóstico: determinação de níveis de referência em diagnóstico para diversas modalidades de imagens diagnósticas no Instituto de Radiologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (CAAE: 27912619.6.0000.0068)
- Otimização de doses em procedimentos radiológicos pediátricos (CAAE: 71052117.1.3001.0068)

Estes projetos vêm viabilizando a publicação de trabalhos científicos em revistas especializadas, bem como a realização de projetos de mestrado, doutorado e pós-doutorado. Espera-se que o novo docente possa realizar pesquisas importantes na área de Física Médica em cooperação com pesquisadores clínicos dos Institutos vinculados à Faculdade de Medicina da USP.

Docentes Proponentes: ELISABETH MATEUS YOSHIMURA e PAULO ROBERTO COSTA