

Arte sobre foto de Cecília Bastos/USP Imagens

Centros de Pesquisa e Inovação Especial – Cepix USP

Fernando de Queiroz Cunha



Ante ebbre fates de Cagnha Basso/USP Imagens

Entre os eventos importantes que a USP está organizando para comemorar seus 90 anos, destaca-se o “Ciclo de Encontros Acadêmicos”, cujo objetivo principal é discutir o futuro da ciência no Brasil. Em seminários já realizados, foi discutida a produção científica dos centros de pesquisa recentemente criados pela universidade e no seminário subsequente foram apresentadas e discutidas as atividades desenvolvidas pelos Centros de Pesquisa e Inovação Especial (Cepix). Estes centros foram criados através de um programa de financiamento de longa duração da Fapesp, nominado Cepid, sendo que a USP abriga 11 destes centros. Os Cepids realizam pesquisas acadêmicas e de inovações tecnológicas, reconhecidas internacionalmente, além de realizarem também difusão do conhecimento e transferência

de tecnologias para o setor produtivo. Por iniciativa da reitoria, os Cepids existentes na USP foram recentemente oficializados pelas unidades da USP que os abrigam, e viraram os Cepix.

O seminário acima mencionado foi uma excelente oportunidade para os Cepix apresentarem e discutirem com os membros da sociedade presentes a importância da produção científica, da difusão do conhecimento por eles realizada e também sobre a inovação tecnológica e suas aplicações no contexto da sociedade. Além, obviamente, das contribuições futuras previstas com a implantação dos Cepix. Essas atividades demonstram de maneira inequívoca o compromisso da USP em gerar impactos benéficos para a sociedade.

FERNANDO DE QUEIROZ CUNHA é professor titular de Farmacologia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP) da USP.

Considerando o sucesso do seminário, estamos apresentando no presente artigo uma descrição detalhada dos temas expostos no evento. Isso permitirá que toda a sociedade brasileira e, em particular, a paulista tenham conhecimento das importantes contribuições da USP no sentido de melhorar a qualidade de vida dos cidadãos. Assim, os Cepix abaixo enumerados terão detalhadas suas principais atividades realizadas ao longo dos anos e apontados seus objetivos para o futuro¹.

CENTRO DE ESTUDOS DA VIOLÊNCIA – NEV

**Coordenação: Sergio França Adorno de Abreu
e Marcos César Alvarez**

O Núcleo de Estudos da Violência (NEV) foi criado em 1987 e formalmente reconhecido como um núcleo de apoio à pesquisa em 1990 (ano da aprovação do seu estatuto pela Universidade de São Paulo). O principal objetivo do trabalho do NEV tem sido o de estudar a persistência de graves violações de direitos humanos, a despeito do retorno da sociedade brasileira ao Estado de direito e à democracia. Ao longo de seus mais de 30 anos de existência, o NEV tem tido um papel inovador nos temas de pesquisa e nas abordagens utilizadas. Foi pioneiro no estudo de questões como o uso de força letal por parte das polícias; o monitoramento de graves violações de direitos humanos; as relações entre o crescente contato direto e indireto da população com a violência e seu reflexo sobre a crença nas leis; as atitudes e valores

em relação à violência, à justiça e aos direitos humanos; o acesso a direitos econômicos e sociais, em particular de grupos mais vulneráveis como mulheres, crianças, idosos, indígenas e negros; o desempenho do sistema de justiça criminal nos casos de graves violações de direitos humanos; a impunidade penal para delitos contra a vida, entre outros. No desenvolvimento de suas atividades, o NEV contou com o aporte de recursos de diferentes agências: Fundação Ford, Fundação Rockefeller, Alto Comissariado das Nações Unidas para os Direitos Humanos, Open Society, Comitê Internacional da Cruz Vermelha, Canadian International Development Agency (Cida), Ministério da Justiça, CNPq, Secretaria de Direitos Humanos, Secretaria de Segurança Pública de São Paulo, entre outras.

No seu 13º ano de existência, o NEV foi selecionado para integrar o primeiro programa Cepid (Centro de Pesquisa, Inovação e Difusão) da Fapesp (2000-2011). Posteriormente, em 2012, foi novamente selecionado para o segundo programa Cepid, com o projeto “Construindo a democracia no dia a dia: direitos humanos, violência e confiança institucional” (2013-2025).

Desde então, o propósito de tal projeto tem sido o de analisar a construção da legitimidade de instituições-chave para a democracia, ao explorar como os contatos entre os cidadãos e os servidores públicos afetam a confiança nas instituições, o desejo de obedecer às leis e suas implicações para a democracia, os direitos humanos e a violência. Para cumprir esses objetivos, diferentes estratégias de pesquisa foram adotadas. Para acessar as percepções da população, foi realizada uma pesquisa longitudinal, por meio de *surveys*, com moradores de diferentes regiões da cidade de São Paulo. Paralelamente, foram também

1 Todos os textos foram elaborados pelas respectivas equipes de cada Centro de Pesquisa.

investigadas as manifestações sobre violência, democracia e direitos humanos, representadas na mídia e nas redes sociais, e quais seus possíveis impactos na (des)legitimação das instituições democráticas. Para entender como essas crenças e valores são instituídos por meio do processo de socialização, essa investigação incluiu uma pesquisa longitudinal que acompanhou crianças no final da infância até a adolescência, monitorando a influência dos contatos com a família, o ambiente escolar e o bairro na construção da ideia de autoridade e de obediência às normas. Têm sido pesquisadas igualmente as políticas públicas de segurança e justiça, assim como as percepções dos agentes públicos de aplicação da lei (policiais, juízes e agentes de aplicação de penas e punições), em relação ao uso da força, punição, violência, democracia e direitos humanos. Especial atenção foi dedicada a como esses agentes formam a noção de autolegitimidade e como sua operacionalização impacta o exercício de sua autoridade junto ao público e a legitimidade tanto de suas instituições quanto da própria democracia.

A atuação do NEV é marcada pela interdisciplinaridade, ao reunir acadêmicos de diferentes áreas, como sociologia, ciência política, antropologia, direito, psicologia, história, geografia, educação, políticas públicas, comunicação, matemática, estatística, entre outras. Tem intensamente contribuído para a formação de inúmeros pesquisadores na iniciação científica, mestrado, doutorado e pós-doutorado, que posteriormente passam a integrar os quadros de docência e de pesquisa de diversas universidades, de agências de governo e de organizações não governamentais, tanto nacionais como internacionais. Atualmente, conta com mais de 50 pesquisadores, doutores ou dou-

torandos, cinco mestres, três pesquisadores com especialização e oito graduandos, além de colaboradores nacionais e internacionais. Desde 2001, quando o NEV ingressa no projeto Fapesp/Cepid, foram produzidas cerca de 400 publicações: em torno de 40 livros, 80 capítulos em livros internacionais e nacionais e mais de 250 *papers* publicados em periódicos. A produção científica desses pesquisadores recebeu 22.013 citações no Google Acadêmico, desde 2019. Entre as publicações do NEV, destacam-se os 11 volumes da série *Polícia e Sociedade*, que figuram entre os livros mais vendidos pela Edusp. Entre aqueles de autoria dos pesquisadores, dois livros foram contemplados com o Prêmio Jabuti: *Tortura na era dos direitos humanos* (Edusp, 2015) e *A república das milícias: dos esquadrões da morte à era Bolsonaro* (Todavia, 2020). Atestando ainda a grande importância do núcleo no debate público sobre violência e segurança pública, pode-se indicar que apenas nos últimos quatro anos o NEV atendeu mais de 2.500 pedidos da imprensa e o seu site possui quase 1 milhão de acessos únicos. A internacionalização das atividades do NEV é outro traço que foi acentuado dentro do programa Cepid.

Finalmente, nos termos da Resolução n. 8530, de 22 de novembro de 2023, o núcleo se tornou um Centro de Pesquisa e Inovação Especial (Cepix) sediado na FFLCH-USP, tendo como finalidades: o desenvolvimento de atividades de pesquisa, a disseminação do conhecimento, as atividades de educação e extensão universitária, e a contribuição com órgãos públicos para o aprimoramento de políticas públicas em torno dos eixos temáticos da violência, da democracia e dos direitos humanos no Brasil. Para desenvolvimento de tais eixos, o centro se organiza em torno das seguintes temáticas principais de investigação,

sem prejuízo de sua atualização de acordo com as demandas contemporâneas a serem permanentemente monitoradas: a permanência e a atualização de concepções e de práticas autoritárias; a caracterização da natureza do monopólio estatal da violência no país e seus efeitos nas dinâmicas estatais e de grupos sociais específicos; a construção cotidiana das formas de legitimidade em instituições-chave para a democracia; a legitimidade sob a perspectiva da população; a autolegitimidade e confiança segundo os servidores públicos (da polícia, do Judiciário e das prisões); a socialização legal de crianças e de adolescentes; as representações e discursos sobre violência, democracia e direitos humanos nas instituições, na opinião pública e nas mídias sociais; as dinâmicas urbanas do crime organizado e da punição; a educação em direitos humanos; os avanços metodológicos na interface entre ciências sociais e ciência de dados; a justiça juvenil; as questões de raça, gênero e classe e as formas de violência; a trajetória das políticas de segurança e das formas de controle social; e os programas de prevenção à violência.

Dessa forma, o novo Centro de Pesquisa e Inovação Especial retoma a trajetória histórica do NEV e busca novos desafios em atividades de pesquisa e de disseminação, sempre voltado para o fortalecimento da democracia e para o respeito aos direitos humanos.

CENTRO DE ESTUDOS DA METRÓPOLE – CEM

Coordenação: Eduardo Cesar Leão Marques

O Centro de Estudos da Metrópole (CEM) é um centro interinstitucional de pesquisa criado em 2000 e que investiga temáticas

relacionadas às desigualdades e à produção de políticas públicas nas metrópoles. Os pesquisadores do CEM atuam em diversos campos do conhecimento e aplicam distintas metodologias, quantitativas e qualitativas, em suas investigações. Sua agenda de pesquisa está voltada basicamente para o estudo das múltiplas dimensões do acesso dos cidadãos a fontes de bem-estar, assim como dos mecanismos de produção e reprodução das desigualdades sociais ligados à ação do Estado, aos mercados de trabalho e às dinâmicas da sociabilidade e associativas. O centro colabora com equipes de investigação nacionais e internacionais de dezenas de universidades em diversas formas de parceria. Desde a sua fundação, o CEM publicou 72 livros e cerca de 1.100 artigos e capítulos, e produziu 160 teses, dissertações e monografias (graduação, mestrado, doutorado e livre-docência) e 46 pesquisas de pós-doutorado com pesquisadores de vários países. Além das publicações acadêmicas, o CEM contribui com a produção de notas técnicas, avaliações de políticas públicas, organização e transmissão de bancos de dados, além de outros produtos em apoio a governos e à sociedade para a solução de problemas em políticas públicas.

Seu principal objetivo é colaborar para o avanço do conhecimento científico sobre os complexos processos de reprodução das desigualdades em sentido multidimensional, e os papéis das instituições políticas e das políticas públicas na sua mitigação. Isso se desdobrou em investigações específicas sobre o papel das redes sociais, do emprego, das desigualdades territoriais (regionais e internas aos municípios), da participação social, das formas alternativas de governança (formais e informais, legais e ilegais), das redes de interesses privados,

dos novos formatos de representação política e das preferências e comportamentos políticos. O estudo das políticas públicas e seu impacto no bem-estar dos cidadãos tem exigido também pesquisa abrangente sobre regulamentação e decisões nos planos nacionais e subnacionais e sobre seus efeitos multiníveis.

As linhas de pesquisa atuais exploram as seguintes direções, convergindo sobre os processos de reprodução das desigualdades:

- Governança subnacional de políticas públicas nacionalmente reguladas, considerando os diferentes mecanismos de coordenação e regimes regulatórios subnacionais;
- O poder discricionário dos governos subnacionais, mesmo em políticas federalmente reguladas, combinado com as preferências dos cidadãos em relação à distribuição de autoridade na formulação de políticas e com estratégias políticas para a prestação de serviços;
- Como sequências históricas de decisões (nacionais ou subnacionais) afetam a continuidade, descontinuidade, resiliência e reanimação de políticas públicas;
- As múltiplas dimensões das desigualdades sociais nas cidades, seu caráter cumulativo e sua intrínseca associação com a segregação;
- Como teorias da justiça e da equidade podem contribuir para escolhas em políticas públicas nas cidades, em especial entre alternativas derivadas de princípios de escolha distintas;
- Os efeitos (e mecanismos) dos diferentes padrões de governança em políticas e nas cidades, e os papéis institucionalizados de atores da sociedade civil em políticas;
- Os mecanismos que afetam a produção da agenda e a implementação de políticas,

seja envolvendo instituições como fundos de políticas, atores sociais como organizações da sociedade civil ou os burocratas envolvidos na entrega final;

- A governança e o papel da política e das instituições nas interações formais e informais entre atores estatais e não estatais nas políticas urbanas, de assistência social, saúde e educação.

Na área de transferência, o CEM produz, integra e disponibiliza dados e informações sobre as temáticas de estudo, assim como desenvolve pesquisa aplicada de apoio aos processos de decisão de políticas e cursos de treinamento técnico. Ao longo do tempo, o CEM acumulou um acervo de 315 coleções de bases de dados e desenvolveu 27 projetos com o poder público em seus diferentes níveis, além de disponibilizar mapas prontos e cinco sistemas de acesso interativo a dados, que podem ser consultados por público de não especialistas. Seu website conta com quase 200 mil visitas anuais e mais de 20 mil *downloads* de artigos, livros, bases de dados e mapas por ano.

Em termos de difusão científica, o CEM desenvolve diversas atividades. Mantém uma programação mensal de seminários públicos, publica uma *newsletter* com a mesma regularidade, além de intensa presença nas mídias sociais (com alguns milhares de seguidores no YouTube, Instagram, LinkedIn e Twitter/X) e mais de uma centena de inserções anuais nas mídias tradicionais, estimulando o debate público. Além disso, mantém produtivas parcerias com o UrbanData Brasil, na produção do podcast “Urbanidades”, no banco bibliográfico São Paulo em Teses e com o *Nexo Jornal*.

CENTRO DE PESQUISA SOBRE O GENOMA HUMANO E TERAPIAS AVANÇADAS – CEGH-TAS

Coordenação: Mayana Zatz e Maria Rita dos Santos Passos Bueno

O Centro de Pesquisa sobre o Genoma Humano e Células-Tronco (CEGH-CEL), um dos primeiros Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepids) financiados pela Fapesp, foi fundado em 2000, no Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, com o objetivo de avançar no entendimento do genoma humano e suas implicações para a saúde. Reconhecido internacionalmente, o CEGH-CEL destaca-se por suas contribuições pioneiras em várias áreas da genética.

Entre suas principais áreas de atuação, o centro realiza pesquisas em doenças genéticas raras, como distrofias musculares, doenças de neurodesenvolvimento (por exemplo, autismo) e outras condições hereditárias. O foco está na investigação das bases moleculares dessas doenças, visando a diagnósticos mais precisos e ao desenvolvimento de novas terapias. Além disso, o CEGH-CEL é uma referência em pesquisas com células-tronco, com estudos voltados para a aplicação dessas células na modelagem de doenças humanas, na regeneração tecidual e no tratamento de doenças degenerativas.

O CEGH-CEL também lidera pesquisas no campo da genômica, identificando mutações genéticas causadoras de doenças. Essas investigações são complementadas por ferramentas de bioinformática que ajudam a compreender o impacto das alterações genéticas nos mecanismos celulares, oferecendo novas abordagens terapêuticas.

A transferência de conhecimento para a prática clínica é outra prioridade do centro. O CEGH-CEL oferece testes diagnósticos e aconselhamento genético para pacientes com doenças genéticas raras, além de colaborar com a comunidade médica, oferecendo treinamentos e promovendo a integração entre pesquisa científica e atendimento clínico.

No âmbito internacional, o centro participa de parcerias globais, contribuindo para o desenvolvimento de novas terapias genéticas e explorando a medicina de precisão. Essas colaborações internacionais ampliam o potencial de inovação na genética e biotecnologia.

Além das pesquisas, o CEGH-CEL destaca-se pela educação e divulgação científica. Com projetos educativos e colaborações com escolas e meios de comunicação, o centro promove o conhecimento sobre genética e células-tronco, ampliando a conscientização pública sobre temas de saúde.

Agora, como um Centro de Pesquisa e Inovação Especial (Cepix) da USP, o centro amplia sua atuação no desenvolvimento de novas estratégias terapêuticas, denominando-se Centro de Estudos do Genoma Humano e Terapias Avançadas (CEGH-TAS). O foco atual inclui a genômica, com pesquisas que investigam a arquitetura genética de doenças como autismo, perda auditiva e deficiência intelectual, identificando novos genes e variantes genéticas pertinentes, além da identificação e estudos funcionais de variantes genéticas protetoras em distrofias musculares.

Pesquisadores do CEGH-TAS também lideram estudos populacionais, como a triagem de casais para identificar variantes patogênicas, com o objetivo de prevenir doenças genéticas raras. O projeto Rede Genomas SUS, por exemplo, propõe sequenciar o genoma de 21 mil indivíduos, integrando

dados genômicos e clínicos para investigar doenças como câncer e doenças cardiovasculares e neurológicas.

Outro tema de destaque é o estudo do envelhecimento saudável, com o objetivo de identificar biomarcadores que possam contribuir para aumentar a longevidade com qualidade. No campo das terapias inovadoras, o centro desenvolve pesquisas sobre terapia gênica e edição genética, xenotransplante como alternativa potencial para mitigar as filas de espera para transplante de órgãos, além de combate a tumores malignos avançados explorando o uso de vírus oncolíticos e células geneticamente modificadas como novas abordagens contra o câncer.

O CEGH-TAS também amplia sua oferta de serviços de análise genômica e aconselhamento genético, com a aquisição de novos equipamentos de sequenciamento. Em educação, continua a capacitar professores e promover a divulgação científica, buscando aproximar o público das pesquisas em genética e terapias avançadas.

Em resumo, o CEGH-TAS consolida seu papel como referência em pesquisa genômica e desenvolvimento de terapias avançadas, almejando impactos significativos na saúde de precisão e na inovação tecnológica no Brasil.

CENTRO DE PESQUISA EM TERAPIA CELULAR – CTC

**Coordenação: Rodrigo do Tocantins Calado
de Saloma Rodrigues**

Os anos de 2023 e 2024 são históricos para a pesquisa científica e a inovação no Centro de Terapia Celular (CTC), sediado no Hemocentro da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da USP. O CTC-USP foi

escolhido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) para liderar o projeto-piloto no desenvolvimento de produtos de terapia avançada voltados ao tratamento de pacientes portadores de leucemias e linfomas, com o uso de células CAR-T para pacientes do SUS. No dia 25 de março de 2024, a ministra da Saúde, Nísia Trindade, visitou o campus da USP de Ribeirão Preto para o lançamento oficial do estudo clínico com a terapia celular CAR-T (Carthedral) e a inauguração operacional do Núcleo de Terapia Avançada (Nutera-RP), uma parceria com investimento do Instituto Butantan. O estudo clínico fase 1/2 inclui 81 pacientes com leucemia linfóide aguda de células B e linfoma não Hodgkin de células B para tratamento com células CAR-T, desenvolvidas no CTC-USP/Hemocentro RP em cinco hospitais do estado de São Paulo, liderados pelo HCFMRP-USP. O Ministério da Saúde concedeu R\$ 100 milhões para o financiamento da pesquisa.

A entrega de novos tratamentos altamente eficientes para pacientes do SUS é resultado da pesquisa científica básica e clínica na fronteira do conhecimento realizada pelo CTC-USP, INCTC no Câncer e Núcleo de Terapia Avançada (Nutera-RP), sediados no Hemocentro do Hospital das Clínicas da FMRP-USP ao longo de duas décadas e com financiamento da Fapesp e do CNPq, na busca por soluções inovadoras para a sociedade, focadas no Sistema Único de Saúde (SUS).

No Brasil e na América Latina, a terapia com células CAR-T foi desenvolvida pioneiramente no CTC-USP. O primeiro voluntário brasileiro, que recebeu o tratamento experimental em 2019, alcançou a remissão de um linfoma em estágio terminal. Outros 21 pacientes que optaram pelo tratamento

também tiveram remissão. A terapia celular é altamente eficaz contra os casos de neoplasias hematológicas. Nesta nova etapa, o projeto ganha a parceria da Fundação Butantan e conta com a participação de instituições de fomento como a Fapesp, CNPq, Pronon, Procis, Ministério da Saúde e Finep, com o intuito de registrar esses medicamentos junto à Anvisa e disponibilizá-los aos pacientes com câncer atendidos pelo SUS.

A unidade do Núcleo de Terapia Avançada (Nutera) de Ribeirão Preto, a “Fábrica de Células” sediada no Hemocentro RP, será a responsável pela produção das células CAR-T utilizadas no estudo clínico Carthedral. A terapia celular utiliza células de defesa do organismo do próprio paciente, modificadas geneticamente em laboratório para reconhecer as células cancerosas para tratar o câncer de sangue. Entre as vantagens, estão a diminuição das sessões de quimioterapia e a maior chance de remissão total ou parcial da doença. A unidade inclui laboratórios de controle de qualidade, salas de criopreservação, salas de produção de vírus, salas limpas de produção de células CAR-T e de preparo de meios e soluções, além de áreas destinadas ao armazenamento do produto final e dos insumos em tanques criogênicos. O Nutera completa a iniciativa de criação de um polo moderno de tratamento inovador contra o câncer de sangue e futuramente contra outros tipos de doenças oncológicas e autoimunes.

O CTC é formado por pesquisadores da USP e do Hemocentro RP focados na compreensão da biologia das células-tronco, biologia de tumores e desenvolvimento de terapias celulares e novas tecnologias para o tratamento de doenças. A instituição reúne pesquisadores principais, pós-graduandos, pós-doutores, médicos, biólogos, biomédicos,

farmacêuticos, veterinários e químicos trabalhando integrados para oferecer os melhores resultados para a sociedade.

Dentre os avanços conquistados nos últimos anos destacam-se: a produção dos fatores responsáveis pela coagulação do sangue FVII, FVIII e FIX utilizando células humanas, o que resultou no registro de patentes e alternativas mais seguras e acessíveis aos pacientes hemofílicos; o transplante de medula óssea voltado para a cura da anemia falciforme, hoje incluído no SUS; tratamento das escleroses sistêmica e múltipla; entendimento e tratamento de doenças causadas pelo encurtamento dos telômeros, como a falência da medula óssea, fibrose pulmonar e cirrose; expansão de células para o tratamento da falência da célula-tronco hematopoética; mapeamento de proteínas adaptadoras como alvos para fármacos no tratamento da leucemia mieloide aguda (LMA); desenvolvimento e aplicação clínica da terapia com células CAR-T; inovação com as células CAR-NK na expansão celular em cultura e na diminuição da progressão tumoral, com mais uma patente registrada.

Mais informações sobre o trabalho do CTC, notícias, redes sociais e conteúdo audiovisual (reportagens, séries e palestras) estão disponíveis no site: <http://www.ctcusp.org>.

CENTRO DE PESQUISA EM PROCESSOS REDOX EM BIOMEDICINA – REDOXOMA

**Coordenação: Mauricio Baptista
e Alicia Kowaltowski**

O Cepix em Biomedicina Redox é um centro de pesquisa focado na investigação

de mecanismos redox relevantes para a homeostase celular e patologias, com ênfase em doenças humanas crônico-degenerativas (cardiovasculares, metabólicas, infecciosas/inflamatórias, proteopatias e doenças ambientais). Os resultados de pesquisa do centro são transferidos para a sociedade por meio de atividades educacionais e de disseminação de conhecimento, bem como por meio de atividades de inovação e transferência de tecnologia. Detalhes das informações mencionadas abaixo são encontradas na *homepage* do Cepid Redoxoma: <http://redoxoma.iq.usp.br/>.

Certamente, a principal realização do centro são as descobertas científicas relacionadas aos mecanismos redox básicos para a homeostase celular e para patologias. Muitas descobertas importantes foram divulgadas em revistas de grande impacto, tais como *Nature*, *Cell*, *Chemical Reviews* e *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *Journal of the American Chemical Society*, *Redox Biology*, *Journal of Biological Chemistry*, assim como em muitas outras revistas internacionais de prestígio das áreas de biologia redox e biomedicina redox. Em anos de trabalho colaborativo, destacamos algumas descobertas mais importantes: a correlação do processo de sépsis inflamatória com oxigênio singlete; a identificação de enzimas que detoxificam peróxidos orgânicos e a correlação destes com fatores de virulência em microrganismos; a correlação de doenças metabólicas com a bioenergética mitocondrial; a identificação de lipídeos oxidados e aldeídos relacionados com doenças neurodegenerativas e processos inflamatórios; a caracterização dos efeitos da exposição à luz visível na pele e do uso de luz no tratamento de doenças infeccio-

sas e de câncer; a caracterização da enzima dissulfeto isomerase no endotélio vascular e na morfogênese e plasticidade neuronal; a inibição da ferroptose por precursor de colesterol; a caracterização de metabólitos redox derivados do gás carbônico; a reatividade química e atividade biológica de radicais livres e estados excitados; e o desenvolvimento de processos oxidativos avançados para purificação de resíduos industriais.

Conforme atestado pelo número de publicações e de citações na literatura recebidas pelas publicações, o centro está impactando significativamente o campo da biomedicina redox. Desde seu lançamento, em 2013, os artigos publicados pelo centro receberam mais de 23 mil citações e o centro atingiu o expressivo índice h de 71 e i-10 de 423. O centro tem um perfil altamente internacional, com mais de 1.200 coautores provindos dos cinco continentes, em publicações de 2018 a 2024. Vale citar também um benefício direto para a sociedade através do centro de tratamento do pé diabético por terapia fotodinâmica, que evitou a amputação em centenas de pacientes.

A contribuição do centro para a formação de recursos humanos treinados na área de biologia redox é uma das nossas maiores conquistas. No total, foram formados mais de 600 pesquisadores nos níveis de pós-doutorado, doutorado, mestrado e graduação. A transferência de conhecimento para a sociedade ocorre por meio de atividades educacionais, nas quais treinamos a próxima geração de pesquisadores e professores, e por meio de atividades de disseminação, que contribuem para aumentar a conscientização do público em geral sobre a ciência. Em torno de 2.500 estudantes da escola secundária, 400 graduandos e 400 professores da escola

secundária foram treinados em diferentes jornadas do time de educação. Os resultados de pesquisa e a *expertise* científica do centro também são transferidos para o setor privado por meio de patentes, parcerias com empresas e fomento a empresas *spin-off*. Na última década, foram 20 patentes e 20 parcerias com empresas nacionais e internacionais e suporte para quatro empresas *startups*, que foram geradas por pesquisadores egressos do centro.

Seus pesquisadores têm recebido muitas honrarias, tais como o Prêmio Internacional L'Oréal-Unesco para Mulheres na Ciência para a professora Kowaltowski, em 2024. Kowaltowski (2018) e Laurindo (2021) tornaram-se *fellows* da Society for Redox Biology and Medicine (SfRBM), a mais importante sociedade científica da área. Laurindo também foi eleito presidente da SfRBM (mandato de 2022 a 2024). Além disso, Kowaltowski (2017) e Di Mascio (2020) foram eleitos membros da Academia Brasileira de Ciências (ABC). Augusto recebeu o prêmio 2022 Brazilian Women in Chemistry da American Chemical Society (ACS) e da Sociedade Brasileira de Química (SBBq) como liderança acadêmica, e o 2022 Lifetime Achievement Award da SfRBM. Prêmios e honrarias adicionais recebidos pelos membros do Cepid Redoxoma no período aparecem em sua *homepage*.

CENTRO DE PESQUISA EM DOENÇAS INFLAMATÓRIAS – CRID

Coordenação: Fernando de Queiroz Cunha

O Centro de Pesquisa em Doenças Inflamatórias (Center for Research in Inflammatory Diseases – Crid) foi criado em 2013 por

meio do financiamento do programa Cepid da Fapesp. Com outros Cepids existentes na USP, o Crid foi incorporado à estrutura acadêmica da USP, em particular da FMRP, como um centro de pesquisa. Esta decisão da USP permitirá a perenização do centro, além de oferecer maior agilidade e liberdade de gestão. Os estudos do Crid abordam doenças inflamatórias, as quais constituem um grupo complexo e heterogêneo de doenças que afetam mais de 10% da população mundial. As alternativas de tratamento disponíveis atualmente são limitadas e ineficazes em uma significativa porcentagem dos pacientes. Para o desenvolvimento de tratamentos eficazes, é necessário conhecer os mecanismos que desencadeiam tais doenças. Assim, o objetivo do centro é avançar no conhecimento sobre as doenças inflamatórias (infecciosas, autoimunes, cardiovasculares e metabólicas) para compreender os mecanismos moleculares e imunológicos envolvidos nessas doenças. Esses estudos permitem identificar alvos para o desenvolvimento de novas terapias, bem como possíveis marcadores de diagnóstico. As doenças que estão sendo investigadas no momento são: 1) infecciosas (leishmaniose, doença de Chagas, sepse e covid-19); 2) autoimunes (artrite reumatoide, esclerose múltipla, psoríase, doenças inflamatórias intestinais); 3) cardiovasculares e associadas com o metabolismo (hipertensão, diabetes, distúrbios de peso). Ainda, o Crid investiga os eventos envolvidos na gênese e manutenção da dor inflamatória e neuropática, bem como realiza estudos sobre o microambiente tumoral. Os estudos do Crid são realizados através de experimentos *in vitro*, em modelos experimentais *in vivo* e em amostras de pacientes. Está prevista ainda a realização de estudos pré-clínicos, bem

como a coordenação dos primeiros ensaios clínicos, para os medicamentos potencialmente promissores. O desenvolvimento de novos fármacos é realizado em parceria com empresas públicas e privadas. Entre os parceiros públicos destacam-se o Laboratório Nacional de Biociências (LNBio), pertencente ao CNPEM, com o qual o centro está realizando várias parcerias com sucesso. O Crid conta com a experiência e dedicação de pesquisadores de vários campos das ciências biomédicas ligados à pesquisa básica (genética, biologia molecular e celular, imunologia, farmacologia e patologia) e à pesquisa clínica (reumatologia, imunologia clínica, infectologia, dermatologia e neurologia), além de pesquisadores na área de bioinformática e de desenvolvimento de novos medicamentos. Ainda, o Crid possui colaborações internacionais com grupos de pesquisa das melhores universidades do mundo. Como centro difusor de ciência, o Crid promove ações de divulgação para a comunidade científica e para a sociedade.

Impactos científicos

Os estudos do Crid vêm contribuindo significativamente para o entendimento da fisiopatologia das diversas doenças inflamatórias e, por conseguinte, estão tendo alto reconhecimento pela comunidade científica internacional, verificado pelo alto número de citações que os artigos publicados estão recebendo. Além disso, os resultados vêm contribuindo para a identificação de novos alvos terapêuticos, que estão sendo transferidos para o setor produtivo através de parcerias de desenvolvimento de novos medicamentos. Nesse contexto, os pesquisadores principais do Crid publicam, em média, mais de 100

artigos por ano em revistas científicas de circulação internacional. Dentre eles, aproximadamente 30%-40% são publicados em revistas de alto impacto. Estes números são aproximadamente o dobro daqueles publicados pelos mesmos autores nos anos anteriores à criação do Crid, reforçando a importância do financiamento de longa duração para melhorar a qualidade das publicações científicas do estado de São Paulo e do Brasil. Os artigos publicados pelo Crid contam com coautores da maioria dos estados brasileiros (mais de 90%) e também de todos os continentes. Cabe também destacar que várias dezenas de professores estrangeiros altamente reconhecidos desenvolvem atividades como professores visitantes nos laboratórios do centro. Além disso, grande parcela de estudantes de doutorado e pós-doutorado do Crid realizam parte dos projetos em laboratórios no exterior. Destacamos também que os pesquisadores do Crid orientaram mais de 140 estudantes de iniciação científica e 352 pós-graduandos e supervisionaram 134 pós-doutores desde a criação do centro.

Impactos sociais

- 1) Educação e difusão do conhecimento: o Crid possui um setor voltado à educação e divulgação de suas pesquisas por meio de atividades interativas e lúdicas, utilizando ferramentas como teatro, robótica, programação, cinema, literatura e jogos. Alguns projetos incluem:
 - Jovem Imunologista: projeto social que introduz a imunologia para estudantes de ensino médio, com aulas teóricas, experimentos práticos, teatro e visitas aos laboratórios da USP;

- Ciência Por Aí: portal que aborda temas científicos com humor e linguagem jovem, trazendo luz científica para questões populares e lendas das redes sociais. O portal já alcançou mais de 50 mil visualizações;
- Programa de Pré-Iniciação Científica: permite que alunos de ensino médio desenvolvam projetos em laboratórios da USP, participando de todas as etapas da produção científica.

Além disso, o Crid, em parceria com a Sociedade Brasileira de Inflamação (SBIIn), participa da organização do simpósio internacional de inflamação “Inflamma”, que ocorre anualmente e que reúne pesquisadores nacionais e internacionais para discutir os avanços no estudo das doenças inflamatórias e o desenvolvimento de novos tratamentos.

- 2) Inserção dos jovens pesquisadores vinculados ao Crid no mercado de trabalho: até o momento, mais de 147 doutores e pós-doutores formados pelo Crid foram inseridos em universidades e instituições de pesquisa públicas e privadas, nacionais e internacionais.

Impactos econômicos

- 1) Transferência tecnológica: como as pesquisas realizadas pelo Crid nos últimos anos possuem grande potencial de impactos econômicos, os pesquisadores do centro criaram uma unidade da Embrapii na FMRP a fim de acelerar a transferência de suas descobertas acadêmicas para o setor produtivo. A Embrapii contribui com 30% dos recursos financeiros necessários para transformar as descobertas acadêmicas em produtos tecnológicos.

De fato, esta iniciativa permitiu aos pesquisadores do Crid, em colaboração com o LNBio, assinar nos últimos anos convênios com empresas farmacêuticas para desenvolvimento de novos medicamentos para tratamento de doenças inflamatórias.

- 2) Colaborações do Crid na estruturação e consolidação de startups e desenvolvimento de produtos: o Crid contribuiu significativamente para que o pesquisador Alexandre Kanashiro, que concluiu pós-doutorado no centro, e o pós-doutor em fisiologia Daniel Penteado Dias estruturassem a *startup* Therapy Bioelectronics, que atua no desenvolvimento de eletrocêuticos, área de enorme interesse para as grandes indústrias farmacêuticas. No momento, o centro está colaborando no desenvolvimento de um dispositivo eletrônico para quantificar o consumo de medicamentos por pacientes asmáticos. Está também desenvolvendo um estimulador do sistema nervoso autônomo e do sistema de estimulação transcraniana para tratar doenças inflamatórias intestinais, artrite reumatoide e psoríase.

Ainda, o Crid está colaborando com a doutora Nerry Tatiana Cecilio, que realizou seu pós-doutorado no centro, na estruturação de uma *startup* denominada EditBio Biotecnologia, cujo objetivo principal é combinar edição gênica e genômica funcional para identificar alvos terapêuticos e desenvolver novas terapias celulares contra o câncer e doenças inflamatórias crônicas.

O Crid também auxilia empresas que desenvolvem equipamentos científicos, como a Insight Equipamentos e a Bonther Equi-

pamentos. Os pesquisadores colaboraram no desenvolvimento de um analgesímetro digital, um sistema de anestesia digital e um sistema de exposição de roedores à fumaça de cigarro. Segundo as empresas, nos últimos cinco anos, a venda de equipamentos desenvolvidos em parceria com o Crid ultrapassou R\$ 5 milhões.

CENTRO DE PESQUISA E INOVAÇÃO ESPECIAL EM CIÊNCIAS DA DESCOBERTA DE MEDICAMENTOS – CEPIMED

Coordenação: Glaucius Oliva e Adriano Andricopulo

O Cepimed é um dos 11 Cepix, da USP, estabelecidos para dar continuidade às atividades de pesquisa, inovação e difusão anteriormente fomentadas pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), por meio do programa Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepid). Esse centro é uma extensão do legado deixado pelo Centro de Pesquisa e Inovação em Biodiversidade e Fármacos (CIBFar/Cepid/Fapesp).

Sediado no Instituto de Física de São Carlos (IFSC-USP), o Cepimed conta com uma infraestrutura moderna de pesquisa, além de suporte administrativo e financeiro. Reúne pesquisadores de instituições de destaque, como a Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto (FCFRP-USP), o Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas (IQ-Unicamp), a Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo (EPM-Unifesp), o Instituto de Química e a Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade Estadual Paulista (Unesp) em

Araraquara, o Departamento de Química da Universidade Federal de São Carlos (DQ-UFSCar), a Universidade Guarulhos (UNG) e o Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM).

O Cepimed tem como missão promover a ciência de ponta e a transferência de tecnologia, integrando áreas como química medicinal, inteligência artificial, química de produtos naturais, química orgânica sintética, biologia molecular e estrutural, farmacologia, farmacocinética e metabolismo. Essa abordagem interdisciplinar visa ao desenvolvimento de novas terapias e produtos tecnológicos, além de formar e capacitar novos pesquisadores em diversos níveis acadêmicos. O centro também se destaca pela disseminação de conhecimento e promoção de atividades de extensão, contribuindo para o avanço científico no estado de São Paulo e no Brasil.

Ao longo de sua trajetória, o Cepimed tem atuado em áreas estratégicas de saúde, como doenças infecciosas, câncer e doenças tropicais negligenciadas. Já contribuiu para a formação de cerca de 110 pós-doutorandos, 140 doutores, 115 mestres e 130 estudantes de iniciação científica, além de ter produzido mais de 1.100 publicações científicas.

Algumas de suas principais realizações científicas podem ser destacadas. Desde o início da pandemia de covid-19, o Cepimed direcionou seus esforços para a descoberta de candidatos antivirais contra o Sars-CoV-2. Foram clonadas proteínas do vírus e realizadas triagens bioquímicas e virtuais para identificar compostos eficazes. Ao todo, mais de 10 mil compostos foram testados, resultando na publicação de dez artigos científicos e no depósito de mais de 50 estruturas no PDB. Na pesquisa

sobre a doença de Chagas, em colaboração com a DNDi, o Cepimed desenvolveu nove séries de compostos, testando mais de mil moléculas para a otimização de fármacos potenciais. A parceria também permitiu o aprendizado de estratégias avançadas de química medicinal e metodologias de farmacocinética *in vitro*, além de estreitar laços com a indústria farmacêutica. No campo da leishmaniose, em colaboração com a DNDi e a Universidade de Dundee, o Cepimed sintetizou e avaliou mais de 500 compostos. Dois deles apresentaram atividade *in vivo* em modelos animais de leishmaniose visceral. Além disso, mais de 2 mil extratos naturais foram testados, com destaque para compostos como nigericina e dinactina, que demonstraram alta potência e seletividade. No combate à malária, o centro, em parceria com a Unicamp e a MMV, trabalhou na otimização de compostos para o tratamento da doença. Um dos compostos mais promissores descobertos foi o MMV693183, que apresentou propriedades farmacológicas atraentes, incluindo eficácia *in vitro* contra isolados de *Plasmodium falciparum* e *Plasmodium vivax*, além de alta eficácia em modelos animais. O Cepimed também desenvolveu ensaios enzimáticos e celulares para os arbovírus zika, febre amarela e chikungunya. Um destaque importante foi a descoberta de que o itraconazol, um antifúngico, mostrou potente atividade antiviral contra o vírus chikungunya, possibilitando o início de testes clínicos controlados. Em relação às bactérias multirresistentes, o centro concentrou seus esforços no desenvolvimento de compostos para combater patógenos prioritários da OMS. Esses compostos foram testados contra isolados clínicos extremamente resistentes, incluindo *Enterococcus*

faecium e *Klebsiella pneumoniae*. Por fim, na pesquisa contra o câncer, o composto [10]-gingerol (10G) demonstrou atividade antifibrótica significativa, inibindo a progressão de fibroblastos tumorais associados ao câncer de pulmão. Esses resultados indicam um potencial terapêutico importante para o 10G no tratamento do câncer.

CENTRO DE PESQUISA EM ALIMENTOS – FORC

**Coordenação: Bernadette Dora Gombossy
de Melo Franco**

O Centro de Pesquisa em Alimentos (Food Research Center – FoRC) é o resultado de um sonho antigo de pesquisadores da USP que queriam criar um centro de pesquisa brasileiro, multidisciplinar, focado em alimentos e saúde, reunindo cientistas de excelência de diferentes unidades de ensino e pesquisa na própria USP e em outras instituições do país. O FoRC, iniciado em 2013, foi pioneiro na concepção do primeiro Centro de Pesquisa, Inovação e Difusão focado nesses temas no Brasil. Atualmente, o FoRC interage com equipes de investigação nacionais e internacionais de dezenas de universidades em diversas formas de parceria, com atuação destacada na difusão do conhecimento gerado no FoRC e fora dele.

O FoRC explora o fato de alimentos e saúde apresentarem um caráter multidisciplinar, com atuação de diferentes profissionais com diferentes especialidades. Por esta natureza enriquecedora, os objetivos do FoRC se capilarizam em interações com diferentes comunidades, como a acadêmica, de profissionais, governo, terceiro setor e

sociedade em geral, fomentando a difusão do conhecimento e transferindo tecnologia. A formação de recursos humanos especializados nas temáticas abordadas é um dos pontos fortes do FoRC, com egressos atuando em instituições de ensino e pesquisa em diferentes estados do Brasil e no exterior, empresas privadas, *startups*, *spin-offs*, agências governamentais e organizações não governamentais relacionadas à temática de alimentos e saúde. O FoRC desenvolve atividades com estudantes de diferentes níveis de ensino e profissionais da área, organizando regularmente simpósios e workshops sobre vários temas de interesse.

As atividades realizadas no FoRC são baseadas em quatro pilares: os sistemas biológicos nos alimentos, a ação dos componentes alimentares na saúde humana, as características de qualidade e segurança dos alimentos consumidos no país, e as novas tecnologias e inovação no setor de alimentos. Os temas de pesquisa mais importantes permeiam estes pilares, integrando as especialidades dos pesquisadores envolvidos, produzindo ciência na fronteira do conhecimento, que resultaram em cerca de mil artigos científicos publicados nos mais importantes periódicos da área, livros didáticos e capítulos de livros e muito material de divulgação em todos os meios de comunicação (sites, redes sociais, televisão, imprensa etc.).

Os principais focos das atividades desenvolvidas pela equipe do FoRC são:

- Carboidratos, alimentos e saúde: estudam-se as propriedades químicas e biológicas dos carboidratos e seus polímeros, incluindo embalagens bioativas. As pesquisas incluem a imunomodulação
- de polissacarídeos de fungos e sementes comestíveis, a atividade anticâncer de pectinas de frutas e a modulação do microbioma intestinal humano, com impactos na glicemia e no metabolismo lipídico.
- Biodiversidade alimentar brasileira, compostos bioativos e saúde: foca-se as propriedades dos compostos presentes em frutas e outros alimentos da biodiversidade brasileira, como fenólicos e terpenos. Esses compostos são estudados por suas vias de biossíntese, valor nutricional, propriedades sensoriais e bioatividade em doenças metabólicas.
- Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA): existente desde 1984, a TBCA foi incorporada pelo FoRC e, em 2017, foi relançada com duas bases de dados: a Base de Dados de Biodiversidade e Alimentos Regionais, com cerca de 800 alimentos, e a Base de Avaliação de Ingestão de Nutrientes, com 1.900 alimentos e 34 componentes nutricionais. Em 2019, a versão 7.0 trouxe dados de sal e açúcar em preparações. A versão 7.2 contém 5.700 alimentos e mais de 4 mil preparações. A versão 7.3, prevista para 2024, incluirá informações adicionais, como gordura e proteínas animal e vegetal, somando cerca de 220 mil dados nutricionais.
- Riscos e benefícios dos microrganismos nos alimentos: estudam-se os microrganismos nos alimentos, tanto pelos riscos à saúde quanto pelos benefícios. São explorados compostos bioativos produzidos por microrganismos como bacteriocinas, vitaminas e proteases, para uso tecnológico. As interações entre microrganismos que promovem saúde são avaliadas, assim como novas tecnologias para controlar

microrganismos indesejáveis. Destaca-se também a interação com o setor queijeiro artesanal do país.

Em termos de difusão científica, o FoRC destaca-se pelos sites Alimentos sem Mitos (<https://alimentossemmitos.com.br>) e Alimentos na Palma da Mão (<https://alimentos-napalmadamao.com.br>). Enquanto o primeiro oferece textos sobre alimentação, ciência e tecnologia dos alimentos, o segundo é focado em nutrição e é resultante de uma parceria com professores de universidades públicas e privadas deste setor. Ambos os sites têm milhares de acessos diários, fornecendo informação científica acessível ao público, abordando temas cotidianos e de fronteira do conhecimento, sempre com fundamentação científica. A página na internet (<https://forc.net.br>) e as redes sociais do FoRC também ampliam a disseminação de todos esses conteúdos.

CENTRO DE PESQUISA EM ÓPTICA E FOTÔNICA DO IFSC-USP – CEPOF

Coordenação: Vanderlei Salvador Bagnato

A óptica figura hoje como uma das mais importantes ferramentas para o desenvolvimento tecnológico. Com óptica, as tecnologias quânticas se tornam viáveis; com óptica, diagnosticamos e tratamos doenças; com óptica, podemos avançar o conhecimento do micro e do macromundo. O centro continuará aprimorando um excelente programa de pesquisa que já vem fazendo há anos, com apoio do programa Cepid/Fapesp. Com a infraestrutura estabelecida e novos investimentos que virão, este centro de excelência pretende ser internacional e se tornar referência em suas áreas de atuação.

O centro estará concentrado nos desafios da física atômica, biofotônica, nanofotônica, materiais fotônicos, óptica não linear e pulsos ultracurtos, já tendo demonstrado a grande sinergia destes tópicos em mais de duas décadas de programas de pesquisa em conjunto, e agora ampliando ainda mais tal sinergismo.

Física atômica com átomos frios – O centro irá continuar seu pioneirismo trabalhando em diversas caracterizações da turbulência quântica e sistemas quânticos fora de equilíbrio envolvendo os condensados de Bose-Einstein. Esta é uma área moderna e de grandes desafios em que se operará com cinco sistemas de condensados de Bose-Einstein, utilizando diferentes espécies atômicas. Metrologia de tempo e frequência usando os conceitos mais avançados da física de átomos frios vai permitir o avanço dos relógios atômicos tipo Fountain e tipo nuvem fria em expansão. Novas expansões com íons aprisionados serão agora implementadas. Na área da metrologia de tempo e frequência, o Cepof é único no território nacional a realizar tais desenvolvimentos experimentais. Átomos de Rydberg e suas diversas aplicações serão parte de um escopo amplo de pesquisa, inclusive visando a propriedades que ajudem na computação quântica com tais átomos, por meio do estudo de suas interações. O centro deverá ter participação nas modernas iniciativas de tecnologias quânticas.

Biofotônica – As atividades continuarão explorando a interação da luz nos tecidos vivos, visando o desenvolvimento de novas técnicas de diagnóstico e novas abordagens para o tratamento de doenças como o câncer e infecções. Em especial, concentrará esforços em atender ao governo com a recente

incorporação no SUS das técnicas desenvolvidas no centro, no caso do tratamento de câncer de pele não melanoma, bem como avançar os tratamentos do melanoma e das lesões do colo uterino. Na parte de controle microbiológico, continuará com as pesquisas e desenvolvimentos no tratamento da pneumonia e combate a bactérias resistentes aos antibióticos, sempre usando técnicas foto-oxidativas e sono-oxidativas.

O Cepof também irá desenvolver conhecimentos técnicos locais em nanofabricação que são indispensáveis para o início da atividade econômica brasileira em nanotecnologia. Uma forte vertente clínica fará parte de suas pesquisas envolvendo câncer e controle de infecções, bem como o controle de dor em doenças crônicas. Para isso, diversas parcerias clínicas estarão presentes.

Nanofotônica e materiais avançados – A nanofotônica, o estudo e aplicação da manipulação da luz em escala nanométrica, tornou-se cada vez mais importante em diversos campos e na indústria nos últimos anos. Essa tecnologia emergente promete avanços significativos em ciência, tecnologia e medicina, contribuindo para o desenvolvimento de dispositivos e sistemas inovadores. A capacidade de trabalhar em escala nanométrica permite a miniaturização e integração de vários componentes e materiais. Isso é crucial para o desenvolvimento de dispositivos compactos e portáteis.

Óptica não linear e pulsos ultracurtos – Óptica não linear, atualmente concentrada nos laboratórios do Grupo de Fotônica, será agora parte deste centro e continuará estudando processos não lineares refrativos, absorptivos e geração de harmônicos em novos materiais, utilizando diversas técnicas como Z-scan, *pump/probe*, fluorescência

excitada por multifótons, espalhamento Hyper Rayleigh etc. Pulsos de laser ultracurtos serão usados para estudar as não linearidades ópticas em materiais orgânicos, polímeros, semicondutores e vidros especiais, que são potenciais candidatos para o desenvolvimento de dispositivos fotônicos. Técnicas especialmente desenvolvidas permitirão o estudo de processos não lineares em amostras micro-métricas e materiais bidimensionais, assim como em sistemas gasosos. Além da alta intensidade, esses pulsos apresentam uma ampla banda espectral, adicionando um novo nível de controle da interação luz-matéria no regime não linear. Portanto, esse tipo de pesquisa é fundamental para a geração de novas tecnologias, incluindo também aspectos de grande interesse do ponto de vista da física básica. O processamento avançado de materiais com pulsos laser ultracurtos tem recebido considerável atenção como uma ferramenta para o desenvolvimento de componentes fundamentais para a fotônica integrada (guias de ondas, microrressonadores etc.), bem como para aplicações em diversas áreas, como optoeletrônica, micromecânica e biofotônica. Técnicas de microfabricação com pulsos ultracurtos, transferência direta a laser e polimerização multifotônica serão utilizadas para o processamento de diversos tipos de materiais, desde vidros especiais até materiais bidimensionais, assim como para a implantação de defeitos, visando ao desenvolvimento de novas tecnologias quânticas.

Difusão – A introdução de atividades educativas em todas as nossas iniciativas de caráter técnico-científico é fundamental tanto para a melhoria da formação dos estudantes como para tornar o público conhecedor das atividades em realização e sua importância. Emanando dessa filoso-

fia, o centro possui um programa bastante completo de educação e difusão da ciência dentro do novo Cepix, em que serão realizadas as atividades em três graus: para o ensino fundamental e médio, para o ensino superior e para o público em geral. Para tais atividades será utilizada a grande variedade de recursos que já existem e que serão ampliados nesse projeto, atingindo um público mais amplo. Ao longo destes últimos anos, o Cepof criou uma excelente infraestrutura de difusão e educação complementar, tendo recebido recentemente a concessão de um canal digital aberto, que deverá ampliar suas atividades no atual canal fechado e no canal do YouTube. Uma exposição móvel de ciência que visita escolas secundárias e exposições públicas de ciência e tecnologia serão atividades de rotina dentro deste novo centro. Cursos especiais para o ensino superior serão ainda mais intensificados. Além disso, serão fortalecidos os mais de 100 clubes de ciências espalhados por São Carlos e redondeza, e que compõem o elenco de atividades de difusão do centro atual. Finalmente, os kits educativos serão a forma de disponibilização para a sociedade de um material para motivação e complementação das atividades práticas de ciências.

Inovação – A óptica é uma das principais áreas de inovação, controle de qualidade e melhoria de desempenho, e instrumento essencial para o desenvolvimento de novas tecnologias. O centro está bem preparado para responder à procura da indústria, bem como aos desafios de transformar a ciência em produtos comerciais. O Cepof é hoje uma unidade Embrapii que atende a mais de 30 projetos com empresas simultaneamente. Para isso, foi montado o Laboratório de Apoio Tecnológico (LAT), que é composto de mais

de 24 bolsistas em engenharia, trabalhando em projetos de desenvolvimento. No centro terão continuidade as atividades inovadoras que já decorrem há anos, expandindo-as para poder responder à crescente procura da indústria e dos estudantes e investigadores empreendedores.

A experiência de São Carlos na área de óptica tem sido um bom exemplo de como as relações entre universidade e indústria podem ser positivas em termos de transformar o conhecimento científico em riqueza e prosperidade para o Brasil. Estudantes que convencionalmente estariam em busca de emprego, hoje estão estabelecendo atividades que irão gerar empregos. A lista de empresas *spin offs* e *startups* só cresce. Além desta atividade regular realizada em inovação e transferência de conhecimento, o Cepof planeja a proposta de um laboratório nacional para desenvolvimento de instrumentação médico-hospitalar para comunidades de baixa renda. Esse laboratório estará associado aos grandes projetos dos EUA para saúde global e deverá ter financiamento do NIH americano.

CENTRO DE PESQUISA EM NEUROMATEMÁTICA – NEUROMAT

**Coordenação: Clodoaldo Grotta Ragazzo e
Oswaldo Baffa**

O estudo do cérebro é provavelmente o tema de pesquisa mais importante de nosso tempo. Uma evidência dessa afirmação é a criação simultânea de iniciativas relacionadas ao cérebro em todo o mundo, incluindo a Iniciativa Brain (EUA, 2013), o Projeto Cérebro Humano (Europa, 2013), Brain/Minds (Japão, 2014) e China Brain (China, 2016). A deci-

são da Fapesp em 2013 de criar o Centro de Pesquisa, Inovação e Difusão em Neuromatemática (Cepid NeuroMat), na Universidade de São Paulo, liderou essa direção de estudo.

A característica distintiva do NeuroMat em comparação com outras iniciativas é sua ênfase no desenvolvimento de uma nova estrutura matemática para abordar os desafios levantados pela neurobiologia contemporânea. Essa característica está alinhada com a crítica que o laureado do Prêmio Nobel, Edvard Moser, fez ao Projeto Cérebro Humano, a qual se aplica a outras iniciativas também: “Pelo que entendi, toneladas de dados serão colocadas em um supercomputador e isso, de alguma forma, levará a uma compreensão global de como o cérebro funciona, mas, para simular o cérebro, ou uma parte dele, é necessário começar com alguma hipótese sobre como ele funciona. Até que tenhamos, pelo menos, alguma estrutura teórica bem fundamentada, construir uma enorme simulação é colocar a carroça na frente dos bois”. O objetivo do NeuroMat é o desenvolvimento dessa estrutura teórica.

O Cepid NeuroMat é um centro de matemática cuja missão é desenvolver a nova matemática necessária para construir uma teoria do cérebro que explique os dados experimentais coletados pela pesquisa em neurociência. O objetivo de longo prazo é entender e explicar fenômenos neurocientíficos complexos, com foco em aprendizagem e memória. A neuromatemática é definida como a junção de teoria da probabilidade, estatística e neurociência e requer a definição de uma nova classe de modelos matemáticos para descrever e explicar eficientemente as diferentes escalas de atividade neural, suas relações e consequências comportamentais. A construção desses modelos ocorre juntamente com o

desenvolvimento de novos métodos estatísticos e computacionais, além de novos protocolos experimentais e inovações técnicas.

Uma realização científica importante foi a introdução pela equipe do NeuroMat de uma nova classe de processos estocásticos voltados para uma descrição realista de redes de disparos de neurônios. Esses processos são sistemas com infinitas cadeias interagindo com memória de alcance variável. Desde sua introdução, esses processos estocásticos tornaram-se parte da agenda de pesquisa de vários centros no mundo.

As contribuições do NeuroMat para a investigação dessa nova classe de processos estocásticos incluem:

- A identificação de condições matemáticas que asseguram a existência dos processos juntamente com a criação de um algoritmo de simulação;
- Resultados sobre o limite hidrodinâmico de processos pertencentes a essa classe. Esse é um passo importante para relacionar diferentes escalas de descrição do sistema, desde o nível microscópico, modelando sistemas de disparos de neurônios, até os níveis mesoscópico e macroscópico, descrevendo dados de eletroencefalograma e ressonância magnética funcional;
- A conceituação da transição de fase em instâncias desses modelos, estabelecendo um novo quadro para a investigação rigorosa de transições espontâneas dos estados de atividade cerebral;
- Introdução de um novo estimador do grafo de interação para modelos desta classe e a prova de sua forte consistência, não requerendo as suposições usuais de estacionariedade e unicidade da medida invariante.

Uma segunda realização é a introdução de uma nova abordagem matemática para abordar a conjectura clássica de que o cérebro recupera regularidades estatísticas a partir de sequências de estímulos. Essa abordagem é baseada em uma nova classe de processos estocásticos, a saber, sequências com variabilidade intrínseca impulsionadas por cadeias com memória de alcance variável. Esses processos contribuem para modelar a relação entre sequências de estímulos e sequências de sinais cerebrais e estados comportamentais adequadamente analisados durante a exposição a estímulos.

Esse quadro oferece uma nova estratégia para modelar a aprendizagem estrutural e a memória no cérebro, pois:

- fornece uma maneira eficaz de identificar a reação a sequências de estímulos que vai muito além das possibilidades oferecidas pelos métodos atuais baseados em médias;
- como consequência, permite a introdução de uma nova classe inteira de protocolos experimentais nos quais dados fisiológicos ou comportamentais são registrados enquanto uma pessoa voluntária é exposta a sequências de estímulos geradas por uma cadeia estocástica com memória de alcance variável;
- oferece perspectivas promissoras na neurociência clínica, identificando diferentes assinaturas em resposta a sequências estruturadas de estímulos em distúrbios neurológicos.

Inovação e difusão

A missão de inovação do Cepid NeuroMat é desenvolver ferramentas e aplicações

com base no novo quadro conceitual para entender o cérebro.

A linha de pesquisa em estocasticidade está associada a avanços na construção de um braço robótico para a estimulação magnética transcraniana (TMS) direcionada de modo autônomo e preciso a locais específicos do córtex. Esse trabalho baseia-se em um software livre, que permite manusear com o auxílio de um robô um aparelho de TMS, ajustando-o automaticamente de acordo com a movimentação das pessoas participantes. Os resultados obtidos nesse desenvolvimento garantem precisão nos experimentos com TMS e com isso dão mais confiabilidade à análise de dados.

Um desdobramento da nova classe de protocolos experimentais elaborados pelo NeuroMat é o Jogo do Goleiro, um jogo on-line de código aberto, com versões para desktop e dispositivos móveis, que fornece uma ferramenta eficiente para coleta massiva de dados. O jogo tem potencial para ser usado como uma ferramenta de avaliação precoce e reabilitação em neurologia, e a equipe de transferência de tecnologia do NeuroMat está atualmente testando sua aplicabilidade em duas frentes clínicas em desenvolvimento: a doença de Parkinson e lesões do plexo braquial. Estudos mostraram que o jogo tem maior poder preditivo do que o teste Montreal Cognitive Assessment (MoCA) para desempenho de marcha em pessoas com doença de Parkinson. O NeuroMat desenvolveu duas novas iniciativas de neuroreabilitação e diagnóstico direcionadas à doença de Parkinson (Amparo) e lesões do plexo braquial (Abraço).

As atividades do NeuroMat em difusão científica utilizam meios inovadores para transformar a cultura científica, superando fronteiras artificiais de campo e contribuindo para fomentar uma abordagem integrada e genuinamente

multidisciplinar para o estudo do cérebro. Nesse campo, o NeuroMat estabelece um compromisso declarado com a ciência aberta e ortogonalmente com a difusão livre de processos e resultados científicos. Tornou-se um ator global na disseminação digital da ciência. É o maior produtor institucional de conteúdo matemático na Wikipédia. Produziu em torno de mil produtos de vídeos e podcasts para a difusão científica. Por mês, os conteúdos produzidos atingem em torno de 12 milhões de acessos.

Novos rumos

Criado em 2013, sob a liderança do saudoso professor Antonio Galves, o NeuroMat lidera uma rede mundial (Brasil, Argentina, China, Finlândia, França, Alemanha, Itália, Uruguai e EUA) de mais de 50 matemáticos, neurocientistas, cientistas computacionais, estatísticos aplicados e clínicos. Formou mais de uma centena de pesquisadoras e pesquisadores, que produziram em torno de 400 publicações acadêmicas.

Com sede no Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo, o NeuroMat passa desde o fim de 2023 por um processo de reestruturação, para garantir sua continuidade e sustentabilidade. Com isso, está em curso a transformação do NeuroMat em Centro de Pesquisa e Inovação Especial (Cepix), apoiado pela USP.

CENTRO DE PESQUISA EM MATEMÁTICA APLICADA À INDÚSTRIA – CEMEAI

Coordenação: José Alberto Cuminato

A matemática desempenha um papel fundamental no desenvolvimento tecnológico,

sendo uma ferramenta essencial para a inovação, otimização e controle de processos. No contexto industrial, é aplicada em diversas áreas, como a automação de fábricas, planejamento logístico, controle de qualidade e análise de dados. Por meio de modelos matemáticos, as indústrias conseguem prever resultados, reduzir custos e aumentar a eficiência operacional. Além disso, a utilização de algoritmos matemáticos contribui para a adoção de tecnologias avançadas, como inteligência artificial e aprendizado de máquina, que estão transformando a manufatura moderna.

Com a missão de fornecer recursos e mecanismos para conectar cientistas, engenheiros, matemáticos e especialistas em computação, o Cepix CeMEAI (Centro de Ciências Matemáticas Aplicadas à Indústria) propõe-se ser a ponte entre a academia e o setor industrial.

No CeMEAI está sendo construída uma comunidade multidisciplinar sólida e quiçá duradoura, envolvendo desde o treinamento de alunos até a resolução de problemas práticos de vários setores econômicos e trazendo a matemática para o protagonismo que ela tem em outras economias. Esse modelo começou a ser desenhado na Universidade de Oxford, há 40 anos, quando procuravam como seria a translação dos conhecimentos das universidades para o setor industrial.

Com a criação do Cepid, a intenção foi também lutar contra o consenso de que a matemática é uma disciplina complicada que só dificulta a vida das pessoas. Contraditoriamente, no Brasil, temos uma matemática de excelente qualidade intelectual, mas há alguma resistência quanto às aplicações. Também se queria mostrar que a matemática pode ser extremamente útil e gerar riqueza, além de sua beleza intelectual.

Depois de uma década de atividades, o Cepid CeMEAI continua empenhado em colocar de forma efetiva as tecnologias das ciências matemáticas no processo industrial brasileiro, como, por exemplo, nos projetos de resolução de problemas de visão computacional. No período, foram fomentados mais de R\$ 39 milhões em convênios com parceiros de grandes e pequenas empresas. Isso corresponde a mais da metade dos investimentos recebidos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) quando o centro foi criado.

O CeMEAI está dividido em três grandes áreas: ciência de dados, mecânica dos fluidos computacional e otimização e pesquisa operacional. A sede é no Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC-USP), em São Carlos, onde foi instalado, em 2015, um dos maiores centros de computação paralela do país. Com investimentos na época de R\$ 4,5 milhões, o Cluster Euler é um supercomputador que processa dados cerca de 4.700 vezes mais rápido que um computador comum. Nas palavras de seu diretor, José Alberto Cuminato: “Fomos inovadores ao criar um centro dessa proporção, após tentativas no passado de várias universidades. Para o início de 2025, está previsto um *upgrade* de US\$ 1,5 milhão. Esta foi uma iniciativa de sucesso e que tem ajudado centenas de pesquisadores”.

Outra experiência bem-sucedida foi o workshop de soluções matemáticas para problemas industriais. O evento tenta, efetivamente, resolver problemas da indústria durante uma semana e coloca, frente a frente, pesquisadores, alunos de pós-graduação e representantes de empresas. Já foram realizadas dez edições e resolvidos problemas de

45 empresas. A partir da décima edição, o workshop passou a contar com a colaboração do Senai-SP, podendo ampliar ainda mais o seu escopo principal, que é unir academia e empresas em prol do desenvolvimento tecnológico para a indústria brasileira.

Desde que foi criado, o centro produziu 2.601 artigos, 1.576 artigos em anais, 56 livros e 301 capítulos de livros. Isso tudo é a soma de resultados de ações como educação e difusão, educação corporativa, pesquisa e transferência de tecnologia. Muitas pesquisas auxiliaram a vencer a pandemia mundial de covid-19, com várias premiações mundo afora, como a plataforma Info Tracker, que mostrava a evolução da doença e teve mais de 700 mil acessos.

A matemática do CeMEAI está presente em muitas áreas diferentes, como distribuição de processos no Supremo Tribunal Federal; tecnologia que alerta sobre o risco de enchentes (e-Noé); inteligência artificial para desenvolver novos vidros; aplicações automáticas na bolsa de valores; sistema de gestão de resíduos sólidos e um estudo de grande repercussão que se dedicou a desvendar um problema que acomete 20% da população brasileira, conhecido popularmente como zumbido de ouvido.

“A iniciativa da reitoria da USP em manter os Cepids como Cepix é muito importante porque vai possibilitar a continuidade do trabalho que vem sendo realizado ao longo da última década. Manteremos as equipes e teremos mais autonomia administrativa, inclusive para gerenciar os recursos; a realização dos contratos ficará mais simples e teremos mais facilidade para promover parcerias com as empresas”, finalizou Cuminato.