

6. CONTRIBUIÇÕES DA CGTH-MCTI PARA O MANUAL DE ATUAÇÃO DO GRUPO DE TRABALHO EM NANOTECNOLOGIA, DO MINISTÉRIO PÚBLICO DO TRABALHO (MPT)

Dr. Felipe Bellucci¹

Demanda: O GT NANOTECNOLOGIA: IMPACTOS NA SAÚDE E NA SEGURANÇA DO TRABALHADOR realiza convite ao Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) para fins de participação com elaboração de texto sobre a atuação do MCTI no campo da nanotecnologia e materiais avançados, principalmente em termos de políticas públicas de educação científica, fomento e inovação, observados os parâmetros de sustentabilidade ambiental em todas as suas dimensões.

Sugere-se ainda que se faça menção a todo o SISNANO, em seus laboratórios de pesquisa (por exemplo, este Procurador já pôde visitar, constatando a excelência de todos, os seguintes laboratórios de pesquisa, USP SÃO CARLOS, CT NANO UFMG, IPT SP, LABORATÓRIO NACIONAL DE NANOTECNOLOGIA CNPEM), bem como trazer relatos de práticas de nanossecurança ou mesmo produtos e serviços de nanotecnologia (seja em projeto de pesquisa científica, seja já patenteado ou comercializado).

Duas décadas de Políticas Públicas do Ministério da Ciência, Tecnologia nas áreas de Nanotecnologia e Materiais Avançados

¹ Coordenador-Geral de Tecnologias Habilitadoras. Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

Contexto da área de Nanotecnologia e Materiais Avançados no Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

Criada em 2003, a Coordenação-Geral de Tecnologias Habilitadoras (CGTH), da Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (SETEC), do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) completa 20 anos contribuindo na aceleração do desenvolvimento das tecnologias habilitadoras no Brasil. Sua reconhecida atuação nas áreas de Nanotecnologia, Materiais Avançados e Fotônica, caracteriza-se pela formulação e implementação de Políticas Públicas dirigidas à pesquisa básica e aplicada, formação e capacitação de capital humano especializado, desenvolvimento tecnológico, alianças internacionais, infraestrutura, inovação, empreendedorismo e geração de novos negócios de base tecnológica. Com seu corpo de servidores públicos altamente qualificado e em parceria com atores relevantes do ecossistema nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, em particular CNPq e FINEP, articulou inúmeras Políticas Públicas, destacando-se: (i) a Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia (IBN); (ii) o Sistema Nacional de Laboratórios em Nanotecnologias (SisNANO-MCTI); (iii) a implementação do Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNano-CNPq); (iv) o Programa de Pesquisa Regulatória em Nanotecnologia; (v) o Programa de Inovação em Grafeno (InovaGrafeno-MCTI); (vi) a Política de CTI em Materiais Avançados; (vii) a Iniciativa Brasileira de Fotônica (IBFóton); e (viii) o Sistema Nacional de Laboratórios de Fotônica (SisFóton-MCTI). Em 2023, a Coordenação-Geral de Tecnologias Habilitadoras (CGTH) foi agraciada com a “Menção Especial de Agradecimento”, outorgada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por suas contribuições para a Ciência, Tecnologia e Inovação no país.

Importância da nanotecnologia e dos materiais avançados

Nanotecnologia é um campo científico-tecnológico transversal, disruptivo e pervasivo, dedicada à compreensão, controle e utilização das propriedades da matéria na nanoescala ($1,0 \times 10^{-9} \text{m}$, que equivale a 1 bilionésimo do metro). Materiais que possuem pelo menos uma de suas dimensões em tamanho nanométrico podem apresentar novas propriedades e características diferenciadas, passivas de serem exploradas para diversas aplicações tecnológicas. Dentre os exemplos mais comuns de nanomateriais estão as nanopartículas, nanomembranas, nanotubos de carbono, fulerenos, dentre outros.

A Nanotecnologia está presente em nossas vidas desde seu início, ligada intimamente ao funcionamento dos organismos e parte essencial do ferramental da natureza para criar toda sua diversidade. As estruturas celulares são compostas e controladas por nanoestruturas. A principal forma de montagem molecular da nanoescala é a automontagem, um processo natural onde componentes, separados ou ligados espontaneamente, formam estruturas maiores. O material que compõe as estruturas celulares, como proteínas, enzimas e o próprio DNA, é um elemento natural automontado em tamanho nanométrico. Entender e aplicar a visão que valoriza os processos naturais sempre beneficiou a humanidade, e é dessa forma que a progressão da Nanotecnologia deve ser focada.

A Nanotecnologia é considerada, em termos de soberania nacional, não só pelo Brasil, mas também pelas maiores nações e blocos econômicos mundiais (EUA, Coréia do Sul, Japão, União Europeia, Suíça, Rússia, Inglaterra, China), uma tecnologia estratégica e, pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), uma das bases das Tecnologias Convergentes e Habilitadoras, responsável em moldar a próxima revolução industrial e trazer impactos positivos para o desenvolvimento social e econômico mundial. Desta forma, acomoda facilmente todas as áreas do mundo dos negócios. As novas propriedades dos nanomateriais, conquistadas a partir do entendimento e da utilização da nanotecnologia, revolucionam não somente os produtos, mas também os bens de capital – as máquinas para produção – e a prestação de serviços, com inovações até pouco tempo inimagináveis.

Os materiais Avançados, ou Novos Materiais, referem-se aos materiais que, devido às suas propriedades intrínsecas ou aos processos tecnológicos de preparação, possuem a potencialidade de gerar novos produtos, soluções e processos inovadores de elevado valor tecnológico, econômico, social e ambiental, de elevar o desempenho, durabilidade, de agregar valor ou de introduzir novas funcionalidades em produtos e processos tradicionais.

De característica inovadora e diversas vezes disruptivas, os Materiais Avançados impactam diretamente múltiplos setores da economia global: energia, defesa nacional e segurança pública, transporte, mobilidade, aeroespacial, meio ambiente, alimentício, recursos naturais minerais e biológicos, saúde e outros. Além disso, pela agregação de valor, redução de custos e massificação de soluções tecnológicas, podem contribuir significativamente para a superação de problemas sociais no Brasil, como o baixo acesso à água potável, saneamento básico inadequado, subnutrição, saúde, etc.

Os setores empresarial e industrial se concentram na pesquisa, desenvolvimento e utilização de Materiais Avançados com o intuito de disponibilizarem melhores produtos e soluções no mercado, maximizando a relação investimento/retorno. O investimento privado em novas tecnologias, dentre elas os materiais avançados, visa majoritariamente a criação e manutenção

de vantagens competitivas, como: (i) custos reduzidos e maior rentabilidade; (ii) sustentabilidade e impacto ambiental; (iii) aumento da satisfação e fidelidade do cliente; (iv) conformidade regulatória; (v) competitividade e diferencial de mercado; entre outras.

Visando orientar as ações em nanotecnologia e materiais avançados, foram elaborados Planos de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação, para cada uma das áreas, contendo um conjunto de desafios, metas, ações e estratégias de implementação para o período compreendido entre os anos de 2019 até 2022, cujas principais ações estão apresentadas nesta Nota Técnica. As ações desses Planos buscaram contribuir para a superação dos desafios nacionais para a CT&I previstos na Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (Encti 2016-2023), favorecer o alcance dos principais Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da ONU (ODS), potencializar a utilização das vantagens e oportunidades competitivas do país e alavancar o desenvolvimento econômico e social, de forma segura e sustentável.

Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia (IBN)

No Brasil, existe um ecossistema que engloba tanto o setor público como o privado, que vem sendo fomentado ao longo de 20 anos, iniciando-se com a criação do Programa de Desenvolvimento da Nanociência e da Nanotecnologia, em 2003; incrementado com o Plano Nacional de Nanotecnologia, em 2005 e, atualmente, fortalecido com a criação da Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia (IBN), lançada em 2013 e institucionalizada pela Portaria MCTI nº 3.459, de 26 de junho de 2019. Destaca-se que a IBN foi instituída como Política Nacional para o Desenvolvimento da Nanotecnologia.

A Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia (IBN) foi instituída com o objetivo de “criar, integrar e fortalecer ações governamentais para promover o desenvolvimento científico e tecnológico da nanotecnologia, com foco na promoção da inovação na indústria brasileira e na prosperidade econômica e social”. No âmbito da IBN diversas ações vêm sendo realizadas, com destaque para o Sistema Nacional de Laboratórios em Nanotecnologias (SisNANO); as redes de Centros de Inovação em Nanotecnologia (SibratecNANO); as ações voltadas para questões regulatórias, como a participação brasileira no NANoREG e o projeto de certificação de nanoproductos; a criação do Programa de Inovação em Grafeno (InovaGrafeno-MCTI); as ações de cooperação internacional, em especial com a Argentina e com a China; dentre outras.

Nos últimos 4 anos, cerca de R\$ 465 milhões foram investidos, com apoio e articulação do MCTI, para apoio à nanotecnologia e materiais avançados. Vale destacar que tal investimento foi possível, em sua maior parte, graças aos recursos disponibilizados no âmbito do FNDCT, demonstrando a importância desse Fundo para o apoio à ciência e tecnologia no País. Cabe mencionar que a Lista de Alto Risco na Administração Pública Federal elaborada pelo Tribunal

de Contas da União, em 2022, apontou que o retorno do investimento público em pesquisa é 3 a 8 vezes o valor investido. Tal informação está em consonância com o Estudo “Value of Research Policy Paper by the Research, Innovation, and Science Policy Experts (RISE)” disponibilizado pela Comissão Europeia: “de acordo com a maioria dos estudos, o valor geral gerado pela pesquisa pública é entre três e oito vezes o investimento inicial ao longo de todo o ciclo de vida dos efeitos; e quando calculados em termos de taxas de rentabilidade anuais, os valores medianos situam-se no intervalo entre 20% e 50%”.

Política de Ciência, Tecnologia e Inovação de Materiais Avançados

Por meio do Decreto Presidencial nº 10.746/2021, foi instituída a Política de Ciência, Tecnologia e Inovação de Materiais Avançados, com a finalidade de orientar o planejamento, as ações e as atividades de pesquisa, desenvolvimento tecnológico, inovação e empreendedorismo na cadeia de valor de materiais avançados no País, com vistas à agregação de valor em produtos, serviços e processos para a promoção do desenvolvimento social e econômico. Tal iniciativa teve grande articulação do MCTI, diante da importância do tema para o desenvolvimento científico e tecnológico do país.

Os objetivos gerais da Política de Ciência, Tecnologia e Inovação de Materiais Avançados estão definidas no Art. 6º do citado Decreto: i) fomentar a pesquisa, o desenvolvimento e a inovação tecnológica em Materiais Avançados; ii) estimular o empreendedorismo de base tecnológica em Materiais Avançados; iii) promover o domínio das tecnologias envolvidas na cadeia de valor associada aos minerais e à biomassa para a produção de Materiais Avançados; iv) incentivar a capacitação, a formação e a fixação de recursos humanos especializados; v) promover a criação, a ampliação e a modernização de infraestruturas necessárias à cadeia de valor de Materiais Avançados; vi) fortalecer a cooperação internacional na qualidade de agente acelerador do desenvolvimento setorial; e, vii) promover a sua integração e a sua transversalidade com as políticas públicas setoriais.

Os grandes temas estratégicos para as ações do Estado Brasileiro de apoio ao desenvolvimento da área de Materiais Avançados, são: i) desenvolvimento da Cadeia produtiva de matéria prima (insumos) de maior valor agregado; ii) métodos avançados de caracterização e síntese de Materiais Avançados (materiais sustentáveis); iii) Saúde, Saneamento e Meio Ambiente em especial os biomateriais; iv) Defesa Nacional e Segurança Pública; v) Energia, Eficiência e Transição Energética para as Energias Limpas e Mobilidade (automotiva, aeroviária, ferroviária).

ria); vi) Tecnologia Assistiva; vii) Agricultura, Pecuária e Segurança Alimentar; viii) Bioeconomia e Economia Circular (biomassa, mineração urbana, análise de ciclo de vida, química verde, substituição de materiais por novos materiais renováveis e biodegradáveis); ix) Tecnologias Digitais para a Descoberta e Caracterização Inteligentes de Materiais Avançados Aplicados às TICs e Computação Quântica (Material Informatics); x) Micro e nanofabricação; xi) Aspectos regulatórios de segurança (safety by design); xii) Escalonamento de nanomateriais e Materiais Avançados; e, xiii) Mapeamento Geológico Marinho (blue mining).

Considerando os Princípios, Diretrizes, Finalidade, Objetivos, Iniciativas e Determinações da Política de Ciência, Tecnologia e Inovação de Materiais Avançados, associada à legislação e instrumentos normativos: Estratégia Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (ENDES – 2019-2031), Plano Plurianual (PPA - 2020-2023), Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS, Agenda ONU-2030), e o planejamento estratégico do MCTI para o período 2020-2030, foi elaborado o Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação para Materiais Avançados (PCTIMA), com vigência de quatro anos e cenários para os próximos vinte anos, tendo por objetivos gerais:

Apoiar e propor estratégias e instrumentos executivos complementares para o aprimoramento da governança das ações da Política Nacional de Inovação em Materiais Avançados “vis a vis” a Estratégia Nacional de Inovação (ENI).

Desenvolver competências em ciência, tecnologia, empreendedorismo e inovação, centradas na ética e na promoção continuada do completo desenvolvimento sustentável do ecossistema de Nanotecnologia, Materiais Avançados, criando e nutrindo um ambiente de colaboração entre a indústria e a academia.

Dentre os objetivos e eixos estratégicos do PCTIMA, está a formação de capital humano especializado em materiais avançados; o estímulo a inovação e ao empreendedorismo de base tecnológica; o aprimoramento da interação entre os atores do SNCTI, inclusive no que se refere à transferência de tecnologia; a integração e fortalecimento de outros programas e iniciativas; o fortalecimento das ações de cooperação internacional; dentre outros.

Sistema Nacional de Laboratórios em Nanotecnologias (SisNANO-MCTI)

O Programa SisNANO, um dos principais eixos estruturantes da IBN, é formado por um conjunto de laboratórios direcionados à pesquisa, ao desenvolvimento e à inovação (PD&I) em nanociências e nanotecnologias, tendo como característica essencial o caráter multiusuário.

rio e de acesso aberto a instituições públicas e privadas, mediante submissão de propostas de projetos de PD&I ou de requisição de serviços.

O SisNANO foi instituído pela Portaria MCTIC nº 245, de 5 de abril de 2012, que foi alterada pela Portaria MCTIC nº 2.376, de 16 de maio de 2019, e é atualmente regulamentado pela Instrução Normativa nº 11, de 2 de agosto de 2019. Dentre os objetivos do SisNANO vale destacar o fortalecimento do SNCTI por meio de investimentos em laboratórios multiusuários, com acesso aberto a pesquisadores e empresas, assim como a melhoria da infraestrutura laboratorial para PD&I em nanotecnologias, além de apoiar ao processo de regulação e regulamentação da nanotecnologia e de produtos nanotecnológicos.

Na primeira fase do SisNANO, iniciada em 2013, foram selecionados 26 laboratórios que receberam, ao longo de 6 anos, aproximadamente, R\$ 88 milhões de recursos do MCTI e do FNDCT, com o objetivo de melhorar a infraestrutura laboratorial, garantir o custeio de materiais, viabilizar a realização de reuniões e participação em eventos envolvendo nanotecnologias, e para garantir a manutenção do corpo técnico-científico qualificado para o desenvolvimento das missões dos laboratórios e para viabilizar o funcionamento dos laboratórios de maneira aberta, atendendo usuários e instituições dos setores públicos e privados.

A primeira fase do Programa foi encerrada em 2018 e, além da disponibilização da infraestrutura laboratorial a usuários públicos e privados, foram desenvolvidos mais de 200 projetos em parceria com ICTs e com empresas, que somam mais de R\$ 120 milhões de recursos de outras fontes, como FINEP, BNDES, EMBRAPA, Sibratec; foram arrecadados, com a prestação de serviços, cerca de R\$ 6 milhões que foram revertidos para manutenção dos laboratórios e financiamento de projetos; foram adquiridos cerca de 300 equipamentos com recursos de capital disponibilizados no âmbito do SisNANO; foram depositadas 180 patentes envolvendo nanotecnologias pelas instituições integrantes do SisNANO desde o início do Programa; além de terem sido apoiados com recursos do SisNANO, em média anual, 105 bolsistas que deram suporte técnico e científico aos usuários dos laboratórios, contribuindo também para a capacitação de recursos humanos na área.

Atualmente o SisNANO está em sua 2ª fase (2019-2023), cuja seleção dos laboratórios foi realizada por meio da Chamada Pública CNPq/MCTIC nº 18, lançada em agosto de 2019. No total, 64 propostas, de 57 instituições, foram submetidas à referida Chamada Pública, tendo sido aprovadas 23. Atualmente, existem laboratórios do SisNANO distribuídos por todas as 5 regiões geográficas do país.

Os 23 laboratórios que integram a 2ª fase do SisNANO (Figura 1) estão divididos em 3 categorias:

Laboratórios Estratégicos: laboratórios vinculados diretamente ao Governo Federal e que devem disponibilizar no mínimo 50% (cinquenta por cento) do tempo de uso, em horas, da sua estrutura laboratorial, de seus equipamentos e de sua expertise a usuários externos, tanto públicos quanto privados. São eles:

- (I) Centro de Caracterização em Nanotecnologia em Materiais e Catálise, do Instituto Nacional de Tecnologia (CENANO/INT);
- (II) Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI Nano/CTI Renato Archer);
- (III) Laboratório Estratégico de Nanometrologia, do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO);
- (IV) Laboratório Nacional de Nanotecnologia Aplicada às áreas Nuclear e Correlatadas, da Comissão Nacional de Energia Nuclear (Nuclear-Nano/CNEN);
- (V) Laboratório Nacional de Nanotecnologia, do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (LNNano/CNPEN);
- (VI) Laboratório Nacional de Nanotecnologia para o Agronegócio, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (LNNano/EMBRAPA);
- (VII) Laboratório Multiusuário de Nanociências e Nanotecnologia, do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (LABNANO/CBPF);
- (VIII) Laboratórios Multiusuários de Nanotecnologia, do Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste (LMNAN/CETENE).

Laboratórios Associados: laboratórios vinculados a Universidades ou Institutos de Pesquisa, Desenvolvimento e/ou Inovação e que devem disponibilizar no mínimo 20% (vinte por cento) do tempo de uso, em horas, da sua estrutura laboratorial, de seus equipamentos e de sua expertise a usuários externos, tanto públicos quanto privados;

- (I) Laboratório NanoSul, da Universidade Federal do Rio Grande (NanoSul/FURG);
- (II) Laboratório Interdisciplinar para o Desenvolvimento de Nanoestruturas, da Universidade Federal de Santa Catarina (LINDEN/UFSC);
- (III) Laboratório Central de Nanotecnologia, da Universidade Federal do Paraná (LCNano/UFPR);
- (IV) Rede de Laboratórios em Bionanomanufatura e Materiais, do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (BIONANO/IPT);

(V) SisNANO-USP: Nanotecnologias em saúde, meio ambiente e energia, da Universidade de São Paulo (USP);

(VI) Laboratório de nanobiotecnologia para estudos pré-clínicos, do Hospital Israelita Albert Einstein;

(VII) Centro de Componentes Semicondutores e Nanotecnologias, da Universidade Estadual de Campinas (CCSNano/UNICAMP);

(VIII) Laboratório de Nanobiotecnologia, da Universidade Federal de Uberlândia (NANOS/UFU);

(IX) Laboratório Associado de Nanotecnologia, da Universidade Federal de Minas Gerais (LA-NANO-UFGM);

(X) Sistema de Laboratórios de Suporte e Pesquisa em Nanociência e Nanotecnologia, da Universidade Federal de Goiás (SLNano/UFG);

(XI) Central Analítica, da Universidade Federal do Ceará (CA/UFC);

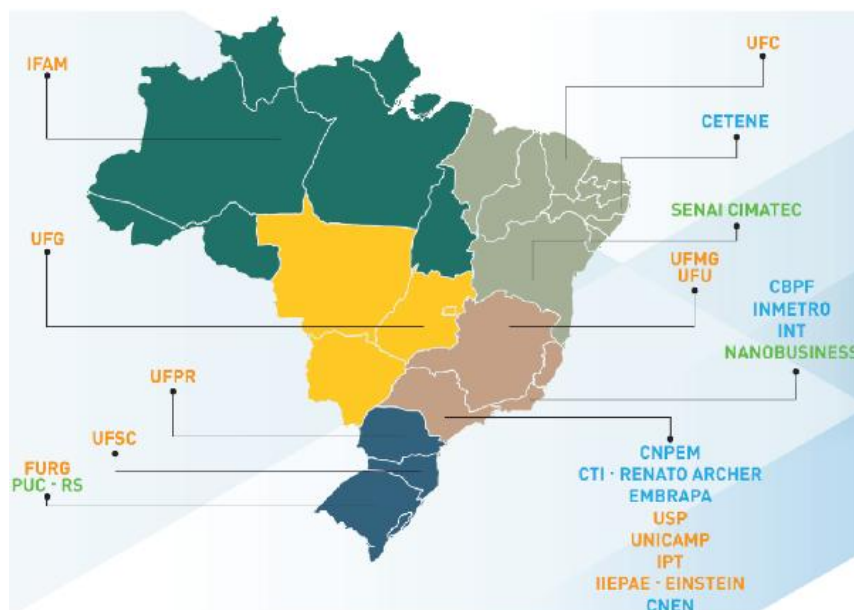
(XII) Laboratório de Síntese e Caracterização de Nanomateriais, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (LSCN/IFAM)

Parceiros Estratégicos: laboratórios ou Institutos privados que devem disponibilizar no mínimo 10% (dez por cento) do tempo de uso, em horas, da sua estrutura laboratorial, de seus equipamentos e de sua expertise a usuários externos, tanto públicos quanto privados

(I) Plataforma Aberta CIMATEC Nano, do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – Campus Integrado de Manufatura e Tecnologia (SENAI CIMATEC);

(II) Centro Interdisciplinar de Nanociência e Micro-Nanotecnologia, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (NanoPUCRS);

(III) NanoBusiness Informação e Inovação Ltda.



Legenda: Mapa do Brasil indicando a localização geográfica dos 23 laboratórios integrantes da 2ª fase do SisNANO - em azul, os Laboratórios Estratégicos; em laranja, os Laboratórios Associados e, em verde, os Parceiros Estratégicos. Fonte: folder SisNANO 2ª fase.

O Programa foi aprimorado com base na experiência adquirida na 1ª fase do SisNANO, cujos resultados estão apresentados no formato de e-book, disponível no site do MCTI. A 2ª fase do Programa tem como foco principalmente promover o desenvolvimento tecnológico e a realização de projetos em parceria com empresas, sempre mantendo a característica essencial do SisNANO que é a disponibilização de infraestrutura laboratorial multiusuária e de acesso aberto.

Com vistas ao melhor acompanhamento do desempenho dos laboratórios, foram estabelecidos indicadores que versam sobre a realização de projetos em cooperação com empresas, projetos em cooperação internacional, realização de eventos, promoção de iniciativas para formação e/ou capacitação de recursos humanos, promoção de ações para divulgação da nanotecnologia para a sociedade em geral e promoção/participação em eventos de interação com o setor produtivo.

O acompanhamento das atividades dos laboratórios do SisNANO é realizado principalmente por meio do acompanhamento orçamentário e financeiro junto ao CNPq e do encaminhamento de Relatórios Anuais pelos coordenadores dos laboratórios. Com base nas informações apresentadas nos relatórios referentes aos anos de 2020 a 2022, pode-se destacar os seguintes resultados alcançados até o final de 2022:

(I) Cinquenta e nove (59) bolsistas contratados no âmbito do SisNANO em 2020 e 83, em 2021, e 61 em 2022 (17 laboratórios com recursos em bolsas). A maioria dos bolsistas foram contratados com bolsas de longo prazo, contribuindo de fato para a formação de profissionais na área de nanotecnologia;

(II) Promoção e/ou participação de/em aproximadamente 284 ações voltadas para divulgação e capacitação de recursos humanos, que incluem realização/participação de/em workshops, seminários, cursos e eventos em geral;

(III) Realização de cerca de 136 ações de interação com setores econômicos que incluem, em sua maioria, reuniões e eventos para apresentação e prospecção de projetos cooperativos e identificação de oportunidades de parceria com empresas;

(IV) Aproximadamente 680 atendimentos a empresas, seja por meio de parceria ou por prestação de serviços, o que representa um aumento de cerca de 93% no número de projetos com empresas em relação a 2019, conforme informado pelos Laboratórios integrantes do SisNANO;

(V) Desenvolvimento, pelos Laboratórios integrantes do SisNANO, de 139 projetos em cooperação internacional, o que representa um aumento de cerca de 54% no número de projetos em cooperação em andamento em 2019;

(VI) Depósitos, entre 2020 a 2022, de 163 pedidos de patentes, envolvendo nanotecnologias, com participação dos laboratórios do SisNANO;

(VII) Mais de R\$ 470 milhões de recursos adicionais levantados pelos laboratórios, por meio da participação em editais de fomento, parceria com empresas, entre outros;

(VIII) Laboratórios do SisNANO participam de 03 INCTs aprovados na última Chamada do CNPq para seleção de novos Institutos;

(IX) Participação de laboratórios do SisNANO no desenvolvimento de vacinas contra o vírus da COVID-19, assim como no desenvolvimento de técnicas e equipamentos para detecção precoce do vírus; e

(X) Diversos laboratórios foram credenciados como unidades EMBRAPPII.

Ainda, o acompanhamento das atividades também vem sendo realizado por meio de reuniões e eventos. Em 2020, quando de fato se iniciou a execução dos projetos, foi realizado o 1º Workshop do SisNANO, que aconteceu de maneira virtual em virtude da pandemia de COVID-19, para apresentação dos laboratórios e alinhamento das expectativas para a 2ª fase do Programa. O segundo encontro do SisNANO aconteceu no primeiro semestre de 2022, na

forma de reunião de trabalho. Já em maio de 2023 foi realizado, em parceria com a equipe do LNNano/CNPEM, o primeiro Workshop presencial do SisNANO, ocasião em que foi discutido o andamento dos projetos, além de ter sido uma ótima oportunidade para troca de experiências e formação de novas parcerias entre os laboratórios integrantes.

Por fim, é importante destacar que o SisNANO é uma das principais ações estratégicas do MCTI para apoiar a pesquisa, o desenvolvimento tecnológico e a inovação envolvendo nanotecnologias e é uma iniciativa aderente aos objetivos estratégicos do MCTI, além de se relacionar com diversas diretrizes definidas para a próxima Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (2023-2030), definidas na Portaria MCTI nº 6.998, de 10 de maio de 2023.

Programa de Inovação em Grafeno (InovaGrafeno-MCTI)

Por meio da Portaria MCTI nº 4.964, de 9 de julho de 2021, foi lançado o Programa de Inovação em Grafeno (InovaGrafeno-MCTI) que é um dos programas estratégicos e estruturantes da Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia (IBN), funcionando como vetor nacional para o desenvolvimento do grafeno e da próxima geração dos materiais 2D à base de carbono.

Em 2022, no âmbito do InovaGrafeno-MCTI, foi lançada a Chamada Pública CNPq/MCTI/FNDCT nº 22/2022, no valor de R\$ 20 milhões, com objetivo de apoiar a realização de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação e a implementação de iniciativas de aplicação na sociedade de soluções tecnológicas e empresariais utilizando o Grafeno e materiais 2D à base de carbono. Foram recebidas 145 propostas e, conforme resultado final, 22 projetos foram aprovados para a Linha 1 (pesquisa básica e aplicada com nível de maturidade tecnológica (TRL) entre 1 e 3, realizada por Instituições de Ciência e Tecnologia - ICT); 06 projetos para a Linha 2 (desenvolvimento de projetos com TRL entre 4 e 7, realizado por ICTs obrigatoriamente com empresas de qualquer porte e, no mínimo, 5 anos de constituição); e 06 projetos para a Linha 3 (Geração de Startups em DeepTech: criação de empresas nascentes de base tecnológica (startups), conforme o Marco Legal das Startups (Lei Complementar nº 182, de 1º de junho de 2021), incluindo Ideação, Modelo de Negócio, Produto Mínimo Viável (MVP) e Provas de Conceito (Proof of Concept – POC).

Programa Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT)

Os Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT) surgiram do aprimoramento dos Institutos do Milênio, que foi uma iniciativa do Ministério da Ciência e Tecnologia executada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, visando ampliar as opções de financiamento de projetos mais abrangentes e relevantes de pesquisa científica e de desenvolvimento tecnológico. O Programa Institutos do Milênio, lançado em 2005 por meio de Chamada Pública do CNPq, destinava-se a promover a formação de redes de pesquisa em todo o território nacional em busca da excelência científica e tecnológica em qualquer área do conhecimento, assim como em áreas priorizadas pelo Ministério da Ciência e Tecnologia. O resultado esperado do Programa Institutos do Milênio foi o incremento substancial nos padrões de excelência e produtividade da ciência e tecnologia brasileiras bem como a sua inserção mais competitiva e integrada no cenário internacional, o que foi alcançado com base nos resultados dos projetos aprovados naquela chamada.

O Programa Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia foi aprovado em substituição ao Programa Institutos do Milênio, por meio da Portaria MCT nº 429, de 17/07/2008, e reeditado em 2014, pela Portaria MCTI nº 577, de 04/06/2014. O art. 2º da Portaria de reedição define que, in verbis:

Art. 2º Os Institutos Nacionais serão formados a partir de uma instituição sede, caracterizada pela excelência de sua produção científica e/ou tecnológica, alta qualificação na formação de recursos humanos e com capacidade de alavancar recursos de outras fontes, e por um conjunto de laboratórios ou grupos associados de outras instituições, articulados na forma de redes científico-tecnológicas que devem incluir pesquisadores de grupos em novos campi universitários, e/ou em instituições em regiões menos favorecidas.

Os Institutos Nacionais ocupam posição estratégica no Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI), tanto pela sua característica de ter um foco temático em uma área de conhecimento, para desenvolvimento no longo prazo, como pela complexidade de sua organização e de porte do financiamento. Com tudo isso, o Governo Federal promove o incremento nos padrões de excelência e produtividade da ciência e tecnologia brasileiras; aprimora a inserção no cenário internacional e a transferência de conhecimento para o setor empresarial e para a sociedade; promove a participação mais equilibrada das diferentes regiões do país no esforço produtivo; e gera riqueza e melhoria de qualidade de vida dos brasileiros.

De forma geral, os pilares, que consolidaram os INCTs como um dos programas mais importantes para a ciência brasileira, se constituem em: (I) formação de redes de pesquisa; (II) con-

solidação de parcerias institucionais; (III) abordagem multidisciplinar em temas estratégicos para o país; (IV) formação e capacitação de recursos humanos altamente qualificados; e (V) investimento a longo prazo.

Nas temáticas de Nanotecnologia e Materiais Avançados, atualmente há 17 INCTs focados nessas áreas, selecionados na Chamada de 2014 e na de 2022, quais sejam:

Selecionados na CHAMADA INCT - MCTI/CNPq/CAPES/FAPs nº 16 de 2014:

- (I) INCT de Fluidos Complexos;
- (II) INCT em Materiais Complexos Funcionais (INCT-Inomat);
- (III) INCT Processamento e Aplicação de Ímãs de Terras Raras para Indústria de Alta Tecnologia (INCT-PATRIA);
- (IV) INCT de Engenharia de Superfícies;
- (V) INCT de Catálise em Sistemas Moleculares e Nanoestruturados;
- (VI) INCT em Teranóstica e Nanobiotecnologia (INCT-TeraNano);
- (VII) INCT de Nanomateriais de Carbono;
- (VIII) INCT Nanotecnologia Farmacêutica: uma abordagem transdisciplinar (INCT-NANOFARMA); e
- (IX) INCT em Eletrônica Orgânica (INCT-INEO).

Selecionados na CHAMADA MCTI/CNPq Nº 58 de 2022:

- (I) INCT de Materiais Ferróicos para conversores de energia: Síntese, Propriedades, Fenomenologia e Aplicações – MATFERRCE;
- (II) INCT de Spintrônica e Nanoestruturas Magnéticas Avançadas (INCT-SpinNanoMag);
- (III) Instituto Nacional em Nano-Biofarmacêutica;
- (IV) Nano e Microeletrônica para Tecnologias Habilitadoras – NAMITEC;
- (V) INCT em Reologia de Materiais Complexos aplicada a Tecnologias Avançadas - INCT-Rhe9;
- (VI) INCT Materials Informatics;
- (VII) Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Nanomateriais para a vida – NanoVIDA; e

(VIII) INCT em Impressão 3D e Materiais Avançados Aplicados à Saúde Humana e Animal (INC-T_3D-Saúde).

Ações Voltadas para as Questões Regulatórias e Uso Seguro da Nanotecnologia

Importante salientar que o MCTI tem um histórico de atuação nas questões de segurança e regulação da nanotecnologia, no qual vale destacar a criação das Redes de Pesquisa e Desenvolvimento em Nanotoxicologia e Nanoinstrumentação, a realização de estudo sobre os aspectos regulatórios da nanotecnologia por meio de ação realizada no âmbito dos Diálogos Setoriais com a União Europeia, a viabilização da participação brasileira no Programa NANoREG, bem como o apoio ao projeto de Certificação de Nanoprodutos.

Por meio da Chamada Pública MCTI/CNPq nº17/2011, foram criadas seis Redes Cooperativas de Pesquisa e Desenvolvimento em Nanotoxicologia, para avaliar a segurança dos nanomateriais e fornecer suporte para questões regulatórias. A realização de estudos toxicológicos, não apenas para nanomateriais mas para qualquer material, é fundamental para se conhecer as propriedades dos materiais e para avaliar o potencial toxicológico antes dos mesmos serem utilizados na cadeia produtiva, assegurando seu uso de forma segura e sustentável. As Redes de P&D em Nanotoxicologia tiveram papel fundamental na formação de base científica e de recursos humanos e que serviram de base para a participação brasileira no Programa NANoREG (A common European approach to the regulatory testing of nanomaterials). Devido aos resultados exitosos as redes foram renovadas em 2014, recebendo recursos extras, e encerrando-se em 2016. A geração de conhecimento obtida com os estudos realizados pelas Redes contribuiu imensamente para dar subsídios para regulação e regulamentação na área de nanotecnologia, fornecendo informações sobre os organismos-testes mais adequados e os bioensaios recomendados para análise de risco. As atividades de pesquisa em nanotoxicologia continuam sendo realizadas, porém com financiamento de outras ações e projetos, tais como o SisNANO.

O projeto NANoREG teve como escopo a regulação internacional em Nanotecnologia. A iniciativa foi proposta pela União Europeia e coordenada pelo Ministério de Infraestrutura e Meio Ambiente da Holanda. Em setembro de 2014 foi oficializada a participação do Brasil no projeto NANoREG, com o objetivo de fornecer às agências reguladoras e aos legisladores do Brasil as ferramentas necessárias para que se tenha uma regulamentação em nanotecnologia embasada em conhecimentos científicos, em consonância com a regulamentação mundial e que dê segurança a trabalhadores, consumidores e ao meio-ambiente.

O NANOREG teve como objetivos gerais: (I) disponibilizar aos legisladores um conjunto de ferramentas de avaliação de risco e instrumentos de tomada de decisão a curto e médio prazo, através da análise de dados e realização de avaliação de risco, incluindo a exposição, monitorização e controle, para um número selecionado de nanomateriais já utilizados em produtos comercializados e comercializáveis; (II) desenvolver, em longo prazo, novas estratégias de ensaio adaptadas a um elevado número de nanomateriais em que muitos fatores podem afetar o seu impacto ambiental e de saúde; e (III) estabelecer estreita colaboração entre governos e indústria, no que diz respeito ao conhecimento necessário para a gestão adequada dos riscos, e criar a base para abordagens comuns, conjuntos de dados mutuamente aceitáveis e práticas de gestão de risco.

No Brasil, o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) exerceu a liderança científica e tecnológica do projeto atuando em conjunto com os laboratórios do SisNANO e com as Redes de Pesquisa e Desenvolvimento em Nanotoxicologia. Oito laboratórios brasileiros, integrantes principalmente das citadas Redes e do SisNANO, contribuíram para cinco dos sete pacotes de trabalho propostos pelo NANOREG. Um dos principais resultados alcançados com o Programa NANOREG foi o estabelecimento de Procedimentos Operacionais Padrão (POPs), testados, ajustados e validados, utilizando comparações interlaboratoriais, destinados a avaliar diversos aspectos de nanomateriais e sua interação com sistemas biológicos. Esses POPs foram harmonizados com os procedimentos já estabelecidos com a OCDE.

Dando continuidade às ações iniciadas no âmbito do NANOREG e visando, também, a divulgação dos POPs produzidos no âmbito do programa, foi estabelecido o Projeto de Certificação de Nanoprodutos (CertificaNano), em execução desde 2017 via CNPq e coordenado pelo prof. José Mauro Granjeiro, do Inmetro. O citado projeto, previsto para finalizar em 2023, é dividido em vários eixos, que envolve a articulação com os agentes reguladores e regulamentadores; o acompanhamento das ações internacionais de regulação em nanotecnologia; a difusão de protocolos desenvolvidos pelo NANOREG e difusão de checklists e guias de orientação/avaliação harmonizados com os protocolos da OCDE; o apoio à capacitação de laboratórios, em especial os do SisNANO, segundo os requisitos estabelecidos nas normas ISO e de boas práticas laboratoriais; o acompanhamento e suporte científico para a Comissão Especial da Câmara dos Deputados Federais; e a produção de materiais de referência para controle de qualidade e calibração de equipamentos.

Dentre os resultados alcançados no projeto e alinhados com essa ação, vale destacar que foi contratado um consultor para auxiliar no processo de articulação com os agentes reguladores. Visando a aproximação, o MCTI solicitou a esses órgãos a indicação de pontos focais para interlocução, mas essa indicação tem sido bem morosa e poucos avanços aconteceram. Diante

disso, o projeto foi prorrogado por mais um ano na expectativa de termos novos pontos focais indicados e que seja possível avançar com mais celeridade nessa articulação. Vale comentar também que durante a pandemia de COVID vários cursos online foram disponibilizados para a comunidade científica atuante nas áreas de nanociência e nanotecnologia, em especial para os grupos que integram o SisNANO. Ainda, foi criado o Portal <https://ead.inmetro.gov.br/mod/page/view.php?id=447> - para difusão dos protocolos desenvolvidos no Programa NANoREG e das normas ISO e documentos da OCDE.

No que se refere à normatização da nanotecnologia e dos materiais avançados, vale destacar também que o MCTI tem acompanhado a Comissão de Estudo Especial da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) para o tema Nanotecnologia (ABNT - CEE-089), que tem também foco em materiais avançados, e que retomou suas atividades em 2021. O âmbito de atuação da ABNT/CEE-089 é a normalização no campo de nanotecnologia, no que concerne à terminologia e nomenclatura; à metrologia e instrumentação, incluindo especificações para materiais de referência; aos métodos de ensaio; à modelagem e simulações; e às práticas de saúde, segurança e meio ambiente, com embasamento científico. Inclusive, uma das atividades que vem sendo realizada pela Comissão e seus grupos de trabalho, é a tradução das normas ISO e discussões para adoção de tais normas no Brasil, o que poderá contribuir para as diretrizes para estabelecimento de um programa voltado para nanosseguurança. Um importante resultado já alcançado pelo grupo, foi o estabelecimento da primeira norma brasileira para caracterização de grafeno (ABNT ISO/TS 21356-1). Outras estão em fase de tradução e validação.

Por fim, registra-se que o MCTI tem também contribuído para o processo formal de ingresso do Brasil na Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), que inclui, a adesão aos instrumentos normativos dessa Organização. Dentre tais instrumentos, está o que trata das recomendações sobre os testes de segurança e a avaliação de nanomateriais manufaturados (Instrumento 0400), às quais o Brasil vem observado.

Ações em Parceria com Empresas, Empreendedorismo e Fortalecimento de Ambientes Inovadores

De forma complementar ao SisNANO, foi criado, no âmbito do Sistema Brasileiro de Tecnologia (Sibratec), os Centros de Inovação em Nanotecnologia - SibratecNANO, com duas Redes de Centros de Inovação (Rede Centro de Inovação em Nanomateriais e Nanocompósitos e Rede

de Nanodispositivos e Nanosensores) e um projeto piloto de Rede de Serviços Tecnológicos em Nanotecnologias (Rede Sibratec-SisNANO-Modernit).

Operado pela Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa (FUNDEP), com recursos da FINEP, o SibratecNANO é um instrumento de aproximação, articulação e financiamento de projetos cooperativos entre micro, pequenas, médias e grandes empresas e os laboratórios integrantes do SisNANO. O objetivo desse Centro é fomentar e implantar a cultura da inovação nas empresas brasileiras, principalmente micro e pequenas, voltadas para incorporação da nanotecnologia em produtos e processos. O SibratecNANO, é composto por duas redes específicas: Rede de Inovação em Nanomateriais e Nanocompósitos e Rede de Inovação em Nanodispositivos e Nanossensores. As duas Redes possuem como objetivo específico selecionar projetos de inovação, em suas respectivas áreas, executados por empresas em parceria com Laboratórios do SisNANO, direcionados ao desenvolvimento de produtos e processos nanotecnológicos inovadores, com foco no mercado e agregação de valor à empresa, seus produtos e negócios. Até 2022, foram lançados 12 Ciclos para seleção de projetos de parceria entre laboratórios do SisNANO e empresas, movimentando recursos da ordem de R\$ 16 milhões, sendo este valor a soma dos recursos próprios do SibratecNANO e da contrapartida das empresas.

Já a Rede Sibratec-SisNANO-Modernit, um projeto piloto para estabelecimento de uma Rede de Serviços Tecnológicos em Nanotecnologias, teve o objetivo de estruturar os laboratórios, adequando a infraestrutura e os quadros técnicos, com o intuito de melhorar os serviços tecnológicos oferecidos e qualificar os laboratórios para que, caso tenham interesse, solicitassem a acreditação conforme os padrões de qualidade estabelecidos. As duas Redes possuem como objetivo específico selecionar projetos de inovação, em suas respectivas áreas, executados por empresas em parceria com Laboratórios do SisNANO, direcionados ao desenvolvimento de produtos e processos nanotecnológicos inovadores, com foco no mercado e agregação de valor à empresa, seus produtos e negócios. Até 2022, foram lançados 12 Ciclos para seleção de projetos de parceria entre laboratórios do SisNANO e empresas, movimentando recursos da ordem de R\$ 16 milhões, sendo este valor a soma dos recursos próprios do SibratecNANO e da contrapartida das empresas.

A Rede contou com recursos da ordem de R\$ 5 milhões, aportados pela FINEP e geridos pela FUNDEP. Estes recursos foram destinados para a contratação de bolsistas especializados em sistema de gestão e na área técnica, capacitação das equipes dos laboratórios, aquisição de normas de referência de ensaio, aquisição de materiais de referência certificados, provisão de auditorias internas e para realização de ensaios de proficiência. Dos 26 laboratórios integrantes da primeira fase do SisNANO (2013-2018), nove foram qualificados para oferecer serviços conforme as normas de serviço de qualidade.

Ainda, com o intuito de fortalecer os ambientes de inovação e a articulação entre o Estado e o setor empresarial, foi criado o Laboratório de Materiais Avançados e Minerais Estratégicos (GraNioTer), um hub tecnológico que tem como principal objetivo apoiar o desenvolvimento de produtos e processos baseados em materiais avançados e minerais estratégicos. A ideia é que o GraNioTer promova maior integração do potencial de oferta de capacidade científica e tecnológica com a demanda por aportes tecnológicos das empresas brasileiras. Até o momento foram aportados R\$ 40 milhões para apoiar a estruturação e início das atividades do GraNioTer. O GraNioTer-MCTI expressa uma diretriz central do MCTI de promover maior integração da oferta potencial da capacidade científica e tecnológica instalada da rede de ICTs com a demanda por desafios tecnológicos das empresas brasileiras. Irá contribuir para a redução do fosso tecnológico entre a indústria e a competição internacional, ampliando a especialização produtiva de alta complexidade, aumentando a produtividade em bens e serviços, e a parcela de produtos e processos com médio e alto valor agregado nas exportações brasileiras. As ações iniciais do GraNioTer-MCTI focam em: grafeno (e outros nanomateriais 2D e 3D), terras raras e minerais estratégicos para a inovação tecnológica (ex. nióbio). Sua operação flexível permitirá PD&I em outros materiais avançados e minerais estratégicos, visando sempre as aplicações inovadoras.

Foi também lançado a Chamada Pública, em parceria com a FINEP, para estruturação de até dois Centros de Tecnologia e Inovação Aplicadas em Materiais Avançados, no valor de R\$ 8 milhões. Dois projetos foram aprovados, porém apenas um, do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) foi contratado. O projeto contratado tem como objetivo o desenvolvimento de um centro de materiais avançados em grafeno e novas aplicações tecnológicas, em uma parceria entre o IPT e a Gerdau S.A. O Centro, nomeado "CIGRAPH", já em desenvolvimento, atuará com três plataformas de inovação: polímeros (matrizes termorrígidas; termoplásticas e elastoméricas); concretos e óleos e graxas, visando a incorporação de dispersões de grafeno nos três sistemas poliméricos, em argamassa e concreto e em óleos e graxas, com o intuito de aumentar as propriedades de desempenho mecânico, térmico, de atrito e de barreira a gases e líquidos bem como a biodegradabilidade. O IPT foi apoiado com um recurso de aproximadamente R\$ 4 milhões da FINEP/FNDCT e, adicionalmente, a Gerdau apoiou com R\$ 1,2 milhão como contrapartida da empresa.

Em 2020, também foi lançada a Chamada Pública CNPq/MCTIC/SEMPI nº 01/2020 para apoio a projetos de empreendedorismo em grafeno, onde, das 73 propostas submetidas, foram contratados 29 projetos com o objetivo de promover a pesquisa aplicada, o desenvolvimento e a inovação com vistas a gerar empreendimentos e soluções de base tecnológica na área de grafeno. A Chamada previu o aporte de cerca de R\$ 1,6 milhão, em custeio e bolsas, havendo uma suplementação de recursos no valor R\$ 500 mil no ano de 2022 para os projetos da Fase II, totalizando um investimento de R\$ 2,1 milhões. A Chamada foi dividida em duas fases. Na

Fase I, as 29 equipes empreendedoras contratadas tiveram 6 meses para identificar problemas reais e demandas do setor privado ou da sociedade, apresentar relatório técnico, Plano de Negócios e apresentar carta de interesse de uma aceleradora ou incubadora. A partir dos resultados alcançados na Fase I, foram selecionadas 10 propostas que seguiram para a Fase II, na qual, ao final de 18 meses, as equipes apresentaram um Produto Mínimo Viável (MVP), além de interações com investidores, empresas e potenciais parceiros ou clientes.

Foi criada também a Rede EMBRAPII de Inovação em Grafeno, com a proposta de incentivar pesquisa e desenvolvimento de aplicações industriais para o material no país. A estratégia para aumentar a competitividade da industrial nacional prevê aproximar as Unidades EMBRAPII (centros de pesquisas credenciados) de grafeno às demandas do setor empresarial pela tecnologia. A Rede EMBRAPII/MCTI conta com 16 Unidades EMBRAPII e, com ela, será possível elevar o nível de maturidade tecnológica relativo ao uso do grafeno por meio de projetos cooperativos de P&D, além de potencializar a capacidade de atendimento às demandas por inovação da indústria nacional, fomentando e tornando-a mais forte e competitiva. Até o momento, há cerca de 19 projetos envolvendo grafeno em andamento, que somam cerca de R\$ 21 milhões (38% sendo contrapartida de empresa), e 53 projetos envolvendo nanotecnologia, que somam R\$ 61 milhões (41% de contrapartida de empresa).

Ações em Cooperação Internacional em Nanotecnologia e Materiais Avançados

A cooperação internacional em Nanotecnologia apoiada pelo MCTIC com países e blocos econômicos expoentes da área potencializa e favorece o intercâmbio entre pesquisadores brasileiros e estrangeiros, com vistas a tornar eficientes os esforços investigativos em torno de temas de interesses comuns às partes. Atualmente, a SETEC/MCTI apoia cooperações em curso com Argentina, China, União Europeia, Portugal, Espanha e BRICS, e visa expandir as cooperações para outros países e blocos econômicos.

No âmbito da cooperação em nanotecnologia, foi estabelecido, em 2005, o Centro Brasileiro-Argentino de Nanotecnologia (CBAN), com o objetivo de executar projetos conjuntos de pesquisa e desenvolvimento (P&D), formação e capacitação de recursos humanos científicos de ambos os países. Atualmente o CBAN é composto por dois Coordenadores Nacionais de cada País e por um Comitê Integrado, conforme disposto na Portaria MCTI nº 5.232, de 19 de novembro de 2021. Aos coordenadores nacionais compete exercer a direção do Centro e definir a metodologia de trabalho. Pelo lado brasileiro, a direção do Centro é realizada por um representante do MCTI e um representante do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF). O Comitê Integrado é formado por representantes, brasileiros e argentinos, de notório saber em

nanotecnologia. Os representantes tanto da direção do Centro quanto do Comitê Integrado foram nomeados pela Portaria MCTI nº 5.232, de 19 de novembro de 2021.

Ao longo dos anos, o CBAN promoveu inúmeras escolas na área de nanotecnologia. No sentido de impulsionar as atividades do CBAN, foram realizadas reuniões, de 2020 a 2022, entre os Coordenadores Nacionais do CBAN de ambos os países, com o intuito de retomar a aproximação e executar atividades conjuntas. Como atividades do Centro Brasileiro-Argentino de Nanotecnologia (CBAN) foram realizadas as seguintes atividades: (i) Apresentação do Centro na abertura do XX Encontro de Materiais Nanoestruturados e de Superfície, um dos mais importantes eventos argentinos na área e que aconteceu em maio de 2021; (ii) Apresentação do Centro no XIX Brazil MRS Meeting, o evento anual da Sociedade Brasileira de Pesquisa em Materiais realizado em setembro de 2021; e (iii) Realização de um Workshop do CBAN em outubro de 2021, com pesquisadores, brasileiros e argentinos, da área de nanotecnologia, com vistas a aproximar a comunidade científica de ambos os países e promover a realização de projetos conjuntos.

Já em 2022, foi lançada uma Chamada Pública, em uma parceria entre MCTI e CNPq, que teve como objetivo apoiar projetos cooperativos em nanotecnologia no âmbito do CBAN, nas áreas de energia, saúde, agricultura e meio ambiente. Ao todo 67 propostas foram submetidas, sendo 5 aprovadas dentro do limite de recursos, sendo duas na área de energia e uma em cada um das outras áreas. Para 2023, estão previstos 4 Webinários virtuais pra aproximação da comunidade científica atuante em nanotecnologia nos dois países. O 1º Webinário aconteceu em abril, com a apresentação dos 5 projetos aprovados na Chamada 2022 do CBAN e o 2º Webinário está previsto para 29 de junho.

No âmbito da cooperação em nanotecnologia com a China, foi criado, por meio da Portaria nº 117, de 13 de fevereiro de 2012, o Centro Brasil-China de Pesquisa e Inovação em Nanotecnologia (CBCIN), um Centro virtual formado por uma rede cooperativa de instituições do Brasil e da China, buscando o desenvolvimento científico e tecnológico no campo da nanotecnologia, e tem como objetivos: (I) coordenar as atividades envolvendo a cooperação Brasil-China em áreas de nanotecnologia; (II) promover o avanço científico e tecnológico da investigação e aplicações de materiais nanoestruturados; (III) consolidar e ampliar a pesquisa em nanotecnologia, expandindo a capacitação científica, visando explorar os benefícios resultantes dos desenvolvimentos associados a implicações tecnológicas; (IV) desenvolver programas de mobilização de empresas instaladas no Brasil para possíveis desenvolvimentos na área de nanomateriais.

Por meio do CBCIN foram apoiados, até o momento, 10 projetos de pesquisa realizados em conjunto em instituições brasileiras e chinesas. Visando a consolidação e a difusão dos resultados alcançados no âmbito do CBCIN, foi publicado um e-book contendo informações sobre o Centro e sobre os projetos desenvolvidos e seus resultados. Com os projetos, pode-se destacar que houve um impacto direto no avanço da nanotecnologia brasileira, principalmente no controle do processo de engenharia de materiais de carbono nanoestruturado de biomassa para aplicação em remediação ambiental; nos métodos robustos para fabricação de dispositivos; na modelagem computacional de materiais nanoestruturados em condições extremas e design de nanossensores; e nos nanomateriais híbridos para aplicações biomédicas, agrícolas e nanofotônicas.

No âmbito da cooperação em nanotecnologia com Portugal, foi assinado, em maio de 2021, entre o MCTI e seu congênere Português, o Memorando de Entendimento (MoE) em matéria de Nanociência, Nanotecnologia e Tecnologias Quânticas, e que tem como objetivo coordenar e desenvolver a colaboração existente entre centros de investigação portugueses e brasileiros nessas áreas, com vistas a facilitar a cooperação, a formação e a mobilidade de investigadores e especialistas de ambos os países. As atividades levam também em consideração as orientações da segunda reunião da Subcomissão de Ciência, Tecnologia e Inovação, realizada em janeiro de 2018, para o reforço da colaboração científica e tecnológica entre os dois Estados nas áreas de: nanociência e nanotecnologia, em especial, nanomateriais, nanossegrurança, nanofotônica, nanodispositivos, nanoeletrônica e nanopartículas aplicadas à saúde, meio ambiente e alimentos; tecnologias quânticas, em especial informação, simulação e computação quânticas; e outras áreas de comum acordo entre as partes. Conforme estabelecido no MoE, foi formado, em 2023, um grupo de trabalho (GT) com o objetivo de preparar um Plano de Implementação Conjunto. O GT conta com 4 membros Brasileiros (sendo 2 do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação - MCTI e 2 do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas - CBPF) e 2 membros de Portugal.

O Brasil e, mais especificamente, o MCTI vêm intensificando nos últimos anos a interação na temática Ciência e Tecnologia com os Países do BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul) e a instituição do Grupo de Trabalho BRICS em Ciência de Materiais e Nanotecnologia (BRICS Working Group of Material Science and Nanotechnologies) constitui parte importante do fomento conjunto à colaboração científica, tecnológica e de inovação. Nesse sentido, foram assinados o Memorando de Entendimento sobre a colaboração em CT&I e o Plano de Trabalho de Ciência, Tecnologia e Inovação dos BRICS (2019-2022). A partir dessa iniciativa, foram realizados 04 Encontros do Grupo de Trabalho em Nanotecnologia e Ciência dos Materiais do BRICS, sendo que o 3º Encontro foi sediado e organizado pelo Brasil, na cidade de Manaus, em 2021. No âmbito deste GT, está sendo estabelecida uma Rede BRICS de Ciência

dos Materiais e Nanotecnologia (BRICS-RCMN), da qual farão parte, inicialmente, os laboratórios do SisNANO e o GraNioTer.

Chamadas Públicas de CT&I nessas áreas entre os países do BRICS vem sendo realizadas desde 2016. Na última Chamada, realizada entre os anos de 2021 e 2022, foram destinados R\$ 600 mil para apoio a projetos em nanotecnologia, materiais avançados e fotônica. O resultado final dessa Chamada foi divulgado em dezembro de 2022 na qual foram contemplados 07 projetos para a área temática de “Ciência dos materiais e nanotecnologia para tratar de questões ambientais, de mudanças climáticas, agrícolas, alimentares e energéticas” e 01 para a de “Inovação e empreendedorismo em Fotônica, Nanofotônica e metamateriais para abordar questões de biomedicina, agricultura, indústria alimentícia e captação de energia” de diferentes ICTs do Brasil. No total, os 08 projetos aprovados estão avaliados em R\$ 2,4 milhões, com uma média de R\$ 300 mil para cada.

O MCTI tem também contribuído para o processo formal de ingresso do Brasil na Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), que inclui, a adesão aos instrumentos normativos dessa Organização. Dentre tais instrumentos, está o que trata das recomendações sobre os testes de segurança e a avaliação de nanomateriais manufaturados (Instrumento 0400), às quais o Brasil vem observado. Ainda no âmbito da OCDE, representantes do MCTI tem acompanhado as discussões no âmbito do Working Party on Biotechnology, Nanotechnology and Converging Technologies - BNCT, cuja 17ª reunião aconteceu em maio deste ano.

Visando prospectar oportunidades de ações em cooperação internacional e identificar as principais iniciativas tecnológicas em desenvolvimento na fronteira do conhecimento nas áreas de materiais avançados e nanotecnologia, vem sendo realizadas missões técnicas, como a ocorrida em 2022, para o Reino Unido. A missão ao Reino Unido teve 06 objetivos estratégicos definidos conforme segue: (I) prospecção de oportunidades de colaboração; (II) identificação das principais iniciativas tecnológicas em desenvolvimento na fronteira do conhecimento; (III) troca de conhecimento com os principais pesquisadores e gestores internacionais; (IV) busca por subsídios nas temáticas empreendedorismo e inovação tecnológica; (V) apresentação das iniciativas de CTI&E nacionais; e (VI) busca por insights que contribuam para o processo de implantação do GraNioTer. A missão ocorreu de 27 de junho a 2 de julho, com uma delegação Brasileira composta por 18 representantes do MCTI, da FINEP (MCTI), da Casa Civil (PR), Ministério Público do Trabalho (MPT) e por pesquisadores de diversas instituições brasileiras de Ciência, Tecnologia e Inovação, os quais visitaram 13 instituições britânicas, sediadas em Londres, Birmingham e Cambridge, como o Cambridge Graphene Centre, o London Centre for Nanotechnology (LCN) e o Imperial College.

Outra missão de destaque, é o Encontro Luso-Brasileiro sobre Nanociências e Nanotecnologias, ao qual este MCTI foi convidado a participar em maio e que ocorrerá entre os dias 19 e 20 de Junho de 2023, no Laboratório Ibérico Internacional de Nanotecnologia – INL, em Braga, Portugal, com o objetivo reforçar a cooperação e interação das entidades científicas e tecnológicas com atividade relevante nas áreas das Nanociências e Nanotecnologias nos dois países, permitindo um melhor conhecimento das infraestruturas e programas existentes. O Encontro visa atender ao proposto no Plano de Implementação Conjunto do MoE. A agenda existente prevê cerca de 12 comunicações de cada país, num total de 24 comunicações de cerca de 15 minutos cada, nos temas de Nanotecnologia aplicada à: micro e nanoeletrônica, optoeletrônica (IOT, digitalização industrial, novos materiais 2D), saúde (nanotecnologia em diagnóstico e terapias), ambiente (água, ar, solos), energia (baterias, PV), indústria alimentar (segurança alimentar, processamento de novos alimentos) e Smart Farming (IOT na agricultura, detecção de pragas e infestantes, outros).

Governança

A temática de nanotecnologia e de materiais avançados vem sendo tratada pelo MCTI há mais de 20 anos e conta com o assessoramento de Comitês Consultivos de especialistas, os quais auxiliam este Ministério na sua missão de formular agenda, ações e programas, de tomada de decisão, de implementação e de avaliação de Programas e Políticas Públicas de Estado nas citadas áreas, bem como proporcionam à sociedade (comunidade acadêmica, setor produtivo, associações e outros) um espaço para participação e discussão de ações. Segue abaixo um breve descritivo de cada um desses Comitês:

Nanotecnologia: Instituído pelo Decreto nº 10.095, de 6 de novembro de 2019, o Comitê Consultivo de Nanotecnologia e Novos Materiais (CCNANOMAT) é um órgão de assessoramento destinado a formular propostas, relacionadas à temática, bem como macro-objetivos; áreas prioritárias; alocação de recursos; e acompanhamento e avaliação de iniciativas, ações, programas e projetos nas áreas de Nanotecnologia e Novos Materiais. Além de representantes do MCTI, participam do Comitê membros do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM), do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), da Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras), da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), além de especialistas de notório saber nas áreas de Nanotecnologia e Novos Materiais e de representantes de organizações da sociedade civil, de entidades de classes ou similares, cujos membros foram designados por Portaria do MCTI. Já foram realizadas cinco reuniões do CCNANOMAT, desde a instituição do citado Decreto. Vale

destacar que o citado Comitê existe desde 2007 e passou por remodelações no decorrer dos anos.

Materiais Avançados: Instituído pelo Decreto nº 10.746, 09 de julho de 2021, em seu artigo 12, o Comitê Gestor de Materiais Avançados (CGMA), tem como competências: I - propor revisões à Política de Ciência, Tecnologia e Inovação de Materiais Avançados; II - propor atualizações ao Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação de Materiais Avançados; III - propor programas, metas e prioridades de governo referentes aos materiais avançados; IV - avaliar a execução da Política de Ciência, Tecnologia e Inovação de Materiais Avançados; e V - opinar sobre propostas ou programas que possam causar impactos à Política de Ciência, Tecnologia e Inovação de Materiais Avançados e sobre atos normativos de qualquer natureza que a regulamentem. O CGMA conta com representantes dos Ministérios da Defesa, da Economia, da Agricultura Pecuária e Abastecimento, da Saúde, de Minas e Energia, do Meio Ambiente, além do Conselho Nacional de Secretários para Assuntos de Ciência, Tecnologia e Inovação e do Conselho Nacional das Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa. Os membros são designados por meio de Portaria do MCTI. Até o momento foram realizadas duas reuniões, que compreendem o período do ano de 2022.

Considerações Finais

Diante do exposto, fica evidente a atuação do Governo Federal, por intermédio do MCTI, no apoio ao desenvolvimento científico, tecnológico e na inovação envolvendo nanotecnologia e materiais avançados ao longo da última década, por meio do apoio a diversas iniciativas que visam apoiar infraestrutura de pesquisa, estimular a inovação nas empresas, apoiar a capacitação de recursos humanos nessas áreas, estimular ações de cooperação internacional, além de se preocupar com as questões regulatórias e o uso seguro da nanotecnologia. Tais investimentos vêm sendo realizados pela capacidade e potencial da nanotecnologia e dos materiais avançados de promoverem agregação de valor em produtos desenvolvidos, alavancar o desenvolvimento econômico e social e contribuir para a superação de desafios nacionais.

Vale ainda destacar que a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação vem sendo planejada em torno dos seguintes eixos estruturantes, de acordo com Portaria MCTI Nº 6.998, de 10 de maio de 2023: I - recuperação, expansão e consolidação do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação; II - reindustrialização em novas bases e apoio à inovação nas empresas; III - ciência, tecnologia e inovação para programas e projetos estratégicos nacionais; e IV - ciência, tecnologia e inovação para o desenvolvimento social. No âmbito do Eixo I das diretrizes da ENCTI, destaca-se, em