



AutoDiagnóstico

Projeto Institucional de Internalização da Pós-Graduação – INPE

Ciências, Aplicações e Tecnologias Espaciais

Dezembro / 2021

Atualmente, no INPE, existe um consenso a respeito do conceito de Internacionalização da Pós-Graduação. Analisando a versão 1.0 do documento “*Guia para Aceleração da Internacionalização Institucional: Pós-Graduação Stricto Sensu*” publicado pela DRI / CAPES em dezembro de 2020, o Grupo Gestor do PII também entende que Internacionalização Institucional de Programas de Pós-Graduação *Stricto Sensu* corresponde a “*incorporação de padrões internacionais de excelência em educação, pesquisa e extensão e sua integração nas rotinas básicas da Instituição, visando sua assertividade institucional no cenário global*”. Nesse contexto, o Grupo Gestor também concorda que estabelecer colaborações sólidas entre o INPE e parceiros internacionais para transferência de conhecimento técnico e aumento da qualidade da produção científica é a base de um processo de internacionalização. É preciso também priorizar o ensino de questões científicas emergentes alinhadas com as demandas da sociedade nacional e internacional, focando em soluções técnicas para problemas complexos. Isso requer a atuação competente das lideranças formadas nas diferentes temáticas estratégicas, auxiliando o Brasil a cumprir suas metas internacionais. Dessa forma, o papel do PII do INPE consiste fundamentalmente consolidar a internacionalização do ensino em seus PPGs, incorporando constantemente temas emergentes e demandas da sociedade como resultado das atividades de internacionalização. A formação de profissionais com reconhecida competência e liderança para atuar em questões nacionais de desenvolvimento sustentável, alinhadas a iniciativas globais, requer o envolvimento de docentes e/ou pesquisadores com experiência no exterior. Nessa linha, o PII, mais uma vez, busca consolidar os PPGs do INPE como ambientes internacionais compostos, cada vez mais, de lideranças científicas com ampla visibilidade mundial, formando profissionais cada vez mais capacitados para lidar com os desafios globais que a humanidade tem à frente.

Nesse contexto, do ponto de vista institucional, há um forte alinhamento entre Temas Estratégicos, Objetivos da Internacionalização e Projetos de Cooperação Internacional, conforme pode ser visto individualmente em cada Área Temática.

Astrofísica Instrumental

Tem como característica o desenvolvimento de instrumentação astronômica. O INPE é uma das poucas instituições no Brasil com atividades nessa área e atualmente lidera o único projeto brasileiro de um detector de ondas gravitacionais. O PPG em Astrofísica, criado em 1980, investiga-se a constituição, formação, evolução e fenomenologia de objetos astrofísicos diversos por meio da coleta/análise de dados observacionais, desenvolvimento novos instrumentos e construção de modelos teóricos. Em função da vocação para o desenvolvimento de instrumentação e fomento para geração de tecnologia, existe uma forte interação com instituições nacionais e internacionais e atividades pontuais de transferência de tecnologia para indústrias locais. O projeto de internacionalização busca basicamente a capacitação na área de instrumentação astrofísica, na medida que incentiva: a vinda de professores estrangeiros para lecionar técnicas avançadas de instrumentação; o estágio de estudantes e pós-docs brasileiros nos melhores centros internacionais



de instrumentação astronômica; e a vinda de estudantes e pós-docs estrangeiros dos EUA e Europa, que tiveram uma melhor formação laboratorial e, portanto, teriam maiores aptidões para o desenvolvimento de teses de instrumentação

Heliofísica

O termo “Heliofísica”, na condição de área de investigação científica, compreende as conexões entre Sol, Espaço Interplanetário e planetas. A gênese desta temática iniciou-se em 1883 com o Primeiro Ano Polar Internacional (IPY-1), seguido do Segundo Ano Polar Internacional (IPY-2) em 1933, ambos os quais prepararam as bases para o Ano Geofísico Internacional (IGY), em 1957, que foi um evento de cooperação internacional até então sem precedentes. Por ocasião do IGY, foram criados os Centros de Dados Globais (WDC), que permitiram o livre acesso a dados de diversos instrumentos internacionais e foram determinantes para muitos avanços científicos. No período de 2007 a 2009, por ocasião dos 50 anos do IGY, realizou-se o Ano Heliofísico Internacional (IHY), com campanhas experimentais e atividades diversas, tendo sido apoiado oficialmente pela Organização das Nações Unidas (ONU) e diversas agências espaciais internacionais. Essa área, dentro do PII do INPE, tem por objetivo a formação de pessoal em nível de pós-graduação preferencialmente nas áreas das ciências exatas e engenharias provendo capacitação para atuar, com excelência competitiva internacional, nas áreas de Pesquisa, Ensino e Aplicações em Universidades, Institutos de Pesquisa e Empresas. Este tema prioritário está majoritariamente ligado, mas não restrito, ao PPG em Geofísica Espacial, membro do Programa de Excelência (PROEX) da CAPES com Nota 6, que existe no INPE desde 1968. O avanço do conhecimento científico e o desenvolvimento de tecnologias englobando temas de Física Solar, Planetária, Meio Interplanetário, Magnetosferas, Ionosferas, Atmosferas, Campos Magnéticos Planetários tem sido obtidos a partir de muitas colaborações internacionais, fortemente alinhados com os objetivos do PII do INPE.

Meteorologia Tropical

A região da América do Sul possui grande parte de sua extensão na região tropical, na qual existe um domínio de sistemas meteorológicos que interagem com a Floresta Amazônica, a maior floresta tropical do globo. A interação entre sistemas tropicais e de latitudes médias torna o tema único e de grande potencial de internacionalização, particularmente o intercâmbio bilateral de discentes e docentes e os projetos de cooperação internacional. O Brasil possui um dos maiores acervos de dados observacionais, principalmente de experimentos de campo, da região tropical, com ênfase na Amazônia. Com pesquisas desenvolvidas e em desenvolvimento a partir destes dados e em parametrização de modelos, tendo os maiores especialistas como membros do corpo docente do PPG em Meteorologia, criado em 1968 e atualmente membro do Programa de Excelência (PROEX) da CAPES com Nota 6, permite ao INPE ser uma referência mundial de pesquisa na área de modelagem tropical, em estreito alinhamento com os objetivos do PII do Instituto.

Missões Espaciais

Este tema abrange a pesquisa e desenvolvimento (P&D) de todos os segmentos de uma missão espacial: (1) subsistemas / cargas úteis e até satélites completos, (2) lançadores e (3) sistemas de solo, incluindo comando e rastreamento, centro de missão e centro de operação. No PPG em Engenharia e Tecnologias Espaciais do INPE, criado em 1994, há uma série de parcerias técnicas com outras instituições estrangeiras bem como co-orientações de tese e dissertações. Um exemplo é o



desenvolvimento do RaioSat, um nanossatélite que abrigará carga útil para detecção de descargas atmosféricas. Há a oportunidade de uma Universidade alemã desenvolver a carga útil ótica e o Reino Unido compartilhar a infraestrutura de controle de atitude. Outro projeto trata de P&D de materiais com propriedades de tolerância e/ou atenuação de efeitos de radiações ionizantes, atenuações de impactos de detritos espaciais e de oscilações térmicas em satélites e plataformas orbitais, em colaboração com Portugal e Itália. Na área de revestimentos de superfícies de materiais com Diamond Like Carbon (DLC), existe uma forte colaboração com a Universidade de Bogotá, Colômbia. Existem também várias colaborações envolvendo discentes de doutorado e bolsistas de pós-doutorado os quais desenvolvem parte de suas pesquisas no exterior.

Aplicações de Satélites para o Desenvolvimento Sustentável

No contexto global das discussões sobre mudanças ambientais, desenvolvimento sustentável, saúde e segurança alimentar o Brasil tem posição de liderança no desenvolvimento de técnicas de monitoramento por satélite e geoprocessamento para recursos naturais, desenvolvimento de tecnologias em processamento de imagens e dados satelitais e serviços. Esta área temática, dentro do PPG em Sensoriamento Remoto, criado em 1972 e membro do Programa de Excelência (PROEX) da CAPES com Nota 7, tem como principal objetivo formar pesquisadores e profissionais, com reconhecida competência e liderança para atuar em questões nacionais alinhadas com iniciativas globais. Assim, os profissionais formados buscam ser lideranças científicas para subsidiar ações e criar soluções dentro de fóruns internacionais como a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC, sigla em inglês), o Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC, na sigla em inglês), a Convenção sobre Diversidade Biológica (CBD), a Convenção sobre Áreas Alagadas com Importância Internacional (RAMSAR Convention), a Convenção para o Combate a Desertificação (UNCCD) e o Sendai Framework for Disaster Risk Reduction (UNISDR). A atuação competente das lideranças formadas dentro desta linha temática, através do desenvolvimento de pesquisas de ponta e parceiras internacionais estratégicas, auxilia o Brasil a cumprir suas metas estabelecidas dentro da Política Nacional Sobre Mudança do Clima (PNMC – Lei nº 12.187), incluindo oportunidades de mitigação; impactos, vulnerabilidades e adaptação; pesquisa e desenvolvimento; e educação, capacitação e comunicação. As pesquisas terão impacto direto na Estratégia Nacional para REDD+ no Brasil (ENREDD+), que formaliza, perante a sociedade brasileira e os países signatários da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, as ações para prevenção e controle do desmatamento e da degradação florestal, a promoção da recuperação florestal e o fomento ao desenvolvimento sustentável.

Mudanças Ambientais Globais

As recém-lançadas metas de desenvolvimento sustentável (“Sustainable Development Goals” - SDG) visam orientar as agendas e políticas públicas dos Estados membros da Organização das Nações Unidas (ONU) até o ano de 2030 e pesquisas neste tema prioritário podem contribuir significativamente na produção de indicadores relevantes para algumas SDGs e para o processo de desenvolvimento sustentável da região tropical. Neste contexto, na área temática de Mudanças Ambientais Globais, propõe-se desenvolver pesquisas interdisciplinares e conhecimento na busca de soluções e tecnologias cientificamente embasadas que promovam o caminho em direção um desenvolvimento sustentável, seguro e socialmente justo, minimizando impactos negativos de mudanças ambientais regionais, particularmente na região tropical, e globais, nos sistemas socioeconômicos e naturais vitais para a sustentabilidade ambiental e para o bem estar humano, no que se refere ao acesso à alimentação, recursos hídricos, energia e saúde. Dentre as várias



ações de pesquisas sólidas e aprofundadas realizadas no PPG em Ciência do Sistema Terrestre, criado em 2010 e já membro do PROEX da CAPES com Nota 6, existem diversos esforços colaborativos internacionais, nas áreas de observação do sistema terrestre em redes de superfície ou por sensoriamento remoto, e de desenvolvimento de arcabouço computacionais de modelagem que representem os diferentes componentes do Sistema Terrestre, assim como parametrização de modelos existentes. As atividades de internacionalização relacionadas aos estudos da sustentabilidade frente às mudanças ambientais vindo sendo consolidadas através de estágios de doutorado sanduíche no exterior, co-orientação de pesquisadores estrangeiros, continuidade de parcerias internacionais existentes e fomento à novas parcerias com instituições e pesquisadores renomados em países líderes nessa área temática.

Modelagem e Análise de Dados da Terra e do Espaço

Dados do Espaço e da Terra são aqueles que permitem a compreensão do planeta e do meio interplanetário como sistemas dinâmicos compostos de subsistemas (por ex.: atmosfera, florestas, áreas urbanas, geosfera, oceanos, ionosfera, radiação solar, etc.) que interagem em diferentes escalas espaciais e temporais. Estes dados são usados no monitoramento sistemático dos recursos ambientais com impacto em questões de saúde, desenvolvimento urbano, segurança alimentar e alterações no clima e meio ambiente. O INPE é, desde sua criação, referência internacional em coleta, análise e distribuição de dados de sensores ambientais e espaciais, além da aplicação do conhecimento científico no entendimento desses sistemas. O Instituto realiza hoje o monitoramento ambiental do território brasileiro utilizando dados de sensores remotos de observação da Terra e dados geográficos através de vários projetos de cooperação nacionais e internacionais. São exemplos desses produtos: mapas de desmatamento dos biomas brasileiros produzidos pelo PRODES, DETER e FIP-Cerrado; informações sobre queimadas e risco de fogo produzidos pelo Programa Queimadas; estimativas anuais de emissões de gases do efeito estufa por mudanças de cobertura da terra no Brasil; alertas de processos de desertificação (AdaptaClima), entre outros. Dados do Espaço e da Terra são volumosos, uma vez que são coletados sistematicamente por longos períodos do tempo e pelos mais diferentes sistemas. Para modelar e analisar esses dados, várias questões devem ser abordadas, desde a organização e gerenciamento desses dados de maneira integrada (informações de fontes diversas, escalas espaciais e temporais distintas e acesso a dados históricos) até a criação de métodos e ferramentas de análise que permitam o seu uso para resolver questões científicas importantes. Dada a complexidade desses processos, o PPG em Computação Aplicado, criado em 1968, busca constantemente novas técnicas computacionais através das parcerias internacionais, as quais são sempre fomentadas pelas atividades de internacionalização e a formação de profissionais de excelência.

O INPE tem caráter internacional desde a criação. Sua história está detalhada em seu [Portal Institucional](#). Na época, foram atraídos muitos pesquisadores estrangeiros para o Brasil e, atualmente, muitos de seus pesquisadores e tecnólogos têm formação no exterior. O Instituto sedia e participa da organização de vários eventos científicos internacionais anualmente, além de manter várias cooperações com países e organizações internacionais para ampliação da geração e difusão de conhecimento, compartilhamento de dados científicos e ambientais, acesso a tecnologias, formação e capacitação de recursos humanos, ampliação de mercados para a indústria espacial nacional e compartilhamento de equipes e infraestrutura, através de que fortaleçam as relações políticas, econômicas e comerciais entre o Brasil e os países parceiros, atuando com base em diretrizes do MCTI, da Agência Espacial Brasileira (AEB) e do Itamaraty. A relação completa de todas as parcerias internacionais vigentes do INPE podem ser encontradas na página do [Serviço](#)



de Relações Institucionais (SEREL). As cooperações internacionais mais relevantes no âmbito do PII são: Acordo sobre Propriedade Intelectual de Pesquisa com o Conselho Nacional de Pesquisa Científica e Tecnológica, Argentina; Memorando de Entendimento com o Centro de Recursos de Dados por Satélite e Aplicação da China e Administração Nacional de Espaço da China; Programa de Cooperação com o Serviço Geológico dos Estados Unidos; Acordo sobre Propriedade Intelectual com a Universidade de Maryland, EUA; Memorando de Entendimento com a Administração Nacional Oceânica e Atmosférica (NOAA), EUA; Memorando de Entendimento com o Laboratório LIGO, EUA; Ajuste para Programa de Cooperação entre a AEB, tendo o INPE como executor e a NASA, EUA; Acordo de Propriedade Intelectual para Pesquisa com o Centro Nacional de Pesquisa Científica, França; Memorando de Entendimento com a Organização Indiana de Pesquisa Espacial (ISRO) e a AEB, Índia; Carta de Intenção com a Agência Japonesa de Exploração Aeroespacial, Japão; Acordo sobre Propriedade Intelectual de Pesquisa com a Universidade de Leeds, Reino Unido; Arranjo de Cooperação entre o MCTIC, tendo o INPE como executor e a Comissão Europeia (UE); Intenção de Cooperação entre a AEB e a Agência Espacial Europeia (ESA), (UE); Acordo de Cooperação com a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura representada por sua Representação no Brasil (FAO).

A escolha de parceiros estrangeiros tem sido feita visando consolidar o amplo leque de cooperações internacionais já existentes no INPE, cujas atividades tenham reconhecidamente resultados relevantes no que se refere à produção de conhecimento científico de ponta, formação de pesquisadores e/ou especialistas, intercâmbio de docentes e discentes estrangeiros e o desenvolvimento tecnológico, gerando novos produtos e serviços para a sociedade. Atualmente, grande parte das parcerias internacionais existentes no INPE já ocorrem com Instituições estrangeiras em países com os quais a CAPES mantém cooperação efetiva. Para novos projetos, a escolha de parceiros estrangeiros tem buscado justamente ampliar as cooperações internacionais do INPE nas áreas temáticas definidas no PII, o que inclui atividades acadêmicas que envolvem intercâmbios entre países, transferências de tecnologia entre grupos de pesquisas e formação de pessoal com perfil internacional.

Ao longo de seus mais de 60 anos, o INPE adquiriu competências, atualmente reconhecidas nacional e internacionalmente, em atividades de desenvolvimento científico e tecnológico, gerando conhecimentos, produtos, processos e serviços que são difundidos à sociedade. Essas competências têm como base, essencialmente, os PPGs do Instituto, presentes desde a década de 1960, formando tecnólogos e pesquisadores que contribuem com a criação de novos núcleos de graduação e pós-graduação no país. Por meio de acordos de cooperação e/ou parcerias em diversos campos de interesse, sejam com instituições nacionais e internacionais, públicas e privadas, todas as atividades do INPE tradicionalmente sempre tiveram algum tipo de internacionalização, tanto no intercâmbio de docentes ou de discentes, na atração de pesquisadores visitantes, nas colaborações e parcerias em suas mais diferentes formas: projetos de cooperação, publicações conjuntas, capacitações, transferência de tecnologias, entre outras.

Nos últimos 10 anos, docentes e discentes dos sete PPGs do INPE receberam mais de 80 prêmios internacionais, a maioria resultante de publicações de trabalhos científicos de grande relevância em parceria com pesquisadores estrangeiros. Há forte envolvimento dos docentes com a organização de eventos internacionais e vários são membros de comitês de organizações internacionais, corpos editoriais de revistas científicas e integrantes de comissões técnicas internacionais. Cerca de 30% dos docentes do INPE têm bolsa de produtividade do CNPq. Diversos pesquisadores participam de projetos e iniciativas internacionais de alto impacto, como, por exemplo, do projeto LIGO, cujos



pesquisadores principais receberam o prêmio Nobel de Física em 2017 e, junto com os pesquisadores do INPE, outros prêmios relacionados à mesma descoberta; e da equipe de cientistas que usou o satélite HETE (*High Energy Transient Explorer*) para detectar pela primeira vez uma explosão cósmica de raios gama de curta duração. Muitos pesquisadores representam o Brasil e integram o Bureau do COSPAR (*Committee on Space Research*), são membros do Comitê Executivo da IAGA (*International Association of Geomagnetism and Aeronomy*), integram o Grupo de Especialistas em Clima Espacial do COPUOS (Comitê para Uso Pacífico do Espaço da Nações Unidas), participam do CEOS (*Committee on Earth Observation Satellites*), do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC), da Organização Meteorológica Mundial (WMO), entre outros.

Nesse sentido, o INPE tem realizado eventos internacionais para discussão de temas de pesquisa relevantes para o INPE e de interesse de Instituições estrangeiras; planejado e organizado cursos internacionais de capacitação ministrados por pesquisadores estrangeiros especialistas em temas de interesse institucional, particularmente aqueles que já colaboram com atividades de pesquisa do Instituto nos projetos de cooperação em execução; realizado, sempre que possível, dentro dos objetivos dos PII, campanhas científicas no Brasil incentivando a participação de pesquisadores estrangeiros com estadas de mais longo prazo no país de forma a se integrarem às diferentes atividades científicas do projeto e acadêmicas dos PPGs envolvidos. Isso tem consolidado ambientes internacionais dentro do Instituto, com maior interação social e acadêmica entre brasileiros e estrangeiros, atraindo assim discentes, docentes e pesquisadores estrangeiros para se integrarem às atividades de cada PPG e, eventualmente, identificarem potenciais oportunidades de cooperação futura.

Conforme analisado, o INPE, por meio de parcerias em diversos campos de interesse, tradicionalmente sempre manteve atividades de internacionalização, que envolvem não apenas a mobilidade de discentes e docentes, mas também a atração de pesquisadores visitantes, formalização de novos projetos de cooperação internacional, publicações científicas conjuntas, capacitações, organização de eventos científicos, consolidação de ambientes internacionais nos PPGs, transferência de tecnologias, ampla divulgação internacional, entre várias. Dessa forma, o INPE entende que internacionalização não é apenas intercâmbio bilateral de docentes e alunos.

Analisando os resultados alcançados nas sete áreas temáticas do PII do INPE, observa-se que o projeto institucional está consolidando e ampliando a característica do INPE de absorver novos conhecimentos para o aprimoramento de suas atividades de pesquisa, formação acadêmica e de inovação tecnológica. Os estágios no exterior em suas diferentes modalidades (doutorado sanduíche, pós-doutorado e pesquisador visitante) e as missões de trabalho promovem a transferência de tecnologia dos centros estrangeiros para o INPE e ampliam as redes de colaboração de forma a alcançar as metas planejadas no PII. Historicamente, o INPE sempre teve um alto número de publicações em jornais com JCR, a maioria em co-autoria com pesquisadores estrangeiros. No entanto, não basta publicar, é preciso comunicar os resultados para o público em geral, através de eventos de difusão de conhecimento, páginas na Internet, artigos em jornais e revistas de divulgação científica, entre outros. Além disso, a realização de visitas técnicas de pesquisadores do exterior sempre foi uma atividade tradicional dentro do INPE face à sua relevância como centro de excelência reconhecido mundialmente. Parte das atividades também se concentrou na criação e ampliação das redes de colaboração através de reuniões de pesquisadores brasileiros e estrangeiros em eventos científicos e workshops no Brasil e no exterior.