



## PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INTERNACIONALIZAÇÃO CAPES-PRINT / UFRN

### TEMAS ESTRATÉGICOS PRINT

#### Nanotecnologia:

O tema nanotecnologia e nanociência é tratado estrategicamente na UFRN, sendo realizadas pesquisas em diversas linhas. A nanociência e a nanotecnologia visam compreender e controlar a matéria em nano escala, mais precisamente, da escala de uma única camada atômica até 100 nanômetros. Nesta faixa atômica, fenômenos quânticos prevalecem e permitem que a natureza mostre comportamentos novos e incomuns. Muitos nano sistemas distintos têm atraído atenção nos últimos anos, como na investigação da dinâmica de magnetização em nanoestruturas magnéticas, nanotecnologia farmacêutica, nano materiais com aplicações específicas. A descoberta de novos materiais, e a exploração da resposta magnética dinâmica em diversos sistemas, proporcionaram o desenvolvimento e a otimização de uma ampla gama de dispositivos tecnológicos nas últimas décadas. Isto é especialmente verdade para filmes ferromagnéticos, que são empregados em uma variedade de sensores magnéticos. Por outro lado, o transporte de nano partículas que ocorre em organismos vivos é resultado de processos controláveis, onde a energia dos mecanismos celulares é explorada, ao invés de difusão passiva. Estes processos podem ser utilizados no transporte de pequenas moléculas (drogas, incluindo fármacos) onde atualmente simplesmente estas moléculas "se dissolvem" em órgãos (animais, humanos) de acordo com os princípios de equilíbrio bem conhecidos da físico-química. Portanto, é importante entender o comportamento das nano partículas em um ambiente biológico pelo uso de técnicas experimentais e modelagem dinâmica para aplicações principalmente no transporte de drogas. Finalmente, os materiais bidimensionais compostos por dicalcogenetos de metais de transição, carbono, nitreto de boro, etc, possuem propriedades eletrônicas e ópticas únicas, que não estão presentes em sua forma de volume. A investigação da condução de calor e elétrica nestes materiais de baixa dimensionalidade, como novas nanoestruturas orgânicas e inorgânicas, através de métodos computacionais de última geração, complementados por avançadas técnicas experimentais, fornece um tratamento completo

das propriedades de transporte em materiais 2D. Neste contexto o principal objetivo é entender os princípios físicos e controlar suas propriedades de transporte, a fim de identificar bons candidatos para o desenvolvimento de dispositivos termoelétricos de alta eficiência.

### **Desenvolvimento Sustentável:**

O desenvolvimento sustentável tem sido foco de pesquisa, na UFRN, em áreas estratégicas para o desenvolvimento regional, mas igualmente para a busca de soluções de problemas que atingem a todas as sociedades no mundo contemporâneo globalizado e que impactam no desenvolvimento econômico e social das populações. Os temas de interesse tratam da variabilidade do clima e mudanças climáticas, da conservação de recursos naturais e recursos hídricos, do tratamento e reuso da água e poluentes, da reciclagem de resíduos sólidos em diferentes tipos de indústria, políticas de gestão regulação de recursos naturais estratégicos, estratégias de ti verde em organizações, política e melhoria de formação de recursos humanos e do cidadão em geral com permanente articulação com a rede básica de ensino, sistema nacional de saúde e com a sociedade de um modo geral, no que se refere à qualificação da formação da docência no ensino de ciências e matemática em uma perspectiva do letramento e da educação para a sustentabilidade. Adotam-se como prerrogativas assumir a responsabilidade social nesse contexto, contribuindo para a redução das diferenças do desenvolvimento na educação, tanto em nível regional como nacional na interlocução com experiências internacionais. Para tanto é necessário pesquisas de caráter amplamente interdisciplinar visando uma produção científica de qualidade e relevância como também uma formação e uma educação para a sustentabilidade como um pressuposto para o desenvolvimento de nossa sociedade.

### **Sistemas Complexos:**

As pesquisas sobre complexidade se dividem em três grandes categorias: (i) teorias topológicas de campo, teoria dos nós, correspondência ads/cft, teoria quântica da informação, computação quântica; (ii) voos de lévy, caminhadas de lévy, ecologia dos movimentos, difusão anômala, partículas autopropulsionadas, processos epidêmicos; e (iii) condensados de bose-einstein, sistemas de longo alcance que interagem fortemente (átomos de rydberg, átomos dipolares, moléculas polares), emaranhamento e metrologia quântica com átomos ultra-frios. Em relação ao primeiro tópico, a ideia central da abordagem dos problemas é empregar métodos de topologia, em particular, a teoria dos nós. A base da aplicação da teoria dos nós à computação quântica será a realização tqft do computador quântico seguindo as ideias de Kitaev, Freedman e outros. A realização da computação quântica universal requer algumas propriedades especiais dos operadores quânticos. Para que eles sejam operadores universais (de modo que um pequeno número deles seria suficiente para aproximar qualquer operação quântica), os operadores devem induzir o

emaranhamento. Uma das motivações da pesquisa sobre o projeto é fornecer definições técnicas de operadores entrelaçados em teorias topológicas e teoria dos nós. Em relação ao segundo tópico, nossa equipe de pesquisa está ativamente envolvida em investigações sistemáticas, tanto empíricas quanto teóricas, no campo de caminhadas e vôos de lévy. Nós publicamos nossos resultados em revistas respeitadas como nature, prl e pnas. Durante a última década, o estudo dos voos e caminhadas de lévy atraiu e envolveu pesquisadores de vários países, incluindo os EUA, a UE e os países asiáticos. Nesse contexto, esta proposta visa (i) consolidar os planos estratégicos de internacionalização para esta pesquisa em curso, (ii) estimular a formação de uma rede de pesquisadores com vistas a melhorar a qualidade do trabalho acadêmico no programa de doutorado de nosso departamento de física. Finalmente, o terceiro tópico diz respeito à aplicação de sistemas complexos de física não-linear para abordar problemas em condensação de Bose-Einstein e óptica não linear. Este programa de pesquisa interdisciplinar baseia-se na forte ligação entre esses campos e conceitos da ciência da complexidade. Nosso objetivo é mostrar que a implementação desses conceitos pode impulsionar muitas aplicações, incluindo tecnologias quânticas e de telecomunicação de alta velocidade.

#### **Energias Renováveis e Redes Elétrica Inteligentes:**

A UFRN define áreas estratégicas de atuação científica desde 1975, quando criou a Pró-Reitoria de Pós-graduação e os primeiros programas stricto sensu do estado do Rio Grande do Norte. Portanto, todo o crescimento e desenvolvimento institucional foi voltado para estes temas, que são atualizados em alguns momentos após avaliação de resultados, de cenários internos e externos e da necessidade da região nordeste e do Brasil, sem perder de vista o interesse pela ciência de ponta que sempre esteve presente na UFRN. Energia renovável é tema estratégico da UFRN há mais de 40 anos, estando em harmonia com o plano de desenvolvimento sustentável do estado do Rio Grande do Norte e destacado no plano de desenvolvimento institucional da UFRN (PDI), tendo sido inclusive criado um núcleo estratégico de pesquisa em petróleo e energias renováveis. Ao longo do tempo, a abordagem e as pesquisas desenvolvidas foram amadurecendo, com a ampliação da infraestrutura, contratação de professores com perfil voltado para o tema e atuação na pós-graduação, de forma que atualmente o tema energia renovável é tratado por diferentes pesquisadores. Desenvolvemos pesquisas em células a combustível de óxido sólido, no desenvolvimento de materiais para aerogeradores, acumuladores de energia, distribuição de energia, conforto térmico e gestão energética incluindo técnicas de projeto que minimizem o consumo energético e utilizem fontes renováveis. O tema energia renovável é objeto de pesquisas internacionais e de ampla cooperação em diversos projetos com pesquisadores no exterior.

#### **Tecnologias da Informação e Comunicação:**

As tecnologias da informação e comunicação (TICs) englobam todas as tecnologias que interferem nos processos informacionais e comunicativos dos seres humanos, como as redes de comunicação (cabeadas ou móveis), computadores (hardware) e software necessários para a implementação de plataformas ou sistemas computacionais. A gama de aplicações solucionadas através das TICs é bastante extensa, permeando praticamente todas as áreas do conhecimento humano, e possuindo características muito diferentes. O desenvolvimento de plataformas computacionais eficientes para a resolução de aplicações específicas vai desde a definição e/ou desenvolvimento do hardware de processamento e comunicação ao desenvolvimento, customização e utilização do software necessário. O aumento da quantidade de dados disponíveis tem impulsionado a busca de métodos apropriados para a coleta, transmissão, armazenamento, processamento, análise e visualização de quantidades massivas de dados, de modo a produzir subsídios para a tomada de decisões de modo preciso, rápido e economicamente viável. Além disso, são necessários métodos eficientes para validar softwares que processam grandes quantidades de dados visando aumentar suas confiabilidades. Vários grupos de pesquisa atuantes na UFRN possuem vasta experiência no desenvolvimento e implementação de plataformas computacionais para a resolução de aplicações em áreas como engenharias, medicina, biologia, geologia, geofísica, meteorologia, matemática e educação, colaborando ativamente com grupos de pesquisa internacionais de grande renome. No desenvolvimento de sistemas embarcados, geralmente são utilizados dispositivos com capacidade de armazenamento e processamento muito restritas, mas que funcionam com pequenas necessidades de energia. Estes tipos de dispositivos são bastante utilizados em aplicações de internet das coisas (iot), que interconectam diversos sensores utilizando a infraestrutura existente da internet. Os dados a serem processados nem sempre são confiáveis, o que torna os algoritmos e teorias para o tratamento de dados incertos ou ruidosos muito importantes, bem como o uso de técnicas de aprendizado de máquina e inteligência artificial para a tomada de decisões em sistemas inteligentes. A natureza dos dados, como no caso de dados visuais, enseja a utilização de métodos especificamente desenvolvidos para o processamento de imagens e vídeos em aplicações de diversas áreas. Todos esses temas são alvos de várias pesquisas atuais na UFRN.

### **Doenças Negligenciadas e Degenerativas:**

Na UFRN, o tema é tratado no âmbito de duas unidades estratégicas para o processo de internacionalização da instituição: Instituto de Medicina Tropical e Instituto do Cérebro, com o apoio do Instituto MetrÓpole Digital e diversos programas de pós-graduação das áreas das ciências biológicas e da saúde. As pesquisas nessa área se articulam com outras áreas definidas como estratégicas pela UFRN – biotecnologia e nanotecnologia – garantindo uma abordagem interdisciplinar com potencial para geração de produtos e publicações de alto impacto. As doenças tropicais, ou negligenciadas, no sentido mais amplo, acometem mais de 1,5 bilhão de pessoas e

representam um grande obstáculo para o processo de desenvolvimento econômico e social de inúmeras populações vulneráveis, principalmente as populações situadas em mais de 149 países da América Latina, África e Ásia. No Brasil, as doenças tropicais negligenciadas representam um grande desafio de saúde pública, principalmente pelo país concentrar nove das dez principais doenças tropicais negligenciadas listadas pela Organização Mundial de Saúde, principalmente no nordeste Brasileiro, onde ocorre alta prevalência das leishmanioses, da doença de Chagas e das arboviroses, juntamente à tuberculose, declarada emergência mundial. Geralmente, a maioria dos tratamentos disponíveis são inadequados ou limitados em termos de eficácia e segurança, traduzindo-se na demanda por novos fármacos ou vacinas e abordagens tecnológicas com vistas à melhoria da biodisponibilidade e redução da toxicidade, além de outras estratégias voltadas ao diagnóstico e vigilância epidemiológica. Vários grupos da UFRN participam de iniciativas de consórcios e redes nacionais e internacionais nessa área. Por outro lado, com o envelhecimento da população Brasileira, a incidência de doenças crônico-degenerativas, a exemplo do que ocorre em países mais desenvolvidos, tende a aumentar. Diversas doenças degenerativas, como diabetes, arteriosclerose, hipertensão, doenças cardíacas, mal de Parkinson, mal de Alzheimer e câncer, são objeto de estudo por parte de pesquisadores da UFRN sob os mais diversos aspectos, em busca de compreender seus mecanismos e propor inovações no diagnóstico e tratamento.

### **Biotecnologia:**

A biotecnologia gera produtos e inovações em áreas como saúde, meio ambiente, agricultura e infraestrutura. Na saúde, utiliza recursos naturais e a composição genética dos seres humanos para orientar linhas de pesquisa para o desenvolvimento de biomarcadores e métodos de diagnósticos de doenças, além de vacinas, proteínas/enzimas com aplicação na melhoria de processos, fármacos mais efetivos por meio do desenho racional. Uma das fontes de recursos para esses estudos é o bioma caatinga, o único exclusivamente Brasileiro. A biotecnologia tem recebido grande atenção e investimento no nordeste como uma estratégia de desenvolvimento. Como exemplo, podemos citar a Renorbio (rede nordeste de biotecnologia), que recebeu aporte importante do MCTIC e organizou um doutorado envolvendo diversas IES da região, atualmente coordenado pela UFRN. As atividades desse PPG resultaram nos últimos anos na formação de massa crítica, geração de produtos inovadores e criação de empresas de base tecnológica. Na UFRN, juntamente a pesquisadores vinculados a PPGs, organiza-se um polo com potencial para se tornar referência na área. Como suporte aos avanços recentes, destaca-se como fundamental o aumento da capacidade de processamento da informação biológica e das técnicas de análise de dados em larga-escala (high-throughput), com intensa participação da bioinformática. A pesquisa é fortemente dependente dos resultados de análises prévias em bioinformática, que aceleram o ritmo das descobertas, diminuindo o custo de desenvolvimento para a identificação de novos alvos, sejam genes, proteínas, rotas

metabólicas, etc. Abordagens da bioinformática para lidar com grandes quantidades de dados (big data) também aceleram o entendimento em nível sistêmico dos processos celulares e os impactos e efeitos dos produtos biotecnológicos escolhidos. Ainda, pesquisas baseadas em biomateriais (desenvolvimento, caracterização e aplicação; avaliação dos processos biológicos e moleculares envolvidos com sua utilização visando o diagnóstico e inovação de terapias; tratamentos de superfície, biocompatibilidade e resposta tecidual) e biomarcadores (identificação de biomarcadores no auxílio do diagnóstico, progressão e prognóstico de doenças orais, através de métodos moleculares laboratoriais, bem como estudos em modelos animais) são um dos destaques atualmente, assim como aplicação de tecnologias genômicas, transcriptômicas, proteômicas, metabolômicas e bioinformática na pesquisa básica em benefício clínico.

### **Biodiversidade:**

Uso de ferramentas analíticas de modelagem de populações (e/ou comunidades) que indicam os mecanismos de estruturação e os fatores limitantes da distribuição e abundância dos organismos e, por conseguinte, da dispersão de populações, seus parâmetros demográficos. Entendimento dos componentes estruturais e funcionais das comunidades e dos padrões de diversidade em gradientes, bem como a sobreposição e a diferenciação de nichos entre espécies usando ferramentas de modelagem nos diferentes níveis hierárquicos. Compreensão de interações ecológicas tróficas e funcionais através de modelos de distribuição preditiva e de modelos de nicho e de suas respostas aos impactos de mudanças climáticas sobre a biodiversidade. Ecologia molecular, evolutiva e comportamental em diferentes escalas. Métodos de análise molecular, aplicada a estudos de genética de populações, filogenia genética e genômica aplicados a estudos de espécies, conservação e avaliação da biodiversidade, relações espécie-área e outros aspectos da ecologia. Bases ecológicas e evolutivas da ecologia comportamental, relacionando estes processos naturais às pressões ambientais e/ou antropogênicas. Efeito de decisões de manejo e de restauração de habitats e seus serviços ecossistêmicos sobre a economia e o sistema socioecológico. Mecanismos e ações de ordenamento e/ou restrição de uso da biodiversidade específicos à cada atividade desenvolvida, ao recurso utilizado, ao público-alvo de usuários e ao ambiente explorado. Teoria e métodos de restauração ecológica. Efeito de atividades sociais e econômicas sobre componentes socioeconômicos e biofísicos sistemas socioecológicos: teorias, conceitos, ferramentas e metodologias e seus fatores internos e externos em escala local nacional e internacional. Teoria e métodos de conservação da biodiversidade.

### **Ciências e Tecnologia Espacial:**

O tema ciência espacial é estratégico na UFRN há mais de 40 anos. Uma gama de dados astrofísicos e cosmológico disponíveis são provenientes de observações de alta qualidade e têm

globalmente levado à chamada cosmologia de precisão. O cenário atual leva a um universo que pode ser representado como uma estrutura espacialmente plana composta por matéria ordinária (ou seja, matéria bariônica e radiação) bem abaixo do valor crítico necessário previsto pelas equações de Friedmann. Os dados também levam à uma fase de expansão acelerada. Podemos afirmar sem dúvida que a interpretação dessa crescente quantidade de dados constitui o maior desafio da cosmologia moderna, sendo o primeiro passo para um novo modelo cosmológico padrão, o modelo de concordância  $\Lambda$ CDM. Pretendemos investigar nesta linha a possibilidade de que a teoria da interação gravitacional poderia ser revista e ampliada, a fim de corrigir deficiências e defeitos da relatividade geral, em escalas astrofísicas e cosmológicas, sem recorrer à matéria escura. Por outro lado, o desenvolvimento da instrumentação em astronomia tem sido responsável por inúmeros avanços tecnológicos, ao mesmo tempo que tem permitido a obtenção de dados observacionais de grande relevância. A comunicação também tem sido alvo de pesquisas pelos professores do programa de pós-graduação em engenharia elétrica e de computação. Outro ponto importante neste tema é o desenvolvimento de materiais compósitos e cerâmicos de alto desempenho para a indústria aeronáutica.

#### Saúde Pública:

Passaram-se 27 anos da regulamentação do sistema único de saúde (SUS) e conclama-se para um repensar das estratégias utilizadas até o momento. Acredita-se que a agregação dos saberes e práticas das áreas de conhecimento nacionais e internacionais nos diversos níveis e contextos, principalmente a tecnologia em saúde, contribuem para consolidar e fortalecer os princípios do SUS e dos outros sistemas universais de saúde no mundo. Neste contexto, a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) tem se destacado na área de tecnologia, com a criação da Escola De Ciência e Tecnologia, do Instituto MetrÓpole Digital, do projeto Natal cidade inteligente e da gestão do primeiro parque tecnológico da cidade. Os grupos de pesquisa da UFRN apresentam recursos humanos qualificados para esta importante tarefa. Assim, o presente projeto visa promover o intercâmbio de saberes, práticas e inovações no âmbito da atenção, promoção e reabilitação na saúde pública, por meio das linhas: “Educação e Prática Profissional em Saúde”, “Estudo, Desenvolvimento e Aplicação Tecnológica em Saúde”, “Atenção e Gestão do Cuidado” e “Reabilitação em Saúde”. “Educação e Prática Profissional em Saúde” - desenvolver, implementar e difundir metodologias e estratégias de tradução do conhecimento em saúde de modo a tornar a informação produzida em pesquisa acessível desde a sua produção. Pretende-se ainda capacitar profissionais para melhorar a condição de saúde da população. “Estudo, Desenvolvimento e Aplicação Tecnológica em Saúde” - desenvolver utilizar e avaliar recursos tecnológicos e metodológicos, procedimentos técnicos, conceitos e modelos do processo de cuidar, gerenciar e ensinar em saúde nos diversos níveis de complexidade. “Atenção e Gestão do Cuidado” -

desenvolver metodologias e ações de atenção e gestão do cuidado em saúde, considerando as características do processo saúde-doença no contexto comunitário e os estudos de diagnóstico local de saúde. “Reabilitação em Saúde” - estudar o processo de reabilitação em saúde nos diferentes ciclos de vida dos pacientes submetidos a intervenções e terapêuticas em saúde, considerando diversas abordagens de reabilitação. Investiga ainda novas estratégias e técnicas de avaliação de pacientes em processo de reabilitação por meio do uso recursos tecnológicos em saúde.

#### **Evolução, Cognição e Comportamento:**

A UFRN na última década se tornou referência mundial em pesquisa e formação de pessoal em programas de pós-graduação de excelência, a partir de abordagens comparativas que envolvem o estudo dos mecanismos evolutivos e das relações evolutivas e filogenéticas em diferentes escalas e espécies. Nesses estudos está implicada a identificação de fatores evolutivos e de processos naturais determinantes de padrões comportamentais e cognitivos. Para tanto são utilizadas metodologias de ponta em diferentes níveis – moleculares à fisiológicos e ecológicos - aplicadas a aprendizagem, memória e tomadas de decisões por indivíduos. A partir da compreensão desses mecanismos é possível também estudar o desenvolvimento cognitivo e cultural comparativo (desde invertebrados a mamíferos - humano incluso), com aplicações à cognição corporificada e aos processos de aprendizagem. Uma das resultantes dessa abordagem, para humanos é a avaliação e intervenção neuropsicológicas de crianças, adolescentes, adultos e idosos com desenvolvimento típico ou alterações do neurodesenvolvimento. Da mesma forma a UFRN tem expertise no desenvolvimento e aplicação de tecnologias educacionais e/ou de reabilitação neuropsicológica. Toda essa atuação tem sido feita em conjunto com parceiros de outros países gerando reconhecimento da qualidade dos conhecimentos gerados.