

# FUNCAP

Revista da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico

**ARTIGO**  
Investimentos na interiorização da atividade científica

**ESTRATÉGIA**  
Veja a política da Funcap de editais para apoio à inovação

**OCEANOGRAFIA**  
Pesquisadores desenvolvem equipamento para medição de CO2

**BIOTECNOLOGIA**  
Clonagem ajuda a melhorar mudas no agronegócio



## A ciência na administração pública

Programa Cientista Chefe une o ambiente acadêmico à área operacional do Governo do Estado para melhorar os serviços públicos

# Feira do Conhecimento

Ciência, Tecnologia,  
Inovação e Negócios

**16a19**  
outubro  
2019

CENTRO DE EVENTOS  
DO CEARÁ

## Viva essa EXPERIÊNCIA

Inscrições gratuitas  
[www.feiradoconhecimento.com.br](http://www.feiradoconhecimento.com.br)



**BRÁULIO BESSA**  
A Arte de Empreender



**CAMILA FARANI**  
Como vencer tubarões



**LIA MEDEIROS**  
Uma viagem para o buraco negro



**SILVIO MEIRA**  
Gente Digital: os líderes do futuro

REALIZAÇÃO



Ministério da Saúde  
FIOCRUZ  
Fundação Oswaldo Cruz

**CENTEC**  
INSTITUTO CENTRO DE ENSINO TECNOLÓGICO



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria da Ciência, Tecnologia e Educação Superior



# Expediente

## Governador do Estado do Ceará

Camilo Sobreira de Santana

## Vice-Governadora do Estado do Ceará

Maria Izolda Cela de Arruda Coelho

## Secretário da Ciência, Tecnologia e Educação Superior

Inácio Arruda

## Presidente da Funcap

Tarcísio Pequeno

## Diretora administrativa-financeira

Paula Lenz

## Diretor científico

Luiz Drude de Lacerda

## Diretor de inovação

Jorge Soares

## Diretoria Científica

Alinne Bezerra Sales, Ana Lúcia Ferreira Pontes, Ariella Albuquerque da Costa, Francinilton Arruda da Silva, Germana Sales Feijão Timbó, Marysol Alves de Oliveira Araújo, Raimundo Nonato Junior e Vivian Nadja Ferreira Nobre

## Diretoria de Inovação

Ana Chrystina Lima, Danielle Oliveira, Goretti Mamedio, Gustavo Evangelista, Ismael Felix, Mayara do Carmo, Nazaré Soares, Sulamita Melo, Telma Regina Batista de Lima e Virgínia Negreiros

## Assessoria da Presidência

Denise Casselli

## Assessoria de Comunicação

Sílvio Mauro M. Monteiro e Beatrice Borges Nojosa

## Edição

Sílvio Mauro M. Monteiro e Denise Casselli

## Compilação de textos e imagens

Sílvio Mauro M. Monteiro e Beatrice Borges Nojosa

## Revisão

Sílvio Mauro M. Monteiro e Beatrice Borges Nojosa

## Projeto gráfico e diagramação

Sílvio Mauro M. Monteiro e Beatrice Borges Nojosa

## Fotos

Chico Gomes, Pedro Sales e Dan Seixas

## Ilustrações

Beatrice Borges Nojosa

## Impressão

Qualidade - Gráfica e Editora



## CONTATOS

✉ [Fundacaofuncap@gmail.com](mailto:Fundacaofuncap@gmail.com)

🌐 [www.funcap.ce.gov.br](http://www.funcap.ce.gov.br)

📘 /Funcap

📷 @funcapce

📺 /Funcap CE

Telefone: (85) 3275 - 9124

Av. Oliveira Paiva, nº 941

Cidade dos Funcionários

Fortaleza - CE | CEP: 60822 - 130

# Sumário



Capa

## **Pesquisando soluções**

Programa incentiva uso do conhecimento científico para melhorar os serviços públicos

p. 06

**19** Agronegócio

## **Revolução da agricultura**

Inovação na produção de mudas de cacau adaptadas contra pragas

**26** Protetor solar

## **Nanotecnologia no semiárido**

Empresa desenvolve cosméticos a partir de matérias primas regionais

**32** Incentivos

## **Ação estratégica**

Veja a política de investimentos da Funcap em editais para estimular empreendimentos inovadores no setor privado



**38** Mobile health

## **Tecnologia para promoção da saúde da mulher**

Projeto usa dispositivos móveis para estimular medidas preventivas e de acompanhamento



Tratamento

## **Mais qualidade de vida para os pacientes**

Pesquisa desenvolve medicamentos que amenizam efeitos colaterais da radioterapia e da quimioterapia contra o câncer

p. 43



48

Fósseis

## Muita história para contar

Com um dos acervos paleontológicos mais ricos do mundo, a Bacia do Araripe, no Cariri, está sendo estudada por pesquisadores cearenses e chineses



Oceanografia

### Monitoramento dos oceanos

Equipamentos e softwares com conteúdo nacional para medição de níveis de CO2 na zona costeira

p. 54

62

Educação

## Novas formas de ensino para estimular o aprendizado

Projeto une pesquisadores cearenses e canadenses para estudar como a música pode melhorar o rendimento de alunos

66

Democratização

## Melhor distribuição na produção científica do Ceará

Artigo sobre as políticas assimétricas para promover redução na desigualdade regional na pós-graduação do Ceará



Ciência

### Muitos desafios

O diretor científico da Funcap, Luiz Drude, fala sobre os esforços para apoiar a atividade científica em um cenário de corte de recursos federais para a pesquisa

p. 73

58

História

## Centenário do Eclipse de 1919

Ceará celebra o período em que Sobral recebeu cientistas para validação da Teoria da Relatividade



# A ciência na administração pública

Principal programa da Funcap, o Cientista Chefe está levando o conhecimento científico para áreas estratégicas do governo com o objetivo de melhorar os serviços públicos para a população

**E**m países desenvolvidos como Estados Unidos, Inglaterra, Israel e Austrália, onde já está consolidado o conceito da importância da ciência para decisões estratégicas do governo, existe uma função chamada Chief Scientist (Cientista Chefe). Guarda-

das algumas particularidades de cada nação, trata-se de um expediente pelo qual os pesquisadores auxiliam os gestores públicos com consultoria de alto nível para provê-los de dados e conhecimento que irão servir como subsídios em tomadas de decisões.



Foi com base nessas experiências exitosas que a Funcap iniciou, em 2018, o programa Cientista Chefe no Ceará. De forma similar ao que acontece em um escopo maior nos países desenvolvidos, pesquisadores (escolhidos de acordo com critérios como produção científica, formação e ligação com núcleos de excelência) foram alocados em áreas consideradas estratégicas da administração estadual.

De acordo com o presidente da Funcap, professor Tarcisio Pequeno, através do programa os pesquisadores podem colocar o conhecimento - muitas vezes adquirido no universo da pesquisa pura - à disposição dos órgãos públicos para que sejam encontradas soluções para os desafios relacionados às ações do Governo do Estado. "O Cientista Chefe é um instrumento que se baseia na inovação, mas trabalhando esse conceito além do âmbito empresarial e o levando para a ciência", explica ele.

Embora seja muito associada a dispositivos eletrônicos e a tecnologias, a inovação é um tema amplo e que pode envolver, por exemplo, modernização de processos e busca de soluções que sejam mais simples e de menor custo do que as usualmente empregadas nas ações governamentais. Com base no levantamento de informações sobre o funcionamento da máquina pública - aí incluídos parâmetros como recursos financeiros, recursos humanos, ações operacionais, logística, dentre outros - o programa pretende, em médio prazo, propor mudanças que possam resultar em benefícios como redução de gastos e melhoria dos serviços prestados à população.

A partir de uma ação conjunta com

a administração estadual, a Funcap definiu as seguintes áreas prioritárias para os projetos: análise de dados, segurança pública, recursos hídricos, pesca e aquicultura, energias renováveis, saúde e educação. Após a definição destas áreas, foi feita a distribuição de recursos de acordo com os projetos e subprojetos especificados para cada equipe. Entre março e dezembro do ano passado, o Cientista Chefe recebeu aproximadamente R\$ 8,6 milhões em investimentos vindos da Funcap e dos órgãos da administração estadual que estão participando dos projetos. Para 2019, a expec-

tativa é de aplicação de um montante de quase R\$ 13 milhões. Uma das principais linhas de pesquisa dos projetos é o levantamento e a análise de informações através das técnicas de Big Data, conceito computacional que está relacionado com o processamento de grandes e diversificados volumes de dados, no menor tempo possível, para permitir que a partir deles sejam obtidos resultados e soluções no mundo real.

Aplicando para a gestão estadual, em cada secretaria os pesquisadores estão coletando dados como o número de usuários dos



**"O Cientista Chefe é um instrumento que se baseia na inovação, trabalhando esse conceito além do âmbito empresarial e o levando para a ciência".**

**Tarcisio Pequeno, presidente da Funcap**

serviços prestados pelos órgãos, a distribuição geográfica dos atendimentos e os recursos, instalações físicas e equipamentos disponíveis. Com isso, será possível, através de metodologias científicas, otimizar o aproveitamento de tudo o que Estado tem hoje.

Além disso, o projeto tem uma vertente estratégica que irá, a partir da análise do quadro atual, fazer projeções de crescimento de demanda pelos serviços e orientar o governo no planejamento e no investimento das futuras ações.

Uma das características do Cientista Chefe é que os pesquisadores atuam de forma ampla nas diversas atividades que de-

sempenham, ou seja, monitoram vários projetos simultâneos. Além disso, suas pesquisas são integradas com cooperações vindas de instituições nacionais e internacionais.

Outra particularidade importante do programa é a exigência de que os pesquisadores não se afastem da universidade e tenham condições de continuar com o trabalho acadêmico, prosseguindo com suas carreiras de forma competitiva e fazendo publicações.

O objetivo desta medida é fazer com que os cientistas se mantenham em contato com o ambiente acadêmico, onde poderão acompanhar cotidianamente a

evolução das áreas nas quais estão inseridos e, dessa forma, levar o conhecimento atualizado para o trabalho que estão realizando em parceria com os órgãos da administração estadual.

Tarcisio Pequeno lembra ainda que o programa contribui para criar um sistema que se retroalimenta através de um modelo que integra pesquisa básica, pesquisa de campo, aplicação, inovação e mercado.

Para tornar mais claro, para os leitores, o trabalho que está sendo feito e os resultados já obtidos no Programa Cientista Chefe, a Revista Funcap fez um resumo, que será exposto a seguir.





# SEGURANÇA

## **Órgão beneficiado**

Secretaria da Segurança Pública e Defesa Social (SSPDS)

## **Pesquisador responsável**

José Macedo

O projeto tem como principal objetivo realizar estudos científicos para aplicar soluções tecnológicas de identificação humana (civil e criminal), identificação veicular e acompanhamento de pessoas e veículos através dos órgãos de segurança pública (SSPDS e Polícia Rodoviária Federal).

A expectativa, com isso, é otimizar o patrulhamento ostensivo e comunitário, integrando e analisando o grande volume de informações disponíveis nos sistemas dos órgãos através da aplicação de ciência de dados e de inteligência artificial.

Encampada pelo programa Cientista Chefe desde o ano passado, a iniciativa na área de segurança pública começou em 2016. Os esforços do grupo (formado por cerca de 50 pesquisadores) e da SSPDS se concentram principalmente na área de inteligência, com o desenvolvimento de aplicativos, integração de sistemas e análises de dados.

Como objetivos principais da pesquisa, podem ser citados o desenvolvimento de um sistema confiável de identificação automatizada de impressões digitais, a implantação de técnicas de identificação veicular com base em imagens e vídeos, a integração de bases de dados da SSPDS, da Polícia Rodoviária Federal e de sistemas de informações do Estado (para permitir o mapeamento dos processos até a justiça) e a criação de um painel de controle dos dados de segurança pública com visualização analítica (observação de dados segundo a qual problemas ou questões com-

plexas são desmembrados em partes mais simples para que possam ser mais facilmente explicadas ou resolvidos).

Graças ao trabalho da equipe, estima-se que aproximadamente R\$ 330 milhões em compras de grandes sistemas foram evitadas com a produção de aplicativos próprios. Além do benefício financeiro, o expediente resultou em programas desenvolvidos com parâmetros específicos para a realidade do Ceará.

Dentre os principais resultados obtidos no projeto está uma plataforma Big Data para integração de dados que mudou um quadro na SSPDS, no qual havia 104 sistemas que não se comunicavam, para um ambiente onde materiais como vídeos, áudios, imagens e dados de redes sociais são analisados em tempo real. O sistema pode fornecer os resultados das análises em qualquer plataforma (dispositivos móveis ou computadores).

Outro produto importante é um extrator de boletins de ocorrência que está analisando um passivo de 10 milhões de BOs ainda existente na secretaria.

Para policiais que estão no patrulhamento diário, foi criado um aplicativo no qual uma base de dados é baixada para smartphones e fica disponível off line - recurso importante para atuações no interior, em áreas sem cobertura de telefonia. Através dessa base, cada policial pode analisar a situação de suspeitos apreendidos.

As iniciativas têm relação direta com os resultados positivos obtidos pela SSPDS, como a redução no número de homicídios, roubos de veículos e assaltos e no aumento no número de prisões de suspeitos.

Além disso, os sistemas de inteligência têm ajudado a rastrear as atividades do primeiro e do segundo escalões do crime organizado - que hoje representam um dos maiores desafios em relação à segurança no Ceará e no país.



# ANÁLISE DE DADOS

## Órgão beneficiado

Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (Ipece)

## Pesquisador Responsável

José Soares

A finalidade do projeto é promover a criação do Centro de Análise de Dados e avaliação de Políticas Públicas (CAPP), órgão que será vinculado ao Ipece e irá integrar dados de todas as secretarias da administração estadual. Nesta base estarão informações como dados sócio-econômicos, epidemiológicos, de mobilidade urbana, de segurança pública, de educação e de meio ambiente, dentre outros.

A análise será feita através do desenvolvimento de modelos matemáticos e físicos sistêmicos e algoritmos computacionais que sejam capazes de caracterizar as informações estatisticamente e definir as correlações existentes entre elas. Com isso, será possível estabelecer a previsão de padrões de comportamento considerando as variáveis tempo (delimitação de períodos) e espaço (distribuição geográfica), associadas às observações obtidas.

Trabalhando com Big Data, o projeto, pretende, inicialmente, aplicar técnicas de filtragem e de Estatística para colher e processar informações relevantes. Em seguida, serão empregados métodos de *Machine Learning* (ramo da inteligência artificial baseado na ideia de que sistemas computacionais podem “aprender”, identificar padrões e tomar decisões) objetivando a inferência, o diagnóstico e a previsão de comportamentos de performance ótima e de situações críticas nos vários ambientes analisados dentro da administração estadual.

A expectativa é que os resultados obtidos por meio dos recursos científicos e tecnológicos, aplicados a grandes domínios de dados, permitirão oferecer uma ajuda efetiva ao Governo do Estado no planejamento de suas ações com relação à gestão de políticas públicas.

O primeiro conjunto de dados em análise compreende todas as notas fiscais emitidas entre os anos 2010 e 2018 - um total de mais de 5 bilhões, cada uma contendo uma grande quantidade de campos de informação. Já foram obtidos resultados preliminares promissores, considerando variáveis como a atividade econômica, os produtos e a dinâmica do transporte intermunicipal destes produtos no âmbito da economia do Ceará.

Com este estudo das notas, espera-se que os resultados obtidos possam fornecer informações úteis para a gestão financeira do governo em atividades como o acompanhamento em tempo real dos preços de produtos, o cálculo da inflação no Estado e a evolução das suas principais atividades geradoras de riquezas.

Em relação aos principais objetivos do projeto, a equipe espera que ele permita propor modelos de governança, compartilhamento, proteção e divulgação de dados da administração estadual que permitam ao Ceará a obtenção de um dos protagonistas nacionais na área de Big Data na gestão pública.

Além disso, a metodologia de análise de dados desenvolvida no âmbito da pesquisa deverá fornecer uma visão sistêmica e aprofundada das condições sócio-econômicas do Ceará - principalmente em relação aos indicadores quantitativos de educação, segurança e saúde.

Para a população, o principal benefício do trabalho deverá vir na formulação de políticas públicas elaboradas a partir de análises de dados mais consistentes sobre a real situação de cada área.







## EDUCAÇÃO

### Órgão beneficiado

Secretaria da Educação do Ceará (Seduc)

### Pesquisador Responsável

Jorge Lira

O Ceará foi pioneiro em várias das ações que articularam grupos de pesquisa de excelência na área de Matemática e no ensino desta disciplina nas escolas. Já nos anos 2000, foi iniciado, em Fortaleza, um programa de olimpíadas públicas de Matemática com o acompanhamento de estudantes em fases pré e pós-olímpicas.

Esse programa precursor, denominado Numeratizar e coordenado por professores da Universidade Federal do Ceará (UFC), serviu de base para a Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP), o

Programa de Iniciação Científica e Mestrado (PICME) e o Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT), amplos programas de escala nacional.

Além de inspirar esses programas, as ações do Ceará como o Numeratizar constituíram, juntamente com as décadas precedentes de treinamento para olimpíadas, a base para a elaboração de vasto e abrangente material para o ensino de Matemática Básica.

Esse material foi usado em programas de formação de professores voltados para a prática em sala de aula. Derivaram dele coleções de livros de circulação internacional e boa parte das obras que compõem as referências bibliográficas do PROFMAT, além de uma parte considerável dos materiais divulgados pelo Portal da Matemática.

A experiência acumulada desta inserção do Departamento de Matemática da UFC nas escolas permitiu elaborar um projeto estru-



turado de educação básica que foi submetido à Funcap em 2018 e esteve na gênese da pesquisa em educação que está sendo realizada no âmbito do Programa Cientista-Chefe.

Uma das etapas do trabalho consiste em ministrar (explorar grandes quantidades de informações à procura de padrões, relações e sequências temporais, dentre outros) dados educacionais e propiciar o fluxo destes dados e de suas análises entre os diversos setores da Seduc e das secretarias municipais do Ceará, articulando decisões e projetos com foco na melhoria da proficiência em Língua Portuguesa, Matemática e Ciências.

As fontes para a análise de dados foram os indicadores de proficiência em Matemática quantificados pelo SAEB-INEP, pelo Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica do Ceará (Spaace) e os estudos da série histórica de desempenho do Plano de Alfabetização na Idade Certa (PAIC).

Um dos principais resultados iniciais obtidos pelo projeto foi a identificação de que um pequeno número de descritores de proficiências (tópicos relacionados à Aritmética de frações, aos conceitos e operações com razões e proporções e às noções de proporcionalidade e semelhança) explicam quase integralmente o desempenho dos estudantes cearenses na Matemática.

A partir disso, foi iniciado um processo para reformular, nas redes estadual e municipal do Estado, o ensino de Matemática Básica. O eixo central desse trabalho é um projeto de formação continuada de professores de Ensino Fundamental II (inicialmente em Fortaleza e Sobral) e de Ensino Médio (em mais de 250 escolas em quatro macrorregiões do Ceará).

Este projeto abriga uma especialização para os professores, pela UFC, que funciona como um laboratório onde são pensados, aplica-

dos e validados recursos e técnicas pedagógicas destinados à aplicação nas salas de aula. Ele também funciona como um mecanismo de colaboração de longo prazo com os professores das escolas, realizada tanto no Estado quanto nos municípios, nos dias reservados ao planejamento didático. Das formações com os professores é gerado um conjunto formado por material didático, métodos, recursos e contribuições sobre currículos, matrizes de referência e modelos de avaliação que fica à disposição de toda a rede pública.

Além disso, foi elaborado um novo modelo de avaliação, de caráter formativo e ambientado em um sistema online. Ele permite gerar boletins e devolutivas pedagógicas instantâneas, localizadas e estruturadas em diversos níveis (estudante a estudante, descritor a descritor). Esse modelo é desenhado para permitir aplicações que incorporem, por exemplo, a Teoria de Resposta ao Item, o que conferirá ao Ceará a possibilidade de efetuar avaliações de larga escala de forma autônoma e com considerável economia de recursos.

Uma das premissas do projeto é de que a divulgação e as ações relacionadas à formação de jovens pesquisadores, a exemplo de olimpíadas, feiras e laboratórios, são componentes indispensáveis para reverter o quadro de deficiências de letramento científico entre os alunos em idade escolar.

Em relação a isso, a equipe de pesquisadores estruturou uma parceria com a Seara da Ciência para a realização de jornadas para professores e alunos da rede pública, nas quais é enfatizado o papel da Matemática em diversas áreas do conhecimento.

Essas atividades vêm sendo publicadas em plataformas online pelos bolsistas do projeto, para garantir o acesso a professores e estudantes de outras localidades.





# SAÚDE

## Órgão beneficiado

Secretaria da Saúde do Estado do Ceará (SESA)

## Pesquisador Responsável

José Xavier Neto

As atividades do projeto estão sendo desenvolvidas em três eixos. O primeiro diz respeito à transformação do bairro Porangabussu em um distrito de inovação tecnológica (ambiente de incubação para empresas e startups focadas em saúde).

A região do distrito, onde o Hospital Universitário Walter Cantídio está localizado, abrange cinco bairros onde vivem cerca de 23 mil pessoas. A proposta do projeto é que antes das ações serem aplicadas em todo o Ceará, elas possam ser avaliadas nesta área.

O segundo eixo diz respeito à organização dos serviços de saúde prestados pela SESA, focando na informatização e na integração de todos os dados coletados pela secretaria. Isso está sendo feito através da esquematização de prontuários e registros eletrônicos de saúde, além de várias outras fontes integradas chamadas de “armazéns de dados”.

Esse armazenamento vai servir ao *Business Intelligence* do projeto, que é a análise e organização de rotinas específicas para o acompanhamento de variáveis de interesse da saúde. Essas variáveis vão desde estatísticas mais abrangentes, como índices de mortalidade, até componentes mais específicos como pessoas responsáveis pelos exames e cuidados de doentes.

O terceiro eixo é voltado para o gerenciamento da resolução dos problemas mais prioritários da secretaria, que requerem uma atenção especializada. Um exemplo para este tipo de

ação é a judicialização (quando os pacientes recorrem à justiça para obter gratuitamente tratamentos ou remédios).

Essa judicialização acontece, em geral, por dois motivos. Um deles é por causa do alto valor de certos medicamentos e tratamentos (como alguns remédios para câncer, doenças autoimunes e doenças raras).

Nesses casos, o estado age para providenciar e prover o recurso para o paciente. Essa é uma medida legítima, que se aplicada de maneira correta, não representa um crescimento desregrado nas despesas do governo com saúde.

O que a pesquisa constatou, no entanto, é que esse tipo de serviço também está sendo acionado para medicamentos que não deveriam ser judicializados, porque possuem livre acesso na rede, e para outros cujo acesso não é tão facilitado, mas que poderiam ser disponibilizados por outros meios.

No eixo de organização do Porangabussu como um campo de provas, a fase atual é de fazer uma avaliação do local e das equipes que possuem interesse em estarem dentro da dinâmica para que, a partir de uma seleção, elas possam ser recrutadas.

Na fase de integração, houve progressos em relação à definição dos prontuários eletrônicos e dos métodos que serão utilizados.

Outro processo que já foi encaminhado é o *Business Intelligence*, que em uma fase inicial já está montado em algumas unidades da SESA e está funcionando muito bem. A equipe considera isso um bom indicativo para que a tecnologia possa ser estendida a todo o Estado.

Sobre o problema da judicialização, a meta é obter a diminuição das ações na justiça através de uma logística que dá acesso a medicamentos que já estão disponíveis na rede, assim como o de outros que podem ser facilitados.



# RECURSOS HÍDRICOS

## **Órgão beneficiado**

Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH)

## **Pesquisador responsável**

Francisco de Assis Souza Filho

O projeto possui três eixos principais: planejamento e desenvolvimento de pesquisas e inovação; elaboração de soluções para os problemas identificados; construção de uma cadeia produtiva da água.

No primeiro eixo, estão sendo identificadas as demandas específicas de ciência e tecnologia na área de recursos hídricos para criar, a partir dessa análise, uma agenda de pesquisa e inovação.

A segunda dimensão do projeto visa propor e promover soluções tecnológicas para os problemas de recursos hídricos no estado. Há subprojetos sendo desenvolvidos em torno da alocação e do gerenciamento de risco dos recursos hídricos. Esses subprojetos procuram compreender a dinâmica da oferta, da demanda e dos conflitos ocasionados pelo uso da água.

A partir desse entendimento, a meta é redefinir e aprimorar os mecanismos de alocação de água no Ceará. O resultado esperado é que a população possa ter acesso com mais segurança hídrica. Também há expectativa de mitigar os conflitos pelo uso da água.

Outra questão diz respeito à presença de diferentes mananciais no Ceará e à necessidade em expandir a matriz de oferta hídrica. É possível obter a expansão dessa matriz pela incorporação de alternativas como o reúso da água, a dessalinização a criação de indicado-

res para os momentos e proporções em que essas ações devem ser aplicadas e a criação de modelos que otimizam o sistema de recursos hídricos, identificando, inclusive, os custos de cada uma dessas ações.

Também há um estudo sobre a pequena açudagem no qual está sendo feita uma análise capaz de indicar em quais bacias ela deve ser mantida ou evitada para reduzir a perda de água. O Ceará possui um problema de grandes níveis de auto-evaporação: chove em torno de 800 ml por ano, enquanto há uma evaporação de dois metros de água - ou seja, se a água for distribuída de maneira uniforme em todo território do Estado, ela evapora.

A pequena açudagem amplifica isso, o que traz a necessidade de criação de diretrizes que auxiliam a identificar quando um pequeno reservatório é ou não a melhor opção. Com essa medida, espera-se prevenir e evitar que a construção indiscriminada desses pequenos açudes comprometam a média e a grande açudagem anual.

O terceiro eixo do projeto está ligado à cadeia produtiva da água do Ceará. Foi montado um modelo conceitual com uma estratégia de mobilização para promover a criação de um ecossistema composto por iniciativas de empresas ligadas ao setor de recursos hídricos para que elas consigam desenvolver soluções tecnológicas direcionadas às demandas do Estado.

Entre os resultados mais imediatos com o projeto, há estimativa de obter uma modelagem da demanda de uso de água em Fortaleza através de uma escala de setor censitário (unidade territorial de coleta de informações definida pelo IBGE).

Além disso, já foram obtidas informações sobre o impacto da pequena açudagem em alguns reservatórios e áreas que vão precisar de reforço hídrico dentro do sistema Malha D'água.







# ENERGIAS RENOVÁVEIS

## **Órgão beneficiado**

Secretaria da Infraestrutura (Seinfra)

## **Pesquisador Responsável**

Fernando Antunes

O principal objetivo do projeto é o desenvolvimento de uma pesquisa que gere conhecimento e tecnologias novas dentro da universidade para, a partir disso, transferir essas tecnologias para a sociedade através do governo, da indústria e da própria universidade.

A equipe possui alguns estudos específicos dentro do setor de energia. Deles, o que traz expectativa de resultados mais imediatos é o ligado à gestão das contas de energia de prédios e órgãos públicos. Essa ação vai precisar de estudos mais individualizados e específicos para cada entidade, de acordo com as funções que são exercidas por elas.

Algumas análises prévias já apontam indicadores que possibilitam a estimativa de uma redução de até 14% nas contas de energia do setor público. Isso representa, considerando longos períodos uma economia que pode chegar a centenas de milhões de reais. Para isso, algumas medidas já poderão ser postas em prática no período entre o fim de 2019 e o começo de 2020.

Outra vertente é um projeto relacionado com veículos elétricos. Esta alternativa de transporte tem crescido em todo o mundo principalmente por seu maior benefício, que é a redução nas emissões de CO<sub>2</sub>. No entanto, um dos grandes entraves encontrados hoje para uma

adesão em massa a essa alternativa é a tecnologia e o desenvolvimento de baterias que ocupem pouco espaço e tenham custo acessível.

De acordo com os pesquisadores, o que se tem observado no padrão de desenvolvimento dessas tecnologias inovadoras é que, a medida em que elas vão evoluindo e se difundindo, a produção passa a ser mais acessível e o custo diminui. Como a competitividade e a produção em escala para as baterias tornam o processo economicamente viável, a expectativa é de que em alguns anos essa tecnologia já estará acessível até para os carros conhecidos como “populares”.

Vários países estão investindo e incentivando o desenvolvimento desse tipo de veículo e isso também começa a ser feito no Brasil, ainda que dentro da realidade e das especificidades locais - o que influencia todo o processo de difusão do uso de carros elétricos.

Por isso, uma etapa do projeto é estudar diferentes tecnologias ligadas a esses veículos para ver quais as possibilidades de adequar e estimular a sua adoção no uso cotidiano das pessoas. Um exemplo de particularidade brasileira é o clima equatorial - especialmente nos estados das regiões Norte e Nordeste - que condiciona a bateria a temperaturas mais elevadas. Isso tem influência sobre a vida útil do componente.

Outra questão ligada ao projeto é o estudo dos impactos na rede elétrica que o uso em maior escala de veículos pode trazer. De acordo com projeções obtidas pela equipe de pesquisadores, em um cenário em que 50% da energia desses veículos fosse oriunda da fonte elétrica, por exemplo, já haveria problemas, dentro da estrutura e da capacidade disponível hoje nas redes do Estado.

Uma solução encontrada pelo projeto foi o desenvolvimento de carregadores e estações inteligentes capazes de garantir que até metade da fonte de energia do carro não interfira no sistema elétrico, ou seja, sem um investimento ou custo adicional. O projeto já possui uma patente do carregador de bateria para veículos elétricos e agora está na fase de negociação para vendê-la a algum fabricante.

Outra pretensão do projeto é o desenvolvimento da infraestrutura de carregadores que serão espalhados por Fortaleza. Isso irá exigir um mapeamento da cidade para identificar os melhores locais de instalação. A tecnologia desses carregadores também será um ponto do trabalho e se dará a partir de parcerias com startups. Outra questão em estudo é o padrão adotado para a cobrança desse tipo de energia e de serviço.





# PESCA E AQUICULTURA

## **Órgão beneficiado**

Secretaria do Desenvolvimento Econômico e Trabalho do Estado do Ceará (Sedet)

## **Pesquisador Responsável**

Raul Izquierdo

O projeto tem como objetivo aplicar a ciência e a técnica para prover soluções produtivas e promover o desenvolvimento da pesca e da aquicultura no Ceará. Entre os principais resultados esperados estão o incremento na produção de lagostas inteiras vivas, o projeto e a construção de um barco para pesca e armazenamento de lagostas inteiras vivas, a formação de pescadores profissionais (com obtenção da Carteira Marítima), o rastreamento de barcos, o monitoramento da pesca de atum e a criação de pacotes biotecnológicos para melhoria do cultivo de camarão e de tilápia.

Para estabelecer um sistema gestor eficiente em pesca de lagosta no Brasil, é necessário realizar um controle da captura, por barco e regiões, com o objetivo de avaliar as quantidades de lagosta viva e cauda de acordo com o local de pesca e sua distância ao porto de desembarque.

A falta de controle da pesca, na realidade atual, implica que todo o esforço dos tomadores de decisões na gestão do recurso lagosta deve ser direcionado para a aplicação de eficientes medidas em gestão sugeridas no texto, mas aplicando a lei com rigor.

Nos estudos relacionados à pesca e à comercialização da lagosta, foi observado que o declínio na produção de lagostas, ao longo das últimas duas décadas, decorre da pesca de lagosta pequena em águas rasas. Como consequência, metade dos espécimes colhidos está abaixo do tamanho mínimo legal. Além disso, a captura de fêmeas ovadas e

lagostas mais velhas em águas mais profundas aumenta o risco de colapso da pesca. A realidade, hoje, é que o setor não tem controle de quem está pescando, o que está pescando e com qual licença.

Nesta situação, todo o esforço na gestão estadual deve ser direcionado para as seguintes medidas: estabelecimento de cotas de pesca (4 mil toneladas de lagosta vermelha e 900 toneladas de lagosta verde), estrito controle dos seis meses de defeso, cumprimento do tamanho mínimo legal, impedimento da pesca de fêmeas ovadas e com redes de fundo e refúgios artificiais (marambaias), montagem de armadilhas com dispositivo para permitir que as lagostas pequenas escapem e fim da pesca ilegal.

Ainda em relação à lagosta, outra fase prevista no estudo é o monitoramento de 50 barcos distribuídos ao largo do litoral costeiro do Ceará para avaliar o recurso e as produções de lagosta viva e de cauda. Também serão feitas pesquisas na indústria de beneficiamento para determinar a composição, por tamanho, das lagostas conforme as regiões e outras características biológicas por espécie.

Já para o cultivo de camarão e tilápia em água doce, foi realizada transferência tecnológica para uso de bioflocos pré-formados em laboratório com a utilização de bactérias nitrificantes para aplicação nos criadouros.

A ingestão dos flocos microbianos formados no sistema, aliada ao consumo da ração, resultou em ganho de peso médio diário de 1,83 grama, em um período de 92 dias, para a Tilápia do Nilo. Isso validou o procedimento de uso de bactérias iniciadoras dos flocos em laboratório, mostrando que ele é mais eficiente, em comparação com bioflocos espontâneos aplicados em outros estudos.





# Revolução na agricultura

Agronegócio

Através do melhoramento genético, empresa de biotecnologia está aumentando a produtividade e a resistência de plantas usadas por produtores rurais

**I**mportante atividade econômica, o agronegócio tem demandado cada vez mais esforços de países que são grandes produtores de alimentos, para obter ganho de produtividade através da pesquisa científica e da inovação. Foi percebendo este cenário que a empre-

sa cearense BioClone viu a oportunidade de, através da manipulação biológica - mais precisamente a clonagem - comercializar mudas para plantio de várias espécies com características que resultam em mais ganhos para os produtores rurais.



A empresa tem desenvolvido, com seus estudos, métodos para oferecer ao mercado soluções biotecnológicas que atendem às demandas específicas de projetos agrícolas. Os produtores recebem mudas já prontas que possuem mais resistência a pragas e a agentes patogênicos, são mais bem adaptadas ao solo e às condições climáticas do local onde serão cultivadas e irão gerar plantas com melhor rendimento. E o mais importante: sem produção de transgênicos, já que o trabalho consiste em melhoramentos programados através da seleção de genótipos e variedades.

De acordo com o pesquisador e empresário Roberto Caracas, CEO da BioClone, as tecnologias de clonagem de mudas e reprodução de seu material genético não alteram a estrutura molecular da planta ou o seu genoma (dados genéticos que são transmitidos de uma geração para a outra), constituindo-se um processo que difere da transgenia.

“O que fazemos é a multiplicação de boas características encontradas em um material modelo, selecionado em campo. Esse material, por sua vez, é multiplicado e clonado em laboratório, repassando essas características”, explica.

Criada em 2008, a BioClone é fruto do Programa de Incubação de Agronegócios da Embrapa (Proeta), cujo objetivo era promover o surgimento de empresas com base tecnológica que pudessem, recebendo transferência de tecnologias e conhecimentos produzidos a partir das pesquisas do órgão federal, gerar novos produtos e soluções para o agronegócio.

Roberto destaca que a empresa tem contado com o apoio da Funcap desde 2009, através do edital FIT 08/2009 - ou seja, praticamente desde o início das suas atividades. Naquele primeiro edital, a fundação subsidiou recursos financeiros para o projeto “Desenvolver mudas de alta qualidade genética e fitossanitária utilizando inovações biotecnológicas na produção de mudas por micropropagação *in vitro* com inoculantes e o uso de biorreatores”.

Além da obtenção de um produto final com mais valor agregado para o agronegócio, a BioClone tem procurado, através dos financiamentos obtidos nos editais, desenvolver projetos que tragam inovações em etapas do processo produtivo.

Roberto destaca, por exemplo, que graças a um deles a empresa se tornou a primeira biofábrica a implantar um sistema de biorreator. “A aquisição desse equipamento diminuiu o custo do processo e aumentou a capacidade produtiva”, explica.

Também chamados de fermentadores, os biorreatores são aparelhos que possibilitam monitorar as condições de um processo biológico para que ele seja otimizado. Entre estas condições estão, por exemplo, pH, temperatura, emissão de luz e quantidade de oxigênio que entra no sistema.



## Pesquisa mais recente está relacionada com o melhoramento do cacau

**A** aposta no desenvolvimento de mudas de cacau (nome científico: *Theobroma cacao*) adaptadas para as condições do Nordeste brasileiro é o mais recente projeto da BioClone. A iniciativa surgiu, de acordo com Roberto Caracas, a partir de um convite que ele recebeu em 2014 para conhecer as instalações da empresa de alimentos Nestlé na França e na Suíça. Ela mantém, nesses países, projetos de desenvolvimento de modelos de mudas para aplicação em plantações da planta que é a matéria prima dos seus chocolates.

Levantamento feito pela BioClone mostra que a maior parte da pro-

dução de cacau do mundo ainda está localizada em países africanos como a Costa do Marfim e Gana, que juntos respondem por mais da metade do total. “Essa situação faz com que a produção de cacau enfrente impasses causados pelas desigualdades e problemas desses países, como tecnologia defasada, secas, presença de mão de obra escrava e infantil e surtos de doenças como a ebola”, afirma Roberto.

Além do atraso tecnológico no processo produtivo, há a percepção da Nestlé de que as crescentes pressões do público consumidor têm demandado dos produtores de chocolate mais atenção a questões

como meio ambiente e exploração de trabalho humano. Por isso, a empresa tem procurado alternativas. Uma delas é realocar a produção para países com condições climáticas similares às da África e que não apresentem os mesmos problemas daquele continente. Por isso, a fabricante fez o contato com a BioClone, a partir do conhecimento da expertise da empresa, para estabelecer uma parceria em busca de mudas melhor preparadas para as nossas condições.

O cultivo de cacaveiros, vale ressaltar, já é uma atividade consolidada no Brasil, mas ainda tem bastante potencial de desenvolvimento. Atu-





almente a produção ocorre principalmente na Bahia, mas também há cacauicultores no Pará e na região da Mata Atlântica de outros estados. A planta é típica de ecossistemas tropicais, necessitando de clima úmido e chuvas regulares para se desenvolver. Apesar da antiga relação do País com a cultura do cacau, essa ainda é uma atividade pouco desenvolvida tecnicamente.

A maior parte do cultivo se dá de forma extrativista, o que faz com que, no País, essa cultura seja vulnerável a outras ameaças, como é o caso da vassoura-de-bruxa - uma das doenças mais destrutivas do cacaueteiro e que, de acordo com a BioClone, pode diminuir em até 60% o seu rendimento.

Causada pelo fungo *Crinipellis perniciosa*, a vassoura-de-bruxa é uma doença que prolifera em ambientes

úmidos. Ela foi responsável, também segundo a BioClone, pela queda da produção anual do Brasil, que passou de 470 mil toneladas para as atuais 120 mil toneladas.

Como medida para combater a vassoura-de-bruxa, um dos objetivos do projeto é melhorar e adaptar espécies de cacaueteiros para o semiárido, onde o fungo tem mais dificuldade de proliferar. Isso vai ampliar o campo de produção no Brasil e aumentar o ganho financeiro, pela maior produtividade da área plantada.

Os testes com a adaptação de mudas de cacaueteiros já estão em andamento. Foram selecionadas cinco variedades que se adequariam ao semiárido. A partir delas, exemplares estão sendo clonados e melhorados para suportar as condições climáticas da região. Os resultados ainda não estão em nível de escala

em plantio, mas a expectativa é que as primeiras mudas com raiz nua (com o sistema radicular exposto) estarão prontas até o fim de 2019.

Na avaliação do empresário, o projeto ganha mais relevância, considerando o cenário mundial do mercado de chocolate. Segundo a International Cocoa Organization (ICCO), a demanda pelo alimento aumentou principalmente por causa do consumo em países populosos da Ásia. A entidade estima que se os fabricantes não acompanharem esse ritmo, o mercado poderá se tornar insustentável já a partir de 2020.

“Isso nos faz enxergar a necessidade de criar técnicas para obter maior escala no Brasil, atraindo produtores e desenvolvendo esse setor em regiões como o sertão do Ceará”, afirma Roberto Caracas.



## Como funciona o trabalho da Bioclone



O processo de clonagem de plantas é algo que já faz parte da realidade da maioria das pessoas, embora muitas delas talvez não saibam. Ele se dá através da reprodução sem uso de sementes, gerando outros exemplares geneticamente idênticos. Um exemplo simples desse procedimento é quando alguém pega um ramo de roseira e o cultiva com a finalidade de gerar uma nova planta. Isto já constitui um tipo de clonagem.

Esse procedimento é possível pelo fato da maioria das células vegetais funcionarem como células tronco, o que faz com que elas possam ser reproduzidas e resultem em uma nova planta com genética idêntica à original. A tecnologia de clonar mudas e reproduzir seu material genético, vale ressaltar, não altera a estrutura molecular da planta ou o seu genoma (dados genéticos que são transmitidos de uma geração para a outra), por isso é um processo que se difere da transgenia.

A BioClone faz algo muito semelhante, porém com um aparato científico e tecnológico que permite realizar essa atividade de forma mais complexa, em uma escala microscópica (por meio da micropropagação ou cultura de tecidos vegetais *in vitro*) e com um rendimento muito superior.

O sistema de micropropagação usa métodos de or-



ganogenes (pedaços de órgãos vegetativos que dão origem a novas mudas). Na fase de alongamento e enraizamento, as brotações são submetidas a adaptações em biorreatores de imersão temporária com auxílio de injeção de ar comprimido. Na fase de estabelecimento, os explantes são colocados em tubo de ensaio e na fase de multiplicação eles ficam em frascos de vidro transparente, do tipo “maionese”, contendo 30 mL de meio de cultura. Já nas fases de alongamento e enraizamento, os explantes são colocados em garrafões de plástico de 5 litros.

Outro benefício do método desenvolvido pela empresa é o ganho de produtividade. Uma bananeira, por exemplo, normalmente consegue render uma média de 10 mudas em oito meses. Com a técnica aperfeiçoada pela BioClone, essa quantidade pode chegar a uma faixa de 200 e 300 mudas originadas de uma única gema (pedaço) da planta matriz.

### *A empresa faz a multiplicação de boas características encontradas em um material modelo selecionado em campo e clonado em laboratório*

O rendimento, de acordo com a empresa, é possível graças à técnica de cultura de tecidos, método em que uma parte da planta matriz é raspada e colocada em uma gelatina que possui nutrientes e hormônios capazes de estimular a multiplicação das células, substituindo a terra e seus compostos. A partir disso, novos exemplares da planta crescem nesse meio de cultura. Esses pequenos brotos se desenvolvem submersos na gelatina e, quando apresentam mais desenvolvimento, são transferidos para recipientes com compostos nutricionais, para que se desenvolvam em mudas finais, que serão plantadas.

Adotando esse e outros métodos, a BioClone atua com o desenvolvimento de três tipos de produtos principais: a muda em seu estágio inicial, com a raiz nua; a muda pré-climatizada e climatizada, já em



um estágio maior e mais resistente; e a muda pronta para o campo.

Os benefícios desse processo vão desde a obtenção de um material homogêneo, livre de pragas e de agentes causadores de doenças e com melhoramento genético força a produção de genótipos de elite, permitindo a captura e a fixação de ganhos genéticos.

“O mercado mudou um pouco. Antes, nosso rendimento vinha principalmente da comercialização de mudas com a raiz nua, esses exemplares que possuem a raiz exposta. Agora a preferência do público consumidor é pela colocação da muda mais segura em campo, um produto maior, mais desenvolvido e que tem mais valor agregado”, afirma Roberto.









# Nanotecnologia no semiárido

Química

Em parceria com a Universidade Federal do Ceará, empresa está desenvolvendo cosméticos de maior desempenho a partir de matérias primas regionais

**Á**rvore símbolo do Ceará, a carnaúba não é um espécime cuja copa produz muita área de sombreamento. Mas curiosamente é a partir dela que a empresa Wu Cosmetic Care, através da inovação, está trabalhando na criação de uma linha de protetores solares para cabelos que promete bastante eficiência. Vale ressaltar que, além da pele, os

cabelos também sofrem com a exposição ao sol. Ela pode queimar os fios e deixá-los ressecados, quebradiços, opacos e desbotados. Por isso, em uma pesquisa conjunta com a Universidade Federal do Ceará (UFC) que conta com o apoio da Funcap através do edital Inovafit, a Wu está usando a pesquisa em nanotecnologia para desenvolver

seus produtos. Área relativamente recente para a ciência, a nanotecnologia permite a manipulação de átomos e moléculas na busca por novos produtos e processos e vem sendo uma das principais apostas da indústria de cosméticos.

O trabalho da Wu tem como objetivo aumentar a eficiência de matérias-primas regionais, como a cera de carnaúba, que associada a óleos vegetais, vitaminas e proteínas, favorece a proteção e a restauração da fibra capilar.

Segundo o farmacêutico Vicente Sanford, que ao lado da química industrial Karina Maso é responsável pela participação da Wu no estudo, a escolha da cera de carnaúba se deu porque além de oferecer hidratação e nutrição ao cabelo, a árvore é uma fonte local de matéria-prima, o que contribui para a redução de custos e para o desenvolvimento econômico do Ceará. Ele destaca que a principal vantagem da nanotecnologia é a possibilidade de

levar as propriedades do componente desenvolvido a partir da carnaúba a um nível mais profundo do tecido capilar. “Quando você passa um cosmético convencional na pele, por exemplo, as moléculas dele geralmente são maiores que os poros. Então, a atuação dele vai ser mais superficial. No caso do nanocomposto no cabelo, ele vai penetrar em camadas mais internas”, explica o pesquisador, ressaltando que isso garante mais rapidez no efeito e atuação do produto em uma área maior.

A pesquisadora Bianca Louchard, especialista em cosméticos e fitoterápicos que integra a equipe da UFC no desenvolvimento dos produtos, explica que isso acontece da seguinte forma: as nanopartículas do composto são capazes de atuar entre os espaços inter e intracuticular (cutícula é a parte mais externa do fio de cabelo) da haste capilar, restabelecendo a sua natureza hidrofóbica (proteção contra umidade) e garantindo proteção efetiva contra a radiação solar.





## Ideia veio para driblar crise econômica no Brasil

**E**m um exemplo bastante ilustrativo de como a iniciativa privada pode ser unida à universidade para contribuir para o desenvolvimento econômico e implementar soluções criativas, a pesquisa da Wu começou, de acordo com Vicente, a partir da necessidade de adaptar a empresa ao período mais crítico da crise econômica que o Brasil enfrentou, há cerca de dois anos.

“A ideia do produto surgiu quando a empresa buscou se reinventar através da inovação. Procuramos o que havia de mais disruptivo no mercado cosmético e vimos que era a nanotecnologia”, lembra ele. O passo seguinte foi, através de um contato que já havia pesquisadores da UFC, a iniciativa de participar do edital InovaFit que iria ser lançado pela Funcap. “Vimos que o projeto tinha tudo a ver com o propósito da Wu, que é fabricar produtos de proteção. A empresa, então, entrou com o plano de negócios”, acrescenta Vicente.

O trabalho, como descreve a pesquisadora Karina Maso, tem sido mais um exemplo bem acabado de como setor privado e instituições de pesquisa podem se unir em prol da inovação e do desenvolvi-



mento econômico. “Na Wu, fizemos a construção do laboratório de nanotecnologia com os equipamentos necessários para o desenvolvimento do produto. Por outro lado, junto com

a UFC, foi feito o estudo para o desenvolvimento da nanopartícula, com a ajuda das pesquisadoras Tamara Gonçalves, Nágila Ricardo e da Bianca Louchard”, ressalta Karina.



As duas fases, de acordo com a pesquisadora, ocorreram simultaneamente. Já a participação da Funcap, lembra Vicente, se deu com o financiamento, através do

editais Inovafit para a montagem da infraestrutura necessária na empresa. “Este apoio da Funcap foi imprescindível para o desenvolvimento do projeto”, destaca o pesquisador.

A pesquisa conjunta já obteve os principais resultados. Um dos testes necessários foi a verificação da estabilidade da nanopartícula dentro das bases (todo cosmético é formado por uma quantidade diluída dos ingredientes principais em uma base, que pode ser um líquido ou uma pasta). “Essa era a parte mais importante e já foi feita. Um passo seguinte será identificar o filtro do protetor solar que vai ser colocado nos produtos”, explica Karina.

“Outra etapa, que estamos executando junto com a UFC, é o estudo da escalabilidade para a fabricação do princípio ativo em quantidades industriais”, revela Vicente. Também está sendo realizado na UFC um conjunto de ensaios clínicos, aplicando o protetor em cabelos. Para isso, é usado um equipamento chamado Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV), que permite analisar o efeito do produto nas áreas tratadas com a nitidez que a nanotecnologia exige.

Para se preparar para a produção em larga escala, a empresa adquiriu, recentemente, um reator. Este tipo de equipamento é essencial para a indústria cosmética, porque permite procedimentos como concentrar o produto a ser misturado, transformar reagentes em outros materiais realizar mistura e homogeneização e controlar a temperatura para que as reações químicas ocorram de maneira ideal.







## Produtos podem contribuir para a saúde da população

**P**ara além do desenvolvimento econômico e da integração entre empresa e universidade, o trabalho desenvolvido pela Wu tem um componente importante porque irá colocar no mercado produtos de proteção em um estado com intensa exposição ao sol. De acordo com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), as capitais da região Norte e Nordeste do Brasil atingem índices extremos de incidência de radiação ultravioleta, registrando níveis entre 11 e 12 no Índice Ultravioleta (IUV), que varia entre 0 e 15 pontos. Para se ter ideia do que isso significa, o Inpe define cinco níveis em sua medição: baixo (abaixo de 2), moderado (de 3 a 5), alto (entre 6 e 7), muito alto (de 8 a 10) e extremo (acima de 11).

## Carnaúba: resistente e versátil

**A**s propriedades da cera das folhas da carnaúba, planta cujo nome científico é *Copernicia prunifera*, são conhecidas há bastante tempo. Uma das histórias marcantes que envolve o vegetal é a viagem do empresário norte-americano Herbert Johnson, que em 1935 partiu de avião da cidade americana de Racine e, após uma jornada de três meses, pousou na água, em frente ao que hoje é a avenida Beira-Mar em uma Fortaleza que ainda não possuía aeroporto. Junto com o empresário, chegou de navio uma expedição para estudar melhor as potencialidades da carnaúba.

Uma das características do vegetal é sua resistência. Pode suportar desde solos argilosos ou com excesso de umidade a áreas com alta salinidade (esta última, uma característica do cristalino, presente no semiárido nordestino). A cera também tem relação com a adaptação da planta à aridez do clima local. Ela é um lipídio (gordura) capaz de evitar a perda da umidade através de transpiração.



Fotos: Chico Gomes

# Estratégia de inovação

Iniciada em 2005, política da Funcap de editais para estimular empreendimentos inovadores no setor privado financiou aproximadamente 280 projetos

**D**e acordo com o levantamento *"The World's Most Innovative Companies"*, feito pela revista Forbes com as 50 empresas que mais inovaram em todo o mundo durante o ano passado, apenas uma brasileira, a administradora de cartões Cielo, aparece no seleto grupo. A esmagadora maioria de companhias presentes no ranking é de origem norte-americana, coreana ou chinesa.

Esta classificação da Forbes, uma das mais conceituadas publicações de economia do mundo, é um exemplo de que é preciso, ainda, estimular a cultura

de inovação no Brasil. Foi diante deste cenário e em consonância com a aprovação da Lei 11.196/05 (conhecida como Lei do Bem), quando foram iniciadas as principais ações do Governo Federal para a promoção da inovação no sistema produtivo, que a Funcap iniciou suas políticas na área.

Em 2010, foi criada a Diretoria de Inovação, o que permitiu consolidar a política de investimentos e formar um corpo técnico especializado para analisar os projetos que concorriam em cada edital. O Ceará é um dos quatro estados da região Nordeste que





“Uma de nossas vertentes é a parceria com instituições, como a que fizemos com a Finep para as chamadas do Centelha e do Tecnova II. Também há ideia de cooperação com a Fiec para realizar um treinamento das empresas fomentadas pela Funcap”.

**Jorge Soares, diretor de inovação da Funcap**

conta com uma diretoria específica para a área de inovação em sua agência de fomento à pesquisa. Os outros são Bahia, Pernambuco e Rio Grande do Norte.

Entre 2008 e 2018, foram lançados 14 editais. Isso representou um investimento de R\$ 56,6 milhões para apoio a 277 projetos. Como resultado do esforço para integrar o setor produtivo com o meio aca-

dêmico - definido em regras estabelecidas nos editais - no período de 2015 a 2017, em 70 das empresas que receberam os recursos da Funcap houve a participação de 94 cientistas de diferentes laboratórios e instituições, de 13 municípios cearenses, nos projetos.

Hoje a atuação da Funcap na área se dá através de várias ações, cada uma com objetivos específicos. Uma

das iniciativas pioneiras é o Inovafit, que se destina a apoiar, através de subvenção econômica (recursos não reembolsáveis), o desenvolvimento de produtos ou serviços inovadores. Este edital se divide em duas etapas: a Fase 1, que patrocina empresas e produtos na ideia inicial, e a Fase 2, que exige a apresentação de um MVP (Minimum Viable Product, ou Produto Minimamente Viável).

Já os mais recentes são os programas Cientista Chefe, (veja matéria de capa desta edição), e o Funcap Conecta, cujo objetivo é financiar pequenos empreendimentos inovadores para que eles proponham soluções para problemas de grandes empresas.

Goretti Mamedio, gerente de Programa de Inovação, afirma que a área de inovação da Funcap cresceu muito nos últimos quatro anos e uma das principais mudanças foi o aumento da sua abrangência. “Antes, havia apenas o apoio a empresas, e hoje ele também se estende à inovação pública, como o Cientista Chefe. Essas ações vão contribuir significativamente para o desenvolvimento econômico do Ceará”.

De acordo com o professor Jorge Soares, diretor de inovação da Funcap, outras ações estão em fase de negociação. “Uma delas é a parceria com a Finep para chamadas como o Centelha e o Tecnova II. Também há uma ideia de cooperação com a Fiec para realizar um treinamento das empresas fomentadas pela Funcap. Por fim, estamos trabalhando com outros interlocutores para o aprimoramento do ambiente de inovação no Estado, como a Sudene, na busca de uma maior interiorização da inovação, ou parceiros para financiamentos, como o BNB e o BNDES”, afirma.



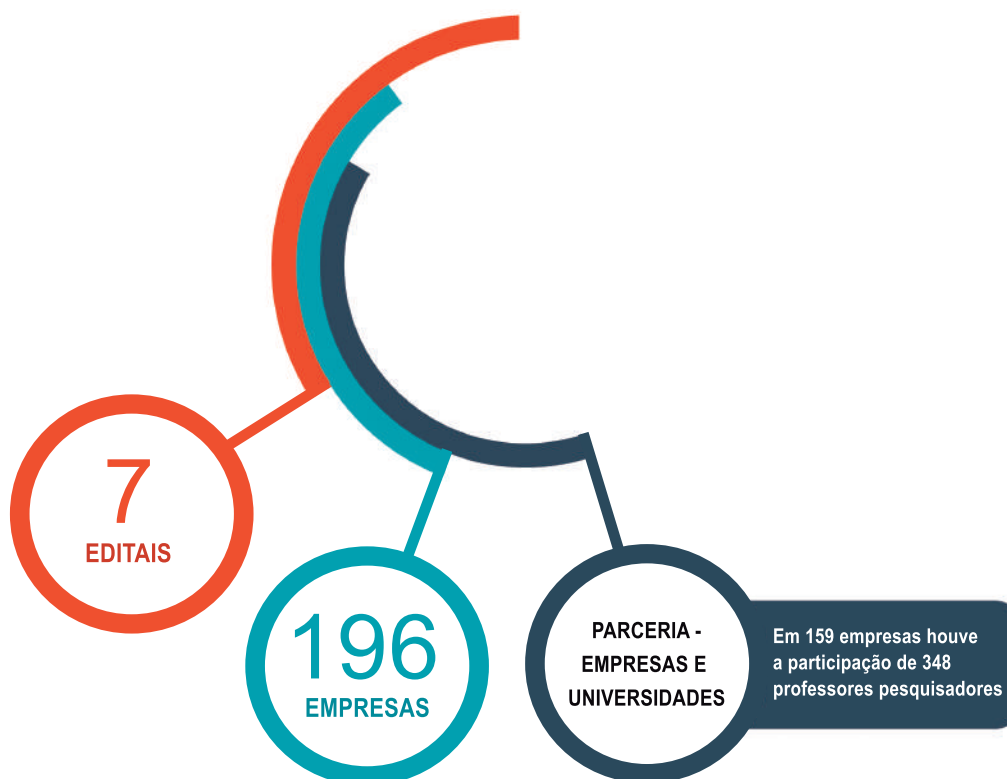
## Acompanhamento é o maior desafio

O desenvolvimento de um projeto de inovação envolve temas que, muitas vezes, fogem da alçada de um pesquisador ou futuro empresário que está tentando propor um produto ou solução que seja disruptiva. Além de ter uma boa ideia e saber como implementá-la, é preciso levar o produto para o mercado. Para isso, o empreendimento demanda um bom administrador e uma estratégia eficiente de divulgação.

Um levantamento está sendo feito pela Diretoria de Inovação. De acordo com os resultados iniciais obtidos em 64 empresas, cerca de 30% dos projetos fomentados pela Funcap conseguiram chegar à fase de conclusão para serem usados ou comercializados.

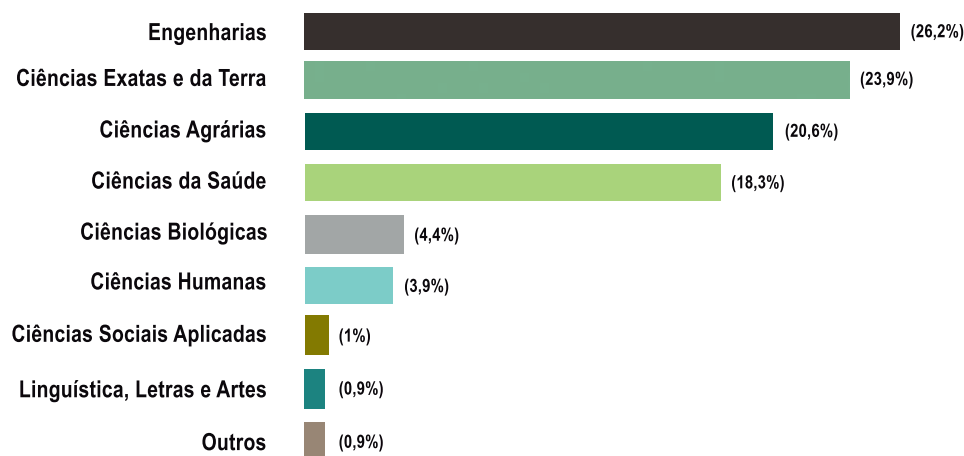
Para aumentar estes percentuais e auxiliar os empreendedores a chegarem ao objetivo final, que é a consolidação dos produtos no mercado, foi criada, em 2017, uma divisão para estudar os números obtidos em cada edital e, a partir deles, propor medidas para dar suporte técnico aos empresários.

## Apoio à área de inovação



## Áreas de atuação das empresas

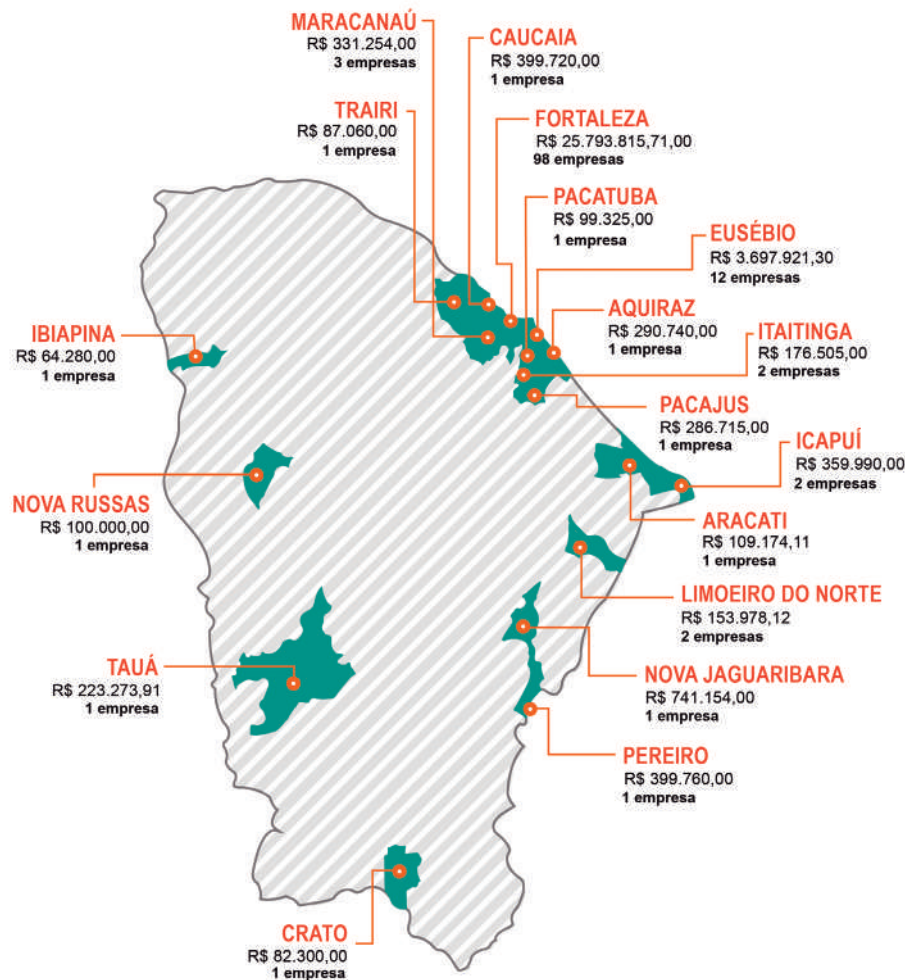
A MÉDIA ANUAL DO FATURAMENTO DAS EMPRESAS É DE R\$ 199 MIL



51% das empresas visam o mercado B2B

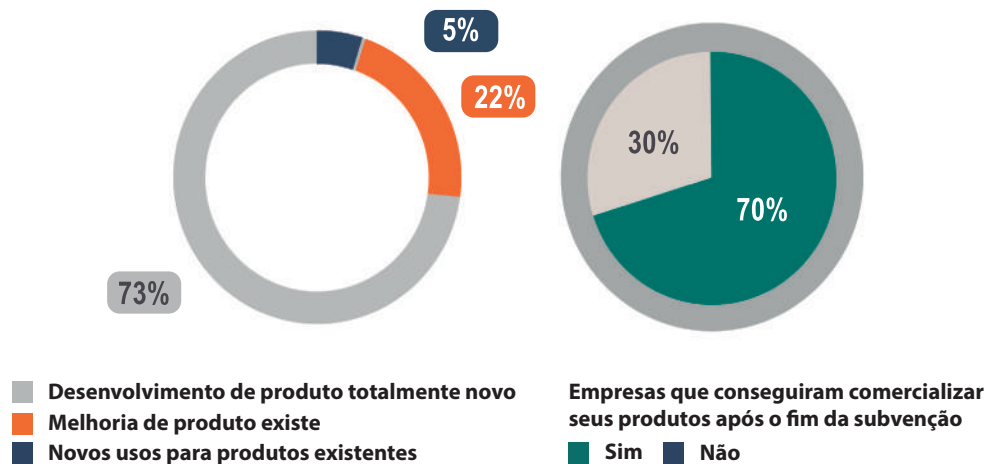
Dados obtidos pela Funcap através do projeto de avaliação do fomento científico e à inovação (2015 - 2018)

# Distribuição de empresas por municípios do Ceará



# Status dos produtos e serviços

R\$ 33,4 MILHÕES INVESTIDOS EM PROJETOS INOVADORES



Dados obtidos pela Funcap através do projeto de avaliação do fomento científico e à inovação ( 2015 - 2018 )

A Gerência de Prospecção de Inovação (Gepin) é a divisão responsável pela área estratégica da Diretoria de Inovação da Funcap. Através de seus levantamentos, a fundação está analisando as ações que podem ser desenvolvidas para resolver as principais dificuldades das empresas e dos pesquisadores.

Além disso, os dados obtidos permitem integrar mais as ações. Um exemplo é o mais recente edital InovaFit, que definiu como áreas prioritárias para os investimentos aquelas que têm relação com o programa Cientista Chefe.

Através dos estudos foi possível detectar que um dos maiores desafios é lançar uma Fase 3, na qual os empreendedores seriam acompanhados em sua incursão no mercado. "Editais com essa característica ainda não foram lançados, mas o Funcap Conecta permite aos pequenos empreendimentos desenvolver produtos e soluções que surgem a partir de demandas de grandes empresas", explica Telma Lima, responsável pela Gepin.

Ela destaca que um dos principais benefícios do Funcap Conecta é a garantia de comercialização do que foi desenvolvido, facilitando a sobrevivência da pequena empresa no mercado.

# Programas e editais de inovação da Funcap

## FIT

Os editais receberam o nome do Fundo de Inovação Tecnológica (FIT), alocação de recursos do Governo do Estado que tem como principal objetivo financiar projetos que contribuam para expandir e consolidar centros de pesquisa no setor privado e elevar o nível de competitividade das empresas cearenses.

## EDITAIS LANÇADOS

### 2009 - FIT 1

20 empresas beneficiadas  
R\$ 4,4 milhões de investimento

### 2010 - FIT 2

13 empresas beneficiadas  
R\$ 3,8 milhões de investimento

## PAPPE

Feito em parceria com a Finep, o Programa de Apoio à Pesquisa em Empresas teve como objetivo selecionar propostas empresariais para subvenção econômica à pesquisa e desenvolvimento de processos e/ou produtos inovadores que estavam na fase precedente à sua comercialização.

## EDITAIS LANÇADOS

### 2008 - Pappe 2

19 empresas beneficiadas  
R\$ 6,4 milhões de investimento

### 2010 - Pappe 3

23 empresas beneficiadas  
R\$ 5,9 milhões de investimento

### 2011 - Pappe 4

12 empresas beneficiadas  
R\$ 3,1 milhões de investimento

### 2013 - Pappe 5

24 empresas beneficiadas  
R\$ 7,7 milhões de investimento

### 2016 - Pappe 6

12 empresas beneficiadas  
R\$ 3 milhões de investimento

## TECNOVA

Feito em parceria com a Finep, o Tecnova tem como objetivo criar condições financeiras, por meio de recursos de subvenção econômica, para o crescimento em curto prazo de empresas de micro e pequeno porte.

## FUTUROS EDITAIS

### Previsão de investimentos

R\$ 4,2 milhões

## FUNCAP CONECTA

Destinado a promover a integração entre grandes empresas e pequenas empresas inovadoras ou pesquisadores de instituições acadêmicas. A iniciativa é uma oportunidade para que as grandes empresas possam obter soluções para suas demandas através da parceria com empreendedores e cientistas dedicados à inovação.

## EDITAL LANÇADO

### 2018 - Funcap - Cegás

2 instituições de pesquisa beneficiadas  
R\$ 300 mil de investimento



## PROGRAMA CIENTISTA CHEFE

Criado na atual gestão da Funcap, ele tem como objetivo unir o meio acadêmico e a administração pública. Através dele, equipes de pesquisadores estão trabalhando nas secretarias ou órgãos estratégicos do Governo do Estado para identificar soluções de ciência, tecnologia e inovação que podem ser implantadas para melhorar os serviços e, desta forma, melhorar a vida da população.

## INVESTIMENTOS

### 2018 - Cientista Chefe

207 pesquisadores e bolsistas beneficiados  
R\$ 8,6 milhões de investimento

## INOVAFIT

Financiados através do FIT, os editais se destinam a apoiar empresas sediadas no Ceará, por meio de subvenção econômica (recursos não reembolsáveis), para o desenvolvimento e lançamento no mercado de produtos, serviços ou processos inovadores.

## EDITAIS LANÇADOS

### 2015 - Inovafit fase 1

37 empresas beneficiadas  
R\$ 3,6 milhões de investimento

### 2017 - Inovafit fase 1

31 empresas beneficiadas  
R\$ 2,4 milhões de investimento

### 2016 - Inovafit fase 2

22 empresas beneficiadas  
R\$ 5,9 milhões de investimento

### 2018 - Inovafit fase 2

21 empresas beneficiadas  
R\$ 4,7 milhões de investimento

## TIC

Edital de Tecnologia da Informação e Telecomunicações (TIC) para o desenvolvimento de produtos, métodos e processos inovadores por empresas da área.

## EDITAL LANÇADO

### 2010 - TIC

5 empresas beneficiadas  
R\$ 3 milhões de investimento

## PROGRAMA CENTELHA

Feita em parceria com a Finep, a iniciativa visa estimular a criação de empreendimentos inovadores a partir da geração de novas ideias e contribuir para a ampliação da quantidade e a melhoria da qualidade das propostas de empreendimentos de base tecnológica como parques e polos tecnológicos, incubadoras e aceleradoras de empresas, espaços de coworking e laboratórios abertos de prototipagem. É destinada a microempresas e empresas de pequeno porte com até 12 meses de atuação. Vale ressaltar que, na primeira fase, até pessoas físicas podem submeter proposta.

## FUTUROS EDITAIS

### Previsão de investimentos

R\$ 2,2 milhões



## Pesquisa desenvolve aplicativos para a promoção da saúde da mulher

Trabalho desenvolvido na Universidade de Fortaleza (Unifor) usa a tecnologia dos dispositivos móveis para estimular medidas preventivas e de acompanhamento



**D**e acordo com a pesquisa “Características gerais dos domicílios e dos moradores 2017”, a última realizada pelo IBGE, 69% dos brasileiros já possuem acesso à internet pelo celular. O levantamento também indicou que a maior parte dos demais acessos é feita, preferencialmente, por dispositivos móveis. Essas informações apontam para as oportunidades que esses novos hábitos criam. Uma delas, por exemplo, é um acompanhamento mais integral e contínuo da saúde através da tecnologia móvel, prática que ficou conhecida como m-health (o termo vem de mobile health, ou saúde móvel).

Graças ao crescente uso dos dispositivos, a m-health, segundo o artigo “Saúde Móvel: novas perspectivas para a oferta de serviços em saúde”, publicado na revista Epidemiologia e Serviços de Saúde (volume 25, nº 1, Brasília, Jan/Mar de 2016) nasceu como uma subdivisão da saúde eletrônica. Esta última, por sua vez, é definida no artigo como “a utilização de informações e de tecnologias de comunicação para oferta e melhoria de serviços de saúde”.

Diz ainda o trabalho que “a massificação de dispositivos vestíveis inteligentes (DVI) pode contribuir para a redução dos gastos em saúde, minimização dos erros médicos, prevenção de hospitalizações desnecessárias e ampliação das

possibilidades de interação entre pacientes e profissionais de saúde”.

Entre os benefícios da implementação das tecnologias no cotidiano das pessoas está a melhoria do fluxo de informação através dos meios eletrônicos, contribuindo para otimizar a coordenação dos sistemas de saúde. Uma das possíveis aplicações da m-health é na área da saúde da mulher, na qual a prática pode atuar como uma aliada, ao levar em consideração a dinâmica de trabalho, o suporte à família e as peculiaridades do cotidiano feminino.

É neste contexto que está sendo realizada a pesquisa “M-health para a promoção da saúde da mulher”, que é coordenada pela professora Raimunda Magalhães da Silva, do Grupo de Pesquisa e Extensão em Saúde da Mulher e Adolescente em parceria com o Núcleo de Aplicação em Tecnologia da Informação (Nati) ambos pertencentes à Universidade de Fortaleza (Unifor). O trabalho conta com o apoio da Funcap através do Programa de Apoio a Núcleos de Excelência (Pronex).

Um dos benefícios do uso dos dispositivos móveis é o estímulo à prevenção. “A usuária relata seu estado clínico e a partir destas informações são direcionadas ações de saúde que facilitam o autocuidado”, explica a professora.





A pesquisa está dando suporte para quatro subprojetos, sendo cada um deles ligado a um aplicativo específico para uso em smartphones. Os programas foram projetados para funcionar nos sistemas Android e iOS.

O desenvolvimento dos aplicativos é feito através de um trabalho conjunto entre os pesquisadores dos dois núcleos da Unifor. O professor Eurico Vasconcelos, coordenador do Nati, explica que o processo de desenvolvimento dos aplicativos que chegam ao usuário final envolve um sofisticado processo que pode ser resumido, para melhor compreensão, em cinco etapas. A primeira é a identificação das necessidades e estabelecimento de requisitos técnicos.

Com o auxílio do pesquisador na área de saúde, a equipe do Nati recebe as informações necessárias para começar a pensar nas soluções para dispositivos móveis. Na segunda etapa, estudantes da área de Comunicação (Marketing e Design) trabalham para a concepção do produto. “É nela que informamos se a solução vai ser um aplicativo, um sistema para computadores ou uma página web”, diz Eurico. Também nessa fase a ideia é projetada, com um design inicial que passa a ser testado.

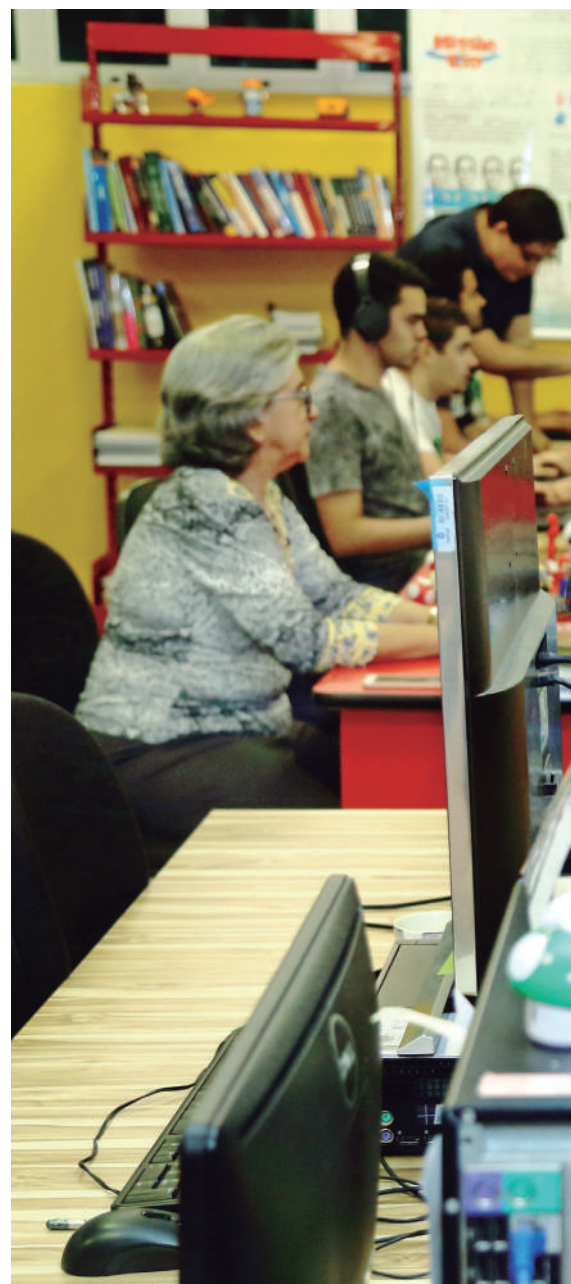
O passo seguinte é a prototipação, desta vez com a participação de estudantes da área de tecnologia. É criado o que o professor chama de “artefato computacional”, já com o código de programação começando a ser definido. “Terminada essa fase, que é feita só por alunos de Engenharia da Computação, nós vamos para a validação”, ressalta ele.

Na quarta etapa, é feita a avaliação do protótipo funcional. Um grupo de usuários finais é convidado a testar o produto e relatar suas impressões. O objetivo é verificar se o público-alvo definido consegue interagir com o aplicativo de forma satisfatória. O teste de usabilidade geralmente detecta e gera algumas necessidades de melhoria, refinamento e correções.

O processo final é o teste de campo, no qual é feita uma análise mais rigorosa dos resultados do aplicativo. De acordo com Eurico, este teste normalmente é feito em um doutoramento, que leva quatro anos. Ele explica que esse prazo é mais adequado para estudar o retorno do produto entre os usuários - já que um mestrado dura apenas dois anos. “Um aluno de mestrado consegue cumprir apenas as etapas de concepção da tecnologia conosco, desenvolvimento em conjunto com o grupo e avaliação do protótipo funcional”, diz o professor.

De acordo com a professora Raimunda, os testes dos aplicativos com os usuários revelaram que os programas ajudaram principalmente nos aspectos relacionados à aquisição de conhecimentos, à mudança de comportamento (em relação a atitudes saudáveis e alimentação, por exemplo) durante o processo gestacional e ao aumento da motivação para continuar se informando através dos dispositivos móveis ao longo da gravidez.

Ela destaca o apoio da Funcap para o trabalho, afirmando que o processo de fomento “valoriza o potencial dos pesquisadores e bolsistas para o desenvolvimento de conhecimento e a construção de



tecnologias destinadas à qualidade e promoção da saúde e à prevenção de agravos”.

Para os pesquisadores, na área de saúde da mulher os recursos de m-Health podem ser grandes aliados, já que, diante da dinâmica feminina de trabalho atual, o suporte à família e as peculiaridades da vida de uma mulher, uma ferramenta tecnológica pessoal e portátil que ofereça informações multimídia contextualizadas e com uma linguagem clara e efetiva pode ajudar bastante na tarefa de se dedicar a cuidados básicos.



## A seguir, mais detalhes sobre os recursos de cada aplicativo

### SELP

Ampara-se no desenvolvimento e avaliação de uma tecnologia m-Health para empoderamento das gestantes com sífilis. Por meio de um questionário online e confidencial, com perguntas relacionadas às práticas sexuais que indicam o risco de exposição à sífilis, o aplicativo irá direcionar a usuária a um dos postos de saúde das regionais de Fortaleza. De acordo com o diagnóstico, uma notificação é enviada (de modo confidencial) por e-mail ou telefone para os parceiros sexuais, indicando-os a procurar o serviço de saúde. O programa também irá disponibilizar informações sobre as três formas de manifestação da sífilis, o modo de transmissão, o diagnóstico, a sífilis na gravidez e, na convocação do parceiro ao serviço e tratamento, o número de doses realizadas e os alertas para cada uma. O aplicativo já foi desenvolvido e se encontra na fase de validação da sua usabilidade.



## Gestação

O aplicativo fornece informações importantes de saúde para as gestantes de acordo com a semana gestacional. Essas informações orientam sobre o desenvolvimento da gravidez e do bebê, sobre períodos de vacinação e a importância das consultas de pré-natal, além de fornecer dicas de alimentação, atividade física durante a gravidez e amamentação. O intuito é proporcionar autonomia das gestantes em relação à própria saúde e aos cuidados com a gravidez, além de gerar vínculo entre a paciente e o profissional de saúde que a atende na atenção primária, porta de entrada do Sistema único de Saúde (SUS). O aplicativo já foi validado por gestantes e se encontra em fase de validação por enfermeiros e gestores da atenção primária à saúde.



## Voice Guard

Tecnologia de promoção à saúde vocal das professoras de escolas de ensino fundamental e ensino médio e profissionais que usam a voz como instrumento de trabalho. As professoras podem usá-lo na sala de aula ou em ambientes que encontrem alguma dificuldade de comunicação. São disponibilizadas informações sobre saúde vocal, o momento de tomar água e diminuir a sonoridade da voz, além de orientações sobre práticas a serem evitadas e incentivadas. O aplicativo já foi desenvolvido e validado e se encontra em fase de expansão e teste na universidade de Porto, em Portugal.

## Evisu

Possui informações sobre o enfrentamento da violência sexual contra as mulheres e as orienta quanto às redes de serviços que atendem e dão suporte nessas situações. O aplicativo já é utilizado pelas mulheres e instituições de proteção à saúde feminina. Além do conteúdo conceitual, a ferramenta oferece informações sobre políticas públicas, meios de proteção às mulheres vítimas de violência sexual e normas técnicas.



Fotos: Chico Gomes

# Mais qualidade de vida para os pacientes

Saúde

Pesquisadores buscam desenvolver medicamentos para amenizar os efeitos colaterais da radioterapia e da quimioterapia que são aplicadas no tratamento do câncer

**A**lternativas que estão entre as mais utilizadas no tratamento de pacientes com câncer, a quimioterapia e a radioterapia agem principalmente eliminando e impedindo a proliferação das células tumorais. O problema destes expedientes, no entanto, é que por seu necessário poder de destruir os tecidos tumorais, trazem uma toxicidade que também pode afetar tecidos saudáveis do corpo. Isso traz efeitos co-

laterais que influenciam diretamente a qualidade de vida das pessoas, com sintomas que vão desde a queda do cabelo a quadros de diarreia, dores e enjoos. Por isso, a Medicina tem entre seus maiores desafios estudar melhor os problemas ligados à toxicidade da radioterapia e dos medicamentos usados na quimioterapia e desenvolver soluções para tornar o tratamento o menos traumático possível.





O tema destaca a importância do trabalho que está sendo desenvolvido pelo Núcleo de Estudos das Toxicidades do Tratamento Oncológico (NETTO), unidade que faz parte do Laboratório de Farmacologia da Inflamação e do Câncer (LAFICA), da Universidade Federal do Ceará (UFC). Com apoio da Funcap através do edital Pronex, um grupo de pesquisadores estuda, desde 2007, como reduzir os efeitos da toxicidade de elementos usados na quimioterapia e na radioterapia.

A pesquisa começou com duas vertentes: a cistite hemorrágica, uma inflamação causada na bexiga em

pacientes tratados com ciclofosfamida e ifosfamida, e a mucosite oral (inflamação da mucosa da boca), provocada por vários quimioterápicos, como o 5-fluorouracil, ou por radioterapia de megavoltagem.

De acordo com o professor Roberto César Lima, um dos pesquisadores do projeto NETTO (que é coordenado pela professora Nylane Alencar), a investigação científica nasceu a partir da observação do médico Ronaldo Ribeiro, do Departamento de Fisiologia e Farmacologia da Faculdade de Medicina da UFC, falecido em 2015. "O professor



Ronaldo era oncologista e tinha um amplo espectro de conhecimento, não somente na área clínica, mas também na relação entre os achados clínicos e os experimentais”, explica Roberto.

Com a experiência cotidiana no tratamento dos pacientes, ele levava os problemas encontrados ao laboratório e elaborava modelos experimentais por meio de testes em camundongos que procuravam simular os efeitos colaterais que os pacientes apresentavam. O objetivo era conseguir estudar as razões pelas quais essas toxicidades se desenvolviam e, dessa forma, en-

xergar alvos potenciais para o teste de novos fármacos protetores contra as toxicidades.

Com o andamento do trabalho, o escopo passou a ser mais abrangente, estudando outros casos de toxicidade, como lesão inflamatória nas mucosas intestinais (mucosite intestinal) e esteato-hepatite (inflamação gordurosa do fígado), ambas induzidas pelo irinotecano; necrose (morte de tecido orgânico) óssea de mandíbula relacionada ao uso do bisfosfonato ácido zoledrônico; e neuropatia periférica (dor) causada por fármacos como o paclitaxel e a oxaliplatina.

Roberto lembra da importância deste trabalho para as pessoas em tratamento, já que parte do efeito dos medicamentos pode ser comprometida justamente por causa dos efeitos colaterais. “Quando o paciente não é capaz de tolerar as doses, elas precisam ser reduzidas ou mesmo interrompidas, fazendo com que o tumor volte a se desenvolver”.

Para se ter ideia de como estes efeitos podem causar sofrimento nos pacientes, o pesquisador dá um exemplo. “Por conta da mucosite intestinal, é desenvolvido um quadro em que um em cada quatro pacientes irá apresentar até sete manifestações de diarreia grave ao longo de um dia. Isso pode causar um risco substancial, aumentando o potencial de morte, caso não haja uma intervenção de emergência”.

Um aspecto importante da pesquisa é que os componentes procurados para reduzir os efeitos da toxicidade dos medicamentos contra o câncer são buscados em plantas encontradas no semiárido nordestino. O combate à irritação intestinal, por exemplo, vem de moléculas como a proteína isolada da planta *Morinda citrifolia*, conhecida como Noni, e da *Calotropis procera* (que pode ser encontrada por nomes como algodão-de-seda e algodão-da-praia).

Esta última, de acordo com Roberto César, produz um látex que tem mostrado atividade antidiarreica. “Quando olhamos para a flora do nosso semiárido, vemos uma riqueza fenomenal de moléculas. Um dos braços da nossa pesquisa é justamente trazer e valorizar a nossa biodiversidade”, diz o pesquisador. Vale ressaltar que, um dos maiores benefícios da busca por matérias primas que estão mais acessíveis é a possibilidade de produzir medicamentos de menor custo.



## Resultados preliminares e maiores desafios

Os avanços obtidos ainda estão na fase experimental, com testes feitos em animais de laboratório. Mas existem parcerias com instituições como o Hospital Universitário Walter Cantídio (HUWC-UFC) e com o Instituto do Câncer no Ceará (ICC) para estabelecer melhor a relação entre os achados experimentais e a observação clínica.

Um fenômeno já observado graças a esse esforço integrado é que alguns quimioterápicos têm a capacidade de interferir na atividade imunológica do sistema de defesa do corpo. O irinotecano, por exemplo, que é usado no tratamento de câncer de cólon, reto, pulmão, colo de útero, ovário e estômago (uma ampla aplicação, portanto), neutraliza proteínas (o chamado receptor semelhante ao toll tipo 4, ou simplesmente TLR4) que têm o papel de detectar a saída de uma bactéria do intestino para a circulação sanguínea. “Se esse controle no corpo não é feito, o crescimento das bactérias se expande e o paciente pode evoluir para uma infecção generalizada e o risco de morte aumenta”, afirma Roberto César.

No trabalho, estão sendo feitas avaliações para saber se as variações polimórficas (pequenas modificações estruturais nos genes que codificam essas proteínas e que fazem com que pacientes respondam de forma diferente a um mesmo tratamento) desses receptores TLR4 que reconhecem as bactérias poderiam

favorecer ou gerar uma resistência ao desenvolvimento das toxicidades. Estão sendo feitas coletas de amostras de sangue dos pacientes para detectar as variações polimórficas, comparando-as com a gravidade da diarreia em quem toma irinotecano.

Outra vertente da pesquisa é a avaliação, também em ensaios experimentais, se os produtos naturais, além de diminuir a toxicidade do medicamento, estariam interferindo no crescimento do tumor. Por enquanto, os testes estão sendo realizados com camundongos sem tumores. Feita essa triagem inicial, caso haja um benefício contra a toxicidade, a pesquisa passará para outra fase, na qual células tumorais são injetadas nesses camundongos e é observado se o produto natural vai potencializar o efeito do antineoplásico sobre aquele tumor, já que a toxicidade estará controlada. “Os dados obtidos até agora com a proteína isolada da planta *Morinda citrifolia* e com o látex de *Calotropis procera* são bastante animadores”, explica Roberto César.

O pesquisador ressalta que um estudo envolvendo medicamentos para o câncer, doença que envolve grande complexidade, tem muitos desafios e demanda, em média, duas décadas de trabalho. Um dos grandes desafios da equipe, por exemplo, é a disponibilidade do próprio produto natural isolado, ou seja, o componente puro extraído da planta em quantidade suficiente para a produção de formulações que possam ser testadas em pacientes.

De acordo com ele, são necessários muitos recursos financeiros e uma grande estrutura laboratorial e ambulatorial para isso. “O isolamento de uma proteína, para chegar a uma resposta conclusiva com teste em até 50 pacientes, nas fases iniciais, até estudos mais robustos com a participação de 200 ou mais pacientes em fases mais avançadas, demanda um investimento na ordem dos milhões de reais”.

Para vencer esse desafio, uma proposta da equipe é investir na apli-







cação de uma técnica voltada para produção da proteína em larga escala baseada na técnica do DNA recombinante, incorporando em um microorganismo o gene que codifica a proteína de interesse para induzi-lo a produzir o componente.

Esse passo depende agora da identificação da sequência de aminoácidos da proteína, o que está em curso em um trabalho realizado pelo professor Hermógenes David, do Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular da UFC. Para isso, estão sendo feitos contatos com indústrias. Havendo interesse de algum laboratório, Roberto César acredita que entre três e cinco anos seria possível obter a quantidade ideal para testes em pacientes.

## Continuidade e qualidade do trabalho foram garantidas com o Pronex, programa da Funcap

De acordo com o Roberto César, o apoio da Funcap, através de seguidos editais Pronex, tem sido decisivo para a pesquisa que, como já foi dito, é de longo prazo e demanda continuidade. "O Pronex também tem sido primordial para outro passo da nossa pesquisa, que é a internacionalização. Foi graças a ele que iniciamos parceria com um grupo da Universidade de Turim, na Itália, e obtivemos produção científica ligada ao NETTO publicada em revistas de grande impacto científico - como a *Circulation* que é a mais importante revista cardiovascular do mundo.

Além disso, realizamos em 2018 um simpósio internacional tendo como tema a inflamação e o câncer, contando com a importante participação dos parceiros italianos e de pesquisadores do Instituto Nacional do Câncer do Rio de Janeiro".

Por fim, ele destaca que o NETTO é o único grupo de pesquisadores no Brasil e um dos poucos no mundo que é focado exclusivamente em estudos de toxicidade de radioterapia e medicamentos quimioterápicos.





# Muita história para contar

Com um dos acervos de fósseis mais ricos do Brasil, a Bacia do Araripe está sendo estudada com o apoio da Funcap



Fotos: Chico Gomes



Desde os tempos em que os cientistas passaram a ter conhecimento de que a Terra foi habitada e dominada por seres vivos antes do Homem, a curiosidade em torno destas formas de vida e o que teria causado a sua extinção passou a motivar a existência de várias áreas de estudo. Para uma delas, a Paleontologia, o Ceará tem dado significativa contribuição através da Bacia do Araripe. Localizada na região do Cariri, no sul do Estado,

ela é um dos maiores celeiros de fósseis do Brasil e se destaca mundialmente na área pela quantidade de material muito bem preservado.

É neste contexto que está sendo desenvolvida a pesquisa coordenada pelo professor Antônio Álamo Feitosa, da Universidade Regional do Cariri (Urca). Com apoio da Funcap através do Programa de Bolsas de Produtividade em Pesquisa, Estímulo à Interiorização e à





Inovação Tecnológica (BPI), ele e sua equipe realizam uma análise que envolve parâmetros quantitativos e qualitativos do acervo fóssilífero de uma área do Grupo Santana, Bacia sedimentar da Bacia do Araripe. Com cerca de 12 mil km<sup>2</sup>, ela compõe um depósito sedimentar com origem no Siluro-devoniano mas com destaque no que foi depositado no Cretáceo Inferior, entre 100 e 120 milhões de anos.

Em um intenso trabalho de escavação e catalogação, o grupo de pesquisadores obteve, nos últimos cinco anos, uma média de uma publicação de espécie ou espécime novo a cada seis meses, incluindo plantas e animais. “Em termos de espécies, nós já descobrimos e publicamos material de 10 novas. Já em relação aos espécimes, 1.200 fo-

ram ou serão descritos em trabalhos científicos e se encontram em museus ou em laboratórios para serem estudados”, afirma o pesquisador. Importante ressaltar que o termo espécie é mais abrangente: dentro de uma mesma espécie pode haver vários espécimes.

A equipe já obteve resultados importantes, com destaque para os trabalhos publicados na revista *Science* (uma das mais importantes do mundo na ciência) por Renan Banquim e Xin Cheng, pesquisadores também apoiados pela Funcap através de bolsas BPI. Álamo lembra ainda que os estudos em bacias sedimentares do Ceará estão no mesmo nível de importância que outros na área da Paleontologia mundial.

“As bacias mais importantes do mundo, que competem com a do Araripe

em quantidade, diversidade e qualidade de preservação dos fósseis, são Solnhofen, Jurássico da Alemanha, onde foi encontrado o *Archeopteryx* (ave com dentes e cauda articulada) e Liaoning, Cretáceo da China, (onde foram encontrados pterossauros com membranas alares com fibras musculares perfeitamente preservadas”, afirma o professor.

Para além das descobertas e publicações, Álamo ressalta que muitas informações importantes estão sendo catalogadas e servirão de base para estudos futuros. Exemplos desses dados são as dimensões das estruturas exploradas, os fósseis associados aos que estão sendo descritos e os picos de preservação. Segundo ele, são informações essenciais para a composição e a descrição do paleoecossistema da Bacia do Araripe.



## Divulgação e conscientização

Um dos problemas de bacias paleontológicas, não só do Ceará, mas em várias partes do mundo, é a falta de conscientização sobre a importância dos acervos. Há risco de coleta e comércio ilegal dos fósseis por parte da população que vive no entorno das áreas de exploração, fazendo com que boa parte desse patrimônio científico nacional acabe indo para a propriedade privada, especialmente no exterior, infelizmente é uma realidade.

Outro problema que em relação ao acervo é a exploração econômica dos calcários laminados da Formação Crato. Tem aumentado anualmente a extração de material para a produção de revestimentos aplicados na construção civil, a fabricação de móveis e o uso em peças de artesanato.

Por isso, a equipe do projeto também trabalha em parceria com o Museu de Paleontologia Plácido Cidade Nuvens, entidade vinculada à Urca. O local possui um acervo com cerca de 9.500 espécimes, além de material bibliográfico especializado, um centro de intercâmbio científico, uma videoteca e outros recursos audiovisuais.

Através do núcleo de difusão tecnológica, o museu também oferece cursos, treinamentos, encontros, palestras e representa um ponto de apoio logístico para pesquisadores do mundo inteiro.

O trabalho tem focado principalmente na conscientização das co-



munidades locais, substituindo a renda ilegal do tráfico pela obtida através do turismo, da produção de réplicas e artesanatos temáticos. “Outra iniciativa que merece destaque é realizada pelo laboratório da Urca, que frequentemente promove visitas em escolas e grupos de universidades, principalmente no início das escavações paleontológicas. Dessa forma, os alunos podem observar o processo de produção científica sendo desenvolvido a partir das riquezas existentes no Cariri”, lembra o pesquisador.

Álamo ainda ressalta que estes esforços de conscientização, a grande produção científica e o apoio da Funcap através do BPI têm feito o Cariri ir na contramão do que acontece tanto no Brasil quanto na América do Sul.

Em relação à qualidade do trabalho, ele lembra que as escavações na região são realizadas

por paleontólogos, o que leva benefícios para o desenvolvimento dos estudos e descobertas do meio, pois são profissionais especializados, capazes de visualizar fósseis de menores porte - como os invertebrados, por exemplo, que são de difícil visualização a olho nu e geralmente são descartados por quem busca o material para a comercialização.

Esta participação intensa dos paleontólogos nas escavações, que ajuda a combater a ação dos exploradores ilegais, ressalta o pesquisador, tem acontecido graças à continuidade dos editais BPI da Funcap.

“As escavações na Bacia do Araripe começaram oficialmente em 1999. Ou seja, estamos há quase 20 anos desenvolvendo esse projeto, mas o upgrade em que tivemos realmente uma garantia de recursos para promover as escavações foi a Funcap que deu”.



## Acervo rico se deve a fatores geológicos e climáticos

**P**ara entender a importância do acervo cearense, é preciso fazer uma breve introdução sobre o processo que o originou. De acordo com Álamo, o Cretáceo foi um período marcado pela grande quantidade de oxigênio e de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) na atmosfera e por altas temperaturas que impediam a existência das calotas polares. Dessa forma, havia maior quantidade de água nos oceanos, que ocupavam boa parte do que hoje são os continentes do planeta. Outras características deste período eram as variações ambientais abruptas e os constantes terremotos. Esse conjunto de fatores levou à origem das depressões e bacias que hoje formam a Bacia do Araripe.

A região era formada por um lago de aproximadamente 180 km de

comprimento e 50 km de largura. As águas desse lago (assim como a maioria das águas do cretáceo) eram ricas em gás carbônico e cálcio, o que, em conjunto com as elevadas temperaturas, se precipitava na forma de carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>). Esse carbonato se acumulava no fundo dos lagos criando uma espécie de “sarcófago natural” para os animais que morriam e tinham seus restos depositados na depressão.

A estrutura geológica da bacia também teve a sua colaboração. Ela mantinha as águas paradas e protegidas do intenso movimento tectônico, garantindo uma estabilidade que propiciou a criação de um filtro de CaCO<sub>3</sub> sob os restos de animais depositados no lago. Esse filtro foi o responsável por iso-



lar o material orgânico e impedir a sua decomposição total. O mesmo processo, explica Álamo, ocorreu em grande parte da Europa. No entanto, um conjunto de fenômenos físicos e químicos específicos naquele continente transformou os sedimentos em rochas sedimentares compactas, em um processo conhecido por diagênese. Isso fez





com que os fósseis virassem mármore. “Aqui nós não tivemos esse processo de marmorização. No paleolago do passado, não havia energia suficiente para movimentar a água, destruindo os cadáveres e a mudança de condições ambientais e falta de oxigênio na água impedia que organismos atuassem decompondo os cadáveres.

O tectonismo e a diagênese também não destruíram os cadáveres e fósseis do Cretáceo até os dias de hoje. Isso é um fato raríssimo”.

Álamo explica que a fossilização, por si só, já é um fator que deve ser creditado à sorte, já que o normal é que materiais orgânicos sofram decomposição e desapareçam com o passar do tempo. No caso da Bacia do Araripe, alguns exemplares tiveram tanto a forma como até a parte da composição química conservada, mantendo-se assim ao longo de todo esse tempo. “É como se tivéssemos ganhado na loteria duas ou três vezes. Isso é o que torna a região tão especial”, conclui o cientista.





Fotos: Pedro Sales

Solução local

# Tecnologia para o monitoramento dos oceanos

Pesquisadores do Instituto de Ciências do Mar desenvolveram equipamento e softwares com conteúdo nacional para fazer medição de gás carbônico da zona costeira

**H**istoricamente, o senso comum elegeu a Amazônia brasileira como o “pulmão” do Brasil, devido à grande absorção de gás carbônico e à produção de oxigênio da região. No entanto, uma área do território nacional que é igualmente importante para esta tarefa só recentemente, há cerca uma década, tem

recebido mais atenção da sociedade e da ciência: a imensa zona costeira e a plataforma continental do país, denominada de Amazônia Azul, que possui uma área de mais de 4,5 milhões de km<sup>2</sup>.

Assim como as plantas terrestres, a flora oceânica (for-



mada pelo fitoplâncton e por conjuntos de microorganismos como o bacterioplâncton, composto por espécies flutuantes na coluna de água marinha) é um componente essencial para a retirada de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) da atmosfera do planeta. No Brasil, segundo a professora Rozane Valente Marins, coordenadora do grupo de Biogeoquímica Costeira do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará (Labomar/UFC), ainda há pouco conhecimento sobre a capacidade que estes organismos têm de processar o CO<sub>2</sub> da atmosfera na zona costeira do país.

A pesquisadora lidera o projeto “Desenvolvimento de Instrumentação e Métodos para Caracterizar o Ciclo Rápido do Carbono na Interface Continente-plataforma Equatorial Brasileira”. Iniciado há quatro anos, ele tem como principal objetivo amenizar os efeitos de duas deficiências principais existentes no acompanhamento do fluxo de CO<sub>2</sub> (gás carbônico) do litoral brasileiro: a pouca quantidade de equipes para fazer a medição e a inexistência de tecnologias nacionais (programas de computador específicos e aparelhos) que possam ser utilizados na tarefa. O trabalho conta com o apoio da Funcap, através do edital Pronex, e do CNPq.

“Apenas quatro equipes, hoje, fazem o trabalho de monitoramento de absorção de CO<sub>2</sub> na região costeira em todo o Brasil”, explica a professora, ressaltando que uma dessas equipes é a dos pesquisadores e profissionais do Labomar. Segundo ela, uma das dificuldades para aumentar o alcance do trabalho é o acesso ao equipamento usado nas medições. Como não existem produtos nem softwares desenvolvidos no Brasil para comercialização, ainda há forte dependência em relação a indústrias e técnicos estrangeiros, o que faz com que muitas das avaliações realizadas sejam somente baseadas em estimativas de fluxo de CO<sub>2</sub> - não utilizando medidas em tempo real, como é feito no projeto apoiado pela Funcap. As estimativas, como tem sido visto no projeto, podem resultar em erros grosseiros, devido a influências que as áreas de mangues (que dominam as regiões costeiras tropicais) podem causar em parâmetros que permitem este equacionamento.

No Labomar, os pesquisadores conseguiram desenvolver e testar uma tecnologia com conteúdo nacional que além de tornar o trabalho de monitoramento mais exato e ágil, mostrou ser possível obter redução significativa de custos com manutenção e assessoramento técnico. Esses resultados foram obtidos atra-



vés da comparação com aparelhos e softwares franceses, que eram usados pela equipe antes do início do projeto, e não eram mantidos por profissionais brasileiros.

Com criatividade e um trabalho árduo de pesquisa e desenvolvimento, o equipamento nacional foi montado em módulos adaptados dentro de um rack de modelo similar aos usados em laboratórios de computação para armazenar roteadores. Depois das simulações no Labomar, ele foi levado para expedições em campo com o objetivo de testar sua aplicabilidade.

De acordo com os pesquisadores, o funcionamento se mostrou adequado tanto na região marinha



quanto nos estuários de rios como Jaguaribe e Delta do Parnaíba. O equipamento revelou outra característica importante: a resistência diante da exposição a ambientes com grande umidade e maresia.

Em todas as campanhas de amostragem realizadas, foram obtidos resultados satisfatórios, demandando pouca manutenção e apenas alguns ajustes. De acordo com a equipe coordenada pela professora Rozane, o sistema de medição do fluxo de CO<sub>2</sub> também mostrou facilidade de adaptação à realidade dos pesquisadores locais, que não dispõem de um barco próprio para o trabalho de coleta e precisam alugar embarcações.

Rozane lembra que o equipamento importado era francês e vinha em vários módulos que precisavam ser montados a cada viagem de monitoramento. Já no desenvolvido pela equipe do Labomar, como todos os módulos são agrupados em um único

rack, a instalação e a adaptação ao barco alugado é bem mais ágil e simples. Outra vantagem é que o rack eliminou a necessidade de um técnico para fazer a montagem (no equipamento francês, os módulos têm uma sequência específica de ligação, que demanda um profissional habilitado para ser feita da forma correta). “Como o aparelho é encapsulado, só precisa de um técnico em mecânica para fazer as ligações elétricas e mecânicas nos diferentes barcos alugados”, afirma a pesquisadora.

Ela acrescenta que outro benefício trazido pelo projeto é que o software instalado nos módulos detecta automaticamente e informa o que precisa ser trocado em termos de válvulas, capacitores e retentores de umidade do fluxo de medição do CO<sub>2</sub>, facilitando o trabalho da manutenção. “Em geral, quando acontece algum problema com equipamentos importados, é preciso enviá-los para a região Sudeste, onde ficam as representações das

grandes firmas estrangeiras, ou trazer algum técnico deles para o Ceará”, explica a professora Rozane. “O gasto médio com uma operação dessas fica em torno de 10 mil reais. Em alguns casos, é preciso mandar sondas para fora do Brasil, porque mesmo no Sudeste não há técnicos capacitados. Quando isso acontece, o custo sobe para 10 mil dólares”, acrescenta.

O equipamento, com sua facilidade de uso e menos manutenção, permitiu o auxílio na pesquisa e na formação de vários estudantes de pós-graduação. “A interpretação dos dados também foi outro aprendizado”, acrescenta Rozane. Os pesquisadores passaram a buscar, com ajuda do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), outro parceiro no projeto, critérios matemáticos mais rígidos, reduzindo a necessidade de operadores na execução da tarefa de tratamento de dados.

## Principais desafios do projeto

Com os bons resultados alcançados pelo equipamento, o principal objetivo dos pesquisadores é conseguir parceiros na iniciativa privada para viabilizar a produção comercial. O custo total para produzir a unidade de testes foi de 100 mil reais, mas há expectativa de que o preço em escala comercial seja abaixo desse valor. No novo aparelho fabricado nacionalmente também seriam instalados os softwares locais que foram desenvolvidos por técnicos brasileiros.

Até a conclusão do projeto, que está prevista para o fim de 2020, a equipe espera obter um índice de nacionalização de 40% do equipamento e acessórios e de 100% em softwares que eles executam. Em relação aos equipa-



mentos, a meta ainda não foi atingida. Já para os programas de computadores, o conteúdo totalmente nacional já foi produzido e testado em simulações, onde apresentou resultados satisfatórios e aguarda pela fase teste e implementação em campo.

Sobre o início de produção industrial do aparelho, não é possível estipular prazos, uma vez que ele depende do interesse de parceiros privados. “Já estamos buscando no mercado, mas é um processo mais complexo, porque também envolverá o registro de patentes”, explica Rozane.

## Monitoramento é essencial para o meio ambiente

As medições realizadas pelo aparelho desenvolvido por pesquisadores do Labomar podem contribuir para os esforços de melhorar o controle ambiental no Brasil. Elas estão relacionadas tanto com um contexto de grande exposição dos oceanos e dos recursos hídricos do Brasil quanto com fatores que têm alterado seus ecossistemas. A professora Rozane explica que antes das intervenções nos oceanos e mangues - vindas principalmente da atividade humana - não havia alterações no fluxo do CO<sub>2</sub>, predominando uma tendência de equilíbrio entre o gás encontrado na atmosfera e o que era absorvido pelos oceanos.

“Por conta das atividades antrópicas (ações do ser humano no meio ambiente), como a queima de combustíveis fósseis, por exemplo, as emissões de CO<sub>2</sub> aumentaram sig-

nificativamente. Hoje tem-se uma concentração chegando a mais de 400 ppm, um nível que está acima dos valores que existiam na era pré-industrialização, que eram de 300 ppm, em média”, afirma.

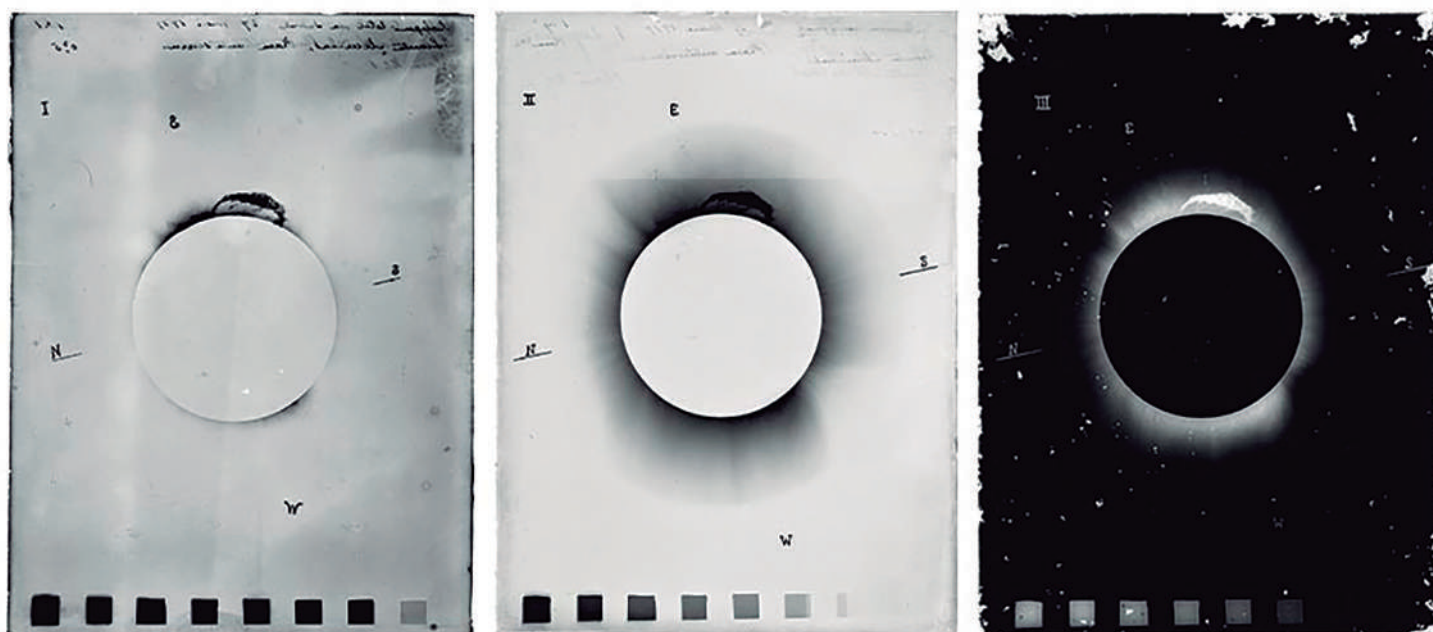
Essa maior concentração tem como resultado o aumento da absorção por parte dos oceanos, causando efeitos como acidificação na água, o que altera a vida da fauna e da flora marinhas.

Através do monitoramento do fluxo de CO<sub>2</sub> também é possível contribuir para a avaliação dos efeitos da ação humana sobre os recursos hídricos. “As descargas de rios e os efeitos das atividades relacionadas com a emissão de nutrientes que ocorre nas regiões costeiras podem alterar os balanços de carbono”,



informa a professora, que ainda destaca a importância do monitoramento para saber como essas atividades estão afetando a capacidade de absorção de CO<sub>2</sub> no litoral.





# Centenário do eclipse de 1919

Um século depois, o Ceará celebra o período em que Sobral recebeu cientistas para estudos relacionados a uma das descobertas mais importantes da Humanidade

**A** grandiosidade do universo e o desconhecimento em torno da sua origem sempre fascinaram a Humanidade, que encontrou na ciência uma forma de buscar explicações sobre esses temas. Graças a essa curiosidade científica, há 100 anos ocorreu na cidade cearense de Sobral um episódio memorável para a História da ciência no Brasil. O município foi sede de estudos que exemplificaram, de forma concreta, fenômenos naturais que ajudam a compreender um pouco melhor o universo no qual a Terra está inserida.

Com um céu quase sempre sem nuvens, Sobral permitiu que os fenômenos atrelados ao eclipse que deixou o sol “coberto” por pouco menos de sete minutos, no

dia 29 de maio de 1919, pudessem ser analisados pela equipe do físico alemão Albert Einstein. Os resultados colhidos contribuíram para a comprovação da Teoria da Relatividade Geral, que havia sido proposta pelo pesquisador em 1915. As observações em torno do eclipse eram possíveis em todo o território da América do Sul e em parte do continente africano. Sobral, pelas condições climáticas, apresentou o melhor cenário de análise.

Um século depois, a cidade celebrou o acontecimento com uma programação que comemorou não só a visita dos cientistas da equipe de Albert Einstein, mas todos os benefícios que ele trouxe para a população



e para a ciência local. Organizado pela Prefeitura de Sobral, em parceria com o Governo do Estado, o Ano Municipal das Ciências contou com o apoio da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) para a realização de atividades comemorativas que começaram em maio de 2018 e se estenderam até novembro deste ano.

De acordo com o professor Dermal Carneiro, membro da comissão organizadora do evento e coordenador dos planetários do Ceará, a celebração destaca a importância que Sobral teve “para que fosse comprovada, pela primeira vez, a mais importante teoria do século”. Além disso, de acordo com ele, a experiência trouxe a oportunidade de despertar, na população, o interesse pela ciência. Um exemplo foi o curso de introdução à Astronomia, realizado pela Secretaria da Educação de Sobral e aberto ao público. Durante o período das inscrições, o curso já contava com mais de 600 interessados em aprender sobre os aspectos teóricos e práticos da astronomia.

“O impacto disso é grande por se tratar de uma temática atrativa, que desperta o interesse pela ciência e pelo desconhecido através de uma transdisciplinaridade que consegue unir conceitos ligados a várias áreas, como História, Física, Matemática, Arqueologia e Mitologia”, destaca o professor. Ele ainda acrescenta que as informações “são apresentadas e aplicadas em uma magnitude imensurável, o que deslumbra e desperta a curiosidade em torno do que ainda desconhecemos”.

Ao longo dos últimos 100 anos, Sobral teve a Astronomia como referência nas iniciativas que estimu-

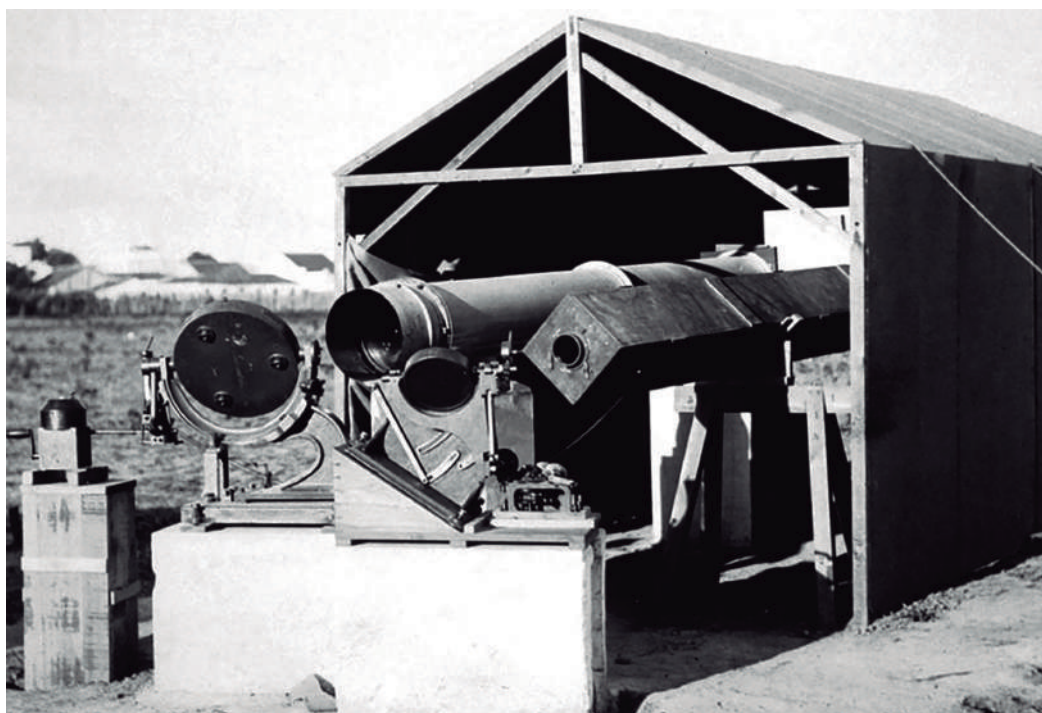
lam a simpatia da população pelo tema, o que ressalta a importância do legado da visita dos pesquisadores. Como parte da herança da expedição científica da equipe de Einstein, a cidade hoje conta com um planetário, um observatório astronômico e um museu dedicado ao eclipse - este último, o único espaço museológico do mundo criado em alusão à comprovação da Teoria da Relatividade. O marco é tão presente para a cidade que o planetário de Sobral possui estrutura e capacidade iguais às de Fortaleza, o que faz com que o Ceará seja o único estado do Brasil com dois planetários digitais.

## Participação não se deu apenas por clima favorável

Os fatores geográficos, sem dúvida, tiveram grande influência na participação de Sobral como

local de estudos para a comprovação da Teoria da Relatividade. Pela sua localização, havia garantia de que o eclipse seria total, ou seja, a cidade seria diretamente coberta pela sombra que a lua iria projetar ao se posicionar entre o sol e a terra. Esse era o cenário mais adequado para que a curvatura da luz, que comprovaria a teoria de Einstein, pudesse ser observada.

É importante frisar, no entanto, que outras condições favoreceram o trabalho dos pesquisadores, tendo em vista que uma expedição científica é um trabalho extremamente complexo e demanda grandes esforços de logística. Uma das contribuições que os cientistas da equipe de Albert Einstein tiveram veio do astrofísico Henrique Morize, então presidente da Academia Brasileira de Ciências e um dos fundadores do Observatório Nacional. Ele ajudou a coordenar a expedição inglesa, que era liderada pelo astrônomo britânico Andrew Crommelin, e chefiou a equipe brasileira em Sobral. Morize já havia realizado





*O evento permitiu contato com equipamentos de pesquisa e pessoas de outras nações dentro de um acontecimento histórico para o mundo*

trabalhos de mapeamento, cartografia e instalação de estações meteorológicas naquela região, o que contribuiu para que conseguisse identificar nela as oportunidades para sediar o acontecimento.

Além disso, a cidade dispunha da facilidade do Porto de Camocim, distante pouco mais de 100 km, para a logística de transporte dos pesquisadores e do material usado por eles. Também houve apoio da administração local para a realização da expedição através da facilitação dos trâmites políticos e da presença de tradutores que acompanharam os pesquisadores do observatório de Greenwich durante toda a sua estadia.

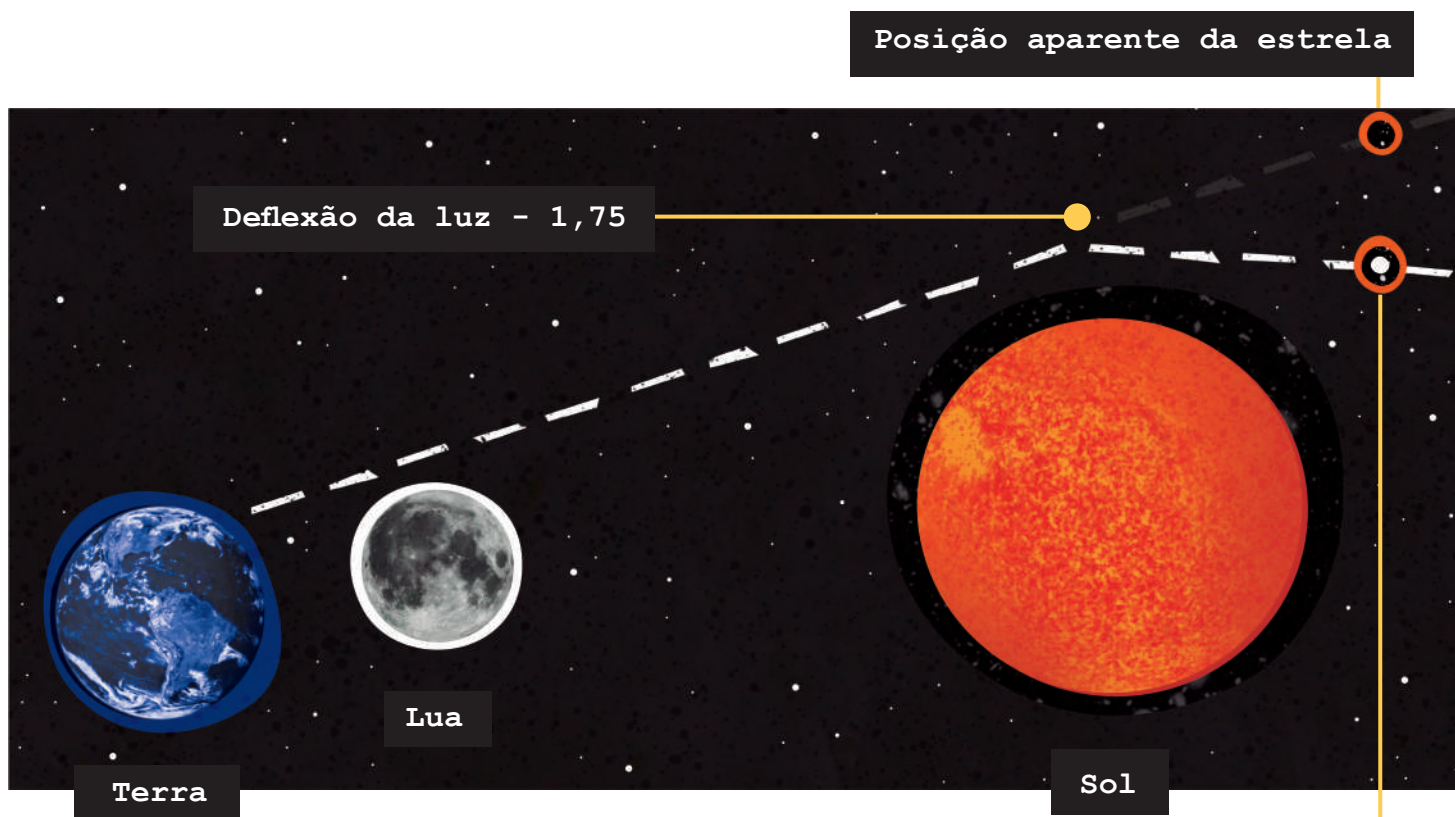
“O acontecimento e a chegada da equipe inglesa também envolveram os moradores de Sobral. As famílias mais importantes chegaram a oferecer suas casas como locais de hospedagem para os pesquisadores”, conta a professora Cláudia Linhares, membro da comissão organizadora dos eventos de celebração do centenário do eclipse em Sobral .

Ela ressalta que a troca de vivências e a interação dos moradores com culturas e costumes diferentes também levou benefícios para a cidade e para os moradores. “Foi durante a expedição, por exemplo, que eles tiveram o primeiro contato com carros. Outra novidade foi a oportunidade de conhecer equipamentos revolucionários de pesquisa e pessoas de outras nações, tudo isso dentro de um acontecimento histórico para o mundo”.

Apesar de toda a ajuda, na data do tão esperado eclipse, a equipe ainda passou por momentos de tensão, porque o dia amanheceu nublado. No entanto, seguindo a tradição cimática do Ceará - principalmente a do interior - logo as nuvens deram espaço a um céu completamente limpo, permitindo a observação e o registro em placas fotográficas da curvatura presente na emissão da luz de doze estrelas que estavam próximas ao sol.







Três meses depois, esses registros foram comparados com chapas fotográficas parecidas, produzidas no mesmo local durante o período da noite, comprovando a curvatura da luz ocasionada pela interferência no campo gravitacional da massa do sol.

As observações do eclipse para comprovar os estudos de Einstein também foram realizadas na Ilha do Príncipe, na África do Sul. Porém, foi o céu completamente limpo de Sobral que pôde garantir um cenário mais claro e seguro para a constatação do fenômeno.

## Sobre a Teoria da Relatividade

A Teoria da Relatividade, proposta pelo físico alemão Albert Einstein, alterou a percepção do mundo em torno dos conceitos de tempo e es-

paço. Ela consiste na associação da Teoria da Relatividade Restrita, de 1905, com a Teoria da Relatividade Geral, proposta em 1915 e comprovada em 1919 a partir das observações do eclipse. A primeira busca mensurar a energia de um objeto através da relação da sua massa com a velocidade, mostrando como a percepção do espaço e do tempo pode ser modificada pelo movimento do observador.

A Teoria da Relatividade Geral leva em consideração dois princípios: o de que a velocidade da luz é a mesma para todos os observadores e de que é fisicamente impossível descobrir se estamos em movimento ou se estamos parados. Nesse caso, o que pode-se afirmar, é que estamos nos movendo relativamente a outro objeto. Essas duas regras se aplicam a todos os observadores e transformam a maneira como vemos o tempo e o espaço.

## Posição real da estrela

Ao relacionar o tempo, o espaço e a velocidade, Einstein tornou possível a compreensão da relatividade existente nessas variantes, que além de não serem absolutas, se influenciam simultaneamente. Para o cientista, um objeto com grande massa (como um planeta), provoca uma curvatura no universo ao seu redor, por conta da força de atração gravitacional que ele exerce sobre os outros corpos.

Essa força é tão grande que a matéria e a energia distorcem a malha do espaço-tempo, podendo também desviar a trajetória da luz que viaja por ele. O eclipse de 1919 contribuiu para validar a Teoria da Relatividade Geral, comprovando o desvio gerado pela luz ao acompanhar a distorção da superfície espaço-tempo gerada por campos gravitacionais intensos.



Fotos: Dan Seixas

# Projeto estuda novas formas de ensino para estimular o aprendizado

Educação

Estudo une pesquisadores cearenses e canadenses para avaliar como a música pode melhorar o rendimento de alunos

**R**epensar os modelos consolidados de aprendizado tem sido um dos grandes desafios da educação contemporânea. Entre as propostas para construir o conhecimento de forma mais atraente e dinâmica está a transdisciplinaridade, processo que integra os temas das áreas de estudo com outras esferas da vida do estudante. Neste contexto, um exemplo de experiência que tem trazido resultados interessantes é o projeto

“Estudo sobre as práticas musicais em espaços não institucionalizados no Canadá e no Brasil: formação humana e desenvolvimento através da Educação Musical em comunidades de situação de vulnerabilidade social”, iniciativa do grupo de pesquisa PesquisaMus, vinculado ao curso de Música - Licenciatura no campus de Sobral da Universidade Federal do Ceará, que conta com o apoio da Funcap através do programa BPI.



Coordenado pelos professores Marco Antonio Toledo (Campus Sobral) e Francis Dubé, da Universidade de Laval, no Canadá, o projeto tem como principal objetivo construir um novo método de pesquisa para o estudo de práticas musicais em espaços não institucionalizados como fator para formação humana, motivação e desenvolvimento social de jovens oriundos de comunidades de vulnerabilidade social. A proposta é promover a interseção da música com processos educacionais e culturais.

O trabalho, que começou em 2012, tem uma equipe interdisciplinar composta por professores e estudantes de graduação e pós-graduação do Brasil e do Canadá. Ele consiste em acompanhar o aprendizado musical em escolas dos dois países, para identificar a contribuição das relações interculturais e interdisciplinares neste processo.

No Ceará, o local escolhido para dar suporte às primeiras ações do projeto foi o Cuca Barra e, posteriormente, também o Cuca Mondubim. Já no Canadá, o espaço contemplado pelo projeto foi a Amplissom, escola de rock da cidade de Québec que tem como principal proposta uma metodologia que permite um rendimento de aprendizado mais rápido e prazeroso para os alunos, através do estímulo à participação no processo de criação das músicas. “As escolas tradicionais de música do mundo inteiro passam por um período de colapso. Há uma crescente evasão desses espaços, principalmente em países da Europa e América do Norte. Por outro lado, aqui no Brasil, notamos que em projetos sociais, que não contam com tanta estrutura como as instituições dos países desenvolvidos, os estudantes estavam mais motivados a ficar”, explica o professor Marco Toledo, sobre o que levou ao desenvolvimento do projeto.

Ele relata que essa mesma motivação também foi identificada nas escolas do Canadá, onde a música é trabalhada de forma diferente da estrutura tradicional. “Os estudantes estavam tendo mais interesse no aprendizado de música nesse contexto”, diz.

O primeiro objetivo da equipe foi descobrir os fatores pelos quais os projetos de educação musical realizados fora das instituições e com métodos alternativos de ensino estavam motivando e sendo mais efetivos para os jovens. Através do estudo amplo das áreas da música, levando em consideração as subáreas de Etnomusicologia, práticas interpretativas, Pedagogia e

Psicologia, a equipe identificou as similaridades e as diferenças existentes nos espaços que possuem esta educação musical com vocação social.

Para gerir as primeiras ações, um protocolo interdisciplinar capaz de atender às demandas das sub-áreas do projeto foi elaborado. A realização foi feita de forma conjunta entre os pesquisadores e aplicada pela equipe entre os estudantes do projeto. A partir daí, questões como a motivação no aprendizado da música, a didática e os processos de construção do conhecimento desses estudantes puderam ser analisadas. O processo de coleta e análise de resultados ocorreu por etapas. Por duas vezes, as equipes de doutorandos canadenses vieram às sedes onde o projeto é desenvolvido em Fortaleza. Em outras duas oportunidades, a equipe de brasileiros foi ao Canadá. Todo o trabalho foi feito de forma conjunta entre os participantes dos dois países.

A aplicação e os resultados desse estudo etnográfico permitiram a elaboração de uma metodologia original, que viabiliza o estudo de música através de uma perspectiva intercultural e interdisciplinar. De acordo com Marco Toledo, a equipe irá concluir, ainda neste ano, a análise do segundo campo de estudo da escola Amplissom e, a partir disso, serão realizadas as últimas conferências para a finalização da metodologia. “O próximo passo é aplicá-la e fomentá-la em outros espaços, divulgando o trabalho em revistas de alta difusão”, destaca o pesquisador. Ele acrescenta que essa etapa é importante para que seja obtida uma amostra maior, capaz de certificar a metodologia como uma proposta de ensino realmente adaptável a outros espaços e contextos.



## Projeto já mostra resultados

**A**lém do piloto da metodologia para aplicação em outros campos de estudo, o projeto permitiu a elaboração de um capítulo intitulado “Práticas musicais em espaços não institucionalizados no Canadá e no Brasil para o desenvolvimento humano em comunidades em situação de vulnerabilidade social”, que está no livro *Palavras Docentes*, publicado pela editora CRV.

Também foram apresentados trabalhos sobre o tema em eventos nacionais e internacionais como o Seminário do Grupo de Pesquisa de Músicas Brasileiras (Le Groupe de Recherche Musiques Brésiliennes) na Universidade de Sorbonne, na França, o Simpósio Internacional de Artes na Escola Básica, na Bahia, ambos em 2017, e o Congresso da Sociedade Internacional de Educação Musical em Baku (capital do Azerbaijão), em 2018.

Outra resultante do estudo é a publicação de um livro sobre o projeto PesquisaMus. Em uma primeira etapa, o material será financiado pela Universidade de Laval e irá contar a história do projeto desde sua idealização, processos e objetivos, até a visão dos estudantes que participaram e integram o projeto. O livro conta com o apoio financeiro da Capes através do Programa Geral de Cooperação Internacional (PGCI/DFADT) e já tem financiamento para ser traduzido em inglês, francês e português. A expectativa é de que ele seja lançado em dezembro de 2019.

A partir da necessidade de aprofundar determinados temas para a pes-



quisa, também foram criadas disciplinas abertas nas universidades que foram estendidas para outros alunos dos cursos, levando a dinâmica interdisciplinar de diferentes países para um maior número de estudantes. Disciplinas conjuntas entre os participantes dos dois países envolvidos no projeto também foram elaboradas.

Marco Toledo avalia a interação entre pesquisadores, mestrandos, doutorandos e alunos da graduação de diferentes subáreas como outro resultado positivo do PesquisaMus, que pôde inclusive servir como modelo para outros proje-

tos. Os participantes, segundo ele, conseguiram trabalhar de forma efetiva e coordenada, apesar das adversidades presentes na estruturação de uma equipe tão grande, composta por mais de 20 pesquisadores de cidadanias diferentes e que atuam à distância em dois países bastante diferentes.

“Os estudantes foram estimulados a ter autonomia durante o desenvolvimento da pesquisa e na realização das ações práticas, o que lhes garantiu conhecimentos científicos e culturais para atuarem em ambiente acadêmico internacional e intercultural”, diz o coordenador do estudo.



## Apoio através do BPI

A participação da Funcap no projeto, através do edital BPI, se deu desde o início, quando foram fornecidos recursos para uma cooperação com pesquisadores de Paris, na França. A verba foi usada para a aquisição dos primeiros equipamentos. Marco Toledo lembra que quando o edital foi finalizado, uma rede de contatos para futuras cooperações já havia sido formada.

Com o segundo financiamento, o projeto foi colocado em prática e mais pessoas passaram a compor a equipe. Desde então, o PesquisaMus deu origem a outros projetos e novas parcerias, como é o caso da proposta que desenvolve a comunicação e

a colaboração artística para uma cidadania global, uma iniciativa realizada em parceria com a Universidade Simon Fraser, de Vancouver, também no Canadá.

Outro projeto, dessa vez com a colaboração da Universidade de Toulouse (França), trata a metacognição no desenvolvimento de estratégias aplicadas ao ensino de instrumentos de sopro.

Há também a realização de um projeto desenvolvido em parceria com uma instituição da Suíça, através da proposta de integração do Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) na formação e na atuação dos professores de música na educação básica na região de Sobral, que ocorre em colaboração com a Faculdade de Educação de Genebra. Este último também possui o apoio da Funcap com uma bolsa e custeio do Programa de Jovens doutores.

“O financiamento foi e é fundamental para que as atividades e o intercâmbio de alunos e pesquisadores possa ocorrer. A Funcap foi a primeira a investir em um grupo de pesquisa no interior do Ceará formado por um doutor”, destaca Marco Toledo. Ele relata que, na época, era o único docente com doutorado do curso. Hoje, quase todo o grupo de pesquisa é formado por professores com esta formação, e cinco deles são membros do PesquisaMus.

Por fim, o pesquisador afirma que através do fomento da Funcap a equipe que compõe PesquisaMus e os seus projetos tiveram a oportunidade de crescer, criando abertura para outras iniciativas - a maioria delas de cooperação internacional. “Isso fez com que conseguíssemos ampliar essa internacionalização para nossos estudantes e levar outra perspectiva para os atuantes do curso de música”.





# Políticas assimétricas na redução da desigualdade regional na pós-graduação do Estado do Ceará

## Autores

Luiz Drude de Lacerda, diretor científico da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico e professor titular do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará.

Allysson Pontes Pinheiro, pró-reitor de pós-graduação e pesquisa da Universidade Regional do Cariri e professor adjunto do Departamento de Ciências Biológicas.

José Patrício Pereira Melo, reitor de pós-graduação e pesquisa da Universidade Regional do Cariri e professor adjunto do Departamento de Direito.



## Resumo

A pós-graduação e a pesquisa no Estado do Ceará atestam o sucesso das políticas assimétricas aplicadas ao nível federal no avanço do sistema de C&T na Região Nordeste. Verifica-se um aumento de 2,7 vezes nos programas de pós-graduação no Estado na última década e do conceito médio destes cursos de 3,96 em 2011 para 4,12 em 2017.

No Ceará é detalhado o impacto das políticas públicas de interiorização na última década que resultaram na expansão da pós-graduação de 1 para 18 programas, incluindo o surgimento dos dois primeiros cursos ao nível de doutorado, da fixação de doutores em IES do interior e no aumento quantitativo e qualitativo da produção científica.

A URCA (Universidade Regional do Cariri) é exemplificada, como estudo de caso, do efeito de políticas assimétricas na redução da desigualdade regional.

**Palavras-chave:** Pós-graduação, Políticas Assimétricas, Avaliação; URCA; Funcap

## Abstract

The evolution of the graduate school and research in Ceará State shows the success of asymmetric policies at the federal level towards the advancement of the C&T system in the Northeast. The number of graduate programs in the State increased 2.7 times in the last decade and their average rank improved from 3.96, in 2011 to 4.12, in 2017.

Ceará State local public policies to reduce dissimilarities expanded graduate programs, fixation of Ph-D-level professors and their science production. The number of graduate programs hosted outside the metropolitan region of Fortaleza within the last decade increased from 1 to 18, including the emergence of the first two courses at the doctoral level.

The case of URCA (Regional University of Cariri) is presented as a case study of the effect of these asymmetric policies to reduce regional inequalities.

**Key-words:** graduate school, asymmetric policies, assessment; URCA; Funcap

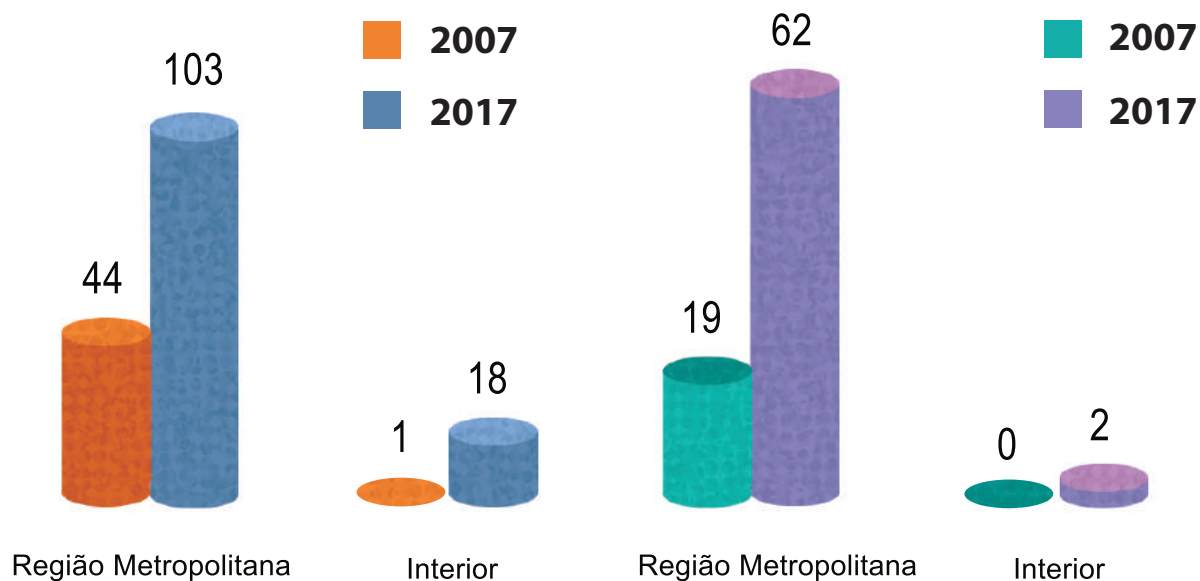
A desigualdade regional em C&T em nosso País chama a atenção pela enorme concentração de instituições de ensino superior, programas de pós-graduação e centros de pesquisa nas regiões Sul e Sudeste e conseqüente no investimento em C,T&I e na formação de recursos humanos para o setor. Este quadro nefasto levou o Governo Federal a criar, nas duas últimas décadas, diversas políticas públicas visando diminuir as desigualdades regionais objetivando uma distribuição mais uniforme dos recursos disponibilizados para C,T&I no País.

Estas políticas resultaram em aumentos não-lineares do universo de ações em C,T&I nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, incluindo várias novas universidades federais, institutos federais de educação tecnológica, centros de pesquisa e, principalmente, resguardando cerca de 30% do fomento de C,T&I, disponibilizado através de editais públicos, para ações localizadas nestas regiões.

Apesar do sucesso das políticas assimétricas ao nível nacional, no nível regional a situação ainda é muito preocupante. No mesmo censo disponibilizado pelo CNPq, o nível de desigualdade no Nordeste e mesmo no estado do Ceará é inaceitável. Dos quase 2 mil grupos de pesquisa no estado, menos de 20% estão localizados em unidades no Interior.

A alteração deste quadro vem sendo incluída como prioridade nos planos de governos desde a década passada, mas ainda estamos longe deste objetivo. Entretanto, alguns indicadores vêm demonstrando a eficácia das políticas assimétricas aplicadas pela Funcap em parceria com a CAPES e o CNPq, cujos acordos de cooperação priorizam a interiorização das ações de pesquisa e formação de recursos humanos. A figura 1 (página 73) mostra a evolução dos programas de pós-graduação no Ceará entre 2010 e 2018, sugerindo fortemente que as políticas assimétricas vêm efetivamente ajudando a reverter a regionalização.

Em 2007 existia apenas um programa de mestrado acadêmico no interior do Estado, sediado em instituição de ensino superior (IES) estadual - a Universidade do Vale do Acaraú (UVA). Em 10 anos, o número de programas de mestrado cresceu 10 vezes, atingindo 18 cursos em 2017 e, principalmente, distribuídos em todas as IES do Estado.



**Figura 1 - Evolução do número de programas de pós-graduação no interior do Estado do Ceará e na Região Metropolitana de Fortaleza, entre 2007 e 2017**

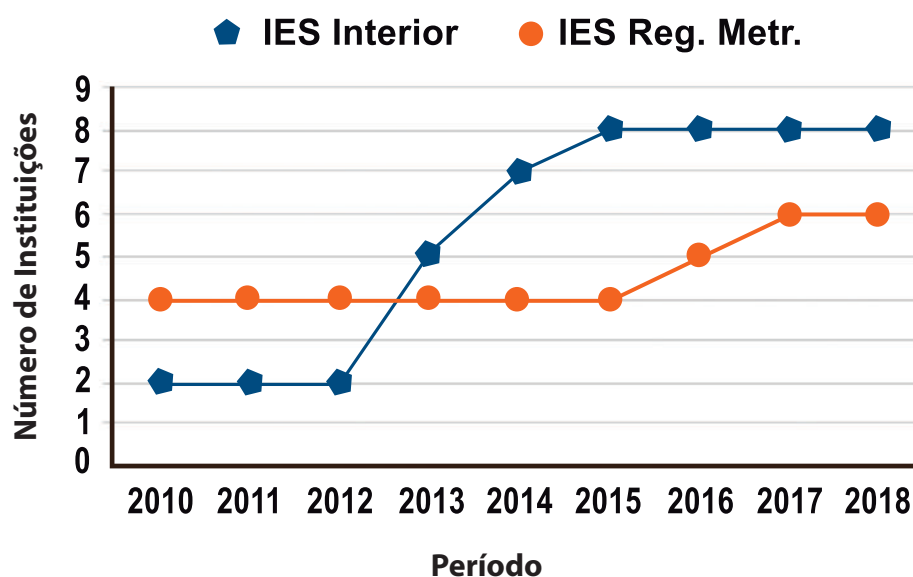
Relevante também foi o aumento da interiorização de IES localizadas na região metropolitana, particularmente da UFC e da UECE. A UFC, por exemplo, possui hoje 5% de seus pesquisadores atuando nos campi do interior. Assim, de apenas duas IES com programas de pós-graduação no interior do estado em 2010, atualmente, existem mais IES com programas no interior que na região metropolitana (Figura 2).

Um aspecto que ainda diferencia sobremaneira as diferentes regiões do País são seus sistemas estaduais de fomento a pesquisa. Enquanto a região Sudeste investe entre 0,65% a 1,37% do PIB estadual em suas Fundações de Amparo à Pesquisa (FAPs); na região Nordeste estes percentuais são tipicamente inferiores a 0,4% da arrecadação líquida, com exceção de Pernambuco (0,46%) e Ceará, que atualmente é o estado da região que mais aplica em C,T&I, atingindo até 1,03% da arrecadação estadual líquida.

Também é somente no Estado do Ceará que há políticas assimétricas visando à redução da desigualdade regional através de sua agência de fomento, a Funcap. Grande parte dos recursos da Funcap é aplicada em bolsas de formação em pós-graduação e em programas de fixação regional. Apesar da recen-

te crise econômica ao nível federal, o Estado do Ceará vem ampliando o atendimento aos programas de pós-graduação no Estado, através da concessão de bolsas de Mestrado e Doutorado.

A figura 3 (página 74) mostra a evolução do número de bolsas nas três



**Figura 2 - Evolução do número de Instituições de Ensino Superior com programas de pós-graduação localizados no interior do Estado do Ceará e na Região Metropolitana de Fortaleza, entre 2010 e 2018**



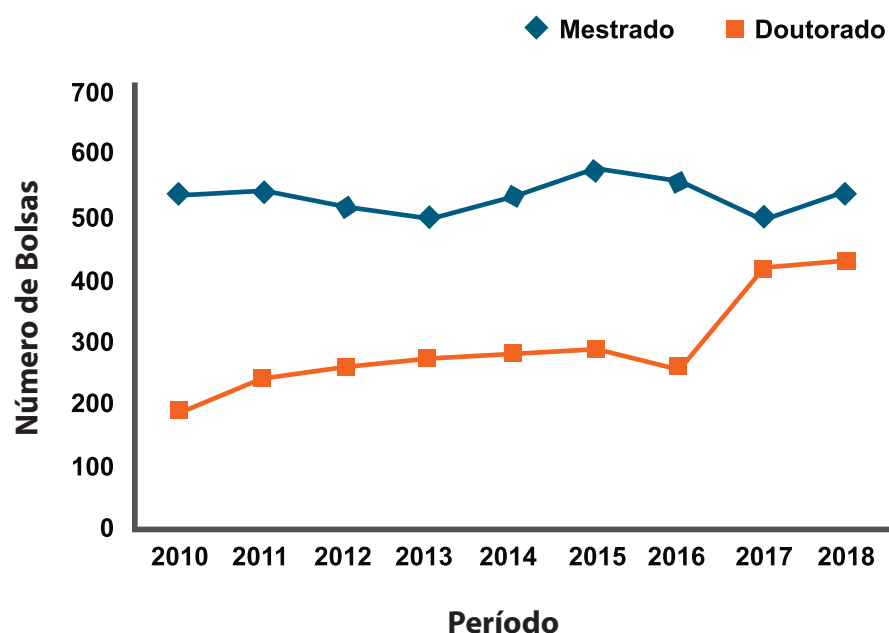


Figura 3 – Evolução do número de bolsas de pós-graduação concedidas anualmente pela FUNCAP entre 2010 e 2018

categorias disponibilizadas pela Funcap entre 2010 e 2018. Ao longo dos últimos 8 anos, houve um pequeno incremento do número de bolsas de mestrado no último período quadrienal, passando de uma média de 519 para 538 bolsas por ano.

As bolsas de doutorado, entretanto, testemunharam um aumento constante e significativo ao longo do mesmo período, um reflexo direto não somente dos programas de doutorado no estado como, principalmente, sua qualidade. A concessão anual aumentou 2,3 vezes, de 185 para 425 bolsas.

## Atendimento médio da demanda qualificada

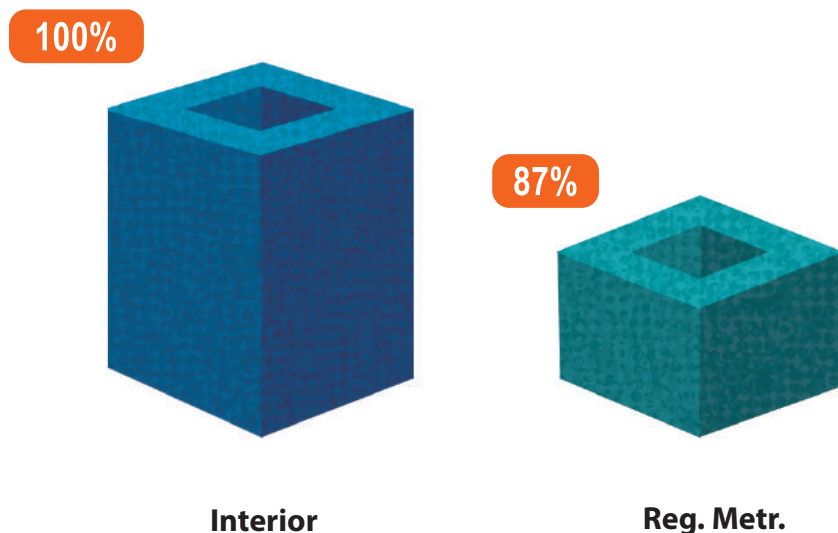


Figura 4 - Atendimento médio comparado da demanda qualificada de bolsas de mestrado e doutorado de IES no interior e na capital

ra o percentual de atendimento da demanda qualificada de bolsas dos programas de pós-graduação no interior e na região metropolitana.

Entende-se por demanda qualificada apenas as bolsas aprovadas para cada programa por comitês de assessoramento independentes e não a demanda bruta de cada programa de pós-graduação. O atendimento médio dos programas de IES no interior tem tido sua demanda qualificada atendida em sua totalidade, comparada à média de 87% dos programas em IES na região metropolitana. Desta forma, desenvolvem-se políticas assimétricas sem comprometimento da qualidade.

Apesar da quantidade de bolsas de mestrado e doutorado ser bem maior na região metropolitana, onde ainda se localiza o maior número de programas, a assimetria pode ser percebida na figura 4, que compa-

O investimento diferencial na pós-graduação no interior do Estado, que resultou no aumento considerável do número de programas de pós-gradu-

IES	Participação no total de cursos	Participação no interior	Participação no total de bolsas	Participação no interior
URCA	mestrado: 3,3% doutorado: 3,2%	mestrado: 22,2% doutorado: 100%	mestrado: 10,9% doutorado: 4,9%	mestrado: 42% doutorado: 100%
UNILAB	3,3%	22,2%	3,9%	21,4%
UVA	1,8%	11,1%	4,2%	14,0%

Tabela 1. Atendimento a demanda de bolsas pela FUNCAP na principais IES do interior do Estado do Ceará.

ação, também levou ao aumento da qualidade destes programas. De acordo com a avaliação plurianual da CAPES, o conceito médio, considerando todos os programas de pós-graduação no Ceará, aumentou 1,01 vezes, de 4,06, em 2007, para 4,12 em 2017. No interior, o aumento relativo do conceito CAPES aumentou 1,12 vezes, de 3,00, em 2007, para 3,35 em 2018 - corroborando o suporte das políticas assimétricas em relação à distribuição de bolsas (<http://avaliacaoquadrienal.capes.gov.br/>).

As principais IES do interior vêm sendo diretamente impactadas por políticas assimétricas, particularmente no que se refere ao atendimento das demandas dos seus programas de pós-graduação. A tabela 1 resume o impacto dessas políticas na distribuição de bolsas nas três principais IES do interior. Embora a participação relativa média das IES do interior no total de programas de pós-graduação do Estado seja de 10,1%, estas recebem 14,6% das bolsas de pós-graduação.

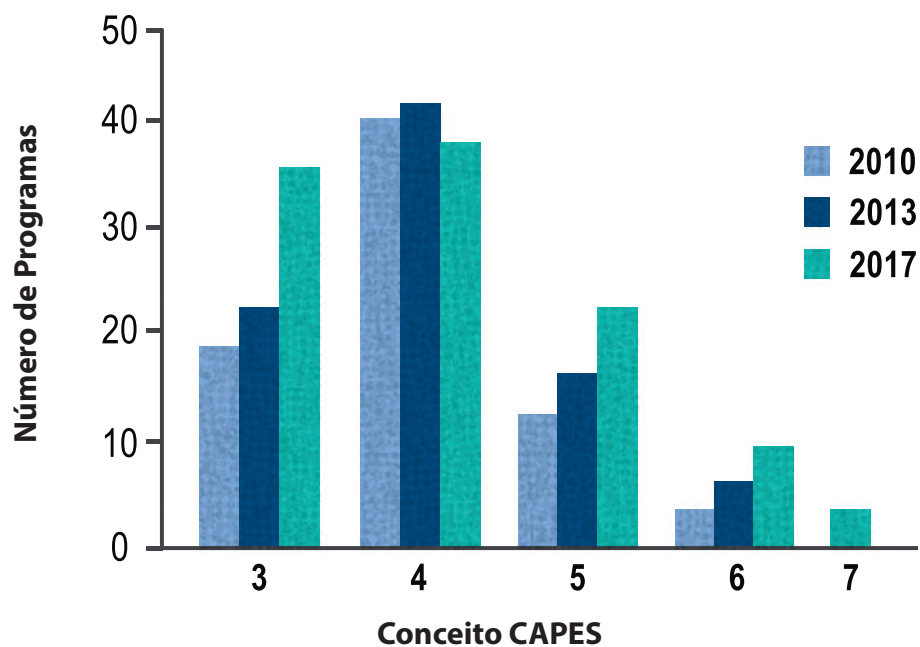


Figura 5 - Evolução dos conceitos plurianuais da CAPES concedidos aos programas de Pós-graduação no Estado do Ceará

Destaca-se no interior do Estado, a URCA que abriga 3,3% do total de programas de mestrado e 3,2% dos programas de doutorado e é responsável por 10,9% das bolsas.

Segue-se a UNILAB representado 3,3% e distribuindo 3,9% das bolsas entre os programas de mestrado e a UVA, representado 1,6%

e distribuindo 4,2% das bolsas entre os programas de mestrado. Não foram incluídos na tabela os campi da UFC, IFCE e UECE no interior, a UFCA e o INTA, embora também apresentem percentuais de concessão de bolsa similares ou ligeiramente superiores às suas participações percentuais na pós-graduação do Estado.



## Fomento de ciência, tecnologia e informação

Outras ações vêm paulatinamente contribuindo de forma significativa para alterar o nefasto quadro da desigualdade regional na distribuição de C,T&I no Ceará. Dentre as ações fundamentais, encontra-se o Programa de Bolsas de Produtividade em Pesquisa, Estímulo à Interiorização (BPI), destinado apenas a pesquisadores residentes fora da região metropolitana de Fortaleza com destacada produção científica e preferencialmente vinculados a cursos de pós-graduação.

Este programa, criado em 2008, contemplou inicialmente até 63 bolsistas de sete instituições de ensino e pesquisa localizadas no interior do Estado. Em sua última edição, em 2018, ele contemplou 85 pesquisadores distribuídos em nove instituições e 19 campi espalhados pelo interior.

Em termos financeiros, o BPI também vem aumentando seu investimento: 1,84 milhões em 2008; 2,55 milhões em 2010; 3,62 em 2012; 5,16 milhões em 2015 e previsão de 7,54 milhões em seu último edital em 2018. O sucesso do programa fica demonstrado pelo elevado percentual de bolsistas que permaneceram no interior ao final do projeto. Ele variou de 85,9% a 93,7% e atingiu 100% na edição de 2015 (Tabela 2).

Mais recentemente, a Funcap assumiu a responsabilidade pelos programas de Doutorado Interins-

titucional (DINTER), além do fomento à realização de Doutorado Fora do Estado, ambos objetivando majoritariamente a formação dos docentes das IES localizadas no interior. Outros programas especificamente voltados para as IES no interior são o Programa de Desenvolvimento Científico Regional, em parceria com o CNPq, e o Programa de Pós-Doutorado, em parceria com a CAPES.

Esses programas de fixação de recém-doutores também vêm evidenciando a pós-graduação de qualidade nas Instituições de Ensino Superior do interior. A fixação de recém-doutores através do DCR em IES no interior aumentou de 0% em 2015 para 20% em 2017, enquanto no programa de pós-doutorado esse dado variou entre 38% e 44%. Já no último edital de 2018, das 119 propostas recebidas, 51% são de IES localizadas no interior do Ceará.

A fixação desses pesquisadores de alta qualidade deverá ajudar a manter a sustentabilidade dos programas de pós-graduação, assim como o desenvolvimento da pesquisa no interior do Estado.

A título de ilustração deste quadro ressalta-se a URCA, com sede em Crato e campus em Missão Velha, Juazeiro do Norte, Campos Sales, Iguatu e Santana do Cariri. Através de um explícito planejamento para transfor-

Edital	Investimento	Pesquisadores (Início)	Pesquisadores (Fim)	Bolsas de IC	IES/Campi
2008	R\$ 1.841.400,00	63	58 (92,1%)	155	7
2010	R\$ 2.550.760,00	71	61 (85,9%)	175	6
2012	R\$ 3.618.044,26	63	59 (93,7%)	83	13
2015	R\$ 5.156.420,32	64	64 (100%)	139	16
2018	R\$ 7.535.316,32*	85	Indisponível	270	19

Tabela 2- Evolução do Programa de Bolsas de Produtividade em Pesquisa, Estímulo à Interiorização (BPI) desde sua criação até a última versão em 2018

mar-se em uma IES de pesquisa no interior do Estado, ela vem alcançando indicadores muito relevantes.

Nesta IES ocorreram avanços significativos tanto em número de programas de pós-graduação quanto na sua qualidade, além de ser responsável pelos dois únicos programas de doutorado atualmente em funcionamento no interior do estado (Química Biológica - Conceito 4 - e Etnobiologia e Conservação da Natureza - Conceito 5).

A Pós-Graduação *stricto sensu* teve início na URCA em 2010 com seu primeiro mestrado acadêmico. Em 2015, teve seu primeiro doutorado aprovado e em 2018 a instituição somava 4 mestrados acadêmicos, 2 doutorados e 5 mestrados profissionais.

O apoio da Funcap aos programas de pós-graduação tem sido também um diferencial para a criação e a consolidação destes programas. Historicamente a fundação participa com cerca de duas vezes o número de bolsas disponibilizadas pela CAPES aos mestrados e doutorados. No entanto, nos últimos anos, com a implementação de políticas de interiorização e redução de assimetrias, em 2018 todos os alunos da URCA de mestrado ou doutorado acadêmicos aptos foram contemplados com bolsas para realização de seus cursos.

O Programa de Iniciação Científica na URCA foi implantado em 1994 com 5 Bolsas de IC da Funcap. Em 1998 houve um incremento de mais 5 bolsas da Funcap e 5 do CNPQ, totalizando 15 bolsas de IC.

Este número foi complementado com 25 bolsas de estágio técnico, financiadas com recursos próprios. Atualmente os números da URCA são 60 bolsas PIBIC, 50 PIBIC-EM, 04 PIBIT, 134 bolsas IC-FUNCAP, 144 FUNCAP-BSOCIAL de fixação universitária, além das 60 bolsas de mestrado e 22 de doutorado financiadas pela Funcap. A URCA, em 2018, foi a única IES no Estado em que todos os estudantes de pós-graduação aptos a receberem bolsa, recebem bolsa, em sua grande maioria da Funcap.

Também as políticas de fixação de doutores (Pós-doutorado FUNCAP-CAPES e Desenvolvimento Científico Regional DCR FUNCAP-CNPq) imple-

mentadas pela Funcap tiveram grande adesão da URCA que em 2012 aprovou 14 projetos, em 2015, 12 projetos e em 2018, 22 projetos.

Associada à política de fixação, uma política de apoio à capacitação docente foi implementada pela URCA com apoio da Funcap, o que resultou na realização de 2 MINTERS e 7 DINTERS com instituições de excelência em pesquisa como USP, UFF, UFMG, PUC-Paraná, UNISC e UNESP.

No total foram capacitados ou encontram-se em fase final de capacitação 114 professores entre mestres e doutores através destes programas. Alguns destes programas, como no caso de Letras, foram submetidos à CAPES para avaliação como novos programas acadêmicos. Os programas aprovados pela CAPES na URCA e nas demais IES do interior do estado contam compulsoriamente com cotas de bolsas de mestrado e doutorado da Funcap.

## Conclusão

A partir do exposto, fica evidente que as grandes assimetrias ainda encontradas no sistema brasileiro de pós-graduação, em termos regionais, são reflexo de uma concentração de ações e recursos em determinados pontos focais (e.g. capitais e região Sudeste-Sul). No entanto, a partir da constatação desta assimetria, a adoção de políticas assimétricas por parte dos governos e agências de fomento resulta em redução do quadro de desigualdades com promoção do conhecimento e desenvolvimento, em curto espaço de tempo, como demonstrado no caso da Universidade Regional do Cariri no Ceará.

## Referências

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Resultado da Avaliação Quadrienal 2017, Brasília: Capes 2017 DF. "Disponível em: <<http://avaliacaoquadrienal.capes.gov.br/resultado-da-avaliacao-quadrienal-2017-2>>. Acesso em: 07 fev. 2019."



# Muitos desafios

Entrevista

O diretor científico da Funcap, Luiz Drude, fala dos esforços para garantir a atividade científica no Ceará em um cenário nacional de contingenciamento dos recursos federais



**R**eduzir a grande diferença, ainda existente, entre a produção científica da Região Metropolitana de Fortaleza e o interior do Ceará, além de melhorar a gestão para garantir o máximo aproveitamento dos recursos disponíveis. Essas são as principais metas da Diretoria Científica da Funcap.

De acordo com o professor Luiz Drude de Lacerda, que está à frente da diretoria, com a redução dos repasses de recursos de órgãos como o CNPq e a CAPES, as ações da fundação na promoção da ciência passarão por alterações, principalmente em programas como Pronex, Pronem e de estímulo à pós-graduação em áreas estratégicas.

Mas há expectativa de que, nos próximos anos, haja retomada dos investimentos. "Essas situações são cíclicas e quando a tempestade passar vamos precisar de pesquisadores capacitados para continuar alavancando pesquisa e inovação de qualidade. Então, nossa prioridade segue a mesma: manter e garantir níveis elevados de formação", afirma.

***Existe, hoje, no Ceará, uma assimetria no que se refere à produção científica de Fortaleza e do interior do Estado. Como tem sido a política para diminuir essa diferença de produção?***

A partir de 2015, a gestão da Funcap quantificou essa assimetria e constatou que ela era realmente absurda. Cerca

de 90% (as vezes mais que isso, dependendo da área) da produção acadêmica que estava sendo desenvolvida no estado era concentrada na capital. Para mudar essa realidade, investimos em uma política bem agressiva de fomento à interiorização, principalmente através de uma reformulação do programa BPI, que já existia mas não estava sendo muito bem utilizado.

Nas últimas três edições do programa, antes das mudanças que efetuamos, haviam sido utilizados apenas 47% dos recursos disponíveis. A partir de 2015, esse aproveitamento foi otimizado e chegou a 100%, através da aplicação de medidas como monitoramento mensal de bolsas, substituição de pesquisadores e realização de novas chamadas.

Foi um problema solucionado a partir de melhoria na gestão, em conjunto com o Governo do Estado, que entendeu e reconheceu essa política, aumentando significativamente os recursos do BPI. Eles passaram da ordem de R\$ 4 milhões de reais por ano para os quase R\$ 8 milhões que o programa recebe hoje.

Essa política vem funcionando muito bem. Temos, hoje, um percentual de 100% de fixação dos bolsistas que participam do programa no interior. O impacto dessa medida é comprovado observando-se o aumento do número de programas de pós-graduação instalados nessas áreas, que podem garantir um corpo docente permanente e qualificado. Nos últimos oito anos, o número de programas de pós-graduação passou de apenas um para 22.

Esses feitos, vale ressaltar, não se devem só ao BPI. Essa política as-



*“Antes das mudanças que efetuamos na nova gestão, só haviam sido utilizados 47% dos recursos disponíveis. A partir de 2015, esse aproveitamento foi otimizado e chegou a 100%”*

simétrica permeia todas as ações da Funcap. O programa de bolsas de mestrado e doutorado no interior tem atendido a 100% da demanda qualificada, enquanto na capital esse percentual é de 85%. Isso é uma política assimétrica que não altera o regime de qualidade, muito pelo contrário.

**Como a Diretoria Científica faz o acompanhamento e a avaliação da produção dos projetos que financia?**

Temos duas questões nesse aspecto. Uma diz respeito ao recurso propriamente dito, aquele que vem alocado para uma finalidade, que é o caso das bolsas destinadas a mestrado, doutorado e iniciação científica. Nós recebemos um recurso anual para distribuir estas bolsas a partir de março. Com ele, atendemos o que é possível, dentro da demanda que surge.

Em princípio, uma nova distribuição só deveria ser feita no março do ano seguinte, quando o valor anual é disponibilizado. No entanto, o que foi verificado é que a pós-graduação é muito dinâmica. Por exemplo, você prevê 10 bolsas para o ano e só entram 5. Ou você recebeu 10 e só usa 5.

Existem alunos que concluem o projeto antes do tempo, outros de-



20 PROGRAMAS

4.288 BOLSAS

303 AUXÍLIOS

Dados obtidos pela Funcap através do projeto de avaliação do fomento científico e à inovação ( 2015 - 201 )

sistem, outros são reprovados, trocam de curso ou fazem doutorado sanduíche - durante esse período, eles não recebem bolsa da Funcap.

Tudo isso interfere no processo de distribuição das bolsas, de modo que se você entrega todo o dinheiro para as demandas do ano e só vai fazer um novo repasse no ano seguinte, é muito provável que não utilize nem 70% do potencial dos recursos. Na Funcap, antes da atual gestão, o índice de utilização era de 67% pro mestrado e 43% para o doutorado.

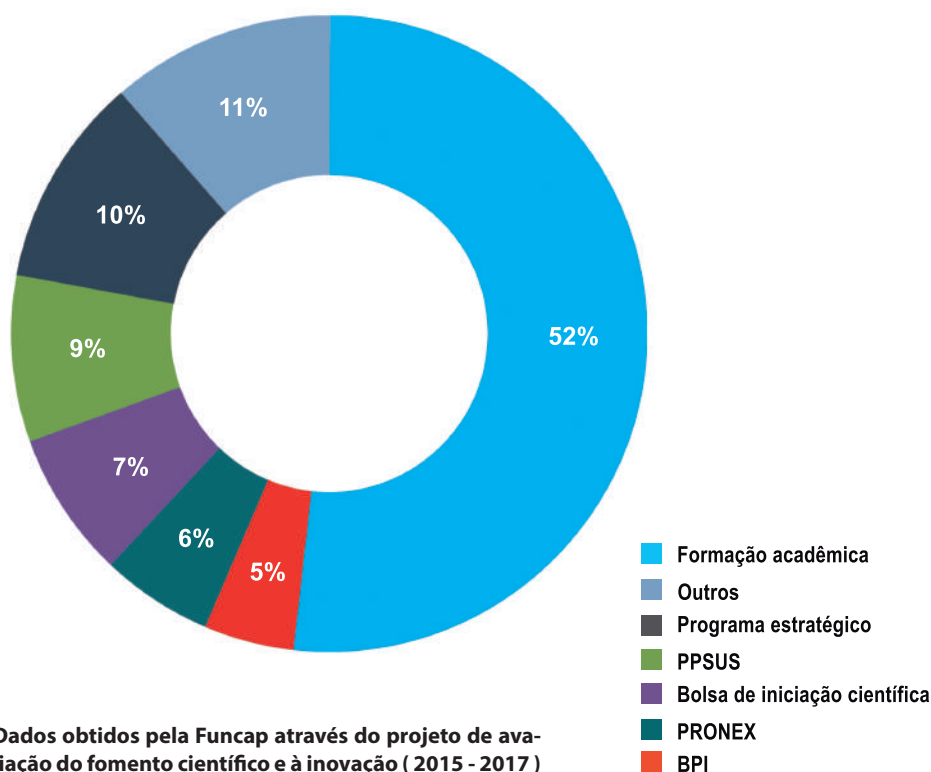
Para mudar isso, o monitoramento para acompanhar o aproveitamento das bolsas passou a ocorrer mensalmente. Neste sistema, os programas possuem 60 dias para utilizar a bolsa que foi disponibilizada. Se isso não acontecer, ela volta para o sistema e é redistribuída.

Várias bolsas foram realocadas por meio dessa dinâmica, o que melhorou o aproveitamento desses recursos e aumentou o atendimento dos programas. No mestrado, o número de bolsas disponibilizadas foi o mesmo de 2015, mas dessa vez com 100% de utilização. Já no doutorado, o número de bolsas ofertadas aumentou em 70% em relação a 2015 e também houve aproveitamento integral desses recursos.

Com os editais, o processo é semelhante. A gestão age de forma a

## Percentual dos valores concedidos por programa

R\$ 88,6 milhões em projetos científicos



Dados obtidos pela Funcap através do projeto de avaliação do fomento científico e à inovação ( 2015 - 2017 )

redistribuir os recursos que sobraram por conta da falta de projetos aprovados, repassando-os para outros que foram aprovados. Quando o recurso é significativo, um novo edital é aberto com ele.

Do ponto de vista dos resultados, há duas observações. A primeira é que o desenvolvimento de um produto final não é utilizado como um indicador, como é feito na Di-

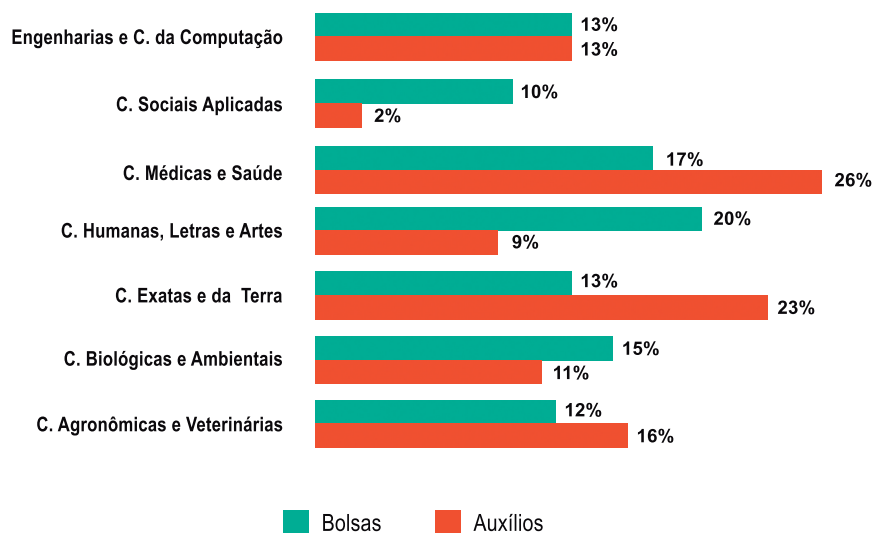
retoria de Inovação. Não temos um recurso de avaliação como, por exemplo, um produto final em uma prateleira.

Nosso principal indicador é a formação de recursos humanos capacitados para o desenvolvimento do ensino da pesquisa e a produção de ciência. Isso é o que há de mais fundamental dentro dos programas da Diretoria Científica.

Ciência não existe sem cientista e a pós-graduação é necessária para gerar recursos humanos com formação avançada. Por isso, foram incluídas bolsas em todos os programas da Diretoria Científica. Há uma exigência de que os pesquisadores tenham bolsistas e que o projeto apresente capacidade de formação de recursos humanos.

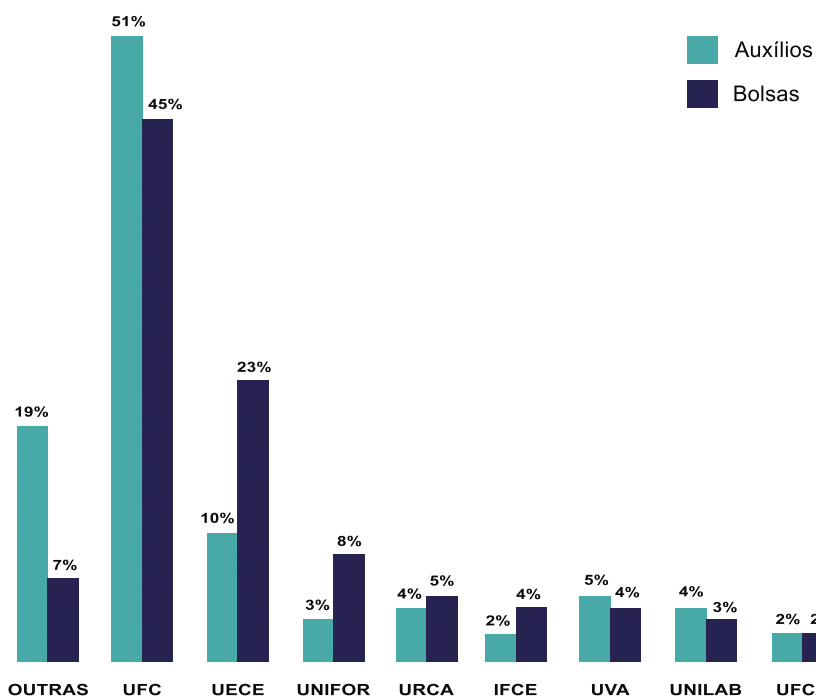
A segunda observação diz respeito à qualidade do resultado de um projeto. Quem atesta essa qualidade é a ciência internacional, com fatores como o número de citações do trabalho, a relevância que o projeto apresenta diante de bases de dados internacionais e o impacto da pesquisa nesse cenário.

## Percentual de auxílios e bolsas por grande área



Dados obtidos pela Funcap através do projeto de avaliação do fomento científico e à inovação (2015 - 2017)

## Percentual de pesquisadores com auxílios e bolsistas por instituição



Dados obtidos pela Funcap através do projeto de avaliação do fomento científico e à inovação (2015 - 2017)

*O Governo Federal tem sido o grande parceiro da Funcap nas ações de desenvolvimento científico do Ceará ao longo dos últimos anos e agora o país enfrenta um cenário desmotivador, no que se refere aos recursos vindos de programas de instituições como Capes e CNPq. Qual a avaliação da situação atual e até que ponto a Funcap consegue prosseguir nesse estímulo sem esse apoio?*

É muito difícil. O que vamos tentar, ao contrário do que o Governo Federal tem feito, é manter o apoio, porque essas situações são cíclicas e, quando a tempestade passar, vamos precisar de pesquisadores capacitados para continuar avançando pesquisa e inovação de qualidade. Então, nossa prioridade segue a mesma: manter e garantir níveis elevados de formação. Mas sabemos que para isso é necessário o recurso do Governo Federal,



a Funcap não tem como garantir isso sozinha. Os recursos federais, sem dúvida, vão fazer muita falta nos financiamentos.

***Existiriam outras duas opções para a ajudar a Funcap no esforço de investimento em ciência e inovação. Uma delas, através de entidades internacionais e a outra a busca por recursos da iniciativa privada. Há expectativa de parceria com alguma dessas duas possíveis fontes?***

Começando pela iniciativa privada, ela não investe em ciência e tecnologia no Brasil. Na verdade, nunca investiu. Citando uma palestra que acompanhei do professor e ex-ministro da ciência e tecnologia Sérgio Rezende, se tirássemos a Petrobras e a Vale, praticamente não teríamos 1% do investimento total de ciência e tecnologia dentro do setor privado.

Há exceções, claro, mas que infelizmente não estão no Ceará. Seria uma solução possível, mas o fato é que hoje ela não acontece. É um trabalho complexo que precisa ser feito, explicar para o empresariado o quanto ele pode lucrar com esse tipo de investimento e como isso traz um retorno necessário para a população.

Mudar esse pensamento é uma ação semelhante ao investimento em ciência: os resultados não acontecem em uma geração. É uma medida de longo prazo para que algo realmente comece a mudar e possamos ver esse tipo de ação sendo posta em prática e apresentando resultados em maiores escalas. Já há algumas experiências.

Em todas as universidades e institutos federais, por exemplo, nós temos a presença de startups que

estão crescendo e se aprimorando nesses ambientes. É uma via possível, mas demorada e que vai necessitar de um intenso trabalho de divulgação junto ao empresariado.

Do ponto de vista imediato, os apoios de cooperação internacionais são muito interessantes. Uma das vantagens é a relação custo-benefício. Eles são programas baratos, porque se você como base da cooperação internacional os princípios da simetria e da similaridade entre as instituições, parte-se do pressuposto que a instituição de fora e a brasileira - no caso, a Funcap - vão participar da mesma forma, ou seja, se eu der 100, ela vai dar pelo menos 100. Se eu entro com o laboratório, ela entra com laboratório. Da mesma forma com as equipes de pesquisadores: vai ter sempre uma nacional e uma internacional trabalhando juntas.

E se o segundo critério é a excelência, ou seja, só participa quem tem qualidade, você tem um aspecto muito interessante e que é diferente dos programas de formação internacional - uma área na qual nós não atuamos, porque está mais ligada à pós-graduação propriamente dita e a programas de bolsas no exterior, que nós não temos.

Na cooperação internacional, você tem duas equipes de qualidade trabalhando uma temática onde o Ceará tem competência reconhecida, porque não adianta financiar um pesquisador que não vai entender o trabalho que o representante da instituição internacional está desenvolvendo e a temática é de interesse para o desenvolvimento do Estado.

Com esses dois fatores combinados, é possível, com recursos re-

lativamente baixos, da ordem de 100 mil reais por projeto, em um período de dois a três anos, é possível financiar a coautoria e o trabalho com equipes estrangeiras. A vantagem disso não é só para os pesquisadores, pela reciclagem e o contato com novas ideias e novos conceitos sobre o tema estudado. Em um momento de crise, por exemplo, essa cooperação vai permitir que o cientista possa fazer análises em laboratórios mais bem equipados, que ele não teria no Brasil. Porque aqui pode acontecer de você ter aparelhos muito caros que chegam e não são operados, porque falta o investimento para montar e fazê-los funcionar.

Outro aspecto é que como a cooperação é paritária, as equipes de fora têm todo o interesse, porque vai haver publicações conjuntas e a competitividade nos Estados Unidos e na Europa é muito alta. Esse é um caminho no qual a Funcap tem investido. Em 2015 operávamos apenas um programa de cooperação internacional, agora já estamos chegando a 17.

Vale ressaltar, ainda, que esses programas começam com uma simetria de disponibilidade igualitária de recursos, mas as instituições estrangeiras acabam investindo muito mais devido ao grande potencial de geração de conhecimento.

Tudo isso resulta em uma penetração internacional forte e em visibilidade para a pesquisa. Portanto, a cooperação com instituições estrangeiras é um mecanismo complementar que tem sido uma solução para esse momento, já que o Governo Federal não vem cumprindo com os acordos estabelecidos e isso está impedindo o lançamento de novos editais e programas.

# Conheça as linhas de financiamento à pesquisa da Funcap

Foto: Chico Gomes



## Programas de bolsas

Bolsas de Produtividade em Pesquisa, Estímulo à Interiorização e à Inovação Tecnológica – BPI  
Bolsa de Formação Acadêmica – Mestrado e Doutorado  
Bolsa de Apoio Técnico – BAT  
Bolsa de Pesquisador Visitante – BPV  
Bolsa de Iniciação Científica e Tecnológica – BICT  
Bolsa de Transferência Tecnológica – BTT  
Bolsa de Inovação Tecnológica – BIT  
Bolsa de Inovação em Políticas Públicas – BIPP  
Bolsa de Excelência em Ciência, Inovação e Políticas Públicas  
Bolsa Acadêmica de Inclusão Social - BSocial  
Bolsa Universitário – Programa AvanCE

## Programas de Auxílios

Apoio a Projetos de Doutorado Interinstitucional (Dinter)  
Programa de Apoio a Núcleos de Excelência – Pronex  
Programa de Pesquisa para o SUS – PPSUS  
Programa de Apoio a Núcleos Emergentes – Pronem  
Programa Áreas Estratégicas  
Programa de Cooperação Internacional  
Programa de Estímulo à Cooperação Científica e Desenvolvimento da Pós-Graduação  
Programa de Auxílio à Participação em Eventos Científicos  
Programa de Auxílio à Realização de Eventos Científicos  
Programa de Desenvolvimento Científico e Tecnológico Regional – DCR  
Programa de Inovação Tecnológica – Inovafit  
Programa Cientista Chefe  
Programa Funcap Conecta





## 2 MIL VAGAS PARA ALUNOS DA REDE PÚBLICA

Uma parceria entre a Funcap e a Secretaria da Educação (Seduc), o Avance distribuiu 2 mil bolsas para alunos que concluíram o ensino médio na rede pública estadual e ingressaram em instituições de ensino superior nos anos de 2018 e 2019. O investimento foifeito com recursos do Fundo Estadual de Combate à Pobreza (Fecop).

[www.funcap.ce.gov.br/programas-de-bolsas/programa-avance/](http://www.funcap.ce.gov.br/programas-de-bolsas/programa-avance/)



GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ  
Secretaria da Educação

**AVANCE**  
PROGRAMA  
BOLSA  
UNIVERSITÁRIO  
DO CEARÁ





Foto: Chico Gomes

## Apoio à ciência e à inovação para o desenvolvimento do Ceará: nosso maior objetivo.

Crida em 1990 pela lei nº 11.752/1990, a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Funcap) é vinculada à Secretaria da Ciência, Tecnologia e Educação Superior (Secitece) e investe, em média, aproximadamente R\$ 38,4 milhões por ano, com recursos do tesouro estadual, em ações de apoio às atividades dos pesquisadores. As ações de fomento vão desde bolsas para estudantes (da graduação ao pós-doutorado) a recursos para a infraestrutura de laboratórios e o aparelhamento de empresas inovadoras.

São 13 programas de auxílios e 11 programas de bolsas, renovados periodicamente através de editais, que beneficiam cientistas e empreendedores tanto da Região Metropolitana de Fortaleza quanto das principais regiões do interior do Estado.



GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ  
Secretaria da Ciência, Tecnologia  
e Educação Superior

Av. Oliveira Paiva, nº 941 - Cidade dos Funcionários  
Fortaleza - CE | CEP: 60822 - 130  
[www.funcap.ce.g](http://www.funcap.ce.g)