



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÕES



**MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES – MCTI**  
**CENTRO DE TECNOLOGIAS ESTRATÉGICAS DO NORDESTE – CETENE**

# **TERMO DE COMPROMISSO DE GESTÃO**

## **RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO ANUAL**

**ANO DE REFERÊNCIA – 2020**

RECIFE/PE, ABRIL DE 2021.

## SUMÁRIO

### I. INTRODUÇÃO

### II. RESUMO DOS RESULTADOS DE P&D

*Nanotecnologia*

*Biotecnologia*

*Computação Científica*

### III. DESEMPENHO GERAL

### IV. INDICADORES DE DESEMPENHO

## I. INTRODUÇÃO

O ano de 2020 ficará marcado para sempre como o ano em que o Brasil e o mundo tiveram que se adequar à nova realidade imposta pela pandemia do novo coronavírus e todas as restrições que ela trouxe. Apesar dos imensos avanços da ciência e da tecnologia, a humanidade foi surpreendida pelo poder devastador do SARS-CoV-2.

Nesse contexto, a rotina das organizações foi profundamente impactada. O Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste – CETENE, unidade de pesquisa do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações – MCTI, também teve o seu funcionamento prejudicado pela suspensão de boa parte do atendimento tecnológico e da interação com a comunidade científica no desenvolvimento de projetos, diante da necessidade do distanciamento social para evitar maior risco sanitário.

Apesar deste quadro de alta gravidade imposto pela pandemia de covid-19, o CETENE manteve parcialmente as suas atividades internas e deu continuidade, na medida do possível, à priorização de linhas de pesquisa estratégicas, associadas ao desenvolvimento estratégico da Região Nordeste. Além disso, o CETENE vem intensificando as iniciativas que estão dando suporte ao Sistema de Atendimento Multiusuário, iniciando em 2020 a implantação da nova Plataforma de Serviços ([multiusuario.cetene.gov.br/](http://multiusuario.cetene.gov.br/)), apoiado pelo Sistema Nacional de Laboratórios em Nanotecnologias (SisNANO) e pelo programa FACEPE Multiusuário, da Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco.

Visando a um melhor atendimento a diferentes demandas de análise, o CETENE está implantando em seus laboratórios as diretrizes de qualidade. Esta iniciativa objetiva um melhor gerenciamento da infraestrutura do CETENE para alcançar novas metas de análise prestadas a outras iniciativas de desenvolvimento tecnológico.

Com relação às atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), o CETENE obteve resultados nas seguintes linhas de pesquisa, abaixo listadas por áreas de atuação de desenvolvimento tecnológico:

### **Nanotecnologia:**

- 1 – Células fotoeletroquímicas como uma alternativa para processo combinado na geração de hidrogênio e fotodegradação de poluentes orgânicos;
- 2 – Desenvolvimento de um sistema híbrido de fotocatalisadores para produção de H<sub>2</sub> no esquema Z;
- 3 – Avaliação de diferentes líquidos iônicos no desempenho de células fotovoltaicas sensibilizadas por corante;
- 4 – Síntese e Caracterização de Nanocompósitos de MOFs com nanotubos de TiO<sub>2</sub> para uso na fotodegradação de poluentes emergentes;
- 5 – Síntese assistida por micro-ondas em única etapa de compósito polimérico TiO<sub>2</sub>/PANI/Au e sua aplicação para geração de H<sub>2</sub>;
- 6 – Sensibilização de estruturas nanotubulares com nanopartículas bimetálicas formadas de prata e ouro para produção de hidrogênio;
- 7 – Síntese de óxidos mistos nanoestruturados aplicados na fotodegradação do corante industrial Reactive Black 5;
- 8 – Caracterização química e avaliação da atividade biológica de emulsões para aplicação em implantes;

### **Biotecnologia:**

- 1 – Gênese de um Banco de Germoplasmas para a Biofábrica do CETENE;
- 2 – Desenvolvimento e validação de métodos analíticos para determinação e quantificação de compostos por cromatografia líquida de ultraeficiência, associado à espectrometria de massas;
- 3 – Bioprospecção de actinobactérias e fungos *Trichoderma* como promotores de Crescimento obtidos de *Saccharum officinarum*;
- 4 – Potencial biotecnológico da Caatinga: estudo comparativo e otimização de técnicas de extração para obtenção de Ascaridol, Thymol e Carvacrol, acompanhadas por GC-MS;
- 5 – Propagação *in vitro* de espécies arbóreas da Mata Atlântica;
- 6 – Utilização da técnica de NanoPCR (Nanomaterial-assisted Polymerase Chain Reaction) para diagnose dos patógenos de cana-de-açúcar *Xanthomonas albilineans* e *Leifsonia xyli* subsp. *xyli* em amostras puras e mistas;
- 7 – Otimização da produção bacteriana de PHA, síntese e caracterização da membrana plástica;
- 8 – Otimização de produção de biossurfactante utilizando resíduos agroindustriais;
- 9 – Nanofertilizantes: Sistemas inteligentes para distribuição de nutrientes em cana-de-açúcar;
- 10 – Avaliação de indicadores de produtividade de mudas micropropagadas desde estufas agrícolas até o seu desenvolvimento dentro de campos da Região Nordeste;
- 11 – Bionematicida para o controle dos nematoides das galhas em espécies de importância agrícola.

### **Computação Científica:**

#### *Computação de Alto Desempenho:*

- 1 – Tópicos avançados em Inteligência Computacional 2 (Aprendizagem Profunda);
- 2 – Modelagem para Inovação Molecular (MODiMOL);
- 3 – Análise de SNPs (Single Nucleotide Polymorphism) em genes de *Aspergillus* sp. visando a caracterização de isolados com potencial aplicação biotecnológica.

#### *Desenvolvimento de Sistemas:*

- 4 – Desenvolvimento da plataforma web do Sistema de Atendimento Multiusuário do CETENE.

Em 2020, os vários projetos em execução no CETENE alcançaram resultados relativamente satisfatórios, devido ao grave quadro de pandemia ainda vigente, mantendo-se dentro das metas previstas. Além das atividades de pesquisa, indicadas abaixo, o CETENE atuou no atendimento tecnológico para diferentes instituições de vários estados da Federação. Os projetos internos de P&D, durante o ano de 2020, permitiram promover o desenvolvimento tecnológico na fronteira do conhecimento (Nanotecnologia, Biotecnologia e Microeletrônica/Computação Científica) de forma a atender áreas de interesse sócio-ecomômico da região Nordeste. Os principais resultados para o ano de 2020 estão apresentados por Núcleo de Competência, a seguir.

## II. RESUMO DOS RESULTADOS DE PD&I

### NANOTECNOLOGIA

Ao longo do ano de 2020 o CETENE atuou no desenvolvimento de oito projetos da área de Nanotecnologia. O CETENE destaca-se por apresentar uma das mais completas infraestruturas em nanotecnologia do país. O Programa de Nanotecnologia foi concebido como instrumento para promover o desenvolvimento industrial do Nordeste utilizando a nanotecnologia como ferramenta de inovação e geradora de novos negócios. Como consequência o CETENE faz parte do SIBRATECNANO e SiSNano. Foram alcançados em 2020 os seguintes resultados:

#### **1 – Projeto: Células fotoeletroquímicas como uma alternativa para processo combinado na geração de hidrogênio e fotodegradação de poluentes orgânicos**

Resumo:

Este trabalho consiste em uma maneira fácil de sintetizar NT TiO<sub>2</sub> altamente orientado, sensibilizado por AgInSe<sub>2</sub> para melhorar a atividade fotocatalítica na região visível do espectro solar, a fim de produzir hidrogênio e outras aplicações possíveis. Nts de TiO<sub>2</sub> são preparados pelo método padrão de anodização. Uma folha de titânio é colocada em uma solução de etileno glicol contendo 0,7% em peso de NH<sub>4</sub>F e 10% em peso de água com potencial contínuo de 30 V por 30 minutos. Após a anodização, as placas são submetidas a um tratamento térmico a uma temperatura de 400 ° C por 3h. O quantum dots de AgInSe<sub>2</sub> são preparados por uma síntese eletroquímica preparada com AgNO<sub>3</sub> e ácido mercaptopropiônico (MPA) e ácido cítrico como estabilizadores. A eletrólise é realizada a uma corrente constante (-30mA) e um tempo suficiente para garantir a redução completa do selênio. Depois disso, os QDs são aquecidos a uma temperatura de 120 ° C para melhorar a nucleação. A sensibilização do TiO<sub>2</sub> NTS é realizada pela introdução de folhas de titânio em um Becker com AgInSe<sub>2</sub> para diferentes horários (1,2,4, 12 e 24h). Os do tempo de deposição foram avaliados por medições fotoeletroquímicas (PEC) e caracterizações estruturais. Por meio de microscópio eletrônico de varredura, a partir de 2 horas do tempo de deposição, foi possível verificar que os QDs cobriam os poros do nanotubos diminuindo a quantidade gerada fotocorrente. Assim, o tempo ótimo de deposição foi de 2h, gerando uma corrente de 65 µA.cm<sup>-1</sup> sob irradiação solar.

Artigos Publicados:

1. SOARES, THIAGO A.S.; VELÁSQUEZ, DANILO A.P.; VITALINO GONÇALVES, RENATO; DE ANDRADE, ANTÔNIO M.H.; KHAN, SHERDIL; MACHADO, GIOVANNA.

Perovskite CoTiO<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub> hybrid nanotubes synthesis via pulsed anodization for photoelectrochemical application. MATERIALS LETTERS., v.1, p.128975 – 2020.

Congressos:

1. VELASQUEZ, D. A. P.; GALVÃO, RHAUANE ALMEIDA; SOUZA, F. L. N.; SOARES, T. A. S.; FREITAS, D. V.; NAVARRO, M.; G. Machado

FABRICATION OF HYBRID SYSTEM FOR GENERARION HYDROGEN BY MEANS OF WATER SPLITTING In: PANNANO2020- THE SECOND PAN AMERICAN NANOTECHNOLOGY CONFERENCE, 2020, AGUAS DE LINDOIA, SP.

FABRICATION OF HYBRID SYSTEM FOR GENERARION HYDROGEN BY MEANS OF WATER SPLITTING., 2020.

## **2 – Projeto: Desenvolvimento de um sistema híbrido de fotocatalisadores para produção de H<sub>2</sub> no esquema Z**

### Resumo:

Devido à grande demanda mundial de energia, a busca por fontes renováveis recebeu muita atenção. Materiais capazes de explorar a radiação no visível são sistemas fotocatalíticos promissores. No presente trabalho, tem-se desenvolvido um sistema híbrido com dois semicondutores, BiVO<sub>4</sub> e Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para produção de H<sub>2</sub> através do esquema Z. Foi investigado até o presente momento, a obtenção do oxidante BiVO<sub>4</sub> sintetizado através de diferentes tratamentos térmicos e pelo ajuste do pH (2,0; 3,5 e 5,0). Obteve-se duas estruturas cristalinas diferentes para o BiVO<sub>4</sub>: Clinobisvanita/Scheelita (Polimorfo) identificada pelo MET e um óxido de bismuto e vanádio, dos quais apenas a clinobisvanita/Scheelita será apreciada como fotocátodo. Foi também avaliado um sistema baseado em nanotubos de Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> foi obtido por oxidação anódica de substratos de placas de tântalo comerciais. Os NTs de Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> amorfo teve um diâmetro médio de 90 nm e comprimento de 11 µm. O material foi caracterizado pelas técnicas de DRX e Uv-Vis. O processo de nitretação com amônia ocorreu por meios de um NH<sub>3</sub> fluxo de 200 mL / min a temperaturas entre 800 ° C e 900 ° C. De acordo com os resultados por difração de raios X (DRX), verificamos a formação de estrutura ortorrômbica com reflexões de Bragg bem definidas, caracterizando o sistema Ta<sub>3</sub>N<sub>5</sub>. A estrutura eletrônica foi analisada por espectroscopia Uv-Vis para ambas espécies: NTs de Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> amorfos e NTs de Ta<sub>3</sub>N<sub>5</sub> produzindo intervalos de banda de 3,8 eV e 2,1 eV, respectivamente. Foi observado que após o processo de nitretação realizado com NH<sub>3</sub>, os NTs sob a estrutura cristalina Ta<sub>3</sub>N<sub>5</sub> expandiram sua região de absorção da radiação para a região visível ( $\lambda > 620\text{nm}$ ). Assim, este sistema mostra-se bastante promissor para aplicação em processos fotocatalíticos, pois pode ser usado para produção H<sub>2</sub> a partir da quebra da molécula da água.

### Artigos Publicados:

1. COSTA, JEAN CLAUDIO S.; FRANCO, NOELIA; SOARES, THIAGO ANDRÉ S.; SARAIVA, NAYTHALLA ANGELA M.; GARCIA, MARCO AURÉLIO S.; GONZALEZ, JOHAN RENE; Machado, Giovanna  
TiO<sub>2</sub> nanotubes decorated with Au nanoparticles for Photocatalytic Hydrogen Generation under UV-Visible and Visible Light Irradiations. ANAIS DA ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS (ONLINE)., v.92, p.1 – 2020.

## **3 – Projeto: Avaliação de diferentes líquidos iônicos no desempenho de células fotovoltaicas sensibilizadas por corante**

### Resumo:

Eletrólitos apresentam papel fundamental no desempenho de armazenamento de energia de supercapacitores porque dentro do eletrólito que ocorrem as movimentações iônicas nos processos de carga e descarga. Assim, a melhora da condutividade iônica e da estabilidade eletroquímica do eletrólito implica no aumento da capacidade energética dos supercapacitores. A aplicação de eletrólito gel diminui os problemas de vazamento dos eletrólitos líquidos, mas diminuem a condutividade iônica devido ao aumento de viscosidade. Portanto, o aumento das propriedades viscosas e de condutividade eletrolítica é fundamental para aumento da capacidade de armazenamento energético. A dopagem das moléculas gelificantes com líquidos iônicos vem sendo aplicada para aumento da condutividade e estabilidade eletroquímica dos eletrólitos poliméricos. Neste trabalho é obtido um eletrólito gel sustentável de alta viscosidade (18 Pa.s) e condutividade iônica (0,48 mS.cm<sup>-1</sup>) baseados em biomassa modificada (2% em peso) e água do mar. O gelificante modificado é obtido pelo tratamento da molécula de Agar-Agar em meio básico NaOH, com ou sem acréscimo de líquido iônico imidazólico c2mim-l. O tratamento básico da molécula aumentou a

viscosidade (89 Pa.s) do sistema em até 35 vezes, a depender da concentração de gelificante (3% em peso). Com melhores propriedades reológicas, o eletrólito apresentou melhor condutividade iônica. O aumento das propriedades reológicas aumenta a condutividade porque a formação de suprafibras mais coesas do gel proporciona canais melhor arranjados que facilitam o transporte de íons. A dopagem do biopolímero com líquido iônico imidazólico aumentou aproximadamente 17 vezes a condutividade iônica em relação ao Agar comercial. O eletrólito apresentado é sustentável e de baixo custo de produção, que permite sua escalabilidade.

Artigos Publicados:

1-ELTZ, FABIANA ZARPELON; VEBBER, MÁRIO CÉSAR; AGUZOLLI, CESAR; Machado, Giovanna; CRESPO, JANAINA DA SILVA; Giovanela, Marcelo

Preparation, characterization and application of polymeric thin films containing silver and copper nanoparticles with bactericidal activity. JOURNAL OF ENVIRONMENTAL CHEMICAL ENGINEERING., v.01, p.103745 – 2020.

#### ***4 – Projeto: Síntese e Caracterização de Nanocompósitos de MOFs com nanotubos de TiO<sub>2</sub> para uso na fotodegradação de poluentes emergentes***

Resumo:

Os danos à qualidade da água e à escassez de água são problemas globais e o fornecimento de água limpa tornou-se uma questão muito relevante. A grande escala descarga de águas residuais contendo corantes devido a aplicações em impressão e tingimento têxteis, couro e papel, borracha, plástico e outros é apontado como uma das contribuições mais importantes para a contaminação da água. Devido a isso uma demanda importante, baseada em compostos para aplicação em Processos Oxidativos Avançados tem sido estudado. Neste contexto, estruturas Metal-Orgânico (MOFs) e nanotubos de TiO<sub>2</sub> (NT TiO<sub>2</sub>) têm sido estudados como obtenção de compósito heterógeno para tratamento destes efluentes. A anodização das placas de titânio foi realizada para obter NT TiO<sub>2</sub>. Resumidamente, um potencial de 30 V foi aplicado à chapa de Ti e subsequente tratamento térmico. Os compósitos foram produzidos ao mesmo tempo que as sínteses dos MOFs. Os precursores metálicos usados nas MOFs eram titânio e ferro, enquanto os ligantes foram ácidos amino-tereftálico e tereftálico. O simulador solar irradiou os compósitos formados com uma lâmpada de xenônio de 150 W por 180 minutos concomitantemente com a solução azul de metileno de 15 mg.L<sup>-1</sup>. Atingindo uma degradação de 54% do corante, o compósito NT TiO<sub>2</sub> / MIL-125-NH<sub>2</sub> (Ti) foi o que mostrou o melhor resultado. É evidente que a modificação (adição do grupo amino) melhorou propriedade fotocatalítica, provavelmente este material apresentou bandgap mais favorável à fotodegradação. Os compósitos forneceram a fotodegradação do corante em várias proporções devido às suas propriedades. Os diferentes aglutinantes orgânicos e precursores de metais afetam diretamente o processo fotocatalítico eficiência dos compósitos.

#### ***5 – Projeto: Síntese assistida por micro-ondas em única etapa de compósito polimérico TiO<sub>2</sub>/PANI/Au e sua aplicação para geração de H<sub>2</sub>***

Resumo:

Nanopartículas e metais nobres mostram a formação de ressonância plasmonica de superfície (SPR) quando irradiados, gerando oscilação de elétrons na mesma frequência que a radiação incidente. Esses elétrons podem ser usados por um semicondutor para promover reações fotocatalíticas, onde a óptica e as propriedades elétricas dos materiais devem agir sinergicamente para melhorar a eficiência do sistema. Assim, nanomateriais compostos com semicondutores, como dióxido de titânio (TiO<sub>2</sub>) e polianilina (PANI) e NPs de metais nobres, como o ouro (Au), foram produzidos por diferentes abordagens, entre as quais a formação de multicamadas de polieletrólitos através do

método camada por camada (LbL). Assim, o principal objetivo deste estudo foi obter por LbL um filme fino contendo PANi, TiO<sub>2</sub> e NPs de ouro com diferentes propriedades ópticas e aumento da atividade fotocatalítica. Os filmes LbL foram obtidos através da imersão sucessiva em soluções carregadas contendo 0,1% em peso de NPs comerciais de TiO<sub>2</sub>, HAuCl<sub>4</sub> 2,5 mM e monômero de anilina a 0,1% v. As amostras foram caracterizadas por espectroscopia UV-vis e aplicadas à fotoprodução de hidrogênio. Os resultados de UV-vis permitiram avaliar as condições para obter condutividade PANi com a formação das nanopartículas de ouro. Os testes fotocatalíticos comprovaram suas propriedades e mostraram que o uso de nanocompósitos de TiO<sub>2</sub>-PANi-Au pode aumentar o desempenho fotocatalítico para geração de H<sub>2</sub>.

Artigos Publicados:

1. PEDRUZZI, DANIELLE P.; ARAUJO, LEANDRO O.; FALCO, WILLIAM F.; MACHADO, GIOVANNA; CASAGRANDE, GLEISON A.; COLBECK, IAN; LAWSON, TRACY; OLIVEIRA, SAMUEL L.; CAIRES, ANDERSON R.L.

ZnO nanoparticles impact on the photosynthetic activity of *Vicia faba*: Effect of particle size and concentration. *NanoImpact.*, v.01, p.100246 – 2020.

#### ***6 – Projeto: Sensibilização de estruturas nanotubulares com nanopartículas bimetálicas formadas de prata e ouro para produção de hidrogênio***

Resumo:

Através da história pode-se observar como a humanidade utilizou diferentes fontes primárias de energia para sustentar a economia e com o tempo a descarbonização dessas fontes foi diminuindo, iniciando com o uso da madeira, seguido pela conhecida era do carvão a qual foi perdendo espaço com a descoberta do Petróleo, principal fonte de energia na atualidade. Não podemos esquecer também da ascensão do gás natural e a energia nuclear. Por esta tendência, junto com a necessidade crescente de encontrar substitutos, ambientalmente amigáveis, para as fontes fósseis, torna-se possível acreditar numa economia baseada no hidrogênio verde (origem não fóssil). As pesquisas mostram que o candidato natural para ocupar o posto de fonte de energia limpa em escala planetária é o H<sub>2</sub>, considerado o combustível do futuro. Tradicionalmente, o H<sub>2</sub> é obtido a partir de combustíveis fósseis. Como alternativa, podemos destacar a quebra da molécula de água por fotocatalise utilizando fotosensibilizadores. A busca por novos sensibilizadores é de suma importância para o desenvolvimento das células solares. O uso de semicondutores nanotubulares de TiO<sub>2</sub> e Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sintetizados por oxidação anódica de chapas de Ti e Ta metálicos são uma alternativa muito interessante para produzir os fotocatalisadores. Os fotocatalisadores clássicos utilizados são empregados, em geral, na forma de suspensões coloidais em água, dificultando sua separação e posterior reutilização. Por sua vez, os NTs anódicos encontram-se na forma de uma camada de alguns micrometros fixa na superfície de um substrato, facilitando sua remoção e reciclagem em um dispositivo comercial. O sucesso deste fotocatalisador deve-se principalmente pelo baixo custo e produção amigável ambientalmente de H<sub>2</sub> por energia solar. No entanto, apresentam como desvantagem o fato de absorverem a radiação solar somente na região do ultravioleta. Desta forma, novos materiais estão entrando no mercado, para ampliar a absorção espectral da radiação solar, os quais podemos destacar nanopartículas metálicas que atuam como sensibilizadores capazes de atuar na região do visível. Neste sentido, este trabalho visa a síntese de matrizes nanotubulares sensibilizados com nanopartículas bimetálicas (AgAu e PtAu) para utilização como fotocatalisadores para geração de H<sub>2</sub>. Os primeiros testes foram realizados com nanopartículas (NPs) metálicas incorporadas a estrutura do TiO<sub>2</sub>, funcionando como sensibilizadores que modificam a faixa da radiação absorvida para o visível. Os resultados até agora obtidos são superiores a 100,0 μmols de H<sub>2</sub> por hora de fotólise, o uso de nanopartículas bimetálicas poderão ampliar esta geração de H<sub>2</sub>.



Nesse contexto, foi sintetizado até o momento nanotubos de tântalo pentóxido usados nesse processo como catalisadores. Para melhorar a absorção na região do espectro solar as nanopartículas de prata foram usadas como co-catalisadores, pois absorvem radiação na região visível do espectro. As estruturas nanotubulares foram sintetizadas pelo processo de anodização. A síntese do NP\_Ag, bem como a sensibilização dos nanotubos, foram realizadas pela redução química processo tendo como precursor uma solução de  $\text{AgNO}_3$ . Os nanocompósitos foram caracterizados por microscopia eletrônica de transmissão eletrônica (MET); Difusa Espectroscopia de Refletância (DRS) e Difração de Raios-X (DRX). O fotogerado de  $\text{H}_2$  foi realizado em um simulador solar por 8h e 450  $\mu\text{l}$  alíquotas do Headspace foram coletadas do reator a cada 30 minutos e analisados no cromatógrafo gasoso (GC). Os resultados tem mostrado que o sinergismo de metais nobres com fotocatalisadores semicondutores traz mudanças significativas para a fotocatalise e, nesse sentido, os resultados mostram que o NP\_Ag como co-catalisador aumentou a eficiência dos nanotubos em 90% a mais do que a matriz que não foi decorada. Este valor corresponde a 1246  $\mu\text{mol/g}$  de gás produzido.

#### Artigos Publicados:

1. SANTO, R. K.; SALES, L. B. V.; FRANCO, Noélia; SILVA, I. S. E.; G. Machado  
INFLUÊNCIA DE NANOPARTÍCULAS BIMETÁLICAS DE PRATA E OURO SOBRE PENTÓXIDO DE TÂNTALO NA FOTOGERAÇÃO DE HIDROGÊNIO. REVISTA DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA., v.12, p.236 – 246, 2020.

#### ***7 – Projeto: Síntese de óxidos mistos nanoestruturados aplicados na fotodegradação do corante industrial Reactive Black 5***

##### Resumo:

O presente trabalho tem como objetivo desenvolver uma nova rota para obtenção de compósitos nanotubulares de  $\text{TiO}_2$  e cobalto, através de uma rota eletroquímica de estágio único, que consiste em aplicando um potencial alternativo e promovendo concomitantemente a deposição de  $\text{Co}^{2+}$ , que está presente no eletrólito, e a anodização do Eletrodo de Ti. Para esse fim, um planejamento fatorial foi criado, realizando um estudo de os valores do potencial alternado (potencial de deposição, passo min: -0,2 e max: -2V, passo do potencial de anodização: 8 e 9,8 V), a duração do passo de deposição (min: 0.1s e max: 0.55s, com passo de anodização fixo em 1s) e a concentração do sal precursor de Co (5 mM e 25 mM). A configuração das células eletroquímicas foi Folha de Ti (99%) como eletrodo de trabalho e folha de platina como contra-eletrodo. O eletrólito utilizado foi uma solução de etileno glicol (89% em peso),  $\text{NH}_4\text{F}$  (0,2M) e água (10% em peso), o sal precursor de cobalto utilizado foi acetato de cobalto. Após a síntese, todas as amostras foram calcinadas a 400 ° C por 4h. Através de refletância difusa análise (DRS), foi possível identificar a banda de  $\text{TiO}_2$  na região ultravioleta e diferentes bandas de absorção na região visível, variando em função da condição experimental, relacionada aos óxidos de cobalto depositados. As análises de reflectancia difusa antes e após o tratamento térmico mostram deslocamentos nas faixas da região visível relacionada à formação de fases cristalinas. A Microscopia de varredura mostra excelente formação de nanotubos, porém em algumas condições experimentais com maior tempo de deposição, os óxidos de cobalto cobrem a parte superior dos tubos. A análise de Raios-X característicos (EDS) permite a quantificação elementar onde é possível identificar a presença de Ti, Co e O na estrutura dos nanotubos. No entanto, em algumas condições, não foi possível identificar Co na estrutura devido à baixa taxa de deposição.

Artigos Publicados:

1-RIBEIRO, LÍVIA N.; FONSECA, ALINE C.S.; DA SILVA, EMERSON F.M.; OLIVEIRA, EVELLE D.C.; RIBEIRO, ANDRÉ T.S.; MARANHÃO, LAISSE C.A.; PACHECO, JOSE G.A.; **Machado, Giovanna**; ALMEIDA, LUCIANO C.

Residue-based TiO<sub>2</sub>/PET photocatalytic films for the degradation of textile dyes: A step in the development of green monolith reactors. CHEMICAL ENGINEERING AND PROCESSING., v.147, p.107792 – 2020.

**8 – Projeto: Caracterização química e avaliação da atividade biológica de emulsões para aplicação em implantes**

Resumo:

O sucesso dos implantes metálicos traz diversos benefícios à população, é o caso dos implantes ortopédicos e dentários, capazes substituir estruturas biológicas que tenham sofrido dano ou destruição devido a traumas ou patologias. Porém, dentre as complicações que podem levar a falhas no estabelecimento dos implantes, as infecções têm sido reportadas como uma das principais causas. Implantes infectados podem levar a disfunção do dispositivo implantado, danificação do tecido adjacente e disseminação de patógenos. Além disso, implantes infectados podem requerer antibioticoterapia prolongada ou remoção cirúrgica, elevando os custos associados ao tratamento. As bactérias são capazes de aderir na superfície dos implantes formando estruturas conhecidas como biofilmes, essas organizações formam estruturas sésseis envoltas por uma matriz de exopolissacarídeos que promovem maior resistência às bactérias a agentes antimicrobianos, favorecendo a infecção. Dessa forma, a liberação local de agentes antimicrobianos pela superfície do implante, poder ser uma solução promissora para evitar a contaminação e diminuir a probabilidade de resistência bacteriana. O dióxido de titânio (TiO<sub>2</sub>) é um excelente material para aplicação como implante metálico devido sua alta biocompatibilidade, resistência a corrosão e módulo de elasticidade compatível com o osso. A fabricação de estruturas nanotubulares de TiO<sub>2</sub> tem atraído grande interesse graças a possibilidade de usar os nanotubos de TiO<sub>2</sub> como carreadores de compostos bioativos. Nesse contexto, os líquidos iônicos são sais orgânicos formados por íons que recentemente têm atraído interesse devido a sua flexibilidade de síntese com diferentes combinações de cátions e ânions. Tais possibilidades conferem diversas propriedades aos líquidos iônicos que vão desde aplicações químicas a aplicações biológicas, incluindo ação antimicrobiana contra organismos patogênicos. Com isso o projeto apresentado visa funcionalizar nanotubos de TiO<sub>2</sub> com líquidos iônicos a fim de impedir a formação de biofilmes bacterianos em sua superfície, sugerindo uma nova estratégia para o desenvolvimento de implantes metálicos, aperfeiçoando a sua aplicação. Dessa forma, com o projeto será possível produzir bases para o conhecimento científico e tecnológico aplicável no campo da saúde pública.

Artigos Publicados:

1-VIDAL, A. K. L.; Souza, MLM ; MACEDO, T. S. ; MELO, M. C. F. ; OLIVEIRA, J. C; ARAUJO, M. G. C. ; DE MELO JÚNIOR, BARTOLOMEU CAVALCANTI ; DE MATOS, FÁTIMA CRISTINA MENDES; CAMPOS, TA ; FALCÃO dos SANTOS, W ;; BARUD, HERNANE DA SILVA; G. Machado; Viana de Melo, J.; Cassilhas, APP ; SILVA, T. G

Copaíba Oral Hydrogel for Oral Mucositis Control. Global Journal of Medical Research – J Dentistry & Otolaryngology., v.19, p.25 – 30, 2020.

2-MOREIRA MOTA, LAUREANA; NILSON NUNES NICOMEDES, DANIEL; MOREIRA BARBOZA, ANA PAULA; LIMA DE MORAES RAMOS, SÉRGIO LUÍS; VASCONCELLOS, REBECCA; VIEIRA MEDRADO, NATHANAEL; COSTA DE ALVARENGA, ÉRIKA; Machado, Giovanna; R.C. JUSTE, KARYNE; DE VASCONCELOS, CLÁUDIA KARINA; RIGHI, ARIETE; MATTE MANHABOSCO, SARA; RIBEIRO RESENDE,

RODRIGO; CAMPOS BATISTA, RONALDO JUNIO; DOS SANTOS SOARES, JAQUELINE; MATTE MANHABOSCO, TAÍSE

Soapstone reinforced hydroxyapatite coatings for biomedical applications. SURFACE & COATINGS TECHNOLOGY., v.397, p.126005 – 2020

3-DE SANTANA, NATALY AMORIM; DA SILVA, RAYANE CRISTINE SANTOS; FOURMENTIN, SOPHIE; DOS ANJOS, KEICYANNE FERNANDA LESSA; OOTAN, MÁRCIO AKIO; DA SILVA, ALEXANDRE GOMES; PEREIRA ARAÚJO, BIANCA GALÚCIO; DOS SANTOS CORREIA, MARIA TEREZA; DA SILVA, MÁRCIA VANUSA; Machado, Giovanna

Synthesis, characterization and cytotoxicity of the Eugenia brejoensis essential oil inclusion complex with beta-cyclodextrin. JOURNAL OF DRUG DELIVERY SCIENCE AND TECHNOLOGY., v.60, p.101876 – 2020.

## BIOTECNOLOGIA

Em 2020 o CETENE atuou no desenvolvimento de 11 projetos da área de Biotecnologia. Os laboratórios se encontram com toda a infraestrutura para dar suporte as atividades de pesquisa em escala laboratorial e piloto, que se constituem na Biofábrica (localizada na sede do CETENE) e na Usina Experimental (no município de Caetés/PE).

Foram alcançados em 2020 os seguintes resultados:

### **1 – Projeto: Gênese de um Banco de Germoplasmas para a Biofábrica do CETENE**

Resumo:

Os bancos de germoplasmas são unidades que armazenam a variabilidade genética de uma ou mais espécies. Esse armazenamento pode ocorrer por meio de sementes, *in situ*, *ex situ* ou *in vitro*. A conservação por meio de sementes, como o próprio nome diz é feita utilizando sementes, que podem ser desidratadas ou congeladas em altas temperaturas. A conservação *in situ* permite que populações sejam mantidas em seu ambiente de origem, sendo a mais comum a ser utilizada na conservação de espécies. A *ex situ* pode ser dividida em duas: *in vivo* e *in vitro*. A conservação *ex situ*, *in vivo*, mantém os vegetais fora de seu habitat natural. A *ex situ*, *in vitro* apresenta como destaque a criação de bancos de germoplasma *in vitro*, os quais abrigam coleções com o intuito de conservar a ampla variabilidade genética vegetal.

Esses bancos são criados com o objetivo de manter populações que estão em processo de extinção, ou que tenham importantes características biológicas e/ou agronômicas a serem preservadas.

Em biofábricas de produção em larga escala utiliza-se a técnica do cultivo *in vitro*, que se baseia, principalmente, no aproveitamento da totipotência das células vegetais, ou seja, na capacidade de produzir órgãos, como brotos e/ou raízes (organogênese) ou embriões somáticos, que regeneram uma planta completa (embriogênese somática) num meio de cultivo favorável.

Sendo assim, visando à obtenção de material vegetal com excelência em qualidade, a criação de um banco de germoplasmas *in vitro* pode garantir a demanda de variedades vegetais importantes para o mercado produtivo, além de cultivares para o ramo da pesquisa científica.

Resultados:

- Revisão bibliográfica sobre conservação vegetal, com ênfase em conservação *in vitro*;
- Estudo piloto utilizando meio de cultura (1/2 MS) e temperatura (16° C) para a conservação *in vitro* de cana-de-açúcar;
- Alimentação inicial e manutenção do BAG da Biofábrica;

- Utilização dos exemplares do BAG para a produção da Biofábrica;
- Experimento em condução com a SP 79 1011 testando diferentes tipos de desinfestação e presença/ausência de *Leifsonia xyli* subsp. *xyli*

## **2 – Projeto: Desenvolvimento e validação de métodos analíticos para determinação e quantificação de compostos por cromatografia líquida de ultraeficiência, associado à espectrometria de massas**

### Resumo:

O CETENE é um centro de pesquisa e de prestação de serviços criado para apoiar o desenvolvimento tecnológico do Nordeste brasileiro, promovendo a interação entre conhecimento, inovação e a sociedade. Um de seus objetivos é permitir a cooperação entre universidades, empresas e outros centros de pesquisa, dando apoio estrutural, de equipamentos e pessoal para o desenvolvimento de projetos de pesquisa nas mais diversas áreas, com a finalidade de inovar e difundir tecnologias. A Central Analítica é um dos setores de maior importância do CETENE, por dispor de equipamentos analíticos de ponta, fornecendo análises precisas e robustas aos seus multiusuários. Devido a alta demanda de dados gerados nas análises de LC-MS existe a necessidade de se certificar da qualidade de medições químicas, através de sua comparabilidade, rastreabilidade e confiabilidade, características exigidas para a segurança e o bom rendimento das análises realizadas. A cromatografia líquida (LC) é uma técnica analítica de separação de compostos muito bem estabelecida, podendo identificar e quantificar diversos compostos de uma amostra. A espectrometria de massas (MS) é uma técnica que determina a razão massa/carga de um composto ionizável. Esta é uma das técnicas analíticas mais importantes, uma vez que é capaz de prover informação sobre: a composição qualitativa e quantitativa de analitos orgânicos e inorgânicos em misturas complexas; as estruturas de uma grande variedade de espécies moleculares, assim como a razão isotópica de átomos em amostras. Assim, esse plano de trabalho tem como objetivo, desenvolver metodologias padrão para análise de compostos orgânicos e outras moléculas ionizáveis, além da otimização e validação qualitativa e quantitativa dos mesmos com a utilização de sistema de cromatografia líquida associada à espectrometria de massas (LC-MS). As análises foram feitas utilizando o sistema de cromatografia líquida de ultra performance ACQUITY UPLC H-Class, (Waters), utilizando uma coluna C18 como fase estacionária e a associação de solventes como fase móvel. O sistema é acoplado a um espectrômetro de massas ACQUITY SQ Detector 2 (Waters), um single quadruplo, com o sistema de ionização por electrospray. As análises dos dados foram realizadas pelo software Masslynx (Waters). Os métodos foram classificados em diferentes categorias de acordo com a sua finalidade (limites de detecção (LD) e de quantificação (LQ), linearidade, precisão, exatidão, seletividade, faixa de aplicação e robustez), as quais exigem determinados parâmetros analíticos, conforme orienta a Resolução RE Nº 166 da ANVISA (2017). Assim, o trabalho tem como objetivo desenvolver, validar, otimizar e implementar métodos de análises qualitativas e quantitativas de substâncias químicas empregando cromatografia líquida associada à espectrometria de massas (LC-MS). Devido a pandemia e ao fato do LC-MS está em manutenção, não foram realizadas novas análises, sendo o foco do projeto a publicação de artigos científicos.

### Artigos Publicados:

1. DE MELO SANTOS, MARESSA MARIA ; DA SILVA, TÚLIO DIEGO ; DE LUCENA, ALEX LEANDRO ANDRADE ; NAPOLEÃO, DANIELLA CARLA ; DUARTE, MARTA MARIA M. B.. Degradation of Ketoprofen, Tenoxicam, and Meloxicam Drugs by Photo-Assisted Peroxidation and Photo-Fenton Processes: Identification of Intermediates and Toxicity Study. WATER AIR AND SOIL POLLUTION, v. 231, p. 35, 2020.

2. SILVA, S. M. ; ARAÚJO, L. Nascimento Junior, J.A. ; SILVA, T. D.; Lopes, A.C. ; CORREIA, M. T. S. ; OLIVEIRA, M.B.M.. Effects of Cefazolin and Meropenem in Eradication Biofilms of Clinical and Environmental Isolates of *Proteus mirabilis*. CURRENT MICROBIOLOGY, p. 1681-1688, 2020.
3. DE SOUSA, G.F.; SANTOS, D.K.N.; SILVA, R.S.; BARROS, B.R.S.; CRUZ-FILHO, I.J.; RAMOS, B.A.; DA SILVA, T.D.; SILVA, P.A.; LIMA-NETO, R.G. ; DE GUSMÃO, N.B.; NASCIMENTO, M.S. ; MELO, C.M.L. Evaluation of cytotoxic, immunomodulatory effects, antimicrobial activities and phytochemical constituents from various extracts of *Passiflora edulis* F. flavicarpa (Passifloraceae). NATURAL PRODUCT RESEARCH, v. 34, p. 1-5, 2020.

### **3 – Projeto: Bioprospecção de actinobactérias e fungos *Trichoderma* como promotores de Crescimento obtidos de *Saccharum officinarum***

#### Resumo:

As actinobactérias e o fungo *Trichoderma* são associados a muitas plantas, possuem atividades antimicrobianas, produzem numerosos compostos biologicamente ativos, incluindo enzimas degradantes. Com o objetivo de avaliar o potencial biotecnológico de microrganismos da rizosfera de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), foram realizadas amostragens em quatro localidades da Região da Zona da Mata, sendo quatro no estado de Pernambuco (municípios de Carpina, Cetene, Igarassu e Paulista) e uma no estado da Paraíba, município de Mamanguape. Foram isolados 12 actinobactérias e do gênero *Streptomyces* sp, e 17 *Trichoderma* foram testadas propriedade enzimáticas e a metodologia utilizada para medir o antagonismo por competitividade por disco de cultura entre o fungo e o a bactéria. E para o teste de solubilização do fosfato foi quantificado por espectrometria. Os resultados todos os isolados apresentaram resultado positivo para lipase e AIA e negativo para uréase. Para a citrase a maioria apresentou ação positiva exceto os isolados ACT (6, 7, 10, 11, 12 e 15), somente os isolados ACT (5 e 9) tiveram propriedade celulase, enquanto que para propriedade fosfatase quase todos foram positivos, com exceção dos isolados ACT (1, 3, 4 e 5) que foram negativos, na redução do nitrato somente os isolados ACT (4, 9, 12 e 13) foram positivos no teste de antagonismo os isolados ACT (7 e 17) e para lipase com Tween 80 e glicerol ACT (6, 8 e 12) somente esse foram negativo para lipase. Todas as actinobactérias tiveram propriedade antagonista a quantificação foi pela distância de inibição e as que tiveram melhores efeito foram Act (6, 7, 14, 9, 1, 2, 3), somente a Act 5 e 4 diferiram estatisticamente. E para os solubilizadores de fosfato a actinobactéria Act 29 e para o fungo *Trichoderma* Tric (15 e 19). As actinobactérias e o fungo *Trichoderma* tem potencial biotecnológico para solubilizar o fosfato mineralizado.

Palavras-Chave: bioestimuladores, cana-de-açúcar, microrganismo.

### **4 – Projeto: Potencial biotecnológico da Caatinga: estudo comparativo e otimização de técnicas de extração para obtenção de *Ascaridol*, *Thymol* e *Carvacrol*, acompanhadas por GC-MS.**

#### Resumo:

O potencial biotecnológico de espécies presentes no Nordeste já vem sendo explorado, mas ainda há muito para ser estudado. A Caatinga, um bioma exclusivo brasileiro, é uma das regiões semiáridas mais diversificadas do mundo, abrangendo 10% do território nacional. A Caatinga é caracterizada por possuir condições climáticas únicas, conduzindo as espécies a evoluir um comportamento específico para lidar com ambientes adversos. Assim, as plantas da Caatinga constituem uma fonte de compostos que tem atraído cada vez mais atenção na tentativa de desenvolver novas drogas. Os monoterpenos timol e carvacrol encontram-se entre os componentes de óleos essenciais mais estudados, sobretudo devido ao amplo espectro de atividades biológicas. Eles são os principais constituintes de diversos óleos essenciais extraídos de plantas aromáticas, dentre elas a espécie da

Caatinga conhecida como alecrim-pimenta, *Lippia sidoides*, espécie que faz parte do grupo de plantas selecionadas pelo Governo local como fitoterápico e é cultivado em hortos de plantas medicinais.

A *Chenopodium ambrosioides*, conhecida como mastruz, é uma planta herbácea nativa da América Central e do Sul, também encontrada na região de Caatinga. Seu uso popular inclui contra dores musculares; inflamações em geral, entre outros. Dada à ampla distribuição de *C. ambrosioides* por muitas regiões do planeta, a Organização Mundial de Saúde (OMS) a considerou como uma das plantas medicinais mais utilizadas no mundo.

Algumas propriedades da planta como anti-helmíntica, antifúngica, vermífuga e analgésica tem sido atribuída à presença de Ascaridol. O óleo essencial de *C. ambrosioides* brasileiro possui alto teor de Ascaridol, descrito como um indicador de qualidade deste óleo, e pode se tornar uma fonte eficaz de produto com alto interesse farmacológico.

Em geral, as pesquisas deste tipo se deparam ante a dificuldade em identificar os compostos responsáveis ou como obtê-los em grande quantidade. Além disso, é importante avaliar todos os aspectos necessários para a criação de um produto final. Desta forma, é de interesse estratégico, encontrar técnicas que incrementem o rendimento de bioativos, agregando valor a espécies presentes na região.

O óleo essencial de *C. ambrosioides* brasileiro possui alto teor de Ascaridol, descrito como um indicador de qualidade deste óleo, e pode se tornar uma fonte eficaz de produto com alto interesse farmacológico. Assim, o presente trabalho visa encontrar formas de incrementar a obtenção desses compostos com potencial biotecnológico, a partir de plantas da Caatinga.

#### Resultados:

Levantamento bibliográfico com leitura de mais de 300 artigos científicos do período de 1990-2019 utilizando os bancos de dados GoogleScholar, ScienceDirect, SciFinder e Periódicos da CAPES. Através da pesquisa foi possível constatar que a principal espécie do projeto, *Dysphania ambrosioides*, apresenta uma enorme potencial biotecnológico com aplicações industriais como obtenção de Ascaridol, além dos usos de seus componentes como agentes vermífugos, antipiréticos, entre outros. Obtenção de material vegetal (*D. ambrosioides*, *Z. joazeiro*, *A. colubrina*) para extração utilizando as técnicas de maceração, maceração com auxílio de ultrassom, hidrodestilação e arraste a vapor. As técnicas de maceração produziram um maior rendimento em massa, porém levam mais tempo e possuem o custo operacional maior. As técnicas de hidrodestilação e arraste a vapor levam menos tempo para produzir o extrato, porém não possuem alto rendimento. Para uma escolha da técnica ideal para a obtenção dos metabólitos de interesse biotecnológico é preciso uma análise química dos componentes do extrato. O projeto tem potencial para otimizar essa produção de compostos de interesse biotecnológico se for dada continuidade e podendo ser aplicado a diversas outras espécies de plantas.

#### **5 – Projeto: Propagação in vitro de espécies arbóreas da Mata Atlântica**

##### Resumo:

Em levantamentos realizados pela Fundação SOS Mata Atlântica juntamente com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) foi mostrada a ocorrência de grandes áreas de desmatamento da Mata Atlântica no Brasil. Os dados têm sido preocupantes, segundo a ONG. Na tentativa de amenizar este quadro, várias entidades governamentais e não governamentais tem investido esforços em programas de reflorestamento voltados para a recuperação e/ou regeneração da Mata Atlântica. Para tanto, há uma demanda significativa de mudas para a execução de projetos pertencentes a estes programas. As espécies pioneiras apresentam como uma das principais características o rápido crescimento de coberturas vegetais. Portanto, têm representado grande potencial na recuperação de

áreas impactadas da Mata Atlântica. Assim, pesquisas voltadas para a otimização da propagação de espécies pioneiras da Mata Atlântica, vêm sendo realizadas a fim de viabilizar a produção de mudas para atender às referidas demandas.

Com o intuito de dar suporte a instituições envolvidas em ações que visam à recuperação da Mata Atlântica, este projeto tem como proposta o fornecimento de mudas obtidas através de técnicas de cultura de tecidos de plantas. A utilização destas técnicas na propagação de mudas de espécies lenhosas da Mata Atlântica visa mitigar limites na propagação de plantas. Um desses limites é a quebra de dormência das sementes, fator comumente apresentado por estas espécies, além de permitir a propagação de mudas a qualquer época do ano, já que as espécies lenhosas apresentam ciclo reprodutivo em apenas uma época do ano, além de apresentarem longos períodos até atingirem maturidade suficiente para iniciar o ciclo reprodutivo. Assim, o projeto está voltado para ajustes de processos que viabilizem a propagação de mudas de espécies pioneiras da Mata Atlântica através avaliações de condições ótimas de germinação e micropropagação *in vitro* pela utilização de diferentes processos, sobretudo diferentes meios de cultivo, os quais atendam a melhor condição de cultivo na produção *in vitro* dessas mudas.

Na propagação através da reprodução sexuada de plantas, a quebra da dormência de sementes é um dos principais limites a ser superado na propagação vegetal e varia de acordo com a espécie. Neste sentido, cerca de dois terços das espécies arbóreas possui algum tipo de dormência. As técnicas de cultura de tecidos vegetais apresentam grande empregabilidade no setor florestal. Essas técnicas podem ser empregadas no estabelecimento e multiplicação *in vitro* de espécies lenhosas quais possuem como características, longos períodos de maturação, sobretudo quando apresentam fatores que limitam sua germinação, dificultando assim o processo de propagação convencional dessas espécies. Esse processo pode proporcionar rápida produção de mudas em larga escala e livres de doenças, independentemente da estação do ano ou do clima. A micropropagação representa uma forte ferramenta para a propagação de espécies lenhosas as quais podem ser empregadas em ações de fins socioeconômicos e/ou ecológicos.

Para o aumento da viabilidade das técnicas de cultura de tecidos vegetais empregadas em espécies lenhosas, é necessário o estabelecimento de protocolos para germinação e micropropagação que já estejam ajustados para cada espécie. Assim, é de suma relevância a realização de pesquisas acerca do potencial de produção *in vitro* de mudas de espécies lenhosas da Mata Atlântica. Assim, o objetivo dessa pesquisa é estabelecer protocolos de micropropagação que viabilizem a produção de mudas de espécies pioneiras da Mata Atlântica de relevância socioeconômica e ecológica, como *Spondias mombin* L., *Schinus terebinthifolius*, *Trema micrantha* e *Bauhinia forficata*, a fim atender a crescente demanda de programas de ações tanto de conservação da biodiversidade como de recuperação ou restauração de áreas degradadas do bioma.

#### Artigos Publicados:

1. BARBOSA, M. R.; SOUZA, L. M.; SOUZA, R. A.; HOULLOU, L. M. Aspectos do estabelecimento *in vitro* de *Handroanthus chrysotrichus* (Bignoniaceae) para a produção de mudas. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 1, p. 2830-2840, 2020.
2. SOUZA, L. M.; BARBOSA, M. R. ; SOUZA, R. A. ; BUSSMEYER, E. C. ; HOULLOU, L. M. Influência da sacarose no crescimento e no perfil de pigmentos fotossintéticos em duas espécies arbóreas cultivadas *in vitro*. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, p. 1916/1-1926, 2020.
3. SOUZA, L. M.; BARBOSA, M. R.; MORAIS, M. B.; PALHARES-NETO, L.; ULISSES, C.; CAMARA, T. R. Biochemical and morphophysiological strategies of *Myracrodruon urundeuva* Allemão under water deficit. *Biologia Plantarum*, v. 64, p. 20-31, 2020.
4. SOUZA, L.M.; BARBOSA, M. R.; SOUZA, R. A.; NASCIMENTO, T. M. M. P.; HOULLOU, L. M.. Morphoanatomical and biochemical responses of *Myracrodruon urundeuva* under photomyxotrophic

culture, a native species with priority for local conservation. *International Journal of Botany Studies*, v. 5, p. 387-397, 2020.

Capítulo de Livro:

1 – SOUZA, L. M.; BARBOSA, M. R.; PALHARES NETO, L.; ULISSES, C. Produção de mudas de *Myracrodruon urundeuva* via micropropagação: uma alternativa para conservação da espécie. In: Cidoval Morais de Sousa; Cristian José Simões Costa; Edson Hely Silva; Rozeane Albuquerque Lima. (Org.). Produção científica e alternativas para o Meio Ambiente: Diálogos. 21ed. Campina Grande: Realize, eventos, 2020, v. 1, p. 49-65.

Resumo Completo Apresentado em Evento:

1- BARBOSA, M. R.; SOUZA, L. M.; HOULLOU, L. M.; SOUZA, R. A. INFLUÊNCIA DE MEIOS DE CULTURA SIMPLIFICADOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS *IN VITRO* DE *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) *Sandwith* (Bignoniaceae). In: A CONFERÊNCIA DA TERRA 2020 e Fórum Internacional do Meio Ambiente. João Pessoa 2020.

**6 – Projeto: Utilização da técnica de NanoPCR (Nanomaterial-assisted Polymerase Chain Reaction) para diagnose dos patógenos de cana-de-açúcar *Xanthomonas albilineans* e *Leifsonia xyli* subsp. *xyli* em amostras puras e mistas**

Resumo:

O cultivo da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) está sujeito ao ataque de diversos patógenos, entre eles estão: a bactéria *Leifsonia xyli* subsp. *xyli*, que é o agente causal do raquitismo-da-soqueira (RSD – “Ratoon Stunting Disease”) e a *Xanthomonas albilineans*, causadora da escaldadura das folhas.

O RSD é considerado uma das mais importantes doenças da cultura de cana-de-açúcar por ter acarretado perdas de mais de dois bilhões de dólares nos últimos 30 anos somente no estado de São Paulo, além de estar presente em todas as regiões produtoras do país, de Pernambuco até o Paraná (URASHIMA et al, 2010). Já a escaldadura das folhas acomete diversas gramíneas, tais como bambu, sorgo selvagem e, especialmente, a cana-de-açúcar que é seu principal hospedeiro (MARTIN; WISNER, 1961). A infecção pela bactéria *X. albilineans* pode ocorrer de forma latente, de forma crônica ou aguda.

A infecção de cana-de-açúcar por *L. xyli* subsp. *xyli* e *X. albilineans* ocorre pelo uso de instrumentos de poda contaminados, ao passo que a disseminação das doenças para novas áreas ocorre exclusivamente pelo plantio de mudas infectadas pelas bactérias, já que atacam com predileção a cana-de-açúcar e não se conhece nenhum inseto vetor dos patógenos nem evidências de transmissão por sementes (URASHIMA et al, 2010).

A fim de evitar a disseminação destes patógenos no campo, a detecção de *L. xyli* subsp. *xyli* e *X. albilineans* no material a ser propagado é fundamental, e dentre os métodos mais confiáveis para tanto, destaca-se o uso da técnica de PCR (Polymerase Chain Reaction) (COOTE, 1990). A técnica de NanoPCR (Nanomaterial-assisted Polymerase Chain Reaction) consiste na adição de nanomateriais à reação de PCR, em especial nanopartículas metálicas e de óxidos metálicos, sendo capaz de gerar melhorias dramáticas na especificidade e na sensibilidade da reação de PCR, aumentando a confiabilidade do diagnóstico em sistema puro e misto, superando o problema de baixa sensibilidade que a técnica de diagnose molecular apresenta, e, por conseguinte, evitando a disseminação dos patógenos no campo.

O presente projeto tem por objetivo atestar a robustez da técnica de PCR assistida por nanopartículas para detecção e diagnose de *Leifsonia xyli* subsp. *xyli* e *Xanthomonas albilineans* em amostras puras e mistas. Além disso, padronizar o modo de preparo das amostras de mudas de cana-



de-açúcar micropropagadas para análise molecular, e avaliar se as condições fisiológicas das plantas determinadas pela condição de cultivo (in vivo e in vitro), além do tratamento com termoterapia e utilização de antimicrobianos no meio de cultura, podem interferir no nível de desenvolvimento dos patógenos propiciando sua detecção e/ou eliminação ou não.

Os resultados até o momento mostram que a diagnose molecular de *Lxx* e *X. albilineans* por PCR convencional é um método eficiente, porém bastante sensível à qualidade e concentração da amostra. Outro problema da técnica quando se trabalha com patógenos endofíticos é a contaminação do DNA bacteriano (alvo) com o DNA vegetal durante o processo de extração, que muitas vezes leva a uma estimativa equivocada da quantificação do DNA alvo, resultando na amplificação de fragmentos inespecíficos no gel de agarose. Apesar disso, a inclusão das nanopartículas metálicas de prata obtidas por síntese verde na reação, ainda a serem testadas, têm o potencial de aumentar a sensibilidade e especificidade da reação.

#### Artigos Publicados:

1. DE SÁ CAVALCANTI, FELIPE LIRA ; GARCIA, F. R.; SOUZA, R. A. ; HOULLOU, L. M. Efetividade da termoterapia para o controle de *Leifsonia xyli* subsp. *xyli* nas variedades RB 863129 e RB 92579 de cana-de-açúcar. *Journal of Environmental Analysis and Progress*. 2020.
2. LEAL, N. C. ; CAMPOS, T. L. ; REZENDE, A. M. ; DOCENA, C. ; MENDES-MARQUES, C. L. ; CAVALCANTI, F. L. S. ; WALLAU, G. L. ; ROCHA, I. V. ; CAVALCANTI, C. D. ; VERAS, D. L. ; ALVES, L. R. ; ANDRADE, M. A. ; BARROS, M. P. S. ; ALMEIDA, A. M. P. ; MORAIS, M. M. C. ; Leal-Balbino, TC ; XAVIER, D. E. ; DE-MELO-NETO, O. P.. Comparative genomics of *Acinetobacter baumannii* clinical strains from Brazil reveals polyclonal dissemination and selective exchange of mobile genetic elements associated with resistance genes. *Frontiers in Microbiology*, 2020.

#### **7 – Projeto: Otimização da produção bacteriana de PHA, síntese e caracterização da membrana plástica**

##### Resumo:

Os materiais descartáveis e embalagens causam o maior impacto ambiental devido à dificuldade de descarte. Existe uma demanda social e ambiental pela substituição desses materiais por outros mais adequados ao meio ambiente, principalmente por materiais biodegradáveis, também chamados de bioplásticos. Os Polihidroxialcanoatos (PHA) são uma família de diversos biopolímeros intracelulares, com biodegradabilidade e biocompatibilidade. Bactérias selvagens se mostram insuficientes para suprir a demanda de estruturas melhoradas de PHA e baixo custo de produção. Métodos moleculares tradicionais estão obsoletos com o surgimento de novas abordagens de edição genômica, especialmente o método CRISPR/Cas9. Um método que permite, de forma eficiente, melhorar a síntese e o armazenamento de PHA. O sistema CRISPR/Cas9 atua através de um complexo de ribonucleoproteína, onde o domínio de reconhecimento da Cas9 (proteína de clivagem) é direcionado pela interação com gRNA (RNA guia) e o domínio de ação nucleásica cliva o DNA, permitindo inserções, deleções e controle da expressão gênica. Essa tecnologia tem sido aplicada em diferentes espécies bacterianas para otimizar a via metabólica e regular a síntese de PHA. Essa abordagem resulta na melhoria do peso molecular e composição de PHA, além de aumentar seu acúmulo intracelular e facilitar o processamento pós síntese. O projeto tem como objetivo otimizar a produção de PHA, aperfeiçoando a biossíntese e armazenamento em bactérias, utilizando o método CRISPR/Cas9 para controle dos genes envolvidos na via metabólica de PHA.

Em relação as atividades experimentais que focam a produção de PHAs utilizando restos da indústria de polpas, o foco se concentra na biossíntese da bactéria *Cupriavidus necator* utilizando substratos provenientes dos resíduos da indústria alimentícia (especificamente de polpas de frutas). Dentre os resíduos das indústrias de polpas de frutas, destaca-se as cascas que devem ser descartadas após o

processo de extração do suco. As cascas das frutas são ricas em materiais lignocelulósicos que precisam sofrer processo de hidrólise para produção de açúcares fermentescíveis. Dentre os processos de hidrólise, destaca-se a hidrólise ácida que é capaz de quebrar eficientemente as ligações glicosídicas da celulose liberando glicose para o meio hidrolisado. Nesse sentido, o objetivo desse trabalho é produzir PHA a partir da biossíntese da *C. necator* utilizando como fonte de carbono alternativa resíduo industrial de polpa de frutas; Realizar hidrólise ácida dos resíduos com intuito de produzir açúcares fermentescíveis que servirá como fonte de carbono para a bactéria; Quantificar a concentração de açúcares totais presentes no hidrolisado; Analisar o acúmulo do PHA a partir de microscopia eletrônica de varredura e/ou outras técnicas de microscopia; Estudar o rendimento da produção e a caracterização do bioplástico produzido.

Com relação a linha de estudo voltada a otimização de produção bacteriana de membrana plástica (PHA), o desenvolvimento de nanossistemas carreadores de biofármacos, Os polímeros microbianos possuem aplicações biomédicas reconhecidas devido à sua biodegradabilidade e biocompatibilidade. Dentre estes polímeros, polihidroxialcanoatos (PHA) e levana (Lv) se destacam na produção de bioplásticos, implantes médicos e vetores de fármacos. PHA e Lv são produzidos por uma vasta gama de bactérias. Aqueles são acumulados no interior de células e esta é liberada para o meio extracelular. O uso de cepas coprodutoras de PHA e Lv ainda é pouco explorado. Além disso, não há registro da coprodução desses polímeros a partir de subprodutos agroindustriais. Fontes alternativas, incluindo, melão de cana e palma hidrolisada (fontes de carbono) e milhocina (fonte de nitrogênio) podem resultar na produção de PHA e Lv com custo reduzido para aplicações nanotecnológicas. Do ponto de vista da novidade, este é o primeiro estudo que abrange a coprodução de PHA e Lv usando resíduos industriais. Com o suporte do Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste (CETENE), este projeto implicará em benefícios para desenvolvimento biotecnológico do polo farmacêutico do estado de Pernambuco.

#### **8 – Projeto: Otimização de produção de biossurfactante utilizando resíduos agroindustriais**

Resumo:

O presente trabalho visa a otimização de produção de biossurfactantes por microrganismos utilizando resíduos agroindustriais, que tem como motivação o alto custo de produção dos mesmos. A busca por surfactantes naturais em substituição aos surfactantes sintéticos tem sido assunto de grande interesse para biotecnologia, em função da necessidade de preservação ambiental, por apresentam diversas vantagens em relação aos surfactantes sintéticos, podendo ser aplicados em uma variedade de processos industriais. Entretanto, ainda não são amplamente utilizados, devido aos altos custos de produção, associados aos métodos ineficientes e substratos dispendiosos. Os principais fatores que regem o sucesso da produção de biossurfactantes são o desenvolvimento de um processo econômico que utiliza materiais de baixo custo e proporciona alto rendimento de produto e biossurfactantes selecionados para aplicações específicas. Os resíduos industriais têm despertado grande interesse da comunidade científica, como alternativa para o fornecimento de substratos de baixo custo para a produção de biossurfactantes, uma vez que a escolha do substrato possa representar uma redução de até 40% do custo total do processo de produção. Resíduos de destilaria, soro de queijo, melão, glicerol, vinhaça, resíduos de frituras, óleos automotivos, entre outros, têm sido descritos como substratos para a produção de biossurfactantes. O uso de leveduras para a obtenção desses compostos é uma alternativa economicamente competitiva utilizando substrato de baixo custo nesse processo, devido sua ampla aplicação biotecnológica. Neste sentido, resíduos agroindustriais vêm sendo estudados como potenciais substratos e a utilização dos mesmos na obtenção de produtos de alto valor comercial. Contribuindo para um processo mais econômico, e principalmente, agindo de forma significativa para a minimização do volume de material poluente a ser disposto no ambiente. Assim a proposta do presente trabalho foi avaliar o potencial de leveduras

isoladas do nordeste brasileiro e otimizar o processo de produção de biossurfactante utilizando resíduos agroindustriais como fonte de carbono. Diante do exposto, esse trabalho avaliou a otimização de produção de biossurfactante por *Yarrowia lipolytica*, sendo utilizados 5 isolados com o meio de produção glicerol bruto. Resultados satisfatórios foram obtidos na produção de biossurfactante com o isolado CTN-90, realizado 7 ensaios com concentrações substrato diferente, com intuito verificar a produção de biossurfactante. Os ensaios EX1 e EX4 que demonstraram ser melhores para produção de biopolímeros com atividade emulsificante acima de 50%, produção de biomassa e rendimento de 2,14g/L. Após esses ensaios segue o processo de caracterização do biopolímeros produzido por *Yarrowia lipolytica*.

Artigos Publicados:

1. SANTOS, A.M.M.; SOUZA, L.M.; SILVA, J.F.; ARAÚJO, B.G.P.; COSTA, K.D.S.; COSTA, C.S.R. Parasitismo de ovos de *Meloidogyne javanica* por fungos nematófagos in vitro. Brazilian Journal of Development, v. 6, n.5, p.27105-27113 – 2525-8761, 2020.

### **9 – Projeto: Nanofertilizantes: Sistemas inteligentes para distribuição de nutrientes em cana-de-açúcar**

Resumo:

O Brasil é o segundo maior exportador agrícola mundial, setor que responde por 36% das exportações do país e a produção agrícola nacional duplicou em volume nas últimas três décadas. Esta elevação da produtividade está fortemente relacionada com o uso de fertilizantes, porém, o país exibe uma grande dependência externa destes insumos. Nanofertilizantes tem sido propostos como alternativas viáveis para aumentar a eficiência do uso dos fertilizantes, especialmente dos macronutrientes fósforo, nitrogênio e potássio. Este projeto visa à preparação de nanoestruturas de quitosana e sílica, preparadas por síntese em fluxo, com a incorporação de fontes de P, N e K e utilizar tais sistemas para a liberação dos nutrientes. A liberação dos nutrientes é, inicialmente, testada em laboratório e os nanofertilizantes com melhor desempenho são testados em cana-de-açúcar provenientes de micropropagação *in vitro* e em mudas aclimatizadas em estufas. Os ensaios em estufas são comparados com os da aplicação de fertilizantes comerciais. Os nanofertilizantes são preparados no Departamento de Química Fundamental da UFPE e os ensaios envolvendo as plantas, no Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste, CETENE/MCTI, que conta com infraestrutura laboratorial e casas de vegetação para a execução dos ensaios, bem como equipamentos necessários para a avaliação dos resultados. A principal contribuição deste projeto é o desenvolvimento de novos materiais nanoestruturados com propriedades de liberação controlada que possam: (i) competir em termos de custo/benefício como os fertilizantes comerciais disponíveis, (ii) contribuir com alternativas de uso mais racional a utilização e o consumo de fertilizantes no Brasil.

Principais resultados:

- Micropropagação *in vitro*, plantio, replantio e repicagem de 120 mudas pre-brotadas de cana-de-açúcar das variedades RB867515 e RB002754 usando nanopartículas com macronutrientes na estufa Governador Miguel Arraes, Biofábrica – CETENE.
- Determinação de potássio e fosforo pela técnica de Espectrometria de Emissão Atômica por Plasma Acoplado Indutivamente – ICP OES usando a digestão ácida de 176 amostras de cana-de-açúcar no forno micro-ondas.
- Identificação de nanopartículas em folhas de cana-de-açúcar usando Microscopia Electrónica de Transmissão nos microscópios de 100 kV e 300 kV.
- Análise das características fisiológicas das plantas tratadas com nanofertilizantes por microtomografia por raios X (IMX) no Brazilian Synchrotron Light Laboratory – LNLS, is part of the Brazilian Center for Research in Energy and Materials – CNPEM em Campinas (SP).

- Otimização dos parâmetros de sínteses dos nanomateriais: confrontando as propriedades dos fertilizantes comerciais vs. nanofertilizantes sintetizados.

O tamanho das nanopartículas aumenta segundo o incremento na concentração de nutrientes (K, P e N). A realização deste trabalho gerou diversas possibilidades de pesquisa ainda não exploradas, como por exemplo: o uso dessas nanopartículas para o encapsulamento de fungicida ou bactericida para reduzir os problemas causados por patógenos provenientes da planta no processo de introdução e inoculação em laboratório para micropropagação in vitro.

Nos testes a concentração de nanopartículas com K, P e N foi muito menor ao usado no meio de cultura para a produção a escala da cana-de-açúcar na Biofábrica isso pode representar um grande avance na diminuição da quantidade de fertilizantes comerciais que é usado nas lavouras assim como na diminuição da contaminação ambiental.

Ao analisar os resultados de biometria e de microscopia, pode-se inferir que os nanofertilizantes utilizados tem surtido efeitos melhores nas plantas. Ao comparar os 3 tipos de tratamento, as plantas tratadas com fertilizantes comerciais não cresceram tanto quanto as plantas tratadas com nanofertilizantes. A partir dos resultados da biometria, pode-se afirmar que os nanofertilizantes proporcionam uma melhoria na absorção dos nutrientes pelas plantas, o que reflete diretamente nas variáveis que foram analisadas.

Os resultados apresentados neste Relatório Final demonstram que o uso de nanopartículas de sílica ou quitosana podem ser uma alternativa viável como nanofertilizantes para a multiplicação de cana-de-açúcar em grande escala.

#### Artigos Publicados:

1. Gnoatto, Jussânia Almeida ; De Oliveira, João Vitor ; Arndt, Eduarda ; Busatto, Franciele Faccio; Ruiz, Yolice P. Moreno; Da Cunha, Ana Cristina Borba; Moura, Dinara Jaqueline; Dos Santos, João Henrique Zimnoch. Hybrid nanosilicas produced by the Stöber sol-gel process: In vitro evaluation in MRC-5 cells. JOURNAL OF NON-CRYSTALLINE SOLIDS, v. 542, p. 120152, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jnoncrysol.2020.120152>.

#### Congressos:

1. YOLICE MORENO, Camilla Pereira, Helena Bonilla, James Correia de Melo, André Galembeck. Bioavailability of macronutrient incorporated in nanostructures for application in agriculture, no 43<sup>a</sup> Reunião Anual Virtual da SBQ, 5 -16 outubro de 2020.

#### Capítulo de livros publicados:

1. Chapter 3<sup>rd</sup>: *Potentialities of Dynamic Light Scattering with Small Angle X-ray Scattering studies to analyse heterogeneous nanocatalysts in book Research Advances in Dynamic Light Scattering*. Editors: Jaison Jeevanandam and Michael K. Danquah. Paperback ISBN: 9781536172607. Imprint: Nova Science Publishers, Inc., New York, USA. 330 pgs, 2020. Authors: Y. Moreno and J. H. dos Santos.

2. Chapter 14<sup>th</sup>: *MXenes: Fundamentals and Applications in book Photocatalytic Systems by Design: Materials, Mechanisms and Applications*. Eds. Editors: M. Sakar, Geetha Balakrishna, Trong-On Do. Paperback ISBN: 9780128205327. Imprint: Elsevier, published date: 1<sup>st</sup> July 2021, 412 pgs. Authors: Y. Moreno, W. da Silva, and J. H. dos Santos.

## **10 – Projeto: Avaliação de indicadores de produtividade de mudas micropropagadas desde estufas agrícolas até o seu desenvolvimento dentro de campos da Região Nordeste**

### Resumo:

O desenvolvendo de experimentos com mudas micropropagadas nas estufas agrícolas da Biofábrica do CETENE são realizadas visando colaborar para inserção de indicadores produtivos, juntamente com análises biométricas de mudas micropropagadas desde estufas agrícolas até seu desenvolvimento dentro de campo da Região Nordeste. As variedades de cana-de-açúcar da EECAC foram micropropagadas sob cultivo in vitro na Biofábrica e posteriormente a pesquisa foi conduzida sob cultivo protegido em estufas agrícolas determinando a biometria das mudas de cana-de-açúcar micropropagada. Após o plantio em campo das mudas micropropagadas são correlacionados dados de produtividade com canas cultivadas sob manejo convencional (rebolo), na qual as avaliações biométricas em campo são analisadas em duas unidades sucroenergética, Usina Trapiche/PE e Usina Serra Grande/AL e no centro de pesquisa da Estação Experimental de Cana-de-açúcar do Carpina EECAC/RIDESA. Obtendo-se dados em relação aos índices de produtividade de mudas micropropagadas desde estufas agrícolas até o seu desenvolvimento em campos de produção. Dentro da dinâmica atual do mercado, se tratando do setor agrícola, o Nordeste detém uma vasta variedade de plantas de importância socioeconômica. Com isso, a Biofábrica do CETENE investe no desenvolvimento de protocolos de espécies vegetais visando à obtenção de um material de alta qualidade genética e fitossanitária, contribuindo para o desenvolvimento da economia com mudas micropropagadas de espécies vegetais adaptadas a região, que possuem grande relevância no que diz respeito à produtividade.

### Resultados alcançados em 2020:

Na maioria das análises Biométrica entre a relação da cana-de-açúcar micropropagada com o sistema convencional (rebolo) a cana proveniente da micropropagação se mostrou mais eficiente em termo de dados biométricos, com rendimento fisiológico e de produtividade satisfatório tanto para renovação de viveiro como para campo comercial, com elevada taxa de produção, refletindo numa melhor economia e rentabilidade para as empresas sucroenergética. Nas condições de campo do Nordeste Brasileiro os resultados obtidos da produção de mudas micropropagadas de cana-de-açúcar das variedades analisadas, demonstram parâmetros confiáveis e em alguns casos superiores ao cultivo convencional referente a tonelada por hectare (TCH).

A produção em larga escala de cana-de-açúcar micropropagada permitirá que os produtores sucroalcooleiros renovem seus campos, garantindo uma boa produtividade e alta qualidade de seus produtos, representando uma técnica viável para alcançar o aumento da produtividade de cana-de-açúcar para atender o mercado de biocombustíveis e alimentícios. Além de proporcionar uma redução de herbicidas pré e pós emergentes devido o estabelecimento das mudas no plantio e rápido fechamento das entre linhas no decorrer do seu desenvolvimento, menor quantidade de mão de obra no plantio, maior rapidez no estabelecimento e renovação de viveiros.

Assim as mudas micropropagadas podem aumentar a produtividade e a longevidade dos canaviais em até 40%, uma vez que possibilita melhor padrão fitossanitário com mudas sadias com maior intensidade de desenvolvimento vegetal, controle das condições ambientais do processo, produção o ano todo garantindo um ganho econômico e otimização da área utilizada para renovação varietal em viveiro primário. A produção em larga escala de canas matrizes, com qualidade genética e fitossanitária comprovadas, permitirá que os produtores renovem seus campos, garantindo uma boa produtividade e alta qualidade de seus produtos, sendo assim, mudas micropropagadas, produzidas sob condições controladas em laboratório, representam uma alternativa para o produtor que busca investir em qualidade, reduzir os custos de manejo de pragas e doenças e ainda aumentar sua produtividade.

A utilização de mudas micropropagadas oriundas da Biofábrica do CETENE, referente à pesquisa técnico científica com as empresas Usina Trapiche-PE, Usina Serra Grande-AL e a Estação Experimental de Cana-de-açúcar do Carpina EECAC/UFRPE, aclimatizando-as e avaliando seu desenvolvimento desde estufas agrícolas da Biofábrica e em campo de produção, contribuíram para o aumento da produtividade do setor canavieiro das empresas e instituições, através da oferta de mudas micropropagadas de cana-de-açúcar de alta qualidade para ampliação das áreas agrícolas.

Capítulo de Livro:

DIAS, A. L. DE F, ARAUJO, B.G.P, NASCIMENTO, D.V, MELO, J.C, LIMA, P.G, GUERRA, Y.L. Avaliação de métodos de desinfestação de ápices caulinares de cana-de-açúcar para cultivo in vitro. Livro Atena, Floricultura, plantas ornamentais e cultura de tecidos de plantas. Capítulo 3, pág. 24. 2020 DOI 10.22533/at.ed.7212030013. 2020.

Técnicas desenvolvidas:

1. Tratamento térmico e químico de palmitos de cana-de-açúcar: POP – MATRIZ – 001, Revisão: 04.
2. Coleta de cana-de-açúcar a partir de MPB: POP – MATRIZ – 002, Revisão: 04.
3. Aclimatização de plântulas de cana-de-açúcar : POP – MATRIZ – 007, Revisão:01.
4. Coleta de campo de cana-de-açúcar: POP – P&D – 011, Revisão:02.
5. Aplicação de defensivos agrícolas e fertilizantes: POP – MATRIZ – 019, Revisão: 02.
6. Repicagem de mudas de cana-de-açúcar na estufa: POP – MATRIZ – 022, Revisão: 02.
7. Matriseiro in vivo: POP BIOFAB – MATRIZ – 042.
8. Sistema de irrigação: POP BIOFAB – MATRIZ – 023 Revisão: 01.
9. Introdução de bandeiras: POP BIOFAB 008 – REV02.
10. Utilização da estufa para fins de pesquisa: POP BIOFAB 012 – REV02.
11. Coleta de dados do pluviômetro: POP BIOFAB 020 – REV02.
12. Limpeza das estufas: – POP BIOFAB 021 – REV02.
13. Poda: POP BIOFAB 024 – REV 01.

### **11 – Projeto: Bionematicida para o controle dos nematoides das galhas em espécies de importância agrícola**

Resumo:

Muitos são os fatores abióticos (estresse hídrico, estresse salino, entre outros) e bióticos (pragas e doenças) limitantes a produção e produtividade de espécies vegetais de importância agrícola. Dentre as doenças que acometem as espécies cultivadas tem-se a meloidoginose, causada por espécies de nematoides pertencentes ao gênero *Meloidogyne*. O controle do nematoide é complexo, e quando presente no solo de determinada área é praticamente impossível sua erradicação sendo necessária a adoção de medidas de controle: controle varietal; plantas resistentes a fitonematoides; controle cultural; controle químico e o controle biológico. O controle biológico, com a utilização de inimigos naturais, é muito importante no manejo dos nematoides, sendo uma opção que a cada dia ganha mais destaque, com um abundante o número de organismos encontrados no solo que atuam como predadores ou parasitas de fitonematoides, como fungos, bactérias, protistas, tardígrados, microartropodes e os próprios nematoides. Sendo os principais agentes de controle biológico de nematoides os fungos e bactérias. Desta forma, a utilização de fungos nematófagos no controle dos nematoides das galhas é uma opção que deve ser adotada no manejo da doença. Logo, o objetivo do presente projeto é realizar o isolamento de fungos, em solos de diferentes áreas de Pernambuco e Alagoas, capazes de controlar os nematoides das galhas em diferentes espécies cultivadas visando à produção de um bionematicida. Para isso, foram iniciadas as coletas de solo em 2020, com a obtenção de amostras de solo de 15 áreas agrícolas de diferentes regiões do estado de Pernambuco.

Dessas amostras foram preparadas 108 placas de petri pela metodologia de espalhamento de solo para isolamento de fungos nematófagos, no laboratório de Bioprocessos no CETENE. Os fungos isolados foram armazenados em triplicata em óleo mineral, água destilada e solução de glicerina 13%. Dos isolados fúngicos obtidos foram selecionados quatro (CTFN-18, CTFN-37.1, CTFN-49.2 e CTFN-41.2) para a primeira avaliação *in vitro* de parasitismo de *M. javanica*. Os fungos avaliados mostraram-se promissores na infestação *in vitro* de ovos e na redução da eclosão de juvenis (J2) da espécie *Meloidogyne javanica*, sendo os isolados CTFN-18 e CTFN-37.1 (*Trichoderma* spp.1 e *Trichoderma* spp. 2) mais eficientes no processo de parasitismo dos ovos. O isolado pertencente ao gênero *Gongronella* (CTFN-41.2) foi promissor e apresenta alto potencial biotecnológico. Experimentos estão sendo conduzidos no laboratório de Bioprocessos e em telado (CETENE) para avaliação dos isolados obtidos tanto *in vitro* quanto em vaso.

Artigos Publicados:

1. SANTOS, A. M. M.; SOUZA, L. M.; SILVA, J. F.; COSTA, C. S. R.; COUTINHO, F. P.; COSTA, K. D. S.; ARAÚJO, B. G. P. Parasitismo *in vitro* de *Meloidogyne javanica* por fungos nematófagos. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v.6, n.12, p.100602-100616.2020.

Capítulo de Livro:

2. SANTOS, A. M. M.; SOUZA, L. M.; ARAÚJO, B. G. P.; COSTA, K. D. S.; COSTA, C. S. R.; SANTOS, L. V. Fungos nematófagos: uma opção no manejo integrado dos nematoides das galhas. *As ciências agrárias e seus impactos na sociedade*. 02ed.: Brazilian Journals Editora, 2020, v., p. 348-374.

## COMPUTAÇÃO CIENTÍFICA

No ano de 2020 o CETENE atuou no desenvolvimento de três projetos da área Computação de Alto Desempenho e um projeto de Desenvolvimento de Sistemas. Os projetos foram desenvolvidos no recém-criado Laboratório de Computação Científica (LACC). os seguintes resultados foram alcançados:

### COMPUTAÇÃO DE ALTO DESEMPENHO

#### 1 – Projeto: Tópicos avançados em Inteligência Computacional 2 (Aprendizagem Profunda)

Resumo:

Os projetos listados no quadro de atividades fizeram parte da disciplina IN1164 Tópicos Avançados em Inteligência Computacional 2 (Aprendizagem Profunda) do programa de pós-graduação em Ciência da Computação do Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco. Os projetos foram desenvolvidos pelos alunos durante o segundo semestre de 2020.

Estes trabalhos são uma oportunidade de o aluno aplicar as técnicas de Aprendizagem Profunda (Deep Learning) que aprendeu em sala de aula e nos laboratórios na prática.

Os projetos normalmente estão relacionados com aplicações e modelos de aprendizagem profunda. No caso das aplicações, os alunos podem usar modelos aprendidos em aula e aplicá-los na resolução de um problema de seu interesse. No contexto de modelos, os alunos podem desenvolver um novo modelo ou adaptar modelos existentes e aplicar em problemas clássicos para avaliar seu desempenho. Os projetos devem apresentar resultados mensuráveis e comparados com o estado da arte da literatura. Os projetos foram desenvolvidos no cluster Neumann II do CETENE. O acesso ao cluster foi essencial para o desenvolvimento da disciplina, visto que os experimentos na área de aprendizagem profunda são custosos computacionalmente e não é viável seu desenvolvimento usando CPUs tradicionais. Para isso é necessária a utilização de placas GPU, como as disponibilizadas

no cluster, que permitem processar mais informações que os processadores tradicionais. O Centro de Informática não tem disponibilidade destas placas para os alunos.

Projetos, período previsto e período executado:

- Deep Networks Foundations: Initialization, Optimization, and Regularization 2020.2 2020.2
- Deep Learning for Tabular Data and Time Series 2020.2 2020.2
- Convolutional Neural Networks: ResNets, DenseNets, EfficientNets 2020.2 2020.2
- Computer Vision: Detection, Segmentation, and Advanced Tasks 2020.2 2020.2
- Recurrent Neural Networks: LSTM, GRU, QRNN 2020.2 2020.2
- Sequence-To-Sequence, Attention, Self-Attention, and Transformers 2020.2 2020.2
- Natural Language Processing and Language Models 2020.2 2020.2
- Generative Models: Generative Adversarial Networks 2020.2 2020.2
- Self-Supervision, Semi-Supervision, Graph Neural Networks, and Advanced Topics 2020.2 2020.2
- Neural Architecture Search and AutoML 2020.2 2020.2
- Meta-Learning, One-Shot, and Few-Shot Learning 2020.2 2020.2
- Limitations and Challenges: Out-of Distribution Detection and Adversarial Robustness 2020.2 2020.2

Resultados alcançados:

A disciplina contou com 40 alunos e foram desenvolvidos projetos com várias contribuições acadêmicas. Dentre os projetos vários foram submetidos a diferentes conferências na área de Aprendizagem de Máquina e Deep Learning como o IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems (IJCNN 2020) <https://www.ijcnn.org/>, o maior evento mundial na área de Redes Neurais Artificiais e o International Conference on Neural Networks (ICANN 2020).

Dentre os demais, alguns trabalhos estão sendo evoluídos para serem submetidos a outros congressos e periódicos da área com grande potencial de contribuição.

Importante destacar que muitos dos alunos começaram na disciplina parte de suas dissertações de mestrado e teses de doutorado. Desta forma, o cluster também está contribuindo para estes projetos.

Produção científica associada<sup>1</sup>:

1. P. Freitas de Araujo-Filho, G. Kaddoum, D. R. Campelo, A. Gondim Santos, D. Macêdo and C. Zanchettin, "Intrusion Detection for Cyber-Physical Systems Using Generative Adversarial Networks in Fog Environment," in IEEE Internet of Things Journal, vol. 8, no. 8, pp. 6247-6256, 15 April 2021, doi: 10.1109/IJOT.2020.3024800.
2. A. Ayala, B. Fernandes, F. Cruz, D. Macêdo, A. L. I. Oliveira and C. Zanchettin, "KutralNet: A Portable Deep Learning Model for Fire Recognition," 2020 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN), 2020, pp. 1-8, doi: 10.1109/IJCNN48605.2020.9207202.
3. R. B. das Neves, L. Felipe Verçosa, D. Macêdo, B. L. Dantas Bezerra and C. Zanchettin, "A Fast Fully Octave Convolutional Neural Network for Document Image Segmentation," 2020 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN), 2020, pp. 1-6, doi: 10.1109/IJCNN48605.2020.9206711.
4. J. A. Chagas Nunes, D. Macêdo and C. Zanchettin, "AM-MobileNet1D: A Portable Model for Speaker Recognition," 2020 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN), 2020, pp. 1-8, doi: 10.1109/IJCNN48605.2020.9207519.

---

<sup>1</sup> Não se aplica a cálculos de indicadores do CETENE.



5. J. Moreira, C. Oliveira, D. Macêdo, C. Zanchettin and L. Barbosa, "Distantly-Supervised Neural Relation Extraction with Side Information using BERT," 2020 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN), 2020, pp. 1-7, doi: 10.1109/IJCNN48605.2020.9206648
6. H. Felix et al., "Squeezed Deep 6DoF Object Detection using Knowledge Distillation," 2020 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN), 2020, pp. 1-7, doi: 10.1109/IJCNN48605.2020.9207459

## **2 – Projeto: Modelagem para Inovação Molecular (MODiMOL)**

### Resumo:

O Laboratório de Química Teórica Medicinal (LQTM), localizado no Depto. de Ciências Farmacêuticas da UFPE e inserido no contexto do grupo de pesquisa em Modelagem para Inovação Molecular (MODiMOL), vem atuando no desenvolvimento e implementação de software para abordagens in silico usadas na Inovação Molecular, particularmente na Inovação Terapêutica (fármacos, medicamentos, vacinas). Além de usar ferramentas próprias, também são utilizadas outras ferramentas computacionais com o intuito de estabelecer os melhores modelos moleculares para problemas de interesse biológico, farmacológico e imunológico. Os sistemas moleculares que têm sido estudados nestas áreas exigem uma alta demanda computacional, e isto justifica a utilização contínua de um sistema HPC (High Performance Computing) como o Cluster Neumann II.

### Resultados alcançados:

Ao longo deste primeiro ano de utilização do Cluster Neumann II, as tarefas submetidas ao sistema de filas estiveram relacionadas principalmente à dois projetos de pesquisa em andamento em que estamos participando:

- 1) "Reposicionamento de drogas com potencial ação contra doença de Chagas e Leishmanioses: abordagens computacionais, in vitro e in vivo".
- 2) "Inovadoras proteínas quiméricas de Leishmania (Viannia) braziliensis e sua avaliação em plataforma de citometria de fluxo no diagnóstico e monitoramento de Leishmaniose tegumentar americana".

Os sistemas moleculares que têm sido estudados nos projetos de pesquisa que temos em andamento exigem alta demanda computacional, e isto justifica a utilização contínua de um sistema HPC (High Performance Computing) como o Cluster Neumann II.

Os resultados que tem sido obtidos neste cluster têm sido importantes para nosso grupo de pesquisa, principalmente por causa da escassez de recursos computacionais de alta performance em ambiente multiusuário, particularmente no estado de Pernambuco. É digno de nota observar que o bom gerenciamento do Cluster Neumann II tem permitido uma contínua estabilidade para o sistema e, portanto, garantindo assim a realização das tarefas (cálculos) que são submetidos nas filas. Isto é importante, pois algumas destas tarefas podem durar de dias até semanas, sendo continuamente reiniciadas do ponto onde pararam nas filas longas, até concluírem seu objetivo final. Novos investimentos para manutenção e expansão do Cluster Neumann II seriam de grande valia para a comunidade científica pernambucana que depende de computação de alto desempenho (HPC), e causaria grande impacto em termos de pesquisa, desenvolvimento e inovação.

### Produção científica:

O projeto não publicou resultados científicos no período.

### ***3 – Projeto: Análise de SNPs (Single Nucleotide Polimorphysm) em genes de Aspergillus sp. visando a caracterização de isolados com potencial aplicação biotecnológica***

#### Resumo:

O gênero de fungos *Aspergillus* tem despertado interesse da comunidade científica há décadas, tanto pelas características patogênicas de algumas espécies, como pelo potencial biotecnológico. Dentre as inúmeras aplicações desses microrganismos pode-se citar: produção de vários ácidos e enzimas de interesse comercial, degradação de biomassa, solubilização de compostos fosfatados, sendo a última de grande interesse para a agricultura em regiões com baixa disponibilidade de fósforo, como é o caso do Nordeste brasileiro. Tais microrganismos apresentam capacidade de solubilizar fosfatos naturais, existentes ou adicionados ao solo, e os compostos de baixa solubilidade formados após a adição de fosfatos solúveis. Dessa forma, aumentam a disponibilidade de fósforo no meio ambiente contribuindo para a nutrição vegetal, aumentando o crescimento das plantas e a produtividade das culturas. Isto tem motivado pesquisas de incubação controlada. Identificar alterações genéticas pontuais, como Single Nucleotide Polimorphysm (SNPs), que estejam correlacionadas com características específicas de cada espécie, pode vir a maximizar a potencial aplicação do fungo em bioprocessos. Neste trabalho, aplicamos métodos de bioinformática para mapear SNPs em treze genomas de referência do gênero em questão. Para analisar as mais de 200 milhões de anotações resultantes do pipeline previamente descrito, foi modelado um esquema de banco de dados em formato estrela (data warehouse) no SGBD PostgreSQL. Após a identificação desses SNPs, se fez necessário o desenvolvimento de métodos em R para selecionar o melhor conjunto (combinação de primers), para amplificar as regiões que contenham tais variantes (métodos em desenvolvimento).

#### Resultados alcançados:

De acordo com os resultados prévios, o modelo desenvolvido possibilitou o cruzamento do SNP com a anotação do gene em que ele ocorre, para isto foram considerados os bancos de dados de anotação: KOG, KEGG e Gene Ontology. Como interface para visualização dos dados foi empregada a plataforma OLAP Pentaho. Como resultado, montamos uma infraestrutura de software que permite identificar SNPs, anotá-los, cruzar informações de acordo com o gene que o contém, assim como consultar os resultados em uma plataforma web. No momento, está sendo desenvolvida uma package R, nela métodos de otimização, como algoritmos genéticos, são empregados para selecionar o melhor conjunto de primers que maximizam o sinal filogenético. O projeto consiste em armazenamento e manipulação de um grande volume de dados, até o presente momento temos coletados e gerado 21 TB de informações. O método estado-da-arte DeepVariant, embora muito preciso, tem um alto custo computacional, por empregar redes neurais profundas, nesse contexto, executá-lo sobre a base de dados do Cetene, só foi possível pela disponibilização das GPUs do cluster Neumann II e sua nova reestruturação lógica.

### **DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS**

### ***4 – Projeto: Desenvolvimento da plataforma web do Sistema de Atendimento Multiusuário do CETENE***

#### Resumo:

O Sistema de Atendimento Multiusuário do CETENE tem como principal objetivo fornecer aos usuários externos e internos do centro acesso aos serviços de análise em microscopia, nanotecnologia e biotecnologia. O sistema permite o acompanhamento das atividades de análise, fornecendo informações do fluxo para os usuários cadastrados. A versão em desenvolvimento é voltada para solicitação das seguintes categorias de análise:

- Prestação de Serviços Tecnológicos Especializados (PSTE): análises solicitadas por empresas e pesquisadores sem acordo de cooperação científica com o CETENE;
- Acordos de cooperação: análises previstas em Termos de Ajustes vinculados a acordos de cooperação;
- Projetos institucionais: análises previstas nos planos de trabalho de projetos do Programa de Capacitação Institucional (PCI). Também se enquadram nessa categoria as análises dos pesquisadores e tecnólogos do quadro efetivo do CETENE.

O sistema em desenvolvimento permite o cadastro online de pesquisadores e seus respectivos projetos de pesquisa, permitindo a solicitação e agendamento de serviços. O fluxo de acompanhamento possui as funcionalidades de avaliação, agendamento, recebimento de amostras, inspeção de amostras, realização do ensaio, liberação dos resultados e retirada das amostras.

#### Resultados alcançados:

A versão atual da plataforma foi desenvolvida por meio do framework Web Laravel, com a linguagem PHP. As informações são armazenadas em um SGBD MySQL e o acesso ao sistema está disponível por meio da url <https://multiusuario.cetene.gov.br>.

#### Produção técnica<sup>2</sup>:

Código fonte do projeto disponível no repositório do CETENE por meio da url <https://git.cetene.gov.br>.

---

<sup>2</sup> Não é contabilizada para cálculo de indicador do CETENE.

### III. DESEMPENHO GERAL

A seguir é apresentado o quadro geral de desempenho de indicadores do CETENE apresentados no TCG 2020:

Indicadores	Unidade	Peso	Meta Contratada 2020	Executado 2020
<b>Físicos e Operacionais</b>				
<b>01. IG PUB – Índice Geral de Publicações</b>	NGPB/TNSE	3	1	<b>0,50</b>
<b>02. PPCI – Programas e Projetos de Cooperação Internacional</b>	NPPCI	1	0	<b>0</b>
<b>03. PPCN – Programas, Projetos e Ações de Cooperação Nacional</b>	NPPCN	3	25	<b>22</b>
<b>04. PcTD – Índice de Processos e Técnicas Desenvolvidas</b>	NPTD/TNSE	3	2,00	<b>0,25</b>
<b>05. IAT – Índice de Atendimento Tecnológico</b>	NRD/TNSE	3	100,00	<b>114,86</b>
<b>06. IPIn – Índice de Propriedade Intelectual</b>	NP/TNSE	3	1,00	<b>0</b>
<b>Administrativo-financeiros</b>				
<b>07. RREO – Relação entre Receitas Extraorçamentárias e Orçamentárias</b>	$[RE / (RE+OCC)] * 100$	1	10%	<b>8,22%</b>
<b>08. IEO – Índice de Execução Orçamentária</b>	VOE/LEA *100	3	100%	<b>95%</b>
<b>09. IEPCI – Índice de Execução do Recursos PCI</b>	$(REXEC/RAPORT) * 100$	1	100%	<b>95%</b>
<b>Recursos Humanos</b>				
<b>10. ICT – Índice de Capacitação e Treinamento</b>	$(Ps/M + N_H/MH + PERC) / 3$	2	50,00%	<b>96,07%</b>
<b>11. PRB – Participação Relativa de Bolsistas</b>	$NTB/(NTB+NTS) * 100$	0	0%	<b>59,00%</b>
<b>12. IPCI – Índice de Bolsistas PCI Relativo ao Total de Bolsistas</b>	$Bols\ PCI / Tot\ Bols * 100$	0	0	<b>77%</b>
<b>13. PRPT – Participação Relativa de Pessoal Terceirizado</b>	$NPT/(NPT+NTS) * 100$	0	50,00%	<b>62%</b>
<b>Inclusão Social</b>				
<b>14. PIS – Projetos de Inclusão Social</b>	NPIS	2	1	<b>1</b>

## IV. INDICADORES DE DESEMPENHO

A seguir são apresentadas análises individuais dos indicadores do TCG referentes a 2020, conforme Quadro Geral de Desempenho exposto na seção anterior.

### 01. IGPUB – Índice Geral de Publicações

---

**Indicador:** IGPUB – Índice Geral de Publicações.

**Objetivo:** medir o desempenho científico e tecnológico do CETENE a partir da produção do corpo de pesquisadores em projetos desenvolvidos pela instituição.

**Fórmula do indicador:**  $IGPUB = NGPB / TNSE$ .

**Unidade:** número de publicações por técnico, com duas casas decimais.

**NGPB** = (Nº de artigos publicados em periódico com ISSN indexado no SCI ou em outro banco de dados) + (Nº de artigos publicados em revista de divulgação científica nacional ou internacional) + (Nº de artigos completos publicados em evento técnico-científico nacional ou internacional) + (Nº de participações em livros), no ano. Serão considerados eventos técnico-científicos: congressos, conferências, encontros, simpósios, seminários e workshops, cujo tema esteja ligado às áreas de atuação do CETENE. Serão consideradas participações em livros: (a) a autoria de um capítulo, sendo computados tantos capítulos quantos tenham sido produzidos por autor vinculado ao Instituto; (b) organização de livro, contabilizada como uma participação, (c) autoria ou coautoria de livro inteiro, contabilizando-se nesse caso 5 (cinco) participações.

**TNSE** =  $\sum$  dos Técnicos de Nível Superior vinculados diretamente à pesquisa (pesquisadores, tecnólogos e bolsistas), com doze ou mais meses de atuação na Unidade de Pesquisa/MCTI completados ou a completar na vigência do TCG.

**Fonte da informação:** Plataforma Lattes (CNPq).

**Comprovação:** Lista de publicações informadas em cada projeto institucional mencionado no relatório de resultados

**Observação:** Considerar somente as publicações e textos efetivamente publicados no período. Resumos expandidos não devem ser incluídos.

---

Conforme apresentado na seção anterior, foram identificados 26 artigos publicados em periódicos, livros e anais de congressos, desenvolvidos por 44 bolsistas de nível superior (ANEXO 1) e 2 tecnólogos e pesquisadores do quadro de pessoal do CETENE, atingindo o seguinte resultado:

$$IGPUB = 26 / 52 = 0,50$$

### 02. PPCI – Programas e Projetos de Cooperação Internacional

---

**Objetivo:** medir o desempenho do CETENE na realização de parcerias com instituições e organizações estrangeiras para atendimento à missão institucional.

**Fórmula do indicador:**  $PPCI = NPPCI$ .

**Unidade:** Nº, sem casa decimal.

**NPPCI** = Número de programas e projetos vigentes em parceria formal com instituições estrangeiras no período. No caso de organismos internacionais, será omitida a referência a País.

**Fonte da informação:** Relatório da COTEC/CETENE.

**Comprovação:** Tabela contendo as seguintes colunas de informações sobre cada Cooperação: 1. Programa/Temática do Acordo; 2. Descrição do Acordo; 3. Nome da Instituição Parceira Estrangeira (não basta apenas citar a sigla); 4. País (caso não seja Organismo Internacional); 5. Período de Vigência; 6. Resultados apresentados no ano; e 7. Observações.

**Observação:** Entendem-se como parceria formal aquelas cooperações formalmente estabelecidas, com anuência do Diretor da Unidade, ainda que presentes aspectos básicos de formalidade, onde haja sinergia e efetiva troca de experiências entre os lados brasileiro e estrangeiro. Consideram-se ofícios, memorandos de entendimentos, acordos de cooperação técnica e congêneres para computo do indicador.

---

No ano de 2020 o CETENE não houve programa ou projeto de cooperação internacional:

**PPCI = 0**

### 03. PPCN – Programas, Projetos e Ações de Cooperação Nacional

---

**Objetivo:** medir a quantidade de programas e projetos implementados pelo CETENE junto a instituições situadas em território brasileiro.

**Fórmula do indicador:**  $PPCN = NPPCN$ .

**Unidade:** Nº, sem casa decimal.

**NPPCN** = Número de Programas e Projetos vigentes em parceria formal com instituições nacionais no ano.

**Fonte da informação:** Relatório da COTEC/CETENE.

**Comprovação:** Tabela contendo as seguintes informações sobre cada Cooperação: 1. Programa/Temática do Acordo; 2. Descrição do Acordo; 3. Nome da Instituição Parceira (não basta apenas citar a sigla); 4. Período de Vigência; 5. Resultados apresentados no ano; e 6. Observações.

**Observação:** Entendem-se como parceria formal aquelas cooperações formalmente estabelecidas entre as Instituições Nacionais, com anuência do Diretor da Unidade. Consideram-se para computo do indicador Acordos de Cooperação Técnico-Científica e congêneres. Considerar apenas os Programas e Projetos vigentes em parceria formal com instituições nacionais.

---

Os projetos de cooperação institucional nacional firmados pelo CETENE em 2020 podem ser consultados no ANEXO 1 deste documento onde, conforme exposto, é apresetado seguinte resultado:

**PPCN = 22**

### 04. PcTD – Índice de Processos e Técnicas Desenvolvidas

---

**Objetivo:** medir a participação de colaboradores de nível superior que atuam no CETENE no desenvolvimento de procedimentos operacionais padronizados, visando a minimizar desvios na execução das atividades e assegurar que as ações tomadas para a garantia da qualidade sejam padronizadas e executadas conforme o planejado.

**Fórmula do indicador:**  $PcTD = NPTD / TNSE$ .

**Unidade:** Nº de Processos e Técnicas Desenvolvidas por técnico, com duas casas decimais.

**NPTD** = (Nº de Processos Desenvolvidos no ano) + (Nº de Técnicas Desenvolvidas no ano).

**TNSE** =  $\sum$  dos Técnicos de Nível Superior vinculados diretamente à pesquisa (pesquisadores, tecnólogos e bolsistas), com doze ou mais meses de atuação na Unidade de Pesquisa/MCTI completados ou a completar na vigência do TCG.

**Fonte da informação:** Relatórios da COTEC/CETENE.

**Comprovação:** Documentos com os registros dos processos e técnicas desenvolvidos

**Observação:** Considerar somente os processos e técnicas efetivamente concluídas no período. Processos e técnicas em andamento não devem ser incluídas.

---

Conforme apresentado na seção anterior, foram identificados 13 procedimentos e técnicas desenvolvidos pelo corpo técnico do CETENE, constituído por 44 bolsistas de nível superior (ANEXO 2) e 3 tecnólogos e 2 pesquisadores do quadro de pessoal do CETENE, gerando o seguinte resultado:

**PcTD = 13 / 52 = 0,25**

## 05. IAT – Índice de Atendimento Tecnológico

**Objetivo:** medir o desempenho do CETENE no atendimento à sociedade por meio da prestação de serviços tecnológicos.

**Fórmula do indicador:**  $IAT = NRD / TNSE$ .

**Unidade:** N<sup>o</sup> de relatórios de atendimentos por técnico, com duas casas decimais.

**NRD** = Número de relatórios e documentos referentes a produtos ou serviços contratados ou adquiridos da UP e atendimento multiusuário realizado.

**TNSE** =  $\sum$  dos Técnicos de Nível Superior vinculados diretamente à pesquisa (pesquisadores, tecnólogos e bolsistas), com doze ou mais meses de atuação na Unidade de Pesquisa/MCTI completados ou a completar na vigência do TCG.

**Fonte da informação:** Relatórios da COTEC/CETENE.

**Comprovação:** Relatórios de serviços prestados pelas unidades do CETENE.

**Observação:** Considerar somente os produtos, serviços tecnológicos e análises laboratoriais efetivamente solicitadas no período. Produtos, serviços tecnológicos e análises em negociação não devem ser incluídos.

De acordo com os levantamentos realizados no CETENE, foram contabilizadas 3.532 análises/atendimentos realizados na área de Biotecnologia e 639 em Nanotecnologia/Microscopia, chegando-se ao seguinte resultado:

$$IAT = 5.971/52 = 114,86$$

No ano de 2020 foram realizadas 579 análises e processadas 2.866 amostras na Central Analítica. Estes atendimentos foram realizados a três (3) instituições públicas brasileiras, além do próprio CETENE: UFPE, UFRPE e UFPB distribuídos entre os 04 equipamentos em funcionamento e disponíveis para utilização na Plataforma Multiusuário, conforme a planilha a seguir.

<b>Central Analítica</b>			
Equipamento: HPLC			
	1º Semestre	2º Semestre	Total
Análises realizadas	06	-	06
Amostras processadas	11	-	11
Equipamento: MALDI-TOF			
	1º Semestre	2º Semestre	Total
Análises realizadas	573	0	573
Amostras processadas	2542	313	2855
<b>Indicadores da Central Analítica em 2020</b>			
	1º Semestre	2º Semestre	Total
<b>Análises realizadas</b>	<b>579</b>	<b>313</b>	<b>579</b>
<b>Amostras processadas</b>	<b>2553</b>	<b>313</b>	<b>2866</b>
Instituições atendidas		4	

No ano de 2020 foram realizados 128 atendimentos no Laboratório de Bioprocessos do CETENE – LABIO. Estes atendimentos foram distribuídos entre os 14 diferentes equipamentos disponíveis para utilização na Plataforma Multiusuário (cabine de segurança biológica, autoclave, incubadora biológica, incubadora com agitação orbital, espectrofotômetro, macrocentrífuga refrigerada, estufa de esterilização, liofilizador, estufa de secagem com circulação, banho maria, ultrafreezer, microcentrífuga, ultrassom e moinho de facas).

As **instituições atendidas** pelo LABIO foram: CETENE, UFPE, UFRPE e EMBRAPA.

<b>Bioprocessos</b>			
	1º Semestre	2º Semestre	Total
Atendimentos	128	0	128
<b>Biossegurança Nível 2</b>			
	1º Semestre	2º Semestre	Total
Atendimentos	0	0	0

Já no LAFIP – Laboratório de Fitoquímicos e Processos no ano de 2020 foram realizados 57 atendimentos em 24 tipos de diferentes equipamentos disponíveis para a Plataforma Multiusuário (agitador magnético, balança analítica, balança semi-analítica, banho maria, banho ultrassônico, bomba a vácuo, centrífuga, manta aquecedora 1l, manta aquecedora 5l, mini centrífuga, mini moinho, moinho, pHmetro, prensa, soxhlet, speed vácuo, trape, vortex, c20 coulometric, titulador Karl Fisher DL 22, rota evaporador, viscosímetro e ase – extratora automática).

As **instituições atendidas** pelo LAFIP foram: CETENE e UFPE.

<b>LAFIP</b>			
	1º Semestre	2º Semestre	Total
Análises	0	57	57
Amostras	695	1.643	2.338

Nas áreas de **Nanotecnologia/Nanomateriais e Microscopia**, o CETENE realizou atendimentos tecnológicos de acordo com os quadros a seguir:

<b>Intitutos atendidos</b>
ITEMM Moura – Instituto de Tecnologia Edson Mororó Moura
CETENE – Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste
Fundação Oswaldo Cruz – Instituto Aggeu Magalhães
UESB – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
UFC – Universidade Federal do Ceará
UFPB – Universidade Federal da Paraíba
UFPE – Universidade Federal de Pernambuco
UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco

#### **Laboratório de Caracterização de Materiais**

<b>Equipamento: Analisador de Área Superficial e Porosidade</b>			
		1º semestre	2º semestre
Usuários	5		
Análises	100	56	44
Amostras	28	22	50



<b>Equipamento: Analisador Térmico (TG/DSC)</b>			
Usuários	30	1° semestre	2° semestre
Análises	48	34	14
Amostras	40	29	11

<b>Equipamento: DRX – Difratorômetro de Raios X</b>			
Usuários	4	1° semestre	2° semestre
Análises	24	8	16
Amostras	86	32	54

<b>Equipamento: Potencial Zeta e Tamanho de Partículas por DLS</b>			
Usuários	4	1° semestre	2° semestre
Análises	5	1	4
Amostras	23	1	22

<b>Equipamento: Tamanho de Partículas por Difração a Laser</b>			
Usuários	2	1° semestre	2° semestre
Análises	2	2	0
Amostras	30	12	18

<b>Equipamento: Reômetro</b>			
Usuários	1	1° semestre	2° semestre
Análises	1	0	1
Amostras	12	0	12

<b>Equipamento: Espectropolarímetro (dicroísmo circular)</b>			
Usuários	1	1° semestre	2° semestre
Análises	4	4	0
Amostras	4	4	0

<b>Equipamento: FTIR</b>			
Usuários	5	1o Semestre	2o Semestre
Análises	11	8	3
Amostras	60	34	26

## Laboratório de Microscopia e Microanálise

Equipamento: MEV – Microscópio Eletrônico de Varredura			
Usuários	5	1o Semestre	2o Semestre
Análises	18	18	0
Amostras	58	58	0

Equipamento: MET – Microscópio Eletrônico de Transmissão (MORGAGNI)			
Usuários	5	1o Semestre	2o Semestre
Análises	9	5	4
Amostras	30	18	12

Equipamento: MO – Microscópio Óptico			
Usuários	1	1o Semestre	2o Semestre
Análises	1	1	0
Amostras	5	5	0

Equipamento: MFL – Microscópio de Fluorescência			
Usuários	2	1o Semestre	2o Semestre
Análises	3	3	0
Amostras	21	21	0

Equipamento: Microscópio Raman			
Usuários	2	1o Semestre	2o Semestre
Análises	4	12	0
Amostras	12	0	0

## 06. IPIn – Índice de Propriedade Intelectual

**Objetivo:** medir a participação do corpo técnico do CETENE no número de pedidos de privilégio de propriedade intelectual protocolados no país e no exterior acrescido do número de patentes concedidas no país e no exterior.

**Fórmula do indicador:**  $IPIn = NP / TNSE$ .

**Unidade:** Número de pedidos de privilégio de propriedade intelectual protocolados no país e no exterior acrescido do número de patentes concedidas no país e no exterior, no ano por técnico com duas casas decimais.

**TNSE** =  $\Sigma$  dos Técnicos de Nível Superior vinculados diretamente à pesquisa (pesquisadores, tecnólogos e bolsistas), com doze ou mais meses de atuação na Unidade de Pesquisa/MCTI completados ou a completar na vigência do TCG.

**Fonte da informação:** Sistemas de informações do INPI e Plataforma Lattes do CNPq.

**Comprovação:** Documentos com os pedidos de privilégio de propriedade intelectual.

**Observação:** Considerar como pedidos de privilégio de propriedade intelectual os Pedidos de Privilégio de Patente, Protótipos, Softwares, Modelo de Utilidade e Direitos Autorais.

No ano de 2020 não houve solicitação de privilégio de propriedade intelectual realizado por pesquisador do quadro técnico do CETENE, formado por 5 técnicos, 3 tecnologistas e 44 bolsistas.

$$IPI_n = 0 / 52 = 0$$

## 07. RREO – Relação entre Receitas Extraordinárias e Orçamentárias

---

**Indicador:** RREO – Índice de Relação entre Receitas Extraorçamentárias e Orçamentárias.

**Objetivo:** medir a participação de receitas extraorçamentárias no total de recursos captados pelo CETENE, refletindo-se em sua autossustentabilidade financeira.

**Fórmula do indicador:**  $RREO = [RE / (RE+OCC)] * 100$

**Unidade:** %, sem casa decimal.

**RE** = Receita extraorçamentária (inclusive provenientes de Convênios; Fundos Setoriais; Fontes de Apoio à Pesquisa, inclusive as que ingressem via Fundações de Apoio; Receitas diretamente arrecadadas por prestação de serviços) efetivamente ingressadas no ano devigência do TCG.

**OCC** = Dotação orçamentária aprovada na LOA, compreendendo recursos em custeio e capital oriundos do Tesouro Nacional.

**Fonte da informação:** Relatórios Gerenciais do Tesouro e da FUNDEP.

**Comprovação:** Memória de cálculo contendo, inclusive, as fontes de recursos extraorçamentários recebidos (exemplo: número do convênio; órgão conveniente e finalidade do recurso).

**Observação:** Podem-se considerar os auxílios individuais concedidos diretamente aos pesquisadores pelo CNPq e Fundações de Amparo à Pesquisa. Entretanto, deve-se obrigatoriamente comprovar que tais recursos foram gastos efetivamente com pesquisas relacionadas às do CETENE. Assim, evita-se que haja distorção no cálculo do montante de recursos efetivamente arrecadados no ano. Não deverão ser computadas dotações contingenciadas.

---

RE = R\$ 494.060,39

OCC = R\$ 5.519.912,00

$$RREO = [494.060,39 / (494.060,39+5.519.912,00)] * 100 = 8,22\%$$

## 08. IEO – Índice de Execução Orçamentária

---

**Indicador:** IEO – Índice de Execução Orçamentária

**Objetivo:** medir o nível de execução orçamentária para atendimento das necessidades do CETENE, verificando a capacidade de utilização dos recursos orçamentários no exercício.

**Fórmula do indicador:**  $IEO = VOE / LEA * 100$ .

**Unidade:** %, usar duas casas decimais.

**VOE** = Recursos de custeio e capital provenientes do Tesouro Nacional, efetivamente empenhados no ano de vigência do TCG.

**LEA** = Limite de empenho do orçamento autorizado para o ano de vigência do TCG.

**Fonte da informação:** Relatório do Tesouro Gerencial.

**Comprovação:** Memória de cálculo com recursos de custeio e capital provenientes do Tesouro Nacional, efetivamente empenhados no ano de vigência do TCG.

---

Embora com resultado um pouco abaixo do contratado, considera-se a meta como cumprida. A diferença se deve à não-realização da receita arrecadada em sua totalidade. A seguir estão os valores que embasam o cálculo do resultado:

VOE = R\$ 5.303.236,00

LEA = R\$ 5.519.912,00

$$\text{IEO} = \text{VOE} / \text{LEA} * 100 = 5.303.236,00/5.519.912,00 * 100 = 0,9607 = 96,07\%$$

## 09. IEPCI – Índice de Execução de Recursos do Programa PCI

---

**Indicador:** IEPCI – Índice de Execução dos Recursos PCI.

**Objetivo:** medir o grau de alcance do objetivo estratégico “Prover recursos humanos adequados às necessidades do CETENE” e propiciar, ao MCTI e aos cidadãos, fonte tempestiva de informações a respeito do Programa PCI.

**Fórmula do indicador:** Valor dos recursos PCI executados no ano / valores dos recursos PCI aportados no ano.

**Fonte de informação:** Plataforma Carlos Chagas (CNPq).

**Comprovação:** Tabela contendo informações dos bolsistas (nome do bolsista, lotação, período da contratação, tipo de bolsa).

---

Valor dos recursos PCI executados no ano = R\$ 810.420,00

Valores dos recursos PCI aportados no ano = R\$ 852.030,00

$$\text{IEPCI} = 810.420,00 / 852.030,00 = 95\%$$

## 10. ICT – Índice de Capacitação e Treinamento

---

**Indicador:** ICT – Índice de Capacitação e Treinamento.

**Objetivo:** medir o alcance das ações de capacitação e treinamento proporcionadas pelo CETENE visando à qualificação do seu quadro de recursos humanos.

**Fórmula do indicador:**  $\text{ICT} = [(P_S/M + N_H/M_H + \text{PERC}) / 3] * 100$ .

**Unidade:** Nº, com duas casas decimais.

**P<sub>S</sub>** = porcentagem dos recursos humanos da respectiva unidade de pesquisa que participaram, no ano de vigência do TCG, de programas e eventos de capacitação e treinamento externos ao CETENE. (Número com duas casas decimais).

**M** = capacitar 10% do número total de servidores da Unidade. (M = meta de porcentagem de recursos humanos do CETENE para participarem, no ano de vigência do TCG, de programas e eventos de capacitação e treinamento externos à UP).

**N<sub>H</sub>** = relação entre o número de "horas-capacitação" de participação dos recursos humanos da respectiva Unidade de Pesquisa em medidas de capacitação e treinamento no ano. Não arredondar.

**M<sub>H</sub> = 100h** (M<sub>H</sub> = meta pactuada para número de "horas-capacitação" dos recursos humanos da respectiva UP que devem participar de medidas de capacitação e treinamento).

**PERC** = percentual de execução dos recursos específicos para capacitação.

**Fonte da informação:** Relatório do Serviço de Pessoal do CETENE.

**Comprovação:** Tabela de capacitações e treinamentos realizados ao longo do período de vigência do TCG.

**Observação:** As metas pactuadas no âmbito deste indicador devem estar de acordo com o Plano Anual de Capacitação da Unidade.

---

Foi executado o montante R\$ 2.447,00 (dois mil quatrocentos e quarenta e sete reais) em rubrica de capacitação e treinamento. O planejamento inicial para o exercício de 2020 previa executar R\$50.000,00 (cinquenta mil reais) com ações de capacitação/treinamento em 40 horas-capacitação por servidor. Foram capacitados/treinados 3 (três) servidores em 2020, distribuídos em 7 (sete) ações de capacitação/treinamento e em 280 (duzentos e oitenta) horas de atividades acompanhadas pelo Serviço de Pessoal (SESEP/COGEA). Tendo em

vista o impacto da pandemia de COVID-19 em 2020, as ações de capacitação e treinamento previstas para o período não foram executadas a contento. Assim, temos o seguinte resultado:

- 9,67% dos 31 (trinta e um) servidores e empregados públicos do CETENE/MCTI participaram de ações de capacitação/treinamento em 2020;
- 4,89% dos recursos orçamentários previstos foram efetivamente executados com ações de capacitação/treinamento em 2020; e
- 22,58% das 1.240 horas-capacitação previstas para o período foram executadas.

$$ICT = [(0,10 + 0,05 + 0,23) / 3] * 100$$
$$ICT = 0,12 \text{ ou } 12\%$$

## 11. PRB – Participação Relativa de Bolsistas

---

**Indicador:** PRB – Participação Relativa de Bolsistas

**Objetivo:** medir a participação de bolsistas no número total de recursos humanos vinculados ao CETENE para verificar o peso da formação de recursos humanos por meio de bolsa na instituição.

**Fórmula do indicador:**  $PRB = [NTB / (NTB + NTS)] * 100$

**Unidade:** %, sem casa decimal.

**NTB =**  $\Sigma$  dos bolsistas (PCI, RD, etc.), no ano.

**NTS =** N<sup>o</sup> total de servidores em todas as carreiras, no ano.

**Fonte da informação:** Relatório do Serviço de Pessoal do CETENE.

**Comprovação:** Tabela com dados dos bolsistas e servidores que atuam no CETENE.

---

A Participação Relativa de Bolsistas aumentou em 2020 (59%), tendo em vista a abertura de novas vagas do Programa de Capacitação Institucional (PCI) durante o período. Vale a pena ressaltar que houve elevação no número de servidores da instituição, decorrente da cessão de empregados públicos anistiados do antigo Ministério das Comunicações, lotados em serviços administrativos, o que não reflete necessariamente um reforço no número de servidores nas carreiras de Ciência e Tecnologia.

$$PRB: [44/44+31]*100 = 58,66 \text{ ou } 59\%$$

## 12. IPCI – Índice de Bolsistas PCI Relativo ao Total de Bolsistas

---

**Indicador:** IPCI – Índice de Bolsistas PCI em Relação ao Total de Bolsistas

**Objetivo:** medir a participação do número de bolsistas do PCI no conjunto total de bolsistas para demonstrar o grau de dependência do CETENE ao programa, demonstrando também a necessidade de provimento de recursos humanos adequados às necessidades do CETENE.

**Fórmula do indicador:** Somatório de bolsistas contratados via programa PCI / Número total de bolsistas \* 100.

**Fonte de informação:** Plataforma Carlos Chagas (CNPq) e relatório do Serviço de Pessoal do CETENE.

**Comprovação:** Tabela contendo informações dos bolsistas (nome do bolsista, lotação, período da contratação, tipo de bolsa).

---

Dos 44 bolsistas em atividade no CETENE em dezembro de 2020, 77% estavam vinculados ao Programa de Capacitação Institucional (PCI), que teve a abertura de novas vagas autorizadas pelo MCTI ao longo do período analisado.

$$\text{IPCI: } [34/44] * 100 = 77,27 \text{ ou } 77\%$$

### 13. PRPT – Participação Relativa de Pessoal Terceirizado

---

**Indicador:** PRPT – Participação Relativa de Pessoal Terceirizado

**Objetivo:** medir o grau de participação do pessoal terceirizado no número total de servidores do quadro do CETENE, exibindo o grau de dependência da instituição a este tipo de mão-de-obra.

**Fórmula do indicador:**  $\text{PRPT} = [ \text{NPT} / (\text{NPT} + \text{NTS}) ] * 100$

**Unidade:** %, sem casa decimal.

**NPT** =  $\Sigma$  do pessoal terceirizado, no ano.

**NTS** = N<sup>o</sup> total de servidores em todas as carreiras, no ano.

**Fonte de informação:** Relatório do Serviço de Pessoal do CETENE.

**Comprovação:** Tabela com dados do pessoal terceirizado e servidores do quadro do CETENE.

---

Verificou-se uma estabilidade do número de funcionários terceirizados em 2020 (61,72%), se comparado ao percentual de 2019 (62,82%), conforme cálculo da Participação Relativa de Pessoal Terceirizado. O CETENE apresenta um elevado grau de terceirização de mão-de-obra e a instituição não foi contemplada com vagas em concurso público desde sua criação como Unidade de Pesquisa do MCTI em 2016. Ao final de 2020, o CETENE contava com 31 servidores e empregados públicos em seu quadro efetivo de pessoal.

$$\text{PRPT: } [50/50+31] * 100 = 61,72 \text{ ou } 62\%$$

### 14. PIS – Projetos de Inclusão Social

---

**Indicador:** PIS – Projetos de Inclusão Social

**Objetivo:** medir o número de projetos de extensão no CETENE com foco na inclusão social.

**Fórmula do indicador:**  $\text{PIS} = \text{NPIS}$ .

**Unidade:** N<sup>o</sup> de projetos sociais nas áreas de atuação do CETENE, isoladamente ou em parceria com outras organizações públicas ou privadas.

**NPIS** = N<sup>o</sup> de projetos sociais nas áreas de atuação do CETENE, isoladamente ou em parceria com outras organizações públicas ou privadas, formalizadas no ano.

**Fonte da informação:** Relatório da COTEC/CETENE.

**Comprovação:** Tabela com a relação de projetos.

**Observação:** Projetos sociais em negociação não devem ser incluídos.

---

O Programa **FUTURAS CIENTISTAS** visa a aumentar o interesse e a participação das mulheres nas diversas áreas de ciência e tecnologia, destinado a alunas e professoras do ensino médio de escolas públicas estaduais da região metropolitana de Recife. Esta iniciativa representa uma ação de inclusão social do CETENE. Com isso, temos o seguinte resultado:

$$\text{PIS} = 1$$

## ANEXO 1

<b>Instituições em acordos de cooperação com o CETENE vigentes em 2020</b>
1. CENTRO DE PESQUISAS AMBIENTAIS DO NORDESTE – CEPAN
2. CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO – CNPq
3. ESCOLA TÉCNICA PROFESSOR AGAMENON MAGALHÃES – ETEPAM
4. FACULDADE DE SAÚDE DE PAULISTA – FASUP
5. FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ – FIOCRUZ
6. INSTITUTO DE TECNOLOGIA EDSON MORORÓ MOURA – ITEM
7. INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO – IFPE
8. JARDIM BOTÂNICO DO RECIFE / PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE – JBR
9. SECRETARIA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO DE PERNAMBUCO – SECTI/PE
10. SERVIÇO DE TECNOLOGIA ALTERNATIVA (MATA-ATLÂNTICA) – SERTTA
11. UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO – UPE
12. UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA – UFPB
13. UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL
14. UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ – UFC
15. UNIVERSIDADE FEDERAL DE BRASÍLIA – FUB/UNB
16. UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – UFCG
17. UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE
18. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA – UFSM
19. UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO – UFES
20. UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ – UFOPA
21. UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI
22. UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO – UFRPE

## ANEXO 2

<b>Bolsistas que atuaram no CETENE em 2020</b>		
<b>Nome</b>	<b>Agência Financiadora</b>	<b>Titulação</b>
23. ADELINO NETO	FUNDEP	GRADUAÇÃO
24. AGUSTÍN ALEJANDRO ORTIZ DÍAZ	CNPq	DOUTORADO
25. ALINE DE ANDRADE ALVES	CNPq	DOUTORADO
26. ALMERINDA AGRELLI	CNPq	DOUTORADO
27. ANA MARIA MACIEL DOS SANTOS	CNPq	DOUTORADO
28. AUDREY NUNES DE ANDRADE	CNPq	DOUTORADO
29. CALINK INDIARA DO LIVRAMENTO DOS SANTOS	CNPq	DOUTORADO
30. CARINA LUCENA MENDES MARQUES	CNPq	DOUTORADO
31. CARINE EMILE MENEZES LAGRANGE	CNPq	DOUTORADO
32. CAROLINA BARBOSA MALAFAIA	CNPq	DOUTORADO
33. CECÍLIA SANTOS SILVA	CNPq	DOUTORADO
34. CÍCERO INÁCIO DA SILVA FILHO	CNPq	DOUTORADO
35. DENILSON DE VASCONCELOS FREITAS	CNPq	DOUTORADO
36. DIÓGENES VÍRGINIO DO NASCIMENTO	CNPq	MESTRADO
37. EDMILSON CLARINDO DE SIQUEIRA	CNPq	DOUTORADO
38. EMILIANNY RAFAELY BATISTA MAGALHÃES	CNPq	DOUTORADO
39. FABIANA APARECIDA CAVALCANTE SILVA	CNPq	DOUTORADO
40. FELIPE LIRA DE SÁ CAVALCANTI	CNPq	DOUTORADO
41. FERNANDA HELENA NASCIMENTO DE ANDRADE	CNPq	MESTRADO
42. FILIPE NEIMAHER BILHERI	CNPq	DOUTORADO
43. ISABEL RENATA DE SOUZA ARRUDA	CNPq	DOUTORADO
44. JOSÉ ENEDILTON MEDEIROS PEREIRA	CNPq	DOUTORADO
45. JOSELMA FERREIRA DA SILVA	CNPq	ESPECIALIZAÇÃO
46. LARA FERNANDES LOGUERCIO	CNPq	DOUTORADO
47. LEONARDO JOSÉ LINS MACIEL	CNPq	DOUTORADO
48. LINDOMAR MARIA DE SOUZA	CNPq	DOUTORADO
49. LUIZ EDUARDO GOMES	CNPq	DOUTORADO
50. LUZIA REJANE LISBÔA SANTOS	CNPq	DOUTORADO
51. MÁRCIA REJANE SANTOS DA SILVA	CNPq	DOUTORADO
52. MÁRCIO AKIO OOTANI	CNPq	DOUTORADO
53. MARIA PALOMA SILVA DE BARROS	CNPq	DOUTORADO
54. MARTA RIBEIRO BARBOSA	CNPq	DOUTORADO
55. MILENA FERNANDES DA SILVA	CNPq	DOUTORADO
56. MUHAMMAD NISAR	CNPq	DOUTORADO



<b>Bolsistas que atuaram no CETENE em 2020</b>		
<b>Nome</b>	<b>Agência Financiadora</b>	<b>Titulação</b>
57. NIEDJA FITTIPALDI VASCONCELOS	FACEPE	DOUTORADO
58. PÁBLO EUGÊNIO DA COSTA E SILVA	CNPq	DOUTORADO
59. RAYANE CRISTINE SANTOS DA SILVA	CNPq	DOUTORADO
60. ROGÉRIO DOS SANTOS ROSA	CNPq	DOUTORADO
61. TARCIANA SILVA DOS SANTOS	CNPq	DOUTORADO
62. THIAGO SILVA DE ALMEIDA	CNPq	MESTRADO
63. TÚLIO DIEGO DA SILVA	CNPq	DOUTORADO
64. VANESSA NATÁLIA DE LIMA	CNPq	DOUTORADO
65. VANINE SABINO DE MOURA	CNPq	MESTRADO
66. VINICIUS MEIRELLI MENDONÇA	CNPq	DOUTORADO