



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES – MCTIC
CENTRO DE TECNOLOGIAS ESTRATÉGICAS DO NORDESTE – CETENE

TERMO DE COMPROMISSO DE GESTÃO

RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO ANUAL

ANO DE REFERÊNCIA – 2019

RECIFE/PE, ABRIL DE 2020.

SUMÁRIO

I. INTRODUÇÃO

II. RESUMO DOS RESULTADOS DE P&D

Nanotecnologia

Biotecnologia

Microeletrônica e Computação Científica

III. DESEMPENHO GERAL

IV. INDICADORES DE DESEMPENHO

I. INTRODUÇÃO

Ao longo do ano de 2019 o CETENE deu continuidade à priorização de linhas de pesquisa estratégicas, associadas ao desenvolvimento estratégico da Região NE.

Além disso, o CETENE vem intensificando as iniciativas que estão dando suporte ao Sistema de Atendimento Multiusuário, ampliando em 2019 suas ações voltadas a incentivar e dar suporte a linhas de pesquisa de outros institutos e centros de pesquisa em vários Estados da Federação.

Desta forma, continuam sendo priorizadas as ações de P&D resumidas em três categorias:

1. Projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) de interesse estratégico institucional;
2. Prestação de serviços tecnológicos para os setores econômicos;
3. Atendimentos aos usuários acadêmicos, para o apoio à realização das pesquisas das Instituições Científicas e Tecnológicas (ICTs).

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 P&D, o CETENE obteve resultados nas seguintes linhas de pesquisa, abaixo listadas por núcleo de ação de desenvolvimento tecnológico:

- **Nanotecnologia/Nanomateriais:**

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 H₂ 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 TiO₂ para uso na fotodegradação de poluentes emergentes;
5. Síntese assistida por micro-ondas em única etapa de compósito polimérico TiO₂/PANI/Au e sua aplicação para geração de H₂;
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 e Produção:**

1. Desenvolvimento e validação de métodos analíticos para determinação de compostos por cromatografia gasosa por ionização de chama;

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. Estabelecimento de protocolos para propagação *in vitro* de arbóreas;
6. Efeito do fotoautotrofismo na rustificação de espécies arbóreas micropropagadas: Aspectos de produção para conservação da biodiversidade;
7. Propagação *in vitro* de espécies arbóreas de interesse socioeconômico e ecológico da Mata Atlântica;
8. 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;
9. Otimização da produção bacteriana de membrana plástica PHA;
10. Otimização de produção de biosurfactante utilizando resíduos agroindustriais;
11. Nanofertilizantes: Sistemas inteligentes para distribuição de nutrientes em cana-de-açúcar;
12. Avaliação de indicadores de produtividade de mudas micropropagadas desde estufas agrícolas até o seu desenvolvimento dentro de campos da Região Nordeste;
13. Otimização de processos da produção de biocombustíveis em escala de bancada e piloto.

• **Tecnologia da Informação e Comunicação – Sistemas Eletrônicos de Aplicação Específica e Computação Científica**

1. Moura Connect – Sistema para Monitoramento de Acumuladores Elétricos;
2. Moura BESS – Plataforma para Monitoramento Remoto de Sistemas de Armazenamento de Energia;
3. Tópicos avançados em Inteligência Computacional (Aprendizagem Profunda);
4. Dinâmica de reações químicas e de processos de espalhamento sob a perspectiva da teoria END: Efeito dos acoplamentos não-adiabáticos, desenvolvimento e implementação de novas metodologias;
5. Integração teoria-experimento aplicada no desenvolvimento de novos materiais macios micelares;
6. Simulação computacional: desenvolvimento e aplicações;
7. Análise de SNPs (Single Nucleotide Polymorphism) em genes de *Aspergillus* sp. visando a caracterização de isolados com potencial aplicação biotecnológica.
8. Desenvolvimento da Plataforma Web do Sistema de Atendimento Multiusuário do CETENE

Em 2019, os vários projetos em execução no CETENE alcançaram resultados satisfatórios, mantendo-se dentro das metas previstas. Além das atividades de pesquisa, indicadas abaixo, o CETENE atuou na prestação de serviço tecnológico para diferentes instituições de vários estados da Federação. Os projetos internos de PD&I, durante o período de 2019, 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 2019 estão apresentados por Núcleo de Competência, a seguir.

II. RESUMO DOS RESULTADOS DE PD&I

NANOTECNOLOGIA

Ao longo do ano de 2019 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. Foram alcançados em 2019 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 TiO₂ altamente orientado, sensibilizado por AgInSe₂ para melhorar a atividade fotocatalítica na região visível do espectro solar, a fim de produzir hidrogênio e outras aplicações possíveis. Nts de TiO₂ 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 NH₄F 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 AgInSe₂ são preparados por uma síntese eletroquímica preparada com AgNO₃ 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 TiO₂ NTS é realizada pela introdução de folhas de titânio em um Becker com AgInSe₂ 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⁻¹ sob irradiação solar.

Artigos Publicados:

1. VELASQUEZ, D. A. P.; SOARES, T. A. S.; SOUZA, F. L. N.; FREITAS, D. V.; NAVARRO, M.; G. MACHADO FABRICATION OF AgInSe/TiO₂ HYBRID PHOTOCATALYSTS FOR FOTOELECTROCHEMICAL WATER SPLITTING In: XVIII SBPMAT – MRS MEETING BRAZIL, 2019, FLORIANOPOLIS. XVIII SBPMAT – MRS MEETING BRAZIL, 2019.

2. G. Machado; SOUZA, E. J.; SANTA-CRUZ, LARISSA AGOSTINHO DE; BARROS, B. APPLICATION OF COMPOSITES FORMED BY TiO₂ NANOTUBES AND MOFs IN THE PHOTODEGRADATION OF THE METHYLENE BLUE DYES In: XVIII SBPMAT – MRS MEETING BRAZIL, 2019, FLORIANOPOLIS. XVIII SBPMAT – MRS MEETING BRAZIL, 2019.

2 – Projeto: Desenvolvimento de um sistema híbrido de fotocatalisadores para produção de H₂ 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, BiVO₄ e Ta₂O₅ para produção de H₂ através do esquema Z. Foi investigado até o presente momento, a

obtenção do oxidante BiVO₄ 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 BiVO₄: 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 Ta₂O₅ foi obtido por oxidação anódica de substratos de placas de tântalo comerciais. Os NTs de Ta₂O₅ 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 NH₃ 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 Ta₃N₅. A estrutura eletrônica foi analisada por espectroscopia Uv-Vis para ambas espécies: NTs de Ta₂O₅ amorfos e NTs de Ta₃N₅ produzindo intervalos de banda de 3,8 eV e 2,1 eV, respectivamente. Foi observado que após o processo de nitretação realizado com NH₃, os NTs sob a estrutura cristalina Ta₃N₅ 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 H₂ a partir da quebra da molécula da água.

Artigos Publicados:

SCHNEID, ANDRESSA C; QUEVEDO, ANTONIO B; PEREIRA, MARCELO B; ARAÚJO, PEDRO F; FRANCO, NOELIA; Machado, Giovanna; MORO, CELSO C; DE MENEZES, ELIANA W; COSTA, TANIA M H; BENVENUTTI, EDILSON V. New strategy to obtain high surface area anatase nanotube/AuNP photocatalyst. NANOTECHNOLOGY, v.30, p.065604 -, 2019.

Congressos:

HENRIQUE BARBOSA GONÇALVES, THIAGO ANDRÉ SALGUEIRO SOARES, PLÍNIO ANTONINHO DE FREITAS, SHERDIL KHAN, GIOVANNA MACHADO.
SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF A PHOTOCATALYTIC SYSTEM BASED ON NITRIDATION OF TA₂O₅ NANOTUBES. In: XVIII SBPMAT – MRS MEETING BRAZIL, 2019, FLORIANÓPOLIS. XVIII SBPMAT – MRS MEETING BRAZIL. 2019.

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

Resumo:

A sociedade contemporânea vive um momento no qual tenta aliar sua crescente demanda por energia elétrica a caminhos que visam a diminuição de emissão de gases de efeito estufa promovida por fontes de energia não renováveis, como os combustíveis fósseis. Portanto, recursos energéticos alternativos são estudados para gerar energia elétrica limpa. Encontra-se em posição de destaque o sol como fonte capaz de produzir toda energia elétrica necessária a ser consumida no mundo com painéis de apenas 8% de eficiência de conversão. Atualmente, para o aproveitamento de tamanha fonte energética é necessário investimento em painéis fotovoltaicos de silício cristalino, porém, o alto custo dessa tecnologia é apontado como principal empecilho para a sua ampla aplicação. Sendo assim, as células solares sensibilizadas por corante (ou Dye Sensitized Solar Cells – DSSC) têm surgido como alternativa de menor custo e maiores aplicações. O presente trabalho tem o objetivo de estudar e aperfeiçoar as células DSSCs a partir da introdução de dois diferentes aditivos, o C8MIM-I (Aditivo 1) e a BTDCVI (Aditivo 2), na composição de eletrólitos aplicados à esta categoria de células fotoeletroquímicas. Nos resultados obtidos foi verificado que as análises óticas indicaram interações entre os aditivos da solução eletrolítica e o par redox. A avaliação do efeito dos aditivos em diferentes concentrações foi inicialmente realizada a partir de curva JxV, no qual as concentrações de 10 mM e 5mM foram definidas como condições ótimas de aplicação para o Aditivo 1 e 2,

respectivamente, na formulação de um eletrólito contendo o par redox I-/I³⁻. As curvas de EIE mostraram que os aditivos aumentaram a condutividade iônica do eletrólito. Os resultados obtidos por curva de IMPS/VS demonstraram o importante papel dos aditivos no dispositivo quanto as reações de recombinação. As reações de perda eletrônica por recombinação foram avaliadas com auxílio de curvas de extração de carga, as quais foram diminuídas em presença dos aditivos, com o BTDCVI atuando de forma mais eficaz que o C8MIM-I devido à sua menor capacidade de formação de agregados supramoleculares em regiões próximas ao corante e ao seu contra-ânion de menor raio iônico. Propostas quanto aos mecanismos de atuação do Aditivo 1 e Aditivo 2 foram sugeridas com base em duas importantes etapas: atração eletroestática e adsorção. Esta adsorção promoveu a proteção da superfície do TiO₂,

o que evitou o alcance do triiodeto aos elétrons da banda de condução do semiconductor, e consequentemente diminuiu as reações de recombinação e aumentou o tempo de vida do elétron. Ainda, quando não adsorvidos na superfície do semiconductor, foi sugerido que ambos aditivos atuam na diminuição da disponibilidade de triiodeto livre na solução, enquanto o BTDCVI adicionalmente mostrou aumento da disponibilidade de iodeto livre. É proposto a sinergia entre os mecanismos citados no melhor desempenho dos dispositivos solares em presença dos aditivos.

Artigos Publicados:

1. LUVISON, C.; WANKE, C. H.; MOURA, S.; G. Machado; FARIAS, M. C. M.; Bianchi, O. Self-assembly of polyhedral oligomeric silsesquioxane structures through ion exchange. *Materials Science and Engineering B-Advanced Functional Solid-State Materials*, v.243, p.38 – 46, 2019

Congressos:

1. G. Machado; CRUZ, L. S.; OLIVEIRA, M. Z.; SOARES, T. A. S. DIFFERENT ELECTROLYTE ADDITIVES IN THE EFFICIENCY IMPROVEMENT OF DYE SENSITIZED SOLAR CELLS In: 42a REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUIMICA, 2019, JOINVILLE. 42a REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUIMICA, 2019.

4 – Projeto: Síntese e Caracterização de Nanocompósitos de MOFs com nanotubos de TiO₂ 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 TiO₂ (NT TiO₂) têm sido estudados como obtenção de compósito heterógeno para tratamento destes efluentes. A anodização das placas de titânio foi realizada para obter NT TiO₂. 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⁻¹. Atingindo uma degradação de 54% do corante, o compósito NT TiO₂ / MIL-125-NH₂ (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.

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 TiO₂/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.

Congressos:

1. ALMEIDA, L. C.; SILVA, E. F. M.; SALES, L. B. V.; BATISTA, T.; DUARTE, E.; SANTOS, R.; NASCIMENTO, H. A.; RIBEIRO, A. T. S.; ARAUJO, I. R. S.; G. Machado
DEGRADAÇÃO FOTOCATALITICA DE CORANTE TEXTIL RB5 UTILIZANDO TiO₂ IMOBILIZADO EM REATORES DE MICROCANALIS DE LATAO In: 20 CONGRESSO BRASILEIRO DE CATALISE, 2019, SAO PAULO. 20 CONGRESSO BRASILEIRO DE CATÁLISE, 2019.

5 – Projeto: Síntese assistida por micro-ondas em única etapa de compósito polimérico TiO₂/PANI/Au e sua aplicação para geração de H₂

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 semiconductor 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 (TiO₂) 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, TiO₂ 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 TiO₂, HAuCl₄ 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 TiO₂-PAni-Au pode aumentar o desempenho fotocatalítico para geração de H₂.

Artigos Publicados:

1. GALVÃO, RHAUANE; BARRETO, PALOMA; SOARES, THIAGO; SALES, LETÍCIA; DOS SANTOS, JEICE; DE SANTA-CRUZ, LARISSA; SEEGER, TASSIA; DUARTE, FABIO; SILVA, GERMANA; Machado, Giovanna
Nanostructured Systems Obtention Using LbL Self-Assembly or the Cysteine-Assisted Adsorption Method and Their Application as a Water Splitting Single Catalyst. JOURNAL OF THE BRAZILIAN CHEMICAL SOCIETY, v.1, p.1 –, 2019.

Congressos:

1. SANTOS, J. M.; SALES, L. B. V.; GALVÃO, RHAUANE ALMEIDA; BARRETO, P. B.; G. Machado
NANOTUBES OF TiO₂ SENSITIZED WITH Ag AND Au NANOPARTICLES FOR H₂ PRODUCTION PHOTOCATALYSIS OF WATER In: XVIII SBPMAT – MRS MEETING BRAZIL, 2019, FLORIANOPOLIS. XVIII SBPMAT – MRS MEETING BRAZIL, 2019.

2. GALVÃO, RHAUANE ALMEIDA; SILVA, G. M. M. E.; BARRETO, P. B.; SALES, L. B. V.; SANTOS, J. M.; G. Machado

TiO₂-Au-POLYANILINE SELF ASSEMBLED THIN FILMS AND ITS APPLICATION IN PHOTOCATALYSIS In: XVIII SBPMAT – MRS MEETING BRAZIL, 2019, FLORIANOPOLIS. XVIII SBPMAT – MRS MEETING BRAZIL, 2019.

3. CRUZ, L. S.; OLIVEIRA, M. Z.; SOARES, T. A. S.; G. Machado

“Effect of Different Electrolyte Additives in the Performance of DyeSensitized Solar Cells”, 2019. (Congresso, Apresentação de Trabalho)

Local: International Iberian Nanotechnology Laboratory, Cidade: BRAGA, Portugal. Evento: International Iberian Nanotechnology Laboratory – to the Nano-Optics School “From Principles to Basic Research and Applications” held at INL – to the Nano-Optics School “From Principles to Basic Research and Applications” held at INL -; Inst.promotora/financiadora: International Iberian Nanotechnology Laboratory,

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 H₂, considerado o combustível do futuro. Tradicionalmente, o H₂ 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 TiO₂ e Ta₂O₅ 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 H₂ 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 H₂. Os primeiros testes foram realizados com nanopartículas (NPs) metálicas incorporadas a estrutura do TiO₂, 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 H₂ por hora de fotólise, o uso de nanopartículas bimetálicas poderão ampliar esta geração de H₂.

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 sintetizados 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 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 H_2 foi realizado em um simulador solar por 8h e 450 μl 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 $\mu\text{mol} / \text{g}$ de gás produzido.

Artigos Publicados:

1. MARQUES, THALLES M.F.; MORAIS, REINALDO N.; NOBRE, FRANCISCO X.; ROCHA, JARDEL M.; GHOSH, ANUPAMA; SOARES, THIAGO ANDRÉ S.; VIANA, BARTOLOMEU C.; Machado, Giovanna; COSTA, JEAN CLAUDIO S.; MATOS, JOSÉ M.E. DE

Hydrogen production from aqueous glycerol using titanate nanotubes decorated with Au nanoparticles as photocatalysts. ANAIS DA ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS (ONLINE), v.91, p.1 –, 2019.

Congressos:

1. SALES, L. B. V.; GALVAO, R.; SANTOS, J. M.; BARRETO, P. B.; SANTA-CRUZ, LARISSA AGOSTINHO DE; FRANCO, Noélia; G. Machado

SILVER NANOPARTICLES AS CO-CATALYSTS OF Ta_2O_5 NANOTUBES IN HYDROGEN PHOTOGENERATION In: XVIII SBPMAT – MRS MEETING BRAZIL, 2019, FLORIANOPOLIS. XVIII SBPMAT – MRS MEETING BRAZIL, 2019.

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 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 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), NH_4F (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 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 Microroscopia 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. SANTA-CRUZ, L. A.; MACHADO, G.; VICENTE, A. A.; HERMENEGILDO, T. F. C.; SANTOS, T. F. A. Effect of high anodic polarization on the passive layer properties of superduplex stainless steel friction stir welds at different chloride electrolyte pH values and temperatures. *International Journal of Minerals Metallurgy and Materials*, v.26, p.710 – 721, 2019.
2. CARVALHO, RENATA GOMES; FERNANDEZ, DANIEL ANGEL RAMIREZ; SOARES, VAGNER FONTES DÓRIA; CUNHA, FREDERICO GUILHERME CARVALHO; MENDES, FABIANA MAGALHÃES TEIXEIRA; HÜBLER, ROBERTO; Machado, Giovanna; TENTARDINI, EDUARDO KIRINUS Interrelation Among Morphology, Mechanical Properties and Oxidation Behavior of Nb_xAl_yN_z Thin Films. *MATERIALS RESEARCH*, v.22, p.1 –, 2019.

Congressos:

1. SOARES, T. A. S.; ARAUJO, P. F. F.; KHAN, S.; G. Machado ELETROCHEMICAL SINGLE-STEP SYNTHESIS OF COBALT OXIDE AND TITANIA NANOTUBES COMPOSITE In: XVIII SBPMAT – MRS MEETING BRAZIL, 2019, FLORIANOPOLIS. XVIII SBPMAT – MRS MEETING BRAZIL, 2019

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 (TiO₂) 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 TiO₂ tem atraído grande interesse graças a possibilidade de usar os nanotubos de TiO₂ 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 TiO₂ 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. 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 –, 2019.
2. SCHERER, MARISA D.; SPOSITO, JULIANA C.V.; FALCO, WILLIAM F.; GRISOLIA, ALEXEIA B.; ANDRADE, LUIS H.C.; LIMA, SANDRO M.; Machado, Giovanna; NASCIMENTO, VALTER A.; GONÇALVES, DANIEL A.; WENDER, HEBERTON; OLIVEIRA, SAMUEL L.; CAIRES, ANDERSON R.L. Cytotoxic and genotoxic effects of silver nanoparticles on meristematic cells of *Allium cepa* roots: A close analysis of particle size dependence. SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT, v.1, p.1 –, 2019.
3. GALVÃO, RHAUANE ALMEIDA; SANTA-CRUZ, LARISSA AGOSTINHO DE; BARRETO, PALOMA BANTIM; HORTA, MARLA KAROLYNE DOS SANTOS; ANDRADE, ANTONIO MARCOS HELGUEIRA DE; MOURA, FRANCISCO JOSÉ; AGUILAR, MARILZA SAMPAIO; PERIPOLLI, SUZANA BOTTEGA; CAMPOS, JOSÉ BRANT DE; ARRUDA, ISABEL RENATA DE SOUZA; Machado, Giovanna Electrochemical single-step obtention and characterization of a biomimetic TiO₂-HA NTs covered by chitosan. JOURNAL OF MATERIALS RESEARCH, v.1, p.1 – 11, 2019.
4. WUST, KELI M.; BECK, THAÍSSA S.; BURROW, ROBERT; OLIVEIRA, SARA M.; BRUM, EVELYNE S.; BRUSCO, INDIARA; Machado, Giovanna; BIANCHI, OTAVIO; VILLETI, MARCOS A.P.; FRIZZO, CLARISSA P. Physicochemical characterization, released profile, and antinociceptive activity of diphenhydraminium ibuprofenate supported on mesoporous silica. Materials Science & Engineering C-Materials for Biological Applications, v.1, p.110194 –, 2019.

Congressos:

1. SOARES, J.; MOTA, L. M.; NICOMEDES, D. N. N.; BATISTA, A. B.; BARBOSA, A. P. M.; VASCONCELLOS, R.; MEDRADO, N. V.; ALVARENGA, E. C.; G. Machado; JUSTE, K. R. C.; VASCONCELOS, C. K. B.; BATISTA, R. J. C.; MANHABOSCO, T.
DEPOSITION OF HYDROXIAPATITE COATINGS WITH TALC INCORPORATION FOR BIOMEDICAL PURPOSES In: XVIII SBPMAT – MRS MEETING BRAZIL, 2019, FLORIANOPOLIS. XVIII SBPMAT – MRS MEETING BRAZIL, 2019.

BIOTECNOLOGIA

Em 2019 o CETENE atuou no desenvolvimento de 13 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 2019 os seguintes resultados:

1 – Projeto: Desenvolvimento e validação de métodos analíticos para determinação de compostos por cromatografia gasosa por ionização de chama**Resumo:**

A cromatografia é um método analítico de separação, identificação e quantificação de espécies químicas a partir de misturas complexas. A cromatografia gasosa com detector de ionização de chama (CG-DIC) possibilita analisar compostos voláteis e não-termolábeis em diversas matrizes. Tendo em vista a grande quantidade de metodologias analíticas para análise por este equipamento

na literatura e a variabilidade que tais metodologias estão passíveis por fatores externos, torna-se fundamental um estudo apropriado para garantir a boa execução das análises. A validação analítica de metodologias propostas tem finalidade de garantir a confiabilidade dos resultados gerados. Neste sentido, o objetivo do projeto desenvolvido é de validar métodos analíticos no CG-DIC de acordo com a RE nº166/2017 (ANVISA).

Foram selecionados álcoois superiores como analitos para validação de duas metodologias analíticas por CG-DIC: o etanol, 2-metil-1-propanol, 1-butanol e 2-metil-1-butanol. Esses compostos foram analisados por duas metodologias cromatográficas que se diferenciam especialmente pelo tipo de coluna capilar utilizada. No primeiro método testado, foi utilizado uma coluna capilar de composição 5% fenil e 95% de metilpolisiloxano (HP-5) enquanto que no segundo método foi utilizada uma coluna de 100% polietilenoglicol. Na primeira metodologia foram analisados os cinco analitos previamente mencionados enquanto que na segunda metodologia foi testada apenas para o etanol.

Foram selecionados oito parâmetros de validação para análise da confiabilidade das metodologias, segundo RE nº166/2017 (ANVISA). As metodologias demonstraram boa especificidade e seletividade quando analisados compostos de mesma função orgânica e características físico-químicas semelhantes e mesmo com as similaridades, o DIC foi capaz de separá-los com intervalos. As curvas analíticas demonstraram linearidade sempre acima de 0.99, condizente com a especificação utilizada como referência e garantindo a proporcionalidade dos resultados gerados com os níveis de concentração obtidos nos padrões. Os métodos também demonstraram ser precisos e exatos atestando desvios pequenos entre a concentração estimada e real e entre as réplicas de amostras de mesmo nível de calibração. Os métodos também demonstraram ser robustos, não sofrendo grandes variações por fatores externos.

Os limites de detecção e quantificação foram determinados na ordem de mg.mL⁻¹ na metodologia 1 e em ng.mL⁻¹ na metodologia 2. Realizando uma comparação com o etanol, analisado pelas duas metodologias, é possível perceber que a sensibilidade do CG-DIC aumenta cerca de 1000x ao utilizar uma coluna capilar de composição mais polar. A comparação de ambas metodologias expressa nível significativo de confiabilidade e sugere uma metodologia com alta sensibilidade para análise de álcool.

Artigos Publicados:

1. ARAÚJO, KATARYNNA SANTOS DE; SIQUEIRA, SÉRVULO MERCIER; SANTOS, LEONARDO DEVILLES DOS; MALAFAIA, CAROLINA BARBOSA; BARBOSA, MARIANA OLIVEIRA. A preliminary study of the physico-chemical properties and fatty acid profile of five palm oil genotypes cultivated in Northeast of Brazil. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, v. 4, p. 251-256, 2019.
2. SILVA, L. M. L.; BLOISE, A. M. N. L. G.; FONTES, D. A. F.; ARAÚJO, K. S.; BARBOSA, M. O.; COSTA-SILVA, J. H.; Composition of a maternal high fat diet rich in saturated fats and omega 3 in gestation and lactation for studies with rodents. *REVISTA DE NUTRIÇÃO JCR*, 2019.

Resumos em congressos:

1. SANTOS, A. L.; SANTOS, R. F. B.; XAVIER, V. L.; ARAÚJO, K. S.; VIDAL, E. E.; BEZERRA, R. S.; Perfil de ácidos graxos do hidrocoral *Millepora alcicornis* (Linnaeus, 1758). In: XX Encontro de Zoologia do Nordeste, 2019, Alagoas. XX Encontro de Zoologia do Nordeste, 2019.

Procedimentos Operacionais:

1. ARAÚJO, K. S.; Procedimento Operacional Padrão da análise por cromatografia gasosa (CG-DIC) de álcoois, ésteres e aldeídos. 2019.
2. ARAÚJO, K. S.; SILVA, J. F.; Procedimento Operacional Padrão para extração de álcoois em amostras aquosas para análise por cromatografia gasosa. 2019.

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 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 a 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 eletron spray. As análises dos dados foram realizadas pelo software Masslynx (Waters). Os métodos foram classificados 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 899 da ANVISA (2003). Com isso, foi possível otimizar 5 métodos, em formato de Procedimentos Operacionais Comuns, capazes de separar pelo menos 52 compostos diferentes, com alta precisão e robustez. Além disso, cada método é capaz de separar ainda mais compostos, aumentando ainda mais a capacidade de análises da Central Analítica do CETENE.

Artigos Publicados:

1. AGUIAR, L. M. S.; NASCIMENTO, D. K. D.; RAMOS, B. A.; MOURA, M. C.; COELHO, L. C. B. B.; NAPOLEAO, T. H.; CORREIA, M. T. S.; CRUZ FILHO, I. J.; MAIOR, A. M. S.; SILVA, T. D.; LIMA, C. S. A.; LORENA, V. M. B.; MELO, C. M. L. Antioxidant, antimicrobial and immunostimulant properties of saline extract from *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Swartz (Fabaceae) leaves. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, v.18, p.281 – 289, 2019.
2. RODRIGO CAVALCANTE DE ARAÚJO, DANIEL; DIEGO DA SILVA, TÚLIO; HARAND, WOLFGANG; SAMPAIO DE ANDRADE LIMA, CLAUDIA; PAULO FERREIRA NETO, JOÃO; DE AZEVEDO RAMOS, BÁRBARA; ALVES ROCHA, TAMIRIS; DA SILVA ALVES, HARLEY; SOBRINHO DE SOUSA, RAYANE; PAULA DE OLIVEIRA, ANA; CLÁUDIO NASCIMENTO DA SILVA, LUÍS; ROBERTO GUEDES DA SILVA ALMEIDA, JACKSON; VANUSA DA SILVA, MÁRCIA; TEREZA DOS SANTOS CORREIA, MARIA. Bioguided Purification of Active Compounds from Leaves of *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Griseb.) Altschul. *Biomolecules*, v.9, p.590 –, 2019.

3. AQUINO, RAMON VINÍCIUS SANTOS DE; BARBOSA, ADA AZEVEDO; CARVALHO, RAFAELA FERREIRA DE; SILVA, MARINA GOMES; NASCIMENTO JÚNIOR, WELNILTON JOSÉ DO; SILVA, TÚLIO DIEGO DA; SILVA, JOSIVAN PEDRO; ROSSITER SÁ DA ROCHA, OTIDENE. Degradation study of tris(2-butoxyethyl) phosphate with TiO₂ immobilized on aluminum meshes employing artificial neural networks. *Water Science and Technology*, v.80, p.1163 – 1173, 2019.
4. ROCHA, OTIDENE R. S. DA; OLIVEIRA, JOYCE E.; ALMEIDA, LUCIANO C.; SILVA, TULIO D. DA; SILVA, JOSIVAN P. DA; NASCIMENTO JÚNIOR, WELNILTON J.; DANTAS, RENATO F. Removal of tributyl phosphate from aqueous solutions by tio₂ heterogeneous photocatalysis supported over a new metal plate with kinetic study. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, v.36, p.669 – 680, 2019.
5. BARROS, BÁRBARA R.S.; BARBOZA, BRUNO RAFAEL; RAMOS, BÁRBARA A.; MOURA, MAIARA C. DE; COELHO, LUANA C.B.B.; NAPOLEÃO, THIAGO HENRIQUE; CORREIA, MARIA TEREZA S.; PAIVA, PATRÍCIA MARIA G.; CRUZ FILHO, IRANILDO JOSÉ DA; SILVA, TÚLIO DIEGO DA; LIMA, CLÁUDIA S.A.; MELO, CRISTIANE M.L. DE. Saline extract from *Malpighia emarginata* DC leaves showed higher polyphenol presence, antioxidant and antifungal activity and promoted cell proliferation in mice splenocytes.. *Anais da Academia Brasileira de Ciências (online)*, v.91, p.1/1 – 15, 2019.

Trabalhos em congressos:

1. Araújo, C.A.; Silva, T.D.; Moraes, M.M.; Camara, C.A.G..Estudo fitoquímico e propriedade antioxidante de *Piper glandulosissimum* e *Piper madeiranum*. XI Encontro Brasileiro de Ecologia Química, 2019.
2. Tenório, T.M.A.; Silva, T.D.; Moraes, M.M.; Camara, C.A.G. Propriedade antioxidante de duas espécies do gênero *Ipomoea* L. XI Encontro Brasileiro de Ecologia Química, 2019.

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.

Artigos Publicados:

1. FONSECA, W. L.; CARDOSO, J. E.; VIANA, F. M. P.; BRASIL, S. O. S.; OOTANI, Marcio Akio; ARAUJO, F. S. A.; LIMA, C. S. . First Report of Erysiphe quercicola Causing Powdery Mildew in Bixa orellana in Brazil. PLANT DISEASE, v. 103, p. 1424-1424, 2019.
2. FONSECA, WÉVERSON L.; CARDOSO, JOSÉ EMILSON; OOTANI, MÁRCIO A.; VIANA, FRANCISCO M. P.; LIMA, CRISTIANO S.; BRASIL, SUANE O. S.; MUNIZ, CELLI R.; VIEIRA, REGIMARA F. B. S.; CARDOSO, MARIA C. L. S. .Clitoria fairchildiana, new host of anamorphic Erysiphe quercicola in Brazil. JOURNAL OF GENERAL PLANT PATHOLOGY, v. 11, p. 111, 2019.

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:**

Monoterpenos representam boa parte dos compostos presentes em óleos essenciais. Os monoterpenos timol e carvacrol encontram-se entre os componentes de óleos essenciais mais estudados, sobretudo devido ao amplo espectro de ação, como anti-inflamatório, antioxidante, antibacteriano, antifúngico, anticarcinogênico e por suas outras características favoráveis, como possuírem alguma solubilidade em água e baixa toxicidade. 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*.

A *L. sidoides* é nativa do semiárido nordestino brasileiro e possui hábito arbustivo. Seu óleo essencial possui grande valor comercial e farmacológico, devido aos constituintes encontrados nas folhas, com atividade fungicida, bactericida, leishmanicida, acaricida, anti-inflamatória e antiespasmódica. Além disso, a espécie é utilizada em comunidades no Nordeste para problemas de pele e picadas de insetos. Em virtude destas importantes propriedades, este vegetal 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; lesões nos ossos; gripe; antifúngico; inflamações uterinas e inflamações em geral; antibiótico; expectorante; leishmaniose e atividade anti-helmíntica. 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.

O óleo essencial dessa espécie é constituído principalmente de monoterpenos, sendo o Ascaridol o componente majoritário segundo vários estudos. Algumas propriedades da planta como anti-helmíntica, antifúngica, vermífuga e analgésica tem sido atribuída à presença desse monoterpeno. Contudo, a concentração dos principais constituintes do óleo de *C. ambrosioides* varia consideravelmente. A concentração de ascaridol, foi muito baixa nas amostras de Camarões, Nigéria e Índia. Em contraste, os ascaridol parecem ser os principais constituintes das amostras de óleo essencial comercial brasileiro e francês.

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.

Artigo Publicado:

SANTOS, B.S.; BEZERRA-FILHO, C.M.; ALVES DO NASCIMENTO, J.A.; BRUST, F.R.; BEZERRA-SILVA, P.C.; ROCHA, S.K.L.; KROGFELT, K.A.; NAVARRO, D.M.AF.; CORREIA, M.T.S.; NAPOLEÃO, T.H.; SILVA, L.C.N.;

MACEDO, A.J.; SILVA, M.V.; PAIVA, P.M.G. Anti-staphylococcal activity of Syagrus coronata essential oil: Biofilm eradication and in vivo action on Galleria mellonella infection model. *Microbial Pathogenesis*, v. 131, p. 150-157, 2019.

Trabalho em congresso

ALBUQUERQUE, B.N.L; BEZERRA-SILVA, P.C.; NAVARRO, D.M.A.F. Atividade larvívica do óleo essencial das folhas de *Nymphaea lotus* frente ao mosquito *Aedes aegypti*. XI Encontro Brasileiro de Ecologia Química, Maceió, 2019.

Técnicas desenvolvidas

1. BEZERRA-SILVA, P. C. Procedimento Operacional Padrão: Obtenção de óleo essencial pelo método de Hidrodestilação. Pernambuco: CETENE, 2019.
2. BEZERRA-SILVA, P. C. Procedimento Operacional Padrão: Obtenção de óleo essencial pelo método de Arraste a vapor. Pernambuco: CETENE, 2019.
3. BEZERRA-SILVA, P. C. Procedimento Operacional Padrão: Extração de metabólitos de plantas por Maceração. Pernambuco: CETENE, 2019.

5 – Projeto: Estabelecimento de protocolos para propagação in vitro de arbóreas

Resumo:

No Brasil são escassos os levantamentos de quais espécies arbóreas ocorrem e da viabilidade na produção de sementes para a geração de novos indivíduos (aspectos relacionados com a ocorrência de erosão genética). Acredita-se que a identificação de matrizes viáveis do maior número de espécies permitiria avaliar o impacto do estreitamento genético na relacionado à fertilidade das plantas, auxiliando no estabelecimento de estratégias de produção de mudas e introdução de novas matrizes. É fundamental o entendimento da distribuição dessas espécies e qual a condição de viabilidade das sementes é encontrada nessas matrizes. Na presente pesquisa, foi realizado um levantamento das espécies arbóreas identificadas em diferentes áreas da Grande Recife e de localidades próximas (Caruarú, Paudalho, Ponta de Pedras) e avaliada a viabilidade das sementes destas matrizes in vivo e in vitro. Os resultados obtidos permitiram localizar e avaliar 50 espécies diferentes de plantas (árvores, arbustos, palmeiras) com matrizes para produção de sementes viáveis. Os testes de germinação permitiram observar que mais de 90% das espécies se mostraram viáveis para a produção de sementes. Este resultado indica que as matrizes localizadas apresentam sementes viáveis para o estabelecimento de protocolos de germinação in vitro. No entanto, a escolha das espécies para compor o grupo de estabelecimento prioritário de protocolos foi realizada com base na facilidade de acesso às matrizes, classificação do grupo sucessional e germinação in vitro (teste preliminar).

Neste trabalho foram identificadas 50 espécies diferentes em áreas de coleta de sementes na região urbana da cidade. Dentre elas foram observadas árvores, arbustos, palmeiras e trepadeiras pertencentes a 22 famílias e 53 gêneros distintos. A maior diversidade de matrizes das espécies alvo foi observada em áreas privadas (Ex. Mata do Instituto Francisco Brennand) ou em áreas sob a gestão pública (Jardim botânico, reservas públicas) respectivamente.

No levantamento da viabilidade de sementes de espécies encontradas na área urbana da Grande Recife, foram avaliadas sementes de 50 espécies pertencentes a 21 famílias, sendo as mais representativas as das famílias Fabaceae (10 espécies), Bignoniaceae (cinco espécies), Anacardiaceae (quatro espécies) e Myrtaceae (três espécies).

Apenas em seis espécies não foi observada germinação nas condições de teste (in vitro e/ou em telado). As espécies foram *Annona coriacea*, *A. aquamosa*, *Anadenanthera macrocarpa*, *Schizolobium parahyba*, *Paullinia cupana* e *Myrciaria cauliflora*. No entanto, este resultado não implica em uma

perda de viabilidade das sementes produzidas pelas matrizes. Neste caso, talvez seja necessários ajustes das metodologias como quebras de dormência e diferenciação dos meios de cultura.

Outro aspecto relevante é a diferença entre taxas de germinação entre matrizes de uma mesma espécie (*Eugenia sulcata*, trabalho no prelo). A diferença de germinação entre matrizes distintas já vem sendo reportada em diferentes espécies como em *Hymenaea intermedia* Ducke, *Hymenaea martiana* Hayne e *Ceiba speciosa*

Com base nos estudos preliminares, as espécies alvo para desenvolvimento dos protocolos que irão compor a plataforma de propagação de espécies arbóreas para dar suporte às iniciativas de reflorestamento no Bioma Mata Atlântica são: *Couroupita guianensis*, *Psidium cattleyanum*, *Myracrodruon urundeuva*, *Stenocalyx dysentericus*, *Crescentia cujete*, *Handroanthus chrysotrichus*, *Handroanthus albus*, *Handroanthus heptaphyllus*, *Handroanthus impetiginosus*, *Jcaranda mimosifolia*, *Acrocomia intumescens*, *Bauhinia forficata*, *Paubrasilia echinata*, *Basiloxylon brasiliensis*, *Eugenia sulcata*.

Resumos completos

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. In: I Congresso Internacional de Meio Ambiente e Sociedade e III Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido, 2019, Campina Grande. Anais I CONIMAS e III CONIDIS. Campina Grande: 2019. v. 1.
2. ERIK CASTILHO BUSSMEYER, ROBSON ANTONIO DE SOUZA, MARTA RIBEIRO BARBOSA, LAUREEN MICHELLE HOULLOU. Importância da viabilidade das sementes para produção de mudas provenientes de matrizes identificadas em áreas urbanas da cidade do Recife. Anais I CONIMAS e III CONIDIS. Campina Grande: 2019. v. 1.

Artigo em Periódico

HOULLOU, LAUREEN MICHELLE; DE SOUZA, ROBSON ANTONIO BARBOSA; MALAFAIA, CAROLINA BARBOSA; PAIXÃO, DÉBORA LORRANE MONTENEGRO DA; ARAÚJO, ALISSON TITO BEZERRA DE; SILVA, MARIANA GOMES; DUARTE, GIAN CARLOS SILVA . Green synthesis of silver nanoparticles using leaf extract from *Tabebuia roseoalba* and *T. pentaphylla*. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, v. 4, p. 216, 2019.

POP – Procedimentos Operacionais Padrão

1. HOULLOU, L. M. POP – *Eugenia sulcata* – Acompanhamento de matrizes. 2019, 5 páginas
2. HOULLOU, L.M. POP – *Eugenia sulcata* -Desinfestação de frutos, isolamento de sementes,
3. inoculação em meio de cultura e cultivo in vitro em escala laboratorial, 2019, 7 páginas.
4. HOULLOU, L. M. POP – *Eugenia sulcata* – Aclimatização em escala laboratorial, 2019, 3 páginas.
5. HOULLOU, L. M. POP – *Catveva tapia* – Acompanhamento de matrizes. 2019, 5 páginas
6. HOULLOU, L.M. POP – *Catveva tapia* -Desinfestação de frutos, isolamento de sementes, inoculação em meio de cultura e cultivo in vitro em escala laboratorial, 2019, 7 páginas.
7. HOULLOU, L. M. POP – *Catveva tapia* – Aclimatização em escala laboratorial, 2019, 3 páginas.

6 – Projeto: Efeito do fotoautotrofismo na rustificação de espécies arbóreas micropropagadas: Aspectos de produção para conservação da biodiversidade

Resumo:

O uso de técnicas de cultivo in vitro com fins de produção de mudas é uma realidade biotecnológica que permite a manutenção da biodiversidade de muitas florestas. Todavia, altas concentrações de sacarose no meio de cultura podem influenciar negativamente o crescimento das plantas. A presente pesquisa visa promover o melhor desenvolvimento e rusticidade de mudas de espécies arbóreas através do cultivo fotoautotrófico ou fotomixotrófico, com validação de protocolos através da

avaliação de características morfofisiológicas e bioquímicas de mudas micropropagadas. Essa tecnologia é caracterizada pela restrição de sacarose no meio de cultivo, fornecimento de luz de alta qualidade bem como o uso de recipientes que permitam maior troca gasosa entre o interior do frasco e o ambiente externo. As espécies inicialmente previstas no projeto foram: *Myracrodruon urundeuva* Allemão (aroeira preta), *Schinus terebinthifolius* (aroeira vermelha) e *Handroanthus impetiginosus* Mattos (ipê roxo). Posteriormente, foram adicionadas à pesquisa as espécies *Jacarandá brasileira* (jacarandá), *Apeiba tibourbou* (pau-de-jangada) e *Triplaris americana* (pau formiga). Todas as espécies descritas foram escolhidas em virtude de sua importância ecológica e socioeconômica. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Pesquisas Aplicadas à Biofábrica (LAPAB), no Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste (CETENE). As espécies em estudo estão apresentando resultados promissores com o uso de lâmpadas LEDs no comprimento de onda na faixa do vermelho e azul, apresentando aumento nos parâmetros de crescimento, como a altura da parte aérea, número de folhas e área foliar. Esses resultados estão em concordância com as análises morfoanatômicas, que indicaram maior desenvolvimento dos tecidos do parênquima foliar, maior espessura do mesofilo e organização dos vasos condutores. Essas características observadas resultam em mudas com alto padrão comercial, com aspectos que refletem positivamente em uma das etapas mais críticas do cultivo *in vitro* que é a aclimatização. O cultivo com redução da sacarose no meio nutritivo, atrelado à maior troca gasosa e o fornecimento de luz no comprimento de onda adequado, permitiu a produção de mudas com maior comprimento da parte aérea, maior taxa de enraizamento e aumento da área foliar (variáveis importantes no processo fotossintético). Na aclimatização, plantas de aroeira preta provenientes de lâmpadas LED vermelha e azul apresentaram melhor desenvolvimento e maior taxa de sobrevivência (95%) em relação àquelas cultivadas sob luz LED branca. O ipê roxo, apresentou um incremento de mais de 40% na área foliar. Além disso, na aclimatização, as plantas provenientes de tratamentos especiais com redução de sacarose e adequação dos fatores de luminosidade e permeabilidade às trocas gasosas não apresentaram um sintoma característico de queima das folhas durante a aclimatização. A aroeira vermelha (*S. terebinthifolius*) apresentou resultados satisfatórios quanto à redução da sacarose no meio de cultivo, mantendo o padrão de crescimento semelhante aos daquelas plantas cultivadas em meio com a concentração completa de sacarose. Novos ensaios com a aroeira vermelha estão sendo executados a fim de validar os resultados obtidos. Em relação ao pau de jangada, esta espécie apresentou excelente taxa de germinação e plântulas vigorosas independente da sacarose no meio nutritivo. Os ensaios com a espécie de pau-formiga ainda estão em fase de estabelecimento. Esta espécie ainda apresenta altas taxas de contaminação por microrganismos quando são inoculadas no meio de cultura. As análises morfoanatômicas e bioquímicas de algumas das espécies ainda estão sendo processadas e analisadas. De modo geral, as espécies em estudo responderam de maneira positiva à redução / supressão da sacarose no meio de cultivo quando esse fator foi combinado ao cultivo em recipientes com maior troca gasosa e sob espectro de luz adequado ao crescimento e desenvolvimento das plantas. De acordo com os resultados obtidos, os cultivos fotoautotrófico e fotomixotrófico colaboram para a redução no consumo de insumos utilizados na preparação do meio nutritivo, bem como viabilizam a produção de mudas com alto padrão comercial e com redução de perdas durante a aclimatização.

Resumos completos publicados em anais de congresso

1. SOUZA, L. M.; BARBOSA, M. R.; SOUZA, R. A.; BUSSMEYER, E. C. Influência da sacarose no crescimento e no perfil de pigmentos fotossintéticos em duas espécies arbóreas cultivadas *in vitro*. In: I Congresso Internacional de Meio Ambiente e Sociedade e III Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido, 2019, Campina Grande. Anais I CONIMAS e III CONIDIS. Campina Grande: 2019. v. 1.
2. 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. In: I

Congresso Internacional de Meio Ambiente e Sociedade e III Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido, 2019, Campina Grande. Anais I CONIMAS e III CONIDIS. Campina Grande: 2019. v. 1.

Resumos publicados em anais de congresso

OLIVEIRA, H. C. A.; SOUZA, B. B.; ZARATE-SALAZAR, J. R.; SOUZA, L. M.; ULISSES, C.; WILLADINO, L. . Response of the antioxidative system in pre-budded seedlings of sugarcane submitted to saline stress preconditioned with salicylic acid. In: XVII Brazilian Congress of Plant Physiology, 2019, Cuiabá. Anais do XVII Brazilian Congress of Plant Physiology, 2019. v. 1.

Artigos publicados em periódicos

1. SOUZA, L. M.; BARBOSA, M. R.; ZARATE-SALAZAR, J. R.; LOZANO-ISLA, F.; CAMARA, T. R., Use of meta-Topolin, an unconventional cytokinin in the in vitro multiplication of *Opuntia stricta* Haw. BIOTECNOLOGÍA VEGETAL, v. 19, p. 85-96, 2019.
2. SOUZA, L. M.; SILVA, M. M. A.; HERCULANO, L.; ULISSES, C.; CAMARA, T. R. Meta-topolin: an alternative for the prevention of oxidative stress in sugarcane micropropagation. HOEHNEA, v. 46, p. 1-5, 2019.
3. PALHARES NETO, L.; SOUZA, L. M.; MORAIS, M. B.; ARRUDA, E. C. P.; FIGUEIREDO, R. C. B. Q.; ALBUQUERQUE, C. C.; ULISSES, C. . Morphophysiological and Biochemical Responses of *Lippia grata* Schauer (Verbenaceae) to Water Deficit. Journal of Plant Growth Regulation, v. 1, p. 1-15, 2019.
4. LIRA, A. C. S.; TEIXEIRA, V. W.; DUTRA, K. A.; CUNHA, F. M.; SOUZA, L. M.; TEIXEIRA, A. A. C. . Impact of zoophytophagy on chemical content of *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae) fed on lepidopteran larvae and cotton leaves. Phytoparasitica, v. 47, p. 1-12-12, 2019.

Capítulo de Livro

SOUZA, L M; HOULLOU, L. M. MICROPROPAGAÇÃO DE ESPÉCIES ARBÓREAS: ALTERNATIVA BIOTECNOLÓGICA NA RECUPERAÇÃO DE AMBIENTES DEGRADADOS. In: Giovanni Seabra; Mical de Melo Marcelino; Anderson Pereira Potuguez; Antônio de Oliveira Junior; Claudia Neu; Giovanni de Farias Seabra; Hélio Carlos Miranda de Oliveira; Leonor Franco de Araújo; Maria Izabel de Carvalho Pereira. (Org.). TERRA Mudanças Climáticas e Biodiversidade. 1ed.: Barlavento, 2019, v, p. 17.

7 – Projeto: Propagação in vitro de espécies arbóreas de interesse socioeconômico e ecológico da Mata Atlântica.

Resumo

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 em 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. Assim, o projeto tem como objetivo estabelecer protocolos de micropropagação que viabilizem a produção de mudas de espécies pioneiras da Mata Atlântica de relevância socioeconômica e ecológica, 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. Inicialmente, foram indicadas três espécies arbóreas para a execução do

projeto, aroeira da praia (*Schinus terebinthifolius*), cajá mirim (*Spondias mombin*), angico vermelho (*Anadenanthera colubrina*). Até 2019, seis espécies foram envolvidas na pesquisa, ipê branco (*Tabebuia aureo-roseoi*), ipê amarelo (*Handroanthus chrysotrichus*), aroeira da praia (*Schinus terebinthifolius*), pau-de-jangada (*Apeiba tibourbou*), pau-formiga (*Triplares americana* L.) e pau-de-viola (*Citharexylum myrianthum*). Dos experimentos com *Tabebuia aureo-roseo*, *Handroanthus chrysotrichus*, *Schinus terebinthifolius*, *Apeiba tibourbou* in vitro, protocolos de desinfestação e germinação in vitro foram estabelecidos. Alguns resultados dos experimentos foram utilizados para apresentação em congresso e publicação de artigo científico e outros estão sendo utilizados para a elaboração de artigo científico. A partir desses resultados, foi observado que meios contendo redução de seus componentes como sacarose e sais do meio WPM respondem de forma satisfatória ao crescimento no cultivo in vitro, mesmo que algumas espécies demonstram diferenças de comportamento frente às diferentes etapas de desenvolvimento e crescimento. As espécies *Triplares americana* L. e *Citharexylum myrianthum* responderam com saldo negativo aos protocolos de desinfestação utilizados necessitando de outros estudos. Destes experimentos, as mudas de *Handroanthus chrysotrichus*, *Tabebuia aureo-roseo*, *Schinus terebinthifolius* e *Triplares americana* L. foram aclimatizadas com sucesso. Na ocasião, 192 mudas de ipê branco foram doadas para serem utilizadas em ações de reflorestamento. Paralelamente, à introdução, foram executados experimentos de multiplicação in vitro de ipê branco, aroeira da praia e pau-de-jangada, cujos resultados estão sendo avaliados e serão divulgados em congressos/artigos científicos.

Artigos científicos

1. SILVA, JOSELMA F.; SILVA, LUCAS A. R.; BARBOSA, MARTA R.; HOULLOU, LAUREEN M.; MALAFAIA, CAROLINA B. Bioemulsifier produced by *Yarrowia lipolytica* using residual glycerol as a carbon source. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, v. 5, p. 031, 2019.
2. SOUZA, LINDOMAR M.; BARBOSA, MARTA R.; ZARATE-SALAZAR, JOSÉ R.; ISLA, FLÁVIO L.; CAMARA, TEREZINHA R. Use of meta-Topolin, an unconventional cytokinin in the in vitro multiplication of *Opuntia stricta* Haw. *Biotecnología vegetal*, v. 19, p. 85-96, 2019.

Resumos completos publicados em anais de congresso

1. BARBOSA, MARTA R.; SOUZA, LINDOMAR M.; SOUZA, ROBSON A.; HOULLOU, LAUREEN M. ASPECTOS DO ESTABELECIMENTO IN VITRO DE *Handroanthus chrysotrichus* (Bignoniaceae) PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS. In: I Congresso Internacional de Meio Ambiente e Sociedade e III Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido, 2019, Campina Grande. Anais I CONIMAS e III CONIDIS. Campina Grande: 2019. v. 1.
2. SOUZA, LINDOMAR M.; BARBOSA, MARTA R.; SOUZA, ROBSON A.; BUSSMEYER, ERIK C. Influência da sacarose no crescimento e no perfil de pigmentos fotossintéticos em duas espécies arbóreas cultivadas in vitro. In: I Congresso Internacional de Meio Ambiente e Sociedade e III Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido, 2019, Campina Grande. Anais I CONIMAS e III CONIDIS. Campina Grande: 2019. v. 1.
3. BUSSMEYER, ERIK C.; SOUZA, ROBSON A.; BARBOSA, MARTA R.; HOULLOU, LAUREEN M. Importância da viabilidade das sementes para produção de mudas provenientes de matrizes identificadas em áreas urbanas da cidade do Recife. Anais I CONIMAS e III CONIDIS. Campina Grande: 2019. v. 1.

8 – 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.

Artigo científico

GARCIA, F. R.; DE SÁ CAVALCANTI, FELIPE LIRA; SOUZA, R. A.; HOULLOU, L. M. Antimicrobial in in vitro culture of sugarcane. *Ciência Rural*. 2019.

Resumos em congresso

1. GARCIA, F. R.; DE SÁ CAVALCANTI, FELIPE LIRA; SOUZA, R. A.; SANTIAGO, S. S.; VIVEIROS, D. S. Controle da oxidação no cultivo in vitro da variedade SP 791011 de cana-de-açúcar. In: 22º Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais & 9º Congresso Brasileiro de Cultura de Tecidos de Plantas, 2019, Petrolina/Juazeiro. Anais do 22º Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais & 9º Congresso Brasileiro de Cultura de Tecidos de Plantas, 2019.
2. SILVA, I. A. P.; BARBOSA, B. G. V.; DE SÁ CAVALCANTI, FELIPE LIRA; MELO, B. S. T.; Almeida, A.C.S.; MORAIS, M. M. C. Analysis of mutations in two-component systems (TCSs) in colistin resistant

Pseudomonas aeruginosa isolates. In: 30^o Congresso Brasileiro de Microbiologia, 2019, Maceió. Anais do 30^o Congresso Brasileiro de Microbiologia, 2019.

Processos e técnicas desenvolvidas

1. CAVALCANTI, F.L.S. Procedimento Operacional Padrão (POP) – Isolamento de fitobactérias a partir de fluido vascular de cana-de-açúcar. Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste. 2019.
2. CAVALCANTI, F.L.S. Procedimento Operacional Padrão (POP) – Preparação de meio de cultura específico para cultivo de *Leifsonia xyli* subsp. *xyli*. Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste. 2019.
3. CAVALCANTI, F.L.S. Procedimento Operacional Padrão (POP) – Síntese verde de nanopartículas de prata a partir de extrato de Gengibre (*Zingiber officinale*). Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste. 2019.

9 – Projeto: Otimização da produção bacteriana de PHA, síntese e caracterização da membrana plástica

Resumo:

Os plásticos convencionais, produzidos a partir de derivados de petróleo, geram enormes problemas de contaminação ambiental por serem de difícil degradação quando descartados como lixo após o seu uso, persistindo por longos períodos de tempo. Uma vasta gama de alternativas biodegradáveis tem sido proposta para utilização de matérias-primas renováveis, a exemplo dos polihidroxialcanoatos (PHA) microbianos, polímeros biodegradáveis e renováveis que despontam como uma promissora alternativa para substituição dos plásticos convencionais já existentes. Contudo, um dos grandes obstáculos à substituição do polipropileno por PHAs na produção de materiais plásticos tem sido de natureza econômica, pois sua produção se torna mais cara pela utilização de substratos de alto custo como a glicose e o ácido propiônico. A utilização de resíduos agroindustriais a exemplo do glicerol bruto (resíduos da produção de biodiesel) e soro do queijo (resíduo da indústria do queijo) na produção de PHAs, mostra-se como uma alternativa aos altos custos relacionado à sua produção, tornando o bioplástico mais competitivo e potencialmente aplicado em diversos ramos da indústria.

Artigos Publicados:

1. MALAFAIA, CAROLINA B.; HOULLOU, LAUREEN M.; BARBOSA, MARIANA O.; SOUZA, ELINEIDE B.; MACEDO, ALEXANDRE J.; SILVA, ALEXANDRE G.; CORREIA, MARIA T.S.; SILVA, MÁRCIA V.. Effects of *Myroxylon peruiferum* L. f. organic extracts in planktonic growth and *Ralstonia solanacearum* biofilm formation. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, v. 4, p. 180-186, 2019.
2. HOULLOU, LAUREEN M.; SOUZA, ROBSON A.; MALAFAIA, CAROLINA B.; PAIXÃO, DÉBORA L. M.; ARAÚJO, ALISSON T. B.; SILVA, MARIANA G.; DUARTE, GIAN C.S. Green synthesis of silver nanoparticles using leaf extract from *Tabebuia roseoalba* and *T. pentaphylla*. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, v. 4, p. 216-222, 2019.
3. SILVA, JOSELMA F.; BARBOSA, NAIARA P.S.R.; FRANÇA, MATHEUS T.N.; HOULLOU, LAUREEN M.; MALAFAIA, CAROLINA B. Reuse of polluting agroindustrial waste for ethanol production by *Kluyveromyces marxianus*. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, v. 4, p. 195-199, 2019.
4. ARAÚJO, KATARYNNA S.; SIQUEIRA, SÉRVULO M.; SANTOS, LEONARDO D.; MALAFAIA, CAROLINA B.; BARBOSA, MARIANA O. A preliminary study of the physico-chemical properties and fatty acid profile of five palm oil genotypes cultivated in Northeast of Brazil. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, v. 4, p. 251-256, 2019.

10 – Projeto: Otimização de produção de biossurfactante utilizando resíduos agroindustriais

Resumo:

A presente proposta da otimização de produção de biossurfactantes por microrganismos utilizando resíduos agroindustriais, 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, melaço, 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. 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 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 nos 5 isolados, porém 2 isolados demonstraram ser melhores produtoras de biopolímeros com atividade emulsificante e a tensão superficial foi reduzida para 31.5 mN/m.

Artigo científico

SILVA, JOSELMA F.; BARBOSA, NAIARA P.S.R.; FRANÇA, MATHEUS T.N.; HOULLOU, LAUREEN M.; MALAFAIA, CAROLINA B. Reuse of polluting agroindustrial waste for ethanol production by *Kluyveromyces marxianus*. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, v. 4, p. 195-199, 2019.

Processos e técnicas desenvolvidas

1. SILVA, J. F. Procedimento Operacional Padrão para extração de Biossurfactantes produzido por *Yarrowia lipolytica*, 2019.
2. SILVA, J. F. Procedimento Operacional Padrão para extração por solvente de biossurfactantes de levedura, 2019.
3. SILVA, J. F. Procedimento Operacional Padrão para isolamento de biossurfactantes produzido por levedura. Pernambuco: CETENE, 2019.
4. SILVA, J. F. Procedimento Operacional Padrão para caracterização de biossurfactante produzido por leveduras em GC-MS. Pernambuco: CETENE, 2019.
5. SILVA, J. F. Procedimento Operacional Padrão para teste de difusão de óleo utilizando biossurfactante produzido por levedura. Pernambuco: CETENE, 2019.
6. ARAÚJO, K. S. SILVA, J. F. Análise por cromatografia de gasosa (GC-DIC) de álcoois, ésteres e aldeídos. Pernambuco: CETENE, 2019.

11 – 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 têm 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, de sílica e de amido, 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 produzidas por micropropagação *in vitro* e em mudas aclimatizadas em estufas. Os ensaios em estufas são comparados com os da aplicação de fertilizantes comerciais. O 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 esperada com o desenvolvimento 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. Palavras-chave: Nanofertilizantes; agricultura; nanocarreadores e liberação Controlada.

Submissão e aprovação de capítulo de livros

1. *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. Published date: 25th April 2020, 285 pgs. Authors: Y. Moreno and J. H. dos Santos.
2. *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: 1st November 2020, 412 pgs. Authors: Y. Moreno, W. da Silva, and J. H. dos Santos.

12 – 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 estão sendo 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 dentro de campos.

Resultados alcançados em 2019

Os parâmetros biométricos estabelecidos em estufa agrícola foram: Estatura, diâmetro, limbo foliar, clorofila, tamanho da raiz e número de perfilho, utilizou-se o DIC comparando as médias de suas variáveis biométricas, de 40 mudas ao acaso. Já em campo foram: Altura média, estatura média (da base até a primeira nervura foliar), diâmetro médio, limbo médio foliar, teor de clorofila total média, nº médio de perfilhos, nº médio de entre nó, comprimento médio de entre nó, utilizando-se o DBC. Ao final do período de avaliação das variedades RB92579, RB002754, RB041443, RB863129, a RB92579 apresentou rápido crescimento vegetativo em relação aos parâmetros adotados em estufa. A partir desses dados espera-se atribuir um parâmetro na área de aclimatização em rápida, média e tardia, possibilitando adquirir estratégias de plantio, otimizando o período de estadia das mudas em estufas agrícolas. Já em campo dentre as variedades, a RB041443 apresentou maior relação de peso em tonelada por hectare comparando com sistema convencional e entre elas cerca de 23 ton/ha à mais comparado ao convencional e 32 ton/ha entre elas.

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.

Resumo em congresso

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*. 22º Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais e 9º Congresso Brasileiro de Cultura de Tecidos. 2019, Juazeiro-BA.

Técnicas desenvolvidas

1. NASCIMENTO, D.V.; Elaboração do Procedimento Operacional Padrão de Tratamento térmico e químico de palmitos de cana-de-açúcar. 2019.
2. NASCIMENTO, D.V.; Elaboração do Procedimento Operacional Padrão de Coleta de palmitos de cana-de-açúcar. 2019.
3. NASCIMENTO, D.V.; Elaboração do Procedimento Operacional Padrão de Aclimatização de plântulas de cana-de-açúcar. 2019.
4. NASCIMENTO, D.V.; Elaboração do Procedimento Operacional Padrão de Coleta de campo de cana-de-açúcar. 2019.
5. NASCIMENTO, D.V.; Elaboração do Procedimento Operacional Padrão de Coleta de Aplicação de defensivos agrícolas e fertilizantes. 2019.
6. NASCIMENTO, D.V.; Elaboração do Procedimento Operacional Padrão de Repicagem de mudas de cana-de-açúcar. 2019.
7. NASCIMENTO, D.V.; Elaboração do Procedimento Operacional Padrão de Matrizeiro *in vivo*. 2019.
8. NASCIMENTO, D.V.; Elaboração do Procedimento Operacional Padrão de Multiplicação rápida da mandioca. 2019.

13 – Projeto: Otimização de processos da produção de biocombustíveis em escala de bancada e piloto

Resumo

A área de Biotecnologia do CETENE é dividida em duas linhas de ação: cultura de tecidos vegetais e desenvolvimento de bioprodutos de interesse industrial, com atuação nas escalas de laboratório e piloto. As pesquisas em biocombustíveis são desenvolvidas com ênfase em processos de produção de biodiesel, bioetanol e biogás, com levantamento e caracterização de matérias-primas potenciais, implantação e otimização de novas tecnologias de processos, valorização e reaproveitamento de coprodutos e resíduos, além de monitoramento do uso do biocombustível em motores estacionários e veiculares.

Na produção de biodiesel, o CETENE possui experiência comprovada desde 2006 em otimização e integração de processos, treinamento de pessoal e aperfeiçoamento de inovações com viés social, econômico e ambiental.

O processo de produção de biodiesel por destilação reativa em escala semi-industrial visa processo dinâmico no setor industrial e redução de custos.

Por outro lado, biodigestão de resíduos de peixe tilápia são processos realizados para produção de biogás e, no CETENE, utilizamos glicerina para potencializar o processo.

Vale salientar que o CETENE possui uma excelente infraestrutura de processos a análises de biocombustíveis líquidos e sólidos, além de uma unidade piloto de produção de biodiesel com capacidade diária de 1000 litros exclusivamente para fins de pesquisa.

Resultados alcançados em 2019

- Otimização da produção de biodiesel por destilação reativa com perspectivas de transferência de tecnologia para o setor de biocombustíveis visando processo dinâmico de produção de biodiesel e outros compostos.
- Apoio técnico na implantação de três miniusinas em cooperativas de Pernambuco para agregar renda e minimizar o impacto ambiental no aproveitamento de óleo de fritura para produção de biodiesel.
- Estudo, em escala de bancada, da produção de biogás a partir de resíduos de peixe de tilápia (*Oreochromis niloticus*) com avaliação da influência da adição de glicerina, como fonte de carbono, na biodegradação dos resíduos. O próximo passo será o escalonamento do processo visando transferir para o setor industrial tecnologia eficiente de geração de energia a partir do biogás, reduzindo impacto ambiental com as carcaças de peixe e agregando valor ao setor.

Artigos científicos

1. SOUZA, THIBÉRIO P. C.; SILVA, RONALDY J. M. C. L.; MELO, JAMES C.; TSCHOEKE, ISABELLE C. P.; SILVA, JOSIVAN P.; PACHECO, JOSE G. A.; SILVA, JOSÉ M. F., *Kinetic modeling of cottonseed oil transesterification with ethanol. Reaction Kinetics Mechanisms and Catalysis*, v. 128, p. 1-16, 2019.
2. SILVA, RONALDY J. M. C. L.; TSCHOEKE, ISABELLE C. P.; MELO, JAMES C.; SILVA, JOSIVAN P.; PACHECO, JOSE G. A.; SILVA, JOSÉ M. F.; SOUZA, THIBÉRIO P. C., *Comparison Between Experimental and Simulated Results of Biodiesel Pproduction by Reactive Distillation and Energetic Assessment. Brazilian Journal of Chemical Engineering*, v. 36, p. 351-359, 2019.

MICROELETRÔNICA E COMPUTAÇÃO CIENTÍFICA

No ano de 2019 o CETENE atuou no desenvolvimento de dois projetos da área de Microeletrônica, cinco projetos nas áreas de Computação de Alto Desempenho e um projeto de Desenvolvimento de Sistemas. A produção em microeletrônica no Cetene é feita pelo Laboratório para Integração de Circuitos e Sistemas (Lincs). A missão do Lincs é realizar projetos Microeletrônica e Desenvolvimento de Sistemas. Os demais projetos foram desenvolvidos no recém criado Laboratório de Computação Científica (Lacc). Foram alcançados os seguintes resultados:

MICROELETRÔNICA

1 – Projeto: Moura Connect – Sistema para Monitoramento de Acumuladores Elétricos

Resumo:

Desde o ano de 2017 o CETENE desenvolve, em parceria com a Acumuladores Moura S. A, um sistema para monitoramento de baterias (BMS – Battery Monitoring System), o Moura Connect, que é um sistema de IoT (Internet Of Things) para integrar informações das baterias em tempo real e enviar as mesmas para o processamento e armazenamento em nuvem. Tal sistema possui uma unidade para monitoramento de bateria (BMU – Battery Monitoring Unit), que é um dispositivo eletrônico para monitoramento das condições operacionais de baterias de chumbo-ácido. O BMU foi totalmente desenvolvido pelos pesquisadores do CETENE e serve como base de funcionamento de todo sistema.

O Moura Connect é um sistema em desenvolvimento para monitoramento constante da energia consumida por empilhadeiras e rebocadores em centros de distribuição de mercadorias e fábricas em geral. O dispositivo eletrônico da BMU consegue mensurar as seguintes características físicas operacionais das baterias às quais está conectado: Tensão; Corrente; Temperatura; Nível de Eletrólito; Estado de Saúde – SoH; Estado de Carga – SoC; Autonomia da Bateria.

Os dados coletados e mensurados pelo BMU acoplado às baterias são enviados para processamento em nuvem utilizando a tecnologia de comunicação SigFox e os servidores da Amazon são utilizados para processamento e armazenamento dos dados lidos.

Resultados alcançados:

Desenvolvimento de dois protótipos de BMU (Battery Monitoring Unit) para monitoramento da energia consumida e armazenada em baterias tracionárias;

Desenvolvimento de algoritmos para SoC e SoH para processamento de dados das baterias monitoradas na nuvem AWS;

Desenvolvimento de uma plataforma web para apresentação em tempo real dos dados das baterias colhidos em campo;

Desenvolvimento de um circuito eletrônico próprio para a medição do nível de eletrólito presente nos acumuladores elétricos monitorados;

Desenvolvimento de um aplicativo mobile para monitoramento e configuração da BMU para aplicação tracionária e estacionária;

Implantação de um piloto do sistema no Centro de Distribuição da Acumuladores Moura S.A.

Produção científica:

Não foram publicados os resultados das pesquisas realizadas durante a execução deste projeto.

2 – Projeto: Moura BESS – Plataforma para Monitoramento Remoto de Sistemas de Armazenamento de Energia

Resumo:

O objetivo do projeto é o desenvolvimento de uma plataforma que permite o monitoramento e controle operacional de forma local ou remota de sistemas de armazenamento de energia, Integrados à rede elétrica, com fornecimento ou recebimento de carga no decorrer de sua operação. O projeto foi desenvolvido tendo como base o sistema de armazenamento de energia Kehua BCS Energy Storage Converter da empresa Kehua Tech.

A plataforma desenvolvida foi dividida em três módulos: 1. Servidor EMS para monitoramento e controle operacional de forma local e remota do sistema supervisorio; 2. Plataforma WEB para controle remoto do Sistema de Armazenamento de Energia; 3. Plataforma mobile para acesso às informações do Sistema de Armazenamento de Energia.

A plataforma desenvolvida neste projeto é capaz de se conectar, coletar informações e enviar comandos para até quatro unidades do Kehua BCS Energy Storage Converter (PCS). A cada conversor podem estar conectadas até quatro strings de baterias e à cada string pode ser conectado um dispositivo de gerenciamento de baterias BMS (Battery Management System), que também será capaz de enviar informações para o servidor. Também é possível enviar informações para o Controle Remoto do Sistema Supervisorio. Dessa forma, a plataforma desenvolvida é capaz de receber informações de até dezesseis aparelhos BMS conectados às strings de baterias. Conectado a cada BMS poderemos ter várias unidades de BMU (Battery Monitoring Unit) que enviarão mensagens apenas para a BMS. Dessa forma, todas as informações que serão armazenadas no sistema supervisorio devem obrigatoriamente passar pela BMS. O sistema desenvolvido também armazena e trata as informações relacionadas aos mediadores de carga e ao fornecimento/utilização da energia proveniente das concessionárias de energia elétrica. A Figura abaixo apresenta o diagrama com a arquitetura da plataforma.

Resultados alcançados:

- Desenvolvimento do servidor EMS para monitoramento e controle operacional de forma local e remota do sistema supervisorio;
- Desenvolvimento de plataforma Web para controle remoto do sistema de armazenamento de energia;
- Desenvolvimento de plataforma mobile para acesso às informações do sistema de armazenamento de energia;
- Desenvolvimento de um simulador de operação do sistema de armazenamento de energia.

Produção científica:

Não foram publicados os resultados das pesquisas realizadas durante a execução deste projeto.

COMPUTAÇÃO CIENTÍFICA E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS

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 2019.

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:

- KutralNet: A mobile deep model approach 2019.2 2019.2
- Report on the Deep Learning Course Project 2019.2 2019.2
- Comparativo Entre Redes Neurais Faster-RCNN Inception V2, RFCN Resnet101 e SSD MobilenetV2 para o problema de Detecção de Ovos do Mosquito Aedes Aegypti em image 2019.2 2019.2
- Classificação desbalanceada com subconceitos e sincronização de séries temporais no monitoramento remoto de plantações 2019.2 2019.2
- Multi-Label Image Recognition With Simple Graph Convolution 2019.2 2019.2
- Learning on Soccer Cooperative Environment 2019.2 2019.2
- Squeezed Deep 6DoF Pose Detection Using Knowledge Distillation 2019.2 2019.2
- Conditional GAN for missing data imputation 2019.2 2019.2
- BERT-Side – Using BERT for Distantly-Supervised Neural Relation Extraction with Side Information 2019.2 2019.2
- Multi-class financial fraud detection by integrating supervised learning with adversarial autoencoders 2019.2 2019.2
- Table Retrieval: Matching Articles and Web Tables 2019.2 2019.2
- Personal protective equipment detection in industrial facilities using camera video streaming 2019.2 2019.2
- Benchmark de Políticas de Learning Rate e Proposição de Uma Política Baseada em Decaimentos com Feedback 2019.2 2019.2
- OctHU-PageScan: A Fast Fully Octave Convolutional Neural Network for image segmentation 2019.2 2019.2
- Deep Fall Detection 2019.2 2019.2
- Modelo de Regressão utilizando Redes Neurais Convolucionais aplicado a Sistemas de Potência 2019.2 2019.2
- Fast Unsupervised Cyber-Attack Detection for Time Series with Generative Adversarial Networks 2019.2 2019.2
- Uso do YOLO na detecção de objetos na RoboCup SPL 2019.2 2019.2
- Direct Random Target Projection as Feedback Alignment algorithm with layerwise feedforward training for Deep Learning Architecture 2019.2 2019.2
- Quality Assessment of In-the-Wild Videos: A New Approach 2019.2 2019.2
- SincNet com Aprendizado Adversário para Identificação de Locutores 2019.2 2019.2
- Detecting insulators in power transmission lines: A comparison study between SSD, YOLOv3 and Faster R-CNN 2019.2 2019.2
- Aprendizagem profunda aplicada à Agricultura de Precisão – Estimativa do peso vivo de suínos 2019.2 2019.2

- DQN-AF: Proposta de uma Estratégia de Encaminhamento Adaptativo baseada em Deep Q-Network para Redes NDN 2019.2 2019.2
- Análise da Ferramenta Spleeter: Um estudo de caso com proposta de melhorias 2019.2 2019.2

Resultados alcançados:

A disciplina contou com 46 alunos e foram desenvolvidos 25 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 associada¹:

1. DE AMORIM, CLEISON CORREIA; MACÊDO, DAVID; ZANCHETTIN, CLEBER. Spatial-Temporal Graph Convolutional Networks for Sign Language Recognition. In: Igor V. Tetko;Věra Kůrková;Pavel Karpov;Fabian Theis. (Org.). Lecture Notes in Computer Science. LNCed.: Springer International Publishing, 2019, v. 11731, p. 646-657.
2. ABREU, JADER; FRED, LUIS; MACÊDO, DAVID; Zanchettin, Cleber. Hierarchical Attentional Hybrid Neural Networks for Document Classification. In: Igor V.Tetko;Věra Kůrková;Pavel Karpov;Fabian Theis. (Org.). Lecture Notes in Computer Science. LNCed.: Springer International Publishing, 2019, v. 11731, p. 396-402.
3. DUQUE, ANDRÉA B.; SANTOS, LUÃ LÁZARO J.; MACÊDO, DAVID; ZANCHETTIN, CLEBER. Squeezed Very Deep Convolutional Neural Networks for Text Classification. In: Igor V. Tetko;Věra Kůrková;Pavel Karpov;Fabian Theis. (Org.). Lecture Notes in Computer Science. LNCed.: Springer International Publishing, 2019, v. 11728, p. 193-207.
4. BARBOSA, P. F. C.; SILVA, B. A.; MACEDO, D. L.; ZANCHETTIN, C.;MORAES, R. M. Otimização do Consumo de Energia em Redes Ad Hoc Aloha Empregando Deep Learning. In: WPerformance. Workshop em Desempenho de Sistemas Computacionais e de Comunicação, 2019, Belém.
5. NUNES, J. A. C.; MACEDO, D. L.; ZANCHETTIN, C. Additive Margin SincNet for Speaker Recognition. In: International Joint Conference on Neural Networks, 2019, Budapeste.
6. LIMA, J. L. P.; MACEDO, D. L.; ZANCHETTIN, C. Heartbeat Anomaly Detection using Adversarial Oversampling. In: International Joint Conference on Neural Networks, 2019, Budapeste.
7. SANTOS, F. A. O.; GUEVARA, K. L. P.; MACEDO, D. L.; ZANCHETTIN, C. Improving Universal Language Model Fine-Tuning using Attention Mechanism. In:International Joint Conference on Neural Networks, 2019, Budapeste.
8. SANTOS, T. J.; MELLO, C. A.; ZANCHETTIN, C.; SOUZA, T. V. M. On the Influence of the Color Model for Image Boundary Detection Algorithms based on Convolutional Neural Networks. In: International Joint Conference on Neural Networks, 2019, Budapeste.
9. OLIVEIRA, D. W. C.; PEREIRA, D. C.; ZANCHETTIN, C.; MACEDO, D. L.; BEZERRA, B. L. D. Towards Optimizing Convolutional Neural Networks for Robotic Surgery Skill Evaluation. In: International Joint Conference on Neural Networks, 2019, Budapeste.

¹ Não se aplica a cálculos de indicadores do CETENE.

2 – Projeto: Dinâmica de reações químicas e de processos de espalhamento sob a perspectiva da teoria END: Efeito dos acoplamentos não-adiabáticos, desenvolvimento e implementação de novas metodologias

Resumo:

O projeto em desenvolvimento apresenta quatro focos de estudo: 1. Entender como as correlações entre elétrons e núcleos, mais precisamente os acoplamentos não-adiabáticos presentes na teoria de Dinâmica entre Elétrons e Núcleos (END, do inglês Electron Nuclear Dynamics) influenciam as propriedades e métricas da dinâmica das reações e o espalhamento de elétrons envolvendo a colisão de um hidrogênio atômico com íons carregados (O_3^+ , Si_3^+ e C_3^+); 2. Otimização do programa PACE para ambientes computacionais de alto desempenho, através de paralelização e atualização da versão do Python; 3. Simulações de reações complexas por meio da dinâmica de elétrons e núcleos, teoria dependente do tempo, não-adiabática e variacional; 4. Adicionar a representação dos elétrons por ondas planas.

Resultados alcançados:

Competição entre mecanismos HAT e PCET na reação de transferência de próton em fase gás: $NH_2 + HNO_3$. A reação de transferência de prótons entre o radical NH_2 e o ácido nítrico tem sido bastante investigada por sua importância na química de processos atmosféricos. Recentemente, tem sido sugerido que a esta reação está envolvida num processo catalítico cíclico envolvendo as concentrações dos radicais NH_2 e OH (Anglada, Olivella, & Solé, 2014b). Essa reação envolve a formação do complexo reagente CR a partir da aproximação entre o HNO_3 e o radical NH_2 sob condições adequadas. A depender da orientação relativa entre as espécies, a transferência de próton e consequente formação do complexo produto CP podem ocorrer de dois modos distintos: (i) Mecanismo de transferência de átomo de hidrogênio (HAT, do inglês Hydrogen Atom Transfer), em que a ligação O-H é quebrada homoliticamente; e (ii) Mecanismo de transferência de elétron acoplada a próton (PCET, do inglês Proton-coupled Electron Transfer): nesse caso a quebra da ligação O-H é heterolítica, havendo a transferência de um próton apenas.

Eventualmente, o CP pode dissociar-se nos produtos $NO_3 + NH_3$. Ainda que essa reação venha sendo explorada computacionalmente, nenhum trabalho investigando a dinâmica da competição entre esses canais de reação foi realizado até o momento. Dito isso, esse trabalho se propõe a preencher essa lacuna, explorando a dinâmica dessa reação a partir da metodologia BOMD (Born-Oppenheimer Molecular Dynamics) e END (Electron Nuclear Dynamics).

Simultaneamente, esse estudo contribuirá para avaliação da importância dos acoplamentos não-adiabáticos nas dinâmicas de reações. Contudo, antes de iniciarmos as simulações de dinâmica, é necessário validar o método de estrutura eletrônica a ser empregado. Dentre os funcionais da densidade considerados o método UBH&HLYP combinado tanto com o conjunto de funções de base 6-31G+(d, p) quanto com o conjunto 6-31G(d) apresentou os resultados energéticos mais satisfatórios (Tabela 1). Para essa avaliação foi considerado como referência os resultados da literatura (Anglada et al, 2014b) com o método CCSD(T)/CBS//QCISD(2df,2p). Entretanto, ainda pretendemos complementar essa validação incluindo os RMSD das estruturas obtidas.

Dinâmica dos Processos de Espalhamento de cátions de um elétron efetivo (O_3^+ , Si_3^+ e C_3^+) contra Hidrogênio Atômico. Esse estudo tem como foco a investigação dos efeitos dos acoplamentos não-adiabáticos da teoria END sobre os Processos de espalhamento dos cátions O_3^+ , Si_3^+ e C_3^+ por átomos de Hidrogênio. A escolha desses sistemas se deve principalmente a dois fatores. Primeiramente, a disponibilidade de dados experimentais da seção de choque diferencial e total (integral). Além disso, simulações END com todos os acoplamentos ligados já foram realizadas para explorar esses sistemas. Portanto, esses dados podem ser incorporados a nossa investigação e apenas as simulações complementares considerando as combinações restantes dos acoplamentos se

fazem necessárias. Inicialmente, pretendemos investigar dois casos extremos considerando os acoplamentos CR e CRR, os casos em que ambos estão simultaneamente ligados ou desligados.

Para as combinações de energias (10000 eV, 5000 eV, 2000eV, 500eV, 200 eV 100 eV, 40 eV) e 50 valores para o parâmetro de impacto considerados no intervalo [0.00-20.0 a.u.], cerca de 800 devem ser realizadas. Até o momento foram realizadas 364 simulações. A maior parte para o caso em que ambos os acoplamentos estão considerados. Portanto, espera-se que nas próximas semanas já haja dados suficientes para calcular as seções de choques diferenciais e integrais para esse caso. Espera-se com esses resultados contribuir para o esclarecimento dos efeitos desses acoplamentos para a descrição dos processos.

Otimização e implementação de ondas planas no PACE Considerando que o processo de otimização da ferramenta e inserção de novas aproximações na representação eletrônica encontram-se em andamento, ainda não é possível apresentar resultados significativos.

Produção científica:

Não foram publicados os resultados das pesquisas realizadas durante a execução deste projeto.

3 – Projeto: Integração teoria-experimento aplicada no desenvolvimento de novos materiais macios micelares

Resumo:

O projeto em andamento intitulado “Integração teoria-experimento aplicada no desenvolvimento de novos materiais macios micelares”, tem como objetivo o uso de métodos de simulação computacional e métodos experimentais no estudo das estruturas de micelas reversas e das propriedades das nanopiscinas de água (ou soluções salinas) visando estabelecer uma relação com os tamanhos e formas de nanopartículas sintetizadas em meios micelares e utilizar a espectroscopia de fotoluminescência de íons lantanídeos, especialmente Eu^{3+} , como sonda estrutural das micelas. A micela reversa dipolar iônica (zwitteriônica) da sulfobetaina (SB3-14) $\text{Me}(\text{CH}_2)_{13}\text{-N}^+\text{Me}_2\text{-(CH}_2)_3\text{-SO}_3^-$ e a micela n-hexadecifosforilcolina (HPC) $\text{Me}(\text{CH}_2)_{15}\text{-(OPO}_2\text{O)}^--(\text{CH}_2)_3\text{-N}^+\text{Me}_3$ na presença de diferentes sais estão sendo estudadas por métodos de simulação computacional de dinâmica molecular (MD) com campos de força clássicos. O principal interesse é a determinação dos efeitos da adsorção de íons na interface sobre as estruturas das micelas e das propriedades da água e soluções salinas confinadas na nanopiscinas.

Resultados alcançados:

Determinamos, com os recursos do cluster Neumann II, a estrutura da micela de HPC (n-hexadecifosforilcolina) em que foram realizadas simulações de dinâmica molecular da micela normal e na presença dos sais NaF, NaCl, NaBr, e NaClO_4 . A estrutura inicial e a adição de alguns íons foram obtidas com o programa Packmol com restrição de distância de 1 Å para a inserção do monômero. O número de agregação utilizado foi $N_{agg} = 58$, para concentração de 0,15 mol L⁻¹, $N_{agg} = 67$ para concentração de 0,015 mol L⁻¹ e $N_{agg} = 75$ na ausência de íons. As simulações foram realizadas com o programa Amber16 e campo de força LIPID14.

O programa PMEMD incluso no pacote Amber16, foi utilizado para o cálculo de simulação dos sistemas estudados. Os sistemas evoluíram em 10 ns na equilibração e 100 ns na etapa de produção, nesta etapa os dados foram adquiridos a cada 5 ps para todos os sistemas estudados.

Os dados coletados estão sendo analisados usando ferramentas do AMBER. Para a concentração de 0,15 mol L⁻¹, a figura 1 exibe um conjunto de estruturas obtidas das simulações equilibradas dos sistemas HPC na presença de sais. Estes sistemas serão analisados profundamente a fim de entender mudanças estruturais na superfície da micela. Uma ferramenta a ser utilizada para esses sistemas será a análise das redes de ligação de hidrogênio das águas de superfície. Sobre esta ferramenta, até o momento, temos informações sobre as redes de interação de água confinada na micela reversa

IMS3-14. Obtivemos resultados que indicam que a variação das propriedades topológicas das redes de águas confinadas é justificada a partir das mudanças estruturais promovidas pelo ambiente químico exercido pela micela. Além disso, o efeito do confinamento promove uma diminuição acentuada da constante dielétrica da água, argumentamos que essa diminuição possui relação com a mudança para o regime topológico de redes de pequeno mundo.

Investigações mais detalhadas sobre como caracterizar esses fatores estruturais a estabilidade e propriedades físico-químicas dos sistemas micelares citados estão sendo conduzidas atualmente pelo nosso grupo de pesquisa.

Produção científica:

Não foram publicados os resultados das pesquisas realizadas durante a execução deste projeto.

4 – Projeto: *Simulação computacional: desenvolvimento e aplicações (dQF-UFPE)*

Resumo:

Pesquisa 1: utilização de simulação computacional com métodos de Monte Carlo (MC) e dinâmica molecular (MD) para descrever os mecanismos de interação de drogas com MOFs considerando os efeitos do solvente e a superfície explícita dos cristais.

Pesquisa 2: estudo do mecanismo de adsorção da beta-alanina em eletrodos de carbono vítreo com várias densidades de carga, a partir de soluções aquosas em diferentes condições.

Pesquisa 3: uso de simulações computacionais via MC e MD para avaliar o poder de separação ou retenção de gases em MOFs de interesse no projeto, simulando os processos de adsorção e difusão de misturas de gases em várias composições.

Pesquisa 4: estudo do efeito isotópico no mecanismo, eficiência e seletividade de reações SN2 do tipo $[HX \dots CH_3 \dots Y] \rightarrow HXCH_3 + Y$ com $X = (O, S)$ e $Y = (F, Cl, Br)$ em fase gasosa, incluindo isótopos instáveis de todas as espécies químicas, a partir de cálculos utilizando métodos de química quântica estática e simulação de trajetórias de BOMD.

Uso do cluster: i) refinamento de campos de força para otimizar as interações do solvente com as drogas e MOFs; ii) simulações de MC e MD relevantes à adsorção, difusão e liberação de drogas e misturas de gases em MOFs; iii) simulações de adsorção de beta-alanina na superfície do grafite com várias configurações; iv) cálculo de isotermas, loadings, funções de distribuição radial, outros parâmetros e propriedades; v) cálculos quânticos de estrutura eletrônica na otimização das estruturas, em perfis energéticos, e nas trajetórias de dinâmica (BOMD).

Resultados alcançados:

Pesquisa 1: no período foram concluídos os cálculos e simulações computacionais da adsorção e liberação de 5-fluorouracil e cafeína em ZIF-8 considerando a superfície dos cristais em solução, usando o cluster; foram obtidos os loadings de droga para várias concentrações em metanol, as entalpias de adsorção com e sem acesso aos poros internos e com ou sem solvente.

Nesta pesquisa foi utilizado um modelo de cristal com superfície finita e porosidade restrita às drogas e foi comprovada a preferência da adsorção na superfície da ZIF-8. Um artigo foi publicado.

Pesquisa 2: o cluster está sendo utilizado para calcular as isotermas de adsorção de beta-alanina na superfície do grafite via simulações de MC, a partir de soluções em água (cálculos 80% concluídos). As simulações têm permitido identificar sítios de interação específicos entre a molécula da beta-alanina e o grafite, dependendo da carga na superfície e concentração da solução. As constantes de equilíbrio obtidas da simulação, as isotermas e as RDF explicam as determinações experimentais permitiram propor um mecanismo para a adsorção nos eletrodos.

Pesquisa 3: o cluster está sendo utilizado para a realização de cálculos e simulações envolvidos com a adsorção e liberação de misturas binárias dos gases H₂, N₂, CO₂ e CH₄ em duas MOFs caracterizadas previamente no projeto (ZnMOF e CuMOF), com alto potencial para carregamento e adsorção

seletiva segundo suas estruturas. Já foram obtidas as isotermas de adsorção dos gases puros e das combinações de pares, e estão sendo analisados os resultados. Um manuscrito em preparação.

Pesquisa 4: todos cálculos de otimização de estruturas e obtenção de perfis de energia potencial foram concluídos utilizando o cluster; e está em execução a simulação de trajetórias BOMD para a maioria dos sistemas [HX ... CH 3...Y] -> HXCH 3 + Y - (as reações com X=O e Y=F já foram completadas). Um aluno de doutorado está sendo supervisionado nesta pesquisa.

Produção científica associada²:

PROENZA, Yaicel G.; LONGO, Ricardo L. Simulation of the Adsorption and Release of Large Drugs by ZIF-8. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 2019.

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

Resumo:

Fungos “solubilizadores” de fosfatos desempenham importante papel no suprimento de fósforo para as plantas, elemento este, essencial para a nutrição e desenvolvimento dos vegetais. 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 o crescimento das plantas e produtividade das culturas, como é casa da cana-de-açúcar, cujo cultivo é um dos históricos pilares econômicos do Nordeste brasileiro. Isto tem motivado pesquisas de incubação controlada que visam selecionar fungos e bactérias mais aptos a essa função biotecnológica. Já existem alguns microrganismos isolados identificados via taxonomia tradicional (clássica) e caracterizados quanto à capacidade de disponibilização de fósforo no CETENE. O estudo do genoma dos fungos do gênero *Aspergillus* ajuda a entender e caracterizar esses isolados com potencial aplicação nesse bioprocessos. Diante do interesse científico e industrial e do potencial econômico da aplicação de fungos em processos biotecnológicos, o Joint Genome Institute, órgão do Departamento de Energia dos EUA, deu início em meados de 2014 ao projeto internacional de sequenciamento: 1000 Fungal Genomes, tal iniciativa visa sequenciar, anotar e disponibilizar genomas completos de fungos. Nesse contexto, entender a estrutura genômica das espécies desse gênero que possuem dados já depositados no MycoCosm, assim como inferir alterações genéticas pontuais, como Single Nucleotide Polimorphysm (SNPs), que estejam correlacionadas com características específicas de cada isolado, pode vir a maximizar a potencial aplicação do fungo, seja na indústria ou na agricultura.

Com o advento do sequenciamento em larga escala e o desenvolvimento de ferramentas computacionais capazes de processar este tipo de dados de maneira eficiente, passou-se a investigar pequenas diferenças entre o material genético de indivíduos/espécies. Em de regiões conservadas do genoma, isto é, seqüências compartilhadas entre diferentes amostras de uma mesma espécie, ocorrem mudanças pontuais. Estas alterações são conhecidas como SNPs, elas são responsáveis pela grande maioria das variações genéticas dentro de uma mesma população, sendo responsáveis pelas características individuais de cada ser, assim como, em alguns casos, podem estar correlacionadas com o desenvolvimento de doenças, podem também definir a resposta dos organismos a drogas. Diante disto, mapear tais alterações tem despertado grande interesse da comunidade científica. Infelizmente, detectar essas variações é uma tarefa de alto custo computacional. Desta forma, aplicações de técnicas computacionais que acelerem o processo, tal como processamento paralelo em GPU, podem ser aplicadas com sucesso para processar esses grandes volumes de dados (como o genoma completo de um organismo, por exemplo).

² Não se aplica a cálculos de indicadores do CETENE.

Determinar essas variações em organismos superiores (humanos, bovinos, etc), é uma tarefa estabilizada com uma grande quantidade de resultados já obtidos por consórcios internacionais, bancos de dados de acesso público têm sido construídos, neles relacionam-se variantes já conhecidas com fenótipos de interesse, como o ClinVar do NCBI, por exemplo. Entender e mapear SNPs em microrganismos, como fungos que se reproduzem das mais diferentes maneiras, por exemplo, tem sido um desafio, tanto laboratorial quanto computacional.

Resultados alcançados:

Neste projeto, aplicamos métodos de bioinformática para mapear SNPs em genomas de referência do gênero *Aspergillus*. A estes genomas, reads coletados do SRA-NCBI foram alinhados. Sob os alinhamentos resultantes, aplicamos duas diferentes ferramentas de identificação de SNPs: freebayes e mpileup. Aos resultados obtidos foram empregados filtros estatísticos para selecionar apenas aquelas variações com no mínimo 99% de probabilidade de qualidade. Utilizando os mapas genéticos dos genomas de referência, cada SNP foi anotado de acordo com seu efeito. Por exemplo, ganho de códon de finalização, perda de códon de inicialização, etc. Cada efeito foi classificado como sendo de impacto “Alto”, “Baixo”, “Modificador” ou “Moderado”. Por exemplo, a ocorrência de SNP não sinônimo que gera o ganho de um códon de finalização prematuro é um SNP de “Alto” impacto. 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 (datawarehouse) no SGBD PostgreSQL. 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. Por fim, foi desenvolvido um algoritmo para ensemble de sequências de haplótipos, nele a combinação de múltiplas soluções de métodos não determinísticos pouco precisos, porém computacionalmente eficientes, resultam em soluções mais acuradas que aquelas dos métodos mais precisos e computacionalmente mais intensivos.

Resumo em congresso:

1. ROSA, ROGERIO S.; CAMBUIM, L. F.; BARROS, E. N. S.: An ensemble strategy for Haplotype Inference based on the internal variability of algorithms. In: IEEE International Joint Conference on Neural Networks, 2019, Budapeste.

6 – 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 técnica³:

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

³ 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 2019:

Indicadores	Unidade	Peso	Meta Contratada 2019	Meta Corrigida* 2019	Executado 2019
Físicos e Operacionais					
01. IG PUB – Índice Geral de Publicações	NGPB/TNSE	3	2	2	1,97
02. PPCI – Programas e Projetos de Cooperação Internacional	NPPCI	1	1	0	0
03. PPCN – Programas, Projetos e Ações de Cooperação Nacional	NPPCN	0	65	30	29
04. PcTD – Índice de Processos e Técnicas Desenvolvidas	NPTD/TNSE	3	1	1	0,88
05. IAT – Índice de Atendimento Tecnológico	NRD/TNSE	3	500	500	477,32
06. IPIn – Índice de Propriedade Intelectual	NP/TNSE	3	0	0	0
Administrativo-financeiros					
07. RREO – Relação entre Receitas Extraorçamentárias e Orçamentárias	$[RE / (RE+OCC)] * 100$	1	2	10,00%	9,26%
08. IEO – Índice de Execução Orçamentária	VOE/LEA *100	3	100%	100,00%	99,80%
Recursos Humanos					
09. ICT – Índice de Capacitação e Treinamento	$(Ps/M + N_H/MH + PERC) / 3$	2	2	70,00%	71,00%
10. PRB – Participação Relativa de Bolsistas	NTB/(NTB+NTS) *100	2	70,00%	70,00%	50,00%
11. PRPT – Participação Relativa de Pessoal Terceirizado	NPT/(NPT+NTS) *100	1	50,00%	50,00%	62,82%
Inclusão Social					
12. PIS – Projetos de Inclusão Social	NPIS	2	1	1	1

Obs.: A Meta Corrigida reflete uma errata nos índices indevidamente apresentados no TCG2019, aqui exibidos como Meta Contratada.

IV. INDICADORES DE DESEMPENHO

A seguir são apresentadas análises individuais dos indicadores do TCG referentes a 2019, conforme Quadro Geral de Desempenho exposto na seção anterior.

01. IG PUB – Índice Geral de Publicações

IG PUB = NGPB / TNSE

Unidade: N^o de publicações por técnico, com duas casas decimais.

NGPB = (N^o de artigos publicados em periódico com ISSN indexado no SCI ou em outro banco de dados) + (N^o de artigos publicados em revista de divulgação científica nacional ou internacional) + (N^o de artigos completos publicados em evento técnico-científico nacional ou internacional) + (N^o de participações em livros), no ano. Serão considerados eventos técnicocientíficos: 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, tecnologistas e bolsistas), com doze ou mais meses de atuação na Unidade de Pesquisa/MCTIC completados ou a completar na vigência do TCG.

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

Conforme apresentado na seção anterior, foram identificados 65 artigos publicados em periódicos, livros e anais de congressos, desenvolvidos por 29 bolsistas de nível superior (ANEXO 1) e 2 tecnologistas e pesquisadores do quadro de pessoal do CETENE, atingindo o seguinte resultado:

$$\text{IG PUB} = 65 / 33 = 1,97$$

02. PPCI – Programas e Projetos de Cooperação Internacional

PPCI = NPPCI

Unidade: N^o, 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.

Obs. 1: Deverá constar, obrigatoriamente, em apêndice próprio, 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.

Obs. 2: 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 2019 o CETENE não teve programa ou projeto de cooperação internacional:

PPCI = 0

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

PPCN = NPPCN

Unidade: N^o, sem casa decimal.

NPPACN = N^o de Programas, Projetos e Ações desenvolvidos em parceria formal com instituições nacionais, no ano.

Obs. 1: Considerar apenas os Programas e Projetos vigentes em parceria formal com instituições nacionais. Deverá constar, obrigatoriamente, em apêndice próprio, 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.

Obs. 2: Entende-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.

Os projetos de cooperação institucional nacional firmados pelo CETENE em 2019 podem ser consultados no ANEXO 1 deste documento onde, conforme exposto, é apresetado seguinte resultado:

PPCN = 29

04. PcTD – Índice de Processos e Técnicas Desenvolvidas

PcTD = NPTD / TNSE

Unidade: N^o de Processos e Técnicas Desenvolvidas por técnico, com duas casas decimais.

NPTD = (N^o de Processos Desenvolvidos no ano) + (N^o de Técnicas Desenvolvidas no ano)

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

Obs. 1: Considerar somente os Processos e Técnicas efetivamente concluídas no período. Processos e Técnicas em andamento não devem ser incluídas.

Obs. 2: Os documentos com os registros dos Processos e Técnicas devem ser apresentados.

Conforme apresentado na seção anterior, foram identificados 29 procedimentos e técnicas desenvolvidos pelo corpo técnico do CETENE, constituído por 29 bolsistas de nível superior (ANEXO 2) e 4 tecnologistas e pesquisadores do quadro de pessoal do CETENE, gerando o seguinte resultado:

$$\text{PcTD} = 29 / 33 = 0,88$$

05. IAT – Índice de Atendimento Tecnológico

$$\text{IAT} = \text{NRD} / \text{TNSE}$$

Unidade: Nº de Relatórios de Atendimentos por técnico, com duas casas decimais.

NRD = Nº 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, tecnologistas e bolsistas), com doze ou mais meses de atuação na Unidade de Pesquisa/MCTIC completados ou a completar na vigência do TCG.

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

De acordo com os levantamentos realizados no CETENE, foram contabilizadas 15.020 análises/atendimentos realizados na área de Biotecnologia e 2.641 em Nanotecnologia/Microscopia, chegando-se ao seguinte resultado:

$$\text{IAT} = 17.661/37 = 477,32$$

No ano de 2019 foram realizadas 2.766 análises e processadas 2.613 amostras na Central Analítica. Estes atendimentos foram realizados a nove (9) instituições públicas brasileiras, além do próprio CETENE: IFPE, UFC, UFCG, UFPA, UFPB, UFPE, UFRPE, UFMA, UNICAP, UNINASSAU e UPE distribuídos entre os 04 equipamentos em funcionamento e disponíveis para utilização na Plataforma Multiusuário, conforme a planilha a seguir.

Central Analítica			
Equipamento: GC- FID			
	1º Semestre	2º Semestre	Total
Análises realizadas	189	-	189
Amostras processadas	189	-	189
Instituições atendidas	1		
Equipamento: UPLC- MS			
	1º Semestre	2º Semestre	Total
Análises realizadas	05	-	05
Amostras processadas	05	-	-
Instituições atendidas	2		
Equipamento: LC- MS			
	1º Semestre	2º Semestre	Total
Análises realizadas	137	-	137
Amostras processadas	137	-	-
Instituições atendidas	3		
Equipamento: MALDI-TOF			
	1º Semestre	2º Semestre	Total
Análises realizadas	2122	313	2435
Amostras processadas	1969	313	2282
Instituições atendidas	9		
Indicadores da Central Analítica em 2019			
	1º Semestre	2º Semestre	Total
Análises realizadas	2453	313	2766
Amostras processadas	2300	313	2613
Instituições atendidas	11		

No ano de 2019 foram realizados 1341 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, UFRPE, UFPE, CRCN e UPE.

Bioprocessos			
	1º Semestre	2º Semestre	Total
Atendimentos	726	582	1308
Biossegurança Nivel 2			
	1º Semestre	2º Semestre	Total
Atendimentos	0	33	33

Já no LAFIP – Laboratório de Fitoquímicos e Processos no ano de 2019 foram realizados 10.913 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, UFRPE, UFPE e UPE.

LAFIP			
	1º Semestre	2º Semestre	Total
Análises	7.482	3.431	10.913
Amostras	695	1.586	2.281

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

Intitutos atendidos
Acumuladores MOURA – Instituto de Tecnologia Edson Mororó Moura
CETENE – Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste
ITP – Instituto de Tecnologia e Pesquisa
UEPB – Universidade Estadual da Paraíba
UFC – Universidade Federal do Ceará
UFCG – Universidade Federal de Campina Grande
UFLA – Universidade Federal de Lavras / MG
UFPI – Universidade Federal do Piauí
UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco
UNICAP – Univesidade Católica de Pernambuco
UniFbv – Faculdade Boa Viagem
UNIVASF – Universidade Federal do Vale do São Francisco
UPE – Universidade de Pernambuco – Escola Politécnica de Pernambuco

Laboratório de Caracterização de Materiais

Equipamento: ANALISADOR DE AREA SUPERFICIAL E POROSIDADE			
		1º semestre	2º semestre
Usuários	35		
Análises	740	602	138
Amostras	370	301	69

Equipamento: TG/DSC			
		1º semestre	2º semestre
Usuários	30		
Análises	524	384	140
Amostras	262	192	70

Equipamento: DRX – Difratorômetro de Raios X			
Usuários	46	1° semestre	2° semestre
Análises	1037	748	289
Amostras	1037	748	289

Equipamento: TAMANHO DE PARTÍCULAS			
Usuários	9	1° semestre	2° semestre
Análises	147	130	17
Amostras	92	75	17

Equipamento: REÔMETRO			
Usuários	0	1° semestre	2° semestre
Análises	0	0	0
Amostras	0	0	0

Equipamento: ESPECTROPOLARÍMETRO			
Usuários	2	1° semestre	2° semestre
Análises	10	1	9
Amostras	10	1	9

Equipamento: FTIR			
Usuários	4	1o Semestre	2o Semestre
Análises	8	0	8
Amostras	37	0	0
Instituições atendidas	1 Pública		

Laboratório de Microscopia e Microanálise

Equipamento: MEV – Microscópio Eletrônico de Varredura			
Usuários	13	1o Semestre	2o Semestre
Análises	88	46	42
Amostras	265	144	121
Instituições atendidas	10 Públicas 2 Privadas		

Equipamento: MET – Microscópio Eletrônico de Transmissão (MORGAGNI)			
Usuários	7	1o Semestre	2o Semestre
Análises	54	24	30
Amostras	84	58	26
Instituições atendidas	6 Públicas 0 Privadas		

Equipamento: MO – Microscópio Óptico			
Usuários	4	1o Semestre	2o Semestre
Análises	10	8	2
Amostras	72	46	26
Instituições atendidas	2 Públicas 1 Privada		

Equipamento: MFL – Microscópio de Fluorescência			
Usuários	7	1o Semestre	2o Semestre
Análises	16	7	9
Amostras	0	0	0
Instituições atendidas	2 Públicas 1 Privada		

Equipamento: Microscópio Raman			
Usuários	3	1o Semestre	2o Semestre
Análises	7	0	7
Amostras	28	0	0
Instituições atendidas	2 Públicas 1 Privada		

06. IPIIn – Índice de Propriedade Intelectual

IPIIn = NP / TNSE

Unidade: 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, no ano por técnico com duas casas decimais.

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/MCTIC completados ou a completar na vigência do TCG.

Obs.: 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 2019 não houve solicitação de privilégio de propriedade intelectual realizado por pesquisador do quadro técnico do CETENE, formado por 5 técnicos, 3 tecnólogos e 29 bolsistas.

$$\text{IPIIn} = 0 / 37 = 0$$

07. RREO – Relação entre Receitas Extraordinárias e Orçamentárias

$$RREO = [RE / (RE+OCC)] * 100$$

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 de vigência do TCG.

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

Obs. 1: pode-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.

Obs. 2: apresentar, em apêndice próprio, memória de cálculo contendo inclusive as fontes de recursos extra orçamentários recebidos (exemplo: número do convênio; órgão onvenente e finalidade do recurso).

Obs. 3: não deverão ser computadas dotação contingenciadas.

RE = R\$ 520.926,48

OCC = R\$ 5.103.937,93

$$RREO = [520.926,48 / (520.926,48+5.103.937,93)] * 100 = 9,26\%$$

08. IEO – Índice de Execução Orçamentária

$$IEO = VOE / LEA * 100$$

Unidade: %, sem casa decimal.

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.

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\$ 5.103.937,93

LEA= R\$ 5.114.060,00

$$IEO = VOE / LEA * 100 = 5.103.937,93/5.114.060,00 * 100 = 99,80\%$$

09. ICT – Índice de Capacitação e Treinamento

$$ICT = (PS/M + N_H/MH + PERC) / 3$$

Unidade: N^o, com duas casas decimais.

PS = 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).

NH = 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.

MH = 100h (MH = 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.

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

Foi executado o montante R\$ 39.909,00 (trinta e nove mil, novecentos e nove reais) em rubrica de capacitação e treinamento, o que representa 0,78% do orçamento de custeio e capital do CETENE/MCTIC. O planejamento inicial para o exercício de 2019 previa executar R\$60.000,00 (sessenta mil reais) com ações de capacitação/treinamento em 40 horas-capacitação por servidor. Foram capacitados/treinados 21 (vinte e um) servidores em 2019, distribuídos em 22 (vinte e duas) ações de capacitação/treinamento e em 868 (oitocentas e sessenta e oito) horas de atividades acompanhadas pelo Serviço de Pessoal (SESEP/COGEA).

Assim, temos o seguinte resultado:

- 72% dos 29 (vinte e nove) servidores e empregados públicos do CETENE/MCTIC participaram de ações de capacitação/treinamento em 2019;
- 66% dos recursos orçamentários previstos foram efetivamente executados com ações de capacitação/treinamento em 2019; e
- 75% das 1.160 horas-capacitação previstas para o período foram executadas.

$$ICT = (0,72 + 0,66 + 0,75) / 3 = 0,71 = 71\%$$

10. PRB – Participação Relativa de Bolsistas

$$PRB = [NTB / (NTB + NTS)] * 100$$

Unidade: %, sem casa decimal.

NTB = \sum dos bolsistas (PCI, RD, etc.), no ano.

NTS = N^o total de servidores em todas as carreiras, no ano.

A Participação Relativa de Bolsistas diminuiu em 2019, o que explica o índice de 50% demonstrado abaixo, quando comparado ao ano de 2018 (índice de 70%). 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:

$$\text{PRB} = \text{NTB}/(\text{NTB}+\text{NTS}) = 29/(29+29)*100 = 0,50*100 = 50\%$$

11. PRPT – Participação Relativa de Pessoal Terceirizado

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

Unidade: %, sem casa decimal.

NPT = Σ do pessoal terceirizado, no ano.

NTS = N^o total de servidores em todas as carreiras, no ano.

Verificou-se uma diminuição do número de terceirizados em 2019 (62,82%) se comparado ao percentual de 2018 (66,25%), conforme cálculo abaixo. Apesar disso, o CETENE apresenta um elevado grau de terceirização de mão-de-obra, se comparado ao número de servidores públicos efetivos da instituição (29). Desde 2008, o Instituto não foi contemplado com vagas em concurso público.

$$\text{PRPT} = \text{NPT}/(\text{NPT}+\text{NTS}) = 49/(49 +29)*100 = 0,6282*100 = 62,82\%$$

12. PIS – Projetos de Inclusão Social

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:

$$\text{PIS} = 01$$

ANEXO 1

Programas e projetos vigentes em parceria formal com instituições nacionais e respectivos resultados obtidos em 2019

Programa/ Temática do Acordo	Nome da Instituição Parceira	Descrição do Objeto	Assinatura	Vigência	Valor Acordado (R\$)
Contrato de Prestação de Serviços N° 04/2016	Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa – FUNDEP	Monitoramento e avaliação da presença de resíduos de agrotóxicos em produtos orgânicos colocados no mercado brasileiro (MAPA)	25/01/2017	30/11/2019	R\$ 710.000,00
<p>A execução do projeto permitiu disponibilizar os materiais e padrões analíticos necessários para o laboratório LARP da UFSM efetuar o preparo das amostras de alimentos da produção orgânica e para a operação dos equipamentos necessários à realização das análises de resíduos de agrotóxicos. Os resultados obtidos foram encaminhados na forma de laudos analíticos aos responsáveis pelas coletas e divulgação. O projeto foi desenvolvido conforme previsto. Como um dos participantes do programa, o ITEP/LabTox recebeu 324 amostras, de frutas e legumes, para análise de cerca de 400 resíduos de agrotóxicos. As amostras foram coletadas por fiscais do MAPA e entregues no laboratório. Os resultados, por sua vez, foram encaminhados eletronicamente para os fiscais dos estados onde as amostras foram coletadas e, também, para a coordenação geral do programa do MAPA-DF. Do total de 324, três amostras foram descartadas devido ao acondicionamento inadequado. Das 321 amostras analisadas, 20 amostras (6,2%) apresentaram resíduos de agrotóxicos, o que configura violações, devido ao caráter supostamente orgânico dos alimentos. Em 8 das 20 amostras, foram detectados agrotóxicos de uso proibido até mesmo para a cultura comercializada como produto não orgânico. A quantidade não uniforme de amostras por estado não permite comparações e outras avaliações. No entanto, vale ressaltar que dentre os estados com número de amostras analisadas superiores a 40, Sergipe (n= 41) e Pernambuco (n= 54) não apresentaram casos positivos de violação, tendo a Paraíba (n=95) e Bahia (n=83) violações equivalentes a 10% e 7,2%, respectivamente. Os dados obtidos no ITEP/LabTox, somados com aqueles obtidos nos demais laboratórios participantes do programa do MAPA, deverão contribuir para uma primeira avaliação da situação dos produtos orgânicos comercializados no país. O caráter do programa foi de orientação e que sua continuidade será de grande importância para a valorização do mercado de alimentos orgânicos no país e para a garantia da segurança alimentar.</p>					
Contrato de Prestação de Serviços N° 01/2017	Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa – FUNDEP	Monitoramento de resíduos de agrotóxicos em amostras ambientais de regiões vulneráveis representativas das diferentes zonas climáticas do país (IBAMA)	01/09/2017	30/09/2019	R\$ 840.000,00
<p>O projeto viabilizou a aquisição de itens de laboratório necessários para o preparo das amostras de água e de solo, bem como para a manutenção e operação dos equipamentos utilizados na execução das análises de resíduos de agrotóxicos em amostras ambientais. Os métodos analíticos foram ampliados para um número maior de agrotóxicos e as amostras coletadas foram analisadas adequadamente. O projeto está sendo desenvolvido conforme previsão. O programa proposto pelo IBAMA envolve análise de resíduos de agrotóxicos em amostras de águas superficiais e em solo. O início do programa foi adiado algumas vezes, primeiro devido a acertos internos no próprio IBAMA, e depois pela necessidade de um workshop para treinamento dos fiscais do IBAMA em técnicas de amostragem, acondicionamento e envio das amostras. O treinamento foi oferecido pela equipe de um dos laboratórios participantes. Em paralelo, reuniões foram realizadas entre os 3 laboratórios selecionados para a realização das análises, com o intuito de definir e harmonizar a metodologia a ser adotada para as análises de: (1) multirresíduos de agrotóxicos em água superficial; (2) multirresíduos de agrotóxicos em amostras de solo, e (3) glifosato em água superficial. Em 2019, o ITEP/LabTox realizou um total de 137 análises, sendo: 61 análises multirresíduos de agrotóxicos em águas superficiais, 61 análises de glifosato em águas superficiais e 15 análises multirresíduos de agrotóxicos em solo.</p>					
Contrato de Prestação de Serviços N° 01/2018	Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa – FUNDEP	Matrizes nanotubulares de TiO ₂ para tratamento de águas residuais através da fotodegradação e mineralização de poluentes orgânicos (FUNASA)	27/11/2018	26/11/2021	R\$ 321.252,00
<p>Uma dissertação de mestrado foi concluída: Emanuely José de Souza / Síntese e Caracterização de Nanocompositos de MOFs com nanotubos de TiO₂ para uso na fotodegradação de poluentes emergentes / Universidade Federal de Pernambuco, e uma segunda dissertação esta em andamento: Plínio Antoninho de Freitas / Aplicação da fotocatalise heterogênea no tratamento de poluentes orgânicos / Universidade Federal de Pernambuco.</p>					
Convênio de Educação, Ciência, Tecnologia e Inovação	Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa – FUNDEP	Plataforma de monitoramento remoto de sistemas de armazenamento de energia (Acumuladores Moura S/A)	10/01/2019	09/09/2019	R\$ 573.444,44
<p>A execução do projeto permitiu o desenvolvimento de um protótipo de plataforma IoT para monitoramento remoto de baterias estacionárias. Foram desenvolvidas placas de circuito para suportar a troca de dados por meio de uma interface Bluetooth e o envio das informações de carga das baterias para a nuvem, por intermédio da tecnologia Sigfox. O projeto também permitiu o desenvolvimento de aplicações Web e mobile para acesso remoto e em tempo real das informações de carga das baterias.</p>					

Programa/ Temática do Acordo	Nome da Instituição Parceira	Descrição do Objeto	Assinatura	Vigência	Valor Acordado (R\$)
Termo de ajuste N° 02/2014	Universidade Federal Rural de PE – UFRPE	Desenvolvimento de rotinas sintéticas de produtos de interesse farmacológico e biotecnológico	28/02/2018	27/02/2019	Não há repasse de recursos
Tese concluída: Alves, A. A. Celulose Bacteriana Modificada: De Filtros a Curativos Antimicrobianos. Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Química Fundamental. Recife, 2019. Como resultado desse trabalho teve também uma patente, que apesar de não ter sido depositada o ano passado, é um resultado relevante. Patente: Belian, M. F.; Silva, W. E.; ALVES, A. A.; Galembeck, A.; Lima, L.S.G.L. FILTROS À BASE DE MEMBRANA DE CELULOSE BACTERIANA MODIFICADA. 2018, Brasil. Patente: Privilégio de Inovação. Número do registro: BR1020180097369, título: "FILTROS À BASE DE MEMBRANA DE CELULOSE BACTERIANA MODIFICADA", Instituição de registro: INPI – Instituto Nacional da Propriedade Industrial.					
Termo de ajuste N° 01/2017	Universidade Federal Rural de PE – UFRPE	Biotecnologia vegetal – Melhoria do cultivo de espécies vegetais em larga escala através da técnica de propagação	03/01/2018	02/01/2023	Não há repasse de recursos
1) Identificação das variedades de cana listagem a serem pesquisadas - Em conjunto com a equipe técnica da Estação Experimental de Cana de Carpina – EECAC / UFRPE foram identificadas as variedades importantes para o Nordeste tais como RB 02 1754, RB 00 2754, RB 86 7515, RB 92 579, RB 93 509, B 8008, entre outras. O objetivo é garantir o crescimento das mudas produzidas em larga escala, em ambiente controlado, com qualidade e livre de doenças, ajudando a suprir as necessidades do setor sucroenergético na renovação do campo através da micropropagação de plantas sadias e permitindo o desenvolvimento do cultivo garantindo a produtividade de forma eficiente e constante; 2) Coleta de variedades de cana de açúcar - Em 2019 foram introduzidas as variedades RB 02 1754, RB 86 7515, RB 92 579, com desenvolvimento e otimização dos protocolos multiplicação <i>in vitro</i> e crescimento em biorreator de imersão temporária – BIT; 3) Implantação dos experimentos - Em cada Biorreator de crescimento foram colocadas 50 plantas, retirando-se para as estufas de aclimatização 400 a 700 mudas, com taxa de multiplicação variando de 1 x 8 a 1 x 14; - A aclimatização das variedades selecionadas foi realizada em ambiente controlado nas estufas do CETENE no tempo de dois meses; 4) Avaliação do desempenho de mudas - Os parâmetros biométricos estabelecidos foram: Estatura, diâmetro, limbo foliar, clorofila, tamanho da raiz e número de perfilho, comparando as médias de suas variáveis biométricas de 40 mudas ao acaso. - Já em campo foram avaliados: Altura média, estatura média (da base até a primeira nervura foliar), diâmetro médio, limbo médio foliar, teor de clorofila total média, nº médio de perfilho, nº médio de entre nó, comprimento médio de entre nó. Ao final do período de avaliação das variedades apresentou rápido crescimento vegetativo em relação aos parâmetros adotados em estufa. - Resumo publicado em Congresso: 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 <i>in vitro</i> . 22º Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais e 9º Congresso Brasileiro de Cultura de Tecidos. 2019, Juazeiro-BA.					
Termo de ajuste N° 01/2018	Universidade Federal Rural de PE – UFRPE	Educação ambiental voltada para a coleta seletiva de óleo e gordura residual de fritura OGR	04/05/2018	03/05/2020	Não há repasse de recursos
- Apoio técnico com a implantação e funcionamento de três miniusinas em cooperativas de recicláveis em Pernambuco para agregar renda e minimizar o impacto ambiental no aproveitamento de óleo de fritura para produção de biodiesel; - Treinamento técnico de operação das miniusinas para produção de biodiesel com matéria-prima de óleos residuais de fritura; - Coleta seletiva de aproximadamente 5.000 litros de óleo de fritura residual para transformação em biodiesel.					
Termo de ajuste N° 02/2018	Universidade Federal Rural de PE – UFRPE	Programa de estágio dirigido a estudantes de ensino superior e de pós-graduação	16/10/2018	03/02/2019	Não há repasse de recursos
Não foram firmados termos de compromisso de estágio com estudantes de ensino superior e pós-graduação da Universidade Federal Rural de Pernambuco no exercício de 2019.					
Termo de ajuste N° 03/2018	Universidade Federal Rural de PE – UFRPE	Desenvolvimento de nanomateriais customizados para soluções ambientais	16/10/2018	15/10/2023	Não há repasse de recursos

Programa/ Temática do Acordo	Nome da Instituição Parceira	Descrição do Objeto	Assinatura	Vigência	Valor Acordado (R\$)
Não houve resultado de experimento do projeto em 2019.					
Termo de ajuste N° 04/2018	Universidade Federal Rural de PE – UFRPE	Uso de óleos essenciais, extratos e compostos puros como ingredientes ativos em novos produtos formulados para o manejo integrado de pragas no Estado de Pernambuco	16/10/2018	15/10/2023	Não há repasse de recursos
Não houve resultado de experimento do projeto em 2019.					
Termo de ajuste N° 01/2019	Universidade Federal Rural de PE – UFRPE	Novas estratégias para extração e microencapsulação de compostos fenólicos bioativos obtidos a partir da borra de café (<i>Coffea arabica</i> L) através de tecnologias verdes: uma alternativa para a valorização de um fluxo emergente de resíduos alimentares e promoção à saúde	14/11/2019	13/11/2021	Não há repasse de recursos
O Termo de Ajuste foi assinado em 14 de novembro de 2019 e os resultados serão apresentados em 2020.					
Termo de ajuste N° 01/2014	Universidade Federal de PE – UFPE	Programa de estágio dirigido a estudantes de ensino superior e de pós-graduação	20/08/2014	19/08/2019	Não há repasse de recursos
Não foram firmados termos de compromisso de estágio com estudantes de ensino superior e pós-graduação da Universidade Federal de Pernambuco no exercício de 2019.					
Termo de ajuste N° 01/2015	Universidade Federal de PE – UFPE	Aplicação de sistemas fotocatalíticos para produção de hidrogênio a partir de estrutura nanotubulares de TiO ₂ E Ta ₂ O ₅	31/07/2015	30/07/2019	Não há repasse de recursos
Projeto de doutorado do aluno Henrique Gonçalves: foi realizada a qualificação e a defesa ainda não foi agendada.					
Termo de ajuste N° 03/2015	Universidade Federal de PE – UFPE	Monitoramento da emissão de poluentes por motores movidos a biodiesel através do uso de líquen	06/07/2016	05/07/2019	Não há repasse de recursos
1. Preparou-se o líquen, na UFPE, para exposição a poluentes dos gases de escape do motor do Grupo gerador de 340 kVA do CETENE; - O líquen foi preparado por pesquisador da UFPE no departamento de Geografia para exposição com uso de biodiesel; 2. Mediram-se os gases de escape do motor do Grupo gerador de 340 kVA do CETENE através de analisadores de gases O ₂ , CO, CO ₂ , NO, NO _x , SO ₂ e C _x H _y ; - Cerca de 1.000 Litros de biodiesel já foram utilizados em mais de 20 horas de trabalho nos grupos motores geradores com misturas de biodiesel e diesel de petróleo até uso de biodiesel puro (B100), permitindo avaliar o desempenho do motor e determinação do perfil de consumo e análise quanto a emissão de poluentes como O ₂ , CO, CO ₂ , S ₂ , NO _x , C _x H _y a partir das diversas misturas biodiesel/diesel, sendo possível sua comparação com método indireto utilizando o líquen; 3. Compararam-se os resultados do analisador de gases com a resposta biológica do líquen quanto a emissão de gases poluentes em misturas diversas de diesel/biodiesel; - O monitoramento da emissão dos gases de escape do motor acoplado a um gerador do CETENE foi realizado em misturas de biodiesel/diesel variando-se de 10% de biodiesel a 100%; - Foi observado a redução de emissão de gases poluentes e teores de clorofila e feofitina de <i>Cladonia verticilaris</i> (Raddi) Fr. exposta a biodiesel em diversas concentrações e grupo controle mostraram quanto maior a concentração do biocombustível, maior é a concentração de Clorofila na estrutura do líquen, o que pode indicar uma menor degradação da estrutura do líquen; - Valores absolutos de azul de Evans absorvido após exposição do material líquênico a diversas concentrações de biodiesel e grupo controle. Considerando que a absorção de Azul de Evans só se processa na presença de danos a morfologia líquênica, os resultados confirmam os dados de clorofila, pois decaem a cada incremento de biodiesel, indicando menores danos sofridos pela estrutura do líquen.					

Programa/ Temática do Acordo	Nome da Instituição Parceira	Descrição do Objeto	Assinatura	Vigência	Valor Acordado (R\$)
O projeto foi finalizado e como resultados foram publicados: 1. PEREIRA, I. M. C.; ALVES, G. G. S.; SILVA, B. F.; MELO, J. C.; PEREIRA, E. C. G. . Monitoramento de gases provenientes da queima de altas concentrações de biodiesel, a partir de líquen. In: Decimotercer Encuentro Latino Americano de Liqueólogos, GLAL XIII, 2017, Iquique. Anais do Decimotercer Encuentro Latino Americano de Liqueólogos, GLAL XIII, 2017. 2. ALVES, G. G. S.; PEREIRA, I. M. C.; SILVA, B. F.; MELO, J. C.; OLIVEIRA, A. F. M.; PEREIRA, E. C. G. . ANÁLISE DE NALCANOS EM LÍQUEN EXPOSTO A COMBUSTÃO DE BODIESEL EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES. In: Decimotercer Encuentro Latino Americano de Liqueólogos, GLAL XIII, 2017, Iquique. Anais do Decimotercer Encuentro Latino Americano de Liqueólogos, GLAL XIII, 2017.					
Termo de ajuste Nº 01/2016	Universidade Federal de PE – UFPE	Pesquisa e desenvolvimento em sistemas computacionais de aplicações específicas em TIC	12/07/2016	11/07/2019	Não há repasse de recursos
O projeto envolveu o desenvolvimento de uma plataforma de controle de fluxo para os laboratórios da Biofábrica do CETENE. Foi desenvolvido um sistema para registro e acompanhamento das entradas e saídas de mudas micropropagadas com o auxílio de tags RFID.					
Termo de ajuste Nº 04/2016	Universidade Federal de PE – UFPE	Identificação e caracterização de micro-organismos isolados de diferentes biomas, regiões e indústrias do estado de Pernambuco como fonte de pigmentos naturais	10/06/2016	09/06/2019	Não há repasse de recursos
SUBMISSÃO DE ARTIGO: Production of carotenoid-sarcinaxanthin by Kocuria palustris isolated from Northeastern Brasil Caatinga Soil and their antioxidants and photoprotective activities. Electronic Journal of Biotechnology (Qualis A4) EXAME DE QUALIFICAÇÃO: "Obtenção de carotenoides a partir de microrganismos isolados do Domínio Caatinga e avaliação do seu potencial como formulação fotoprotetora bioativa" INTERCÂMBIO: Universidade do Minho, Portugal, no Departamento de Engenharia Biológica, sob orientação do Prof. Dr. José António Teixeira, "Obtenção de encapsulamento de carotenoide para aplicação em fotoprotetor", financiamento FACEPE.					
Termo de ajuste Nº 05/2016	Universidade Federal de PE – UFPE	Prospecção e biotecnologia de produtos naturais	10/06/2016	09/06/2019	Não há repasse de recursos
Nenhum resultado no ano de 2019, pois não houve ações conjuntas.					
Termo de ajuste Nº 01/2017	Universidade Federal de PE – UFPE	Programa de estágio dirigido a estudantes de ensino superior e de pós-graduação	16/05/2017	03/02/2019	Não há repasse de recursos
Não foram firmados termos de compromisso de estágio com estudantes de ensino superior e pós-graduação da Universidade Federal de Pernambuco no exercício de 2019.					
Termo de ajuste Nº 06/2018	Universidade Federal de PE – UFPE	Caracterização proteômica de resistência de fungos patogênicos e ambientais frente a derivados triazólicos e equinocandinas	17/12/2018	16/12/2021	Não há repasse de recursos
ARTIGO: Renata Baltar da Silva. Candidemia in a public hospital in Northeastern Brazil: epidemiological features and risk factors in critically ill patients. Revista Iberoamericana de Micologia ARTIGO: Wendell Wons Neves. Incorporation of 2-aminothiophene derivative in nanoparticles: enhancement of antifungal activity. Brazilian Journal of Microbiology ARTIGO: Antonio José de Jesus Evangelista. Cefepime and Amoxicillin Increase Metabolism and Enhance Caspofungin Tolerance of Candida albicans Biofilms. Frontiers in Microbiology ARTIGO: Ana Emília de Medeiros Roberto. Rapid Detection of Echinocandins Resistance by MALDI-TOF MS in Candida parapsilosis Complex Microorganism (IF = 4,1) SUBMISSÃO DE ARTIGO: Bruna Rodrigues de Sousa. Refractory oesophagitis caused by Candida nivariensis: second description in Brazil and a review of the literature. Brazilian Journal of Infectious Diseases SUBMISSÃO DE ARTIGO: Ertênia Paiva Oliveira. Tuberculosis and Neurocryptococcosis by Cryptococcus neoformansvar. grubii in a non-HIV patient: a comorbidities report. Journal of Medical Case Reports PATENTE: DERIVADOS 2-AMINO-TIOFÊNICOS COMO AGENTES ANTIFÚNGICOS					

Programa/ Temática do Acordo	Nome da Instituição Parceira	Descrição do Objeto	Assinatura	Vigência	Valor Acordado (R\$)
Termo de ajuste Nº 01/2014	Associação Instituto de Tecnologia de Pernambuco – ITEP/OS	Desenvolvimento de atividades conjuntas para a operacionalização de programa de treinamento e estágio, nas áreas de competência	11/04/2014	10/04/2019	Não há repasse de recursos
Não foram firmados termos de compromisso de estágio ou ações de treinamento com a Associação Instituto de Tecnologia de Pernambuco no exercício de 2019.					
Termo de ajuste Nº 01/2018	Associação Instituto de Tecnologia de Pernambuco – ITEP/OS	Análise de compostos de interesse na espécie <i>Vitis sp</i> do Vale do São Francisco: aplicação de LC-MS/MS para caracterização do metaboloma de variedades uvas e derivados	05/06/2018	10/04/2019	Não há repasse de recursos
Projeto finalizado em 2018.					
Termo de ajuste Nº 01/2016	Universidade Federal de AL – UFAL	Desenvolvimento tecnológico para estabelecimento de processos voltados a micropropagação de diferentes espécies de bambu	25/01/2017	24/01/2020	Não há repasse de recursos
Projeto encerrado em 2018 pela direção do CETENE. Foram gerados durante a vigência desse projeto quatro artigos científicos e POPs. Durante a execução do projeto foram estabelecidos os protocolos mais promissores para coleta, desinfestação, estabelecimento in vitro, propagação, de bambu. Estes resultados foram divulgados em periódicos científicos, em eventos (congressos) e foram registrados institucionalmente no formato de POPs.					
Termo de ajuste Nº 01/2015	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco – IFPE	Estágio supervisionado obrigatório a estudantes	23/06/2015	22/06/2020	Não há repasse de recursos
Foram firmados termos de compromisso de estágio com 32 estudantes de nível técnico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco no exercício de 2019.					
Termo de ajuste Nº 01/2018	Universidade Federal do PI – UFPI	Síntese e caracterização de nanomateriais híbridos para aplicação em nanocatálise e produção de energia	10/10/2018	09/10/2020	Não há repasse de recursos
Foi gerado o artigo MARQUES, THALLES M.F.; MORAIS, REINALDO N.; NOBRE, FRANCISCO X.; ROCHA, JARDEL M.; GHOSH, ANUPAMA; SOARES, THIAGO ANDRÉ S.; VIANA, BARTOLOMEU C.; Machado, Giovanna; COSTA, JEAN CLAUDIO S.; MATOS, JOSÉ M.E. DE Hydrogen production from aqueous glycerol using titanate nanotubes decorated with Au nanoparticles as photocatalysts. ANAIS DA ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS (ONLINE), v.91, p.1 – 2019					
Termo de ajuste Nº 01/2016	Universidade de PE – UPE	Programa de estágio dirigido a estudantes de ensino superior e de pós-graduação	11/10/2016	10/10/2021	Não há repasse de recursos
Não foram firmados termos de compromisso de estágio com estudantes de ensino superior e pós-graduação da Universidade de Pernambuco no exercício de 2019.					
Termo de ajuste Nº 01/2017	Escola Técnica Professor Agamenon Magalhães – ETEPAM	Programa de estágio dirigido a estudantes de nível médio da ETEPAM	20/01/2017	19/01/2022	Não há repasse de recursos

Programa/ Temática do Acordo	Nome da Instituição Parceira	Descrição do Objeto	Assinatura	Vigência	Valor Acordado (R\$)
Foi firmado termo de compromisso de estágio com 01 estudante de nível médio da Escola Técnica Professor Agamenon Magalhães no exercício de 2019.					
Contrato de Cotitularidade	Universidade Federal de Santa Maria – UFSM	Pedido de patente para o projeto “Processo de produção de compósito, uso do compósito como fotocatalisador em reação de foto decomposição da água”	21/08/2018	20/08/2038	Não há repasse de recursos
Depósito do pedido de patente sobre o processo especificado					
Convênio de Cooperação Técnica	Grupo SER Educacional S/A	Convênio para a concessão de estágios obrigatórios para estudantes da UNINASSAU	01/08/2018	31/07/2020	Não há repasse de recursos
Foram firmados termos de compromisso de estágio com 02 estudantes de nível superior do Grupo Ser Educacional S/A no exercício de 2019.					
Acordo de Cooperação Técnica e Científica Nº 01/2019	Jardim Botânico do Recife – JBR	Consolidação de plano de coleta de sementes de espécies nativas para alojamento em viveiro florestal	24/09/2019	23/09/2024	Não há repasse de recursos
Os resultados obtidos até o momento permitiram o repasse de material vegetal (sementes de cerca de sete espécies, arvores, cactos e orquídeas) que se encontram em fase de teste para avaliar a viabilidade do cultivo in vitro. Os resultados mais promissores atingidos ate o presente momento foi o sucesso da germinação in vitro de duas espécies que fazem parte da lista vermelha de espécies ameaçadas de extinção (Melocactus violaceus e Gorgora nigrita). Estão sendo elaborados dois artigos e quatro POPs com os resultados obtidos nos últimos sete meses de vigência da parceria com o JBR. Além disso o projeto propiciou que o LAPAB entregasse ao JBR mais de 1000 mudas de arbóreas produzidas in vivo e in vitro, para serem engordadas e rustificadas antes de serem destinadas ao reflorestamento. Algumas das espécies que já foram disponibilizadas ao JBR foram: Ipê amarelo, Chamecrista, Sibipiruna, Jacaraná, Acácia Rosa, Pata de Vaca, Xixá, etc.Com base nesses resultados outras instituições procuraram o CETENE visando a formalização de parcerias Técnico-Científicas.					
Termo de Cooperação Técnica com Permissão de Uso Nº 011/2019	Secretaria de CT&I – PE/ Centro de Manufatura Avançada – CMA	Termo de cooperação técnica com permissão de uso das instalações de ambas as partes	26/12/2019	25/12/2022	Não há repasse de recursos
O Termo de Cooperação foi assinado no final do ano de 2019. O termo prevê o compartilhamento das infraestruturas laboratoriais do CETENE e do CMA/Parqtel, sem repasse de recursos. Para 2020 estão previstos projetos conjuntos envolvendo os laboratórios de prototipação de placas de circuitos impressos.					

ANEXO 2

Bolsistas que atuaram no CETENE em 2019		
Nome	Agência Financiadora	Titulação
1. Carolina Barbosa Malafaia	CNPq	Doutorado
2. Diógenes Virgínio do Nascimento	CNPq	Mestrado
3. Diogo Moury Fernandes Izidio	FUNDEP	Nível Médio
4. Esteban Espinosa Vidal	CNPq	Doutorado
5. Fábio Ribeiro Garcia	CNPq	Doutorado
6. Felipe Lira de Sá Cavalcanti	CNPq	Doutorado
7. Heitor Rapella	FUNDEP	Graduação
8. Henrique Figueirôa Lacerda	FUNDEP	Mestrado
9. Igor Otacílio Barbosa da Silva	FUNDEP	Nível Médio
10. João Gabriel Machado da Silva	FUNDEP	Graduação
11. João Paulo Fernandes Barbosa	FUNDEP	Mestrado
12. Jorge Benevolo Dias Menezes Junior	FUNDEP	Graduação
13. Joselma Ferreira da Silva	CNPq	Especialização
14. Katarynna Santos de Araújo	CNPq	Graduação
15. Lindomar Souza	CNPq	Doutorado
16. Márcio Akio Ootani	CNPq	Doutorado
17. Marta Ribeiro Barbosa	CNPq	Doutorado
18. Marvson Allan Ponte de Assis	FUNDEP	Nível Médio
19. Otávio Vera Cruz Ramos	FUNDEP	Nível Médio
20. Patrícia Bezerra	CNPq	Doutorado
21. Pedro Jorge Américo Ishimaru	FUNDEP	Nível Médio
22. Rafael Nunes de Lima	FUNDEP	Graduação
23. Renie de Azevedo Delgado	FUNDEP	Graduação
24. Rogério dos Santos Rosa	CNPq	Doutorado
25. Severino José de Barros Júnior	FUNDEP	Mestrado
26. Túlio Diego da Silva	CNPq	Doutorado
27. Vanessa Oliveira Ogg	FUNDEP	Graduação
28. Vanine Moura	FUNDEP	Mestrado
29. Yolice Patrícia Moreno Ruiz	CNPq/FACEPE	Doutorado