

## Chamada nº 03/2020

### Programa de Capacitação Institucional – PCI

O Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste – CETENE, unidade de pesquisa do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações – MCTI, torna pública a presente Chamada e convida os interessados a apresentarem propostas nos termos aqui estabelecidos.

#### 1. Objeto

A presente Chamada tem por finalidade a seleção de especialistas que contribuam para a execução de projetos de pesquisa no âmbito do Programa de Capacitação Institucional – PCI visando a apoiar os Programas de Desenvolvimento Tecnológico do CETENE, por meio de bolsa na modalidade “PCI” do Conselho Nacional de Desenvolvimento Tecnológico – CNPq.

O PCI do CETENE tem por objetivo a formação e engajamento de recursos humanos qualificados, conforme as necessidades da instituição, visando ao atendimento dos desafios e temas da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação – ENCTI.

O PCI, em linhas gerais, tem como objetivos: (i) fortalecer a pesquisa e a infraestrutura científica e tecnológica; (ii) fomentar a inovação com ampliação da participação de empresas nas áreas estratégicas do CETENE (Biotecnologia, Computação Científica e Nanotecnologia); e (iii) ampliar sistematicamente a capacitação e qualificação de recursos humanos.

Os projetos de pesquisa e o quadro de vagas em aberto nesta Chamada encontram-se no ANEXO.

#### 1.1 Projetos de Pesquisa

Os seguintes projetos de pesquisa serão apoiados no âmbito do PCI:

<b>Código</b>	<b>Projeto</b>	<b>Modalidade</b>	<b>Localidade</b>
05	<i>Determinação de técnicas de extração de óleos essenciais de plantas da Caatinga para obtenção e caracterização de compostos de interesse comercial</i>	PCI-DB	Recife – PE
06	<i>Desenvolvimento de células solares utilizando novos sensibilizadores adsorvidos em filmes nanoparticulados</i>	PCI-DA	Recife – PE
07	<i>Desenvolvimento de sistemas fotoquímicos para produção de energia limpa</i>	PCI-DB	Recife – PE
08	<i>Avaliação do crescimento celular sobre estruturas nanotubulares</i>	PCI-DB	Recife – PE

<b>Código</b>	<b>Projeto</b>	<b>Modalidade</b>	<b>Localidade</b>
12	<i>Desenvolvimento de plataformas IoT (Internet of Things) com Blockchain aplicadas ao agronegócio</i>	PCI-DA PCI-DB PCI-DC	Recife – PE
14	<i>Otimização de produção bacteriana de membrana plástica (PHA)</i>	PCI-DA	Recife – PE
18	<i>Implantação do Núcleo de Inovação Tecnológica do MCTI na Região Nordeste</i>	PCI-DC	Recife – PE
22	<i>Matrizes nanotubulares para tratamento de águas residuais através da fotodegradação e mineralização</i>	PCI-DB	Recife – PE

## 1.2 Do Detalhamento dos Projetos

Os projetos a serem apoiados pela presente Chamada serão desenvolvidos nas unidades técnico-científicas do CETENE, conforme especificado no item 1.1. O detalhamento dos projetos, assim como o perfil do respectivo bolsista a ser selecionado pode ser consultado no ANEXO.

## 2. Cronograma

<b>Fases</b>	<b>Data</b>
<b>Lançamento da Chamada na página eletrônica do CETENE</b>	<b>03/09/2020</b>
<b>Prazo para impugnação da Chamada</b>	<b>09/09/2020</b>
<b>Data limite para submissão das propostas</b>	<b>18/09/2020</b>
<b>Divulgação do resultado preliminar</b>	<b>02/10/2020</b>
<b>Prazo para interposição de recurso administrativo do resultado preliminar</b>	<b>06/10/2020</b>
<b>Resultado final (a ser ratificado pelo CNPq após indicação do bolsista na Plataforma Carlos Chagas)</b>	<b>13/10/2020</b>

## 3. Critérios de Elegibilidade

**3.1** Os critérios de elegibilidade indicados abaixo são obrigatórios e sua ausência resultará no indeferimento da proposta.

### 3.2 Quanto ao Proponente

**3.2.1** O proponente, responsável pela apresentação da proposta, deve atender, obrigatoriamente, aos itens a seguir.

### 3.2.1.1 Bolsa PCI-D:

- a) Ser brasileiro ou estrangeiro residente e em situação regular no País;
- b) Ter seu currículo cadastrado na Plataforma Lattes do CNPq, atualizado em agosto 2020 até a data limite para submissão da proposta;
- c) Ter perfil e experiência adequados à categoria/nível de bolsa PCI da proposta, conforme Anexo I da Resolução Normativa – RN nº 026/2018, expedida pelo CNPq, disponível [aqui](#);
- d) Não ter tido vínculo empregatício direto ou indireto ou ter sido aposentado pela mesma instituição executora do projeto;
- e) Não acumular a bolsa pleiteada com outras bolsas de longa duração do CNPq ou de qualquer outra instituição brasileira ou estrangeira;
- f) Não possuir parentesco com ocupantes de funções gratificadas da Instituição, em atendimento ao disposto pela Lei nº 8.027, 12/04/1990, pelo Decreto nº 6.906, de 21/07/2009, e pelo Decreto nº 7.203/2010;
- g) Não possuir vínculo celetista ou estatutário ou ser microempresário individual (MEI) ou sócio administrador de empresa;
- h) Não estar matriculado em curso de pós-graduação ou ser aluno especial;
- i) Informar, no preenchimento do formulário de inscrição, se já usufruiu de bolsa PCI no CETENE ou outra instituição, em qualquer tempo, tendo ciência de que o somatório do período pleiteado com o já usufruído não poderá ultrapassar 60 (sessenta) meses, sendo de sua responsabilidade a gestão e contagem do tempo utilizado anteriormente, se por ventura houver.

### 3.3 Quanto à instituição de execução do projeto:

- 3.3.1** O projeto será executado nas unidades do CETENE, instituição de execução do PCI, conforme indicado na tabela do item 1.1 desta Chamada. Seguem abaixo o endereço do CETENE:

*Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste – CETENE  
CNPJ: 01.263.896/0021-08  
Avenida Professor Luís Freire, nº 1, Cidade Universitária  
Recife, Pernambuco – CEP: 54.740-545*

## 4. Recursos Financeiros

- 4.1** As bolsas constantes desta Chamada Pública serão operacionalizadas pelo CNPq e financiadas com recursos no valor global de **R\$ 9.126.000,00** (nove milhões e cento e vinte e seis mil reais), oriundos do orçamento do MCTI.

## 5. Itens Financiáveis

### 5.1 Bolsas

- 5.1.1** Os recursos da presente Chamada serão destinados ao financiamento de bolsas na modalidade **PCI**, na sua categoria D em seus diferentes níveis – cujos valores são informados no Anexo II da RN nº 026/2018 do CNPq.
- 5.1.2** A implementação das bolsas deverá ser realizada dentro dos prazos e critérios estipulados para cada uma dessas modalidades, conforme estabelecido nas normas do CNPq que regem essa modalidade.
- 5.1.3** A duração das bolsas não poderá ultrapassar o prazo de execução do projeto.
- 5.1.4** As bolsas não poderão ser utilizadas para pagamento de prestação de serviços, uma vez que tal utilização estaria em desacordo com a finalidade das bolsas do CNPq.
- 5.1.5** Havendo disponibilidade de recursos, o enquadramento das bolsas atenderá ao previsto na RN nº 026/2018 do CNPq.
- 5.1.6** O bolsista poderá ser indicado a receber bolsa em nível inferior à categoria máxima em que poderia ser enquadrado, em função de limite orçamentário do projeto PCI/CETENE ou de recomendação da Comissão de Gerenciamento do PCI/CETENE ou, ainda, do Comitê de Enquadramento do PCI, em decorrência da avaliação do candidato.

## 6. Submissão da Proposta

- 6.1** As propostas deverão ser encaminhadas exclusivamente ao CETENE via e-mail, pelo endereço [pci@cetene.gov.br](mailto:pci@cetene.gov.br), utilizando-se o formulário de inscrição para bolsa PCI/CETENE, disponível [aqui](#).
- 6.2** O horário limite para submissão das propostas ao CETENE será até às 23h59 (vinte e três horas e cinquenta e nove minutos), horário de Brasília, da data descrita no **CRONOGRAMA**, não sendo aceitas propostas submetidas após este horário.
- 6.2.1** Recomenda-se o envio das propostas com antecedência, uma vez que o CETENE não se responsabilizará por aquelas não recebidas em decorrência de eventuais problemas técnicos e de congestionamentos. **Formulário de inscrição preenchidos erroneamente ou incompletos serão indeferidos.**
- 6.2.2** Caso a proposta seja enviada fora do prazo de submissão, ela não será aceita, razão pela qual não haverá possibilidade da proposta ser acolhida, analisada e julgada.
- 6.3** Esclarecimentos e informações adicionais acerca desta Chamada podem ser obtidos pelo endereço eletrônico [pci@cetene.gov.br](mailto:pci@cetene.gov.br) ou pelo telefone (81) 3334-7243.

- 6.3.1** O atendimento encerra-se impreterivelmente às 17h, em dias úteis, e esse fato não será aceito como justificativa para envio posterior à data limite.
- 6.3.2** É de responsabilidade do proponente entrar em contato com o CETENE em tempo hábil para obter informações ou esclarecimentos.
- 6.4** O formulário inscrição para bolsa PCI/CETENE deverá ser preenchido com os dados do proponente e enviado por e-mail como anexo, juntamente com o *Curriculum Vitae* – CV Lattes atualizado em agosto/2020 até data limite para submissão da proposta. Inscrições enviadas sem o CV Lattes ou com data de atualização anterior a agosto de 2020 não serão aceitas.
- 6.5** Cada proponente poderá se candidatar a, no máximo, dois (02) dos projetos listados no item 1.1.
- 6.6** Na hipótese de envio de mais de uma proposta pelo mesmo proponente, para o mesmo projeto, será considerada para análise apenas a última proposta recebida.

## 7. Julgamento

### 7.1 Critérios do Julgamento

- 7.1.1** Os critérios para classificação das propostas quanto ao mérito técnico-científico são:

	<b>Critérios de análise e julgamento</b>	<b>Peso</b>	<b>Nota</b>
<b>A</b>	Alinhamento do histórico acadêmico e profissional do proponente às competências e atividades exigidas à execução do projeto	3,0	<b>0,0 a 10</b>
<b>B</b>	Adequação do perfil do proponente ao projeto a ser apoiado e seu potencial para obter aprimoramento profissional no CETENE	1,0	<b>0,0 a 10</b>
<b>C</b>	Experiência prévia do proponente em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação na área do projeto de pesquisa selecionado	1,0	<b>0,0 a 10</b>

- 7.1.1.1** As informações relativas aos critérios de julgamento A, B e C, descritas no item 7.1.1, deverão constar no CV Lattes do proponente.

- a)** As informações contidas no campo "Breve Descrição da Experiência", do formulário de inscrição, poderão ser utilizadas para análise da Comissão de Mérito, de forma complementar àquelas apresentadas no CV Lattes, instrumento essencial para análise e julgamento.

- 7.1.1.2** A avaliação dos critérios de julgamento A, B e C será feita com base nas informações constantes no CV Lattes submetido junto com a proposta; alterações do CV Lattes realizadas após o ato de inscrição não serão consideradas.

- 7.1.2** Para estipulação das notas poderão ser utilizadas até duas casas decimais.

- 7.1.3** A pontuação final de cada proposta será aferida pela média ponderada das notas atribuídas para cada item.
- 7.1.4** Em caso de empate, a Comissão de Avaliação de Mérito deverá analisar as propostas empatadas e definir a sua ordem de classificação, apresentando de forma motivada as razões e fundamentos.
- 7.1.4.1** Para o desempate será considerada a proposta com a maior nota no critério A, seguidas das maiores notas nos critérios B e C, respectivamente.

## **7.2 Etapas do Julgamento**

### **7.2.1 Etapa I – Análise pela Comissão de Pré-enquadramento**

- 7.2.1.1** A composição e as atribuições da Comissão de Pré-enquadramento seguirão as disposições contidas na Portaria nº 2.195/2018 do MCTI.
- 7.2.1.2** Esta etapa, a ser realizada pela Comissão de Pré-enquadramento, consiste na análise das propostas apresentadas quanto ao atendimento às disposições estabelecidas no item 3.2 desta Chamada.

### **7.2.2 Etapa II – Classificação pela Comissão de Avaliação de Mérito**

- 7.2.2.1** A composição e as atribuições da Comissão de Avaliação de Mérito seguirão as disposições contidas na Portaria nº 2.195/2018 do MCTI.
- 7.2.2.2** A pontuação final de cada proposta será aferida conforme estabelecido no item 7.1.
- 7.2.2.3** Todas as propostas avaliadas serão objeto de parecer de mérito, contendo a fundamentação que justifica a pontuação atribuída. A Comissão de Mérito poderá realizar entrevistas com todos os candidatos inscritos para um mesmo projeto, caso julgue necessário.
- 7.2.2.4** Após a análise de mérito e relevância de cada proposta, a **Comissão deverá recomendar:**
- a) Aprovação;** ou
  - b) Não aprovação.**
- 7.2.2.5** O parecer da Comissão de Avaliação de Mérito será registrado em planilha de julgamento, contendo a relação das propostas recomendadas e não recomendadas por projeto, com as respectivas pontuações finais, assim como outras informações e recomendações pertinentes.
- a)** Propostas avaliadas com **pontuação menor que 60%** do valor total dos pontos serão consideradas **não aprovadas**.
- 7.2.2.6** Para cada proposta recomendada, a Comissão de Avaliação de Mérito deverá sugerir o nível da bolsa a ser financiada.

**7.2.2.7** Durante a classificação das propostas pela Comissão de Avaliação de Mérito, o Gestor da Chamada e a Comissão de Pré-enquadramento responsável acompanharão as atividades e poderão recomendar ajustes e correções necessários.

**7.2.2.8** A Planilha de Julgamento será assinada pelos membros da Comissão de Avaliação de Mérito.

### **7.2.3 Etapa III – Decisão do julgamento pela Diretoria do CETENE**

**7.2.3.1** A Diretoria do CETENE emitirá decisão do julgamento com fundamento no parecer elaborado pela Comissão de Mérito, acompanhado dos documentos que compõem o processo de julgamento.

**7.2.3.2** Na decisão da Diretoria do CETENE deverão ser determinadas quais as propostas aprovadas por projeto e as respectivas classificações e níveis de bolsa recomendados.

## **8. Resultado Preliminar do Julgamento**

**8.1** A relação de todas as propostas julgadas, aprovadas e não aprovadas, será divulgada na página eletrônica do CETENE, disponível na Internet no endereço <https://www.cetene.gov.br/>.

## **9. Recursos Administrativos**

### **9.1 Recurso Administrativo do Resultado Preliminar do Julgamento**

**9.1.1** Caso o proponente tenha justificativa para contestar o resultado preliminar do julgamento, poderá apresentar recurso em formulário eletrônico específico, disponível [aqui](#), pelo endereço eletrônico [pci@cetene.gov.br](mailto:pci@cetene.gov.br) até o prazo definido no cronograma, a partir da publicação do resultado na página do CETENE. O pedido será analisado pela Coordenação do PCI.

## **10. Resultado Final do Julgamento pela Diretoria**

**10.1** Após a fase recursal, a Diretoria do CETENE emitirá decisão do julgamento com fundamento no parecer elaborado pela Comissão de Mérito, acompanhado dos documentos que compõem o processo de julgamento.

**10.2** O resultado final do julgamento pela Diretoria será divulgado na página eletrônica do CETENE, disponível no endereço: <https://www.cetene.gov.br/>.

## **11. Execução das Propostas Aprovadas**

**11.1** Caberá ao coordenador do PCI realizar as indicações dos bolsistas, seguida a ordem de classificação do resultado do julgamento, após a aprovação pela Comissão de Enquadramento, conforme previsto na Portaria nº 2.195/2018 do MCTI.



**11.1.1** No caso da aprovação de proposta do mesmo proponente, para mais de um projeto, caberá ao coordenador do PCI indicar o projeto a ser atendido.

**11.2** O coordenador do PCI poderá cancelar a bolsa, por rendimento insuficiente do bolsista ou por ocorrência, durante sua implementação, de fato cuja gravidade justifique o cancelamento, sem prejuízo de outras providências cabíveis em decisão devidamente fundamentada.

**11.3** O desempenho dos bolsistas na execução de seus respectivos planos de trabalho será avaliado por meio de seminários e utilização de planilha de pontuação referente à produção técnico-científica.

## **12. Da Avaliação**

**12.1** O desempenho do bolsista será avaliado pelo coordenador do PCI.

## **13. Impugnação da Chamada**

**13.1** Decairá do direito de impugnar os termos desta Chamada o cidadão que não o fizer até o prazo disposto no **CRONOGRAMA**.

**13.1.1** Caso não seja impugnada dentro do prazo, o proponente não poderá mais contrariar as cláusulas desta Chamada, concordando com todos os seus termos.

**13.2** A impugnação deverá ser dirigida à Direção do CETENE, por correspondência eletrônica, para o endereço [pci@cetene.gov.br](mailto:pci@cetene.gov.br), seguindo as normas do processo administrativo federal.

## **14. Disposições Gerais**

**14.1** A presente Chamada regula-se pelos preceitos de direito público inseridos no caput do art. 37 da Constituição Federal, pelas disposições da Lei nº 8.666/93, no que couber, e, em especial, pela RN nº 026/2018 do CNPq e Portaria nº 2.195/2018 do MCTI.

**14.2** A qualquer tempo, a presente Chamada poderá ser revogada ou anulada, no todo ou em parte, seja por decisão unilateral da Direção do CETENE, seja por motivo de interesse público ou exigência legal, em decisão fundamentada, sem que isso implique direito à indenização ou reclamação de qualquer natureza.

**14.3** À Direção do CETENE reserva-se o direito de resolver os casos omissos e as situações não previstas nesta Chamada.

Recife, 03 de setembro de 2020.

**GIOVANNA MACHADO**  
Diretora do CETENE



# ANEXO

CÓDIGO	PROJETO
05	<b><i>Determinação de técnicas de extração de óleos essenciais de plantas da Caatinga para obtenção e caracterização de compostos de interesse comercial</i></b>

NOME DO SUPERVISOR	JAMES CORREIA DE MELO
--------------------	-----------------------

#### BOLSA VINCULADA

Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI Categoria / Nível	Meses	Quantidade
Doutor(a)	Química, Ecologia Química, Produtos Naturais e afins	1	D-B	Até 60	1

#### DESCRIÇÃO DO PROJETO E SUA RELAÇÃO COM AS ÁREAS PRIORITÁRIAS DO MCTI

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, com uso de técnicas distintas de extração sem comprometer a qualidade e o potencial bioativo.

O projeto se enquadra em duas áreas de desenvolvimento tecnológico, a de **Tecnologias Habilitadoras** e a de **Tecnologias para Produção**. Na primeira área, o projeto se enquadra pelo suporte a **biotecnologia**, pois os métodos de extração de compostos desenvolvidos e otimizados, além dos métodos cromatográficos e de espectrometria de massas desenvolvidos, podem ser aplicados em prospecção de compostos bioativos e análise de produtos oriundos de bioprocessos. Na área de produção, está enquadrado em **Indústria**, devido os métodos desenvolvidos nesse projeto terem o potencial de uso para obtenção de fármacos e outros compostos de interesse industrial além do uso no controle de qualidade desses produtos, bem como no desenvolvimento de métodos de qualificação e quantificação desses produtos. Além disso, a cromatografia gasosa associada à espectrometria de massas pode ser utilizada para prestação de diversos **serviços**, outro enquadramento da área de Tecnologias para Produção, a serem utilizados pelo CETENE como prestador.

#### JUSTIFICATIVA

O potencial biotecnológico de espécies presentes no Nordeste já vem sendo explorado, mas ainda há muito para ser estudado. A Caatinga, um bioma exclusivo brasileiro, é uma das regiões semiáridas mais diversificadas do mundo, abrangendo 10% do território nacional. A Caatinga é caracterizada por possuir condições climáticas únicas, conduzindo as espécies a evoluir um comportamento específico para lidar com ambientes adversos. Assim, as plantas da Caatinga constituem uma fonte de compostos que tem atraído cada vez mais atenção na tentativa de desenvolver novas drogas.

Estudos anteriores com óleos essenciais de plantas da Caatinga demonstraram atividades biológicas relevantes como antimalárica, antioxidante, antibacterianas, analgésicas e anti-inflamatórias. Além disso, também foram reportados potencial contra vetores de doenças como *Trypanosoma cruzi*, vetor da Doença de Chagas e *Aedes aegypti*, vetor das arboviroses Dengue, Chikungunya e Zica, e até mediadoras de síntese de nanopartículas.

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

#### OBJETIVO GERAL

Determinar técnicas de extração de óleos essenciais de plantas da Caatinga visando à obtenção e caracterização de compostos de interesse comercial, agregando valor a espécies presentes na região Nordeste tais como Ascaridol, a partir do mastruz (*Chenopodium ambrosioides*) e Thymol ou Carvacrol, a partir de Alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*).

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Coletar amostras de mastruz (*C. ambrosioides*), Alecrim-pimenta (*L. sidoides*) e outras plantas da Caatinga de interesse para o CETENE;
2. Realizar a extração dos voláteis por 5 (cinco) técnicas distintas: hidrodestilação, arraste a vapor, Soxhlet, com solvente hexano a frio e assistida por ultrassom;
3. Determinar a presença dos monoterpenos (Ascaridol, Thymol, Carvacrol entre outros bioativos) qualitativamente e quantitativamente nos extratos por Cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC-MS);
4. Otimizar os parâmetros para a técnica que apresentar melhor rendimento dos monoterpenos de interesse;
5. Realizar extrações em diferentes épocas do ano para avaliar sazonalidade do teor dos monoterpenos de interesse com possibilidade de escalonamento do processo;
6. Realizar ensaios biológicos (antimicrobiano) com os extratos com maior teor dos monoterpenos de interesse;
7. Avaliar efeito sinérgico dos extratos entre si e com antimicrobianos conhecidos.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

**Equipamentos e vidrarias:** Serão utilizados equipamentos para auxílio nas extrações como balanças analíticas, moedor elétrico, equipamento de ultrassom, manta aquecedora e sistema de condensação. Além disso, vidrarias como balões de fundo redondo, Clevenger, Soxhlet, erlenmeyers, vial para armazenamento dos extratos, entre outros de uso comum.

**Solventes e reagentes:** Serão utilizados solventes com grau analítico para realização dos extratos como n-Hexano para obtenção dos extratos; reagentes para retirar água dos extratos como sulfato de sódio anidro. Além disso, serão utilizados reagentes para inoculação dos microrganismos a serem testados.

**Extrações:** As primeiras extrações serão realizadas seguindo metodologia previamente reportada na literatura. Após a escolha da técnica, as mesmas serão otimizadas alterando parâmetros como tempo de extração, temperatura e massa de partida. O escalonamento do processo também deverá ser previsto para a melhor técnica.

- **Análises químicas:** As análises químicas dos extratos serão realizadas utilizando a técnica de Cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC-MS). Será utilizado um cromatógrafo gasoso (Agilent Technologies modelo 7890A) acoplado a espectrômetro de massas exata de alta resolução modelo GC-MS Micromass (WATERS) equipado com injetor split/splitless, um autoinjeter (Marca: Agilent Technologies, modelo G451380203), e uma fonte de ionização por Impacto de Elétrons (EI) e filtro de massa Quadrupolo. Serão usadas colunas apolares próprias para identificação de óleos essenciais como colunas DB-5, e hélio como gás de arraste. As análises dos dados serão realizadas pelo software interno do equipamento. Os compostos serão identificados pelo perfil de fragmentação. As

fragmentações obtidas a partir dos compostos analisados serão comparadas com as bibliotecas Wiley 229 (Wiley, New York) e a NIST/EPA/NIH Mass Spectral Library (NIST 08) para a confirmação dos resultados. Se possível, os monoterpenos serão usados como padrão interno para quantificação das amostras.

### ATIVIDADES DE EXECUÇÃO

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2021	2022	2023
Coleta de plantas da Caatinga	1. Coletar amostras vegetais	1. Relatório com quantidade de espécies coletadas	2	2	2
Extração dos compostos de interesse	2. Extrair voláteis	2. Relatório com quantidade de extratos obtidos	2	2	2
Análise por GC-MS e GC-FID dos extratos obtidos	3. Analisar qualitativamente e quantitativamente os extratos obtidos	3. Relatório com quantidade de análises feitas	3	3	3
Realizar extrações sucessivas nos métodos estudados para escolha dos parâmetros ideais	4. Otimizar os parâmetros de extração	4. Procedimento técnico de processo otimizado quanto aos parâmetros de extração	2	2	2
Realizar extrações sucessivas nos métodos estudados para escolha da estação ideal	5. Avaliar sazonalidade	5. Procedimento técnico de processo otimizado quanto à avaliação de sazonalidade	2	2	2
Testar extratos obtidos contra bactérias de interesse clínico	6. Realizar ensaios biológicos	6. Artigo científico gerados	1	1	1

### CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

Atividades	Semestre					
	2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2
Revisão bibliográfica	X	X	X	X	X	X
Obtenção das amostras vegetais	X	X	X	X	X	X
Obtenção dos extratos	X	X	X	X	X	X
Análise cromatográfica	X	X	X	X	X	X
Otimização	X	X	X	X	X	X
Avaliação de sazonalidade	X	X	X	X		
Ensaio biológicos					X	X
Relatório final						X

### PRODUTOS

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2021	2022	2023
Relatórios	1, 2, 3, 4, 5 e 6	1, 2, 3, 4, 5 e 6	7	7	7
POPs	1, 2, 3, 4, 5 e 6	1, 2, 3, 4, 5 e 6	4	4	4
Artigo científico	1, 2, 3, 4, 5 e 6	1, 2, 3, 4, 5 e 6	1	1	1
Patente	1, 2, 3, 4, 5 e 6	1, 2, 3, 4, 5 e 6			1

## RESULTADOS ESPERADOS

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2021	2022	2023
Amostras vegetais de espécies da Caatinga	Coletar amostras vegetais	Quantidade de espécies coletadas	Material vegetal para todo o projeto		
Extratos de voláteis de plantas	Extrair voláteis	Quantidade de extratos obtidos	Obtenção contínua dos extratos para todo o projeto		
Relatórios de GC-MS e GC-FID	Analisar qualitativamente e quantitativamente os extratos obtidos	Quantidade de análises feitas	Identificar o método de extração e estação do ano que produza o extrato de maior valor comercial agregado		
Extratos obtidos através de diferentes parâmetros de extração	Otimizar os parâmetros de extração	POP e artigo científico gerados			
Extratos obtidos em épocas diferentes	Avaliar sazonalidade				
Potencial antimicrobiano dos extratos obtidos	Realizar ensaios biológicos				Encontrar uma outra fonte para antibióticos

CÓDIGO	PROJETO
06	<b><i>Desenvolvimento de eletrólitos gel para aplicação em células solares sensibilizadas por corante</i></b>

NOME DA SUPERVISORA	GIOVANNA MACHADO
---------------------	------------------

#### BOLSA VINCULADA

Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI Categoria / Nível	Meses	Quantidade
Doutorado	Ciência dos Materiais / Química ou áreas afins	1	D-A	Até 60	1

#### DESCRIÇÃO DO PROJETO

Atualmente, há uma crescente conscientização global acerca da necessidade de encontrar recursos energéticos alternativos para atender às necessidades sociais por energia elétrica, mas que tais recursos não causem impactos negativos ao meio ambiente. Assim, as células solares surgem como alternativa promissora para geração de energia elétrica limpa. Dentre os atuais dispositivos, as células sensibilizadas por corante são ótimas candidatas para atuarem como fonte de energia elétrica limpa e sustentável. Pois, apresentam baixo custo, grande versatilidade de montagem e eficiência de conversão relativamente alta. Atualmente várias empresas têm produzido e comercializado DSSC como a SHARP, a *G24 innovations Ltda*, TDK. Co, *Sustainable Technology International* e a *Jintex Corporation*. Entre as principais características destas células solares podemos destacar o baixo custo de produção, a possibilidade de montar dispositivos flexíveis e boa transparência para utilização em janelas de edifícios sustentáveis. Até o momento as maiores eficiências de conversão de energia solar em energia elétrica, até 17%, têm sido obtidas de dispositivos com pequenas áreas e utilizando eletrólitos líquidos. Embora a eficiência seja alta, a utilização de eletrólitos líquidos gera grandes dificuldades quanto à montagem e a durabilidade das DSSCs. A necessidade de utilização de solventes orgânicos com baixa temperatura de ebulição resulta em vazamentos durante a selagem do dispositivo e mesmo posteriormente, devido às variações térmicas as quais os dispositivos são submetidos. Para contornar esta limitação, várias alternativas tem sido propostas, como a utilização de líquidos iônicos, eletrólitos em estado sólido e eletrólitos em estado quase sólido (do tipo gel polimérico). Dentre eles os eletrólitos no estado quase-sólido apresentam características desejáveis dos eletrólitos líquidos, como a alta condutividade iônica e o alto contato superficial com o material semicondutor, juntamente com a estabilidade térmica e química dos eletrólitos sólidos. Estes eletrólitos são geralmente preparados por misturas de soluções à base de líquidos iônicos ou solventes orgânicos adicionados a agentes gelificadores, que podem ser inorgânicos (por exemplo, nanopartículas de SiO<sub>2</sub> ou TiO<sub>2</sub>) ou orgânicos (polímeros).

Uma classe interessante de gelificadores orgânicos é representada por moléculas orgânicas naturais, como os polissacarídeos, que são extraídos da natureza ou produzidos por microrganismos. Pesquisas atuais trazem o estudo da obtenção de eletrólitos no estado quase-sólido utilizando como agente para gelificar os eletrólitos líquidos a agarose, celulose, quitosana e carragenina.

Assim, aqui propomos o aperfeiçoamento destas células solares pelo desenvolvimento de eletrólitos no estado quase sólido, ou gel, para diminuição dos problemas de montagem, como evaporação e vazamento dos componentes líquidos da célula solar. Além disso, buscamos o aumento da eficiência de conversão dos dispositivos produzidos.

#### JUSTIFICATIVA

Embora a eficiência das células sensibilizadas por corante seja alta com a utilização de eletrólitos líquidos, este material apresenta grandes problemas na montagem, como vazamento e evaporação de eletrólito, e conseqüentemente na durabilidade dos dispositivos. Portanto, para solucionar esta limitação, o presente projeto propõe a aplicação de eletrólitos em estado sólido e quase sólido (do tipo gel polimérico) como alternativa viável para produção desta categoria de célula solar.

#### OBJETIVO GERAL

Desenvolver eletrólitos no estado quase sólido (tipo gel polimérico) com alta condutividade iônica para aplicação em células solares sensibilizadas por corante.

## OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Compreensão da tecnologia de montagem de células solares sensibilizadas por corante;
2. Encontrar rota de síntese de polímeros gelificantes para atuar em eletrólitos de células solares sensibilizadas por corante;
3. Caracterizar os polímeros a partir das análises DSC/TGA, MEV/MET, FTIR, DRX e Espectroscopia de Absorção no UV-Vis;
4. Adequar composição do eletrólito para aumentar a condutividade iônica;
5. Estudar a dependência da condutividade iônica com a temperatura para determinação do mecanismo de condução;
6. Montagem e caracterização eletroquímica de células solares de estado quase sólido a partir de Curva JxV, EIE, IMPS/VS, CE, IPCE e Voltametria Cíclica;
7. Consolidar a tecnologia de energia renovável para o desenvolvimento sustentável da região nordeste;
8. Consolidar a tecnologia voltada para o desenvolvimento de materiais avançados nanoestruturados no Brasil;
9. Qualificação de recursos humanos, com o apoio dos professores e pesquisadores na interpretação dos resultados, enriquecendo o nível das discussões científicas e das publicações a serem realizadas;
10. Publicação dos resultados em revistas científicas de alto fator de impacto na comunidade acadêmica, bem como a elaboração de patentes.

## METODOLOGIA

A metodologia de montagem das células sensibilizadas por corante já é bem estabelecida no CETENE e já possuímos todos os materiais necessários para sua confecção. Esta categoria de células solares consiste no conjunto: (a) anodo nanoestruturado de TiO<sub>2</sub>, (b) corante comercial (N719), (c) eletrólito e (d) catodo de platina. Assim, descreveremos a seguir o procedimento de confecção de cada item.

Inicialmente, é realizada a confecção do ano nanoestruturado de TiO<sub>2</sub>. Para tanto, é necessário à aplicação de uma pasta de TiO<sub>2</sub> à base de P25 Degussa. Em seguida, é realizada a deposição da pasta de TiO<sub>2</sub> a partir da técnica printing screen sobre um vidro condutor (FTO), que sofre os devidos tratamentos térmicos para o melhor desempenho. Por fim, o filme é sensibilizado com corante N719. O eletrólito é um usualmente um componente líquido composto de 0,05M LiI e 0,03M I<sub>2</sub> em solução 15v/85v valerionitrila/acetoneitrila. No entanto, estamos propondo neste trabalho a gelificação deste sistema a partir da introdução de adequados polímeros gelificantes, cuja metodologia de síntese deve ser elaborada pelo pesquisador atuante no projeto. O cátodo é realizado a partir de gotejamento da solução 5mM H<sub>2</sub>PtCl<sub>6</sub> (sigma-aldrich) sobre o FTO limpo. A redução da platina ocorrerá por promoção de temperatura. Por fim, a célula DSSC é montada com a configuração do tipo d a partir da junção dos seus componentes.

O CETENE se encontra atualmente na transição da TRL 4 para a TRL 5 das células solares sensibilizadas por corante. Isto é, nossos laboratórios já possuem domínio da aplicação das células em ambiente laboratorial e está buscando sua implementação em ambiente relevante. Assim, uma vez bem estabelecido o processo de montagem destes dispositivos, nossos laboratórios buscam num primeiro passo com células DSSC promover o estudo de modificações no componente líquido da célula solar, isto é, o eletrólito.

## ATIVIDADES DE EXECUÇÃO

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2021	2022	2023
Estudo da arte da tecnologia de montagem das células solares sensibilizadas por corante	1,	1. Relatório de andamento de pesquisa	Montagem das Células Solares Sensibilizadas por Corante		
Levantamento bibliográfico sobre gelificantes nos eletrólitos das células solares e proposta de síntese	2, 3, 7, 8, 9	2. Relatório de propostas de sínteses de novo eletrólito gel	Desenvolvimento de novos materiais para aplicação nas células solares		



Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2021	2022	2023
Completa caracterização dos gelificantes e eletrólito sintetizados por FTIR, Análises térmicas, DRX, MET, UV-Vis, etc.	3	3. Relatório de resultados obtidos pela caracterização do eletrólito e gelificantes		Compreensão das propriedades dos materiais sintetizados	
Aperfeiçoamento de composição dos eletrólitos para Melhoria da Eficiência dos dispositivos solares	4, 5 e 6	4. Relatório de explanação da evolução de condutividade iônica alcançada pelos dispositivos solares		Aumento de Condutividade iônica dos eletrólitos sintetizados	
Caracterização dos dispositivos solares a partir de técnicas eletroquímicas	6	5. Relatório de resultados eletroquímicos que caracterizam os processos de transferência eletrônica nos dispositivos solares			Consolidação de técnicas eletroquímicas para caracterização dos dispositivos solares
Divulgação dos resultados como artigos científicos em revistas de alto fator de impacto	10	6. Artigos publicados em revistas internacionais de alto fator de impacto científico		Publicação dos resultados desenvolvidos	Publicação dos resultados desenvolvidos

#### CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

Atividades	Semestre					
	2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2
Estudo da arte da tecnologia de montagem das células solares sensibilizadas por corante	X	X				
Levantamento bibliográfico sobre gelificantes nos eletrólitos das células solares e proposta de síntese	X					
Completa caracterização dos gelificantes e eletrólito sintetizados por FTIR, Análises térmicas, DRX, MET, UV-Vis, etc.	X	X	X	X		
Aperfeiçoamento de composição dos eletrólitos para Melhoria da Eficiência dos dispositivos solares		X	X	X	X	X
Caracterização dos dispositivos solares a partir de técnicas eletroquímicas			X	X	X	X
Divulgação dos resultados como artigos científicos em revistas de alto fator de impacto						X

## PRODUTOS

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2021	2022	2023
Relatórios	1-6	1, 2, 3, 4 e 5	Acompanhamento de atividades	Acompanhamento de atividades	Acompanhamento de atividades
Procedimentos técnicos	1, 2 e 6	2 e 3	Desenvolvimento de procedimento de síntese dos eletrólitos gel e gelificantes		
Artigos Científicos	10	6			Consolidação perante comunidade acadêmica das tecnologias renováveis de domínio do CETENE
Patentes	10	6			Consolidação perante comunidade acadêmica das tecnologias renováveis de domínio do CETENE

## RESULTADOS ESPERADOS

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas	
			2022	2023
Desenvolvimento novos polímero gelificantes para gelificação de eletrólitos de células solares sensibilizadas por corante	1, 2 e 3	1, 2, 3	Síntese de novos polímeros gelificantes com alta condutividade iônica	
Aperfeiçoar composição de eletrólitos para as células solares	4, 5 e 6	4, 5		Aumento da condutividade iônica de eletrólitos gel
Publicação de resultados com a comunidade científica	10	6		Consolidação do CETENE como referência em tecnologia renovável
Qualificação de profissionais capacitados na área de energia renovável	7, 8 e 9	1, 2, 3, 4, 5 e 6		Aumento de profissionais capacitados para atuação na área de energia limpa

CÓDIGO	PROJETO
07	<b><i>Obtenção de célula fotoquímica para aplicação em produção de hidrogênio utilizando energia solar</i></b>

NOME DA SUPERVISORA	GIOVANNA MACHADO
---------------------	------------------

**BOLSA VINCULADA**

Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI Categoria / Nível	Meses	Quantidade
Doutor(a)	Química, Física, Engenharias e áreas correlatas	2	D-B	Até 60	1

**DESCRIÇÃO DO PROJETO:**

Durante a história da humanidade, várias mudanças foram observadas nas mais diferentes áreas. Sejam mudanças no âmbito social, tecnológico ou ambiental, todos nós, direta ou indiretamente tornamo-nos responsáveis por tais transformações. Niels Bohr uma vez disse “Fazer previsões é muito difícil, especialmente sobre o futuro”, porém existem coisas que podem ser previstas baseando-se em acontecimento recorrentes. Uma delas é justamente a preocupação com a forma de energia que será utilizada quando as fontes fósseis desaparecerem. Estudos mostram que o grande candidato para ser utilizado como suposta fonte de energia é o hidrogênio. Uma série de trabalhos reportados consegue obter essa fonte energética através da utilização de semicondutores que conseguem aproveitar a energia solar para quebrar a molécula da água e produzir H<sub>2</sub> por uma série de reações. É mencionado desde Fujishima e Honda (1972) a utilização de semicondutores como TiO<sub>2</sub>, WO<sub>3</sub>, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, BiVO<sub>4</sub> entre outros para realização da quebra da molécula da água e consequente produção de H<sub>2</sub>. Para que seja possível maximizar a atividade catalítica desses semicondutores, é necessário modificar sua síntese de modo a obter materiais nanoestruturados que possuam área superficial elevada, aumentando os sítios ativos onde acontecem as reações de quebra da molécula da água. Além disso, parâmetros como as condições reacionais e o tipo de semicondutor usado, são fatores que devem ser levados em consideração no desenvolvimento de um catalisador para maximização da atividade e da seletividade das reações catalíticas. Partindo desse pressuposto, resolvemos desenvolver um sistema para produção de H<sub>2</sub> a partir da combinação de dois semicondutores, eficientes no processo de redução do H<sub>2</sub> e oxidação do O<sub>2</sub>. O resultado para esse tipo de combinação é a formação do chamado esquema Z. Este método consiste de dois catalisadores para realizar a reação da quebra da molécula da água, um mais eficiente para redução da água e formação do hidrogênio e o outro para oxidação da água e obtenção do oxigênio. O esquema Z pode ser entendido como uma etapa que descreve duas fotoreações acopladas, que podem tornar possível a quebra da molécula da água em H<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>, produzindo uma fonte de energia limpa. Nele ocorre a separação de cargas seguida do transporte de espécies oxidantes e seus respectivos redutores para os sítios catalíticos onde as sínteses de H<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> devem ocorrer separadamente. O esquema Z foi batizado assim inspirado na natureza, em um processo vital que as plantas desempenham. A fotossíntese, essencial para vida dos seres vivos inspira os trabalhos atuais, os quais são chamados de fotossíntese artificial. O esquema Z apresenta entre algumas de suas vantagens, o fato de poder utilizar semicondutores que sozinhos muitas das vezes não conseguem realizar as duas fotoreações de maneira eficaz. Estes semicondutores possuem um menor band gap sendo mais eficientes na absorção da energia solar e aumentando a eficiência de produção de H<sub>2</sub> de modo geral. Além dessas características, é possível obter H<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> separadamente, algo difícil de ser observado em um sistema com apenas uma etapa. Neste projeto serão desenvolvidos novos materiais para aplicação em sistemas fotoquímicos para produção de hidrogênio a partir da energia solar. Neste sentido, serão fabricados sistemas do tipo esquema-Z mediado por condutor sólido. Assim, o projeto passará por etapas como determinação do condutor sólido a ser utilizado e metodologia adequada para sua fabricação, partindo de métodos já elucidados na literatura. Além disso, serão desenvolvidos materiais fotoativos para uso como cátodo e ânodo na célula fotoeletroquímica, o que possibilitará a produção de hidrogênio mais efetiva e com um menor custo.

**JUSTIFICATIVA:**

A obtenção de métodos alternativos para produção de energia, impulsionada pela alta demanda energética mundial, tem levado à busca por novos materiais e processos hábeis para a conversão de energia solar em energia elétrica. O Hidrogênio produzido a partir da energia solar se constitui em uma maneira eficaz para armazenamento da energia limpa para posterior conversão em energia elétrica.

Assim, o desenvolvimento de sistemas fotoquímicos de alta atividade, capaz de absorver luz solar e promover a quebra da água produzindo hidrogênio é necessário para impulsionar o mercado neste sentido, possibilitando atingir bons níveis de aplicabilidade tecnológica.

**OBJETIVO GERAL:** Desenvolvimento de condutor sólido para uso em sistemas de esquema-Z utilizando novos semicondutores com alta absorção de luz visível

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Obtenção de condutor sólido para uso no esquema-Z;
- Obtenção de semicondutores com fotoatividade na região do Visível para uso como ânodo e cátodo;
- Fabricação de célula fotoeletroquímica do tipo esquema-Z com mediador sólido;
- Informar a sociedade científica sobre os materiais produzidos.

**METODOLOGIA:**

a) Síntese de fotocátodo para quebra da água por fotocatalise

O fotocátodo será obtido a partir de precursores em pó utilizando síntese assistida por micro-ondas. Serão testadas as concentrações dos precursores, tempo e temperatura de síntese. O material escolhido será tal que poderá absorver uma ampla faixa da região visível do espectro solar, além de ser capaz de realizar a redução do íon hidrogênio a gás hidrogênio. A otimização do processo será realizada utilizando planejamento fatorial com pelo menos 4 repetições.

b) Síntese de fotoânodo para quebra da água por fotocatalise

O fotoânodo será sintetizado através de síntese assistida por micro-ondas a partir dos precursores em pó. Serão feitos testes quanto ao tempo e temperatura de síntese, bem como as concentrações dos precursores. A otimização do processo será realizada utilizando planejamento fatorial. O material obtido terá um espaço entre bandas (*bandgap*) estreito o suficiente para que ele absorva uma ampla faixa do espectro solar, além de ser altamente capaz de promover a oxidação da água. A otimização do processo será realizada utilizando planejamento fatorial com pelo menos 4 repetições.

c) Definição de material condutor para fabricação de dispositivo fotoquímico

O material condutor será determinado de tal forma a possibilitar o adequado transporte das cargas fotogeradas entre o cátodo e o ânodo, visto que seu papel é promover essa transferência sem que haja a retenção de cargas. Para isso serão testados inicialmente materiais cujo efeito já está elucidado na literatura, como ouro e carbono obtidos por evaporação térmica. A partir dos resultados iniciais poderão ser realizados outros procedimentos para a obtenção desses ou de novos materiais que por ventura sejam mais promissores.

d) Caracterização físico-química dos materiais obtidos

Os materiais obtidos serão avaliados primeiramente por UV-vis, para verificação nas mudanças de suas propriedades ópticas, permitindo a escolha de condições mais adequadas para os outros estudos. Análises de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e Transmissão (MET) permitirão visualizar a morfologia dos nanomateriais obtidos. Análises de Espectroscopia por Dispersão de Energia (EDS) permitirão identificar a composição elemental das amostras, enquanto análises de Difração de Raios-X (DRX) permitirão a verificação das fases cristalinas presentes. Outras análises como Espectroscopia de fotoelétrons por raios-X (XPS), Espectroscopia Raman e Análises térmicas (termogravimetria e calorimetria exploratória diferencial) serão utilizadas quando necessário para melhor compreensão das características físico-químicas dos materiais obtidos.

e) Fabricação dos fotoeletrodos e célula fotoeletroquímica

Os materiais mais promissores serão utilizados na montagem de fotoeletrodos, os quais serão utilizados para estudar as respostas dos materiais frente à radiação solar, através de medidas fotoeletroquímicas.

Até dois conjuntos de fotocátodo + fotoânodo serão testados para produção de hidrogênio utilizando esquema-Z, para o que serão montadas células fotoeletroquímicas utilizando o condutor estudado no item (c) como material de suporte para ambos os materiais.

f) Aplicação para produção de hidrogênio com energia solar

Os eletrodos produzidos serão submetidos inicialmente a testes de voltametria linear, espectroscopia de impedância eletroquímica e análise de extração de cargas para avaliar suas eficiências individuais. Após, com a montagem da célula fotoeletroquímica, os materiais serão colocados em reator de quartzo, irradiados com simulador solar equipado com filtro 1.5 AM-G e terão amostras coletadas periodicamente para avaliação da quantidade de hidrogênio produzido.

**ATIVIDADES DE EXECUÇÃO**

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2021	2022	2023
Síntese de fotocátodo para quebra da água por fotocatalise	Obter material fotoativo apto a realizar redução do hidrogênio	Fotocorrente obtida	X		
Síntese de fotoânodo para quebra da água por fotocatalise	Obter material fotoativo apto a realizar oxidação da água	Fotocorrente obtida	X		
Definição de material condutor para fabricação de dispositivo fotoquímico	Obter material condutor para realizar o transporte de cargas na célula fotoeletroquímica, a partir de diferentes materiais e métodos	Função trabalho do condutor e disponibilidade para transferência eletrônica	X	X	
Caracterização físico-química dos materiais obtidos	Compreender as características dos diferentes materiais obtidos	Análises de MEV, MET, XPS, TG-DSC, Raman.	Identificação da morfologia dos materiais obtidos, das modificações causadas na valência dos átomos devido aos diferentes processos aplicados, da perda de estrutura com a temperatura e das modificações do espalhamento Raman.		
Fabricação dos fotoeletrodos e célula fotoeletroquímica	Avaliar os parâmetros de montagem para obtenção de maior eficiência	Análises de perfilometria, MEV e Raman; Polarização, Impedância e Tempo de vida.		Montagem dos fotoeletrodos para análise das atividades individuais nas reações de evolução de hidrogênio e oxigênio; montagem de dispositivo para produção de hidrogênio com ambos fotoeletrodos através de esquema-Z	
Aplicação para produção de hidrogênio com energia solar	Identificar os melhores materiais para a geração do produto	Quantidade de gases produzida.		Testes de produção de hidrogênio com os fotoeletrodos separados	Produção de hidrogênio utilizando ambos os fotoeletrodos por esquema-Z, com aplicação de diferentes filtros para avaliação do efeito sinérgico

**CRONOGRAMA DE ATIVIDADES**

Atividades	Semestre					
	2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2
Síntese de fotocátodo para quebra da água por fotocatalise	X	X				
Síntese de fotoânodo para quebra da água por fotocatalise	X	X				
Definição de material condutor para fabricação de dispositivo fotoquímico	X	X	X	X		
Caracterização físico-química dos materiais obtidos	X	X	X	X	X	X
Fabricação dos fotoeletrodos e célula fotoeletroquímica			X	X	X	X
Aplicação para produção de hidrogênio com energia solar			X			X

**PRODUTOS**

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2021	2022	2023
Relatórios	Possibilitar o acompanhamento das atividades do bolsista	Documento enviado à coordenadora do projeto	Relatório de andamento de atividades	Relatório de andamento de atividades	Relatório de andamento de atividades
POPs	Disponibilizar POP para usuários internos	Documento publicado no SIGTEC do projeto	Criação do POP para obtenção do fotoânodo		Criação do POP para obtenção do fotocátodo / montagem da célula fotoeletroquímica
Patente	Depositar patente do material desenvolvido	Patente depositada no INPI			Publicação da patente

**RESULTADOS ESPERADOS**

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2021	2022	2023
Obtenção de fotocátodo de alta eficiência para reação de evolução de hidrogênio	Identificar o material mais promissor para uso como fotocátodo	- Fotocorrente gerada; - Morfologia do material; - % de cristalinidade do material	X	X	
Obtenção de fotoânodo de alta eficiência para reação de evolução de oxigênio	Identificar o material mais promissor para uso como fotoânodo	- Fotocorrente gerada; - Morfologia do material; - % de cristalinidade do material	X	X	X
Célula fotoeletroquímica apta a conduzir a reação completa de quebra da água por esquema-Z	Fabricar célula fotoeletroquímica	- Fotocorrente gerada; - Capacidade de produção de hidrogênio		X	X
Publicação de artigos	Informar a sociedade científica sobre os materiais produzidos	- Número de artigos publicados		X	X



CÓDIGO	PROJETO
08	<b><i>Síntese de nanotubos de titânio decorados com prata e colágeno, utilizando métodos eletroquímicos e sistema de automontagem</i></b>

NOME DA SUPERVISORA	GIOVANNA MACHADO
---------------------	------------------

#### BOLSA VINCULADA

Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI Categoria / Nível	Meses	Quantidade
Doutor (a)	Química, Física, Engenharia de materiais e áreas correlatas	2	D-B	Até 60	1

#### DESCRIÇÃO DO PROJETO:

A necessidade de substituir o tecido ósseo perdido ou mesmo dentes com outros materiais exige que o mercado tecnológico produza soluções mais adequadas e confortáveis ao paciente. Os implantes metálicos trazem diversos benefícios à população, é o caso dos implantes dentários, capazes substituir estruturas dentárias 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, o que implica em antibioticoterapia prolongada ou remoção cirúrgica, elevando os custos associados ao tratamento. Dessa forma, a funcionalização da superfície dos implantes, pode ser uma solução promissora para promover uma melhor osseointegração. O dióxido de titânio (TiO<sub>2</sub>) é um excelente material para aplicação como implante metálico devido sua alta biocompatibilidade, resistência à corrosão e módulo de elasticidade compatível com o osso.

Nesse contexto o projeto apresentado visa decorar e funcionalizar nanotubos de TiO<sub>2</sub> criando uma matriz biomimética através do revestimento dessas superfícies com nanopartículas de prata e colágeno, através de métodos eletroquímicos e sistemas de automontagem de multicamadas. Com isso será elaborada uma nova estratégia para o desenvolvimento de implantes metálicos, aperfeiçoando a sua aplicação em pessoas que sofreram perda dentária e que apresentam os requisitos necessários para a utilização de um implante.

Considerando-se a demanda nacional por implantes dentários, é esperado que a população necessite de novas alternativas mais eficazes no processo de implante que geram muitas vezes, processos inflamatórios. Assim, com o desenvolvimento dessa tecnologia será possível atender a essa demanda de forma a reduzir os custos de recolocação e as perdas devido aos processos inflamatórios.

Neste contexto, este projeto visa obter uma modificação superficial dos implantes dentários assim como uma das metas é caracterizar o produto obtido para implementação no mercado de implantes. Assim, ao final do projeto será possível proporcionar uma opção para reduzir os custos associados aos procedimentos em implantes dentários, melhorando a qualidade de vida dos pacientes.

#### JUSTIFICATIVA:

Existe um crescente interesse em desenvolver materiais sintéticos com propriedades e composição semelhantes ao osso para substituir o tecido perdido, sem reações adversas ou complicações. Os materiais implantados precisam de materiais para promover a osteointegração. Vários materiais têm sido utilizados para diminuição do processo inflamatório, dentre eles a prata se destaca por sua ação antimicrobiana e o colágeno está presente nos processos inflamatórios promovendo auxílio na osteointegração.

#### OBJETIVOS

##### Objetivo Geral:

Sintetizar nanotubos de titânio decorados com prata recobertos com colágeno

##### Objetivos específicos:

- Estudo de diferentes concentrações de nanopartículas de prata (AgNP) aderidas aos nanotubos de titânio;
- Síntese de nanotubos decorados com AgNP;
- Estudo de montagem utilizando colágeno a partir do sistema layer-by-layer;
- Caracterizar o sistema automontado.



## METODOLOGIA

### **Síntese dos nanotubos de TiO<sub>2</sub>**

As soluções de anodização serão preparadas usando água deionizada com pH 6,0. Os nanotubos de titânio serão formados pelo processo de anodização com eletrólito a base de etilenoglicol com 10wt% de H<sub>2</sub>O e 0,25 wt% de NH<sub>4</sub>F, e um potencial de 30 V por 30min. As amostras serão anodizadas com uma relação de área entre os eletrodos de Ti/Pt de 1:1, com uma rampa de tensão de 6 V.s<sup>-1</sup> em temperatura ambiente. Com o objetivo de cristalizar os nanotubos na fase anatase, após o processo de anodização as amostras passarão por tratamento térmico por 3h a 400 °C.

### **Síntese das nanopartículas de Ag**

A síntese das NP\_Ag será adaptada da metodologia descrita por Csapó et al. (2012). Resumidamente, em um balão de fundo redondo de 50 mL, serão adicionados 10 mL de uma solução de AgNO<sub>3</sub> de 2x10<sup>-4</sup> M (n = 2x10<sup>-3</sup> mmol) e 8,7 mL de água milli-Q. Este sistema será submetida à agitação magnética por 10 min. Em seguida, será adicionada, gota a gota, 5 mL da solução de C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>Na<sub>3</sub>O<sub>7</sub>.2H<sub>2</sub>O de 2x10<sup>-3</sup> M permanecendo a agitação por 10 min (proporção entre Ag<sup>+</sup> e citrato de sódio foi de 1.:5). Por fim, será adicionado 0,8 mL da solução de NaBH<sub>4</sub> de 2,5x10<sup>-2</sup> M sendo este sistema agitado por 5 min. A solução antes incolor a partir deste momento vai adquirir coloração amarelo-clara indicando a redução dos íons de Ag<sup>+</sup> e a formação das NP\_Ag.

### **Adsorção das nanopartículas de prata (NP-Ag) aos nanotubos de titânio**

Para a adsorção das NP\_Ag aos nanotubos de titânio, serão adicionadas 5mg dos nanotubos nas nanopartículas. Desta forma, na adsorção das NP\_Ag à superfície dos nanotubos, o fotocatalisador será adicionado à reação após a agitação da solução de Ag<sup>+</sup> com a água *milli-Q* sendo as etapas seguintes realizadas sem modificações. Ao término da adsorção, as amostras serão centrifugadas em duas rotações de 4.000 rpm, com duração de 20 minutos, transferidas para um eppendorf, lavadas com água destilada, posteriormente com acetona e secas na estufa *TE-393/1* da *Tecnal* a 65° C por 24h.

### **Modificação da superfície através do sistema layer-by-layer (LBL) utilizando colágeno.**

A superfície do sistema será revestida com camadas de filmes de colágeno. A solução de colágeno será preparada em diferentes concentrações para serem depositadas sobre as superfícies de titânio. O sistema de multicamadas será montado em um robô *StractoSequence VI* (*NanoStrata Inc.*, EUA). Os nanotubos de titânio serão imersos em uma solução aquosa de colágeno tipo 1 por 12 min e lavados em água destilada como descrito previamente. O pH da solução de colágeno tipo 1 para 7,0 pela adição de NaOH ou HCL. Um estudo do número de camadas será realizado para determinação da melhor condição necessária para bioativação da superfície.

### **Caraterização difração de raios X (DRX) dos nanotubos**

A difração de raios X será realizada para comprovar a fase anatase da amostra nanotubular de TiO<sub>2</sub>. Para análise, será utilizado um difratômetro (*Bruker-AXS/ D8 ADVANCE*) com um tubo de radiação CuK $\alpha$  de 1,5406 nm, com intervalo de 10-50° (2 $\theta$ ), ângulo rasante de 0,5°, 2 segundos de tempo de integração por ponto e passo angular de 0,05°.

### **Perfilometria de contato**

A análise será obtida em um perfilômetro *Dektak XT* (*Bruker*) do laboratório da nanotecnologia – CETENE. A análise bidimensional da superfície dos nanotubos será mapeada e medida a espessura das películas depositadas por meio de contato físico de uma ponta de prova. A razão entre a espessura e o tempo de deposição de cada amostra nos fornecerá a taxa de deposição.

### **Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)**

A morfologia dos nanotubos será avaliada em MEV (*QUANTA 200 FEG*) no modo elétron secundários (SE) com tensão de aceleração de 30 kV a vácuo.

### **FTIR**

A espectroscopia de infravermelho transformada de Fourier (FTIR) será usada para identificação dos grupos químicos. As medições serão realizadas através do modo de reflectância atenuada (ATR) nas condições de 400 a 4000 cm<sup>-1</sup>, 16 scans e resolução de 4 cm<sup>-1</sup>.

### **Ensaio antimicrobianos e antibiofilme**

Para este teste será empregado o protocolo de Trentin e colaboradores (2011), utilizando cristal violeta em placas de microtitulação estéreis de poliestireno de fundo chato. Aos poços das 11 microplacas serão adicionados 80 $\mu$ l da suspensão bacteriana, 80 $\mu$ l das soluções testes e 40 $\mu$ l de meio BHI caldo. Após incubação a 37°C por 24h, o conteúdo dos poços será removido e lavado três vezes com solução salina a

fim de remover as células não aderidas. As bactérias aderidas serão termofixadas em estufa a 60°C por 1h. A camada de biofilme formado será corada com cristal violeta a 0,4% por 15 min a temperatura ambiente, em seguida o corante será descartado e lavado com água. O corante ligado será solubilizado com etanol 99,5% e após 30 min a absorbância medida a 570 nm. O crescimento planctônico das bactérias será avaliado por diferença entre a absorbância medida a 600 nm no final e no início do tempo de incubação das placas de microtitulação. Tanto a formação de biofilme quanto o crescimento planctônico no controle será considerada como 100%. Valores superiores a 100% representam estimulação da formação de biofilme ou crescimento planctônico em comparação com o controle.

#### ATIVIDADES DE EXECUÇÃO

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2021	2022	2023
Síntese de nanotubos de titânio decoradas com nanopartículas de prata	Obtenção de superfície bioativa e biorreabsorvível com micro-nano-arquitetada para melhor atividade antimicrobiana	Curvas de anodização; Análises de UV-vis, EDS e DRX.	Síntese de nanotubos de titânio decoradas com prata		
Estudo de montagem utilizando colágeno.	Obtenção de um sistema que seja eficaz na osteointegração	Perfilometria, Uv-Vis Ensaio de viabilidade celular em meio de matriz gel (Corning matrigel matrix)		Avaliação dos parâmetros de automontagem com polieletrólitos e colágeno. Avaliação da eficácia da biomolécula	
Caracterização do sistema automontado	Analisar todas as etapas dos materiais obtidos inclusive sua eficácia.	Raman, Drx, perfilometria, Uv-VIS, FTIR			Identificação da morfologia dos materiais obtidos, das modificações causadas na valência dos átomos devido aos diferentes processos aplicados.
Aplicação do sistema ao pino de titânio	Testar a viabilidade do sistema no substrato proposto				Montagem do sistema no pino de titânio

#### CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

Atividades	Semestre					
	2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2
Síntese de nanotubos decorados com AgNP	X	X				
Estudo de montagem utilizando colágeno		X	X	X		
Caracterização do sistema automontado					X	X
Aplicação do sistema ao pino de titânio					X	X

## PRODUTOS

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2021	2022	2023
Relatórios	Possibilitar o acompanhamento o das atividades do bolsista	Documento enviado à coordenadora do projeto	Relatório de andamento de atividades	Relatório de andamento de atividades	Relatório de andamento de atividades
POPs	Disponibilizar POP para usuários internos	Documento publicado no SIGTEC do projeto	Criação do POP para obtenção do fotoânodo		Criação do POP para obtenção do fotocátodo / célula fotoeletroquímica
Pino de implante	Disponibilizar no meio acadêmico um novo bioproduto	Testes executados por especialistas da área			Teste final em parceria com Universidade

## RESULTADOS ESPERADOS

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2021	2022	2023
Obtenção de superfície bioativa e biorreabsorvível com micro-nano-arquitetada para melhor atividade antimicrobiana	Reconhecimento de funcionalidade do sistema de automontagem com eficácia antimicrobiana	Testes antimicrobianos positivos	X		
Obtenção de um sistema que seja eficaz na osteointegração	Identificar o melhor sistema para integrar a biomolécula	Teste de perfilometria e FTIR		X	X
Testar a viabilidade do sistema no substrato proposto	Reconhecer o sistema como apropriado para aplicação	Teste em parceria com Universidade especializada em odontologia			X
Publicação dos artigos	Demonstrar publicamente a eficácia do sistema	Artigos		X	X

## REFERÊNCIAS

CSAPÓ, E.; OSZKÓ, A.; VARGA, E.; JUHÁS, A.; BUZÁS, N.; KOROSI, L.; MAJZIK, A.; DÉKÁNY, I. Synthesis and Characterization of Ag/Au Alloy and Core(Ag)-Shell(Au) Nanoparticles. **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 415, p. 281–87, 2012.

TRENTIN, D. D. S., GIORDANI, R. B., ZIMMER, K.R., 2011. Potential of medicinal plants from the Brazilian semi-arid region (Caatinga) against *Staphylococcus epidermidis* planktonic and biofilm lifestyles. **Journal of Ethnopharmacology**, 137, 327–335.

CÓDIGO	PROJETO
12	<b><i>Desenvolvimento de plataformas IoT (Internet of Things) com Blockchain aplicadas ao agronegócio</i></b>

NOME DO SUPERVISOR	JARLEY PALMEIRA NÓBREGA
--------------------	-------------------------

#### BOLSAS VINCULADAS

Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI Categoria / Nível	Meses	Quantidade
Doutor	Engenharia Elétrica ou Engenharia da Computação ou Ciência da Computação	1, 2 e 5	D-A	Até 60	1
Mestre	Engenharia Elétrica ou Engenharia da Computação ou Ciência da Computação	1, 3 e 4	D-B	Até 60	1
Graduado	Engenharia Elétrica ou Engenharia da Computação ou Ciência da Computação	2, 3 e 4	D-C	Até 60	2

#### DESCRIÇÃO DO PROJETO E SUA RELAÇÃO COM AS ÁREAS PRIORITÁRIAS DO MCTI

O projeto prevê o estudo, desenvolvimento e testes de plataformas de IoT (Internet das Coisas) baseadas em *blockchain* para aplicações em campo de cultivo. As soluções propostas devem ser voltadas para o monitoramento de solo por meio de redes de sensores, com controle de temperatura, umidade relativa do ar, luminosidade, salinidade do solo, entre outros.

É previsto, na sequência do projeto, o desenvolvimento de aplicações de inteligência artificial com aprendizagem de máquina, utilizando os dados coletados por meio da rede de sensores. As aplicações de inteligência artificial são voltadas para a otimização de processos de irrigação automatizada, controle de temperatura em estufas, crescimento de plantas, entre outras aplicações. A utilização da tecnologia de *blockchain* tem como objetivo garantir a rastreabilidade das informações coletadas pela rede de sensores, fornecendo um meio seguro e auditável de armazenamento de dados distribuídos.

O projeto enquadra-se nas áreas de Tecnologias Estratégicas e de Produção do MCTI, voltadas para projetos de Inteligência Artificial e Agronegócio, respectivamente.

#### JUSTIFICATIVA

Um dos maiores desafios do agronegócio no Brasil, em especial na região Nordeste, é a otimização da produção agrícola em todas as suas etapas. Nesse contexto, a tecnologia da informação e comunicação tem contribuído com soluções disruptivas que modificam e otimizam todo o ciclo produtivo, trazendo maior produtividade, redução de custos, agilidade e segurança para o campo.

O conjunto de tecnologias integradas e conectadas por meio softwares, sistemas e sensores, com capacidade de otimizar a produção agrícola, é conhecido como **Agricultura 4.0**. Essas técnicas utilizam redes de sensores, protocolos de comunicação entre dispositivos, análise de grandes conjuntos de dados (*big data*) e inteligência artificial como base para a tomada de decisão no campo.

Nesse contexto, o projeto proposto integra-se às linhas de pesquisa do CETENE em biotecnologia e melhoramento genético de plantas com *scale-up* de produção, com potencial para uso nas atividades da Biofábrica em conjunto com o Laboratório de Computação Científica – LACC.

#### OBJETIVO GERAL

Desenvolvimento de uma plataforma de IoT com *blockchain* para monitoramento de solo em campo de cultivo com a ajuda de sensores (luz, umidade do ar, temperatura, umidade do solo, etc.).

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Estruturação e consolidação do Laboratório de Computação Científica do CETENE;
2. Capacitação institucional no desenvolvimento de dispositivos eletrônicos para captura de dados de solo;
3. Capacitação institucional no desenvolvimento de aplicações de inteligência artificial para análise de dados de campos de cultivo;
4. Capacitação institucional em tecnologias de *blockchain* para o armazenamento de transações distribuídas;
5. Fomentar a transferência de tecnologia do CETENE para o setor produtivo.

#### METODOLOGIA

A construção da plataforma consiste inicialmente no desenvolvimento de software embarcado, prototipação de placas de circuito impresso e aplicações de armazenamento de dados em nuvem com tecnologia *blockchain*. Com a base da plataforma em funcionamento, a próxima etapa do projeto prevê a definição e desenvolvimento de aplicações de aprendizagem de máquina para detecção de padrões a partir dos dados coletados pela rede de sensores construída.

Para a construção da plataforma é necessária a montagem da sala de prototipação do LACC com equipamentos já adquiridos pelo CETENE, voltados para o fluxo completo de impressão de circuitos integrados. Após a montagem da sala de prototipação, serão estudados e testados em bancada os principais protocolos de comunicação para IoT (Ex.: NFC, Sigfox, LoRa, Bluetooth, MQTT, etc.), voltados para a construção da rede de sensores. De forma semelhante, pretende-se testar as principais plataformas *open source* para *blockchain* (Ex.: Hyperledger, Corda, OpenChain, etc.), realizando em seguida testes de integração com os dispositivos construídos. As atividades de desenvolvimento das aplicações de aprendizagem de máquina serão realizadas no ambiente físico do LACC, com a utilização de baias e estações de trabalho para a equipe executora. Todo o trabalho de treinamento, validação e testes das aplicações de inteligência artificial serão realizadas por meio da plataforma de computação de alto desempenho do CETENE (Cluster HPC Neumann II).

Pretende-se testar as técnicas desenvolvidas nas atividades de produção em larga escala da Biofábrica do CETENE, com o controle do ambiente das estufas agrícolas. A próxima etapa consiste em integrar as soluções ao controle de fluxo dos laboratórios de cultura de tecidos de plantas. A etapa final do projeto prevê a transferência da tecnologia para o setor do produtivo, por meio de patentes e licenciamento de propriedade intelectual.

Os resultados obtidos durante a execução do projeto serão publicados em revistas científicas.

#### ATIVIDADES DE EXECUÇÃO

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2021	2022	2023
Levantar requisitos dos dispositivos eletrônicos para captura de dados do solo	1 e 2	- Documento de requisitos	1		
Prototipar e realizar testes elétricos nos dispositivos de captura de dados	1 e 2	- Protótipo criado e testado	2		
Especificar e codificar software embarcado para os dispositivos projetados	1 e 2	- Código fonte versionado no repositório	2		
Realizar testes na plataforma para validar a conexão e coleta de dados dos dispositivos desenvolvidos	1 e 2	- Casos de testes executados e reportados	2	1	

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2021	2022	2023
Desenvolver plataforma para armazenamento de dados coletados em nuvem	4	- Plataforma desenvolvida e integrada	1		
Estudar plataformas de <i>blockchain</i> para o armazenamento de transações distribuídas	4	- Relatório técnico	1		
Desenvolver plataforma para visualização de dados captados pelos dispositivos desenvolvidos	4	- Plataforma desenvolvida e integrada	1		
Pesquisa de aplicações de IA voltadas para monitoramento de solo	2 e 3	- Relatório Técnicos - Survey publicado	1 1		
Desenvolvimento de modelo de aprendizagem de máquina para monitoramento de solo	3	- Modelo criado e validado estatisticamente	2	2	
Testar a plataforma no fluxo produtivo da Biofábrica do CETENE	1 e 5	- Plataforma homologada na Biofábrica		1	1
Integrar a plataforma desenvolvida com a solução de controle de fluxo em laboratórios de cultura de tecido de plantas	1 e 5	- Plataforma integrada na Biofábrica			1
Produzir documentos para requisição de patente e propriedade intelectual	5	- Requisição de patentes			1

#### CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

Atividades	Semestre					
	2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2
Levantar requisitos dos dispositivos eletrônicos para captura de dados de solo	X					
Prototipar e realizar testes elétricos nos dispositivos de captura de dados	X	X				
Especificar e codificar software embarcado para os dispositivos projetados	X	X				
Realizar testes na plataforma para validar a conexão e coleta de dados dos dispositivos desenvolvidos	X	X	X			
Desenvolver plataforma para armazenamento de dados coletados em nuvem			X			
Estudar plataformas de Blockchain para o armazenamento de transações distribuídas	X					
Desenvolver plataforma para visualização de dados captados pelos dispositivos desenvolvidos	X					
Pesquisa de aplicações de IA voltadas para monitoramento do solo	X	X				
Desenvolvimento de modelo de aprendizagem de máquina para monitoramento do solo	X	X	X	X		
Testar a plataforma no fluxo produtivo da Biofábrica do CETENE				X	X	
Integrar a plataforma desenvolvida com a solução de controle de fluxo em laboratórios de cultura de tecido de plantas						X
Produzir documentos para requisição de patente e propriedade intelectual						X

## PRODUTOS

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas			
			2021	2022	2023	2024
Protótipo de dispositivo eletrônico de captura de dados	1 e 2	- Protótipo criado e testado	X			
Software embarcado para dispositivo	1 e 2	- Código fonte versionado no repositório	X			
Plataforma de armazenamento de transações distribuídas na nuvem	4	- Plataforma desenvolvida e integrada	X			
Plataforma de visualização	4	- Plataforma desenvolvida e integrada	X			
Plataforma de análise de dados	1 e 3	- Plataforma integrada na Biofábrica		X	X	
Registro de patentes					X	
Publicação de artigos			X	X	X	

## RESULTADOS ESPERADOS

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas			
			2021	2022	2023	2024
Consolidação do Laboratório de Computação Científica – LACC	1	- Sala de prototipação operacional - % de ocupação das posições do LACC	X	X	X	
Capacitação institucional em IoT	2	- POPs publicados	X	X		
Capacitação institucional em <i>blockchain</i>	4	- POPs publicados	X	X		
Capacitação institucional em inteligência artificial	3	- POPs publicados	X	X		
Transferência de tecnologia	5	- Número de registro de patentes		X	X	



CÓDIGO	PROJETO
14	<b>Otimização de produção bacteriana de membrana plástica (PHA)</b>

<b>NOME DA SUPERVISORA</b>	LAUREEN MICHELLE HOULLOU
----------------------------	--------------------------

**BOLSA VINCULADA**

Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
Doutor	Biologia ou áreas afins	1	D-A	Até 60	1

**DESCRIÇÃO DO PROJETO E SUA RELAÇÃO COM AS ÁREAS PRIORITÁRIAS DO MCTI**

A supervalorização do preço do petróleo a nível internacional, a instabilidade geopolítica das regiões detentoras das grandes reservas mundiais e o consenso mundial da necessidade do desenvolvimento de tecnologias de baixa emissão de gases de efeito estufa, como o CO<sub>2</sub>, têm apontado para a possibilidade da exploração de matérias-primas como fontes renováveis de insumo para a biossíntese de seus derivados. A experiência da utilização de etanol como combustível e o incentivo atual à produção de biodiesel são exemplos concretos do uso de matérias-primas renováveis em substituição a derivados de petróleo<sup>1,2</sup>. Além do suprimento de necessidades energéticas, a segunda maior demanda pelo uso de derivados de petróleo como matéria-prima consiste na produção de polímeros: o polipropileno, derivado petroquímico utilizado na confecção de plásticos, apresentou uma das maiores taxas de crescimento no setor industrial nos últimos anos, refletindo a expansão do mercado consumidor e o dinamismo do processo de substituição de produtos e materiais tradicionais por outros derivados do petróleo, mais baratos e práticos<sup>3</sup>. 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. Além disso, as atuais alternativas de incineração, aterramento e reciclagem dos plásticos não têm sido eficazes para a resolução dos problemas ambientais gerados pelo acúmulo destes polímeros na natureza. Diante desta problemática, estudos para o desenvolvimento de bioplásticos que sejam biodegradáveis e biocompatíveis tornam-se de suma importância para atenuar tais problemas<sup>3,4</sup>. Uma vasta gama de alternativas biodegradáveis tem sido propostas 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<sup>5</sup>. Diante do exposto, a utilização de resíduos agroindustriais a exemplo de vinhaça (resíduos da produção de bioetanol) e glicerol bruto (resíduos da produção de biodiesel), além da possível aplicação de óleos vegetais na produção de PHAs, mostra-se como uma alternativa a estes altos custos, tornando o bioplástico mais competitivo e potencialmente aplicado em diversos ramos da indústria.

**JUSTIFICATIVA**

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 propostas 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 de vinhaça (resíduos da produção de bioetanol) e glicerol bruto (resíduos da produção de biodiesel), além da possível aplicação de óleos vegetais 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.

**OBJETIVO GERAL**

- Obter biopolímeros produzidos por bactérias acumuladoras de polihidroxialcanoatos a partir da utilização de substratos alternativos e caracterizar os filmes plásticos biodegradáveis sintetizados

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Selecionar cepas com alto rendimento dentre espécies produtoras de polihidroxialcanoatos;
- Determinar condições de cultivo ótimas para maximização da produção de polihidroxialcanoatos a partir de substratos alternativos;
- Extrair o polímero da biomassa microbiana;
- Analisar qualitativa e quantitativamente, por cromatografia gasosa, o perfil de poliésteres dos polímeros obtidos;
- Realizar a caracterização físico-química das películas plásticas sintetizadas

#### MÉTODOS E MATERIAIS

##### Métodos

- Cultivo de microrganismos alvo na presença de precursores de bioplástico;
- Avaliação do desempenho dos microrganismos/ precursores e condições de cultivo;
- Análise cromatográfica dos polímeros obtidos por síntese bacteriana
- Caracterização molecular das cepas bacterianas mais promissoras
- Início do escalonamento para produção

##### Materiais

- Cepas bacterianas
- Laboratório de microbiologia
- Laboratório de genética molecular – LADIFI
- Cromatógrafo (Central analítica)

Insumos pertinentes ao projeto

#### METODOLOGIA

- Isolamento bacteriano das espécies de *Cupriavidus necator* (anteriormente chamada *Ralstonia eutropha*)
  - Análise da cinética de crescimento em meio sintético e residual a partir de um pré inóculo em meio nutriente;
  - Extração dos PHAs do interior das células dos microrganismos será realizada utilizando-se a metodologia com clorofórmio e hipoclorito de sódio combinados
  - Cálculo da produtividade de PHAs por método gravimétrico para o biopolímero obtido após extração.
  - Cromatografia gasosa para análise das da fase orgânica
  - Caracterização físico-química das películas plásticas através do método da gota séssil
  - FTIR: a espectroscopia de infravermelho transformada de Fourier será usada para avaliar interações químicas da película
- A partir da identificação das linhagens bacterianas mais promissoras será feita caracterização molecular com PFGE e iniciados os testes de cultivo em escala escalas para 1L, 3L, 5L, 10L e 20L, havendo otimizações em cada etapa.

#### ATIVIDADES DE EXECUÇÃO

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2021	2022	2023
Pré-teste com padrão para determinação das condições de síntese de PHA	1	Relatório de andamento de pesquisa	2	2	2
Teste de diferentes substratos para otimização do processo de síntese de PHA	1	Relatório de andamento de pesquisa	2	2	2
Depósito de POP no SIGTEC	1	POP depositado em SIGTEC	1	1	1

### CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

Atividades	Semestre					
	2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2
Pré-teste com padrão para determinação das condições de síntese de PHA	X	X				
Teste de diferentes substratos para otimização do processo de síntese de PHA	X	X	X	X	X	X
Depósito de Software no banco de registro do CETENE						X

### PRODUTOS

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2021	2022	2023
Relatórios	1	Indicador 1 e 2	3	3	3
POPs	1	Indicador 3	1	1	1

### RESULTADOS ESPERADOS

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2021	2022	2023
Resultado 1	1	Estabelecimento de processo otimizado para síntese de PHA	X	X	X
Resultado 1	1	POPs – Habilitar a instituição para dar suporte a futuras prestações de serviço/ projetos estruturantes			X

CÓDIGO	PROJETO
18	<b>Implantação do Núcleo de Inovação Tecnológica do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação – MCTI na Região Nordeste</b>

<b>NOME DO SUPERVISOR</b>	PAULO ROBERTO MOREIRA MACIEL
---------------------------	------------------------------

#### BOLSAS VINCULADAS

Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI Categoria / Nível	Meses	Quantidade
Mestrado ou graduação com 5 anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação	Direito, com ênfase em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia	4	D-C	Até 60	1
Mestrado ou graduação com 5 anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação	Comunicação, Jornalismo, Publicidade, Marketing, Relações Públicas ou áreas afins, com ênfase em Divulgação Científica, Redes Sociais e Mídias Digitais	4	D-C	Até 60	1

#### JUSTIFICATIVA

A implantação do Núcleo de Inovação Tecnológica do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação – MCTI na Região Nordeste decorre das seguintes necessidades:

- I. Aprimorar os mecanismos institucionais de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica, voltados ao ambiente produtivo e social, visando a aceleração do crescimento no Brasil;
- II. Estabelecer mecanismos para proteção dos direitos decorrentes das atividades de criação;
- III. Organizar estrutura destinada a incentivar a inovação e a pesquisa científica e tecnológica, bem como a importância de se estabelecer mecanismos para a proteção dos direitos decorrentes das atividades de criação intelectual;
- IV. Descentralizar ações e dar celeridade na tramitação de procedimentos e iniciativas que visem à inovação tecnológica, à proteção da propriedade intelectual e de transferência de tecnologia no âmbito institucional;
- V. Implementar as atividades de inovação, propriedade intelectual, transferência e licenciamento de tecnologia, em consonância com o disposto na Constituição Federal, artigos 218 e 219, em especial a Lei nº 10.973/04 e sua regulamentação pelo Decreto nº 9.283, da Lei nº 9.279/96, Lei nº 9.610/98, Lei nº 9.609/98, na Portaria MCT nº 88/98, Lei nº 8.666/93 e o disposto na legislação vigente.

#### OBJETIVO

A partir da análise do funcionamento de Núcleos de Inovação Tecnológica do MCTI e de universidades, objetiva-se realizar planejamento e elaboração de documentos com diretrizes visando à implantação e efetivo funcionamento do NIT na Região Nordeste, assim como levantar dados e informações e gerar indicadores e mecanismos de monitoramento sobre o sistema regional de inovação para promoção e incentivo ao desenvolvimento científico e tecnológico.

#### ATIVIDADES DE EXECUÇÃO

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2021	2022	2023
Composição da equipe	4	1. Relatório de andamento de pesquisa	2	2	2
Análise de documentação de funcionamento dos outros NIT do MCTI	4	2. Relatório	2	2	2
Realização de visitas a NIT do MCTI e de Universidades	4	3. Relatório	1	1	1

### CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

Atividades	Semestre					
	2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2
Composição da equipe	X	X				
Análise da documentação de funcionamento dos outros NIT do MCTI	X	X	X	X	X	X
Realização de visitas em NIT do MCTI e de Universidades	X	X	X	X		
Elaboração de documentos com as diretrizes de implantação		X	X	X		
Implantação e efetivo funcionamento			X	X	X	X

### PRODUTOS

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2021	2022	2023
Relatórios	1	Indicador 1 e 2	3	3	3
Busca de anterioridade	1	Indicador 3	1	1	1
Prestação de assessoria para a elaboração de patentes	1	Indicador 3	1	1	1

### RESULTADOS ESPERADOS

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2021	2022	2023
Resultado 1	4	Implantação de sistemática de busca de anterioridade	X	X	X
Resultado 1	4	Implantação de serviço para a elaboração de patentes	X	X	X
Resultado 1	4	Disponibilização de serviço para o depósito de patentes		X	X

CÓDIGO	PROJETO
22	<b>Tratamento de efluentes têxteis empregando nanocatalisadores formados por estruturas metalorgânicas e TiO<sub>2</sub></b>

NOME DA SUPERVISORA	GIOVANNA MACHADO
---------------------	------------------

**BOLSA VINCULADA**

Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI Categoria / Nível	Meses	Quantidade
5 (cinco) anos de experiência em projetos científicos, tecnológicos ou de inovação após a obtenção do diploma de nível superior ou grau de mestre	Engenharia Ambiental / Engenharia Têxtil / Engenharia Química / Engenharia de Materiais / Química ou áreas afins	Fomentar a excelência institucional nas áreas de pesquisa e desenvolvimento estratégico em nanotecnologia para a região NE	D-B	Até 60	1

**DESCRIÇÃO DO PROJETO:** tratamento de efluentes têxteis por meio de nanocompósito com propriedades fotocatalíticas formado por nanotubos de TiO<sub>2</sub> e estruturas metalorgânicas.

**JUSTIFICATIVA:** Segundo dados da Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção (ABIT) até o ano de 2014, o Brasil apresentou, no setor de confecções, aproximadamente 32 mil empresas por todo território, e cerca de 80% delas eram de confecções de porte pequeno e médio. Este setor gerou empregos em um quantitativo de cerca de 1,7 milhões de brasileiros (ABIT, 2013; ROCCO, 2009). O SEBRAE (2013) contabilizou cerca de 100 mil pessoas trabalhando na produção de peças de vestuário, no estado de Pernambuco; a região Nordeste destaca-se entre os grandes produtores deste setor no Brasil. Porém a indústria têxtil gera consequências ambientais e de saúde adversas, caso seus efluentes não recebam tratamento adequado. Este setor da indústria utiliza elevados volumes de água em seus processos e é um dos maiores em índice de poluição hídrica no mundo. O descarte deste efluente não tratado corretamente acarreta efeitos toxicológicos negativos e bioacumulação na vida silvestre (TAKAHASHI; KUMAGAI, 2006; LI *et al.*, 2015).

**OBJETIVO GERAL:** realizar testes de nanocompósito com propriedades fotocatalíticas formado por nanotubos de TiO<sub>2</sub> e estruturas metalorgânicas, no intuito de mineralização dos poluentes e baixa toxicidade do efluente após fotodegradação.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:** produzir estruturas nanotubulares de TiO<sub>2</sub> sintetizados por anodização de chapas metálicas de titânio; sintetizar estruturas metalorgânicas com avaliação de diferentes precursores metálico; caracterizar os nanocompósitos; avaliar os nanocompósitos em termos de desempenho fotocatalítico e mineralizar poluentes orgânicos.

**MÉTODOS E MATERIAIS:** para a síntese de matrizes nanotubulares de TiO<sub>2</sub>, as placas de titânio deverão ser anodizadas e tratadas termicamente até a cristalização da fase anatase. As estruturas metalorgânicas, por sua vez, poderão ser sintetizadas por método eletroquímico, hidrotérmico ou ainda solvotérmico. Estas estruturas metalorgânicas são formadas *in situ* nas matrizes nanotubulares de TiO<sub>2</sub> dando origem ao nanocompósito.

Os principais materiais a serem usados são: folha de titânio ASTM grau #2 (0,1mm de espessura e 99,98% de pureza), fluoreto de amônio (NH<sub>4</sub>F) (grau analítico), etilenoglicol (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub>) (grau analítico), célula eletroquímica, multímetro, simulador solar com lâmpada de xenônio de 300W, luxímetro, filtro 1.5 AM, entre outros.

**METODOLOGIA:** para a síntese de matrizes nanotubulares de TiO<sub>2</sub> nota-se, em geral, a criação de óxido mediante um processo eletroquímico envolvendo um ânodo e um cátodo em solução eletrolítica com aplicação de potencial elétrico. As estruturas metalorgânicas, por sua vez, poderão ser sintetizadas por método eletroquímico, hidrotérmico ou ainda solvotérmico, a depender dos precursores metálicos e ligantes orgânicos. Estas estruturas metalorgânicas são formadas *in situ* nas matrizes nanotubulares de TiO<sub>2</sub> originando o nanocompósito.

**ATIVIDADES DE EXECUÇÃO**

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2021	2022	2023
Teste de diferentes metais e ligantes orgânicos na síntese da estrutura metalorgânica para o fotocatalisador com nanotubos de TiO <sub>2</sub>	Fomentar a excelência institucional nas áreas de pesquisa e desenvolvimento estratégico em nanotecnologia para a região NE	Relatório de andamento de pesquisa	X	X	
Desenvolvimento do fotocatalisador e testes toxicológicos do efluente tratado		Relatório de andamento de pesquisa	X	X	X
Depósito de POP no SIGTEC		POP depositado em SIGTEC			X

**CRONOGRAMA DE ATIVIDADES**

Atividades	Semestre					
	2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2
Teste de diferentes metais e ligantes orgânicos na síntese da estrutura metalorgânica para o fotocatalisador com nanotubos de TiO <sub>2</sub>	X	X	X	X	X	X
Desenvolvimento do fotocatalisador e testes toxicológicos do efluente tratado			X	X	X	X
Depósito de POP no SIGTEC						X

**PRODUTOS**

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2021	2022	2023
Fotocatalisador compósito formado por estrutura metalorgânica e nanotubos de TiO <sub>2</sub> mais eficiente	Fomentar a excelência institucional nas áreas de pesquisa e desenvolvimento estratégico em nanotecnologia para a região NE	Criação de patente e artigos científicos	X	X	X
POPs, artigos		Divulgação dos POPs e publicação de artigos científicos		X	X

**RESULTADOS ESPERADOS**

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas		
			2021	2022	2023
Encontrar o fotocatalisador compósito formado por estrutura metalorgânica e nanotubos de TiO <sub>2</sub> mais eficiente	Fomentar a excelência institucional nas áreas de pesquisa e desenvolvimento estratégico em nanotecnologia para a região NE	Obtenção de um material fotoativo e eficiente na degradação de efluentes têxteis	X	X	X
Mineralização do poluente		Níveis de carbono orgânico total menores que no efluente inicial			X
Baixa toxicidade do efluente após fotodegradação		Não apresentar toxicidade para o organismo em teste e não haver efeitos significativos de inibição nem aceleração no crescimento (no caso de sementes)			X



## REFERÊNCIAS

ABIT. Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção. **Indústria Têxtil e de Confecção Brasileira**, 2013. Disponível em: <[http://www.abit.org.br/conteudo/links/publicacoes/cartilha\\_rtcc.pdf](http://www.abit.org.br/conteudo/links/publicacoes/cartilha_rtcc.pdf)>. Acesso em: 17 jun. 2019.

LI, H. X., XU, B., TANG, L., ZHANG, J. H., MAO, Z. G. Reductive decolorization of indigo carmine dye with *Bacillus* sp MZS10. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v. 103, p. 30-37, 2015.

SEBRAE. **Estudo econômico do arranjo produtivo local de confecções do Agreste**. 2013. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Estudo%20Economico%20do%20APL%20de%20Confeccoes%20do%20Agreste%20-%202007%20de%20MAIO%202013%20%20docx.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2019.

TAKAHASHI, N., KUMAGAI, T. Removal of dissolved organic carbon and color from dyeing wastewater by pre-ozonation and subsequent biological treatment. Ozone: **Science and Engineering**, v. 28, p. 199–205, 2006.