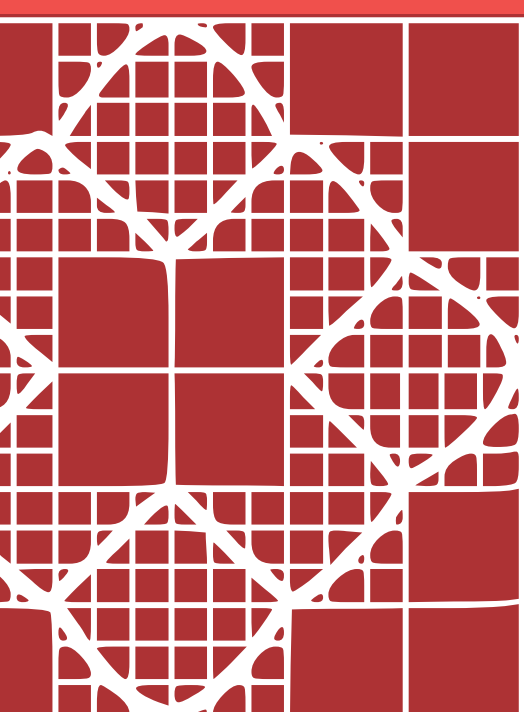


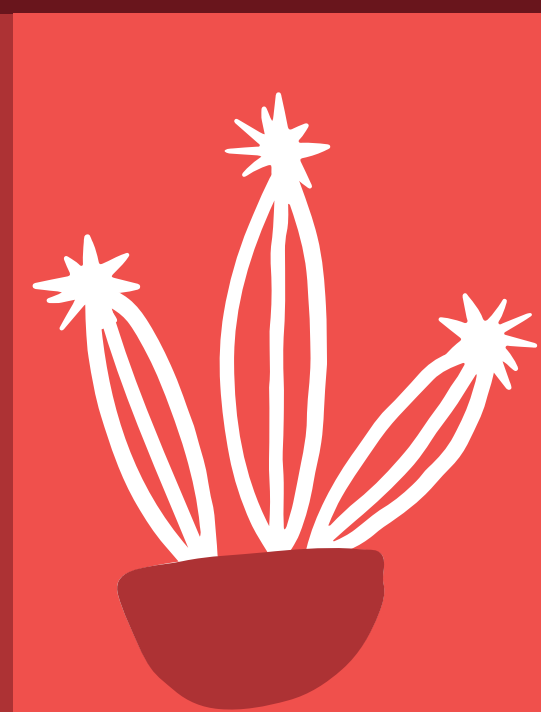


**CIÊNCIA,  
TECNOLOGIA  
E INOVAÇÃO  
PARA ALGUNS  
DOS PRINCIPAIS  
DESAFIOS DO  
NORDESTE**



**CONSÓRCIO  
NORDESTE**



ISBN 978-85-89619-61-5



9 781234 567897



**CIÊNCIA,  
TECNOLOGIA  
E INOVAÇÃO  
PARA ALGUNS  
DOS PRINCIPAIS  
DESAFIOS DO  
NORDESTE**

**BRASÍLIA/DF  
2024**





### **Catálogo na fonte**

Departamento de Tratamento Técnico da Editora Fapeal

C755c Consórcio Interestadual de Desenvolvimento Sustentável do Nordeste  
Ciência, tecnologia e inovação para alguns dos principais desafios  
do Nordeste [recurso eletrônico] / Consórcio Nordeste. – Maceió :  
Fapeal, 2024.

98 p. : il.: color (e-book).


Inclui bibliografia.

ISBN: 978-85-89619-61-5.

1. Ciência. 2. Tecnologia. 3. Inovação. 4. Nordeste. I. Título.  
II. Consórcio Nordeste.

CDU: 001:6: 330.341.1

Elaborada por Fernanda Lins de Lima – CRB – 4/1717



**GOVERNADORES**

**PRESIDENTE**

FÁTIMA BEZERRA

**GOVERNADORA DO RIO GRANDE DO NORTE**

PAULO DANTAS

**GOVERNADOR DE ALAGOAS**

JERONIMO RODRIGUES

**GOVERNADOR DA BAHIA**

ELMANO DE FREITAS

**GOVERNADOR DO CEARÁ**

CARLOS BRANDÃO

**GOVERNADOR DO MARANHÃO**

JOÃO AZEVEDO LINS FILHO

**GOVERNADOR DA PARAÍBA**

RAQUEL LYRA

**GOVERNADORA DE PERNAMBUCO**

RAFAEL FONTELES

**GOVERNADOR DO PIAUÍ**

FÁBIO MITIDIERI

**GOVERNADOR DE SERGIPE**

## **EQUIPE DO CONSÓRCIO**

Carlos Eduardo Gabas

### **Secretário Executivo**

Glauber Piva Gonçalves

### **Chefe de Gabinete**

Anselmo Guedes de Castilho

### **Subsecretário de Programas**

Diego Pessoa Gomes

### **Subsecretário de Programas**

Giles Carriconde

### **Subsecretário de Programas**

Pedro Henrique Cordeiro Lima

### **Subsecretário de Programas**

Túlio Tavares Florence

### **Subsecretário de Programas**

Jeisiel Soares

### **Diretor Administrativo Financeiro**

Gabriella de Paula Almeida

### **Gerente Financeira**

Fabiana Oliveira Matos

### **Gerente Administrativa**

## **ASSESSORIA DO CONSÓRCIO NORDESTE**

Pedro Firmo

### **Chefe da Assessoria**

Ílya Isabelle Lins de Medeiros

### **Assessora**

Marcela Cavalcante

### **Assessora**

Beatriz de Sá

### **Assessora**

## **CÂMARAS TEMÁTICAS**

AGRICULTURA FAMILIAR – ASSISTÊNCIA SOCIAL – EDUCAÇÃO – MEIO AMBIENTE – ENERGIAS – TURISMO –  
SEGURANÇA PÚBLICA – SAÚDE -GESTÃO PÚBLICA E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA – CULTURA – INFRAESTRUTURA –  
ESGOTAMENTO SANITÁRIO E ABASTECIMENTO DE ÁGUA – CIÊNCIA E FOMENTO AO CONHECIMENTO - INVESTIMENTOS  
E ARRANJOS PÚBLICOS PRIVADOS – RESÍDUOS SÓLIDOS E DRENAGEM URBANA – POLÍTICAS PARA MULHERES –  
POLÍTICAS FAZENDÁRIAS – DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E RELAÇÕES INTERNACIONAIS – RECURSOS HÍDRICOS

## **CÂMARA TEMÁTICA DE CIÊNCIA E FOMENTO AO CONHECIMENTO**

**ACOMPANHAMENTO** – Subsecretário Anselmo Castilho

**COORDENAÇÃO** – Fábio Guedes Gomes – Presidente da FAPEAL

### **MEMBROS**

**Secretário** Silvio Romero Bulhões Azevedo (Secti AL)

**Diretor Presidente** Fábio Guedes Gomes (Fapeal)

**Secretário** André Pinho Joazeiro (Secti BA)

**Diretor Geral** Handerson Jorge Dourado Leite (Fapesb)

**Secretária** Sandra Monteiro (Secitece)

**Presidente** Raimundo Costa (Funcap)

**Secretária** Natassia Weba (Secti MA)

**Presidente** Nordman Wall Barbosa De Carvalho Filho (Fapema)

**Secretário de Estado** Cláudio Furtado (Secties PB)

**Presidente** Antônio Guedes Rangel Junior (Fapesq)

**Secretária** Mauricélia Vidal Montenegro (Secti PE)

**Diretora Presidente** Maria Fernanda Pimentel Avelar (Facepe)

**Diretor Presidente** João Xavier da Cruz Neto (Fafepi)

**Diretor Presidente** Gilton Sampaio de Souza (Fafern)

**Secretário** Jaime Calado Pereira dos Santos (Sedec RN)

**Diretor Presidente** Alex Cavalcante Garcez (Fapitec)

**Secretário** Valmor Barbosa (Sedetec SE)

### **GRUPOS DE TRABALHO**

#### **ENERGIAS RENOVÁVEIS E BIOCOMBUSTÍVEIS**

##### **Coordenação:**

André Joazeiro (SECTI/BA)

Raimundo Costa (FUNCAP)

##### **Participantes do Grupo de Trabalho:**

Diogo Simões - Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Luciano Sérgio Hocervar - Universidade Federal do Recôncavo Baiano (UFRB)

Ednildo Andrade Torres - Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Oswaldo Hideo Ando Junior - Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Josenildo de Souza e Silva - Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPar)

Rosenira Serpa da Cruz - Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC)

Fernando Luiz Marcelo Antunes - Universidade Federal do Ceará (UFC)

Fernanda Leite Lobo - Universidade Federal do Ceará (UFC)

Alana Gandra Lima de Moura - Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Francisco de Assis da Silva Mota - Universidade Federal do Piauí (UFPI)

## **RECURSOS HÍDRICOS E PESQUISAS OCEÂNICAS**

### **Coordenação:**

Handerson Leite (FAPESB)

### **Participantes do Grupo de Trabalho:**

Abelardo Antônio de Assunção Montenegro - Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Francisco de Assis de Souza Filho - Universidade Federal do Ceará (UFC)

Luis Parente Maia - Universidade Federal do Ceará (UFC)

Ruy Kenji Papa de Kikuchi - Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Simone Rosa da Silva - Escola Politécnica da UPE (UPE)

Soraia Barreto Aguiar Fonteles - Universidade Federal do Recôncavo Baiano (UFRB)

Taise Bomfim de Jesus - Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)

Tereza Cristina Medeiros de Araújo - Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Thierry Frédo - Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Valmir Pedrosa - Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

## **BIOMAS, BIODIVERSIDADE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

### **Coordenação:**

Sandra Monteiro (SECTI/CE)

### **Participantes do Grupo de Trabalho:**

Iwelton Madson Celestino Pereira - Universidade de Pernambuco (UPE)

José Geraldo Eugênio de França - Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Anderson Henrique dos Santos Araújo - Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

Alecksandra Vieira de Lacerda - Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Marcelo Costa Andrade - Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Vandick da Silva Batista - Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

Ana Paula Albano Araújo - Universidade Federal de Sergipe (UFS)

Georgheton Melo Nogueira - Secretaria de Ciência,

Tecnologia e Inovação do Governo do Estado da Bahia (SECTI-BA)

Roberto Germano Costa - Empresa Paraibana de Pesquisa,

Extensão Rural e Regularização Fundiária (EMPAER-PB)

Jessé Marques da Silva Jr. Pavão - Centro Universitário Maceió (CESMAC)

Flávio Rodrigues do Nascimento - Universidade Federal do Ceará (UFC)

## **UNIVERSIDADES, PÓS-GRADUAÇÃO E RESPONSABILIDADE SOCIAL**

### **Coordenação:**

Raimundo Costa (FUNCAP)

Maria Fernanda Pimentel (FACEPE)

### **Participantes do Grupo de Trabalho:**

João Vicente Costa Lima - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL)

Márcea Andrade Sales - Universidade do Estado da Bahia (UNEB)

Carol Virgínia Leandro - Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Bruno José Torres Fernandes - Universidade de Pernambuco (UPE)

Maria Madalena Pessoa Guerra - Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Joélia Marques de Carvalho - Instituto Federal do Ceará (IFCE)

Thereza Maria Magalhães Moreira - Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Regina Célia Monteiro de Paula - Universidade Federal do Ceará (UFC)

José Luciano Albino Barbosa - Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Josy Antevéli Osajima Furtini - Universidade Federal do Piauí (UFPI)

## **BIOTECNOLOGIA E PRODUÇÃO DE ALIMENTOS**

### **Coordenação:**

Handerson Leite (FAPESB)

### **Participantes do Grupo de Trabalho:**

Ana Lúcia Figueiredo Porto - Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Tatiana Souza Porto - Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Rafael da Costa Ilhéus Fontan - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB)

Edrian Mania - Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)

Carlos Henrique Salvino Gadêlha Meneses - Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Cláudia do Ó Pessoa - Universidade Federal do Ceará (UFC)

Lucicléia Barros de Vasconcelos - Universidade Federal do Ceará (UFC)

Adeilton Pereira Maciel - Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

José Lucindo Quintans - Universidade Federal de Sergipe (UFS)

Ronaldo Lopes Oliveira - Universidade Federal da Bahia (UFBA)

## **EMPREGABILIDADE E FIXAÇÃO DE TALENTOS**

### **Coordenação:**

Mauricélia Montenegro (SECTI/PE)

Maria Fernanda Pimentel (FACEPE)

### **Participantes do Grupo de Trabalho:**

Alena Pimentel Mello Cabral Nobre - Universidade de Pernambuco (UPE)

Antonio Martins de Oliveira Araújo - Universidade Federal de Sergipe (UFS)

Carlos Almir Monteiro de Holanda - Universidade Federal do Ceará (UFC)

Rogean Vinícius Santos Soares - Associação Nacional de Pós-Graduandos (ANPG)

Juliana Bacelar de Araújo - Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Isabel Lausanne Fontgalland - Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

## **TECNOLOGIAS SOCIAIS E COMBATE A POBREZA**

### **Coordenação:**

João Xavier da Cruz Neto – (FAPEPI)

Antonio Guedes Rangel Junior – (FAPESQ)

### **Participantes do Grupo de Trabalho:**

Leonardo Prates Leal - Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

Evanilson Landin Alves - Universidade de Pernambuco (UPE)

Maria Zênia Tavares da Silva - Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Marcos Antonio Bezerra Figueiredo - Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Gilvan Moreira da Paz - Instituto Federal do Piauí (IFPI)


José Jonas Duarte da Costa - Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Marcia Maria Tavares Machado de Aquino - Universidade Federal do Ceará (UFC)

Cidoval Moraes de Sousa - Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Ciro Gonçalves e Sá - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí (FAPEPI)





**E**m 2024 tenho a honra de assumir a presidência do Consórcio Interestadual de Desenvolvimento Sustentável do Nordeste – Consórcio Nordeste.

Esse importante fórum das principais lideranças governamentais da região foi criado com o objetivo de discutir assuntos e os problemas comuns que afligem às nossas populações e desafiam as políticas públicas. Também, é um espaço de construção de agendas que contribuam, por meio da execução de ações cooperativas, para o desenvolvimento regional, no contexto das necessidades do país.

O Consórcio Nordeste tem o compromisso de alinhar os interesses dos estados da região e propor os melhores caminhos para que avancemos na melhoria das condições de vida das nossas populações, na modernização da infraestrutura de transporte, na mitigação da miséria e pobreza, na qualidade da educação e saúde, na conservação do meio ambiente, na produção de riquezas e superação dos entraves do subdesenvolvimento e no apoio ao avanço do conhecimento científico e desenvolvimento tecnológico.

Para tanto, formamos vinte Câmaras Temáticas que nos auxiliam em diversos temas e áreas de extrema relevância para o desenvolvimento do Nordeste brasileiro. Nessas câmaras se reúne um universo de pessoas com muita competência, experiência e capacidade de diálogo. Elas contribuem para que os governadores e governadoras do Nordeste sigam as melhores práticas em políticas públicas, compreendam com maior amplitude os problemas e suas complexidades e, com isso, possam tomar as melhores decisões políticas.


Foi com esse espírito que a Câmara Temática de Ciência e Fomento ao Conhecimento trabalhou nos últimos seis meses na produção deste importante documento. Distribuído em sete temas centrais, ele é o resultado de um esforço coletivo que envolveu Secretários e Secretárias de Ciência, Tecnologia e Inovação, Presidentes de Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa (Fap's) e, aproximadamente, cem pesquisadores e cientistas da região Nordeste, especialmente vinculados às Instituições de Ciência e Tecnologia (ICT's), tais como universidades e centros de pesquisa da região.

O trabalho tem como objetivo central ser o “porta-voz” de parte significativa da comunidade acadêmica e científica e também de gestores de CT&I sobre alguns dos principais desafios contemporâneos para o Nordeste. Além disso, tem o propósito de subsidiar as discussões sobre a agenda a ser construída na Conferência Regional de Ciência, Tecnologia e Inovação, a qual constituirá a própria agenda nacional que será elaborada em junho próximo.

Para finalizar minhas palavras, gostaria de parabenizar os participantes da Câmara Temática responsáveis pela elaboração desse importante documento, que certamente dará uma contribuição fundamental ao debate público e subsidiará, certamente, os governadores da região na formulação de políticas públicas que envolvam os temas aqui discutidos. Que o conteúdo aqui apresentado também possa chegar às mãos da população em geral, contribuindo com a evolução de sua cultura geral e formação de nossa gente.

**Fátima Bezerra**

Governadora do Estado do Rio Grande do Norte  
Presidente do Consórcio Nordeste



**A** Câmara Temática de Ciência e Fomento ao Conhecimento foi constituída pelo Consórcio Nordeste de Governadores no contexto em que os movimentos que negavam o papel e relevância da ciência cresciam no Brasil. Sabidamente, durante a pandemia da covid-19, eles alcançaram o ápice com um presidente da república que se negou, veementemente, a considerar a vacinação como estratégia chave de combate e mitigação da taxa de óbitos, e se esforçava para não adotar medidas sanitárias importantes, que poderiam ter salvo milhares de vida durante a cólera.

Diante da hecatombe humana que enfrentaríamos, o Consórcio Nordeste, em março de 2020, criou um Comitê Científico com o propósito de compreender o fenômeno através do conhecimento científico, discutir as melhores práticas para enfrentar o problema e auxiliar os governadores nas melhores decisões a serem tomadas naquele momento extraordinário que enfrentava a humanidade.

O Comitê Científico, composto por representantes institucionais de cada estado do Nordeste, cientistas, pesquisadores e gestores públicos, cumpriu sua missão com grande relevância. Foram produzidos 24 boletins científicos fundamentais, que ajudaram a região Nordeste a superar tamanha hecatombe humana e obter os melhores resultados, em estratégias de enfrentamento da pandemia nível nacional e, especialmente, quanto ao número de óbitos vis a vis o quadro nacional.

Superado esse capítulo triste da nossa história recente, o Consórcio Nordeste transformou o que era um Comitê Científico em uma de suas Câmaras temáticas, dentre as 20 já existentes. Em meados de 2023, a Câmara de Ciência e Fomento ao Conhecimento foi constituída para dar suporte às discussões de grande relevância para o desenvolvimento do Nordeste, aproveitando o potencial que a região apresenta com sua ampla rede de instituições de pesquisa, universidades, sistema qualificado de pós-graduação e um contingente considerável de pesquisadores e cientistas.

Esse potencial deve ser melhor aproveitado para que possamos superar os obstáculos históricos que ainda demarcam nosso subdesenvolvimento. Nenhum país ou sociedade se deu ao luxo de alcançar melhores padrões de vida e justiça social sem uma base de conhecimento sólida e uma ciência ativa no propósito do progresso humano e tecnológico.

Este documento foi produzido com esse objetivo, a partir da reunião de importantes instituições que compõem o ecossistema de ciência, tecnologia e inovação do Nordeste, reunindo a participação de dezenas de especialistas e pesquisadores para tratar de temas tão fundamentais para o nosso desenvolvimento.

O material que agora alcança o horizonte mais amplo da opinião pública é apenas um capítulo do início de outras produções que estão planejadas. Então, que ele sirva de “ponta pé” para que o Consórcio Nordeste de Governadores aprofunde ainda mais o diálogo entre a nossa comunidade científica e a sociedade nordestina. Muito boa leitura!

**Carlos Eduardo Gabas**

Secretário Executivo do Consórcio Nordeste de Governadores



Quando foi constituída a câmara temática de Ciência e Fomento ao Conhecimento do Consórcio de Governadores do Nordeste, vários desafios foram postos para seus participantes. Um deles foi corresponder a expectativa dos dirigentes do Consórcio de que a comunidade científica e acadêmica da região pode, e deve, dar uma inestimável colaboração aos grandes desafios que a região apresenta, nessa quadra do século XXI, quando vivenciamos uma grande transformação tecnológica, liderada pela biotecnologia e inteligência artificial.

No Nordeste contamos com uma sofisticada rede de instituições de pesquisa, universidades e centros de tecnologia e inovação com um grande potencial de contribuição para o desenvolvimento regional. Há duas décadas, Lynaldo Cavalcanti, ex-Presidente do CNPq, criador do Laboratório Nacional de Luz Sincrotrônica e ex-Reitor da UFPB, comentou que o maior recurso disponível na Paraíba para o desenvolvimento era sua infraestrutura em ciência e tecnologia, e que seria importante que a classe política local se apropriasse desse “admirável complexo de capital intelectual”<sup>1</sup>.

Passados todos esses anos, podemos dizer que o Nordeste reúne uma infraestrutura admirável de ciência, tecnologia e inovação. Contamos com cerca de 600 instituições de ensino superior, com mais de 30% das universidades públicas federais, 9 institutos federais com dezenas de campi e mais de 1.200 programas de pós-graduação, envolvendo quase 1.700 cursos, entre mestrados e doutorados, em todas as áreas do conhecimento. Centros de Inovação nos estados, alguns com destaque nacional e internacional. Ou seja, em pelo menos três decênios a região Nordeste desenvolveu um ecossistema de Ciência, Tecnologia e Inovação que contou, nos últimos anos, com o apoio imprescindível dos governos estaduais, especialmente no fortalecimento institucional e financeiro das respectivas secretarias estaduais e das Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa (Fap's).

Alguns aspectos precisam ser melhorados, como, por exemplo, ampliar a qualificação do sistema de pós-graduação, formar mais mestres e doutores e fixá-los na região. Isso, claro, passa por um conjunto de estratégias que necessitam ser adotadas e inseridas numa plataforma mais ampla de interesses para o desenvolvimento do Nordeste.

Ao formar a câmara de Ciência e Fomento ao Conhecimento, envolvendo gestores públicos em CT&I, com a ativa participação de membros da comunidade científica e acadêmica, os governadores do Nordeste demonstram o valor que dispensam à ciência e seus instrumentos de financiamento.

Uma das primeiras tarefas da Câmara foi estabelecer um diálogo com os gestores públicos a frente das secretarias estaduais de CT&I e Fundações de fomento, com o objetivo de eleger temas desafiadores para a região no contexto de rápidas mudanças tecnológicas e ambientais, assim como, não deixar de considerar velhos problemas estruturais que persistem em contribuir com as injustiças sociais e atraso do progresso do Nordeste.

A partir das primeiras reuniões da câmara, foram definidos 10 temas importantes, a saber: 1) energias renováveis e biocombustível; 2) fomento e políticas de CT&I; 3) recursos Hídricos e pesquisas oceânicas; 4) biomas, biodiversidades e mudanças climáticas; 5) universidades, pós-graduação e responsabilidade social; 6) empreendedorismo tecnológico, inovação e neindustrialização regional; 7) biotecnologia e produção

1. ALBUQUERQUE, Lynaldo Cavalcanti. O Político da Ciência e Tecnologia. Entrevista concedida à Shozo Motoyama, publicada em MOTOYAMA, Shozo (org.). *50 anos do CNPq: contados pelos seus presidentes*. São Paulo: Fapesp, 2002, p. 338.

de alimentos; 8) empregabilidade e fixação de talentos; 9) infovias e infraestruturas de conectividade; e 10) tecnologias sociais e combate à pobreza.

Com o amadurecimento promovido pela ampla discussão e definidos os temas, esses temas foram distribuídos entre os secretários e secretárias de CT&I e presidentes de Faps no intuito da formação de grupos de trabalhos, tendo esses gestores a responsabilidade de coordenar cada um deles. Após a formação desses grupos, foi realizada uma ampla consulta a todos os gestores e gestoras para que indicassem pesquisadores e especialistas em cada tema e contribuíssem com a elaboração de documentos apresentando um rápido diagnóstico geral sobre o contexto e desafios para o Nordeste nessas áreas. Para finalizar, foram sugeridos encaminhamentos e sugestões que apontassem para necessidade de possíveis políticas públicas e intervenções governamentais. Nessa primeira etapa, 7 trabalhos foram preparados, ficando para um segundo momento os dos grupos: fomento e políticas de CT&I; empreendedorismo tecnológico, inovação e neointustrialização regional; e, infovias e infraestruturas de conectividade.

A reunião de quase 100 especialistas, entre pesquisadores e gestores públicos, nos meses de setembro a dezembro de 2023, oriundos de diversas instituições científicas do Nordeste, foi um momento extraordinário. Distribuídos em sete grupos de trabalho, eles produziram uma síntese substancial sobre alguns dos principais desafios contemporâneos para o desenvolvimento da região. Esse material encontra-se neste documento, agora a disposição dos governadores e governadoras, dos gestores e gestoras públicas, da comunidade acadêmica e científica e à toda sociedade nordestina, interessada em compreender melhor nossos fenômenos e discuti-los com base no conhecimento e experiências acumuladas.

Gostaria de agradecer a oportunidade que governadores e governadoras do Nordeste estão propiciando para que essa câmara temática funcione em sua plenitude. Especialmente ao Governador de Alagoas, Paulo Dantas, por apoiar nosso nome para assumir esse compromisso. Ao secretário executivo do Consórcio Nordeste, Carlos Gabas, pela indicação, convite e por acreditar em nosso potencial de coordenar essa câmara. Agradecimentos também ao chefe de gabinete do Consórcio, Glauber Piva, que com sua disposição e gentileza de sempre, tem nos guiado nos procedimentos e organização da câmara. Ao Anselmo Castilho, subsecretário de programas, que acompanha e supervisiona as atividades e agenda da câmara temática, não medindo esforços para colaborar, orientar e colocar à disposição os recursos necessários para seu funcionamento. À Isabelle Lins, assessora do Consórcio, um agradecimento especial por auxiliar na difícil tarefa do dia a dia e do expediente da câmara. Não chegaríamos até aqui sem a inestimável colaboração voluntária dos coordenadores e coordenadoras dos grupos de trabalho, André Joazeiro, Raimundo Costa, Handerson Leite, Sandra Monteiro, Raimundo Costa, Mauricélia Montenegro, Maria Fernanda Pimentel, João Xavier da Cruz Neto e Antônio Guedes Rangel Junior. Nossos sinceros agradecimentos. Essa câmara não teria alcançado esse resultado sem a participação efetiva de tantos pesquisadores e pesquisadoras que aceitaram o convite do Consórcio Nordeste de Governadores para colaborar com as discussões e produção desse documento. De forma voluntária, todos e todas abriram

espaços em suas apertadas agendas de trabalho motivados pelo interesse em demonstrar que estão à disposição de nossos gestores e reúnem todas as qualidades para contribuir com as estratégias de desenvolvimento do Nordeste. Nossa gratidão, em nome do Consórcio Nordeste de Governadores.

**Fábio Guedes Gomes**

Coordenador da Câmara Temática de Ciência e Fomento ao Conhecimento  
Consórcio Nordeste de Governadores

## Sumário

- 01** Diagnóstico e Recomendações do GRUPO DE TRABALHO de Energias Renováveis e Biocombustíveis 15
- 02** Diagnóstico e Recomendações do GRUPO DE TRABALHO de Recursos Hídricos e Pesquisas Oceânicas 37
- 03** Diagnóstico e Recomendações do GRUPO DE TRABALHO de Biomassas, Biodiversidade e mudanças Climáticas 51
- 04** Diagnóstico e Recomendações do GRUPO DE TRABALHO de Universidades, Pós Graduação e Responsabilidade 64
- 05** Diagnóstico e Recomendações do GRUPO DE TRABALHO de Biotecnologia e Produção de Alimentos 70
- 06** Diagnóstico e Recomendações do GRUPO DE TRABALHO de Empregabilidade e Fixação de Talentos 79
- 07** Diagnóstico e Recomendações do GRUPO DE TRABALHO de Tecnologias Sociais e Combate à Pobreza 92

# 01

## Diagnóstico e Recomendações do GRUPO DE TRABALHO de Energias Renováveis e Biocombustíveis

Energia Renovável no Brasil e, em especial, na Região Nordeste

### 1. CONTEXTUALIZAÇÃO NO CENÁRIO ENERGÉTICO

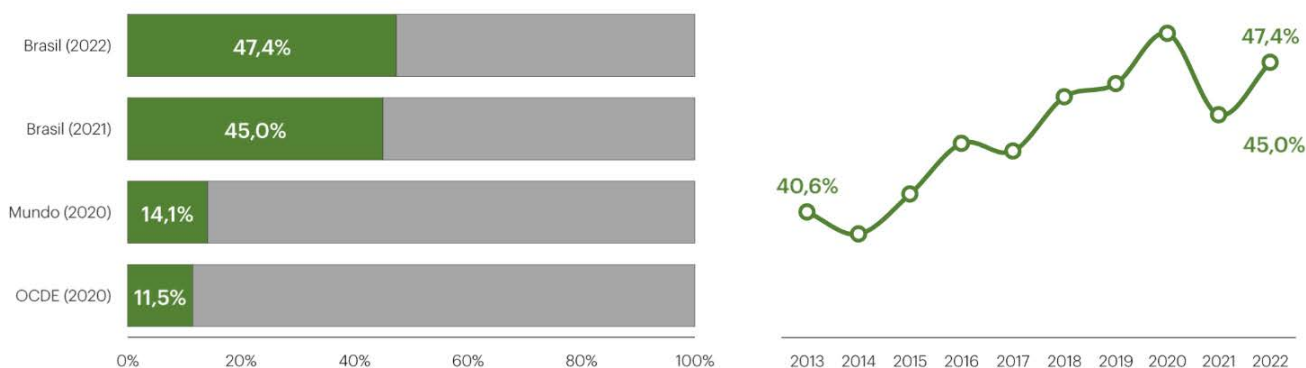
Nas últimas décadas, a energia renovável experimentou um crescimento significativo mundialmente, com aumento líquido da capacidade global de geração de energia proveniente de fontes renováveis (BEN, 2023). Dados divulgados em 2015 já indicavam a China como nação líder na geração mundial de energia renovável, contribuindo com aproximadamente 21% do total global, seguida pelos Estados Unidos com cerca de 11%, e pelo Brasil, ocupando a terceira posição, fornecendo 10% da oferta mundial de energia renovável (US EIA, 2015).

O Brasil tem proeminência mundial no que se refere ao uso de renováveis na geração de energia elétrica. A Figura 1 indica a destacada participação de renováveis na Oferta Interna de Energia (OIE) brasileira comparada com outros países, quando se observa o conjunto total dos países no mundo ou somente o conjunto de países da OCDE. Evidencia-se, ainda na Figura 1, o crescimento das renováveis no Brasil quando se considera o intervalo entre 2013 e 2022.

**Figura 1:** Oferta Interna de Energia brasileira oriunda de fontes renováveis

#### Participação das renováveis na OIE

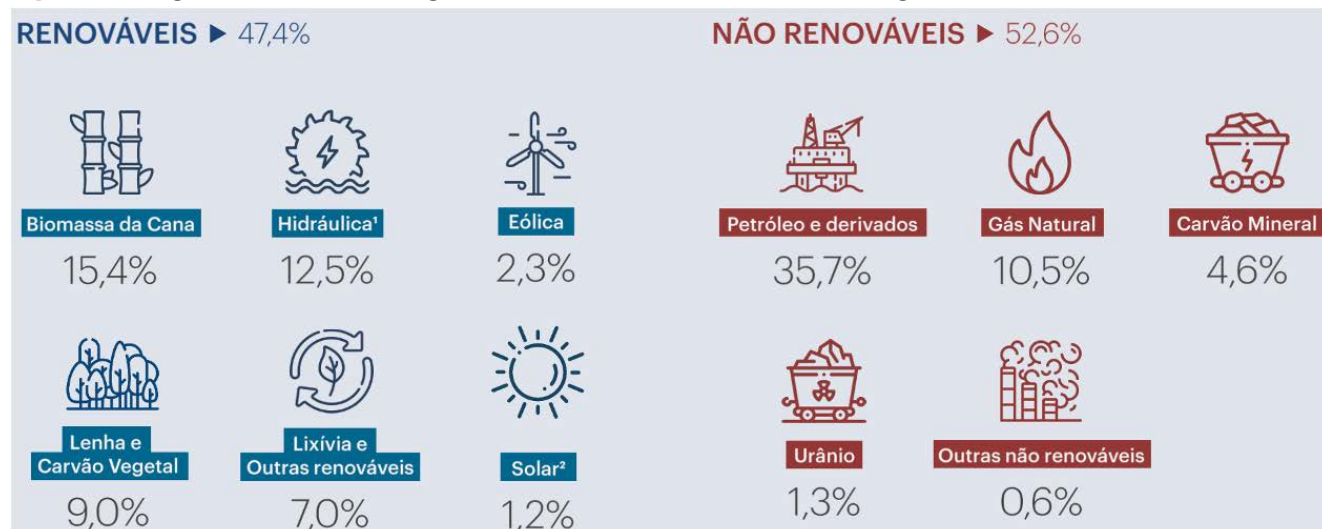
Fonte: Agência Internacional de Energia (AIE) e EPE para o Brasil. Elaboração: EPE



Fonte: BEN (2023, p. 12) – relatório síntese

Em 2022, segundo a mais recente publicação do Balanço Energético Nacional (BEN 2023), produzida e divulgada pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) prestando serviço ao Ministério de Minas e Energia (MME), a oferta interna de energia do Brasil alcançou 303,1 Mtep (mega tonelada equivalente de petróleo -tep-, que é uma unidade de energia definida como o calor libertado na combustão de uma tonelada de petróleo cru, aproximadamente 42 gigajoules), apresentando uma leve diminuição de 0,03% em comparação ao ano de 2021. Este cenário foi influenciado pelo aumento da geração de energia hidráulica e pela redução no uso de termelétricas movidas a combustíveis fósseis, como gás natural, carvão e derivados de petróleo. O aprimoramento do regime hídrico contribuiu para esse quadro, bem como a expansão das fontes eólica e solar. Juntamente com outras fontes renováveis, como lixo, biogás e outras biomassas, a matriz energética brasileira atingiu um índice de renovação de 47,4%, destacando-se positivamente em relação à média mundial. As Figuras 2 e 3 apresentam, em diferentes visualizações, a matriz energética brasileira, evidenciando a repartição da OIE por tipo de fonte, em 2022.

**Figura 2:** Infográfico da matriz energética brasileira - Oferta Interna de Energia, em 2022

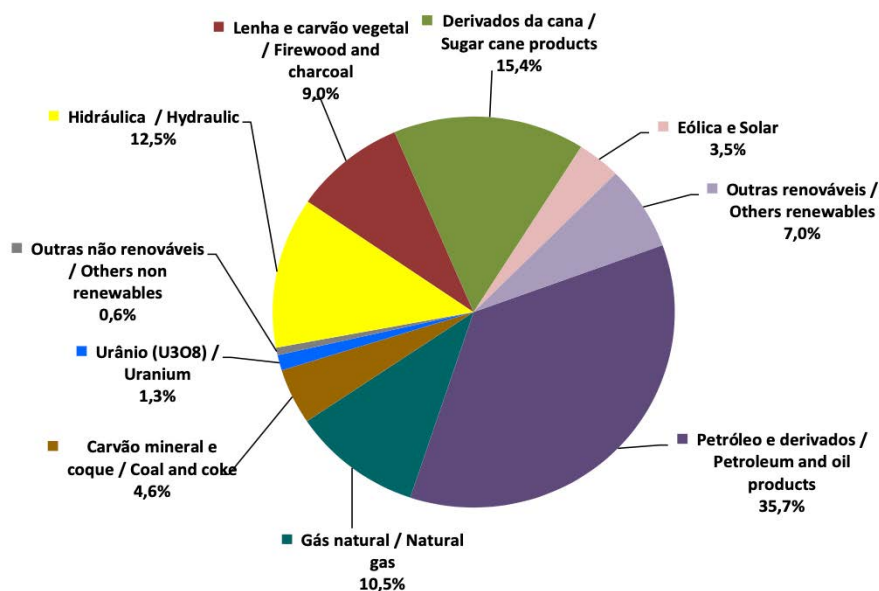


<sup>1</sup> Inclui importação de eletricidade

<sup>2</sup> Inclui as fontes solar fotovoltaica e solar térmica

Fonte: BEN (2023, p. 16) – relatório síntese

**Figura 3:** Matriz energética brasileira - Oferta Interna de Energia, em 2022.



Fonte: BEN (2023, p. 21) – relatório final

Em complemento, a Figura 4 apresenta o volume da OIE brasileira por fonte de energia nos últimos 2 anos, com destaque às fontes renováveis, bem como a variação de 2022 com relação ao ano de 2021.



**Figura 4:** Comparativo de volume de OIE brasileira por fonte de energia, 2022 e 2021

Fonte (Mtep)	2021	2022	Δ% 22/21
<b>RENOVÁVEIS</b>	<b>136,5</b>	<b>143,6</b>	<b>5,2%</b>
Biomassa da cana	49,4	46,7	-5,5%
Energia hidráulica <sup>1</sup>	33,2	37,8	14,0%
Lenha e carvão vegetal	27,4	27,3	-0,5%
Eólica	6,2	7,0	12,9%
Solar <sup>2</sup>	2,37	3,6	51,5%
Lixívia e Outras renováveis	17,8	21,1	18,3%
<b>NÃO RENOVÁVEIS</b>	<b>166,7</b>	<b>159,5</b>	<b>-4,3%</b>
Petróleo e derivados	103,6	108,1	4,3%
Gás natural	40,2	31,7	-21,2%
Carvão mineral	16,9	14,0	-17,5%
Urânio (U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	3,9	3,9	-1,0%
Outras não renováveis	2,0	1,9	-6,2%



<sup>1</sup> Inclui importação de eletricidade  
<sup>2</sup> Inclui Solar fotovoltaica e solar térmica

**Principais movimentos:** redução da biomassa em função da queda da produção de etanol no setor sucroalcooleiro; redução do gás natural devido à diminuição do despacho das termelétricas e queda na produção siderúrgica impactando na redução do carvão mineral

Fonte: Adaptado de BEN (2023, p. 18) – relatório síntese

Considerando a perspectiva histórica dos últimos 10 anos, a Tabela 1 e a Figura 5 apresentam a repartição da OIE brasileira oriundas de fontes renováveis e não renováveis, destacando a evolução individual de cada tipo de fonte de 2013 a 2022

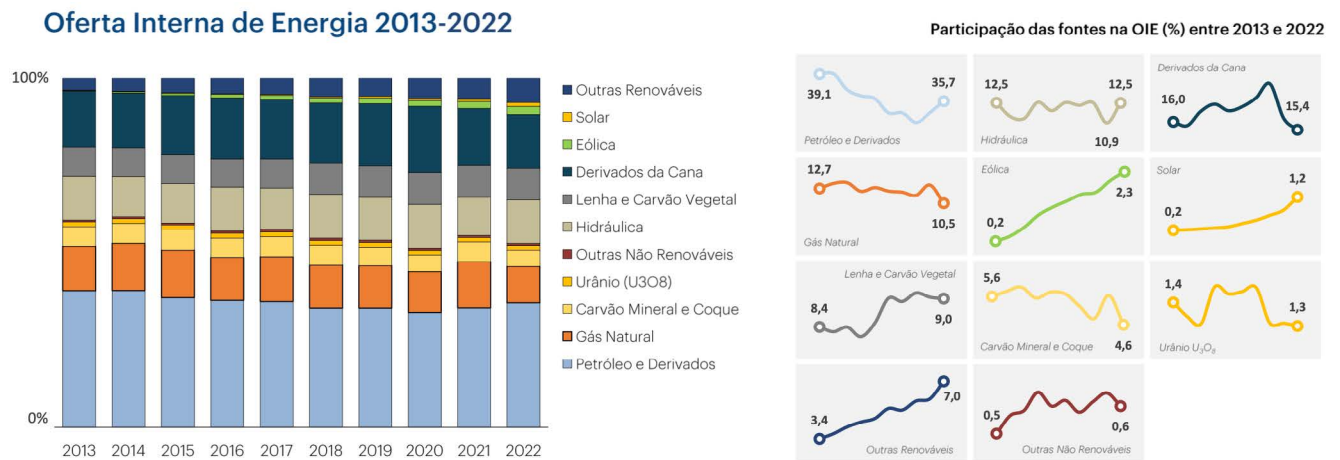
**Tabela 1:** Evolução histórica (2013–2022) da OIE brasileira, por fonte de energia

FONTES	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	SOURCES
<b>ENERGIA NÃO RENOVÁVEL</b>	176.166	184.724	175.879	162.787	166.827	157.768	158.316	148.591	166.703	159.516	<b>NON-RENEWABLE ENERGY</b>
PETRÓLEO E DERIVADOS	116.197	119.981	111.602	105.170	106.075	99.407	100.898	95.247	103.625	108.070	PETROLEUM AND OIL PRODUCTS
GÁS NATURAL	37.792	41.373	40.971	35.569	37.938	35.905	35.909	33.824	40.225	31.714	NATURAL GAS
CARVÃO MINERAL E COQUE	16.479	17.521	17.625	15.916	16.790	16.421	15.435	13.955	16.945	13.986	COAL AND COKE
URÂNIO (U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	4.107	4.036	3.855	4.211	4.193	4.174	4.292	3.727	3.900	3.861	URANIUM - U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>
OUTRAS NÃO RENOVÁVEIS	1.592	1.814	1.826	1.921	1.831	1.860	1.780	1.838	2.007	1.884	OTHER NON-RENEWABLES
<b>ENERGIA RENOVÁVEL</b>	120.640	121.391	124.521	126.488	127.826	133.407	137.141	140.923	136.456	143.559	<b>RENEWABLE ENERGY</b>
HIDRÁULICA <sup>1</sup>	37.094	35.020	33.898	36.267	35.024	36.460	36.364	36.215	33.189	37.842	HYDRAULIC AND ELECTRICITY
LENHA E CARVÃO VEGETAL	24.788	25.223	25.075	23.502	24.864	26.250	26.411	26.457	27.407	27.283	FIREWOOD AND CHARCOAL
DERIVADOS DA CANA-DE-AÇÚCAR	47.603	48.170	50.623	50.318	49.758	50.090	52.841	54.933	49.444	46.734	SUGAR CANE PRODUCTS
EÓLICA	566	1.050	1.860	2.880	3.644	4.169	4.815	4.906	6.217	7.020	WIND
SOLAR	476	539	605	667	785	1.060	1.385	1.791	2.371	3.591	SOLAR
OUTRAS RENOVÁVEIS	10.114	11.390	12.460	12.855	13.751	15.378	15.325	16.621	17.828	21.088	OTHER RENEWABLES
<b>TOTAL</b>	<b>296.806</b>	<b>306.115</b>	<b>300.400</b>	<b>289.276</b>	<b>294.654</b>	<b>291.175</b>	<b>295.456</b>	<b>289.514</b>	<b>303.158</b>	<b>303.074</b>	<b>TOTAL</b>

1. Inclui importação de eletricidade oriunda de fonte hidráulica. 1 kWh = 860 kcal (equivalente térmico teórico - primeiro princípio da termodinâmica). Ver Anexo VI.6 - Tratamento das informações. / Includes electricity imports originated from hydraulic sources. 1 kWh = 860 kcal (physical equivalent - First Principle of Thermodynamics). Look Appendix VI.6.

Fonte: BEN (2023, p. 19) – relatório final

**Figura 5:** Repartição e evolução histórica (2013-2022) da OIE brasileira, por fonte de energia

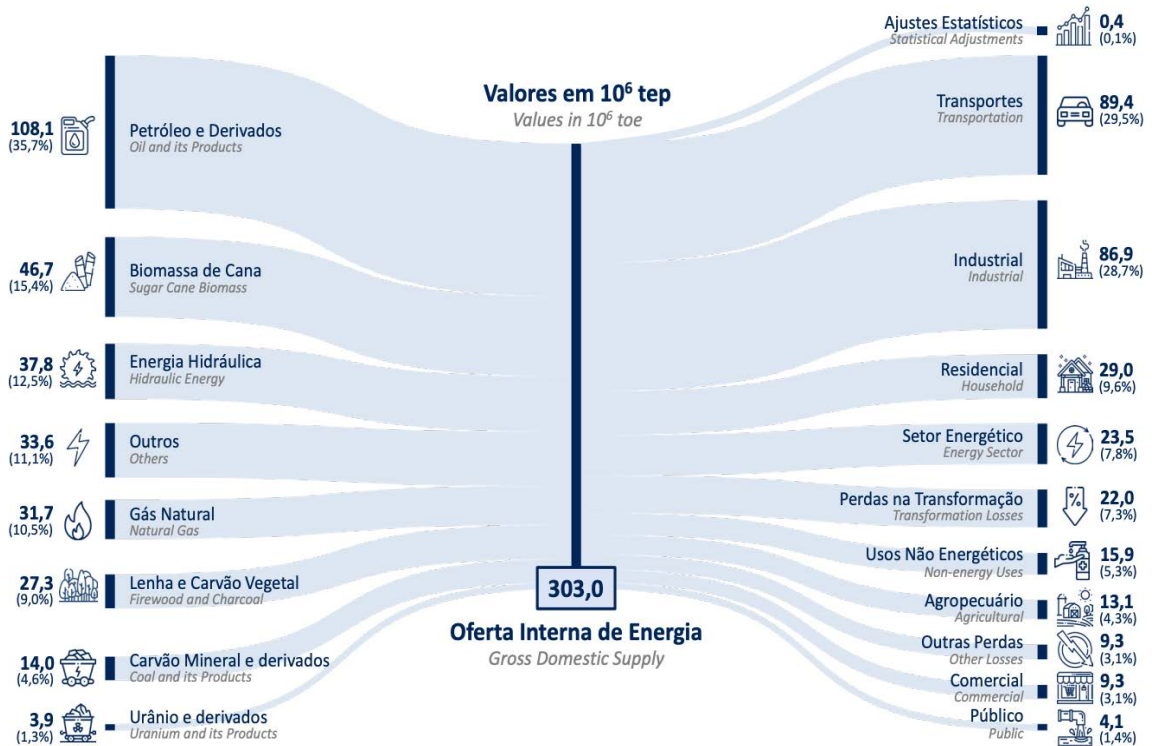


Nota-se que houve uma redução da participação das renováveis na matriz energética entre 2013 e 2014 devido à queda da oferta hidráulica. A partir de 2015, as fontes renováveis retomam uma trajetória de crescimento atingindo 45% de participação em 2021 e 47,4% em 2022, em função principalmente do aumento da geração de eletricidade a partir da fonte hidráulica.

Fonte: Adaptado de BEN (2023, p. 19) – relatório síntese

A utilização da oferta interna de energia brasileira, incluindo importações, é distribuída para diferentes tipos de usos e setores de atividades econômicas. A Figura 6 apresenta essa distribuição destacando o relacionamento entre a fonte de energia e o tipo de utilização.

**Figura 6:** Relacionamento da OIE brasileira por fonte de energia e por utilização



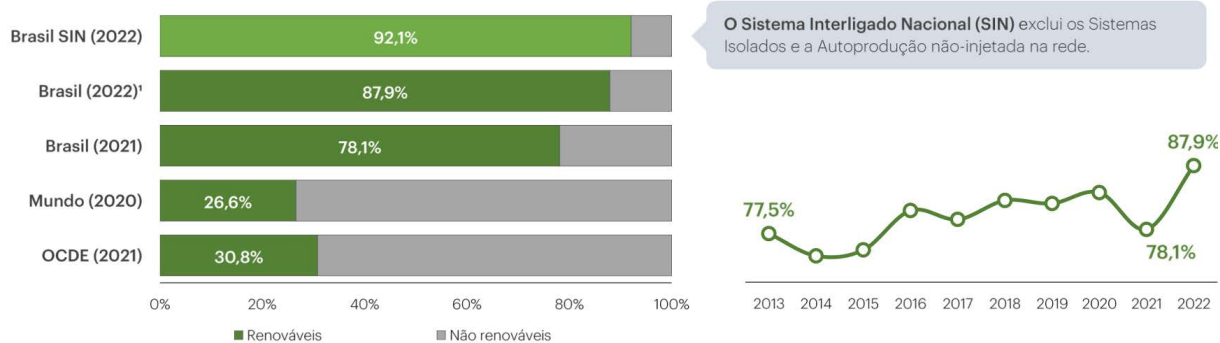
Nota / Note: Os percentuais foram calculados com base na Oferta Total Interna / Percentage were calculated based on Gross Domestic Supply

Fonte: Adaptado de BEN (2023, p. 36) – relatório final

Fazendo um recorte específico em termos de Oferta Interna de Energia Elétrica (OIEE), considerando a geração de energia elétrica como um importante potencial vetor de exportação e geração de riqueza da Região Nordeste, verifica-se que houve uma OIEE de 690,1 TWh, representando um aumento de 1,6% em relação a 2021 no Brasil (BEN, 2023, p. 11 – relatório final). Ainda, o relatório síntese do BEN (2023, p. 6) traz um destaque às energias renováveis por terem representado 87,9% da matriz elétrica brasileira, em 2022.

Nesse contexto, a Figura 7 indica a destacada participação de renováveis na OIEE brasileira comparada com outros países, evidenciando, ainda, o crescimento quando se considera o intervalo entre 2013 e 2022.

**Figura 7:** Oferta Interna de Energia Elétrica brasileira oriunda de fontes renováveis



É importante destacar que, considerando apenas o Sistema Interligado Nacional (SIN), que exclui os Sistemas Isolados e a Autoprodução não-injetada na rede, a renovabilidade ficou acima de 92%. A variação positiva da renovabilidade, em 2022, ocorreu devido ao aumento da oferta hidráulica no país, aliado à redução da geração termelétrica.

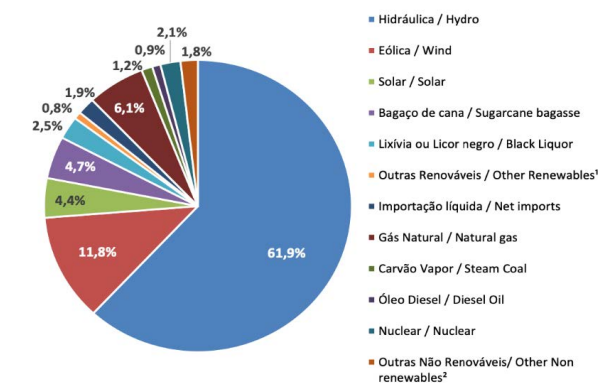
\*A renovabilidade é calculada com base na Oferta Interna de Energia Elétrica, ou seja, toda a geração nacional mais a importação líquida, o que inclui a parcela importada de Itaipu.

Fonte: BEN (2023, p. 36) – relatório síntese

Por sua vez, a Figura 8 ilustra a matriz de geração de energia elétrica brasileira, evidenciando a repartição da OIEE por tipo de fonte, em 2022.

Em complemento, a Figura 9 apresenta o volume da OIEE brasileira por fonte de energia nos últimos 2 anos, com destaque às fontes renováveis, bem como a variação de 2022 com relação ao ano de 2021.

**Figura 8:** Matriz energética brasileira - Oferta Interna de Energia Elétrica, em 2022.



Notas / Notes:

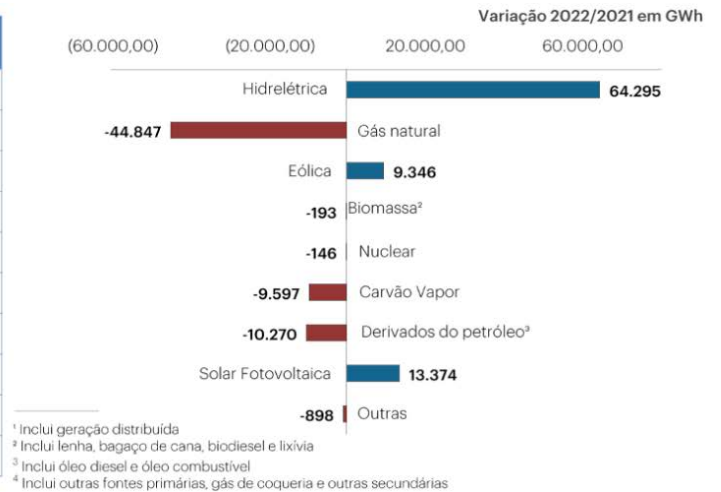
1. Inclui Lenha, Biodiesel e Outras renováveis / Includes Firewood, Biodiesel and Other Renewables

2. Inclui Óleo Combustível, Gás de Coqueria, Outras Secundárias e Outras Não-Renováveis/ Includes Fuel Oil, Coke Oven Gas, Other Secondaries and Other Non-Renewables

Fonte: BEN (2023, p. 12) – relatório final

**Figura 9:** Comparativo de volume de OIEE brasileira por fonte de energia, 2022 e 2021

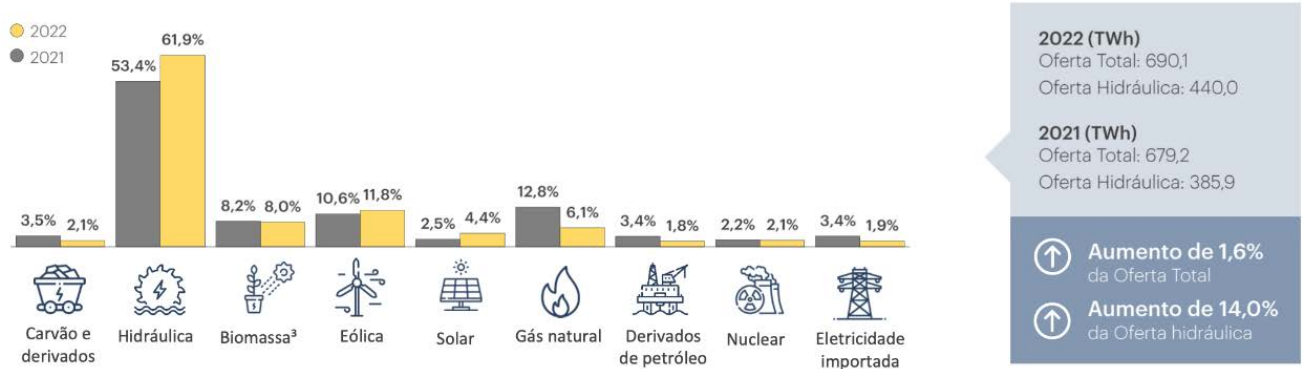
Fonte	2021	2022	Δ 22/21
Hidrelétrica	362.818	427.114	17,7%
Gás Natural	86.957	42.110	-51,6%
Eólica	72.286	81.632	12,9%
Biomassa <sup>2</sup>	52.416	52.223	-0,4%
Nuclear	14.705	14.559	-1,0%
Carvão Vapor	17.585	7.988	-54,6%
Derivados do Petróleo <sup>3</sup>	17.327	7.056	-59,3%
Solar Fotovoltaica	16.752	30.126	79,8%
Outras <sup>4</sup>	15.263	14.364	-5,9%
<b>Geração Total</b>	<b>656.109</b>	<b>677.173</b>	<b>3,2%</b>



Fonte: Adaptado de BEN (2023, p. 37) – relatório síntese

Convém observar que a matriz elétrica brasileira apresentou mudanças em função do aumento da oferta de energia de fonte hidráulica, sendo beneficiada pela ampliação do despacho hídrico no país. Nesse sentido, a Figura 10 apresenta infográfico com a repartição percentual da OIEE por fonte, considerando os anos de 2021 e 2022.

**Figura 10:** Repartição da OIEE brasileira por fonte de energia, 2021 e 2022

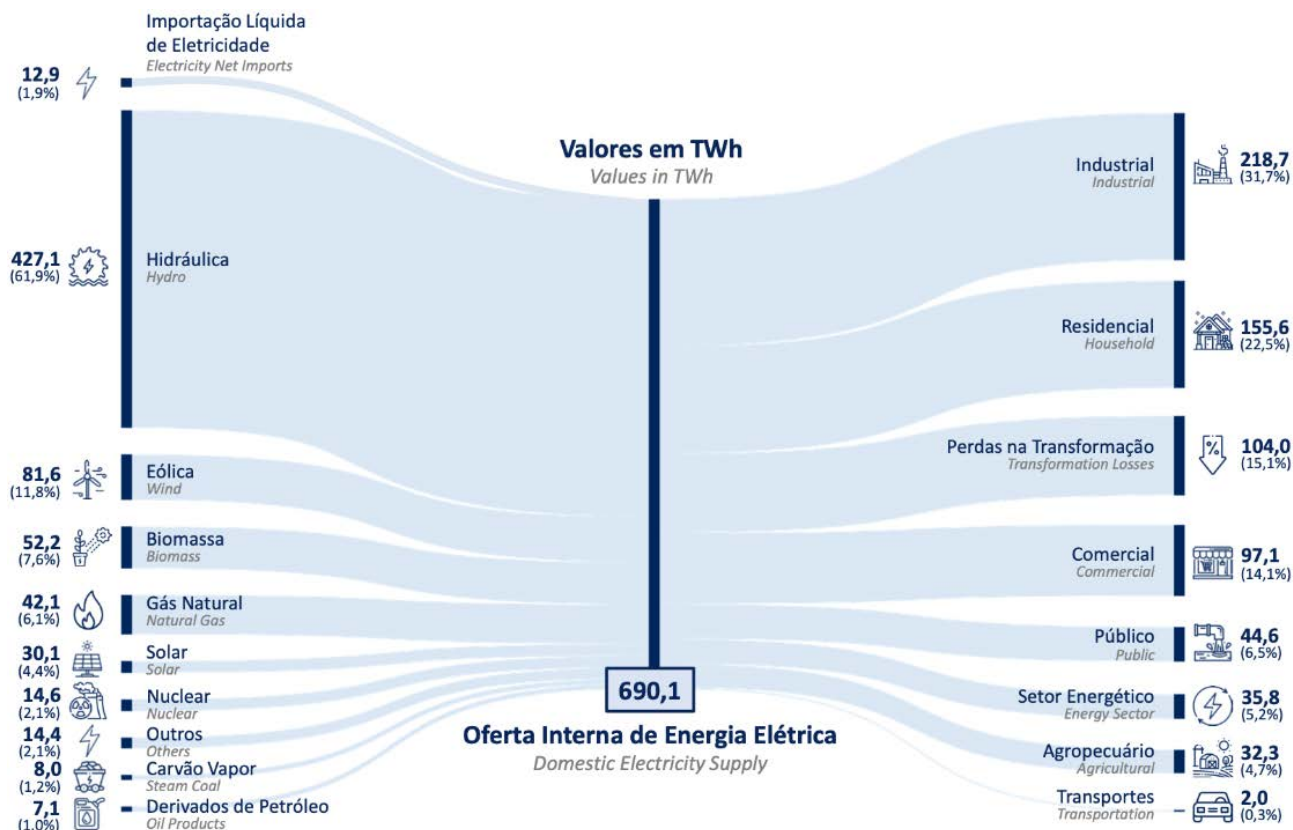


O regime de chuvas em 2022 provocou aumento do nível dos reservatórios das principais hidrelétricas do país e o consequente aumento da oferta de hidreletricidade. Tal movimento compensou a queda da oferta de energia elétrica de outras fontes, sobretudo fósseis, como o carvão e derivados (-40,8%), o gás natural (-51,6%) e os derivados de petróleo (-45,8%).

Fonte: Adaptado de BEN (2023, p. 35) – relatório síntese

Adicionalmente, a Figura 11 apresenta a repartição da oferta interna brasileira em termos de energia elétrica, destacando o relacionamento entre a fonte de energia e o tipo de utilização.

**Figura 11:** Relacionamento da OIEE brasileira por fonte de energia e por utilização – 2022



Fonte: Adaptado de BEN (2023, p. 37) – relatório final

Finalmente, são expostos os destaques do relatório síntese da BEN (2023, p. 6) com relação aos resultados de 2022 quanto à oferta interna de energia elétrica no Brasil:

- A geração de energia solar fotovoltaica foi de 30,1 TWh, representando um crescimento de 79,8%, e a capacidade instalada subiu para 24.453 MW, o que representa um aumento de 82,4%.
- A energia hidrelétrica adicionou 64,3 TWh, crescendo 17,7% em relação ao ano anterior.
- A produção de energia eólica chegou a 81,6 TWh, representando um aumento de 12,9%, com a capacidade instalada atingindo 23.761 MW, ou seja, um acréscimo de 14,3%.
- A geração termelétrica teve uma redução de 32,3%.

## 2. AS VÁRIAS FONTES DE ENERGIA RENOVAVEL NO NORDESTE.

Esta seção traz uma análise abrangente e atualizada sobre o avanço e a evolução das fontes de energia renovável no Nordeste brasileiro. São exploradas as dimensões e dinâmicas que caracterizam este setor vital, destacando as tendências emergentes e as estratégias de implementação. Para se ter uma visão geral, a Tabela 2 apresenta um conjunto adaptado de dados de 2022 extraídos do relatório final da BEN (2023, p. 147-148) sobre a geração de eletricidade da Região Nordeste, por fonte e por estado, comparativamente aos volumes das demais regiões e do Brasil.

**Tabela 2:** Geração de eletricidade da Região Nordeste, por fonte e por estado - 2022

ESTADO	Geração total Total Generation	Hidro Hydro	Eólica Wind	Solar Solar	Nuclear Nuclear	Termo Thermal	Bagaço de cana Sugar Cane Bagasse	Lenha Firewood	STATE
BRASIL	677.173	427.114	81.632	30.126	14.559	123.742	32.250	2.239	BRAZIL
NORTE	137.163	124.679		1.025		11.459	280	264	NORTH
SUDESTE	175.128	85.718	66	9.451	14.559	65.334	21.175	537	SUDESTE
SUL	144.399	117.210	6.169	4.214		16.805	1.529	915	SOUTH
CENTRO OESTE	71.581	55.411		2.705		13.466	7.002	451	CENTER-WEST
NORDESTE	148.902	44.095	75.397	12.732		16.678	2.265	72	NORTHEAST
Maranhão	11.139	2.724	1.561	397		6.457	13		Maranhão
Piauí	14.684	614	11.088	2.928		53	52		Piauí
Ceará	9.873	4	7.614	2.033		221			Ceará
Rio G. do Norte	25.932	13	23.955	942		1.022	175		Rio G. do Norte
Paraíba	3.483	4	2.231	940		308	247		Paraíba
Pernambuco	9.434	3.212	3.558	1.247		1.417	817		Pernambuco
Alagoas	15.230	14.209		165		856	810		Alagoas
Sergipe	8.760	7.637	72	106		944	104	2	Sergipe
Bahia	50.368	15.676	25.317	3.973		5.401	48	70	Bahia

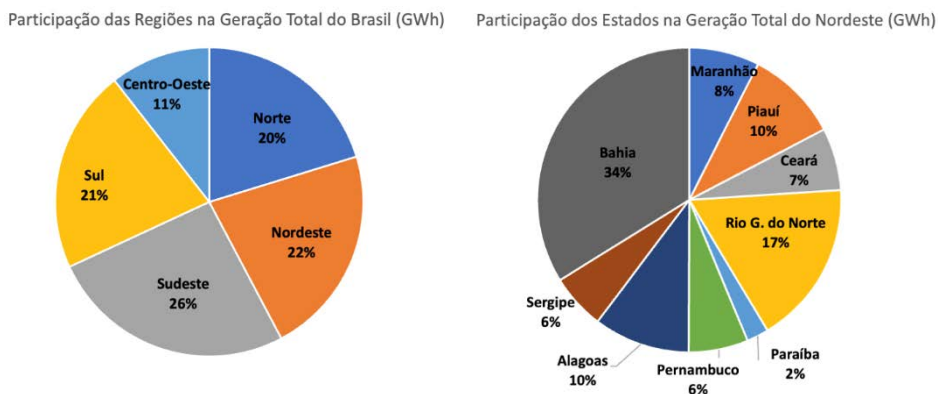
  

ESTADO	Lixívia Black Liquor	Out. Fontes renováveis Other Renewable Sources	Carvão vapor Steam Coal	Gás natural Natural Gas	Gás de coqueria Coke Oven Gas	Óleo combustível Fuel Oil	Óleo diesel Diesel Oil	Out. Fontes não renováveis Other Non- Renewable Sources	STATE
BRASIL	17.294	2.810	7.988	42.035	1.514	1.318	6.497	9.796	BRAZIL
NORTE		36	576	6.478		112	3.691	22	NORTH
SUDESTE	4.010	1.602		25.982	1.465	270	2.302	7.991	SUDESTE
SUL	4.816	307	6.981	749		272	414	822	SOUTH
CENTRO OESTE	3.978	293		1.355		262	35	89	CENTER-WEST
NORDESTE	4.490	572	431	7.470	50	402	54	873	NORTHEAST
Maranhão	1.751	189	420	4.048			1	36	Maranhão
Piauí							1		Piauí
Ceará			12	62	50	1	4	91	Ceará
Rio G. do Norte				840			7		Rio G. do Norte
Paraíba		43				17	1		Paraíba
Pernambuco		212		56		295	30	7	Pernambuco
Alagoas		7		39					Alagoas
Sergipe				835			3		Sergipe
Bahia	2.739	121		1.589		90	7	738	Bahia

Fonte: Adaptado de BEN (2023, p. 147-148) – relatório final

De forma complementar, a Figura 12 apresenta a participação percentual de cada região na geração de energia brasileira, com destaque à participação de cada Estado nordestino na geração de energia do Nordeste.

**Figura 12:** Participação na geração de energias – regiões do Brasil e estados do Nordeste - 2022



Fonte: Adaptado de BEN (2023, p. 147) – relatório final

## BIOCOMBUSTÍVEIS / BIODIESEL

Em 2022, a matriz energética brasileira do setor de transportes teve 21,5% de participação de biocombustíveis, sendo 16,9% do álcool etílico e 4,6% de biodiesel, de acordo com o relatório final do BEN (2023, p.79). Este cenário é devido ao estabelecimento, há décadas, de políticas públicas orientadas para o uso da bioenergia como instrumento de segurança energética e descarbonização da matriz de combustíveis, o que motivou o setor privado a desenvolver uma importante cadeia produtiva de biocombustíveis, com destaque para o etanol e biodiesel. Dentre essas políticas, podem ser citadas: o Programa Nacional do Álcool - PROALCOOL (1975); o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel - PNPB (2005); e a Política Nacional de Biocombustíveis - RENOVABIO (2017). A Tabela 3 ilustra a participação dos diferentes combustíveis na matriz energética do setor de transportes brasileiros nos últimos 10 anos. Este panorama reflete o resultado de políticas públicas de longa data voltadas para a bioenergia no Brasil, tais como as supracitadas.

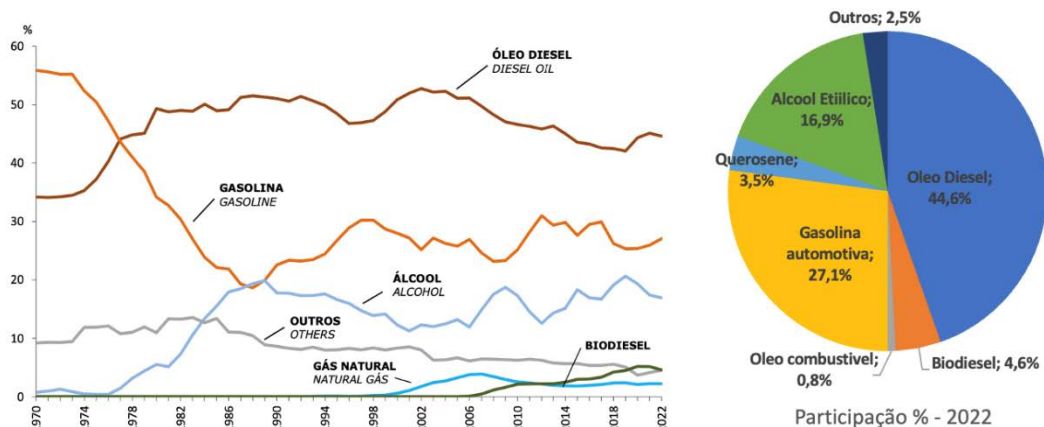
**Tabela 3:** Participação dos diferentes combustíveis na matriz energética do setor de transportes no Brasil, 2013 a 2022

Fonte: BEN (2023, p. 79) – relatório final

FONTES	10 <sup>3</sup> tep (toe)										SOURCES
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
GÁS NATURAL	1.647	1.594	1.553	1.593	1.734	1.946	2.010	1.659	1.908	1.991	NATURAL GAS
CARVÃO VAPOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	STEAM COAL
LENHA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	FIREWOOD
ÓLEO DIESEL	38.465	38.735	36.673	35.475	35.300	34.924	35.632	35.200	38.430	39.909	DIESEL OIL
BODIESEL	1.842	2.134	2.498	2.471	2.754	3.474	3.799	4.118	4.391	4.104	BIODIESEL
ÓLEO COMBUSTÍVEL	957	996	964	867	925	976	812	827	795	743	FUEL OIL
GASOLINA AUTOMOTIVA	24.393	25.682	23.257	24.181	24.816	21.558	21.453	20.136	22.100	24.192	GASOLINE
GASOLINA DE AVIAÇÃO	58	58	49	44	39	37	33	30	36	35	AVIATION GASOLINE
QUEROSENE	3.608	3.651	3.609	3.303	3.296	3.387	3.315	1.895	2.516	3.127	KEROSENE
ELETRICIDADE	162	170	177	173	177	169	140	173	172	170	ELECTRICITY
ÁLCOOL ETÍLICO	11.889	13.008	15.424	13.880	13.848	15.718	17.492	15.337	14.840	15.155	ETHYL ALCOHOL
ÁLCOOL ETÍLICO ANÍDRIO	5.172	5.882	5.842	5.928	6.446	5.454	5.636	5.222	5.894	6.514	ANHYDROUS ALCOHOL
ÁLCOOL ETÍLICO HIDRATADO	6.717	7.126	9.582	7.953	7.402	10.263	11.856	10.116	8.946	8.642	HYDRATED ALCOHOL
OUTRAS SECUNDÁRIAS DE PETRÓLEO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	OTHER OIL SECONDARIES
TOTAL	83.022	86.027	84.203	81.987	82.890	82.189	84.685	79.375	85.187	89.426	TOTAL

Em complemento, a Figura 13 apresenta a evolução histórica da participação percentual dos diferentes combustíveis na matriz energética do setor de transportes no Brasil, desde 1970, com destaque ao ano de 2022.

**Figura 13:** Evolução histórica da matriz energética do setor de transportes no Brasil



Fonte: adaptado de BEN (2023, p. 80-81) – relatório final

Mais recentemente, foram lançados o Programa de Incentivo à Produção e ao Aproveitamento do Biogás, Biometano e Coprodutos associados (PIBB), o Programa Nacional do Hidrogênio (PNH2), Programa Nacional de Combustível Sustentável de Aviação e o Programa Nacional de Diesel Verde (PNDV). De forma geral, estes programas visam o fortalecimento das bases científico-tecnológicas; capacitação de recursos humanos; logística e planejamento energético; estruturação do arcabouço legal e regulatório-normativo; abertura e crescimento do mercado; avaliação de impactos ambientais e busca pela competitividade/cooperação internacional para cada uma dessas alternativas.

Vale ressaltar que estão em tramitação no Poder Legislativo importantes Projetos de Lei, que irão alavancar grandes investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação nas diversas áreas da cadeia produtiva dos biocombustíveis no Brasil com destaque para o PL 4516/23 que trata sobre a promoção da mobilidade sustentável de baixo carbono, o Programa Nacional de Combustível Sustentável de Aviação (ProBioQAV), o Programa Nacional de Diesel Verde (PNDV) e o marco legal da captura e da estocagem geológica de dióxido de carbono. Esta PL integra os compromissos de descarbonização dos programas RENOVABIO, que visa o aumento da produção nacional de biocombustíveis, e Rota 2030, que incentiva o setor automobilístico a investir em estratégia para redução de emissões.

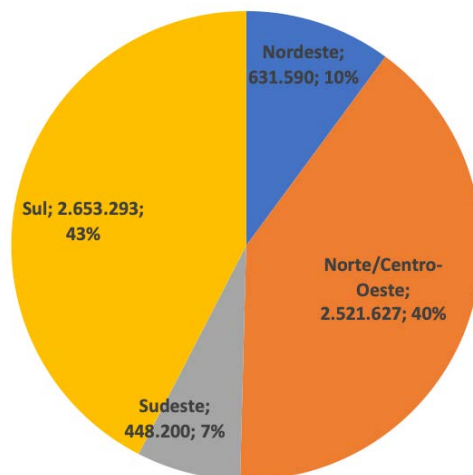
Dentro deste contexto, é notório que a posição atual do Brasil no mercado de combustíveis renováveis mostra que os investimentos em CT&I são um componente essencial uma vez que, dentre outros fatores, são esses investimentos que garantiram soluções técnicas apropriadas à realidade do país. Os avanços evidenciados nas cadeias produtivas dos biocombustíveis somente foram possíveis devido à estruturação de uma base tecnológica forte, com capacitação laboratorial adequada e com a formação de recursos humanos especializados nas diferentes áreas de conhecimento. Assim, é estratégico para o país aumentar os investimentos em desenvolvimento tecnológico e inovação para consolidar e expandir a participação de fontes energéticas cada vez mais limpas na matriz brasileira.

Em 2022, o Brasil produziu 6,3 bilhões de litros de biodiesel. Com a elevação da mistura obrigatória de biodiesel ao diesel, a produção brasileira do biocombustível deverá chegar a 7,3 bilhões de litros em dezembro de 2023, segundo projeção da Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE, 2023). Comparativamente, o Brasil continua entre os 3 maiores produtores e consumidores de biodiesel no ranking internacional.



A Figura 14 oferece uma visão detalhada sobre o volume e a distribuição regional da produção de biodiesel no Brasil, evidenciando a dominância de certas regiões na produção. Convém observar que, a partir de janeiro de 2022, a ANP e a ABIOVE interromperam a divulgação da produção por estados, e agregou os valores para as regiões Norte e Centro-Oeste.

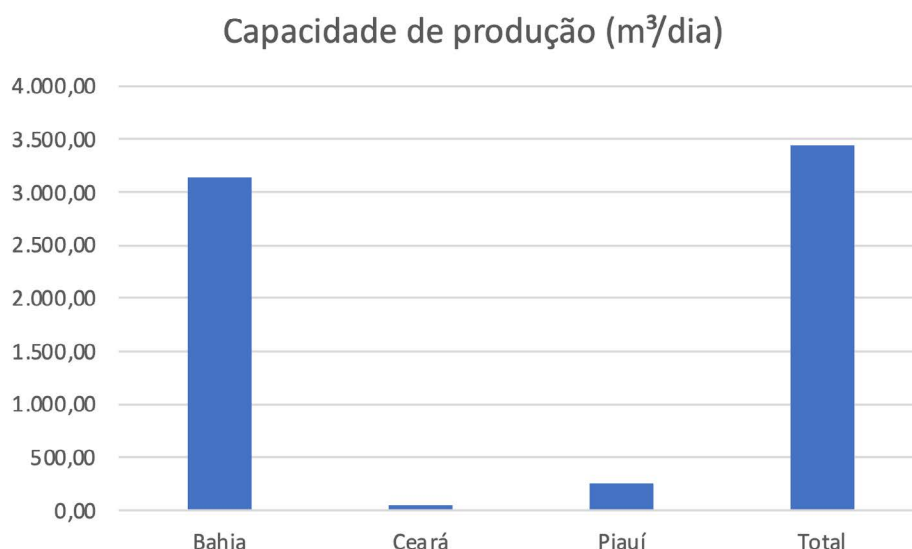
**Figura 14:** Volume e distribuição percentual da produção de biodiesel pelas regiões do Brasil.



Fonte: Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE, 2023)

Considerando a capacidade de produção de Biodiesel no Nordeste por estado, evidencia-se uma predominância do estado da Bahia, com participação menor do Piauí e do Ceará, conforme publicação do Banco do Nordeste BNB (2022), por meio do Caderno Setorial do Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste – ETENE. Os valores são apresentados na Figura 15.

**Figura 15:** Produção de Biodiesel no Nordeste, por Estado, em 2021



Fonte: Adaptado de BNB (2022) – caderno setorial

Diante disso, o Consórcio Nordeste tem um papel fundamental de buscar, por meio de estratégia regional coordenada e de longo prazo, como por exemplo, a busca de acesso a fundos e mecanismos de cooperação nacionais

e internacionais, fomentar investimentos em pesquisa, desenvolvimento, inovação e demonstração (protótipos e plantas piloto) de modo a reforçar, atualizar e ampliar a capacidade tecnológica e inovativa regional para a produção dos mais diversos biocombustíveis.

Para isso, é importante garantir orçamento público para atividades de PD&I no longo prazo, consistente com as prioridades regionais; mapear competências (Instituições científicas e tecnológicas, centros tecnológicos e empresas) e infraestruturas existentes para criar e apoiar redes colaborativas que atendam as prioridades regionais na área de energia renovável e biocombustíveis, clima e desenvolvimento regional tais como segurança energética, melhoria da eficiência energética, captura e armazenamento de carbono, produtividade e competitividade etc., de forma a contribuir para a criação de oportunidades no mercado de biocombustíveis do país, e, especialmente na região Nordeste.

A região Nordeste, com infraestrutura portuária e localização estratégica de acesso aos mercados europeu e norte americano, tem dado passos ambiciosos em direção à era do baixo carbono. Aproveitar este diferencial, somado às potencialidades energéticas da região, constitui uma das estratégias mais eficazes para o Brasil ampliar o mercado de biocombustíveis, para exportação, mas principalmente, para uso interno e incentivo à reindustrialização da região. A região vem passando por uma verdadeira revolução na produção e oferta de energias renováveis, principalmente com as fontes eólica e solar fotovoltaica e este é um grande diferencial que deve ser explorado.

A referida região apresenta um considerável potencial de aproveitamento de biomassa, tanto de fontes cultivadas (como cana-de-açúcar, eucalipto, soja) como de fontes nativas (recursos florestais do bioma Caatinga e Cerrado). O grande desafio será o estabelecimento de novos arranjos de produção da biomassa, o aproveitamento das fontes já disponíveis (Resíduos sólidos urbanos, óleos e gorduras residuais, vinhaça, esterco), e otimizar as estratégias de valorização integral das diferentes frações em abordagens modernas, como as biorrefinaria de primeira geração baseadas em cana-de-açúcar com potencial de gerar empregos e renda e fomentar a bioeconomia na região.

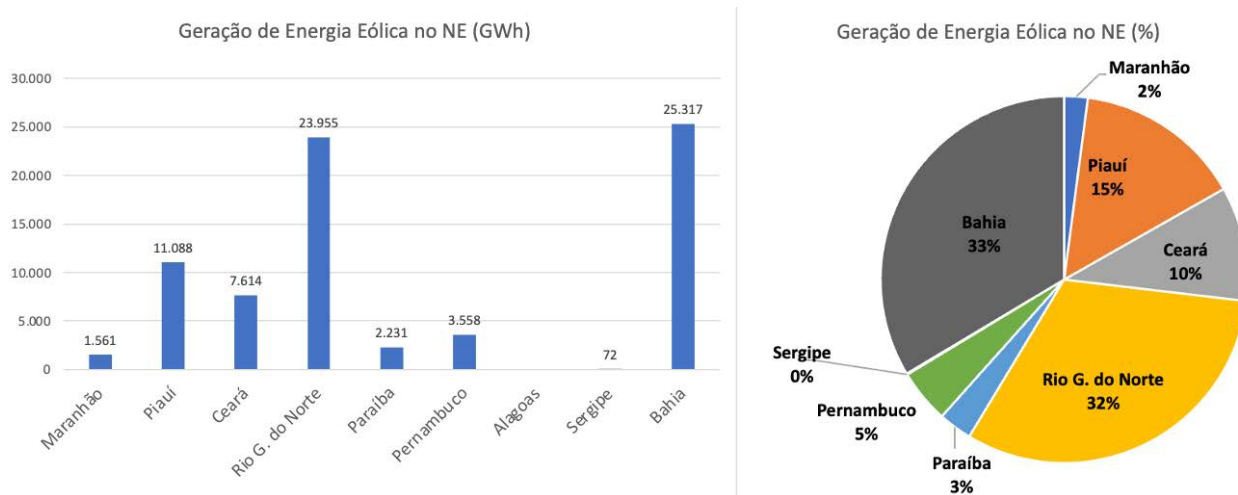
Nesse sentido, apresenta-se a premência de que o Consórcio Nordeste fomente a formulação de uma política pública ou programa para o estabelecimento de regiões ambientalmente homogêneas no Nordeste, com base em Inteligência Territorial Estratégica (ITE), no Zoneamento de Risco Climático (ZARC) e em Boas Práticas Agrícolas (BPA), para assegurar o crescimento da produção oleaginosas, em bases sustentáveis na região a fim de ganhar escala de produção suficiente e atender a demanda de óleo para biodiesel bem como de outros biocombustíveis, como SAF (*Sustainable Aviation Fuel*) e Diesel Verde (HVO). Pesquisas iniciais destacam o potencial de inúmeras oleaginosas (perenes e de ciclo curto) que podem ser consideradas na produção de matéria-prima para o biocombustível no Nordeste, podendo, inclusive serem trabalhadas pela agricultura familiar.

Neste aspecto, o ponto positivo que deve ser destacado é relativo a mudanças propostas pela Resolução CNPE 03/2023 do Ministério de Minas e Energia (MME, 2023), que estabelece que as aquisições de biodiesel a partir do Programa Selo Biocombustível Social, oriundas das regiões Norte, Nordeste e do Semiárido, sejam no somatório de, pelo menos, 10% em 2024, 15% em 2025 e 20% em 2026, o que pode impulsionar parcerias público-privadas para o desenvolvimento de cadeias produtivas de oleaginosas na região nordeste, que tem uma forte participação da agricultura familiar.

## 2.1 Energia eólica

A Figura 16 apresenta a geração de energia eólica pelos estados nordestinos, evidenciando que a Bahia e o Rio Grande do Norte são os líderes na geração, no Nordeste. O Nordeste como um todo é responsável por 92% da geração nacional, de acordo com a Tabela 3 anteriormente apresentada.

**Figura 16:** Produção de energia eólica dos estados do Nordeste - 2022

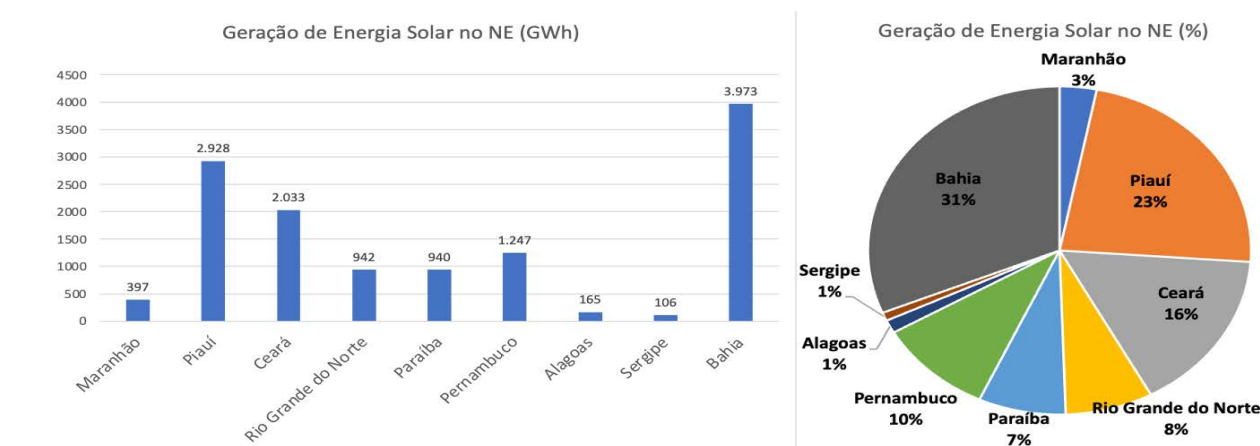


Fonte: Adaptado de BEN (2023, p. 147) – relatório final

## 2.2 Energia solar/fotovoltaica

A Figura 17 ilustra a distribuição da produção da geração de energia solar/fotovoltaica pelos estados nordestinos. A Bahia lidera na região Nordeste e é a segunda no cenário nacional, contribuindo com 31% da geração no Nordeste. A região como um todo é responsável por 42% da geração nacional.

**Figura 17:** Produção de energia solar/fotovoltaica dos estados do Nordeste – 2022



Fonte: Adaptado de BEN (2023, p. 147) – relatório final

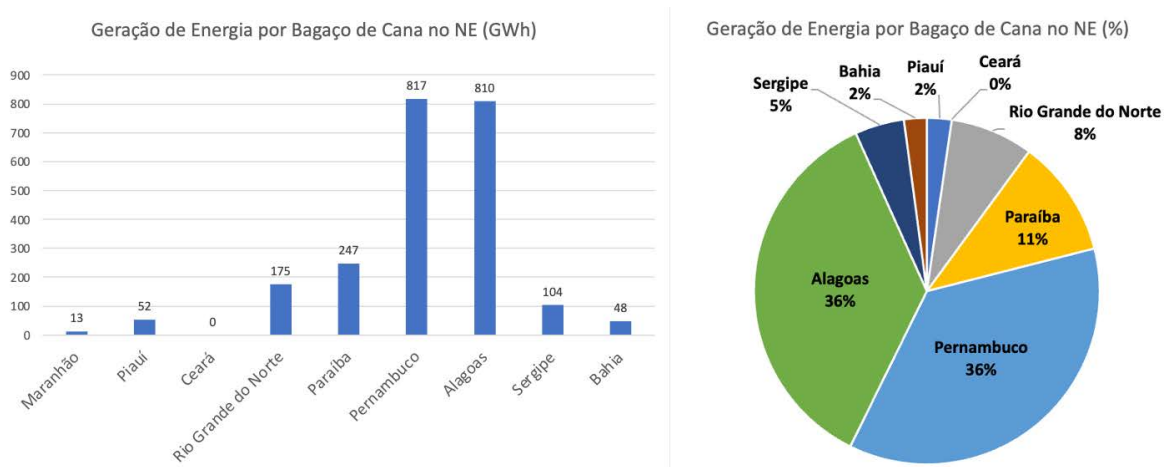
## 2.3 Biomassa

A região Nordeste apresenta um considerável potencial de aproveitamento de biomassa, tanto de fontes cultivadas (cana-de-açúcar, eucalipto, soja) como de fontes nativas (recursos florestais do bioma Caatinga e Cerrado). O desafio será o estabelecimento de novos arranjos de produção da biomassa, o aproveitamento das fontes já

disponíveis (resíduos sólidos urbanos, óleos e gorduras residuais, vinhaça, estercos), e otimizar as estratégias de valorização integral das diferentes frações em abordagens modernas, como as biorrefinaria de primeira geração baseadas em cana-de-açúcar com potencial de gerar empregos e renda e fomentar a bioeconomia na região.

A Figura 18 ilustra a distribuição da produção da geração de energia por meio de bagaço de cana-de-açúcar pelos estados nordestinos. Alagoas e Pernambuco lideram na região Nordeste, representando mais de 70% da energia gerada pela fonte. Entretanto, a região com um todo possui contribuição de apenas cerca de 1% para geração no Brasil.

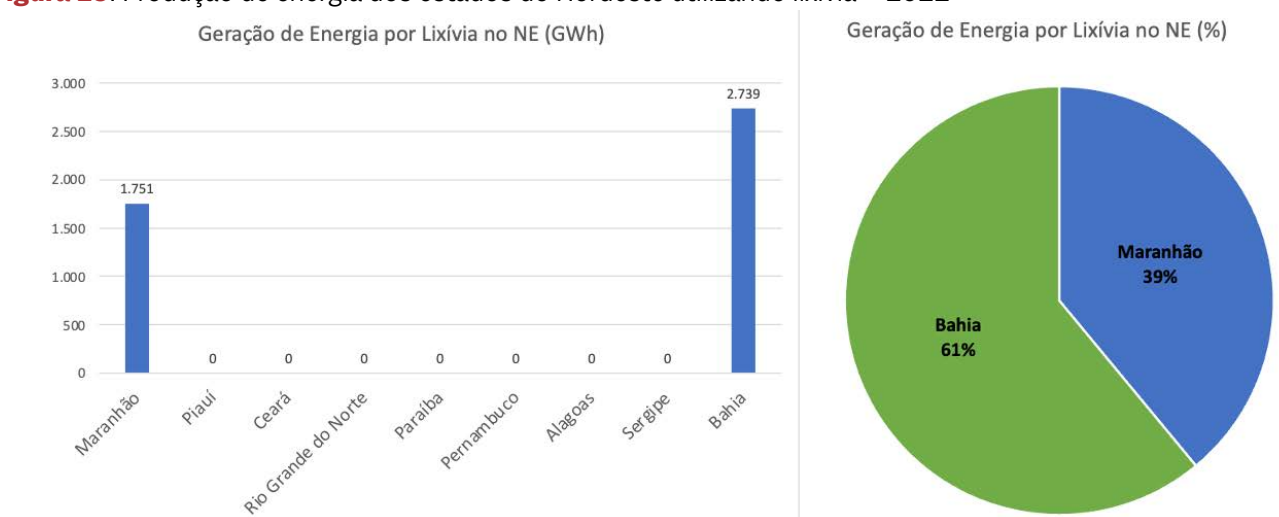
**Figura 18:** Produção de energia dos estados do Nordeste a partir de bagaço de cana-de-açúcar – 2022



Fonte: Adaptado de BEN (2023, p. 147) – relatório final

Outro tipo de biomassa presente na matriz de geração de energia da região Nordeste é a lixívia, também denominado como licor negro, sendo obtida por meio do processo de cozimento da madeira para produção de celulose. A Bahia é responsável por de 61% da energia gerada pela fonte, enquanto o Maranhão gera outros 39%, não tendo sido registrada a participação de outras unidades da federação nordestinas. A Figura 19 retrata os dados em termos de GWh e percentual de energia gerada. Como um todo, a região Nordeste contribui com 26% da geração de energia no Brasil utilizando lixívia.

**Figura 19:** Produção de energia dos estados do Nordeste utilizando lixívia – 2022



Fonte: Adaptado de BEN (2023, p. 148) – relatório final

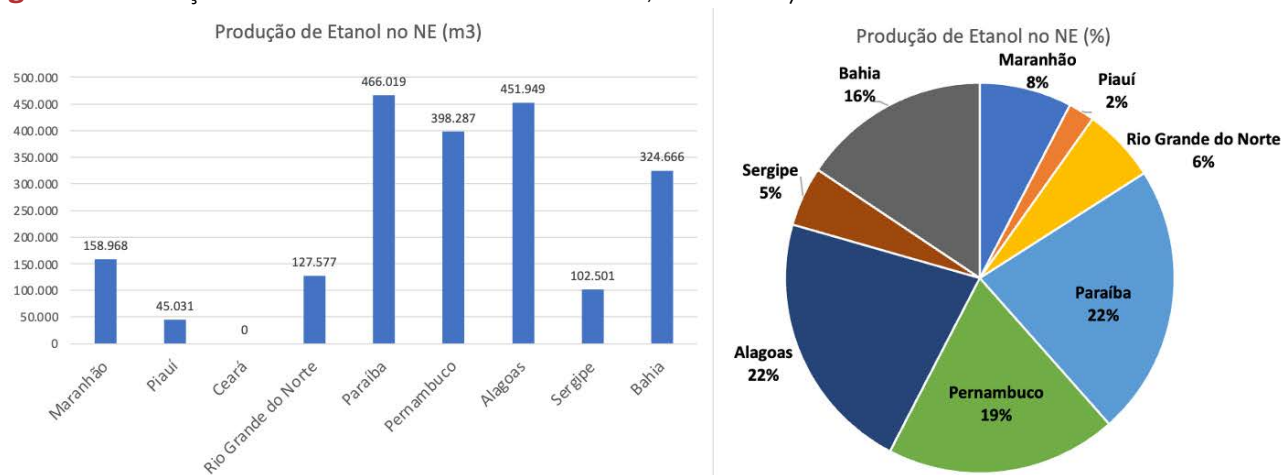


Conforme Menezes et al. (2022), no Nordeste, foram geradas, em 2020, cerca de 8 milhões de toneladas de material orgânico nos RSU, principalmente nas grandes áreas urbanas das capitais, quase todas na zona litorânea. Apenas um terço do que é gerado recebe destinação adequada. Portanto, trata-se de uma oportunidade de trabalho conjunto entre diferentes setores, com incentivo aos geradores que apresentarem soluções para adequada gestão de seus resíduos com vistas à geração de energia e proteção do meio ambiente.

## 2.5 Etanol

A Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2023), em seu relatório de Acompanhamento da Safra Brasileira de Cana-de-açúcar, divulgou que o ciclo de 2023/2024 da produção do vegetal deve crescer 10,9% em relação à safra passada. A produção correspondente deverá ser 677,6 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, estabelecendo um novo recorde na série histórica da estatal. Para o etanol, o crescimento esperado comparado com a safra do ciclo anterior (2022/2023) atinge 9,9%, chegando a 34,05 bilhões de litros, produzidos a partir da cana-de-açúcar e do milho. Na região Nordeste, a produção deve crescer 4,7%, chegando a 59,55 milhões de toneladas, influenciada, principalmente, pela elevação da área, uma vez que a produtividade se mantém próxima a estabilidade, com um leve acréscimo de 0,4%. A Figura 21 apresenta o volume e a distribuição percentual da produção de etanol nos estados do Nordeste, considerando a safra 2022/2023.

**Figura 21:** Produção de etanol nos estados do Nordeste, safra 2022/2023



Fonte: (CONAB, 2023) – safra 2022/2023

A Paraíba foi o maior produtor de etanol na safra 2022/23, com um total de 466 milhões de litros. Alagoas veio em seguida, com 451 milhões de litros, e Pernambuco, com 398 milhões de litros. Com relação à participação na produção do Brasil, a região Nordeste teve uma produção total de 2.074 litros, representando 8% do total nacional. Para a safra 2023/2024, a CONAB (2023) prevê que Alagoas e Bahia serão os dois estados destaques em termos de produção do Nordeste, tendo estimativas de produção de 444 milhões e 417 milhões de litros, respectivamente.

Um ponto crítico destacado pela CONAB (2023), em seu relatório, diz respeito ao relevo mais acidentado das áreas em que há o cultivo da cana-de-açúcar nos estados do Nordeste. Essa característica faz com que o percentual de operacionalização da colheita mecanizada ainda seja baixo, mesmo que venha aumentando safra após safra. A estimativa, para a safra 2023/24, é que apenas 27% da cana-de-açúcar na região Nordeste será colhida de forma mecanizada, o que traz oportunidades de ações futuras para melhorar essa estatística com foco no aumento da produtividade. Outro ponto crítico diz respeito ao fator hídrico desfavorável. Por outro lado, o Nordeste tem

em favor o fator solo e temperatura favoráveis ao desenvolvimento das lavouras canavieiras, além de localização estratégica no mapa logístico comercial brasileiro, que aumenta sua competitividade na exportação para países da Europa e Ásia.

## 2.6 Hidrogênio verde

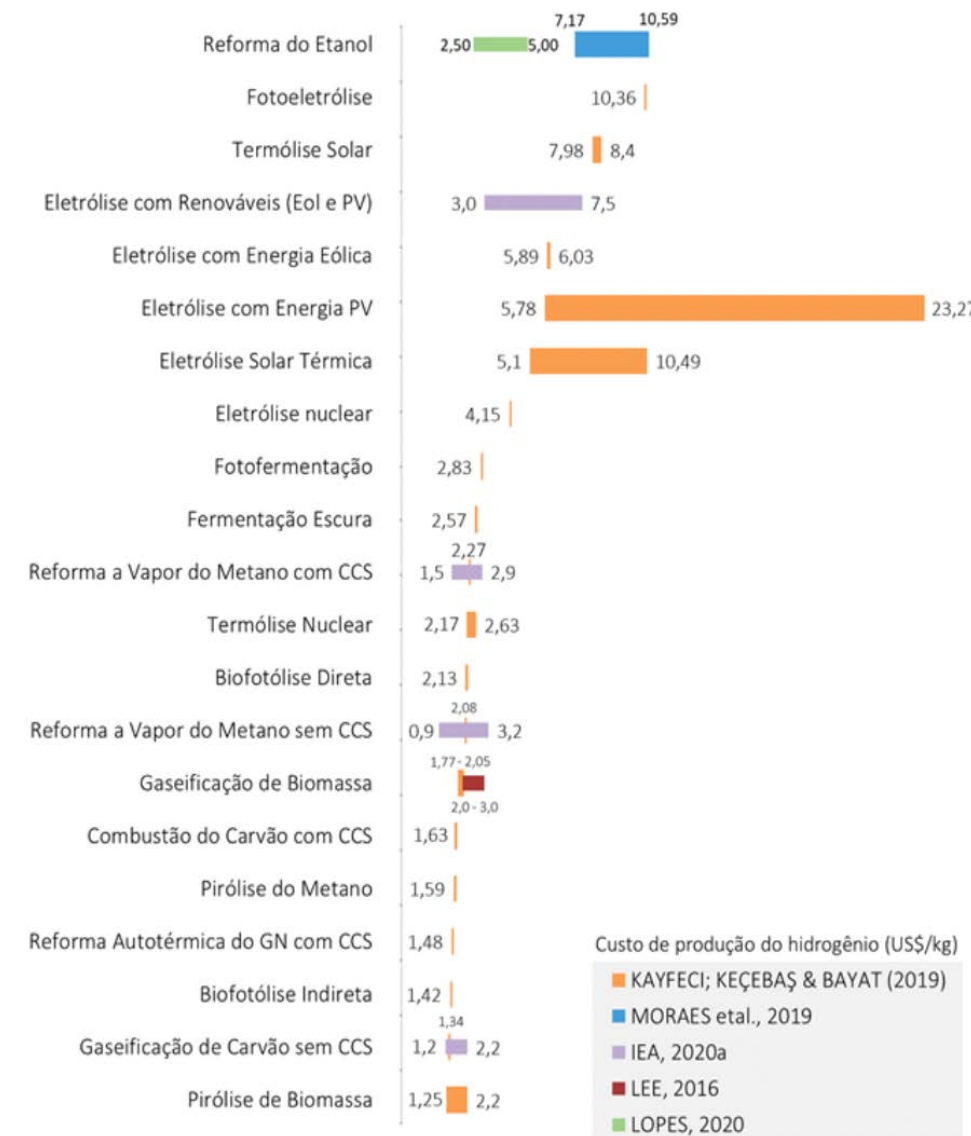
O hidrogênio verde vem sendo considerado a chave para a descarbonização mundial. Com potencial de geração energética 3 vezes maior que a gasolina, o combustível pode ser utilizado na indústria e no transporte, reduzindo as emissões de gases do efeito estufa. Para produzi-lo, a tecnologia já é conhecida. O processo para retirar o hidrogênio (H<sub>2</sub>) da água (H<sub>2</sub>O) utiliza energia elétrica – e para que tenha a denominação verde, essa energia deve ser oriunda de fontes renováveis (IEA, 2021). A Comissão Europeia (2020) destaca, ainda, que os custos do hidrogênio renovável estão caindo rapidamente, por efeito da queda dos preços dos eletrolisadores, que já caíram 60% na última década. Maiores diminuições de custos são esperadas em função das economias de escala até 2030.

A literatura técnica especializada tem indicado que o custo de produção do hidrogênio verde, por meio de eletrólise e a partir de fontes de energias renováveis eólica e solar, estima-se dentro do intervalo entre 3,0 e 7,5 US\$ / kg H<sub>2</sub>V, conforme pode ser visualizado na Figura 22 apresentada no Plano Decenal de Expansão de Energia 2031, documento estruturante do Ministério de Minas e Energia produzido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Energética (EPE/MME, 2022).

Do ponto de vista qualitativo, a preocupação mundial com a aceleração da inserção de fontes de energia renováveis e sustentáveis na matriz energética tem contribuído fortemente para o crescimento do mercado de hidrogênio verde. Na mesma medida, amplia-se o número de grupos de trabalho e iniciativas voltadas ao fomento, à produção, à distribuição e à exportação do H<sub>2</sub>V, como os chamados “hubs de hidrogênio verde”. Neste sentido, o objetivo dos hubs é viabilizar o uso do H<sub>2</sub>V como nova fonte de energia sustentável, concentrando esforços locais e internacionais do poder público, da academia e da iniciativa privada em prol da definição e da implementação de políticas eficazes. Parcerias são formadas com vistas ao compartilhamento de expertise, tecnologia, marcos regulatórios e recursos que permitam a instalação de projetos abastecidos com energia limpa em locais estratégicos.

O Nordeste, com sua rica diversidade de recursos naturais e infraestrutura estratégica, apresenta um potencial para se tornar um centro econômico relevante no cenário de energias renováveis. A descarbonização da indústria e a transição para fontes de energia renováveis são essenciais para garantir a sustentabilidade dos recursos para as futuras gerações. O hidrogênio verde está emergindo como um elemento importante para o futuro da sustentabilidade energética, e sua importância para o Nordeste é significativa, pela possibilidade de liderança na produção e no fornecimento por parte da região. A produção encontra-se em uma fase inicial, mas promissora, de uma verdadeira corrida pelo desenvolvimento tecnológico e pela conquista de mercados nacionais e internacionais.

**Figura 22:** Custos de produção de hidrogênio considerando diferentes processos e fontes de energia



Fonte: EPE/MME (2022)

Na região Nordeste, é possível notar a formação das primeiras aglomerações produtivas vocacionadas à produção, à distribuição e à exportação de H2V. Apesar de ainda não definida regulamentação da atividade no Brasil, ganham relevância as recentes iniciativas lideradas pelo Complexo Industrial e Portuário do Pecém/CE, pelo Porto de Suape/PE e pelo Complexo Industrial de Camaçari/BA.

O estudo financiado pela CTG Brasil e disponibilizado pelo Canal da Energia (2022), no Porto de Suape (Pernambuco), identificou-se que o principal objetivo é o desenvolvimento do potencial de H2V e a identificação de oportunidades para o referido porto público que também é estratégico para a Região Nordeste, tendo em vista que 90% do Produto Interno Bruto (PIB) da região encontra-se em um raio de 800 quilômetros do porto. Além disso, está previsto o estabelecimento da intenção de encontrar oportunidades conjuntas na área de energia e de descarbonização de indústrias vinculadas ao porto. Nesse contexto, a parceria entre CTG Brasil, Senai e governo de Pernambuco possibilitou o lançamento da iniciativa TechHub Hidrogênio Verde para concentrar, no Porto de Suape, projetos de produção, transporte, armazenamento e gestão de hidrogênio verde. Juntos, os projetos receberão, inicialmente, investimentos de até R\$ 45 milhões.



Outros esforços vêm sendo conduzidos pelo estado de Pernambuco, com vistas a assegurar seu posto entre os hubs globais de H2V, sendo colhidos os primeiros frutos na medida em que já tiveram início estudos de viabilidade da Planta de Hidrogênio Verde de Pernambuco, capitaneada pela Qair Brasil, empresa de origem francesa cuja principal atividade é a produção de energia elétrica a partir de fontes alternativas. Estima-se que o empreendimento seja capaz de mobilizar investimentos na ordem de US\$ 3,8 bilhões, o que o torna um dos mais relevantes projetos em curso em todo o estado do Pernambuco (CANAL DA ENERGIA, 2022).

Por sua vez, na Bahia, a pedido do governo estadual, o SENAI Cimatec / FIEB está desenvolvendo o Mapa do Hidrogênio Verde em que se busca identificar áreas prioritárias com vocação para a produção do H2V e cruzar dados, considerando a presença de fontes de águas residuais, do subsolo e salinas, além das fontes de transmissão elétrica e as fontes de energia limpa presentes no território baiano, tais como a fotovoltaica, a eólica e a hidroelétrica. Para o Polo Industrial de Camaçari, por exemplo, já está prevista a instalação de uma grande planta de produção de H2V com investimentos iniciais previstos na ordem de US\$ 120 milhões a ser realizado pela empresa Unigel, tendo sido noticiado recentemente pela UOL (2022).

Por sua vez, o Complexo Industrial e Portuário do Pecém tem apresentado pontos positivos para o desenvolvimento da cadeia produtiva do H2V, pois conta com localização privilegiada – o que proporciona custos logísticos competitivos para a interligação do país a relevantes polos consumidores, como a Europa e os Estados Unidos – e tem parceria com o Porto de Roterdã, considerado o principal hub de hidrogênio verde da Europa. Outra vantagem é a existência de uma zona de processamento de exportação capaz de reduzir custos para produção local e comercialização global do H2V, sendo esses pontos ressaltados desde a primeira edição do evento FIEC Summit focado em hidrogênio verde (FIEC, 2022).

As vantagens supracitadas estão sendo intensamente percebidas por importantes players nacionais e multinacionais, culminando na assinatura de mais de 20 memorandos de entendimento entre empresas e o Governo do Estado do Ceará, envolvendo uma perspectiva de investimento da ordem de R\$ 100 bilhões nos próximos anos. Dentre as empresas interessadas em atuar no Hub de Hidrogênio Verde no Ceará, podem ser citadas: Transhydrogen Alliance; Linde; Qair; Hytron; Total Eren; Neoenergia; Cactus Energia Verde; Fortescue; Engie; Casa dos Ventos; Nexway; Enegix Energy; Diferencial; Eneva; AES Brasil; H<sub>2</sub> Green Power; H2helium; Mitsui & Co; White Martins (OPOVO, 2021; CANAL DA ENERGIA, 2022; ZPE CEARÁ, 2022).

Para que haja uma aceleração no processo de redução dos custos de produção de hidrogênio verde no Brasil e no Nordeste, incluindo o fornecimento de água em condições adequadas, de energia renovável e a cadeia de fornecedores para reduzir valores de CAPEX e OPEX, além dos custos de armazenagem e transporte do H2V, esforços conjuntos envolvendo a iniciativa privada, o poder público e a academia devem continuar sendo intensificados em prol da realização de, por exemplo: (i) investimentos em Pesquisa, Desenvolvimento & Inovação (PD&I) para superação de desafios tecnológicos, (ii) regulamentação da produção energética offshore, (iii) formação de recursos humanos qualificados para o contexto da transição energética menos dependente de fontes de origem fóssil, e (iv) atração de players locais e globais para a cadeia de suprimentos de forma a ampliar a escala de produção e os investimentos na região Nordeste.

Os governos federal e de diversos estados estão investindo em pesquisa e inovação para desenvolver tecnologias eficientes e econômicas de produção de hidrogênio verde. Isso inclui aprimorar técnicas de eletrólise, otimizar o uso de fontes renováveis como a energia solar e eólica, e desenvolver infraestruturas de armazenamento e

distribuição eficientes. O avanço tecnológico é essencial para aumentar a competitividade do hidrogênio verde e torná-lo uma alternativa viável a outros combustíveis. Com a crescente demanda global por soluções energéticas mais limpas, o Nordeste está bem posicionando para se tornar um importante produtor destas energias para o Brasil e para o mundo. A exploração deste mercado não apenas ajudará na diversificação econômica da região, mas também poderá colocar o Brasil em um papel de liderança na agenda global de energia sustentável.

### 3. Sugestões e Recomendações

Para promover um desenvolvimento energético sustentável e inovador no Nordeste do Brasil, integrando energias renováveis, biocombustíveis e eficiência energética, propõem-se as seguintes estratégias:

**1 - Políticas Públicas e PD&I:** Aperfeiçoar as políticas públicas para induzir pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I), mapear competências e incentivar a criação, ampliação e fortalecimento de redes de pesquisa e inovação, incluindo a Rede Interestadual do Consórcio Nordeste de CT&I.

**2 - Leis de Incentivo e Fomento à Inovação:** Estabelecer legislações de incentivo fiscal e fomento à inovação para empresas da cadeia produtiva de energias renováveis e biocombustíveis, apoiando projetos do Consórcio Nordeste.

**3 - Financiamento e Centros de Excelência:** Criar linhas estratégicas para financiamento interestadual visando à estruturação e criação de centros de excelência, promovendo projetos inovadores do Consórcio Nordeste.

**4 - Desenvolvimento Tecnológico:** Avançar em tecnologias associadas a redes elétricas inteligentes, transmissão, distribuição e armazenamento de energia para aumentar a segurança do Sistema Interligado Nacional (SIN).

**5 - Cybersegurança e Energias Renováveis:** Incentivar a criação de um centro de cybersegurança para o SIN e as fontes de energias renováveis e biocombustíveis no Nordeste.

**6 - Diversificação Energética:** Promover a diversificação e participação das energias renováveis na matriz elétrica e energética do Nordeste, incluindo energias eólica e solar.

**7 - Desenvolvimento Nacional e Atração Industrial:** Fomentar o desenvolvimento de tecnologia nacional e atração de novas indústrias para a cadeia produtiva de energias renováveis e biocombustíveis.

**8 - Laboratórios Multiusuários:** Implementar e consolidar laboratórios multiusuários na região, otimizando recursos e oferecendo equipamentos especializados.

**9 - Consórcios e Cooperativas de Energia:** Difundir o conceito de consórcio e cooperativa de energia, plantas virtuais de energia e gestão pelo lado da demanda.

**10 - Aproveitamento de Resíduos:** Incentivar a produção de novas culturas energéticas e o reaproveitamento de resíduos na cadeia produtiva das energias renováveis.

**11 - Cadeias Produtivas de Oleaginosas:** Desenvolver cadeias produtivas de oleaginosas no Nordeste para elevar a rentabilidade e promover a produção de oleaginosas alternativas.

**12 - Mitigação de Emissões:** Incentivar novos métodos de aproveitamento de energias renováveis e fontes alternativas de matérias-primas para biocombustíveis, focando na mitigação das emissões de gases de efeito estufa.

**13 - Transição e Neutralização de Carbono:** Promover medidas para transição, neutralização e emissão zero de carbono na cadeia produtiva das energias renováveis e biocombustíveis.

**14 - Valorização de Coprodutos:** Agregar valor aos coprodutos provenientes da cadeia de produção das fontes de energias renováveis e biocombustíveis.

**15 - Sustentabilidade e Crescimento da Cana-de-Açúcar:** Melhorar a competitividade e sustentabilidade da cana-de-açúcar, aproveitando integralmente a energia da cana para a produção de etanol, incluindo o etanol lignocelulósico, e operar usinas no modelo de biorrefinarias integradas.

**16 - Atração de players locais e globais:** Estimular a entrada de empresas e instituições para a cadeia de suprimentos de hidrogênio verde de forma a ampliar a escala de produção e os investimentos na região Nordeste.

**17 - Formação de recursos humanos:** Qualificar profissionais para o contexto da transição energética menos dependente de fontes de origem fóssil.

## REFERÊNCIAS

ABIOVE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS. Biodiesel - Produção e entrega - 2023. Disponível em: <[https://biodiesel.abiove.org.br/abiove\\_content/2023.11.28-producao\\_entrega.xlsx](https://biodiesel.abiove.org.br/abiove_content/2023.11.28-producao_entrega.xlsx)>.

BEN - BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL. Relatório Final 2023, ano base 2022. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-748/topico-687/BEN2023.pdf>>.

BEN - BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL. Relatório Síntese 2023, ano base 2022. Disponível em: <[https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-748/topico-681/BEN\\_S%C3%ADntese\\_2023\\_PT.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-748/topico-681/BEN_S%C3%ADntese_2023_PT.pdf)>.

BNB - BANCO DO NORDESTE. Biocombustível: Biodiesel e Etano. Caderno Setorial - Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste - ETENE, Ano 7, número 248, 2022. Disponível em: < [https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1441/1/2022\\_CDS\\_248.pdf](https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1441/1/2022_CDS_248.pdf) >

CANAL DE ENERGIA. Negócios e empresas / P&D e Tecnologia. Disponível em: <<https://www.canalenergia.com.br/noticias/53219663/ctg-brasil-anuncia-hub-de-hidrogenio-verde-no-porto-de-suape/>> Acesso em 12 de setembro de 2022.

CIBIOGÁS. Como a transição energética impacta as mudanças climáticas? 2023b. Disponível em: <<https://cibio-gas.org/blog/como-a-transicao-energetica-impacta-as-mudancas-climaticas/>>.

CIBIOGÁS. Panorama do Biogás no Brasil, 2023 – base de dados 2022. Disponível em: <[https://d335luupugsy2.cloudfront.net/cms%2Ffiles%2F54738%2F1694006188CIBiogs\\_Panorama\\_do\\_Biogs\\_no\\_Brasil\\_2022.pdf](https://d335luupugsy2.cloudfront.net/cms%2Ffiles%2F54738%2F1694006188CIBiogs_Panorama_do_Biogs_no_Brasil_2022.pdf)>.

COMISSÃO EUROPEIA. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: A Hydrogen Strategy for a Climate-Neutral Europe. Bruxelas, 2020. Disponível em: <<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/5602f358-c136-11ea-b3a4-01aa75ed71a1/language-en>>.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar, Brasília, v.11 – Safra 2023/24, n.3 - Terceiro levantamento, 2023. Disponível em: <[https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/50386\\_66eb66936a5d73a592e5fb25bc9cb71b](https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/50386_66eb66936a5d73a592e5fb25bc9cb71b)>.

EPE/MME. Plano Decenal de Expansão de Energia 2031: versão para consulta pública. Brasília: MME/EPE, 2022. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-2031>>.

FIEC. FIEC Summit 2022: Veja tudo o que aconteceu nos dois dias de evento. Disponível em: <<https://www1.sfipec.org.br/fiec-noticias/search/149757/fiec-summit-2022-veja-tudo-o-que-aconteceu-nos-dois-dias-de-evento>> Acesso em 12/setembro/2022.

IEA - INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Hydrogen: more efforts needed. Paris, 2021. Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/hydrogen>>.

MENEZES, R. S. C.; ET AL. Biomassa, energia e desenvolvimento na região Nordeste do Brasil: Histórico e perspectivas. Inovação & Desenvolvimento: A Revista da FACEPE, v. 1, n. 9, 2022. Disponível em: <<https://revistainovacao.facepe.br/index.php/revistaFacepe/article/view/93/110>>.

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Resolução 03/2023 - dispõe sobre a evolução da adição obrigatória de biodiesel ao óleo diesel vendido ao consumidor final. Disponível em: <<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/conselhos-e-comites/cnpe/resolucoes-do-cnpe/2023/ResCNPE32023.pdf>>.

OPOVO. Com R\$ 100 bilhões em projetos, Ceará espera reduzir pobreza a partir do hidrogênio. Disponível em: <<https://mais.opovo.com.br/jornal/economia/2021/10/15/com-rs-100-bilhoes-em-projetos-ceara-espera-reduzir-pobreza-a-partir-do-hidrogenio.html>>

UOL. Unigel investe US\$120 mi em fábrica de hidrogênio verde na Bahia. Disponível em: <<https://economia.uol.com.br/noticias/reuters/2022/07/25/unigel-investira-us120-mi-em-primeira-fase-de-fabrica-de-hidrogenio-verde-na-bahia.htm>>

ZPE CEARÁ. Hub de hidrogênio verde: Governo do Ceará assina mais dois memorandos de entendimento. Disponível em: <<https://zpeceara.com.br/hub-de-hidrogenio-verde-governo-do-ceara-assina-mais-dois-memorandos-de-entendimento/>>

# 02.

## Diagnóstico e Recomendações do GRUPO DE TRABALHO de Recursos Hídricos e Pesquisas Oceânicas

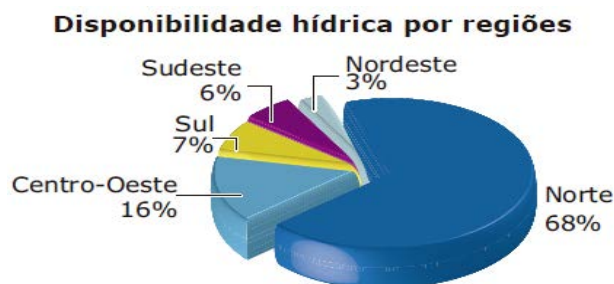
Águas Continentais, Transição e Oceânicas  
Propostas de Políticas Públicas

### 1. INTRODUÇÃO

A água é essencial à vida. Ela é objeto de atenção em dois dos objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS) das Nações Unidas. Por um lado, necessitamos garantir disponibilidade e manejo sustentável da água e saneamento para todos (ODS 6) e conservar e promover o uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos (ODS 14). A população da região nordeste do Brasil tem na água uma questão central do seu existir. Temos o semiárido, onde os recursos hídricos e as águas subterrâneas possuem uma complexidade e necessidades singulares na sua gestão. As bacias hidrográficas desembocam no oceano tropical, e interagem numa margem que é a nossa zona costeira. O clima semiárido, os ventos constantes em grande parte da costa, as marés que têm variação de alguns metros promovem a existência dos estuários, manguezais, praias e recifes de corais, que oferecem benefícios e oportunidades, mas também enfrentam problemas importantes.

A região Nordeste é uma das regiões mais belas do Brasil, tem o turismo como forte atrativo e principalmente o turismo relacionado a água, como as belas praias de todos os 9 estados (Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia), as lindas cachoeiras como a cachoeira da Fumaça na Chapada Diamantina no Estado da Bahia, cachoeira da Tiririca no Estado de Alagoas, cachoeira da Pedra Caída no Maranhão e muitas outras. Além disso, temos rios importantes nessa região: Rio São Francisco, Rio Paranaíba, Rio Jaguaribe, dentre outros. Apesar da sua beleza natural, a região Nordeste ainda enfrenta uma triste realidade em relação ao abastecimento de água. O Nordeste tem a menor quantidade de recursos hídricos do Brasil, em contrapartida tem uma alta densidade demográfica e isso dificulta o abastecimento de água (Figura 1).

**Figura 1** – Disponibilidade Hídrica por Região.



Fonte: ANA – Agência Nacional de Águas.

A região é castigada por um longo período de seca, sendo que em muitos locais o período chuvoso dura apenas 4 meses. Em áreas rurais, que englobam 50% da população de 42,3% dos municípios do Nordeste, a preocupação é com abastecimentos advindos de fontes alternativas. Muitas vezes, fontes alternativas de água, como poços artesianos, não garantem a qualidade da água e não recebem o tratamento adequado, o que pode ocasionar uma série de complicações, especialmente para a saúde.

A região é a segunda no ranking das regiões que sofrem com perda de água, 45,98% do total de água distribuída é perdida ao longo do caminho de abastecimento. No Estado de Pernambuco isso é ainda mais grave, 50,9% da água tratada se perde na distribuição, além disso, o Estado possui o maior índice de captação de água salobra (mais sais dissolvidos na água e considera-se imprópria para consumo). Há algumas exceções, como Teresina, capital do Piauí, onde se distribui água tratada para 100% da população, mais de 800 mil habitantes recebem água tratada em suas torneiras. Além disso, em muitas cidades litorâneas da região é comum a água subterrânea tornar-se imprópria para o consumo devido à intrusão salina causada, principalmente, pela superexploração dos aquíferos.

Devido esta problemática e à necessidade premente de dar uma resposta eficaz para toda a população do Nordeste, o Consórcio Interestadual de Desenvolvimento Sustentável do Nordeste – Consórcio Nordeste através de sua Câmara Temática de Ciência e Fomento ao Conhecimento, criou o subcomitê de especialistas para tratar do tema Recursos Hídricos e pesquisas oceânicas. Nas nossas discussões ficou decidido que iríamos apresentar um Diagnóstico Geral das Águas Continentais, Transição e Águas Oceânicas, bem como as sugestões de políticas públicas referentes à problemática da Região, a saber: Águas Continentais - A Questão da Água no Nordeste, Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, Os Manguezais no Nordeste, Diagnóstico da Erosão Costeira no Nordeste do Brasil, Comunidades Costeiras Tradicionais e Oceanos - Potencial Econômico das Zonas Marítimas.

## **2. ÁGUAS CONTINENTAIS - A QUESTÃO DA ÁGUA NO NORDESTE**

As características contemporâneas do desenvolvimento nordestino corroboram a ideia de que a Região detém condições que antes inexistiam para avançar em seu desenvolvimento. As políticas públicas propiciaram espaços novos para a revisão de mazelas regionais tradicionais, em especial abrindo a possibilidade de um enfrentamento das desigualdades intrarregionais. Foi possível fortalecer o tecido social nas áreas interioranas, fora do eixo das capitais, o que está determinando a possibilidade de reversão das tendências seculares de concentração das atividades e da riqueza nas zonas litorâneas.

A infraestrutura de recursos hídricos é decisiva no fortalecimento da competitividade da região e na construção das possibilidades de desenvolvimento da mesma. O risco associado à oferta hídrica traduziu-se por muitos anos em risco as atividades econômicas na região, tais como, agricultura e indústria, produzindo dramático quadro social e impactos significativos na cidade e no campo. A gestão do risco associado aos eventos de secas e de cheias é dimensão fundante da Segurança Hídrica na região.

A Agenda de Recursos Hídricos deve reconhecer as limitações da Região para atingir o desenvolvimento nos moldes requeridos pela moderna economia do conhecimento:

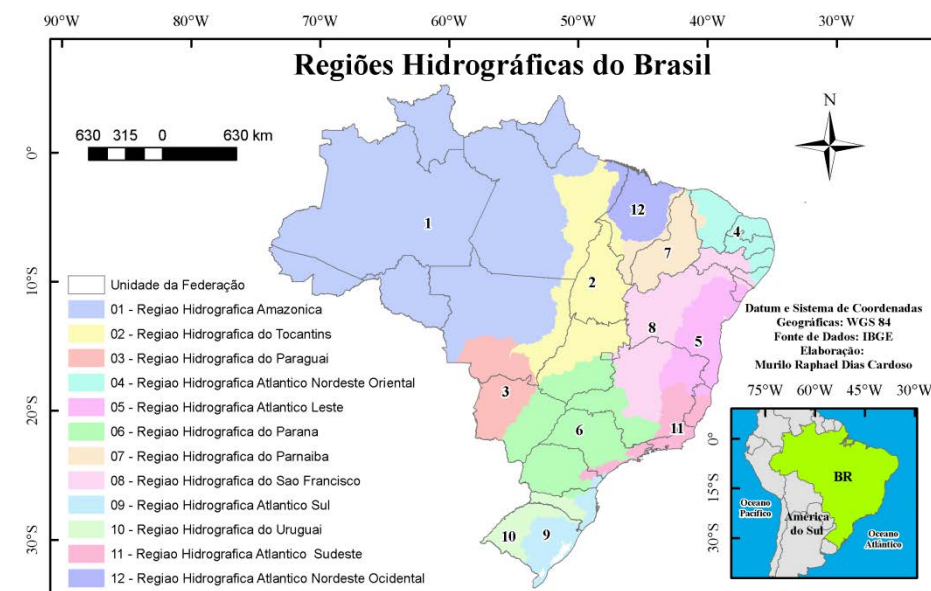
- i)** condições socioeconômicas desfavoráveis para ampla difusão da cultura da inovação (mas o quadro vem sendo revertido nos últimos anos);
- ii)** base produtiva demandadora de água predominantemente tradicional (ex. perímetros de irrigação), que apresenta pouca relação com a inovação e com baixa eficiência no uso da água;
- iii)** base científica e tecnológica concentrada territorialmente no litoral e com capacidade limitada de prover respostas aos problemas regionais; e

iv) pouca interação entre a base produtiva, científica e organizações do estado que regulam e operam os sistemas de recursos hídricos materializada no reduzido esforço de cooperação e integração.

Iniciativa que busquem contribuir para ampliar as condições de competitividade sistêmica, potencializar inovações transformadoras no setor de recursos hídricos que possibilitem um salto no uso eficiente da água, na gestão dos riscos de secas e cheias, no desenvolvimento e operação da infraestrutura e na regulação do uso da água são decisivos para a promoção da segurança hídrica da região, base para o desenvolvimento regional sustentável. O Banco Mundial identifica a região Nordeste como prioritária para suas ações em recursos hídricos do Brasil e está desenvolvendo “Plataforma de Segurança Hídrica para o Nordeste do Brasil” que busca promover colaboração e ações para o desenvolvimento de Segurança Hídrica na região.

O problema geral dos recursos hídricos (água tanta, tão pouca, tão suja e tão cara) ganha maior relevância na região e se traduz em problema de acesso à água para as populações rurais difusas e como insumo ao processo produtivo; do sistema de tomada de decisão em recursos hídricos que deve incluir os atores sociais e dirimir conflitos; e de garantia da operação da infraestrutura implantada como única forma de produção dos potenciais benefícios a ela associados. O panorama regional engloba 5 regiões hidrográficas nacional, a saber: (i) atlântico nordeste ocidental; (ii) Parnaíba; (iii) Atlântico Nordeste Oriental; (iv) São Francisco e (v) Atlântico Leste (Figura 2).

**Figura 2** - Regiões Hidrográficas do Brasil.



### 3. POLÍTICAS PÚBLICAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

A agenda de questões relevantes para os recursos hídricos incorporando aspectos de quantidade e qualidade das águas superficiais e subterrâneas deve ser produzida. Esta agenda deve incorporar aspectos que vão desde poluentes emergentes e resiliência dos lagos, a incorporação do risco climático na gestão de recursos hídricos e metodologias de alocação de água, de forma ampla, descentralizada e participativa.

A produção de conhecimento deve apoiar as dimensões essenciais da política de recursos hídricos. A Política Nacional de Recursos é compatível com as necessidades do Nordeste. Deve-se promover uma agenda positiva que ao tempo que integre as múltiplas dimensões do problema, detalhe os instrumentos de gestão dos recursos hídricos considerando as especificidades da região semiárida. Passa-se a discutir elementos para a construção dessa

agenda da Política Nacional de Águas para o Semiárido. Tem-se realizado no Semiárido nas últimas décadas uma profunda reforma na gestão da água. Não obstante a diversidade da ocorrência desta reforma pode-se afirmar que ela contempla múltiplas dimensões do gerenciamento de recursos hídricos, tais como:

- i)** A instalação de uma infraestrutura político-jurídico-institucional que administre o sistema;
- ii)** Descentralização e participação pública no processo de tomada de decisão e sistema administrativo de gerenciamento de conflitos constituído das comissões de usuários, comitês de bacia e Conselhos Estaduais de recursos hídricos;
- iii)** Sustentabilidade financeira e mecanismo de financiamento do sistema através da cobrança pelo uso da água;
- iv)** A construção de infraestrutura física que aumente as garantias do sistema e permita a transferência de água para o suprimento dos usos com maior valor econômico e social;
- v)** A internalização da cultura de operação e manutenção de hidrossistemas como forma de garantir a produção de benefícios sociais das infraestruturas construídas;
- vi)** O planejamento como instrumento de seleção das ações a serem adotadas;
- vii)** A capacitação institucional (técnica e instrumental) para o gerenciamento do sistema;
- viii)** A formulação e implantação de um programa de recompensas financeiras para usuários, que incentive a preservação de nascentes, a redução do desmatamento do Bioma Caatinga, e reduza os processos de desertificação em curso

A reforma da água operada no Semiárido contempla, desta forma, mudanças políticas na transparência e na forma de tomada de decisões, culturais na forma de relação entre o interesse público e o privado, no gerenciamento no critério com que se constrói, opera e mantém a infraestrutura e na visão de sustentabilidade financeira, econômica e social que os sistemas devem ter. Constitui-se em uma reforma que opera sobre processos sociais profundos e demanda tempo para a construção de uma nova cultura das águas, associada ao sistema de valores promovidos pela reforma.

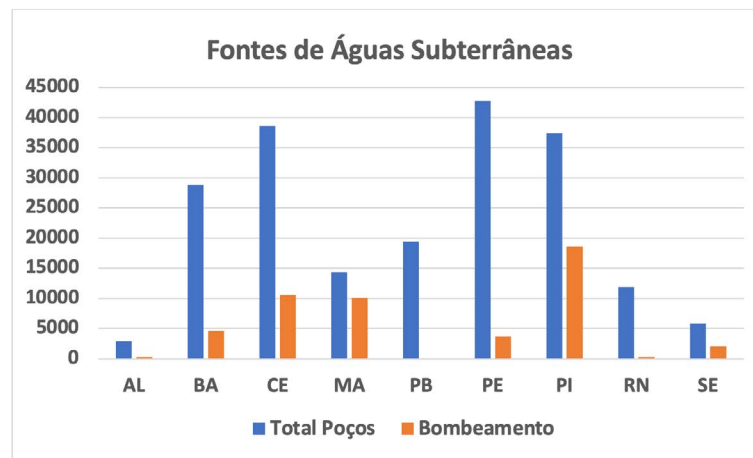
#### **4. FONTES DE ABASTECIMENTO POR ÁGUA SUBTERRÂNEA**

O Polígono das Secas apresenta um regime pluviométrico marcado por extrema irregularidade de chuvas, no tempo e no espaço. Nesse cenário, a escassez de água constitui um forte entrave ao desenvolvimento socioeconômico e, até mesmo, à subsistência da população. A ocorrência cíclica das secas e seus efeitos catastróficos são por demais conhecidos e remontam aos primórdios da história do Brasil. Esse quadro de escassez poderia ser modificado em determinadas regiões, através de uma gestão integrada dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Entretanto, a carência de estudos de abrangência regional, fundamentais para a avaliação da ocorrência e da potencialidade desses recursos, reduz substancialmente as possibilidades de seu manejo, inviabilizando uma gestão eficiente (CPRM, 2005).



As decisões sobre a implementação de ações de convivência com a seca exigem o conhecimento básico sobre a localização, caracterização e disponibilidade das fontes de água superficiais e subterrâneas. Dos estudos realizados o mais importante para a nossa região foi o projeto de Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, localizado no semiárido do Nordeste realizado pelo CPRM – Serviço Geológico do Brasil. A partir de pesquisas realizada no sistema de informações de águas subterrâneas – SIAGAS foi elaborado a distribuição do total de Poços de abastecimento por águas subterrâneas, bem como o número de unidades que ainda está em operação de bombeamento (Figura 3).

**Figura 3** – Número de Poços de abastecimento por águas subterrâneas nos estados da região Nordeste (Total e em Operação).



## 5. O PROGRAMA REGIONAL DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

### 5.1 AMPLIAÇÃO DO CONHECIMENTO HIDROGEOLÓGICO

A ampliação do conhecimento hidrogeológico é a primeira etapa para subsidiar a implantação de um sistema de gestão realmente integrado entre as águas subterrâneas e as superficiais, já que atualmente a gestão é focada no componente das águas superficiais, pelo fato desta ter maior visibilidade e pela maior disponibilidade de dados e estudos.

O monitoramento quali-quantitativo das águas subterrâneas é um dos instrumentos mais importantes para dar suporte às estratégias, ações preventivas e políticas de uso, proteção e conservação do recurso hídrico subterrâneo. A definição de diretrizes nacionais para o monitoramento das águas subterrâneas é uma necessidade premente para uma futura integração das redes de monitoramento e sistemas de informações. Estas diretrizes são importantes no sentido de compatibilizar e normatizar procedimentos comuns entre os estados, a fim de construir as bases para a definição do desenho das redes em bacias hidrográficas, hidrogeológicas ou locais, de acordo com suas especificidades. O objetivo do monitoramento é ampliar a base de conhecimento hidrogeológico dos aquíferos, e acompanhar as alterações espaciais e temporais na qualidade e quantidade das águas subterrâneas para fins de gestão integrada de recursos hídricos.

Os Estudos e Projetos para aquíferos de abrangência interestadual tem como meta ampliar e consolidar os conhecimentos hidrogeológicos sobre os recursos subterrâneos interestaduais e transfronteiriços, identificando suas potencialidades, disponibilidades, qualidade da água, vulnerabilidades e riscos, a fim de propor o planejamento da gestão e uso sustentável destes mananciais.

Os Estudos e projetos em escala local são considerados projetos estratégicos realizados em áreas restritas de um aquífero regional ou local que estão circunscritos a uma determinada bacia hidrográfica ou a limites geográficos estaduais ou municipais. Os estudos e projetos deverão conter informações apropriadas aos seus objetivos, no entanto, deverão ser mais detalhados que os aquíferos com extensões maiores, como nos casos dos interestaduais e transfronteiriços. Neste sentido, destacam-se os aquíferos localizados em áreas urbanas, que representam manancial com parcela relevante para abastecimento público, onde já ocorrem problemas relativos ao rebaixamento acentuado dos níveis e à qualidade das águas, devido às crescentes pressões populacionais e uso e ocupação do solo desordenada.

## **5.2 DESENVOLVIMENTO DOS ASPECTOS INSTITUCIONAIS E LEGAIS**

A legislação de recursos hídricos está muito mais avançada em relação às águas superficiais. A maior parte dos Estados que possui legislação relativa às águas subterrâneas tem se limitado à questão da outorga e são poucas aquelas que tratam da proteção e conservação destes recursos e a sua gestão integrada, principalmente a interface com as águas superficiais.

## **5.4 Capacitação, Comunicação e Mobilização Social**

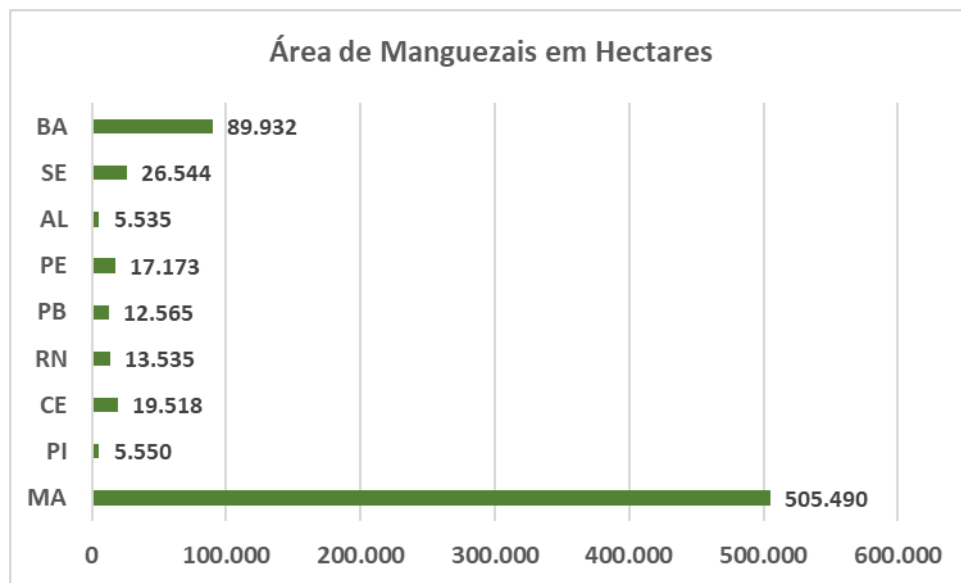
É notória a necessidade de capacitação em águas subterrâneas, porque as informações, os cursos e os trabalhos na área de hidrogeologia são esparsos. A sociedade pouco conhece e discute o assunto e são raras as iniciativas para a mobilização e educação ambiental que incorporem o tema. No que se refere à gestão das águas subterrâneas as dificuldades e a falta de integração são ainda maiores, havendo a necessidade de envidar esforços no sentido de promover a inserção da temática nas ações e atividades relacionadas à Gestão Integrada de Recursos Hídricos (GIRH). O Programa IV do Plano Nacional de Recursos Hídricos prevê em suas ações uma série de atividades para o desenvolvimento de capacidades e seu modelo conceitual contempla estruturas metodológicas que permitem integrar e harmonizar as ações previstas neste programa com os demais programas do PNRH.

## **6. OS MANGUEZAIS NO NORDESTE**

Os manguezais são um dos ecossistemas mais produtivos do planeta, e sua importância para a manutenção de bens e serviços é enorme. Os manguezais são sequestradores e estocadores de carbono na biomassa e no solo. O processo de sequestro de carbono por área de florestas de mangue é da mesma ordem de grandeza do observado em outras florestas tropicais úmidas. Quando se considera o reservatório de carbono contido na biomassa acima do solo, essa similaridade se mantém. Por outro lado, quando é considerado o estoque total de carbono no sistema, incluindo a biomassa subterrânea e estoque no solo, o estoque de carbono em manguezais tropicais por unidade de área é significativamente maior que o observado em

O ecossistema manguezal apresenta uma extensão de aproximadamente 14.000 km<sup>2</sup> ao longo do litoral do Brasil. Cerca de 80% dos manguezais em território brasileiro estão distribuídos em três estados do bioma amazônico: Maranhão (36%), Pará (28%) e Amapá (16%). Essa área de manguezais situada no norte do Brasil constitui a maior porção contínua do ecossistema sob proteção legal em todo o mundo. A soma das áreas de manguezais no Nordeste é de 695.842 Hectares, o estado do Maranhão totaliza 505.490 ha sendo responsável por 72,6% do total, em seguida aparece a Bahia com 89.932 ha, os restantes dos estados apresentam uma área média de 14345 ha com Sergipe 26.544 ha e Ceará 19.518 com as maiores áreas – Piauí 5.550 ha e Alagoas 5.535 ha os de menores áreas (Figura 4).

**Figura 4** - Área de Manguezais dos estados do Nordeste em Hectares.



### 6.1 POLÍTICAS PÚBLICAS MANGUEZAIS

Entre as políticas públicas realizadas para a conservação dos manguezais em desenvolvimento pelo ICMBio destaca-se o monitoramento participativo in situ das áreas de manguezal para a qual foram definidos três alvos de monitoramento: o caranguejo-uçá, a cobertura vegetal e os peixes de interesse social. Entre as ações que o projeto Manguezais Brasileiros realiza no âmbito do monitoramento da biodiversidade, está a atualização do mapeamento dos manguezais no Brasil, com o objetivo de auditar o levantamento de ocorrência de manguezais no Brasil com base em imagens de sensores orbitais de média e alta resolução, de modo a contribuir com o aperfeiçoamento dos processos de conservação dos manguezais em todo o território brasileiro.

Os ecossistemas costeiros apresentam uma rica biodiversidade e fornecem uma ampla gama de bens e serviços para as comunidades locais. Eles desempenham um papel importante na pesca on shore e offshore, fornecendo aos peixes juvenis habitats de berçário e abrigo. Eles podem armazenar e sequestrar quantidade significativa de carbono e também são uma fonte de madeira e combustível para as comunidades; proteger o litoral da erosão do solo e até de tsunamis, em algumas regiões do mundo, além de atrair financiamento para pesquisa e educação. As atividades recreativas nos ecossistemas costeiros também fazem parte dos serviços ambientais. O ecoturismo está se tornando cada vez mais importante e os manguezais oferecem usos econômicos alternativos, que incluem apicultura (criação de abelhas) e aquicultura (criação de organismos aquáticos). Esses benefícios mostram a alta dependência das comunidades locais dos manguezais para seu bem-estar.

Neste sentido, é importante a nível estadual, estudar todas as formas de potencializar os bens e serviços para as comunidades de ribeirinhos e pescadores artesanais. Uma proposta inovadora seria a implementação de um projeto com o objetivo geral de implementar ações que promovam a preservação ecológica das áreas de restingas e manguezais a partir de quatro ações principais: CONHECER, VALORAR, VALORIZAR E DIFUNDIR a importância destes ecossistemas de modo a gerar renda e desenvolvimento econômico sustentável para as comunidades costeiras, favorecendo a conservação ambiental, a produção sustentável de alimentos e o atendimento aos múltiplos usos do espaço marinho. A concepção do estudo está organizada nas seguintes etapas de construção do produto final:

- (1) Caracterização Geral da Biodiversidade (Conhecer): Biodiversidade, Saúde Ambiental, Reservatórios de Zoonoses e Monitoramento de Vetores;

**(2)** Desenvolvimento de metodologia de valoração de projetos de pagamento por serviços ambientais (Valorar): Ecossistemas de Referência, Modelagem e Serviços Ecossistêmicos;

**(3)** Formulação de substâncias de interesse medicinal/nutricional (Valorizar): Valoração e Modelagem de Serviços Ecossistêmicos.

**(4)** Elaborar material técnico científico para a realização de ações de educação/sensibilização ambiental continuada para educadores, gestores públicos e organizações da sociedade civil (Difundir): Comunicação Pública da Ciência sobre a Biodiversidade Brasileira. Conseqüentemente, para o alcance do objetivo geral, atores formados por profissionais da academia, do terceiro setor, da iniciativa privada e da sociedade em geral, irão dedicar esforços na implementação de ações que promovam a restauração ecológica de áreas degradadas nos estuários e restingas do litoral do Nordeste.

Ademais, o projeto visa desenvolver uma melhor compreensão do estado de conservação dos ecossistemas de manguezais e restingas, seu papel na manutenção do ciclo de vida das espécies com reconhecida importância para a conservação e seu potencial no sequestro de carbono. Vale ressaltar que as ações de educação ambiental serão modernizadas, com o enfoque na ciência cidadã, bem como as ações de comunicação social. Ao final, vamos entender melhor o papel dos manguezais dos estuários do litoral nordestino na conservação da biodiversidade marinha e no fornecimento de serviços ecossistêmicos e disseminar essas informações para a população, em especial as comunidades tradicionais (destacando-se pescadores artesanais, povos indígenas, mulheres), em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Organizações das Nações Unidas (ONU).

## **7. DIAGNÓSTICO DA EROÇÃO COSTEIRA NO NORDESTE DO BRASIL**

A linha de costa é espacialmente variável e compreende vários tipos diferentes de ambientes costeiros, como por exemplo, praias arenosas, falésias, estuários e deltas de rios. Destes diferentes tipos as costas arenosas (praias) são altamente dinâmicas no tempo e no espaço e constituem uma parte substancial da costa mundial. Inevitavelmente, os impactos das alterações climáticas nas costas arenosas tendem a serem cada vez mais presentes e agravados.

A zona costeira é reconhecida como uma das áreas mais complexas e sensíveis: além da suscetibilidade a processos naturais relacionados à interação dos ambientes marinhos e continentais, é afetada ainda pelo fenômeno das mudanças do clima, bem como se sujeita a forte pressão urbana (cerca de um quarto da população nacional reside em municípios litorâneos). Este fenômeno se dá em função da apropriação da Zona Costeira, para o desenvolvimento de atividades e usos que lhe são próprios, tendo como principais vetores indutores as atividades portuárias, industriais, petrolíferas, pesqueira, imobiliárias e de exploração turística. A linha de costa é espacialmente variável e compreende vários tipos diferentes de ambientes costeiros, como por exemplo, praias arenosas, falésias, estuários e deltas de rios. Destes diferentes tipos as costas arenosas (praias) são altamente dinâmicas no tempo e no espaço e constituem uma parte substancial da costa mundial.

Estudos realizados pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) no desenvolvimento do Programa Nacional para Conservação da Linha de Costa (PROCOSTA) apontam que 40% da costa brasileira já enfrenta graves problemas de erosão costeira, prejudicando as cidades e as estruturas de exploração econômica. A região nordeste, por exemplo, registra 52,46% das ocorrências de erosão marinha, seguida pela região sudeste, com 39,34% dos registros, e

a região sul com 8% das ocorrências. A elevação do nível médio do mar, por sua vez, coloca em risco a maior parte das cidades costeiras, principalmente as moradias de pessoas de baixa renda que não possuem alternativas de migração. Compromete, ainda, a drenagem e o sistema de esgotamento, quando existente, pois a vazão desse material é calculada para ser realizada com níveis do mar mais baixos que os projetados pelas mudanças do clima. Com a elevação do nível do mar pode ocorrer o refluxo desse material para a cidade, agravando o problema de poluição das praias e aumentando o risco de ocorrência de doenças na população. Por outro lado, aumentos na temperatura podem afetar o sistema de transporte, ocasionando, por exemplo, rachaduras em estradas, empenamento de ferrovias e enchentes em aeroportos, aumentando a frequência e intensidade de tempestades que, por sua vez, afetam terminais, conglomerados de frete, áreas de armazenagem e carga, além de prejudicar as cadeias de suprimentos e o transporte.

## **8. PROPOSTAS DE POLÍTICAS PÚBLICAS**

### **8.1 GERENCIAMENTO COSTEIRO**

Objetivo: promover e aplicar o Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro na região nordeste.

Como fazer: permitindo que todos os estados costeiros da região nordeste sigam a política nacional de gerenciamento costeiro de forma harmoniosa e eficaz, através de políticas públicas que favorecem a manutenção da paisagem e da integridade costeira, da proteção que as praias e os ambientes costeiros conferem às cidades litorâneas enquanto zonas de amortecimento (especialmente importante nestes tempos de intensificação de eventos extremos e mudanças climáticas) e à manutenção dos serviços ecossistêmicos prestados pela zona costeira.

Outra sugestão seria a criação de um setor ou diretoria, nas estruturas administrativas ligadas as Secretarias de Infraestrutura, com profissionais capacitados em geoprocessamento para estudar a evolução local das linhas de costas; oceanografia para a realização de levantamentos hidrodinâmicos (Ondas, correntes, marés, ventos e simulação) e topobatimétricos; e engenharia para projetar as possíveis soluções a serem implantadas, considerando o custo-benefício da implantação das obras.

## **9. COMUNIDADES COSTEIRAS TRADICIONAIS**

As comunidades costeiras tradicionais constituem uma das populações mais vulneráveis às mudanças climáticas, ainda que não tenham contribuído para o surgimento desse fenômeno, o que demonstra uma das facetas da injustiça climática. As discussões internacionais sobre o assunto abordam este problema em maior escala, na maioria das vezes ignorando os efeitos diretos da mudança climática em escala local, onde as comunidades tradicionais vivem e onde os impactos da mudança climática são e serão cada vez mais sentidos. Neste contexto, as ações de adaptação deveriam ser concebidas e implementadas localmente, o que requer o conhecimento e o engajamento das populações locais, que muitas vezes não estão informadas sobre as questões científicas e decisões políticas.

Os territórios onde vivem as comunidades costeiras tradicionais são expressões das conexões dessas populações com o litoral e o mar, de forma que suas próprias formas de vida, incluindo sua identidade, cultura e subsistência, estão profundamente entrelaçados com o espaço ao seu redor. Este forte senso de lugar e conexão com o meio ambiente ao seu redor molda a cosmologia dessas comunidades de modo a se conceber tanto como parte da natureza e como diretamente dependentes do ecossistema em que estão inseridos. Ao abordar o tema comunidades

tradicionais devem-se fazer uma ressalva, haja vista serem englobados como populações tidas como comunidades tradicionais não só os indígenas, mas também outras pessoas que se relacionam diretamente com o meio ambiente, até porque depende de recursos naturais para sua continuação sócio-cultural, com a utilização de atividades que não agredem ou agredem de forma menos degradante o ambiente. Assim pode-se dizer que são comunidades tradicionais: as comunidades extrativistas, indígenas, de pescadores, remanescentes de quilombos, dentre outros.

As pessoas coletam plantas medicinais para tratar várias doenças desde os tempos antigos. As plantas medicinais usadas por vários grupos etnolinguísticos têm atraído muito interesse de cientistas e do público em geral, e seu estudo tornou-se um dos tópicos mais prementes da etnobotânica. Curandeiros indígenas e profissionais de saúde tradicionais em todo o mundo desenvolveram um rico acervo de conhecimentos sobre como coletar e usar plantas medicinais ao prestar serviços às comunidades. É urgente encontrar formas práticas de obter maior apoio público para a conservação da biodiversidade para que ela seja amplamente alcançada na prática. Algumas comunidades tradicionais estabeleceram um sistema de pontuação quantitativa para identificar bons candidatos a espécies emblemáticas, o que, acredita-se, ajudará a reunir apoio local para iniciativas de conservação. Eles propõem o uso de critérios para identificar as melhores espécies-bandeira (Snapflag): critérios que se referem à ciência da conservação, ou seja, o status de ameaçada, endêmica e raridade da espécie; e critérios relacionados ao funcionamento do ecossistema local e aos valores socioeconômicos e culturais (Figura 5).

**Figura 5** – Aroeira do Sertão utilizada popularmente para tratamento de problemas dermatológicos e ginecológicos.



Neste contexto, é imperativo realizar a caracterização química, avaliar atividades biológicas e produzir formulações a partir dos principais produtos ativos de plantas da biodiversidade da zona litorânea utilizados pelas comunidades tradicionais costeiras do nordeste do Brasil, para contribuir com a sustentabilidade dos ecossistemas das restingas e manguezais, conhecendo sua potencialidade medicinal/nutricional. Identificar em cada estuário ou região melhores espécies-bandeira (Snapflag) para potencializar a preservação dos manguezais.

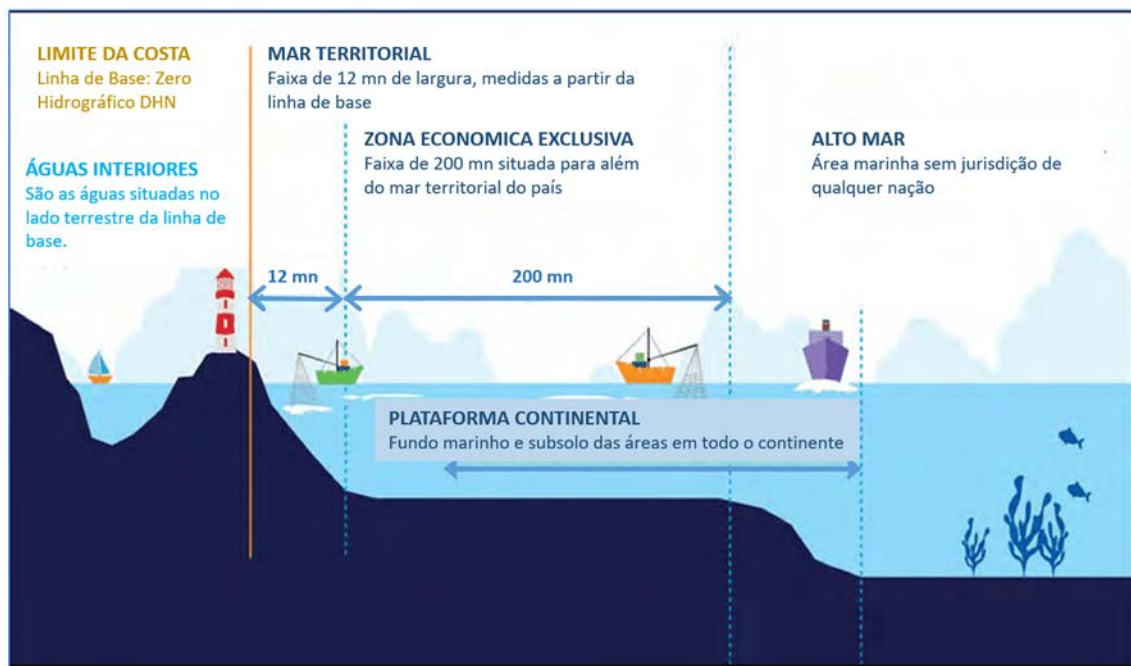
Será elaborado material técnico científico para a realização de ações de educação/sensibilização ambiental continuada para educadores, gestores públicos e organizações da sociedade civil. Nas comunidades tradicionais pode-

-se observar que há uma infinidade de elementos culturais, saberes, rituais, manifestações e um patrimônio material e imaterial muito diversificado que ainda não foram catalogados ou registrados de forma escrita, bem como ainda são desconhecidos pela literatura científica. Nestas comunidades percebe-se a interação dos elementos da natureza com os seres humanos que vivem neste espaço geográfico, o que exige uma lembrança (memória) dos saberes e conhecimentos ancestrais para se manterem naquele local. “Halbwachs” define estes procedimentos mnemônicos pelo conceito de “memória coletiva” por ser um produto da coletividade e do meio. Neste sentido, o material técnico científico a ser elaborado apresenta duas vertentes: a etnobotânica para estudar e registrar as plantas medicinais das comunidades tradicionais suas práticas e aplicações em uma linguagem científica para divulgação, e em manuais de espécies medicinais, na linguagem popular (coloquial) para servir de registro e transmissão do conhecimento tradicional.

## 10. OCEANOS - POTENCIAL ECONÔMICO DAS ZONAS MARÍTIMAS

O efetivo conhecimento e o uso compartilhado do ambiente marinho, de forma planejada, organizada e sustentável, é um grande desafio para o estado brasileiro, especialmente para a região nordeste, uma vez que pressupõe o envolvimento e participação de diferentes setores atuantes nas áreas costeiras e marinhas. A Política Nacional para os Recursos do Mar promove a integração do Mar Territorial, da ZEE e da Plataforma Continental ao espaço brasileiro, por intermédio do fomento e da execução de atividades de pesquisa, de monitoramento oceanográfico e estudos do clima, bem como de exploração e conservação dos valiosos recursos naturais da nossa Amazônia Azul (Figura 6).

**Figura 6** - Delimitação das Zonas marítimas definidas pela Convenção das Nações Unidas sobre os Direitos do Mar (CNUDM). 1 Milha Náutica = 1.852 metros.



E uma das formas para gerir todo esse singular e valioso patrimônio, denominado Amazônia Azul, é através da efetiva implantação do Planejamento Espacial Marinho - PEM no país. O PEM é um poderoso instrumento público, multissetorial, de cunho operacional e jurídico, indispensável para garantir a governança e a soberania da Amazônia Azul. Visa o uso compartilhado, eficiente, harmônico e sustentável de suas riquezas, e a geração de divisas e de empregos para o Brasil. Para isso, é necessário que se obtenha a segurança jurídica eficiente e eficaz para

investidores nacionais e internacionais, bem como ao próprio Estado, atinente às atividades econômicas desenvolvidas nesse extenso ambiente marinho e costeiro, respeitada a salvaguarda de interesses estratégicos e de Defesa Nacional.

## **11. POLÍTICAS PÚBLICAS**

### **11.1 DESENVOLVIMENTO DA CULTURA OCEÂNICA**

Objetivo: promover o conhecimento/entendimento sobre a importância dos serviços ecossistêmicos prestados pelos oceanos para a Vida na Terra; refletir sobre a forma que estamos usando o mesmo, se precisamos ajustar/mudar, visando a melhoria da saúde dos oceanos. Como fazer: Para promover a cultura oceânica, é necessário que o conhecimento da ciência oceânica seja disseminado em formato e linguagem específicos para diferentes setores da sociedade. Introduzir na matriz curricular das escolas públicas; ações voltadas para o desenvolvimento da mentalidade marítima, através de matérias, palestras, vídeos, mesas redondas, etc.

### **11.2 COMBATE AO LIXO MARINHO**

Objetivo: sensibilizar a população geral sobre o problema do lixo marinho, bem como combater o lixo no mar. Como fazer: introduzir políticas de plástico zero, com adaptações e escalonamento levando em conta a realidade das localidades; criar coleções didáticas de lixo marinho

### **11.3 SISTEMA OBSERVACIONAL**

Objetivo: realizar a observação dos oceanos de forma integrada, continuada e sustentável. Episódios recentes como o do derramamento de óleo no nordeste brasileiro e o aumento na incidência de desastres naturais a partir de fenômenos marinhos, por vezes ligados às mudanças climáticas, apontam para a necessidade de uma visão regionalizada. Como fazer: A observação dos oceanos envolve a coleta de dados sistemáticos de variáveis consideradas essenciais para o gerenciamento adequado dos ambientes marinhos, incluindo dados físicos, biogeoquímicos, ecossistêmicos e biológicos que precisam ser monitorados em escalas de tempo e espaço adequadas. Entretanto, tudo depende de uma sólida infraestrutura embarcada e remota e, principalmente, de uma cadeia funcional de desenvolvimento tecnológico e manutenção de equipamentos.

## **12. DIAGNÓSTICO DOS RECIFES E OS ECOSISTEMAS CORALINOS DO NORDESTE DO BRASIL**

Recifes, bancos de arenitos de praia, também chamados de arrecifes, onde se desenvolvem ecossistemas coralinos, ocorrem ao longo do litoral da região Nordeste. São feições formadas por organismos e são abrigo de flora e fauna muito diversas. Ocorrem desde a linha de costa até profundidades de cerca de 100m de lâmina d'água. Essas estruturas fornecem importantes serviços ecossistêmicos, como a provisão de alimentos (obtidos através da pesca e da mariscagem) manutenção de habitats, proteção à linha de costa e oportunidades para turismo e recreação.

Esses ecossistemas sofrem declínio em resposta à poluição costeira, ao aumento nas taxas de sedimentação, por desmatamento das matas ciliares e por perda de solo, dragagens de manutenção de portos, além de serem afetados por turismo desregulado, pela exploração de organismos marinhos ornamentais, por bioinvasões, e pelo aquecimento global. Estima-se que 16% a 37% dos recifes de coral, no mundo, estão sob risco alto a muito alto de



impactos cumulativos sob efeito de estressores locais e globais. O maior impacto sobre estes recifes é causado pelos aumentos de temperatura e pressão de pesca e os recifes dos estados da Bahia, Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte são os mais ameaçados.

O aumento da temperatura média do planeta e as ondas de calor que têm ocorrido afetam também a zona costeira e provocam o fenômeno de branqueamento dos corais. Muitos desses eventos têm relação com o fenômeno do “El Niño” que está em pleno desenvolvimento este ano. Esse efeito ameaça a persistência dos recifes e, consequentemente os benefícios que esses ecossistemas provêm à sociedade. Eventos de branqueamento de corais ao longo da costa têm sido relatados desde os anos 90 na Bahia, em Alagoas, Pernambuco, na Paraíba, no Rio Grande do Norte, no Ceará, no Atol das Rocas e em Fernando de Noronha. Também foi relatado nos recifes na costa do Maranhão, incluído entre os recifes da foz do Amazonas. Os eventos de branqueamento estão aumentando em frequência, intensidade e abrangência. Apesar de normalmente conseguirem se recuperar do branqueamento, os episódios de mortalidade dos corais têm aumentado.

A poluição e a expansão urbana têm afetado os recifes próximos a centros urbanos regionais, como Salvador (Baía de Todos os Santos) e Maceió, por exemplo. Nas imediações da Baía de Todos os Santos houve o desaparecimento do hidrocoral *Millepora alcornis* e a extinção local da espécie de coral cérebro endêmico *Mussismilia braziliensis*. Observa-se atualmente nessa baía a substituição de corais pétreos que constroem o recife e promovem a criação de abrigos para peixes, crustáceos e outras espécies, pelo zoantídeo *Palythoa grandiflora*, que é um coral sem esqueleto, o que provoca impacto negativo também para as populações de peixes recifais. Desde 2008, o coral-sol (*Tubastraea* sp) se estabeleceu nessa baía e tem se espalhado por diversas localidades em Sergipe, Alagoas, Pernambuco, e no Ceará. Além disso, há também um crescente número de espécies de octocorais e briozoários invasoras. O peixe-leão foi encontrado desde o Maranhão até Pernambuco, e também em Fernando de Noronha. Em Pernambuco, o impacto da urbanização promoveu mudanças nas espécies de macoralgas e diversos outros tipos e organismos. Ainda em Pernambuco, foi detectada contaminação de peixes recifais por resíduos de celulose e microplástico.

Entre agosto 2019 ocorreu um evento desastroso de derramamento de petróleo, cuja causa ainda é desconhecida. Os efeitos desse derramamento, com encalhe de óleo ao longo de 3000 km da linha de costa do Nordeste e parte do Sudeste do Brasil. A dispersão iniciada em agosto de 2019 foi considerada finalizada em março de 2020, mas ocorreu um evento de retorno desse óleo que provavelmente estava aprisionado em local submerso, além de ter sido desenterrado de diversas praias e sedimento estuarino, durante um período de frentes frias rigorosas. Cerca de 5 toneladas de resíduos oleados foram retiradas da costa. Recifes da costa da Bahia, como Boipeba, Itacimirim, Guarajuba, Praia do Forte, arenitos de Praia em Siribinha, foram bastante atingidos. A costa entre Pernambuco e Paraíba também foi muito afetada, em especial os recifes de Tamandaré. Resultados de investigações realizadas pelo Grupo de trabalho de Derrames de óleo do INCT AmbTropic, que é uma rede de pesquisa que conta com pesquisadores de todas as universidades federais no nordeste e é sediado na UFBA, além de pesquisas independentes de pesquisadores da UFPE, por exemplo, mostraram que houve um impacto imediato na comercialização de pescado, mesmo em áreas não atingidas pelo óleo, houve contaminação aguda e morte de animais marinhos como tartarugas e peixes, redução acentuada de organismos planctônicos (inclusive recrutas de peixes) mas não há resultados que indiquem que o pescado foi contaminado e estivesse impróprio para consumo. Contudo, peixes e moluscos de diversos recifes na Bahia, em Alagoas e no Rio Grande do Norte foram afetados em sua formação, e em sua fisiologia. Pessoas que estiveram envolvidas na recolha dos resíduos de óleo tiveram sintomas agudos de intoxicação. Os efeitos nos organismos marinhos e em pessoas deve ser monitorado constantemente.

### **13. PROPOSTAS DE POLÍTICAS PÚBLICAS**

As políticas recomendadas são concatenadas com as propostas oferecidas nos itens da erosão costeira, manguezais e oceanos. Devem ter como objetivo a manutenção e o aproveitamento dos benefícios que os recifes proporcionam para a sociedade, como: alimento, produtos naturais e biotecnológicos, proteção à linha de costa e oportunidades de turismo sustentável.

Sistema observacional – objetivo: registrar de forma frequente e contínua os indicadores ambientais e ecológicos para a avaliação da saúde dos recifes, incluindo os efeitos do aquecimento da água do mar e da região oceânica sobre os organismos recifais como os corais. Incluir entre os indicadores os organismos invasores em especial nas regiões portuárias e recifes próximos, pois a navegação é o principal vetor de invasões de invertebrados. Existem diversos grupos de pesquisa que individualmente ou em associação com as comunidades tradicionais já realizam esse monitoramento. Esses grupos devem ser apoiados e é recomendável que seja criada uma rede com todos os atores envolvidos em projetos locais ou regionais, associada à proposta feita no item VII - Oceanos.

Combate ao lixo e à poluição marinha – Objetivo: reduzir as substâncias contaminantes na água e os resíduos que podem alterar a fisiologia dos organismos e prejudicar a qualidade da alimentação proporcionada pelo ecossistema recifal. O que fazer: promover a recuperação das matas ciliares, promover o tratamento dos resíduos sólidos e de efluentes domésticos e industriais, aprimorar o monitoramento das dragagens portuárias.

Apoiar o aprimoramento e a manutenção de artes tradicionais de pesca – Objetivo: melhoria da qualidade de vida da população tradicional pesqueira. O que fazer: desenvolver iniciativas de monitoramento pesqueiro participativo, promoção de iniciativas de gestão participativa dos recursos pesqueiros. Ver também as propostas ligadas às Comunidades Tradicionais Costeiras

Desenvolvimento de produtos biotecnológicos – Objetivo: investigar substâncias produzidas por organismos marinhos que tenham aplicabilidade em desenvolvimento de compostos para fins de saúde e tratamento de doenças como viroses ou outras patologias. O que fazer: apoiar iniciativas de Universidades na Bahia, na Paraíba e no Rio Grande do Norte, e a criação ou o fortalecimento de redes de pesquisa. Projetos de produção de biodiesel com algas estão em desenvolvimento em Pernambuco, na Paraíba e no Ceará.

# 03. Diagnóstico e Recomendações do GRUPO DE TRABALHO de Biomas, Biodiversidade e mudanças Climáticas

Cenários e Desafios à Sustentabilidade dos Biomas do Nordeste do Brasil frente aos Extremos Climáticos.

## 1. DIAGNÓSTICO

As rápidas e bruscas mudanças ambientais com aumento da concentração de CO<sup>2</sup> na atmosfera provocam aquecimento anômalo da mesma, e isto produz o efeito estufa, desencadeando extremos e emergências do clima e desordem global do Planeta, com profunda degradação dos Biomas (NASCIMENTO, 2023).

Países como o Brasil serão os mais afetados pelas contingências das mudanças globais, com sérios agravamentos da sua sustentabilidade ecológicas e socioeconômica. Estes desafios envolvem uma complexidade de questões naturais que afetam tanto áreas urbanas, quanto rurais. Portanto, os problemas de degradação ambiental de terras, ar e águas concorrem com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), em especial o Objetivo 13 (medidas urgentes no combate a mudança climática e seus impactos) e ameaça a segura das pessoas.

Questões estruturais como a desigualdade social, a concentração de renda e os modelos exploratórios de recursos naturais dos Biomas causam impactos ao meio ambiente. Neste domínio, a proteção e uso sustentável de ativos e recursos naturais, com destaques aos bioinsumos são temas chaves à agenda da sustentabilidade nos Biomas Regionais. E nesta questão, destaca-se o Nordeste do Brasil, na perspectiva da gestão ambiental frente aos Extremos Climáticos.

Em termos ambientais, o histórico e formação territorial do Nordeste do Brasil (1.554.257,004 km<sup>2</sup> ou 18,25 do território nacional) provocou impactos e degradações ambientais de toda sorte em seus mais variados domínios ambientais e Biomas.

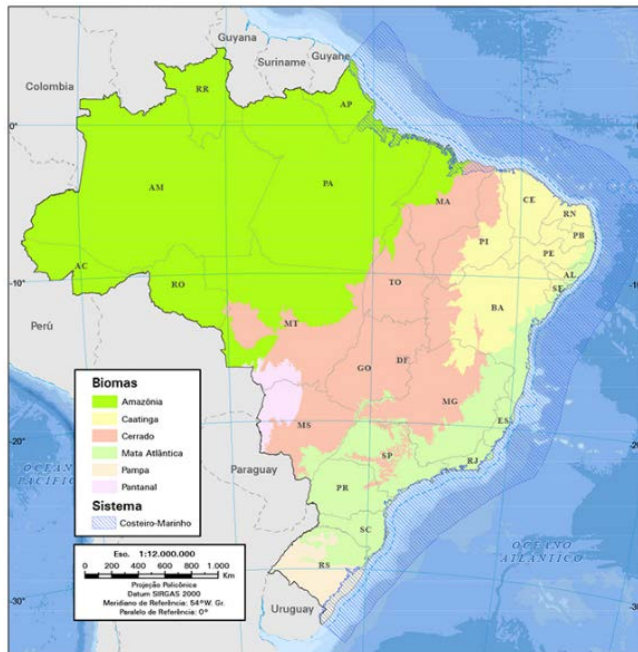
Neste sentido, se faz importante mencionar que as paisagens e ecossistemas associados aos Biomas do Nordeste são heranças de processos pretéritos e de atuação recente. Portanto, é de responsabilidade nossa a proteção dos ativos ambientais, dos bioinsumos e de todos as potencialidades de uso sustentável de recursos naturais existentes na região. De forma similar, deve-se conhecer suas limitações de uso para evitar os estiolamentos ambientais, sobretudo em época de Emergência Climática e alterações bruscas e frequentes nos Biomas da Região.

Para avaliação de uma situação atual, limites e potenciais de usos dos Biomas Nordestinos frente às mudanças e emergências climáticas, a prognose a ser aventada está baseada em dois cenários: o tendencial e desejável. O cenário tendencial trata de uma análise profunda e circunstanciada da dinâmica evolutiva, delineando o que se considera na trajetória mais provável da dinâmica ambiental e do desenvolvimento socioeconômico. No Brasil, é possível correlacionar os diversos Domínios Fitogeográficos aos Biomas, onde o quadro geobotânico associado as condições climáticas formam espaços naturais com diversas ecológicas e biodiversidades.

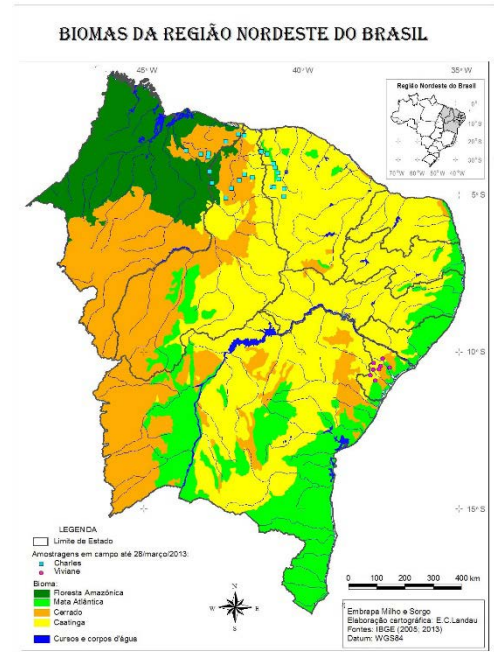
Os 6 (seis) Biomas do Brasil são a base espacial ou referência geográfica para políticas públicas ambientais, assim como para o monitoramento ambiental e de desmatamento (*Brazil, & Ministry of the Environment, 2015*). O Nordeste representa uma região geoeconômica e ambiental complexa e diversificada no domínio dos trópicos. Dentro

de uma Geografia intertropical, resguarda praticamente todos os tipos de macropaisagens verificadas no Brasil, com a ocorrência de 4 (quatro) do total de Biomas do país, onde se destaca o domínio das caatingas. Além disso, o que singulariza a Região em relação às demais do Brasil é a existência da mancha semiárida. Os Biomas do Nordeste são: Caatinga (em maior parte do Nordeste); Cerrado (Oeste da Bahia, Piauí e Leste do Maranhão), Savana mais rica do mundo em biodiversidade; Mata Atlântica (Litoral Leste, até o Sul da Bahia, o mais ameaçado do Brasil); e, Floresta Amazônica (Oeste do Maranhão).

**Figura 1** – Biomas do Brasil



**Figura 2** – Biomas do Nordeste



Fonte: IBGE, 2023

Na Figura 2, observa-se que de leste para o Oeste temos a zona costeira com Mata Atlântica a qual se dispersou com concentrações e relicários ambientais pelas encostas do Planalto Baiano e pelos Maciços Cristalinos com altitudes superiores a 600 mts de altitude pelo Nordeste (com exceção do Maranhão). Em amarelo, estão as Caatingas dos Sertões Secos, entremeados por resquícios de Cerrados oriundos do Brasil Central. Estes, por sua vez, se dispersaram pelo atual Estado do Piauí com muitas extensões de sua fitogeografia savânica sob condições de Clima Tropical Típico, ou seja, uma estação chuvosa mais prolongada e a estação seca mais curta, quando comparada ao Tropical Semiárido das Caatingas - com sua vegetação igualmente de savana. Em áreas de transição e contato no Maranhão, os Cerrados do Nordeste encontram com Região Pré-Amazônia, quando da ocorrência do Clima Equatorial Úmido.

Os Biomas regionais apresentam os seguintes aspectos:

**Cerrado:** Capeiam maciços, planaltos de estrutura complexa e planaltos sedimentares ligeiramente compartimentados (300 a mais de 1000m), com ocorrências de cerradões (Vegetação Arbórea), Cerrado Senso Stricto, Campo Limpo e Campo Sujo. Estes dois últimos formando campestres nos interflúvios. As Florestas Galerias ou Ciliares protegem os rios regionais, assim como os “cílios protegem os olhos”. A fisiologia vegetal traz como principal marca árvores retorcidas com cascas grossas. Seus solos, no geral têm baixa fertilidade natural e são ácidos exigindo

fertilização ratificação para uso agrícola, muito embora seja procurados pelo agronegócio. Os rios do Cerrado são em maioria perenes. Este Bioma ocorre em grande parte sobre feições geomórficas em relevo de Chapadas e Chapadões. Dada a planura de suas terras, são muito demandadas pelos Complexos Agroindustriais. E com isso, a vegetação retirada para produção e a biodiversidade dessas áreas vêm drasticamente reduzindo.

Sua diversidade genética, de espécies e a capacidade de realização de processos ecossistêmicos, isto é, sua biodiversidade está entre as mais ameaçadas de todo o país em razão do uso da terra. Trata-se do Bioma que mais sofre com as queimadas e desmatamentos atualmente em todo o Nordeste do Brasil. O que implica na redução de serviços ecossistemas e de recursos naturais. Isto colabora para a emissão de CO<sub>2</sub> e o aquecimento global, com suas atuais e nefastas consequências

**Mata Atlântica:** Em grande parte se distribui em relevos suaves ondulados e convexados da costa leste do Nordeste em níveis topográficos (10-60m no litoral e proximidades ou em relevos de serras e chapadas com mais de 1.100m altitude, como na Chapada Diamantina e Encostas do Planalto Baiano). Bioma mais complexo para ocupação humana, com maior vulnerabilidade a movimentos coletivos de solo na região, especialmente por seu relevo ser representado por Morros arredondados e colinosos.

A drenagem costeira e nas serras cristalinas apresentam drenagens abundantes e volumosas a par de precipitações elevadas entre 1.100 a 1500mm/ano quando das chuvas regulares. Bioma úmido, que assim como o Amazônico concorre para diversificação de ecossistemas e de formas de vidas, conferindo alto potencial genético e de bioativos para o Nordeste do país.

**Amazônia:** Ocorre sob condições de Clima Equatorial, o qual é mais quente e mais úmido. Em sua vegetação predomina a Floresta Equatorial Amazônica. Sua atmosfera é marcada por nuvens baixas e carregadas de umidade que, usualmente, produzem elevados volumes de chuvas, superiores a 2.500 mm/ano que justificam a presença da vegetação Ombrófila Densa. Detém vasto e extenso sistema hidrográfico, sendo que na “Amazônia Nordestina” os rios Tocantins (Bacia do Amazonas), Itapecuru, Gurupi, Mearim, Pindaré e muitos outros sobressaem no Maranhão. Nos leitos destes rios, há ocupações ribeirinhas e circulação fluvial, além de atividades extrativista. Apresenta rica biodiversidade a partir de remanescentes de paisagens naturais equatoriais do mundo.

No baixo curso destes rios, ademais, estão alguns dos maiores manguezais do Brasil e sistemas estuarinos complexos. Daí, oportunizam uma grande biodiversidade costeira, favorecendo extrativos vegetal e animal.

Desta complexidade climática, têm-se ecotónos entre os mais biodiversos do Brasil, com muitas potencialidades de usos dos recursos naturais. Os Lençóis, são o mais representativo e portentoso litoral de cordões arenosos das Américas, com seu sistema de Dunas e lagoas. O segundo, o maior Delta das Américas, com vasto mangue e planície flúviomarinha, Sistema Dunas, cordões litorâneos, ilhas, barras e desembocadura de vários rios, sendo o principal o Parnaíba.

**Caatingas:** Caracteriza-se pelo clima semiárido subequatorial sendo Tropical azonal, registrando as mais baixas precipitações do Brasil (300 a 850mm/ano), chuvas irregulares e concentradas no tempo e no espaço, além das recorrentes e frequentes secas (sobretudo durante o El Niño) e médias térmicas mais elevadas do Nordeste que normalmente ultrapassam os 32°C. As caatingas se distribuem, preferencialmente, nos terrenos das Depressões interplanálticas reduzidas a planícies de erosão sob forte ação morfoclimática de intemperismo físico, produzindo

solos raso (esqueléticos, carbonáticos) e afloramentos rochosos em meio as Caatingas rústicas. No relevo regional também há Chapadas e Serras (Baixas, até 500 m; Altas acima de 500 m). Nos relevos acima de 600m há resquícios de Mata Atlântica, enquanto relicário biogeográfico resistentes as securas da semiaridez, instaladas em condições de maior umidade e sob efeitos de chuvas orográficas.

São comuns nos sertões o aproveitamento das aluviões com plantios lindeiros aos rios, em áreas dotadas de melhores condições edáficas. No geral, os Solos são ricos em minerais e pobres em matérias orgânicas.

A Vegetação é predominante arbustiva com espinhentos e caducifólia; há presença de cactos e resquícios de caatingas Arbóreas/Matas Secas nas Vertestes de Serras e de Baixas Chapadas, como a do Apodi/CE-RN. É um bioma de atenção para a biotecnologia, em especial para a farmacologia. Ressalta-se aqui a pesquisa envolvendo espécimes vegetais e animais, a exemplo da peçonha de animais como serpentes.

### **A PRIMAZIA ESPACIAL DOS SERTÕES SECOS NO NORDESTE**

Os sertões são a zona fisiográfica mais característica da região. A vulnerabilidade regional em decorrência da instabilidade mesoclimática, com excesso ou escassez, antecipação ou retardo, ocasionando cheias espasmódicas ou secas calamitosas, origina drásticos problemas socioeconômicos e ambientais, destruindo lavouras, produzindo desemprego e fome, o que eleva os quadros de incertezas pluviométricas no tempo e no espaço. E que serão deveras aumentados em razão das mudanças climáticas. Coaduna-se com esta ideia o fato de a densidade demográfica total e rural do Polígono das Secas ser maior do que a da média brasileira, assumindo valores bastante baixos no interior e crescendo em direção ao litoral. No interior, a ocupação mais densa do território ocorre em torno de alguns centros urbanos e em áreas com agricultura irrigada.

Em grande escala, o clima é quente e relativamente seco, com inverno seco, quase sem chuva durante cerca de 5 a 8 meses em cada ano. No verão, ocorrem as chuvas de 4 a 7 meses, denotando grandes e fortes instabilidades no tempo e no espaço. As altas variações interanuais de precipitação comprovam o caráter climaticamente transicional da região, onde os valores de coeficiente podem ser designados como efeito de borda, presente nas áreas marginais dos desertos e nos domínios semiáridos em geral (CONTI, 2002).

No que tange a um esboço geral dos problemas geoambientais encontrados no Nordeste Seco, no entanto, favorecedores de uma ecodinâmica instável, baixa sustentabilidade ambiental e, proporcionalmente, alta vulnerabilidade de seus domínios ecológicos, foram destacados alguns aspectos ecofisiográficos no Quadro 1.

**Quadro 1 – Esboço geral dos problemas geoambientais do Nordeste seco**

Condições geoambientais	Fatores de vulnerabilidade geoambiental
Aspectos termopluviométricos	Considerável extensão da área semiárida, com isoietas não expressivas – 800 mm média/ano - onde as chuvas são concentradas em poucos meses e, há uma irregularidade no tempo e no espaço. Elevadas temperaturas médias por ano (22°C a 28°C), com pouca variação entre as áreas e insolação muito alta: cerca de 2.800 horas por ano, considerando precipitação média/ano igual ou menor a 800 mm. Taxas de evapotranspiração elevadas por conta dos coeficientes térmicos elevados durante o ano e pequena quantidade de água disponível para as plantas. Semi-aridez é elemento marcante de caráterazonal, com alta vulnerabilidade pluviométrica espacial e temporal. Limitações naturais ocorrem mais pela instabilidade climática, com baixas disponibilidades hídricas comprometedoras do sistema produtivo.
Aspectos hidrológicos	Pequeno potencial de natureza hidro-energética, dada a larga predominância de rios intermitentes. Este regime é caracterizado pelo ciclo hidrológico variável anual em razão de eventos como <i>El Niño</i> e <i>La Niña</i> , com drásticas consequências à agropecuária. Potencial hidrogeológico modesto e, restrito a fraturas cristalinas e manchas aluviais. A degradação de mananciais é progressiva e intensa; há pouca atenção à conservação e condições ambientais adversas. Principais problemas de qualidade hídrica: salinização; formações cristalinas salinas; elevados níveis de turbidez e assoreamentos; poluição crescente por esgotos domésticos, matadouros, lixões, fertilizantes químicos e agrotóxicos.
Aspectos do potencial agrário	Proporção diminuta de terras simultaneamente favorecidas de potencialidades edafoclimáticas e com limitações de ordem topográfica com relevos montanhosos de serras cristalinas. Uso e ocupação com atividades hortifrutícolas quase não correm, com exceção das hortas cultivadas nos maciços residuais. Historicamente há uma estrutura agrária rígida.
Ecodinâmicas e vulnerabilidade ambiental	Ambiente de transição com tendência à instabilidade nas áreas mais degradadas; vulnerabilidade moderada a alta; evidências de desertificação em efeitos areolares.

Fonte: Nascimento (2006 e 2013).

O IBGE (2019) classifica a Caatinga como um “Bioma”.

**Figura 1:** Distribuição do Bioma Caatinga.



Fonte: Embrapa Semiárido, 2023.

Segundo a Embrapa (2014), para orientar a condução do processo, foram definidos oito macrotemas que seguem a lógica das cadeias produtivas, e servem de filtro para os sinais captados e dão foco à coleta, organização e análise de informações relevantes para os grandes desafios tecnológicos nas diferentes cadeias produtivas agroalimentar e agroindustrial:

- Recursos naturais e mudanças climáticas; Novas ciências: biotecnologia, nanotecnologia e geotecnologia.
- Automação, agricultura de precisão e tecnologias de informação e comunicação (TIC).
- Segurança zootossanitária das cadeias produtivas; Sistemas de produção.
- ecnologia agroindustrial, da biomassa e química verde.
- Segurança dos alimentos, nutrição e saúde.
- Mercados, políticas e desenvolvimento rural.

## **POTENCIALIDADES PAISAGÍSTICAS DOS BIOMAS NO NORDESTE: USO DOS RECURSOS NATURAIS**

As potencialidades são tratadas como atividades ou condições que têm exequibilidades de serem praticadas em cada unidade geoambiental, sendo propícias à implantação de atividades ou de infraestruturas. As limitações ao uso produtivo, além das restrições ligadas à legislação ambiental, são identificadas com base na vulnerabilidade e nas deficiências do potencial produtivo dos recursos naturais e no estado de conservação da natureza, em função dos impactos produzidos pela ocupação da terra. Os riscos se referem aos impactos negativos oriundos de uma ocupação desordenada do ambiente.

Além de ser a Região do País com maior ocorrência de Biomas, o Nordeste também é o palco da maior variedade e complexidade de Manifestações culturais do Brasil. A considerar que os seres humanos podem otimizar a biodiversidade, os ativos ecossistêmicos, os recursos naturais e o usufruto dos bioinsumos derivados, as diversas ocorrências das Áreas Legalmente Protegidas no Nordeste, sejam Unidades de Conservação/UC, Áreas Protegidas/AP ou a demarcação de Áreas de Preservação Permanentes/APPs e de Terras Indígenas, seja com a criação de novos Geoparques – o Araripe (o 1º das américas, já com 16 anos) e o Seridó (mais recente) -, a preservação material e imaterial do Nordeste se faz indispensável pelo IPHAN, quiçá pela UNESCO em certos sítios.

Considerando fatores físicos e humanos sobre os Biomas, fala-se em Capacidade de Suporte e Diretrizes ambientais frente aos extremos das Mudanças Climáticas. A capacidade de suporte geoambiental está relacionada às potencialidades e limitações dos recursos naturais que foram avaliadas em seu conjunto. Isso significa que a integração dos componentes do potencial ecológico, exploração biológica e atividades socioeconômicas e culturais, constituem conjuntos espaciais que são os próprios Biomas.



**Tabela 1:** Capacidade de suporte, impactos, riscos e diretrizes ambientais para exploração de bioinsumos no Bioma Amazônia

Características Naturais e de Uso Dominantes: Terras Baixas Equatoriais Florestas com grande Biodiversidade. Ocorrências no Estado do MA, com expressividade de rede hidrográfica com rios perenes. Diversidade de Bioinsumos. Alto Potencial Extrativista. Agropecuária, mineração, agroextrativismo

<b>Características Naturais e de Uso Dominantes</b>				
<b>Capacidade de suporte analisada:</b>		<b>Impactos e riscos de ocupação</b>	<b>Diretrizes ambientais</b>	<b>Cenário Tendencial</b>
<b>Potencialidades</b>	<b>Limitações</b>			
Patrimônio paisagístico	Solos com baixa fertilidade natural	Riscos de extinção de espécies	Recuperação funcional do ecossistema	Aumento da demanda por recursos naturais; biodiversidade; desconfiguração paisagística; aumento do desmatamento e de emissões de CO <sub>2</sub> ; redução de Bioinsumos;
Recursos de Pesca fluvial e marítima abundantes	Implantação viária	Riscos de taxa de não retorno ecológico	Manutenção do equilíbrio, da integridade e da biodiversidade	
Agroextrativismo	Baixo suporte para edificações em ambientes hidromórficos	Desmatamentos	Atividades de Educação Ambiental, Demarcação de Terras indígenas e Criação de Mais UCs; Conservação / recuperação do patrimônio paisagístico	Erosão dos solos
Muito altos volumes de Recursos hídricos superficiais e lacustres, alto potencial de águas subterrâneas Turismo / ecoturismo	Dificuldade de mecanização dos argilosos	Queimadas e Carvoejamento		Aumento de atividades descontroladas
Organismos e substâncias, produtos vegetais, animais e microbianas para beneficiamento agrícola e da silvicultura entre os mais ricos em bioinsumos do Mundo	Restrições legais (áreas protegidas por legislação ambiental) e edáficas	Mineração descontrolada	Saneamento básico	
	Inundações periódicas	Assoreamento de rios	Manejo ambiental da flora e fauna	
Proteção ambiental	Suscetibilidade à erosão	Ocupação indevida e barramentos de rios	Uso controlado dos corpos d'água	
		Pobreza regional	Controle da agropecuária, mineração e desmatamento	
Manutenção do equilíbrio climático do planeja		Poluição hídrica		
		Especulação imobiliária e expulsão da população nativa	especulação Aplicação do GERCO	
		Perda de atrativo turísticos		

**Tabela 2:** capacidade de suporte, impactos, riscos e diretrizes ambientais para exploração de bioinsumos no Bioma Cerrado

Características Naturais e de Uso Dominantes: Chapadas e Chapadões Interiores com cerrados e matas ciliares. Alto Potencial Extrativismo e uso de Bioinsumos. Grande Biodiversidade. Alto Potencial Hidrogeológico. Uso e ocupação agroindustrial.

Características Naturais e de Uso Dominantes				
Capacidade de suporte analisada:		Impactos e riscos de ocupação	Diretrizes ambientais	Cenário Tendencial
Potencialidades	Limitações			
Favorecimento à mecanização Agrícola	Solos com baixa fertilidade natural e ácidos	Riscos de extinção de espécies	Recuperação funcional do ecossistema	Aumento da demanda por recursos naturais; biodiversidade e por áreas agricultáveis;
Patrimônio paisagístico	Restrições legais (áreas protegidas por legislação ambiental) e edáficas	Riscos de taxa de não retorno ecológico	Manutenção do equilíbrio, da integridade e da biodiversidade	Desconfiguração paisagística; aumento do desmatamento e de emissões de CO <sub>2</sub> ; redução de Bioinsumos;
Agroextrativismo		Desmatamentos		
Maior riqueza em Bioinsumos entre savanas no Mundo	Inundações periódicas	Queimadas excessivas	Demarcação de Terras indígenas e Criação de Mais UCs; Conservação / recuperação do patrimônio paisagístico	Erosão dos solos
Muitos altos volumes hidrogeológicos	Suscetibilidade à erosão	Uso intensivo da terra pelo agronegócio	Saneamento básico	Aumento de atividades descontroladas
Potencial Turismo / ecoturismo e proteção da biodiversidade		Mineração descontrolada		
Diversidade em serviços ecossistêmicos		Assoreamento de rios	Manejo ambiental da flora e fauna	
		Ocupação indevida e barramentos de rios		
Manutenção do equilíbrio climático do planeta		Poluição hidrogeológica e rebaixamento de nível piezométrico	Uso controlado de aquíferos	
Manutenção e recarga de rios das bacias hidrográficas mais importantes do NE: Parnaíba, Tocantins-Araguaia, Atl. Nordeste Ocidental e S. Francisco		Desterritorialização de população nativa	Controle da agropecuária, mineração e desmatamento	Especulação
		Perda de conhecimentos tradicionais para uso de biosumos		
		Perda de atrativo turísticos		

**Tabela 3:** capacidade de suporte, impactos, riscos e diretrizes ambientais para exploração de biossumos no Bioma das Caatingas

Características Naturais e de Uso Dominantes: Superfície rebaixadas e erodidas dos sertões com vales rasos, extensivamente recobertos por caatingas; agro-extrativismo e pecuária extensiva.

<b>Características Naturais e de Uso Dominantes</b>				
<b>Capacidade de suporte analisada:</b>		<b>Impactos e riscos de ocupação</b>	<b>Diretrizes ambientais</b>	<b>Cenário Tendencial</b>
<b>Potencialidades</b>	<b>Limitações</b>			
As áreas servem à silvicultura, reflorestamento, mineração controlada. Nos sertões aplainados pecuária, agricultura irrigada e de sequeiro, agroextrativismo e forragicultura podem ser beneficiadas. Há restrições hídricas, solos rasos de baixa fertilidade.	Pluviometria escassa e irregular	Riscos de Secas frequentes	Recuperação dos solos e da biodiversidade Aplicação dos Planos Estaduais de Desertificação Prevenção ou redução da degradação das terras, p/ reabilitação de terras parcialmente degradadas Seguir os ODS no enfrentamento da desertificação e degradação com a conservação do solo e de atividades de florestamento e reflorestamento Incentivo e promoção popular da educação ambiental c/ ênfase no controle da desertificação e no gerenciamento dos efeitos das secas e mudanças climáticas	Intensificação de processos erosivos acelerados; redução da biodiversidade; pastagens degradadas; crescimento urbano desordenado e aumento dos problemas de saneamento; descaracterização das paisagens sertanejas por processos de desertificação.
	Potencial muito limitado de águas superficiais e subterrâneas Degradação indiscriminada da vegetação e dos solos	Riscos de extinção de espécies  Desmatamentos  Queimadas excessivas		
	Chão pedregosos e frequentes afloramentos de rocha	Uso intensivo da terra pela agricultura		
	Salinização dos solos Biodiversidade fortemente afetada	Mineração descontrolada		
	Suscetibilidade à erosão	Assoreamento de rios  Desterritorialização de população nativa		
	Solos vulneráveis à erosão, apresentam solos rasos e potencial de águas é fraco.	Perda de conhecimentos tradicionais para uso de bioinsumos		
	Processos de Desertificação ativos	Migração compulsória		
	Perda progressiva de ativos ambientais e bioinsumos	Pobreza regional;  Salinização e sodicidade dos solos e das águas pela agricultura irrigada; uso indiscriminado de agroquímicos; agricultura rudimentar; falta ou carência de saneamento básico, desmatamento; instalação indiscriminada de lixões; queimadas e incorporação de terras; mineração descontrolada.		

**Tabela 4:** capacidade de suporte, impactos, riscos e diretrizes ambientais para exploração de bioinsumos no Bioma da Mata Atlântica

Características Naturais e de Uso Dominantes: Floresta Biodiversidade; Alta Biodiversidade; agro-extrativismo, cana de açúcar e pecuária.

Características Naturais e de Uso Dominantes				
Capacidade de suporte analisada:		Impactos e riscos de ocupação	Diretrizes ambientais	Cenário Tendencial
Potencialidades	Limitações			
Alta biodiversidade	Ocupação de vertentes e morros	Ocupação de encostas provoca deslizamentos e movimentos de massa	Restauração ambiental	Intensificação de processos erosivos acelerados; redução da biodiversidade; pastagens degradadas; crescimento urbano desordenado e aumento dos problemas de saneamento; descaracterização das paisagens de Florestas
Árvores de Médio e grande porte	Assoreamentos de rios	Inundações periódicas e Riscos de Secas frequentes aumentas pela emergência climática	Renaturalização de rios	
Drenagens perenes e rios caudalosos	Inundações fluviais periódicas	Riscos de extinção de espécies	Recuperação funcional do ecossistema	
Grande riquezas em bioinsumos	Reduzidas áreas para mecanização de terras	Desmatamentos	Manutenção do equilíbrio, da integridade e da biodiversidade	
Regula o fluxo dos mananciais hídricos;	Suscetibilidade à erosão	Queimadas excessivas e incorporação de terras;	Demarcação de Terras indígenas e Territórios Quilombolas	
Assegura a fertilidade do solo da região;	Solos vulneráveis à erosão,	Uso intensivo da terra pela agricultura	Criação de UCs; Conservação / recuperação do patrimônio paisagístico	
Paisagens com belezas cênicas;	Desmatamentos	Mineração descontrolada	Incremento do Saneamento básico	
Controla o equilíbrio climático;	Queimadas	Assoreamento de rios	Manutenção hidrossedimentológica de rios	
Protege escarpas e encostas das serras;	Perda progressiva de ativos ambientais e bioinsumos	Desterritorialização de população nativa	Manejo ambiental da flora e fauna	
Fonte de alimentos e plantas medicinais;		Perda de conhecimentos tradicionais para uso de bioinsumos	Controle da agropecuária, mineração e desmatamento	
Lazer, ecoturismo, geração de renda e qualidade de vida;		Aumento da pobreza regional;		
E além claro, de preservar um patrimônio histórico e cultural imenso.		Uso indiscriminado de agroquímicos; agricultura rudimentar;		
		Precarização de saneamento básico, desmatamento; instalação indiscriminada de lixões;		

## MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESERTIFICAÇÃO

A par das Características Naturais e de Uso Dominantes dos Biomas e de aspectos do seu patrimônio cultural, material e imaterial, a bioeconomia articulada à otimização de bioinsumos mostram norte interessante à exploração sustentável dos Biomas regionais.

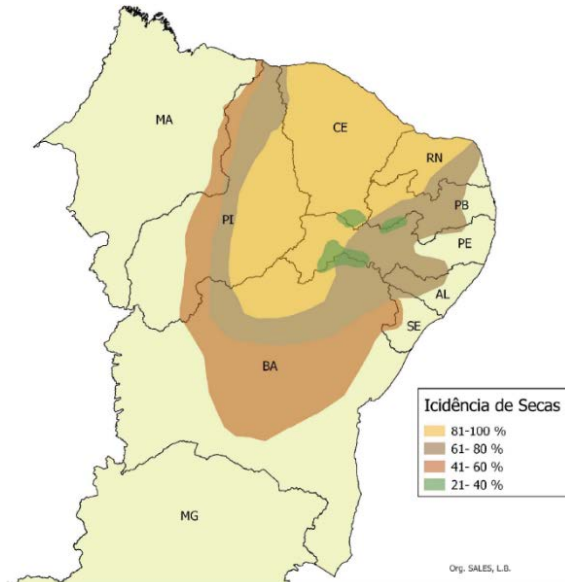
As secas periódicas agravam (Fig. 4) os problemas do meio rural, cujas bases são sustentadas numa estrutura fundiária concentrada, limitando o acesso à renda, comprometendo os baixos níveis de sobrevivência. Colabora para esta pressão humana sobre a biomassa a intensidade de retirada da cobertura vegetal, a superpastagem e as atividades mineradoras, ocasionando estresse ambiental (CONTI, 2002) potencializando a desertificação (NASCIMENTO, 2023).

Com os efeitos de secas pronunciadas e mais frequentes no cenário de emergência climática, associado a degradação do solos, desmatamentos e queimadas o desenho ambiental nos Biomas do Nordeste expressam avanços das Áreas Susceptíveis à Desertificação (ASD) e das Áreas de Entorno da Desertificação. O que é muito problemático e concorre para sustentabilidade ambiental.

Considerando os aspectos ambientais a partir da vulnerabilidade das secas, o Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAN-BRASIL), mostra as ASDs seguintes (Fig. 5). Dentre os principais problemas provenientes da Desertificação, sobretudo sob extremos climáticos e mudanças ambientais (NASCIMENTO, 2023), estão:

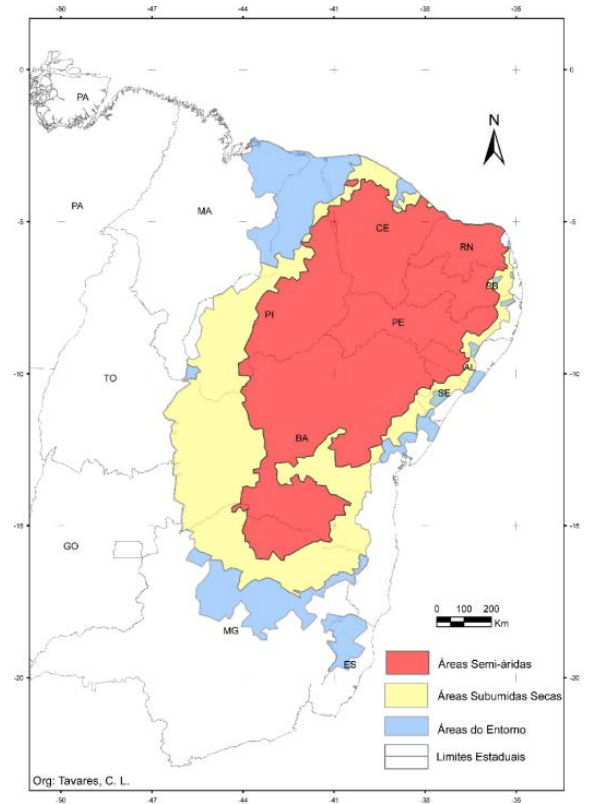
- Terras salinizadas nos perímetros irrigados.
- Erosão dos solos.
- Abandono de terras.
- Queimadas e simplificação biológica.
- Inseguranças hídrica e alimentar.
- Estiolamento dos recursos naturais.
- Desestabilização das vocações econômicas (apicultura, turismo, carcinicultura, piscicultura e pesca artesanal, caprinocultura, bovinocultura de leite, artesanato e redes de dormir, fruticultura,) e dos arranjos produtivos locais.
- Empobrecimento das populações e migração compulsória.

**Figura 4** – Probabilidade secas intraanuais no Nordeste.



Fonte: Adaptado de Nascimento, 2015.

**Figura 5** – Áreas Susceptíveis à Desertificação/ASDs.



Fonte: Adaptado de CNRBC, 2003.

## PROPOSIÇÕES

### BIOECONOMIA E BIOINSUMOS: USO SUSTENTÁVEL DOS BIOMAS NO NORDESTE

Um bioinsumo representa um dado produto, processo ou tecnologia de origem vegetal, animal ou microbiana, com fins ao uso na produção, armazenamento e beneficiamento de produtos agropecuários, nos sistemas de produção aquáticos ou de florestas plantadas, que interfiram positivamente no crescimento, no desenvolvimento e no mecanismo de resposta de animais, de plantas, de microrganismos e de substâncias derivadas e que interajam com os produtos e os processos físico-químicos e biológicos (BRASIL, 2023). A Bioeconomia a partir dos Bioinsumos é um dos caminhos para os usos sustentáveis e inclusos dos recursos e ativos ambientais no Biomas.

A Bioeconomia estabelece relações entre atividades econômicas x condições físico-químicas, uso dos recursos e ativos naturais, assim como dos recursos naturais com seus impactos derivados. Essa relação da Economia com a natureza, relaciona atividades econômicas e comerciais que envolvam cadeias da sociobiodiversidade sustentáveis e tradicionais, favorecendo o usufruto de Bioinsumos, o desenvolvimento de base local e comunitária nativas.

### CENÁRIOS DESEJÁVEIS E OTIMIZAÇÃO DE BIOINSUMOS: AGENDA PARA SUSTENTABILIDADE DOS BIOMAS

Os cenários desejáveis para uso sustentável de recursos naturais e bioinsumos no Nordeste, devem privilegiar uma agenda para sustentabilidade dos Biomas sob diretrizes das ODS. Para tanto, devem considerar temas relacionados a sustentabilidade ecológica, econômica e social. Tais como: promoção do uso e conservação da

biodiversidade; gestão integrada dos recursos hídricos e demais recursos naturais; controle da qualidade ambiental; revitalização de bacias e sub-bacias hidrográficas; recuperação de áreas degradadas, incluído as ribeirinhas, e combate ao avanço da desertificação, ordenamento territorial com princípios sustentáveis, convivência com as secas e, sobretudo, programas e projetos com adaptações ao enfrentamento das emergências climáticas.

Frente este panorama, se faz necessário assegurar condições ao desenvolvimento econômico e social, com melhoria da qualidade de vida em equilíbrio ambiental. Por fim, propõe-se para tanto:

- Melhorar gestão dos recursos naturais, compatibilizando a ação humana com a dinâmica e capacidade-suporte geoambiental nas Bacias Hidrográficas.
- Promover os Usos múltiplos e compartilhados das águas, incluindo saneamento básico.
- Utilizar resíduos sólidos e líquidos oriundo dos esgotos urbanos.
- Promoção do desenvolvimento rural sustentável e dinâmica econômica regional.
- Dinâmica da organização político-institucional (envolver ICTs e políticas públicas de boas práticas de otimização dos recursos hídricos, da produção agrícola preservando o bioma territorial, e da biodiversidade para a biotecnologia).
- Regular e fiscalizar o uso de defensivos químicos.
- Manejo da biodiversidade da caatinga.
- Agricultura, agroindústria e pecuária familiar, de sequeiro e de exportação.
- Mitigar mineração
- Elaborar um Zoneamento Ecológico-Econômico regional, assim como uma nova edição do Zoneamento Agroecológico do Nordeste, com base em seus bioativos e aptidão agrícola e agroecológica em textos de emergência Climática.
- Aplicar o Planos Estaduais de Combate à desertificação
- Atualizar o Plano Nacional de Combate à Desertificação/PAN-BRASIL.

# 04.

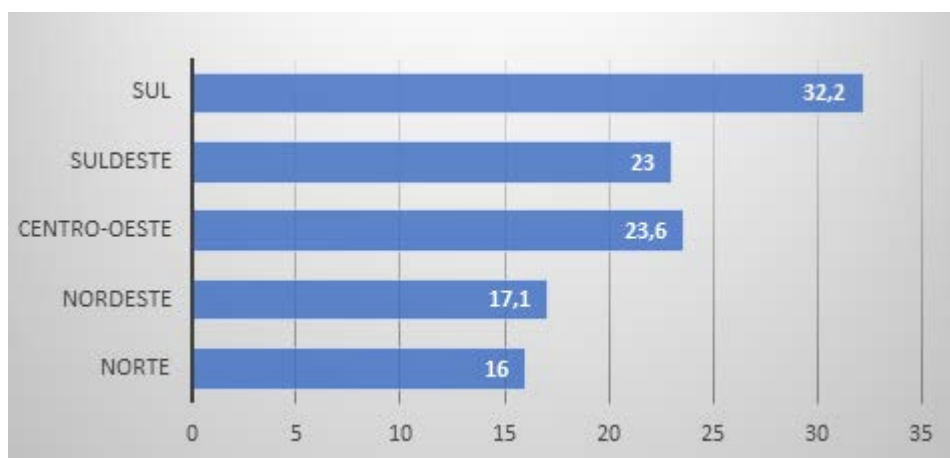
## Diagnóstico e Recomendações do GRUPO DE TRABALHO de Universidades, Pós Graduação e Responsabilidade

Fortalecendo a Pós-Graduação no Nordeste Brasileiro: Diagnóstico e estratégias para a Expansão e Aperfeiçoamento dos Programas de Pós-Graduação  
Programas de Pós-Graduação do Nordeste

Considerando a última avaliação quadrienal da Capes que divulgou a análise de mais de 4512 Programas de Pós-Graduação (PPG) [1], o Brasil nestes últimos 70 anos consolidou a Pós-graduação nas diversas áreas de conhecimento. Mas podemos ver claramente que ainda existe uma desigualdade entre as regiões.

A distribuição dos PPG por região do país mostra uma grande diferença em quantidade, bem como qualidade dos programas nas diversas regiões. A Figura 1 mostra a quantidade de programa avaliados por região/milhão de habitantes.

**Figura 1.** Quantidade de programa de Pós-graduação avaliados por região do País e por milhão de habitantes (2021).

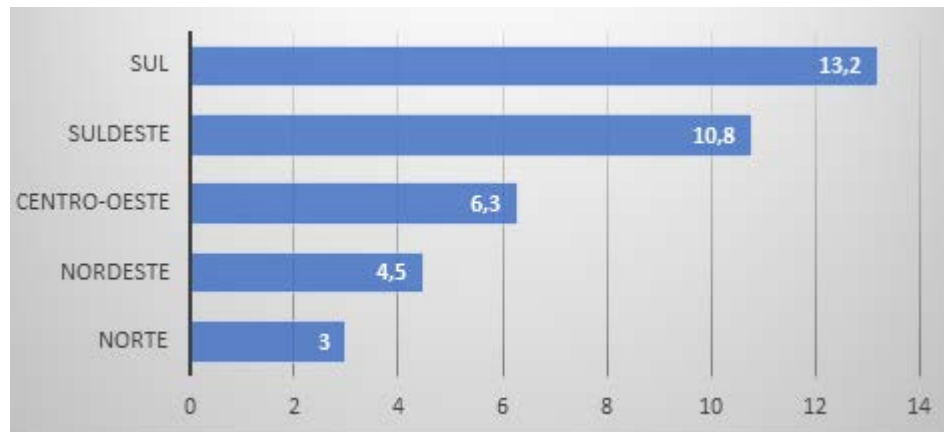


O número médio no Brasil é 22,2 Programas por/milhão de habitantes. O Nordeste está com um número de programas 23% menor que a média nacional.



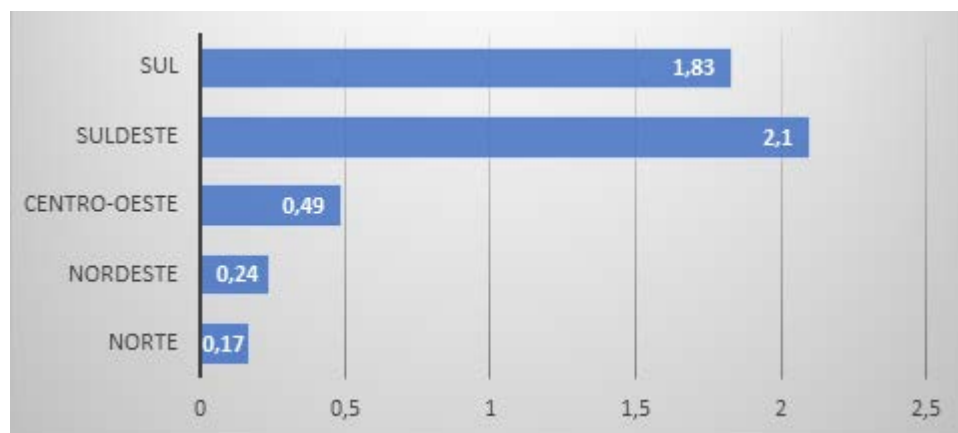
Entretanto quando se analisa o número de programas consolidados a situação é ainda mais desproporcional, conforme apresentado nos dados da Figura 2

**Figura 2.** Nota dos Programa de Pós-Graduação em cada região do País com notas 5 a 7 por milhão de habitantes.



A média brasileira é 8,4 de Programas de Pós-Graduação com notas 5, 6 e 7/milhão de habitantes. O Nordeste possui em média 46% menos programas consolidados que a média nacional. Essa desigualdade ainda é observada nos programas de excelência com nota 7, conforme mostra a Figura 3.

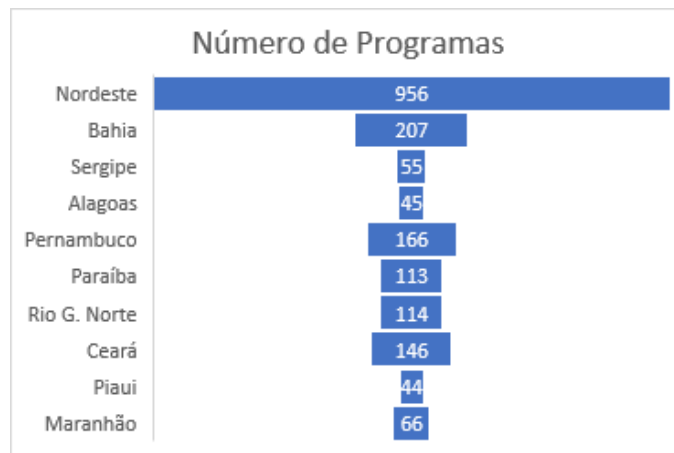
**Figura 3** - Quantidade de Programas de Pós-Graduação em cada região do País com nota máxima na avaliação quadrienal de 2017-2020/milhão de habitantes.



O Nordeste possui apenas 11% dos programas com nota 7, se comparado com os da região Sudeste, mostrando a necessidade de investimentos e estratégias para promover uma melhoria tanto quantitativa quanto qualitativa.

Vejamos uma análise mais quantitativa, o número de PPGs de cada Estado da Região Nordeste, em 2022, pode ser observada na Figura 4.

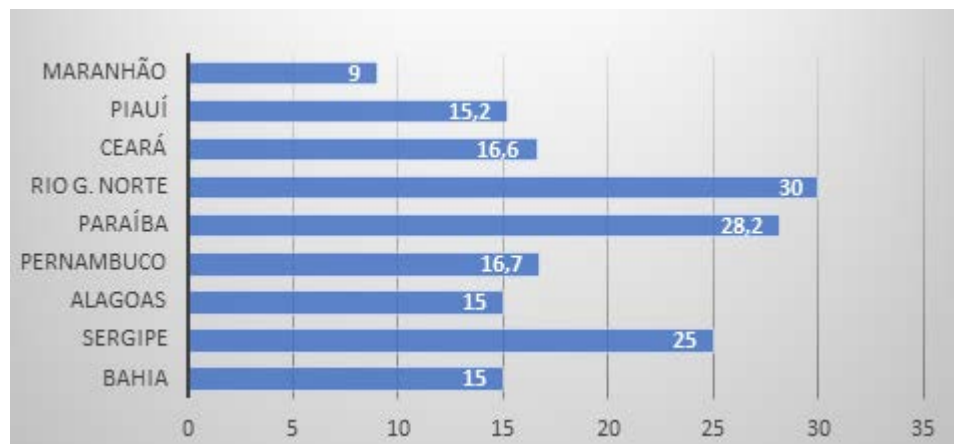
**Figura 4.** Diagnóstico das PPGs por Estados da Região Nordeste



Fonte: Plataforma Sucupira [2].

Na Figura 4, observa-se claramente que há uma diferença entre os Estados quanto aos números de programas de Pós-Graduação e este número reflete na distribuição de cursos a nível de mestrado e doutorado entre eles. Esta relação é verificada por programa e por milhão de habitante por Estado (Figura 5).

**Figura 5.** Quantitativo de Programa de Pós-Graduação de cada Estados da região Nordeste por milhão de habitantes.



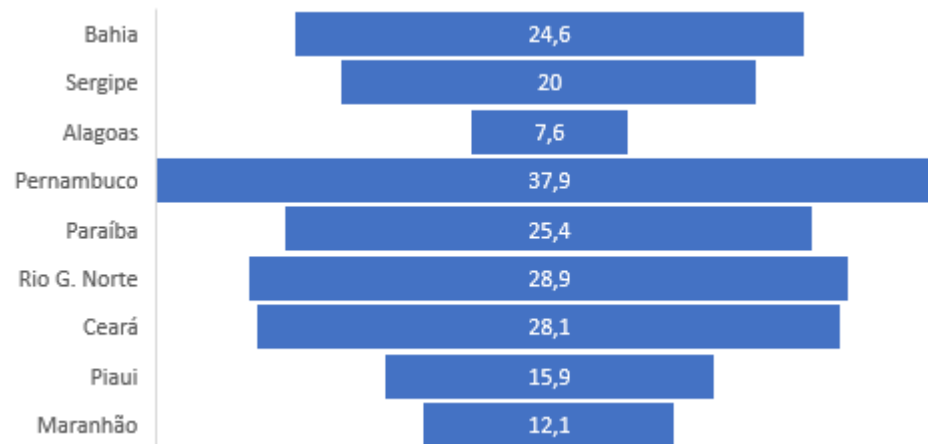
Fonte: Plataforma Sucupira [2].

Os Estados do Rio Grande do Norte, Paraíba e Sergipe possuem número de Programas/milhão de habitantes maior que a média Nacional (22,2). No Nordeste o Estado mais crítico em número de Programas/ população comparados a todos os outros do Nordeste é o Maranhão, estes dados mostram novamente que a realidade em cada Estado é distinta e que se deve montar táticas diversificadas que respeitem a realidade de cada Estado, mas que promova a cooperação em conjunto a Região Nordeste na finalidade de diminuir esta diferença.

Em estudo realizado por José Romualdo S. Lima utilizando dados da CAPES (: <https://sucupira-beta.capes.gov.br/sucupira4/>), 75% dos Programas de Pós-graduação do Nordeste estão nas Capitais e que destes 22% são consolidados (nota <sup>3</sup> 5), enquanto só 4% são consolidados no interior.

A análise dos dados de Programas de Pós-graduação consolidados (nota <sup>3</sup> 5), em relação ao total de Programas no Estado pode ser visto na Figura 6

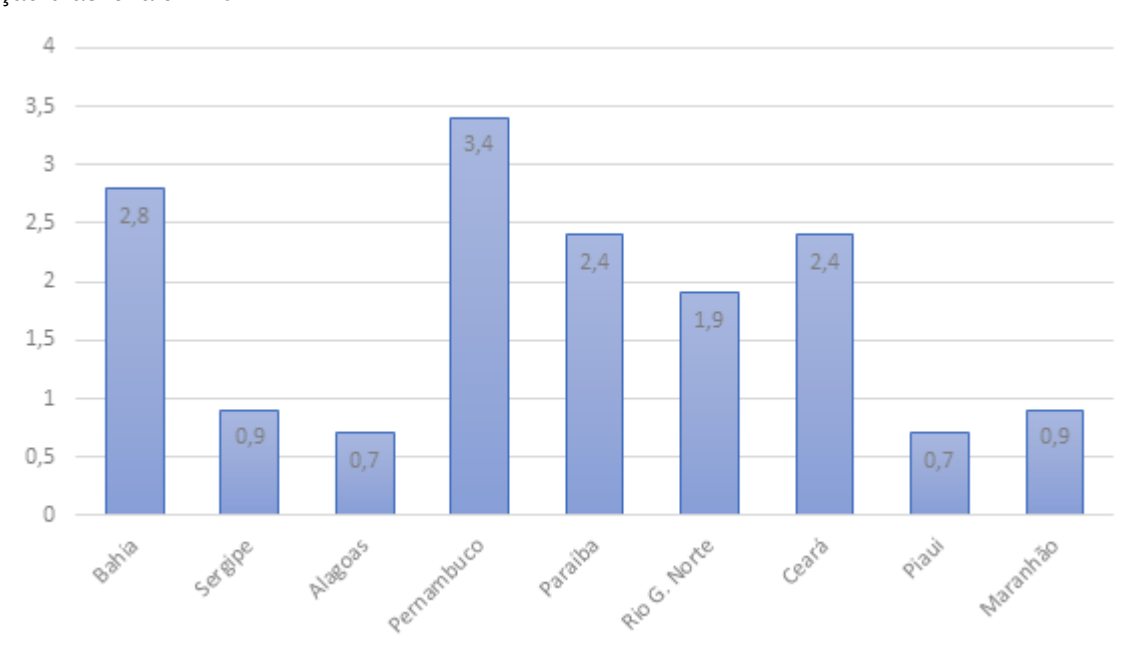
**Figura 6.** Percentual de Programa de Pós-Graduação de cada Estados da região Nordeste com nota de 5 a 7.



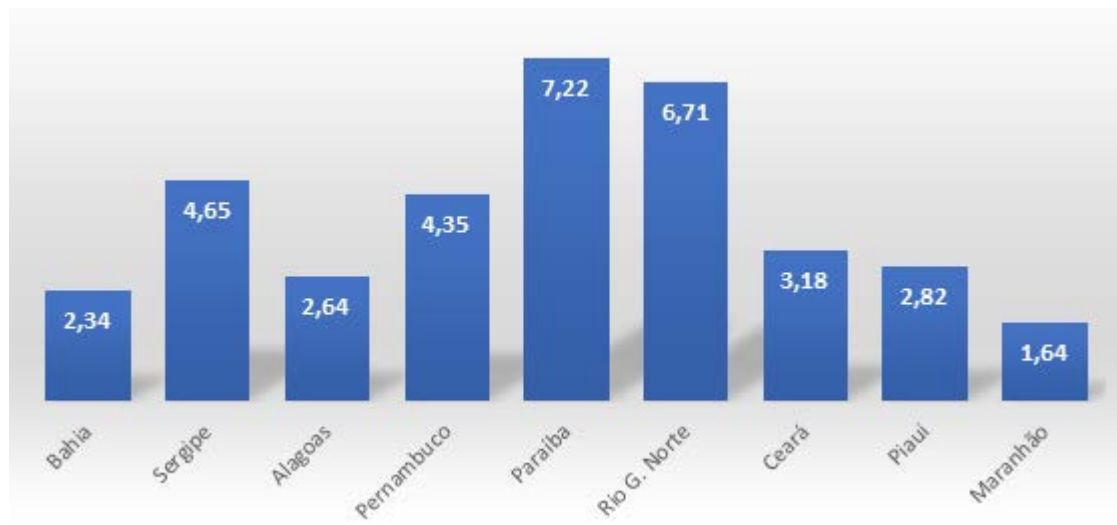
Os Estados de Alagoas, Piauí e Maranhão possuem % de Programas Consolidados menor que a média da região que é de 26%, entretanto, como mostrado nas outras análises nenhum dos Estados atinge as médias de Programas consolidados dos Programas da Região Sudeste (46,6%) e Sul (40,7%) [3].

Os dados de publicação da região Nordeste por estados mostram que a região é responsável por 15% da produção brasileira em 2022 (Dados Scival), como mostra a Figura 7 e 8.

**Figura 7.** Percentual de artigos publicados em cada Estados da região Nordeste em relação ao total de publicação brasileira em 2022.



**Figura 8.** Percentual de artigos publicados em cada Estados da região Nordeste por 10 mil habitantes.



Na figura 8 observa-se que a média de artigos/10.000 habitantes do Nordeste é 3,95/10.000 habitantes. Esta média está abaixo da média de artigos/10.000 habitantes da Região Sudeste que é 6,67 e da região Sul que é de 7,49. Contudo, os Estados da Paraíba e Rio Grande do Norte possuem índice de publicação /10.000 habitantes próximos ao da Região Sul e da Sudeste, respectivamente.

A análise dos dados relativos aos Programas de Pós-Graduação (PPGs) no Brasil, especialmente no que tange à região Nordeste, revela uma necessidade premente de implementar estratégias focadas não apenas no crescimento numérico desses programas, mas também no fortalecimento de sua qualidade e impacto. Para atingir esses objetivos na região Nordeste, é crucial considerar uma série de medidas estratégicas:

1. Financiamentos Específicos para a Região: A alocação de recursos financeiros direcionados pode estimular significativamente o desenvolvimento dos PPGs. Isso inclui a promoção de pesquisa, infraestrutura, e recursos humanos.
2. Investir em cursos profissionalizantes. Estes cursos representam um pilar fundamental para o desenvolvimento dos Programas de Pós-Graduação (PPGs), pois proporcionam a capacitação prática e técnica necessária para atender às demandas do mercado de trabalho atual e futuro.
3. Cooperação entre os Estados do Nordeste: Incentivar a colaboração entre diferentes instituições dentro da região pode levar à partilha de recursos, conhecimentos e competências, fortalecendo os programas existentes.
4. Redução da Evasão nos PPGs: Implementar estratégias para diminuir a taxa de desistência nos programas, o que pode envolver melhorias nas condições de estudo, apoio psicológico e acadêmico, e políticas de inclusão.
5. Mobilidade Acadêmica: Estimular a troca de estudantes e professores dentro da própria região pode enriquecer a experiência educacional e promover uma variedade de perspectivas e abordagens.
6. Parcerias com Setores Públicos e Privados: Estabelecer conexões com empresas, indústrias e outros órgãos públicos e privados pode abrir portas para oportunidades de pesquisa aplicada, estágios e financiamento.

7. Criação de Multicentros de Cooperação: Formar centros que fomentem a colaboração em nível nacional e internacional pode melhorar a visibilidade e o impacto dos PPGs da região.
8. Interiorização dos PPGs: Incentivar a criação de novos programas em cidades do interior pode contribuir para um desenvolvimento mais equilibrado e diversificado da pós-graduação.
9. Ações Afirmativas e Auxílio a Estudantes Vulneráveis: Adotar programas de assistência a estudantes em situação de vulnerabilidade social pode aumentar a inclusão e a diversidade nos PPGs.
10. Planejamento Estratégico para Melhoria da Qualidade: Estabelecer um plano estratégico que vise a internacionalização, a formação inclusiva e o investimento contínuo é crucial para elevar o padrão dos programas existentes.
11. Rede Minter/Dinter: Criar uma rede de cooperação entre programas com notas 3 e 4 e aqueles mais consolidados pode ser uma estratégia eficaz para compartilhar experiências, recursos e conhecimentos.

Essas estratégias, ao serem implementadas de forma coordenada e com o apoio de políticas públicas, podem não apenas melhorar a qualidade e a quantidade dos PPGs na região Nordeste, mas também contribuir para a formação de recursos humanos altamente qualificados, capazes de promover o desenvolvimento científico, tecnológico e social do Brasil.

### **ÁREAS ESTRATÉGICAS DE PESQUISA NAS OFICINAS DA CAPES DO NORDESTE:**

1. Sustentabilidade: Biodiversidade, Bioinsumos, Biotecnologia e Bioeconomia com foco na região Semiárida e Caatinga e dos Oceanos.
2. Educação de Qualidade: formação de professores e novas tecnologias de ensino.
3. Energias renováveis: Tecnologias inovadoras e inclusivas.
4. Novas Tecnologias aplicadas a Saúde Pública: Doenças negligenciadas, Saúde mental, endemias inovação médica.
5. Cidades sustentáveis, inclusivas e inteligentes.

# 05.

## Diagnóstico e Recomendações do GRUPO DE TRABALHO de Biotecnologia e Produção de Alimentos

BIOTECNOLOGIA

### 1. INTRODUÇÃO

O Nordeste concentra, aproximadamente, 30% da população do país em cerca de 20% da extensão territorial brasileira. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018), a Região tem cerca de 56,7 milhões de habitantes, distribuídos ao longo de 1,6 milhão de km<sup>2</sup>. A Caatinga é o bioma predominante, mas também inclui porções de Mata Atlântica (litoral atlântico) e Cerrado (fronteiras ocidentais). Cada bioma possui peculiaridades climáticas e ambientais que influenciam a variabilidade biológica e que apresentam enorme potencial biotecnológico que pode ser explorado para o desenvolvimento regional.

A Caatinga é caracterizada por um clima semiárido e sua vegetação está adaptada a altas temperaturas com baixa precipitação. O número de estudos sobre a biodiversidade da Caatinga é crescente e vem trazendo à tona informações importantes sobre espécies endêmicas, características locais e derrubando mitos, como o julgamento errôneo de que o ecossistema é pobre em biodiversidade. Embora subestimada, a Caatinga possui espécies e características únicas, com diversas áreas fitogeográficas, e um número significativo de táxons endêmicos raros com potencial ainda desconhecido.

O aproveitamento desse potencial no combate à fome e insegurança alimentar, desenvolvimento de novos fármacos e produtos e crescimento de indicadores econômicos e sociais é possível a partir de políticas públicas direcionadas para ações estratégicas nesses segmentos. Tais políticas devem envolver ações diretas de transferência de tecnologia e fomento à inovação e também pelo fortalecimento das redes e estruturas de ensino, pesquisa e inovação em biotecnologia e áreas correlatas, fomentando a criação de redes de colaboração e crescimento sustentável desse segmento.

A geração de conhecimento científico e transformador se dá em sua maioria nas universidades e centros de pesquisa. Inúmeros profissionais vêm sendo formados e incontáveis trabalhos produzidos reafirmam as potencialidades existentes. O Nordeste possui hoje 37 programas de pós-graduação na área de Biotecnologia, 9 na área de Ciência de Alimentos, 17 na área de Farmácia e 8 na área de Nutrição, essenciais para o avanço da biotecnologia e sua aplicação junto à sociedade. Nem todos os estados do Nordeste dispõem hoje de centros de pesquisa de excelência em todos esses segmentos, e o apoio aos mesmos não é regular em sua maioria, seja por falta de recursos ou prioridades de Estado.

É apresentado aqui um breve panorama sobre o potencial da biotecnologia nas áreas de alimentos e fármacos, ligados a temas como fome, insegurança alimentar, fitoterápicos, inovação em medicamentos e outros. Também são apresentadas propostas para nortear políticas públicas nesses segmentos, com ações de curto, médio e longo prazo para consolidar a região Nordeste como referência no uso de biotecnologia em prol do desenvolvimento social do país.

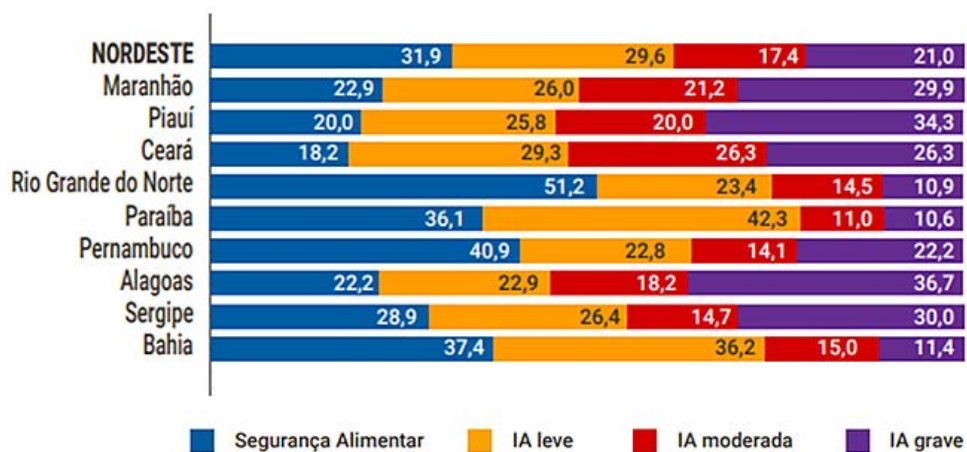
## 2. BIOTECNOLOGIA E ALIMENTOS

### 2.1 DISPONIBILIDADE DE ALIMENTO NA REGIÃO NORDESTE?

A região nordeste produziu em 2020 cerca de 8,5% da safra nacional de grãos e oleaginosas, 23% da produção de feijão, 33% da produção de bananas e 43% do cacau colhido no país. Possui 95,5% do rebanho nacional de caprinos e 70% do rebanho de ovinos. Possui pólos de produção de frutas e grande riqueza e diversidade em seu litoral e interior. E ainda assim é detentora de alguns dos piores índices de desenvolvimento humano do país. A dificuldade de acesso ao alimento produzido e a conversão deste em recursos para o avanço econômico e social são desafios continuamente enfrentados.

Segundo dados da Rede Penssan, o número de habitantes da região Nordeste em condições de insegurança alimentar em 2022 aumentou de 7,7 milhões para 22,5 milhões, quase 41% da população. Ações conjuntas são necessárias para modificar este cenário e muitas delas passam pelo avanço em políticas de educação, inovação, ciência e tecnologia, com potencial de alavancar diversos segmentos econômicos e sociais.

**Figura:** Distribuição percentual da Segurança Alimentar e dos níveis de Insegurança Alimentar no Nordeste entre 2021 e 2022 / Reprodução/II VIGISAN.



Biотecnologia e Alimentos estão intimamente interligados desde tempos remotos e sua associação foi essencial para desenvolvimento da sociedade como a conhecemos. A produção e conservação de alimentos, a variedade de produtos, valor agregado e alternativas tecnológicas fazem desta associação um excelente vetor de transformações econômicas e sociais na região Nordeste, que se alinha com pelo menos 15 dos 17 objetivos da ONU para o desenvolvimento sustentável, que devem ser atingidos até 2030. Entre eles verifica-se relação direta com, pelo menos:

- ODS 1 (Erradicação da pobreza);
- ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável);
- ODS 3 (Saúde e bem-estar);
- ODS 8 (Trabalho decente e crescimento econômico);
- ODS 9 (Indústria, inovação e infraestrutura);
- ODS 10 (Redução das desigualdades);
- ODS 12 (Consumo e produção responsáveis).

Ações conjuntas são necessárias para modificar este cenário. O uso da biodiversidade da região Nordeste pode ser uma alternativa viável. A implantação e/ou retomada de Programas que contribuam para a fixação de comunidades e melhorias de condição de produção e distribuição de alimentos e renda é outra. O fomento às redes colaborativas também, potencializando a geração e aplicação de conhecimento inovador, assim como o emprego da biotecnologia como agente de transformação.

## **2.2 O PAPEL DA TECNOLOGIA DE ALIMENTOS E BIOTECNOLOGIA**

A aplicação de biotecnologia a alimentos possui caráter multidisciplinar e envolve profissionais de diversas áreas como biotecnologia, alimentos, farmácia e nutrição. O investimento no avanço destas áreas torna-se estratégico para se explorar o potencial biotecnológico da região visando ao seu crescimento sustentável.

Em decorrência do desenvolvimento da biotecnologia, seja na área industrial quanto na melhoria da agricultura, podemos agora alimentar mais pessoas e ao mesmo tempo desperdiçar menos matérias-primas utilizando ferramentas biotecnológicas, atingindo assim o objetivo da sustentabilidade e combate à fome.

As técnicas biotecnológicas oferecem uma variedade de benefícios na produção de alimentos e bebidas. Com biorreatores possuem a capacidade de controlar os fatores como temperatura, pH, concentração de oxigênio e fornecimento de nutrientes. São versáteis, ideais para a produção de diversos produtos alimentícios e bebidas. Estas técnicas têm o potencial de aumentar o valor nutricional dos alimentos e fornecer fontes alimentares sustentáveis, como proteínas alternativas (vegetais e de inseto). A indústria alimentícia tem visto imensos benefícios com a utilização de biorreatores, incluindo a produção de alimentos fermentados, probióticos, enzimas, ácidos orgânicos, compostos bioativos e diversos aditivos alimentares.

O emprego de biotecnologia na área de alimentos se estende desde o uso direto de enzimas e microrganismos na produção de queijos, produtos fermentados (lácteos, cárneos, vegetais e outros), chocolates e bebidas, até o uso tecnológico desses, como nos processos de reestruturação de carnes, clarificação de sucos e polpas, uso como aditivos e também aumentando o valor nutricional e funcional de alimentos. Passa ainda por toda a cadeia produtiva, indo desde o plantio agrícola até a mesa do consumidor. Outro segmento importante é a prospecção de potencialidades da fauna e flora regionais, na identificação de componentes bioativos com potencial farmacológico, nutricional e tecnológico. Com isso, é possível a obtenção de produtos com maior durabilidade, manutenção ou melhoria de características nutricionais, agregação de valor às cadeias produtivas e aumento da inovação nesse segmento.

Alimentos também podem ser produzidos explorando a biodiversidade do Nordeste, utilizando técnicas que permitem à indústria alimentícia criar de forma sustentável proteínas à base de plantas e insetos, bem como reduzindo desperdícios.

## **2.3 MATÉRIAS-PRIMAS EM POTENCIAL A SEREM EXPLORADAS**

A região Nordeste detém 95,5% e 69,9% dos rebanhos nacionais de caprinos e ovinos, respectivamente (IBGE, 2022). Raças nativas, adaptadas às condições climáticas, constituem valioso material genético e desempenham



importante função na economia local, promovendo a fixação do homem no campo, sustentabilidade e preservação de tradições regionais. Contribuem na promoção da biodiversidade e produção sustentável de carne, leite e derivados que apresentam uma variedade rica e única. A produção de peixes e organismos aquáticos no Nordeste tem destaque nacional, com 17,8% da produção de peixes em 2021. Condições climáticas e disponibilidade de recursos hídricos em certas regiões favorecem-nas. A extensão do litoral, cerca de 3000km, oferece oportunidades para o desenvolvimento da aquicultura marinha. No interior, tem-se potencial na criação de peixes em tanques escavados, canais de irrigação e tanques-rede em grandes açudes.

Na área vegetal o Nordeste se destaca como um importante pólo produtor de frutas, contribuindo significativamente para a economia regional. Cada estado possui suas particularidades que são mais positivas para uma ou outra espécie de fruta. De modo geral, esses vegetais também são ricos em componentes bioativos, como ácidos fenólicos, flavonóides, estilbenos e lignanas. Esses antioxidantes naturais, especialmente os flavonóides, têm uma ampla gama de atividades biológicas, incluindo propriedades antienvhecimento, antiinflamatórias, antivirais, antimicrobianas e anticancerígenas.

Fontes alternativas para obtenção de nutrientes, novos produtos e ingredientes podem ser exploradas. Plantas alimentícias não-convencionais, microalgas, insetos comestíveis, cogumelos e outros entre outros são valiosas fontes de proteínas, fibras, minerais, compostos bioativos e outros que podem dinamizar segmentos comerciais e contribuir no combate à insegurança alimentar. O sistema alimentar tal como o conhecemos atualmente deve passar por uma revolução drástica.

## **2.4 AÇÕES ESTRUTURANTES PARA O USO DA BIOTECNOLOGIA ASSOCIADO A ALIMENTOS:**

**A) Fortalecimento dos centros de pesquisa e formação de profissionais já existentes e ampliação a todos os estados do Nordeste:** Fomento à adequação e modernização de infraestruturas, recursos de custeio e bolsas de estudo (de graduação ao pós-doutorado e de inovação). Fomento com editais de apoio temáticos. Fomento à programas de capacitação e valorização de profissionais.

**B) Fomento às ações de transferência de ferramentas de biotecnologia às agroindústrias:** Capacitação e treinamento para uso dessas ferramentas em agroindústrias familiares e de médio e grande porte para agregação de valor, aproveitamento de coprodutos e geração de novos produtos.

**C) Combate à fome e insegurança alimentar:** Apoio em projetos para a identificação de alternativas de baixo custo e alto valor nutricional para redução da insegurança alimentar. Investimento em proteínas alternativas, prospecção no Bioma de Caatinga e outros.

## **2.5 RESULTADOS CONSOLIDADOS DE PESQUISA E AÇÕES COM POTENCIAL DE IMPACTO SOCIAL**

Pesquisadores, o setor agroalimentar e governos locais, têm se esforçado para construir alternativas capazes de modificar o atual cenário de desigualdades. O desenvolvimento agroindustrial é um forte aliado para o desenvolvimento da região nordeste. Projetos que fomentam alternativas econômicas regionais, são exemplos de ideias bem sucedidas e que podem ser potencializadas pela biotecnologia.

Exemplo disso é o projeto São José, criado em 2007 para promover o desenvolvimento e competitividade rural no Ceará, com ênfase na agricultura familiar. Projetos similares foram implantados nos diversos estados do Nordeste, com potencial de transformação efetivo. É possível a otimização do uso destas agroindústrias já instaladas e de novas, com a aplicação da biotecnologia e tecnologia de alimentos para formular novos produtos, o aproveitamento integral de matérias primas e capacitação de agentes multiplicadores.

Na área animal o beneficiamento do leite bovino e caprino pode ser expandido para produção também produtos fermentados, desidratados, gelados e outros. O beneficiamento e diversificação de produtos de peixes, crustáceos e outros frutos do mar têm grande potencial para criação de produtos alternativos e uso dos co-produtos.

Na área vegetal pode-se associar biotecnologia à elaboração de polpas de frutas, sucos, doces, produtos desidratados. Prospecção de compostos bioativos, obtenção de novos ingredientes, geração de produtos de elevado valor nutricional. Possibilidades de explorar formas alternativas de aproveitamento integral desses insumos aplicando as tecnologias desenvolvidas nas ICTs para elaboração de produtos fermentados, ingredientes multifuncionais ricos em fibras a serem aplicados na nutrição humana, proteínas vegetais alternativas, extração e obtenção de óleos e extratos vegetais entre outros.

### **3. BIOTECNOLOGIA E FÁRMACOS**

#### **3.1 PRODUÇÃO DE BIOFÁRMACOS E BIOINSUMOS FARMACÊUTICOS A PARTIR DO BIOMA CAATINGA**

O Brasil tem enormes dimensões. Ocupa quase metade da América do Sul e possui várias zonas climáticas que contribuem para as diferenças ecológicas formando zonas biogeográficas distintas chamadas biomas. Possui a maior floresta tropical úmida (Floresta Amazônica), e a maior planície inundável (Pantanal) do mundo e biomas como o Cerrado (savanas e bosques), a Caatinga (florestas semiáridas) e a Mata Atlântica (floresta tropical pluvial) com imensa biodiversidade no país. A Caatinga é o terceiro bioma brasileiro mais modificado pelo homem e somente cerca de 1% do Bioma está protegido por Unidades de Conservação de Proteção Integral, o que o deixa como o Bioma brasileiro menos conservado em relação a sua área total. Mesmo assim, estima-se que não mais de 15 % da caatinga seja de vegetação intocada, original.

Desse modo, o desenvolvimento científico e tecnológico, a formação de profissionais qualificados e a transferência de conhecimento para instituições públicas para o aprimoramento de políticas de conservação, manejo e uso sustentável da biodiversidade de forma socialmente justa são ações *sine qua non* a serem empregadas, visando o desenvolvimento de bioprodutos na região nordeste e valoração do Bioma Caatinga.

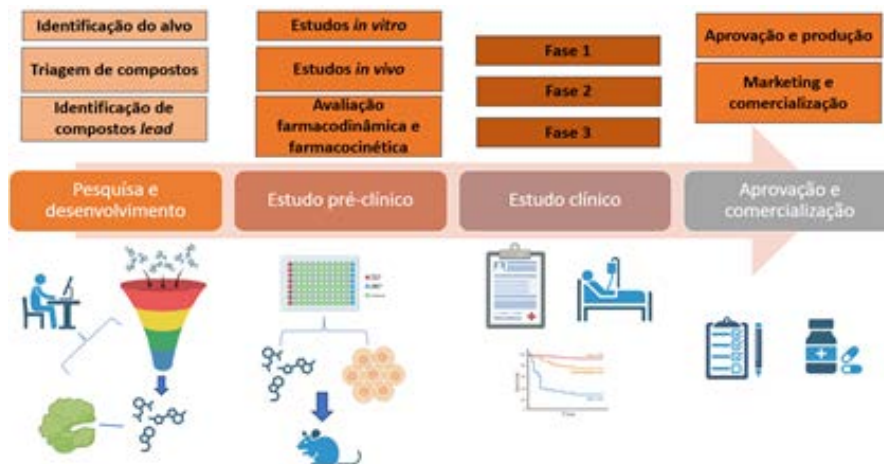
A prospecção de biofármacos a partir da biodiversidade endêmica da caatinga, caracterizada por condições xéricas (plantas que toleram a escassez d'água, deficiência hídrica ou que resistem à seca), representa uma abordagem promissora no campo da pesquisa farmacológica para o desenvolvimento de Biofármacos. Espécies vegetais como a “angico” (*Anadenanthera colubrina*), “aroeira-vermelha” (*Schinus terebinthifolius*), “caroá” (*Neoglasiovia variegata*), “catingueira” (*Caesalpinia pyramidalis*), “umburana-de-cheiro” (*Amburana cearensis*), *Spondias tuberosa* (umbu) e *Mimosa hostilis* (jurema), assim como espécimes animais como espécies de jararaca nativas do nordeste (*Bothrops lutzi*, *B. muriciensis* e *B. pirajai*) e *Tolypeutes tricinctus* (tatu-bola), encontrado também no Bioma Cerrado, apresentam uma rica gama de compostos bioativos com potencial terapêutico.

A extração e isolamento de compostos químicos a partir da biodiversidade é um dos meios mais importantes de descobertas de novas biomoléculas com potencial terapêutico para uma gama de doenças, inclusive as de difícil tratamento. Esses compostos passam por avaliações de suas propriedades farmacológicas, posicionam-se como estratégias-chave na identificação de biofármacos inovadores. A pesquisa e desenvolvimento de biofármacos a partir de espécies do Bioma Caatinga não apenas contribuem para o avanço científico, mas também oferecem oportunidades para impulsionar a economia local, estabelecendo uma convergência entre a pesquisa biotecnológica, conservação ambiental e desenvolvimento regional sustentável.

### 3.2 OBJETIVOS DO USO DA BIOTECNOLOGIA NO SEGMENTO DE FÁRMACOS:

A bioeconomia na região nordeste precisa ser consolidada como política de estado que assegure a continuidade de políticas e programas de ciência tecnologia e inovação (CTI) associada à produção e utilização de conhecimento enquanto, componentes centrais do desenvolvimento econômico, social e ambiental sustentável do país.

**Figura:** Representação esquemática do desenvolvimento de novos fármacos da descoberta, aos estudos pré-clínicos, validação em modelos animais até os ensaios clínicos. Fonte: Adaptado de Honek, 2017.



### 3.3 ESTRATÉGIAS DE DESENVOLVIMENTO QUÍMICO E FARMACOLÓGICO COM O USO DA BIOTECNOLOGIA:

**A) Prospecção Guiada por Genômica Funcional:** Utilizar abordagens de genômica funcional para identificar genes e vias metabólicas em espécies da caatinga responsáveis pela síntese de compostos bioativos. Essa estratégia maximiza a eficiência na descoberta de biomoléculas terapêuticas.

**B) Desenvolvimento de Técnicas Sustentáveis de Extração e Produção:** Investir em métodos de extração sustentáveis, para preservar a integridade dos compostos bioativos durante a obtenção. Adotar práticas sustentáveis na produção em larga escala, considerando os impactos ambientais e eficiência econômica.

**C) Parcerias Estratégicas com Setor Farmacêutico e Instituições de Pesquisa Internacionais:** Promover o desenvolvimento do parque tecnológico instalado de instituições de pesquisa no nordeste brasileiro e com empresas farmacêuticas, buscando maior especialização em biotecnologia e desenvolvimento de biofármacos. Essa colaboração permite acesso a recursos adicionais, conhecimentos especializados e canais de distribuição global, ampliando o alcance e a aplicabilidade comercial dos fármacos, biofármacos e/ou fitofármacos desenvolvidos a partir da caatinga.

### 3.4 AÇÕES ESTRUTURANTES PARA O USO DA BIOTECNOLOGIA ASSOCIADO A FÁRMACOS:

**A) Infraestrutura Laboratorial Especializada:** Fortalecimento, ampliação e criação de laboratórios de genômica funcional existentes no litoral e no interior do nordeste equipados com tecnologias de ponta para sequenciamento genético, análise de expressão gênica e identificação de biossintetizados. Garantir a disponibilidade de profissionais especializados na interpretação de dados genômicos para orientar eficazmente a prospecção de biomoléculas terapêuticas e o fomento para realização das análises. Alinhamento das ações com ecossistemas de inovação e com o setor produtivo, inclusive de outras áreas como a agroindústria e de alimentos.

**B) Centro de Pesquisa em Biotecnologia Ambiental:** Fortalecimento, ampliação e criação de centros de pesquisa especializado em biotecnologia ambiental, dedicado ao desenvolvimento de técnicas sustentáveis de extração e produção de compostos bioativos.

**C) Central de Metabolômica e Proteômica Aplicada Para Química de Produtos Naturais:** A metabolômica tem importância particular na química de produtos naturais “moderna”, pois é a técnica mais funcional e abrangente no monitoramento e entendimento das funções dos genes e na identificação do estado bioquímico de um organismo em resposta a mudanças genéticas e ambientais. Esta ferramenta faz uso de análises quali e quantitativamente abrangentes e visa analisar o conjunto de metabólitos presentes nos meios intra e extracelular de um determinado organismo ou sistema biológico ou detectar metabólitos que são relevantes do ponto de vista bioquímico, fisiológico e farmacológico. A instalação irá atender as abordagens de química verde, análises de identificação e quantificação de metabólitos primários e secundários, entre outros.

**D) Plataforma do Biobanco das espécies do bioma Caatinga:** Uma estrutura adequada e centralizada para armazenar extratos e frações dos produtos naturais obtidos de plantas e microorganismos presentes no bioma da caatinga, a fim de montar uma biblioteca de amostras de produtos naturais e de compostos bioativos. Esta biblioteca irá representar a biodiversidade do bioma caatinga, a qual irá conter todas as informações da diversidade química, os quais irão servir para identificação de aplicação terapêutica, triagem de moléculas e estudos de química medicinal.

**E) Centro de química medicinal e síntese orgânica:** Com o domínio da Química de Produtos Naturais são isoladas diferentes moléculas de interesse industrial. Portanto, a síntese total nesta área é considerada estratégica por envolver o conhecimento da biodiversidade num sentido amplo, além de fornecer fontes renováveis de substâncias com importância nas diversas áreas da ciência e tecnologia.

**F) Plataforma da Caatinga IA: Serviços ecossistêmicos e de inteligência artificial:** A inteligência artificial poderá identificar espécie de animal ou vegetal a partir de simples imagens, medidas ou até mesmo o som. O monitoramento remoto irá permitir que os dados sejam coletados automaticamente e ininterruptamente, e dependerá da tecnologia dos equipamentos. E combinado com uso de softwares específicos e com o banco de dados, poderá fornecer alto nível de eficiência para o monitoramento de espécies baseado em algoritmos. Tendo como objetivo de detectar espécies específicas, avaliar o tamanho da população da espécie, e descobrir padrões de comportamento, possibilitando o monitoramento automatizado da biodiversidade. Para extrair essas informações serão utilizadas diversas técnicas de Inteligência Artificial como Rede Neural Artificial (incluindo deep learning), Random Forest, Support Vector Machine, dentre outras.

**G) Programa de Capacitação em Biotecnologia Farmacêutica:** Desenvolver programas de capacitação em parceria com instituições de ensino superior (IES), focados na formação de profissionais especializados em biotecnologia farmacêutica em nível de graduação e pós-graduação. Irão suprir a demanda por profissionais qualificados na área, fortalecendo a base de conhecimento e expertise necessária ao desenvolvimento de fitofármacos. É necessário uma linha de financiamento perene e dentro de um planejamento estratégico estabelecido no consórcio nordeste, podendo ser aplicado ao programa RENORBIO.

**H) Plataforma de Networking Internacional:** Estabelecer um programa de networking internacional, facilitando a conexão entre instituições de pesquisa, empresas farmacêuticas e investidores estrangeiros.

**I) Incentivos Fiscais e Subsídios para Empresas Sustentáveis:** Buscar ações de políticas de incentivos fiscais e subsídios para empresas que adotam práticas sustentáveis na produção em larga escala de biofármacos, além de uma política de aplicação de rendimentos não reembolsáveis para o financiamento de Startups e outras empresas de base tecnológica com alinhamento com estruturas como SEBRAE e outros atores buscando alavancar a cultura da Indústria 4.0. Esses estímulos financeiros promovem a adesão a métodos ecologicamente corretos, alinhando eficiência econômica e responsabilidade ambiental.

#### **4. PROPOSTAS DO GT BIOTECNOLOGIA PARA AS POLÍTICAS PÚBLICAS**

1. Formação de um Comitê Científico assessor de Biotecnologia do Consórcio Nordeste composto por especialistas de cada estado, das várias áreas de aplicação da biotecnologia.

2. Criação de um fundo regional para o fomento à pesquisa, inovação e divulgação científica em Biotecnologia e Ciência e Tecnologia dos Alimentos para financiar projetos regionais de elevado impacto, como a criação/manutenção de um banco de dados dos compostos bioativos e alimentos ou aditivos alimentares da Caatinga.

3. Fortalecimento das Agências de Fomento Estaduais com o aumento de orçamento e contratação/efetivação de pessoal para a coordenação dos editais de fomento à pesquisa, inovação e divulgação científica em Biotecnologia e Ciência e Tecnologia de Alimentos.

4. Interiorização das pesquisas para aumentar a abrangência dos estudos da biodiversidade da Caatinga por meio da criação de Centros Regionais de Pesquisa e Inovação em cada estado.

5. Criação e fortalecimento de redes estaduais e regionais de pesquisa, em projetos fomentados pelas FAPs, e a expansão dos Parques Tecnológicos para os interiores em busca/criação de potenciais produtos biotecnológicos.

6. Criação/renovação/fortalecimento da infraestrutura para a pesquisa, inovação tecnológica e desenvolvimento do segmento de biotecnologia na região.

7. Fomento de ações de popularização da ciência ligadas à aplicação de biotecnologia nas áreas de alimentos e fármacos, com incentivos para integração entre ICTs, escolas e comunidade.

8. Retomada/resgate/implementação de agroindústrias e plantas de processamento de alimentos implementadas por diversos programas estaduais e federais relacionadas à agricultura familiar (como o Projeto São José - CE e Bahia Produtiva e Pró-Semiárido - BA), agregando valor à cadeia produtiva com a aplicação de ferramentas biotecnológicas, visando também ao aproveitamento de coprodutos.

9. Criação/fomento a Programas de Capacitação em Biotecnologia para o Setor Produtivo Farmacêutico e de Alimentos, visando ao treinamento e transferência de tecnologia de ferramentas biotecnológicas para indústrias de alimentos de diferentes portes.

10. Fomento dos estudos e aplicação de ferramentas biotecnológicas na produção de fontes alternativas de proteínas e outros nutrientes importantes no combate à desnutrição e à insegurança alimentar.

# 06.

## Diagnóstico e Recomendações do GRUPO DE TRABALHO de Empregabilidade e Fixação de Talentos

### INTRODUÇÃO

As economias modernas dependem de trabalhadores altamente qualificados (INEP, 2022). Além disso, os níveis mais altos de escolaridade geralmente se traduzem em melhores oportunidades de emprego e maiores rendimentos.

De acordo com a publicação “Panorama da Educação”, do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), no âmbito internacional, a taxa de emprego para pessoas com ensino superior completo foi de 84%, em comparação com 75% para aqueles com ensino médio completo e 58% para os com ensino fundamental completo. No Brasil, a taxa de emprego de pessoas com mestrado (80%) é ligeiramente menor do que aquelas com apenas graduação (82%), uma tendência também observada em outros países. O Brasil se destaca nesse cenário, apresentando o maior ganho para os trabalhadores com ensino superior em comparação com aqueles com até ensino fundamental completo, chegando a quase quatro vezes mais de ganho.

Entretanto, de acordo com o IBGE, a taxa de Desocupação do Nordeste, no 2º trimestre 2023, é maior do que todas as outras regiões do país, sendo: 11,3% no Nordeste, 8,1% no Norte, 7,9% no Sudeste, 4,7% no Sul 4,7 e 5,7% no Centro-oeste. Além disso, os dados apontam que é preciso preocupar-se não só com os desocupados - pessoas na força de trabalho que estão desempregadas - como também a subutilização da força de trabalho, no que se refere aos que estão subocupadas por insuficiência de horas trabalhadas ou aos que tem força de trabalho em potencial, mas não os buscam por acharem que não encontraria uma vaga de emprego por razões diversas: não ter experiência, ser muito jovem ou idoso etc.

Esses últimos dados apontam para a necessidade de observar a empregabilidade no Nordeste. Ademais, há um outro fator que merece a devida atenção: a fixação de talentos na região. O artigo - Ciência, Tecnologia e Inovação para o desenvolvimento regional inclusivo, sustentável e autônomo - chama a atenção para a contínua promoção de desperdício da criatividade da população e das desigualdades sociais e regionais no nosso país (Fernandes, Melo e Xicus, 2023). De acordo com os autores, o Brasil investiu na formação de profissionais qualificados, mas a crise e o colapso em ciência e tecnologia impedem que mais de 90 mil mestres e doutores contribuam efetivamente. É crucial a oportunizarão profissional desses talentos, e o estímulo à sua participação no desenvolvimento econômico. A adaptação é urgente em todos os níveis de educação, considerando a diversidade regional e alinhando-se às tendências globais, destacando-se, nesse sentido, a proposta de Sistemas Territoriais de Inovação.

Considerando a necessidade de ampla discussão sobre os aspectos de empregabilidades e o risco de perda de talentos na Região Nordeste, sugere-se aqui breve análise diagnóstica sobre as oportunidades de trabalho para pessoas com nível superior e pós-graduação, seguido de proposições para ampliação de possibilidades nesta área.

### BREVE DIAGNÓSTICO SOBRE EMPREGABILIDADE E FIXAÇÃO DE TALENTOS

#### 1. Uma rápida análise dos desafios do futuro do trabalho

Com o intuito de entender o que está sendo mais comumente estudado sobre empregabilidade, realizamos uma





decente. A reflexão sobre o modelo tradicional de relação trabalhista e a necessidade de escolhas alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável enfatiza a importância das decisões atuais. Inovações sindicais, como os centros de trabalhadores, são discutidas como respostas necessárias às mudanças nas dinâmicas de trabalho. Enfatiza-se a necessidade de respostas adaptativas, tanto em nível individual quanto nas políticas públicas e nas estruturas sindicais, para garantir um futuro do trabalho mais sustentável e justo no Brasil.

Enfrentamos grandes desafios, para além da mera geração de empregos, incluindo a garantia de segurança e boas condições de trabalho. Nesse cenário, é essencial assegurar meios adequados para que as empresas possam prosperar em meio à era da robótica, inteligência artificial, internet das coisas e digitalização de processos. As inevitáveis transformações decorrentes dessas tendências podem resultar em significativo desemprego e informalidade, deixando trabalhadores desorientados e desprovidos de perspectivas imediatas de recolocação.

Diante desse cenário, os dirigentes sindicais precisarão confrontar os futuros fenômenos da “era da Internet das Coisas” (Iota) por meio da conscientização de governantes e da sociedade em geral. É crucial conferir prioridade estratégica à educação básica de qualidade, garantindo que as futuras gerações de trabalhadores estejam capacitadas para atender às demandas da mão de obra tecnológica.

A taxa de desemprego, especialmente entre os jovens, representa um desafio adicional, impactando de forma desproporcional os segmentos mais vulneráveis da sociedade, como pobres, mulheres, negros e pardos. A inclusão social torna-se viável apenas se o mercado de trabalho oferecer oportunidades de mobilidade e transferência de competências entre diferentes ocupações. Medidas como os programas Jovem Aprendiz, Estágio e Pronatec, aliadas à ampliação do acesso a cursos técnicos e de terceiro grau, figuram entre as estratégias para encurtar o caminho da escola para o mercado de trabalho e reduzir o desemprego juvenil. Adicionalmente, as escolas devem divulgar oportunidades de aprendizagem e cursos técnicos, aproximando os jovens das atuais e potenciais oportunidades de trabalho. O Sistema Público de Emprego (SEP) deve fornecer informações mais abrangentes sobre o mercado de trabalho, ocupações e caminhos para mitigar as taxas de desemprego juvenil, incluindo oportunidades de inclusão nos programas de aprendizagem.

O desafio crucial para o futuro do trabalho, como salienta a OIT, está intrinsecamente ligado às decisões que tomamos hoje, estabelecendo a base para a expansão do emprego e a mitigação da desigualdade.

## **2. Empregabilidade de profissionais altamente especializados e a fixação de talentos**

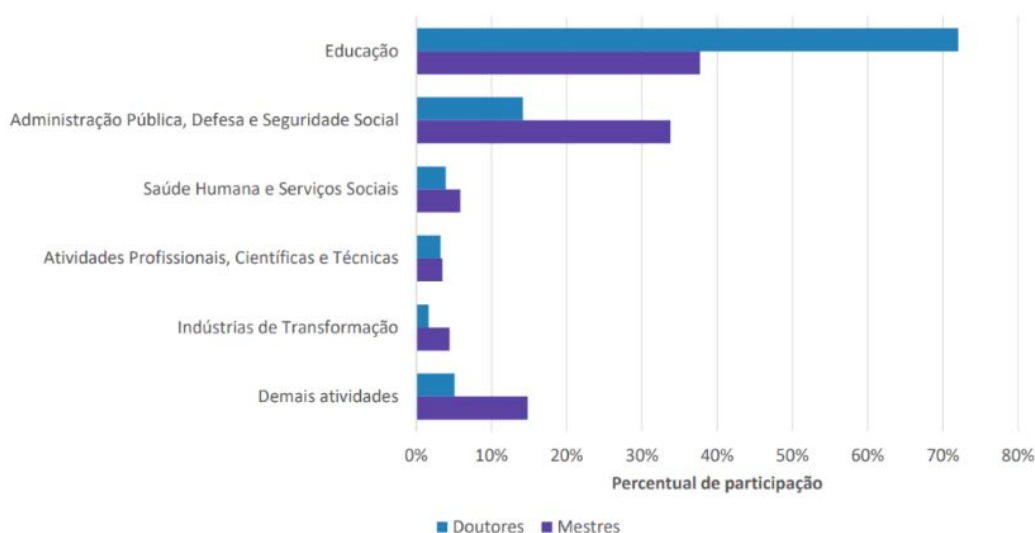
Explorar a dinâmica da empregabilidade revela a relevância crucial da formação acadêmica na ampliação de oportunidades de trabalho. Contudo, ao dirigir o olhar para profissionais altamente especializados, notadamente Mestres e Doutores, emergem preocupações adicionais que transcendem o âmbito convencional. Partindo das reflexões anteriores sobre o futuro do trabalho, onde a qualificação profissional é destacada como essencial, é imperativo aprofundar a análise quando se trata de uma mão de obra altamente especializada. A rapidez das transformações tecnológicas, a crescente inserção do Brasil nas cadeias globais de valor e as mudanças nas dinâmicas de emprego tornam premente a discussão sobre a fixação de talentos, principalmente aqueles detentores de títulos de Mestres e Doutores.

Neste contexto, surge a necessidade de compreender como as instituições educacionais e as políticas públicas podem contribuir para a formação desses profissionais de ponta, garantindo não apenas a excelência acadêmica,

mas também a sua inserção e estabilidade no mercado de trabalho. A busca por estratégias que promovam a valorização e retenção desses talentos torna-se um elemento crucial para o desenvolvimento sustentável e inovador de diversos setores. Assim, esta seção se propõe a explorar as nuances da empregabilidade para Mestres e Doutores, considerando os desafios e oportunidades que surgem com abordagens assertivas na formação e na atração de talentos altamente qualificados.

Observe, portanto, que a maior parte dos doutores e doutoras constroem carreiras na Educação Superior e apenas 12,5% dos que dispõem vínculo empregatício no país atuam em entidades empresariais privadas. A maioria dos Mestres e Doutores é absorvida pelas administrações públicas federal, estaduais e municipais, com destaque para o Ensino Superior, como pode ser observado na Figura 2.

**Figura 2:** Participação do emprego de Mestres e Doutores por seção da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) no Brasil em 2021 (CGEE, 2023)



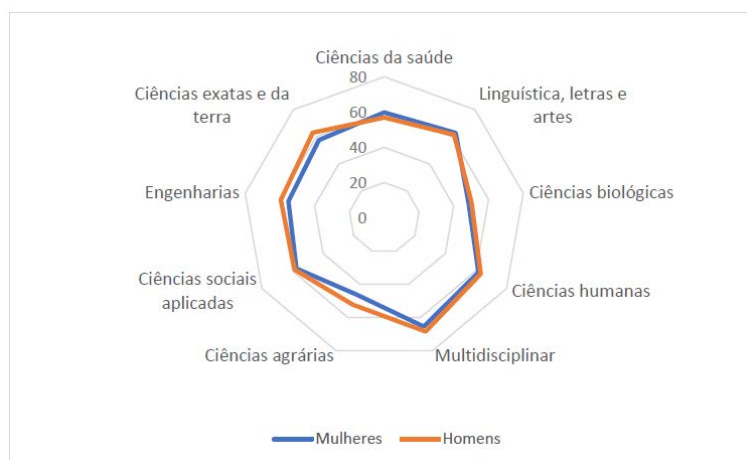
A falta de perspectiva de inserção de pós-graduandos(as) no mercado de trabalho, reforçada pelo congelamento do valor das bolsas e pela queda dos investimentos em educação e em pesquisa e desenvolvimento (P&D) nos últimos anos, intensificou um processo apontado pela comunidade científica brasileira como fuga de cérebros. Conforme nota técnica produzida pela ANPG em parceria com a Cátedra de Educação do CEMJ em 2021:

No ranking internacional da competitividade global de talentos, criado pelo Instituto Europeu de Administração de Empresas (Insead), (considerada como uma das melhores escolas de negócios do mundo), o Brasil ficou em 80º lugar entre as 132 nações analisadas na edição de 2020 (caiu oito posições em relação a 2019). O principal motivo para a piora é a **falta de capacidade do Brasil de criar, reter e atrair novos talentos**, traduzido na impressionante queda de posição do país em relação ao índice “fuga de cérebros”, no qual o Brasil saltou da 45ª para a 70ª posição em um ano. Outros índices que acendem um alerta são “empregabilidade” (o país ficou na 123ª posição) e, também aquele relacionado à “relevância do sistema educacional para a economia”: o Brasil ficou em 126º lugar (pior resultado do país neste ranking) (SANTOS; OLORRUAMA; LIZARDO; BONONE, 2021, p. 3 apud ANPG, 2023, p.16).

Um outro ponto a se pensar é na relação entre Gênero e Empregabilidade. Há diferença entre a empregabilidade de homens e mulheres com formação em CT&I. Apesar das mulheres serem maioria no número de titulados e no número de empregados formalmente entre mestres e doutores, quando se analisa a proporção entre essas duas

variáveis para analisar a taxa de emprego formal, percebe-se que a inserção no mercado formal é pior para elas do que para os homens. Conforme observado na Figura 3, a taxa de emprego formal entre os mestres é maior para as mulheres apenas nas grandes áreas das Ciências da saúde (60% para as mulheres e 57% para os homens) e da Linguística, Letras e Artes (63% e 61%, respectivamente).

**Figura 3:** Taxa de emprego formal de mestres, por sexo e por grande área do conhecimento no Brasil em 2021 (CGEE, 2023)

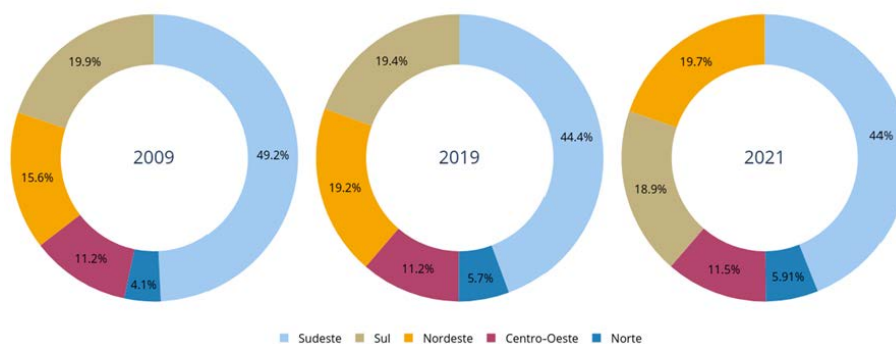


Além disso, quando analisamos a diferença salarial, percebe-se que as mulheres empregadas formalmente recebem rendimentos inferiores aos dos homens em praticamente todas as áreas – com exceção de Museologia (ramo da grande área Ciências Sociais Aplicadas), onde as mulheres ganham mais.

Por fim, é preciso abordar questões especificamente relacionadas ao Nordeste. Os dados apontam que entre 1996 e 2009, quase metade (49,2%) dos mestres que possuíam emprego formal estavam localizados na região Sudeste, mas entre 2009 e 2021 a participação do emprego formal de mestres nessa região experimentou uma redução relevante (-5,2 pontos percentuais), passando a contar com 44%. A região Nordeste foi uma das que mais se beneficiaram por essa desconcentração do emprego. Em 2009, estava na terceira colocação, com 15,6% de participação relativa, vindo a ultrapassar em 2021 a região Sul, alcançando uma participação de 19,7% (

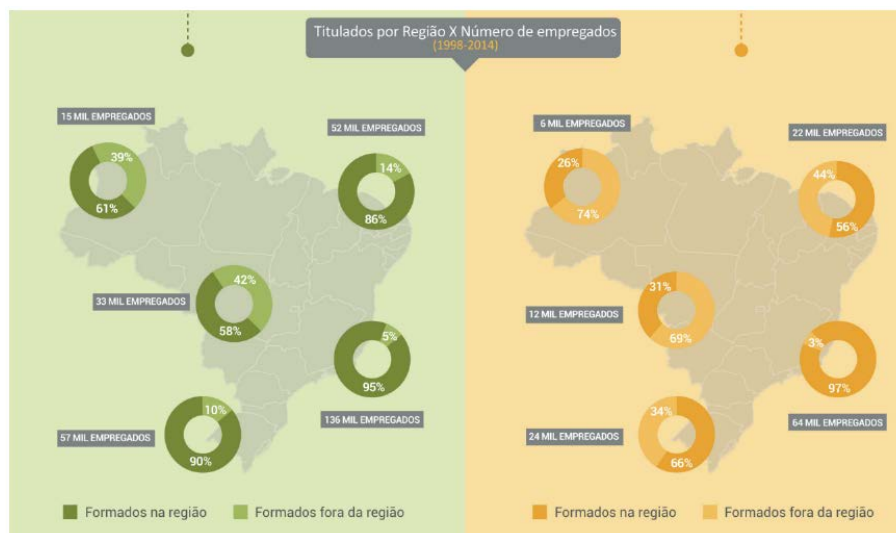
**Figura 4).** Já para os doutores, a região Nordeste voltou a ter um desempenho relevante, visto que experimentou um acréscimo de 4,3 pontos percentuais de participação relativa no emprego formal, fazendo com que empatasse no segundo lugar com a região Sul.

**Figura 4:** Distribuição de mestres com emprego formal por região – 2009, 2019 e 2021 (CGEE, 2023)



A mobilidade em direção ao Sudeste para realizar cursos de mestrado e doutorado frequentemente resulta em migração temporária visando a formação, seguida por um retorno à região de origem em busca de estabilidade profissional. Os dados apresentados na Figura 5 mostram uma distribuição de mestres e doutores com emprego formal por região, refletindo um processo de crescimento ocorrido na região Nordeste e a importância de políticas de combate a assimetrias regionais. Quanto à empregabilidade, é possível aludir que os mestres e doutores formados nas regiões Sudeste e Sul possivelmente migram para outras regiões em busca de emprego, enquanto as oportunidades de trabalho nessas mesmas regiões absorvem uma parcela muito pequena de quadros formados em outras localidades.

**Figura 5:** Título de Mestres e Doutores x número de empregados – por região (acumulado 1988-2014) (LIZARDO, 2023)



Sobre empregabilidade e fixação de talentos, a **Figura 6** mostra que a relação entre permanência e estabilidade sócio financeira está direcionada à conclusão da pós-graduação, principalmente nos casos de quem não exerce outra atividade remunerada e depende exclusivamente da atividade de pesquisa. Sabe-se que são os estados de Pernambuco e Bahia que contemplam o maior número de pós-graduandos(as) da Região Nordeste.

**Figura 6:** Atividade laboral, além da pesquisa (remunerada ou não), em porcentagem. Fonte: questionário aplicado (LIZARDO, 2023)



Ter concluído ou estar cursando um programa de pós-graduação pode influenciar positivamente as oportunidades profissionais, especialmente em setores demandantes de expertise técnica e científica. A obtenção de uma bolsa de estudos durante a pós-graduação pode ser um fator adicional, conferindo ao candidato uma vantagem com-

petitiva ao buscar emprego após a conclusão do curso. Além disso, a experiência profissional adquirida durante ou antes da pós-graduação também desempenha um papel fundamental, sendo valorizada pelas empresas em diversos campos, pois demonstra capacidade de aplicar conhecimentos acadêmicos em situações práticas do mercado de trabalho.

## **PROPOSIÇÕES SOBRE EMPREGABILIDADE E FIXAÇÃO DE TALENTO**

A empregabilidade sustentável e o aumento de oportunidade de trabalho para jovens, pessoas com idade mais avançada, com deficiência e outros grupos, bem como a retenção de talentos nas áreas de ciência, tecnologia e inovação no Brasil são desafios significativos. Uma estratégia colaborativa entre governos, instituições educacionais, setor privado e sociedade é crucial. Investimentos em educação, igualdade de oportunidades, incentivos fiscais para inovação e maior integração entre academia e indústria são fundamentais para melhorar a empregabilidade e retenção de talentos nessas áreas. As melhorias e proposições acerca da empregabilidade e fixação do trabalho aqui elencadas podem ser consideradas a curto, médio e longo prazo. As reflexões aqui descritas foram trazidas a partir dos dados analisados, bem como das discussões do grupo a partir das suas próprias experiências.

Sugere-se atenção aos seguintes pontos:

### **1. INVESTIR EM EDUCAÇÃO E PESQUISA, ATUALIZAR O CURRÍCULO E PROMOVER A FORMAÇÃO CONTINUADA PARA ADEQUAÇÃO ÀS DEMANDAS DO MERCADO DE TRABALHO**

#### **a) Aumentar o Orçamento para Instituições Educacionais e de Pesquisa de excelência:**

A criação e fortalecimento de instituições de ensino superior e centros de pesquisa de excelência na região Nordeste são passos cruciais para promover o avanço científico e tecnológico e com isso, oportunizar avanços no progresso social e economia. Estas instituições devem ser concebidas como polos de atração de talentos e catalisadores para a pesquisa avançada. É preciso investir significativamente no setor educacional e de pesquisa para construir uma base sólida que promova a empregabilidade e a fixação de talentos na região Nordeste, incluindo o estímulo ao desenvolvimento de estudos nesta mesma área, a fim de que se possa compreender ainda mais possíveis desafios e proposições. Alocar recursos nas instituições educacionais pode melhorar a infraestrutura e a qualidade dos programas educacionais, o que afetar diretamente a qualidade do trabalhador e maior sustentabilidade empregatícia. Neste contexto, é importante ressaltar a importância da criação de ambientes educativos propícios para o desenvolvimento de habilidades práticas, sempre que possível, integrando a tecnologia no processo de aprendizado. Isso proporcionará aos estudantes experiências mais alinhadas com as demandas do mercado de trabalho. O acompanhamento e monitoramento da qualidade dos Programas Educacionais pode e deve favorecer a revisão e aprimoramento contínuo, alinhando-os às tendências globais e às necessidades específicas da região Nordeste.

#### **b) Dinamizar a Gestão Curricular durante o processo de formação:**

É necessário que os currículos universitários, além de atender ao desenvolvimento do pensamento crítico, socio-político, filosófico e acadêmico, estejam também atualizados e alinhados com as necessidades do mercado de trabalho. Uma gestão de atualização curricular requer abordagens dinâmicas e flexíveis. Para isso é importante estabelecer mecanismos de avaliação periódica dos currículos que envolva uma análise regular das tendências do

mercado, feedback de empregadores e avaliação do desempenho dos graduados para garantir que os currículos estejam sempre alinhados com as demandas dinâmicas. Módulos e disciplinas eletivas podem ser adaptados para abordar avanços tecnológicos e novas exigências, garantindo que os estudantes se formem com conhecimentos relevantes.

### **c) Promover a Formação Continuada após a conclusão do Ensino Superior:**

A oferta de programas de formação continuada é uma estratégia valiosa para atualizar os profissionais aos cenários de constante mudança e das novas demandas que surgem. Esses programas garantem que os conhecimentos adquiridos durante a formação inicial estejam sempre alinhados com as últimas tendências. Desenvolver programas específicos que abordem avanços tecnológicos emergentes é fundamental. Isso pode incluir cursos, workshops e treinamentos práticos projetados para atualizar as habilidades dos profissionais de acordo com as últimas tecnologias, como inteligência artificial, automação e outras inovações. Além disso, criar incentivos, como bolsas parciais ou oportunidades de networking, pode motivar os profissionais a participarem ativamente de programas de formação continuada. Tal critério de atualização e formação continuada deve ser prioritariamente atendido com os professores que lecionam em nível superior, a fim de que possam promover o processo de ensino aprendizagem a partir de estratégias que aproximem o conhecimento acadêmico e o mundo do trabalho, favorecendo aprendizagens práticas e a transferibilidade de conhecimento e da resolução de problemas. Reforça-se aqui a importância da estimulação e desenvolvimento das soft skills no espaço acadêmico, visto que a ausência de tais habilidades leva, muitas vezes, à perda do trabalhador e ao aumento do desemprego.

### **d) Oferecer Bolsas e Incentivos:**

Incentivar estudantes a seguir carreiras em ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM) é uma estratégia proativa para fortalecer a base de profissionais altamente qualificados na região. A oferta de bolsas de estudo e subsídios desempenha um papel crucial nesse esforço e pode atrair mais estudantes para áreas críticas onde a demanda por profissionais é alta. O apoio financeiro para incentivar a pesquisa e o desenvolvimento nesta área pode estimular a inovação e contribuir para a formação de profissionais altamente capacitados, o que por sua vez, impulsiona a pesquisa e a inovação, promovendo soluções e alimentando o crescimento econômico da região. Esses programas devem ter um foco especial em áreas economicamente desfavorecidas, garantindo que talentos locais tenham acesso às oportunidades educacionais. Além disso, desenvolver programas que facilitem a permanência desses talentos na região é estratégico, proporcionando oportunidades de emprego e crescimento profissional alinhadas com as demandas do mercado regional.

### **e) Educação Pública sobre Ciência e progresso desde a Educação Básica:**

É preciso promover a conscientização pública sobre a importância da ciência e tecnologia para construir uma sociedade informada e engajada, que compreenda os benefícios da ciência para a qualidade de vida e o progresso social. Para isso, é necessário implementar programas educativos em escolas para criar uma base sólida de compreensão científica desde a infância, incentivando futuras carreiras em STEM, além de introduzir currículos escolares inovadores que incorporem abordagens práticas e experiências científicas para tornar o aprendizado de ciências mais envolvente e relevante para os alunos.

Um ponto muito importante a ser levantado aqui é a Orientação Profissional. Seria importante facilitar programas de orientação profissional que apresentem aos estudantes as diversas carreiras em ciência e tecnologia, proporcionando uma compreensão mais clara das oportunidades disponíveis. Tal sugestão poderia, inclusive, se sofisticar no Ensino Superior a partir da construção de comitês que pudessem assessorar o aluno na entrada do mercado de trabalho na sua área de futura atuação.

## **2. ESTIMULAR A COLABORAÇÃO EFETIVA ENTRE ACADEMIA, INDÚSTRIA E EMPRESAS E REALIZAR PARCERIAS PÚBLICO-PRIVADAS:**

### **a) Estimular a Colaboração e Promover Parcerias através de Incentivos:**

Desenvolver parcerias entre instituições de ensino superior, centros de pesquisa e empresas locais é essencial para promover a pesquisa aplicada e o desenvolvimento tecnológico. Estas colaborações não apenas geram soluções inovadoras, mas também fortalecem a conexão entre a academia e o setor produtivo. Incentivar a criação de consórcios público-privados é uma abordagem eficaz para desenvolver soluções alinhadas com as necessidades específicas da região. Estabelecer políticas que proporcionem benefícios fiscais para empresas que investem em colaborações acadêmicas pode ser um forte impulsionador. Isso pode incluir deduções fiscais, isenções ou créditos tributários específicos para projetos de P&D conduzidos em conjunto. Outra possibilidade é oferecer subsídios diretos às empresas envolvidas em iniciativas de colaboração para cobrir despesas específicas do projeto e promover uma distribuição mais equitativa dos custos entre academia e indústria.

### **b) Programas de Estágio e Aprendizado:**

Desenvolver programas de estágio e aprendizado prático em parceria com empresas locais não apenas fornece experiências valiosas aos estudantes para aplicar seus conhecimentos em um ambiente de trabalho real. Também permite que as empresas identifiquem talentos promissores para futuras contratações, contribui diretamente para a formação de profissionais alinhados com as demandas regionais e facilita a transição destes alunos para o mercado de trabalho. Acredita-se que isto deveria vir associado ao desenvolvimento de programas que integrassem o aprendizado prático diretamente ao currículo acadêmico, desenvolvidos ou não pela própria empresa, que poderiam receber incentivos diferenciados para absorção de estágios remunerados ou obrigatórios. Programas de aprendizado personalizados de acordo com as necessidades específicas das empresas, poderiam ser, igualmente, desenvolvidos por meio de *Parcerias*, envolvendo a adaptação de currículos ou a criação de projetos conjuntos de pesquisa e desenvolvimento. Desta forma, ao estabelecer incentivos e programas estruturados, é possível criar um ecossistema que beneficie tanto as instituições acadêmicas quanto as empresas, promovendo uma sinergia valiosa entre teoria e prática.

## **3. SUPERAR BARREIRAS GEOGRÁFICAS E VALORIZAÇÃO DE TALENTOS: ESTRATÉGIAS PARA MITIGAR A MIGRAÇÃO**

A criação de instrumentos e mecanismos para atrair e fixar recursos humanos qualificados na região Nordeste é crucial. Isso inclui não apenas professores e pesquisadores, mas também técnicos e pessoal de apoio. Incentivar a alocação desses profissionais em cidades de médio e pequeno porte contribui para a descentralização do desenvolvimento científico, evitando concentrações exclusivas em grandes centros urbanos e promovendo um desenvolvimento mais equitativo.

Uma sugestão, neste sentido, é desenvolver programas que ofereçam incentivos financeiros e profissionais para profissionais qualificados que optem por retornar às suas regiões de origem. Esses programas podem incluir benefícios fiscais, apoio à reintegração e oportunidades de carreira atrativas. Vale também pensar na implementação de políticas que promovam um ambiente profissional estimulante e recompensador em regiões menos desenvolvidas. Isso pode envolver o apoio ao desenvolvimento de redes profissionais, programas de capacitação contínua e oportunidades de crescimento na carreira.

A redução das disparidades regionais pode vir também por meio da implementação de políticas que incentivem a presença de empresas, em especial, as de tecnologia, em regiões menos desenvolvidas, como por exemplo, a criação de políticas fiscais específicas, como isenções tributárias ou reduções de impostos para empresas de que optem por se estabelecer em regiões menos desenvolvidas, bem como subsídios para infraestrutura.

Por fim, recomenda-se considerar a possibilidade de estabelecer parcerias entre empresas e instituições educacionais locais para garantir a formação e o desenvolvimento contínuo de talentos locais. Isso cria uma conexão vital entre o setor educacional e as oportunidades de emprego, aumentando a probabilidade de retenção de talentos.

#### **4. APRIMORAR O AMBIENTE DE NEGÓCIOS PARA ESTIMULAR A INOVAÇÃO, REDUZIR A BUROCRACIA E PROMOVER INVESTIMENTOS EM PESQUISA E DESENVOLVIMENTO**

##### **a) Apoio a Startups:**

Além de estabelecer incubadoras e aceleradoras de startups, é fundamental criar um ambiente propício ao desenvolvimento desses empreendimentos. Oferecer suporte financeiro, mentoria e facilitar o acesso a redes de investidores são peças-chave nesse ecossistema. Integrar essas startups com instituições de pesquisa amplia a base de conhecimento disponível, proporcionando um terreno fértil para a inovação e o desenvolvimento de produtos com aplicações práticas na região.

##### **b) Simplificação de Processos Burocráticos:**

A burocracia excessiva pode ser um entrave significativo para o desenvolvimento de empresas inovadoras. É preciso realizar uma revisão abrangente das regulamentações existentes, identificando oportunidades para simplificação e eliminação de procedimentos desnecessários. A simplificação deve ser orientada para facilitar a criação e operação de empresas inovadoras. Promover a transição para processos online e digitalização de documentos, reduzindo a necessidade de papelada física e agilizando as interações com órgãos reguladores. Isso não apenas reduz a burocracia, mas também aumenta a eficiência operacional.

##### **c) Incentivos Fiscais para Estimular Pesquisa e Desenvolvimento:**

Oferecer incentivos fiscais para empresas que se estabeleçam na região Nordeste é uma estratégia eficaz para promover a criação de empregos locais e fortalecer o ecossistema econômico regional. Para impulsionar a inovação, *vale* criar programas de créditos fiscais direcionados especificamente para empresas que realizam investimentos significativos em P&D. Esses créditos podem ser proporcionais ao montante investido, proporcionando uma vantagem financeira tangível. Outra sugestão, é estabelecer políticas que reduzam as alíquotas de impostos para as empresas que introduzem inovações significativas em seus setores. Essa abordagem não apenas incen-



tiva a inovação, mas também estimula a competitividade das empresas no mercado. Por fim, sugere-se facilitar parcerias entre o setor público e empresas privadas para promover iniciativas conjuntas de P&D. Essas parcerias podem ser apoiadas por benefícios, tais como: reduções de impostos, isenções fiscais temporárias e outras medidas. e pode contribuir para o desenvolvimento de soluções inovadoras, bem como tornar a região atrativa para investimentos empresariais.

## **5. PROMOVER A DIVERSIDADE, IGUALDADE, GARANTIR AMBIENTES PROFISSIONAIS INCLUSIVOS, ALÉM DA AMPLIAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE DESENVOLVIMENTO DAS SOFTSKILLS**

Para promover a igualdade de oportunidades há muito o que se fazer. Chama-se atenção aqui para as questões de gênero, etnia, idade e para pessoas com deficiência. Além de abordar questões de gênero, é fundamental estabelecer políticas amplas de inclusão e diversidade que considerem uma variedade de identidades e backgrounds, definindo metas claras e mensuráveis para garantir a representação equitativa de gênero, etnia nas instituições de pesquisa e empresas. Além disso, é preciso implementar políticas que criem ambientes inclusivos, nos quais a diversidade seja valorizada e respeitada, seja para pessoas em idade mais avançada, mas significativa força de trabalho, bem como para as pessoas com deficiência.

Isso envolve a promoção de práticas de recrutamento que combatam preconceitos e garantam oportunidades iguais para todos. Oferecer treinamento para promover conscientização e sensibilização sobre a importância da diversidade pode ser um caminho para criar ambientes de trabalho mais inclusivos. Esta é também uma ótima oportunidade para desenvolver habilidades interpessoais, comunicação e softskills.

Em ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM), é crucial implementar políticas específicas que abordam desafios particulares enfrentados pelas mulheres nesses campos, estabelecendo programas de mentoria robustos, conectando mulheres em STEM com mentores experientes que podem, além de promover uma experiência direcionada, contribuir para o avanço da carreira.

## **6. ESTABILIDADE ECONÔMICA E POLÍTICA:**

### **a) Políticas de Longo Prazo:**

Para criar um ambiente estável que favoreça investimentos, é fundamental a implementação de políticas econômicas e de ciência e tecnologia que transcendam mandatos e períodos, criando planos estratégicos de longo prazo que abranjam não apenas aspectos econômicos, mas também metas específicas para o avanço científico e tecnológico. Essa abordagem visa fornecer uma visão consistente que transcende ciclos políticos.

### **b) Fomentar a Inovação:**

Criar fundos dedicados ao investimento em startups e empresas inovadoras, oferecendo recursos financeiros necessários para projetos de pesquisa aplicada e desenvolvimento de tecnologias disruptivas e, principalmente aquelas que investem em pesquisa e desenvolvimento. Desenvolver um ecossistema empreendedor robusto, que forneça suporte abrangente às startups, desde o financiamento inicial até a introdução no mercado. Isso pode incluir incubadoras, aceleradoras e programas de mentoria.

## **7 INICIATIVAS QUE DIALOGUEM COM AS POTENCIALIDADES DA REGIÃO NORDESTE:**

### **a) Valorização da Bioeconomia:**

Incrementar pesquisas e parcerias com empresas para explorar a biodiversidade do semiárido não apenas promove o conhecimento científico, mas também abre oportunidades econômicas sustentáveis. Desenvolver estratégias para impulsionar a bioeconomia na região requer a integração entre o conhecimento científico e as práticas econômicas locais, visando o desenvolvimento de produtos e processos inovadores.

### **b) Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico em Energias Renováveis:**

Adensar as cadeias produtivas de energias renováveis é estratégico para atrair indústrias voltadas para esse setor. Investir em pesquisa e desenvolvimento é vital para impulsionar a inovação nesse campo. Priorizar a formação profissional e a retenção de talentos nas áreas relacionadas às energias renováveis é essencial para garantir que a região Nordeste se torne um polo de referência nesse setor.

### **c) Fortalecimento do Complexo Econômico Industrial da Saúde:**

Investir em pesquisas e desenvolvimento para produtos voltados para a saúde humana e animal contribui não apenas para o avanço científico, mas também para a criação de um complexo econômico industrial robusto. Criar mecanismos de apoio à inovação em cadeias produtivas específicas, como farmoquímica e biotecnologia, é estratégico para posicionar a região como um polo de excelência nesses setores.

Essas estratégias integradas não apenas buscam enfrentar os desafios específicos da região Nordeste, mas também buscam capitalizar suas potencialidades, promovendo um desenvolvimento sustentável e inovador em Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I). A convergência dessas ações visa estabelecer a região como um protagonista no cenário nacional e internacional, contribuindo significativamente para o avanço científico, tecnológico e econômico.

## **REFERÊNCIAS:**

ANPG - Associação Nacional dos Pós-Graduandos, Dossiê Florestan Fernandes: Estudo preliminar sobre condição do pós-graduando brasileiro no mundo do trabalho e da formação. ANPG, RJ: 2023, 152p.

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - CGEE. Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável do Nordeste brasileiro. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2014.

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - CGEE. Nota técnica sobre o emprego de mestres e doutores. Serviço de Informação sobre RH para CT&I. Brasília, DF: 2023. 67p.

LIZARDO, Elisangela (org.); BONONE, Luana Meneguelli; OLORRUAMA, Dan; FAIRBANKS, Cristiane; SOUSA, Euzébio Jorge Silveira de. Dossiê Florestan Fernandes: Pós-graduação e trabalho no Brasil. São Paulo: ANPG/CEMJ, 2023.

Boletim Anual OCTI 2022 / Centro de Gestão e Estudos Estratégicos v.3 (jun. 2023). Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. 2023.

CAPES. Cenários e perspectivas para a pós-graduação brasileira e em especial na Região Nordeste. Apresentação no PowerPoint. CAPES, Brasília: 2023, 55p.

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. (2022). Panorama da educação: destaques do Education at a Glance 2022. Brasília, DF: Inep. 24 p. ISBN: 978-65-5801-062-3. Disp. em: [https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas\\_e\\_indicadores/panorama\\_da\\_educacao\\_2022.pdf](https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/panorama_da_educacao_2022.pdf)

FERNANDES, Ana Cristina; MELO, Lucia; SICSU, Abraham. Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Regional Inclusivo, Sustentável e Autônomo. REVISTA INOVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO, VOLUME I, Nº09 2022, ISSN 2764-6963 Disponível em: <https://revistainovacao.facepe.br/index.php/revistaFacepe/article/view/97/114>

# 07.

## Diagnóstico e Recomendações do GRUPO DE TRABALHO de Tecnologias Sociais e Combate à Pobreza

### JUSTIFICATIVA

As Tecnologias Sociais são o conjunto de técnicas e metodologias transformadoras, desenvolvidas e/ou aplicadas na interação com a população e apropriadas por ela, que representam soluções para inclusão social e melhoria das condições de vida. Dessa forma, devem ser apresentadas propostas inovadoras de desenvolvimento, de maneira coletiva do processo de organização, desenvolvimento e implementação, integrando os saberes populares, as organizações sociais e os conhecimentos técnico-científicos da academia.

O Grupo de Trabalho do Consórcio Nordeste de Tecnologias Sociais e Combate à Pobreza buscou maneiras para a proposição de ações voltadas ao combate à pobreza a partir da disseminação de soluções que atendam às demandas de renda, trabalho, educação, conhecimento, cultura, alimentação, saúde, habitação, recursos hídricos, saneamento básico, energia, ambiente, igualdade de raça e gênero, dentre outras. Torna-se necessário que essas ações sejam efetivas, reaplicáveis e promovam a inclusão social e a melhoria da qualidade de vida das populações em situação de vulnerabilidade social no nordeste brasileiro.

A participação da Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) é decisiva e indispensável para desenvolver ações que visem combater a pobreza e a fome, promovendo a agricultura sustentável e a segurança alimentar e nutricional. Visa, também, a formulação de políticas públicas, de natureza interdisciplinar e intersetorial, que promovam a criação e uso de tecnologias sociais destinadas ao enfrentamento da pobreza.

Nessa linha de articulação de esforços faz-se necessário evidenciar que existem inúmeras iniciativas para o combate à fome, sejam elas no campo das políticas públicas, assim como na produção de conhecimento e tecnologias específicas, com destaque para as tecnologias sociais. Dessa forma, destaca-se, a seguir, algumas propostas para a implementação em diferentes escalas, para os nove estados do Nordeste brasileiro:

## 1. COMBATE À FOME

### 1.1 O SISTEMINHA EMBRAPA

O Sistema Integrado para Produção de Alimentos foi desenvolvido na Universidade Federal de Uberlândia (UFU) é um processo que, por meio da miniaturização e escalonamento da produção, tem o propósito de gerar retorno rápido e se apresenta de forma versátil e multiplicável. Criar oportunidades para que o indivíduo possa se alimentar com o que produz, utilizando estruturas simples e funcionais, ampliando benefícios econômicos e sociais. O objetivo do projeto Sisteminha é, portanto, oportunizar aos seus beneficiários o acesso à tecnologia para produção, suprimindo integralmente as necessidades alimentares.

### 1.2 HORTAS COMUNITÁRIAS

As hortas comunitárias perpassam a compreensão da noção de cidade-campo e a reinvenção da paisagem social, não só numa perspectiva física como também econômica. Diversos estudos têm apontado para a agricultura ur-

bano-familiar e comunitária como uma alternativa para promover condições de subsistência e dignidade humana, combate ao desemprego, à exclusão, e à segregação advinda do capitalismo. Este projeto tem como foco a transferência de tecnologias através da implantação de hortas sustentáveis, propiciando a capacitação necessária para o aperfeiçoamento das técnicas existentes e o desenvolvimento de novos produtos.

Essa ação pode ser potencializada através do apoio de instituições de formação como os Institutos Federais, haja vista a suas possibilidades de contribuição para o fortalecimento desses espaços que se apresentam como geradores de renda para horticultores e suas famílias, mas também como espaço de organização comunitária e construção de identidades para esses horticultores. O projeto será executado em 03 etapas:

### **1 - Levantamento da quantidade de cidades/localidades aptas a participar do projeto;**

1.1 - Sensibilização dos moradores participantes com relação à necessidade de se desenvolver o empreendedorismo solidário entre eles e a importância do projeto;

### **2 - Implantação e capacitação da comunidade**

2.1 - Implantação de hortas comunitárias sustentáveis com fornecimento de eletricidade a partir de energia fotovoltaica e controle automático de irrigação;

2.2 - Realização de curso/oficinas visando a instalação e a manutenção dos sistemas de energia solar fotovoltaicos conectado, de acordo com a legislação vigente e normas aplicáveis à qualidade, à saúde, à segurança e ao meio ambiente;

2.3 - Capacitação para a compreensão, utilização e manutenção do controle automático de irrigação, através de oficinas de lógica de programação utilizando como recursos da plataforma Arduino e uma plataforma robótica;

2.4 - Realização de oficinas para capacitação técnica sobre o uso e manejo correto do solo e a possibilidade de ampliar a diversidade de produtos cultivados nas hortas comunitárias;

2.5 - Realização de oficina para desenvolvimento de novos produtos da comunidade para serem oferecido à população como forma de alavancar as vendas e fomentar o empreendedorismo na região;

### **3 - Estímulo ao Empreendimento Solidário**

3.1 - Realização de oficinas com focos na criação de mídias sociais para divulgação dos produtos gerados;

3.2 - Realização de feiras para divulgação e apresentação do trabalho dos horticultores para a população. Ao proporcionar uma ação dirigida à criação de hortas tecnológicas e qualificação da comunidade, aplicação de tecnologia social e fortalecimento desses grupos produtivos, os governos cumprem com sua missão social de fomentar o desenvolvimento de pessoas, comunidades e territórios, através da articulação entre conhecimentos e práticas em diferentes áreas de atuação, favorecendo a articulação comunitária e o impactando positivamente sobre a qualidade de vida dos beneficiários.

## **2. CONTRATAÇÃO DE STARTUPS NORDESTINAS COM TECNOLOGIAS SOCIAIS**

O Marco Legal para a contratação de Startups foi recentemente atualizado pela Lei Complementar nº 182, de 1º de junho de 2021 e disciplina a licitação e a contratação de soluções inovadoras pela administração pública.

O programa Centelha e Tecnova, que tem recursos da Financiadora de Estudos e Projetos do governo federal (FINEP) e dos governos dos estados, proporcionou desde 2020, o fomento a mais de 500 startups em todo o Brasil, e

no Nordeste esse número chegou a mais de 100. Atualmente, na sua segunda edição, mais de 350 startups foram contratadas nos estados do nordeste para desenvolverem seus projetos baseados em ideias inovadoras e muitas delas são voltadas para o combate à pobreza e à fome.

Os exemplos de startups que podem ser contratadas podem ser encontrados no banco de dados das empresas apoiadas nos programas estaduais de incentivo à inovação das Fundações de Amparo à Pesquisa.

### **3. PROJETOS DE EXTENSÃO**

#### **3.1 LABORATÓRIOS VIVOS DE PROMOÇÃO DA SAÚDE E SEGURANÇA ALIMENTAR**

O Programa Laboratório Vivos (LV), liderado pela Universidade Estadual da Paraíba, estimula o planejamento inter-setorial para o enfrentamento de três graves problemas que afetam mais de 80% das cidades do Semiárido Nordeste: insegurança hídrica, insegurança alimentar e expansão de arboviroses como Dengue, Zika e Chikungunya. Representado por hortas agroecológicas, em formato mandala, implantadas em escolas da rede pública e cuidadas pela comunidade escolar, incluindo os pais dos alunos, e com assessoria integrada de diferentes setores da gestão local e das instituições envolvidas, os LV's produzem comida e saúde, além de oferecerem um modelo eficiente de coleta, armazenamento, uso e reúso de águas pluviais. Das hortas, coletivamente cuidadas, estudadas e usadas em experimentos escolares de natureza interdisciplinar, saem plantas com propriedades repelentes (para enfrentando do *Aedes Aegypti* e pragas), plantas medicinais, verduras e legumes os mais diversos, que reforçam a alimentação na escola e nas famílias. Os experimentos já acontecem nos municípios de Junco do Seridó, Tenório e Olivedos, no Estado da Paraíba.

#### **3.2 FORTALECIMENTO DO SISTEMA NACIONAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL (SISAN)**

Entre os anos de 2016-2020 executou-se projetos para consolidar o Sisan no Brasil. O objetivo foi mobilizar municípios brasileiros para adesão ao Sisan, para isso foram realizados acompanhamentos, monitoramento, oficinas e outras atividades junto aos municípios e estados. Esses projetos foram realizados em parcerias entre universidades, o MDS e governos de diferentes estados, e teve como resultado maior adesão ao sistema nos estados. Após a finalização desse projeto não foram obtidos mais avanços, sobretudo pela falta de financiamento para continuidade das ações visando o fortalecimento do sistema nos estados brasileiros. Assim, propomos que em parcerias com universidades públicas, seja retomada a realização de projetos de formação para sociedade civil e gestores dos estados do Nordeste, a fim de contribuir para articulação, fortalecimento e consolidação do Sisan no Brasil.

### **4. MONITORAMENTO BIG DATA SOCIAL**

O Big Data Social conta com um painel de monitoramento e análise de acessos da plataforma. Através desse painel e da integração com o Google Analytics, é possível monitorar o perfil de quem acessa o sistema, as páginas e municípios mais acessados, conversões, os tipos de dispositivos utilizados, entre outros dados. Ferramenta integrada e transparente da área de Proteção Social do Ceará para gestão pública. Facilita o planejamento e monitoramento do Gestor público, para que conheça indicadores dos seus municípios, promova planos de ações em tempo real e fornece auxílio para enfrentar a pobreza e a desigualdade no estado e promovendo o bem-estar das famílias

em situação de alta vulnerabilidade (as que são assistidas pelos programas de transferência de renda). Dentre esses eixos, consta o programa de Combate a Fome, que direciona a intervenção, diretamente a essas famílias, direcionando recursos para aquelas que são identificadas pelo sistema, como prioritárias. Os planos de ação podem ser baseados nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Como forma de integração intersetorial, essa plataforma pode ser adotada em todos os Estados do Nordeste, trazendo um retrato fiel da população assistida pelo Programa Bolsa Família e oferecendo ao estado, sinalizações do perfil dessas famílias. Além disso, induzir aos profissionais que coletam os dados (sejam ACS, agentes sociais ou equipes dos CRAS), para o preenchimento das informações com qualidade e que os resultados possam ser sistematicamente monitorados, avaliados e ter a construção de planos de ação em cada localidade. Ter esses dados monitorados nos 9 estados, poderá ampliar a tomada de decisões com maior agilidade e oferecer, sistematicamente, a qualquer equipe de gestão, onde estão os agravos e problemas mais urgentes para sofrerem intervenções. Além disso, ter esse olhar ampliado e comparável entre os 9 estados, seria oportuno para tomadas de decisões futuras.

## **5. EDUCAÇÃO INCLUSIVA**

### **5.1 LETRAMENTO DIGITAL**

Realizar projetos para fornecer formação cidadã a indivíduos entre 40 e 70 anos e outros grupos sociais em vulnerabilidade social, excluídos digitalmente no Nordeste. Trata-se de um processo contemporâneo de grandes relevâncias às demandas profissionais, ofertando ações formativas baseadas nos preceitos de Paulo Freire buscando processo dialógico que possibilitem emergências de temáticas, necessidades e soluções a partir dos próprios indivíduos, sempre em diálogo com o saber universitário, representado aqui pelo estudante extensionista. Os encontros formativos abordam os seguintes temas: whatsapp, e-mail, redes e mídias sociais, aplicativos de serviços de cidadania; tecnologia, democracia e fake news.

### **5.2 NENHUM A MENOS NA AULA DE MATEMÁTICA**

A perspectiva da proposta tem sido baseada no desenvolvimento e análise de recursos didáticos voltados aos processos de ensino e de aprendizagem de saberes matemáticos na perspectiva da Educação Inclusiva. Para isso, têm sido desenvolvidas propostas de intervenção com emprego das tecnologias assistivas.

## **6. PROGRAMA DE FINANÇAS SOLIDÁRIAS**

O propósito das finanças solidárias é viabilizar o acesso ao financiamento para aqueles que iniciam, desenvolvem ou assumem atividades geradoras de trabalho e renda. Ao contrário das práticas bancárias tradicionais, as finanças solidárias fundamentam-se em valores de solidariedade e reciprocidade, que estão no centro das relações entre credores e devedores.

Essas finanças dirigem-se a pessoas e comunidades que, frequentemente, são excluídas dos canais bancários convencionais devido às suas particularidades e à falta de informações transparentes.

As finanças solidárias captam poupanças (tanto privadas quanto públicas), recebe subsídios e doações, concede empréstimos e atrai investimentos de capital para empreendimentos comunitários e projetos de trabalho e renda. Ele financia iniciativas com elevado impacto social em áreas como meio ambiente, educação, bem-estar social e

inserção social por meio da atividade econômica. Além disso, direciona recursos para empreendimentos destinados a públicos específicos, frequentemente em situação de vulnerabilidade, como mulheres, grupos étnicos, candidatos a emprego e empreendedores sociais.

Dessa forma, sugere-se a formulação e implementação de políticas públicas para promover e apoiar experiências de cidadania financeira, através do financiamento para a criação de bancos comunitários, moedas sociais, fintechs comunitárias, ações de educação financeira e linhas de crédito voltadas para empreendimentos da economia popular e solidária.

## **7. ECONOMIA SOLIDÁRIA**

### **7.1 POLÍTICAS PÚBLICAS DE ECONOMIA SOLIDÁRIA**

Consolidar e ampliar Programas de Economia Solidária por meio do empreendedorismo familiar, do associativismo e cooperativismo solidário, integrando ações de acesso a crédito, finanças solidárias, assistência técnica continuada, difusão e inovação tecnológica e comercialização, que podem ser institucionalizados por Leis Estaduais e/ou municipais. A legislação deve estabelecer as definições, princípios, diretrizes, objetivos e composição da Política Estadual de Economia Solidária e qualifica os empreendimentos econômicos solidários como sujeito de direito, com vistas a fomentar a economia solidária a assegurar o direito ao trabalho associado e cooperativado.

### **PROPOSTAS COMPLEMENTARES**

1. Fortalecer, valorizar e apoiar as experiências de finanças solidárias e as cooperativas de crédito como uma estratégia de desenvolvimento territorial, tendo em vista o crescimento das mais diversas cadeias produtivas, garantindo orçamento específico.
2. Estimular parcerias com movimentos que agregam grande capacidade de mobilização e que articulam pautas estruturantes, a exemplo do movimento das mulheres, estimular os Fóruns Locais, os movimentos contra o racismo estrutural e os movimentos pela proteção ambiental.
3. Organizar o movimento através da mobilização dos empreendimentos econômicos solidários na base, das incubadoras de economia solidária, das universidades, sindicatos, e outros que possam contribuir com essa organização e assim mostrar a força que os movimentos sociais têm; fomentar a criação de fundos e conselhos estaduais de economia popular e solidária, com dotação orçamentária específica e função, também, de deliberação sobre planos de aplicação dos recursos.
4. Trabalhar com os coletivos a formalização jurídica adequada a cada especificidade de grupo ou comunidades de acordo com a pluralidade e substantividade da economia (Ribeirinhos, fundo e fecho de pasto, quilombolas, entre outros).
5. Organizar editais contínuos para o trabalho de pesquisa, extensão e incubação das Incubadoras Populares que trabalham com processos educativos de trabalho. Fortalecer, valorizar e apoiar as experiências de finanças solidárias e as cooperativas de crédito como uma estratégia de desenvolvimento territorial, com vistas a facilitar o crescimento das mais diversas cadeias produtivas, garantindo orçamento específico.



6. Articular e fortalecer a rede de empreendimentos e Iniciativas solidárias (conhecer as demandas de investimento nas áreas da produção, comercialização e formação, especialmente, das feiras locais).
7. Estruturar política pública de financiamento da economia popular solidária enquanto “outra economia”, com a institucionalização de fundo federal de financiamento com recursos provenientes de percentual de impostos sobre circulação de mercadorias e transferência fundo a fundo;
8. Estimular políticas municipais de integração interdisciplinar com base nas secretarias locais em parceria com governos federais e estaduais para o desenvolvimento da economia popular e solidária nas suas diversas dimensões (ambientais, territoriais, identitárias, geração de trabalho e renda, produção da existência, perspectiva do Bem Viver, entre outras).
9. Replicar as experiências das cozinhas solidárias, enquanto políticas públicas, com recursos destinados à manutenção dos serviços pelos grupos produtivos e cooperativas populares de alimentação.

## **7.2 INCUBADORAS DE ECONOMIA SOLIDÁRIA**

Apoiar o funcionamento de Incubadoras Tecnológicas de Economia Solidária (ITES) em instituições de ensino e pesquisa. As ITES visam promover e impulsionar empreendimentos que sigam os princípios da economia solidária, tais como governança democrática, cooperação e solidariedade.

Possibilitar a oferta de assessoria técnica e gerencial para empreendimentos comunitários; capacitação e formação, através de treinamentos e capacitações; acesso a recursos financeiros; integração com redes e parcerias estratégicas que potencializam oportunidades e recursos; desenvolvimento tecnológico e inovação por meio da realização de pesquisa aplicadas; e monitoramento e avaliação de resultados. Em resumo, as Incubadoras Tecnológicas de Economia Solidária desempenham um papel crucial no fortalecimento e na promoção de empreendimentos que buscam conciliar desenvolvimento econômico com princípios de solidariedade, participação e equidade.

