

FINANCE FOR JUST AND GREEN ENERGY TRANSITION

**DIAGNÓSTICO DO AMBIENTE DE NEGÓCIOS NOS
ESTADOS DO CEARÁ E PERNAMBUCO
E A PERSPECTIVA DE PROVEDORES DE CAPITAL**



**Finance for
Just and
Green
Energy
Transition**

Sumário

| | |
|---|-----------|
| 1. Sumário Executivo | 3 |
| 2. Principais Achados | 4 |
| 3. Sobre a Iniciativa FJGET | 7 |
| 4. Contexto e Principais Objetivos | 11 |
| 5. Metodologia | 16 |
| 6. Resultados e Análises | 19 |
| 6.1 Panorama Energético do Brasil | 20 |
| 6.2 Destaques do Ambiente de Negócios do Ceará | 26 |
| 6.2.1 Ambiente de Negócios do Ceará | 28 |
| 6.2.1.1 Perspectiva do Governo do Estado | 28 |
| 6.2.1.2 Perspectiva das Entidades de Classe | 37 |
| 6.2.1.3 Perspectiva das Empresas | 39 |
| 6.2.1.4 Perspectiva dos Offtakers | 45 |
| 6.2.1.5 Framework de Análise para o Ceará | 47 |
| 6.3 Destaques do Ambiente de Negócios de Pernambuco | 50 |
| 6.3.1 Ambiente de Negócios de Pernambuco | 52 |
| 6.3.1.1 Perspectiva do Governo do Estado | 52 |
| 6.3.1.2 Perspectiva das Entidades de Classe | 61 |
| 6.3.1.3 Perspectiva dos Offtakers | 62 |
| 6.3.1.4 Perspectiva das Empresas | 64 |
| 6.3.1.5 Framework de Análise para Pernambuco | 68 |
| 6.4 Destaques dos Provedores de Capital | 70 |
| 6.4.1 Provedores de Capital | 73 |
| 6.4.1.1 Bancos Multilaterais de Desenvolvimento | 73 |
| 6.4.1.2 Bancos de Desenvolvimento Nacionais | 77 |
| 6.4.1.3 Bancos Comerciais | 83 |
| 7. Conclusões | 86 |
| Referências | 89 |
| APÊNDICE 1 | 96 |

1. Sumário

Executivo

A transição energética global exige a mobilização coordenada de capital para viabilizar projetos em grande escala e ritmo acelerado, enquanto garante um legado transformador para os territórios e cadeias produtivas envolvidas. A iniciativa ***Finance for Just and Green Energy Transition (FJGET)*** surge como uma resposta a esse desafio, articulando diversos *stakeholders* para estruturar soluções financeiras que impulsionem uma transição energética justa.

Este diagnóstico inicial foca na região Nordeste do Brasil, nos estados brasileiros do Ceará e de Pernambuco, devido ao seu enorme potencial no cenário de transição energética. Conforme será discutido em detalhes no documento, ambos apresentam uma combinação única de vantagens competitivas, como ampla disponibilidade de energia renovável, infraestrutura portuária estratégica e projetos estruturantes em andamento. Além disso, possuem um ambiente regulatório em evolução e incentivos federais e estaduais em consonância, favorecendo a atração de investimentos nacionais e internacionais.

A pesquisa foi conduzida por meio da coleta de dados primários e secundários, incluindo entrevistas estruturadas com dezenas de agentes do ambiente de negócios e provedores de capital, além da análise de relatórios setoriais e documentos especializados. Os achados foram organizados por estado e perfil dos agentes financeiros, evidenciando os desafios, gargalos, fatores facilitadores e oportunidades de investimento.

Embora desafios significativos relacionados à infraestrutura, regulação, tecnologia e dinâmicas de mercado também tenham sido identificados, praticamente todos possuem caminhos claros e viáveis para sua superação. Os dados e depoimentos coletados sugerem que a cooperação entre os diversos *stakeholders* da iniciativa pode não apenas superar essas barreiras, mas também transformá-las em vetores concretos de desenvolvimento socioeconômico e mitigação das mudanças climáticas.

2. Principais Achados

- **Ceará e Pernambuco apresentam condições favoráveis para desempenhar um papel importante na transição energética regional e global.** Ambos os estados contam com uma alta participação de energias renováveis na matriz elétrica, complexos portuário-industrial bem conectados e políticas públicas, no âmbito federal e estadual, que convergem claramente para uma estratégia de descarbonização de cadeias produtivas, tanto locais quanto globais. Segundo apuramos, esses são alguns dos principais fatores que explicam por que esses estados se tornaram polos de projetos relacionados à transição energética, com destaque para combustíveis renováveis e hidrogênio verde.
- **A alta participação de fontes renováveis na matriz elétrica do Ceará e de Pernambuco cria um ambiente propício para descarbonização de cadeias produtivas energointensivas.** Com 25,7 GW de capacidade instalada, o Ceará se destaca como um dos principais produtores de energia solar e eólica do Brasil, enquanto Pernambuco, com 10,7 GW, também apresenta predominância de fontes renováveis em sua matriz. Apesar dos desafios na infraestrutura de transmissão, ambos os estados possuem um grande volume de projetos ainda não iniciados, criando oportunidades para novos investimentos na transição energética. Além disso, fatores como ventos consistentes e alta incidência solar reforçam o potencial para expansão da geração nos próximos anos e a previsibilidade da oferta.
- **A infraestrutura portuária de Ceará e Pernambuco viabiliza a inserção dos estados nas cadeias globais de descarbonização.** O Porto de Pecém, no Ceará, e o Porto de Suape, em Pernambuco, oferecem vantagens logísticas estratégicas para inserção nos esforços de descarbonização das cadeias produtivas globais. Isto se deve, sobretudo, à proximidade com grandes mercados consumidores na Europa e América do Norte, e de seus respectivos polos industriais. Além disso, em ambos os portos há projetos em implantação de *hubs* de inovação de combustíveis e insumos renováveis.

- **O arcabouço regulatório fortalece a previsibilidade e cria novas oportunidades para fontes de energia renováveis.** A Lei do Combustível do Futuro, sancionada em 8 de outubro de 2024, estabelece diretrizes claras para a produção, comercialização e incentivo a novos combustíveis, incluindo hidrogênio verde, biogás e metanol de baixo carbono. Essa regulamentação fortalece a segurança jurídica e impulsiona investimentos, especialmente no setor de biodiesel e biocombustíveis avançados. O Leilão de Reserva de Capacidade, cuja portaria de diretrizes foi publicada em 5 de fevereiro de 2025, trouxe mudanças significativas ao excluir fontes fósseis, como carvão mineral e óleo diesel, abrindo espaço para a modernização do setor termelétrico com biocombustíveis, gás natural e retrofit de plantas. Em paralelo, as Instruções Normativas 09/2024 e 10/2024, que definem critérios para a instalação das usinas de geração de energia eólica e solar em Pernambuco, reforçam a estabilidade regulatória e criam um ambiente favorável para o desenvolvimento de projetos inovadores. Esse arcabouço incentiva significativamente os biocombustíveis, as renováveis e contribui para a transição energética no Nordeste brasileiro.
- **A conclusão dos trechos da Transnordestina que se conectam aos Portos de Pecém e Suape é uma prioridade para ambos os estados.** A ferrovia tem o potencial de transformar a logística regional, criando um corredor eficiente para o escoamento de grãos e biocombustíveis, além de promover a integração de polos produtivos. Atualmente, a falta de infraestrutura adequada limita a competitividade da produção local e encarece a logística de insumos estratégicos. Além de viabilizar o escoamento de *commodities* agrícolas, a Transnordestina deve atuar como catalisador para o desenvolvimento do setor de biocombustíveis, reduzindo custos operacionais e fortalecendo o papel do Nordeste na produção de energia renovável.
- **A cooperação entre provedores de capital é essencial para desbloquear o potencial da transição energética na região.** Apesar da disponibilidade de capital, tanto concessional quanto comercial, os investimentos ainda são limitados por barreiras como risco cambial, falta de instrumentos financeiros adequados aos desafios locais e dificuldades na preparação de projetos para investimentos. Espaços de coordenação que promovam a redução de complexidades, otimização de processos, uniformização de parâmetros e mitigação de riscos são fundamentais para aumentar a previsibilidade e atratividade dos projetos para investidores institucionais. Espaços como o FJGET, portanto, têm um papel estratégico ao articular bancos multilaterais, bancos de desenvolvimento nacionais, governos

nacionais e sub-nacionais, investidores privados, reguladores, dentre outros, para promover um fluxo de capital mais coordenado e eficiente.

- **A volatilidade cambial é um dos maiores desafios para a alocação de capital internacional na América Latina, mas há caminhos para sua mitigação.** Todos os perfis de provedores de capital entrevistados indicaram que os custos elevados de *hedge* cambial impactam grandemente a competitividade de investimentos originados em moeda forte. Um ambiente de cooperação entre bancos pode possibilitar o desenvolvimento de soluções financeiras que reduzam esses custos e tornem os investimentos mais acessíveis.
- **A diversificação de riscos entre investidores aumenta a viabilidade de iniciativas inovadoras.** A adoção de abordagens consorciadas, onde diferentes instituições compartilham riscos e retornos, cria uma dinâmica em que projetos bem-sucedidos compensam eventuais perdas. Esse tipo de abordagem cria um ambiente mais seguro para as instituições envolvidas e amplia a bancabilidade de projetos estratégicos de transição energética.
- **A criação de um fundo consorciado para assistência técnica e desenvolvimento de projetos pode acelerar a transição energética no Nordeste brasileiro.** A implementação de um pipeline estruturado de projetos com critérios claros de elegibilidade e governança tende a reduzir os tempos de diligência financeira e aumentar a confiança dos investidores. Esse tipo de mecanismo pode fortalecer a estruturação de projetos estratégicos e ampliar a mobilização de capital para a transição energética.

3. Sobre a Iniciativa FJGET

A ***Finance for Just and Green Energy Transition (FJGET)*** é uma iniciativa global voltada para enfrentar os desafios da transição energética, promovendo simultaneamente inclusão social, sustentabilidade ambiental e desenvolvimento econômico. Liderada por bancos multilaterais de desenvolvimento e pelas Nações Unidas, e em colaboração com stakeholders do setor privado e da sociedade civil, a iniciativa busca criar soluções estruturais para mobilização e alocação de capital para uma transição energética justa e verde em escala e ritmo acelerado.

Finance for
Just and
Green
Energy
Transition

O setor energético global passa por uma transformação profunda, mas essa mudança ocorre de forma desigual. Regiões como a América Latina e o Caribe possuem vasto potencial para energias renováveis, mas enfrentam dificuldades significativas para atrair investimentos. Os objetivos do **FJGET** estão fundamentados na abordagem dos desafios multifacetados da transição energética, especialmente em regiões em desenvolvimento como a América Latina e o Caribe (ALC), onde restrições de capital, lacunas regulatórias e desigualdades sociais frequentemente dificultam o progresso.

Para atingir esse objetivo, a iniciativa se estrutura em três trilhas interconectadas, que cobrem desde o desenvolvimento de diretrizes técnicas e inovações financeiras até a implementação local.

♦ **Trilha 1: Ambiente Técnico e de Diretrizes**

Esta trilha estabelece as bases conceituais, metodológicas e de monitoramento que orientam a transição energética justa e verde na iniciativa. Seu objetivo é garantir que os investimentos mobilizados estejam alinhados a uma tese robusta de transição energética justa e sigam parâmetros rigorosos de impactos socioeconômicos e ambientais, agregando legitimidade e credibilidade ao processo.

O desenvolvimento dessas diretrizes ocorre no âmbito do *Expert Group Meeting* (EGM), uma metodologia de fóruns técnicos que conta com a participação de instituições acadêmicas, agências da ONU e especialistas de bancos multilaterais de desenvolvimento. Nos EGMs, são discutidos e validados os frameworks conceituais, critérios de elegibilidade e parâmetros de *accountability* que orientam as demais trilhas do FJGET.

Entre os principais resultados esperados da Trilha 1 estão i) o desenvolvimento de um framework conceitual da transição energética justa e verde, estabelecendo diretrizes claras para a elegibilidade de projetos; ii) a criação de uma taxonomia de investimentos a partir de referências existentes, priorizando setores estratégicos; iii) a formulação de uma teoria da mudança, buscando estabelecer relações claras entre as diretrizes de investimento da iniciativa e os impactos esperados; e iv) a definição do processo de acreditação de projetos, que visa garantir uniformidade e agilidade na avaliação de oportunidades de investimento.

♦ **Trilha 2: FJGET LAB**

A Trilha 2 se concentra na pavimentação de um ambiente propício para a construção de acordos de financiamento de projetos de transição energética justa. Seu objetivo é desenvolver a arquitetura financeira, mecanismos de mitigação de riscos e sugestões de aprimoramentos regulatórios necessários para atrair capital em larga escala.

Para isso, o FJGET LAB adota uma abordagem metodológica estruturada em três eixos:

2. **Coordenação entre Provedores de Capital:** Estruturação de um pipeline co-investimento, promovendo sinergias entre bancos multilaterais, bancos de desenvolvimento nacionais, fundos soberanos e investidores privados para viabilizar a alocação de capital em projetos de transição energética.
3. **Arquitetura e Inovação Financeira:** Desenvolvimento de propostas de modelos financeiros inovadores, garantias, instrumentos de mitigação de riscos e financiamento de longo prazo, para viabilizar projetos que enfrentam desafios de captação.
4. **Aperfeiçoamento Regulatório:** Identificação e promoção de sugestões de mudanças nos marcos regulatórios do ambiente financeiro, facilitando a alocação de capital privado e melhorando as condições de viabilidade de projetos sustentáveis.

♦ **Trilha 3: Trilhas Locais**

A Trilha 3 do FJGET é responsável pela localização da iniciativa nos diferentes territórios onde será implementada, garantindo que a transição energética justa esteja alinhada às especificidades e necessidades de cada contexto. Seu papel é estabelecer critérios, prioridades e uma agenda estratégica adaptada a cada território, promovendo uma interlocução contínua com as demais trilhas, além de observar aspectos locais de infraestrutura e fatores estruturantes para a atração de investimentos.

Essa abordagem se dá por meio da formação de um espaço multissetorial de diálogo, reunindo governos nacionais e subnacionais, reguladores, sociedade civil, setor privado local, academia e provedores de capital com atuação no território. Esses fóruns buscam construir diretrizes legítimas e relevantes para alinhar os investimentos em transição energética às prioridades locais.

Além disso, a Trilha 3 identifica oportunidades e projetos potenciais, criando um fluxo de leads que podem ser avaliados pela Trilha 2 (FJGET LAB) para compor um pipeline qualificado. O objetivo é assegurar que os investimentos direcionados à transição energética justa sejam efetivos, escaláveis e aderentes à realidade dos territórios.

♦ **Interconexão das Trilhas**

A estrutura das três trilhas do FJGET garante que a transição energética justa e verde seja abordada de maneira integrada e complementar. A Trilha 1 estabelece as bases conceituais e metodológicas, definindo os critérios e diretrizes globais que orientam os investimentos, enquanto a Trilha 2 cria o ambiente financeiro necessário para atrair capital e estruturar modelos inovadores de financiamento. A

Trilha 3, por sua vez, localiza a iniciativa, assegurando que os investimentos e políticas desenvolvidos sejam responsivos às realidades locais e contribuam para as dimensões sociais, ambientais e econômicas dos territórios envolvidos.

Essa interação entre as trilhas permite que o FJGET não apenas formule estratégias para alavancar capital, mas também crie um fluxo estruturado de projetos alinhados às necessidades dos territórios e aos critérios de impacto da iniciativa.

4. Contexto e Principais Objetivos

Embora os investimentos em energia limpa tenham atingido US\$ 2,9 trilhões em 2023, com previsão de ultrapassar US\$ 3 trilhões em 2024, há disparidades regionais críticas: economias desenvolvidas e a China concentram 85% dos recursos, enquanto países em desenvolvimento, que abrigam dois terços da população global, atraem apenas 15% dos investimentos.

O setor energético global passa por transformações significativas, tanto no segmento da geração de energia quanto na distribuição e no seu uso final, mas o progresso e os impactos dessas transformações ainda se mostram desiguais. Apesar do aumento recente nos investimentos em energia limpa, muitas regiões em desenvolvimento enfrentam grandes lacunas em fluxos de capital e infraestrutura adequada.

De acordo com o relatório *World Energy Outlook 2024*, publicado pela *International Energy Agency* (IEA), o investimento anual global no setor de energia atingiu aproximadamente USD 2,9 trilhões em 2023, e deve ultrapassar USD 3 trilhões pela primeira vez em 2024. Para cada USD 1 gasto em combustíveis fósseis, quase USD 2 são investidos em tecnologias e infraestrutura de energia limpa (IEA, 2024).

O relatório também aponta os desequilíbrios regionais significativos nesses investimentos em energia limpa. O investimento global aumentou 60% desde 2015, impulsionado por metas de redução de emissões, considerações de segurança energética e competição entre as economias líderes. Os países desenvolvidos e a China representam 85% do total de investimentos, enquanto outras economias emergentes e em desenvolvimento, que abrigam dois terços da população global, respondem por apenas 15% (IEA, 2024).

Esse desalinhamento é um fator preocupante, considerando que a demanda por serviços de energia nas economias em desenvolvimento tende a aumentar nos próximos anos, sobretudo para apoiar o aumento dos padrões de vida, o acesso universal à energia e a construção de infraestrutura moderna. O alto custo de capital e a falta de financiamento acessível de longo prazo são fatores críticos para esses desequilíbrios regionais, e impedem o aumento dos fluxos de capital para economias emergentes e em desenvolvimento (IEA, 2024).

Ainda de acordo com o relatório, a região da América Latina e do Caribe (ALC) possui grande potencial de energia limpa, que deve ser aproveitado para o fortalecimento da economia e da segurança energética. Além disso, o setor energético da região apresenta uma das menores intensidades de emissões de CO₂ no mundo, caracterizado por potencial hidrelétrico, pequena participação de indústrias intensivas em energia e uso de biocombustíveis no transporte (IEA, 2024).

Mesmo com as disparidades, o ano de 2023 foi recorde para as renováveis na ALC, com uma adição de 27 GW de capacidade instalada de solar fotovoltaica e eólica, sendo 20 GW instalados apenas no Brasil. Ademais, a região já é líder na produção de biocombustíveis, com o Brasil sendo o maior produtor e consumidor de biocombustíveis líquidos. No que concerne à energia solar, o Brasil teve um aumento significativo na capacidade solar fotovoltaica, passando de 30 TWh em 2022 para 49 TWh em 2023, com projeções que alcançam 129 TWh até 2030. O nordeste brasileiro também é citado como região de potencial excepcional para

as renováveis, sobretudo solar e eólica, bem como para a produção de hidrogênio de baixa emissão, embora poucos projetos estejam avançando para a fase de investimento (IEA, 2024).

Apesar dos investimentos substanciais em infraestrutura de energia limpa, há uma necessidade crítica de ir além da produção de energia e focar na descarbonização de setores intensivos em energia, em todas as regiões. Nos últimos anos, vários países ao redor do mundo assumiram compromissos ambiciosos de descarbonização. Em setembro de 2023, 150 países estabeleceram compromissos de emissões líquidas zero, cobrindo 88% das emissões globais. Desses, 124 incorporaram suas metas em leis ou documentos de políticas públicas. Atualmente, esses compromissos abrangem 89% do PIB global e 83% da população mundial. A ampla adoção dessas metas de emissões líquidas zero impulsionou e ainda impulsiona mudanças políticas e inovações tecnológicas, acelerando a transição para sistemas de energia limpa em todo o mundo (Net Zero Tracker, 2023).

Conforme discutido anteriormente, dois dos principais obstáculos são a distribuição desigual dos investimentos e a promoção de infraestrutura nas regiões em desenvolvimento. O Banco Mundial estima que os países de baixa e média renda enfrentam um déficit anual de investimento em infraestrutura de US\$ 2,5 a US\$ 3 trilhões (Rozenberg; Fay, 2019). Esse déficit é particularmente grave no setor de energia, onde são necessários investimentos robustos em redes de transmissão e distribuição para aproveitar plenamente o potencial das energias renováveis.

Além disso, equilibrar o desenvolvimento econômico com a proteção ambiental e a inclusão social continua sendo um desafio em todo o mundo. Consequentemente, o conceito de "transição justa" tem ganhado relevância, enfatizando a necessidade de garantir que a mudança para uma economia de baixo carbono não agrave as desigualdades existentes. A Organização Internacional do Trabalho (*International Labour Organization - ILO*) estima que a transição para uma economia verde pode criar 24 milhões de novos empregos globalmente até 2030, mas também destaca a necessidade de políticas para apoiar os trabalhadores em setores que enfrentarão perdas de empregos (ILO, 2018).

É válido lembrar que, além da desigual distribuição dos investimentos, em muitos países, há pessoas que ainda carecem de eletricidade e energia de qualidade para a cocção de alimentos, sendo esse último com impacto direto na saúde das mulheres. Nesse contexto, de acordo com IRENA (2024), a transição energética pode reduzir a pobreza e melhorar os meios de subsistência, mas é essencial que ela seja conduzida de forma justa e inclusiva. Sabe-se que as energias renováveis têm o potencial de gerar milhões de empregos, no entanto, a redistribuição desses empregos pode ser desigual, dependendo das regiões e setores econômicos. Comunidades que dependem de indústrias baseadas em

combustíveis fósseis, por exemplo, enfrentam o risco de desindustrialização e desemprego, exigindo políticas públicas que garantam a transição justa sem prejuízo socioeconômico relevante para nenhum grupo. Isso inclui programas de requalificação profissional, proteção social para trabalhadores afetados e investimentos em infraestrutura local para diversificar as economias regionais.

Ainda segundo IRENA (2024), a transição energética não garante, por si só, justiça e inclusão. O sistema atual, baseado em combustíveis fósseis, apresenta desigualdades estruturais que podem ser perpetuadas em futuros modelos energéticos se não forem abordadas de modo estratégico. Logo, é fundamental que formuladores de políticas, empresas e sociedade civil compreendam e combatam ativamente os ciclos de exclusão existentes.

Do ponto de vista do financiamento, o modo como os investimentos são realizados é tão importante quanto o montante investido. Os componentes de financiamento de capital (*equity* e dívida), geralmente, são feitos em moeda forte, gerando risco cambial e peso financeiro significativo para países não desenvolvidos. Os países emergentes e em desenvolvimento precisam de mais subsídios e empréstimos concessionais para viabilizar economicamente a transição energética e atrair investidores privados (IRENA, 2024).

Os desafios da descarbonização de indústrias energo-intensivas também são discutidos na temática de transição energética. O setor siderúrgico brasileiro, por exemplo, enfrenta dificuldades no campo da sustentabilidade, principalmente na definição de indicadores socioambientais e na padronização de critérios para a medição do desempenho sustentável. A ausência de métricas bem definidas compromete a avaliação da eficácia das práticas adotadas pelas empresas do setor, como o relacionamento com as comunidades e a gestão sustentável da água. Além disso, a falta de uma referência nacional consolidada dificulta a adoção de práticas eficazes, criando um cenário de incerteza para as empresas do setor (GIZ, 2024).

O aumento da demanda global por produtos verdes e, no caso, por aço verde, impulsionado pelas regulamentações ambientais mais rígidas, reforça a necessidade de investimentos e de um mercado de carbono estruturado. Apesar dos obstáculos, a transição energética no âmbito industrial representa uma oportunidade para o Brasil, de forma a garantir que os benefícios dessa transição sejam amplamente distribuídos. Esse cenário depende da criação de estratégias setoriais e políticas públicas com forte articulação entre o setor privado, governo, instituições financeiras e sociedade civil; da implementação de certificações que avaliem não apenas o impacto ambiental, mas também as condições de trabalho e remuneração, geração de empregos e relacionamento com as comunidades; e diretrizes claras para a medição de indicadores (GIZ, 2024).

Em resposta a esses desafios, diversas estratégias de investimento estão sendo exploradas para financiar a transição energética justa e verde, com especial

atenção às economias emergentes e em desenvolvimento. Nesse contexto, surge a iniciativa **Finance for Just and Green Energy Transition (FJGET)**, um esforço global liderado por bancos multilaterais de desenvolvimento e agências da ONU, que busca transformar a necessidade de financiamento da transição energética em um vetor de impactos socioambientais positivos.

O FJGET tem como foco inicial a América Latina e o Caribe (ALC), uma região com vasto potencial para energias renováveis, mas que enfrenta desafios estruturais para atrair investimentos em larga escala. Como parte dessa estratégia, a iniciativa está desenvolvendo seu projeto-piloto no Brasil, com um recorte específico no Nordeste do país, uma região de alta relevância para a transição energética devido ao seu potencial eólico, solar e de biocombustíveis.

Dessa forma, o presente estudo procura mapear o ambiente de negócios para transição energética justa nos estados de Pernambuco e Ceará e a perspectiva dos provedores de capital. Esse mapeamento se configura como um passo inicial fundamental para estruturar a atuação da iniciativa na região, permitindo um primeiro esforço sistemático de compreensão das necessidades e desafios desses territórios. Ao fazer isso, este trabalho não apenas identifica barreiras e oportunidades para investimentos sustentáveis, mas também contribui para colocar o FJGET em movimento, oferecendo insumos concretos para a mobilização de capital e para a construção de soluções financeiras que viabilizem a transição energética justa e verde.

5. Metodologia

A metodologia do trabalho foi baseada na definição do escopo geográfico e setorial, na coleta de dados primários (entrevistas com agentes-chave) e secundários (relatórios técnicos e documentos governamentais) e na organização temática das informações. Esse processo permitiu identificar fatores facilitadores, desafios e gargalos, além de estruturar uma base de dados com leads de empreendimentos financiáveis na região.

Este capítulo introduz, de forma sucinta, a metodologia geral de desenvolvimento do trabalho. São quatro etapas, a saber: (i) Definição do Escopo, (ii) Coleta de Dados, (iii) Estruturação dos Dados e (iv) Resultados e Análises. Para uma visão macro das etapas, a metodologia geral é ilustrada na Figura 1 abaixo.

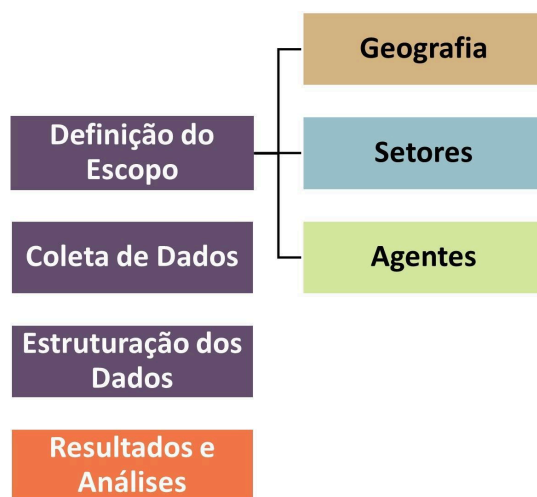


Figura 1 - Metodologia geral do trabalho
Fonte: Blend Group

Inicialmente, define-se o escopo do trabalho, focando geograficamente nos estados do Ceará e Pernambuco, e priorizando os macro setores de Combustíveis Sustentáveis, Projetos Estruturantes e Geração de Energia Limpa. A pesquisa envolve dois grupos de agentes: o **Grupo 1**, que abrange o **Ambiente de Negócios** (governo, entidades de classe, empresas e *offtakers*); e o **Grupo 2**, que representa os **Provedores de Capital** (bancos multilaterais de desenvolvimento, bancos de desenvolvimento locais e bancos comerciais).

A coleta de dados é realizada por meio de dados primários, obtidos através de entrevistas estruturadas com os agentes dos Grupos 1 e 2, e dados secundários, coletados de relatórios técnicos, estudos setoriais, publicações de instituições financeiras e documentos governamentais. Essa etapa também permitiu a elaboração de um *Pipeline de Projetos* com potenciais empreendimentos financiáveis (*leads*) em transição energética na região analisada.

Após a coleta, os dados e insumos são estruturados em grupos temáticos para favorecer as análises e a apresentação dos dados, visando identificar os i) **fatores facilitadores**, as ii) **vantagens competitivas**, o iii) **arcabouço regulatório e políticas públicas** e os iv) **desafios e gargalos**.

Essas informações serão compiladas em um *framework*, facilitando a identificação das informações-chave. Para além da análise do ambiente de negócios, o presente estudo agrega informações sobre oportunidades concretas e presentes de investimento, dando forma a uma Base de Dados de Projetos. Esta base de dados deve ser dinâmica, para permitir a inclusão de novos projetos e

dados ao longo da trajetória do FJGET, a partir do *framework* proposto neste documento.

Para informações detalhadas da metodologia, vide [Apêndice 1](#).

6. Resultados e Análises

Neste capítulo, são apresentados os resultados e análises das entrevistas realizadas. Como abertura da seção, algumas informações sobre o cenário energético brasileiro são indicadas. As demais subseções são divididas por estado, Ceará e Pernambuco, respectivamente. A abrangência da amostra de atores entrevistados pode ser vista na Tabela 1.

| Grupo de Agentes | Geografia | Tipo de Ator Entrevistado |
|--|------------|--|
| Grupo 1 - Ambiente de Negócios | Ceará | Governo, Entidades de Classe, Empresas e <i>Offtakers</i> |
| | Pernambuco | Governo, Entidades de Classe, Empresas, <i>Offtakers</i> |
| Grupo 2 - Provedores de Capital | Brasil | Bancos de Multilaterais de Desenvolvimento, Bancos de Desenvolvimento Nacionais, Bancos Comerciais |

*Tabela 1 - Tipo de atores entrevistados
Fonte: Blend Group*

Ressalta-se que as análises aqui apresentadas garantem a não identificação dos agentes entrevistados, e as discussões foram conduzidas com rigor ético, assegurando o anonimato e reforçando o compromisso com a responsabilidade na condução do estudo.

6.1 PANORAMA ENERGÉTICO DO BRASIL

A substituição gradual do uso dos combustíveis fósseis por fontes renováveis menos poluentes, e o aumento da eficiência energética figuram no leque de soluções e programas básicos em diversos países, com o destacado aumento de investimentos em energia eólica, solar fotovoltaica e biomassa. Já o Brasil, se destaca pela sua matriz energética e elétrica mais limpa, sobretudo pela capacidade hidrelétrica e pela parcela referente à biomassa. O Brasil também se sobressai em relação aos recursos disponíveis, com potencial de energia eólica (vento) e solar fotovoltaica (incidência solar) ao longo de todo o território nacional, e elevado potencial se encontra na região Nordeste (MENDES; SAMPAIO; COLLAÇO, 2025).

A renovabilidade da matriz brasileira está presente tanto na matriz energética, que compreende todas as fontes disponíveis no país para suprir a demanda geral de energia, quanto na elétrica, que compreende todas as fontes disponíveis no país para apenas a geração de eletricidade.

Dados do Balanço Energético Nacional 2024 (BEN 2024), publicado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), com ano base 2023, indicam que a oferta interna de energia consegue manter os indicadores de renováveis entre 45% e 50%, como mostra a Figura 2.

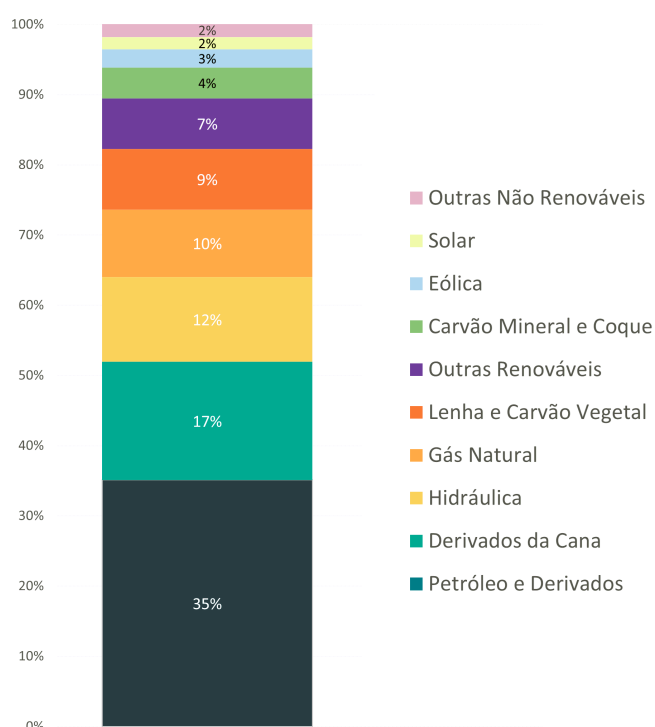
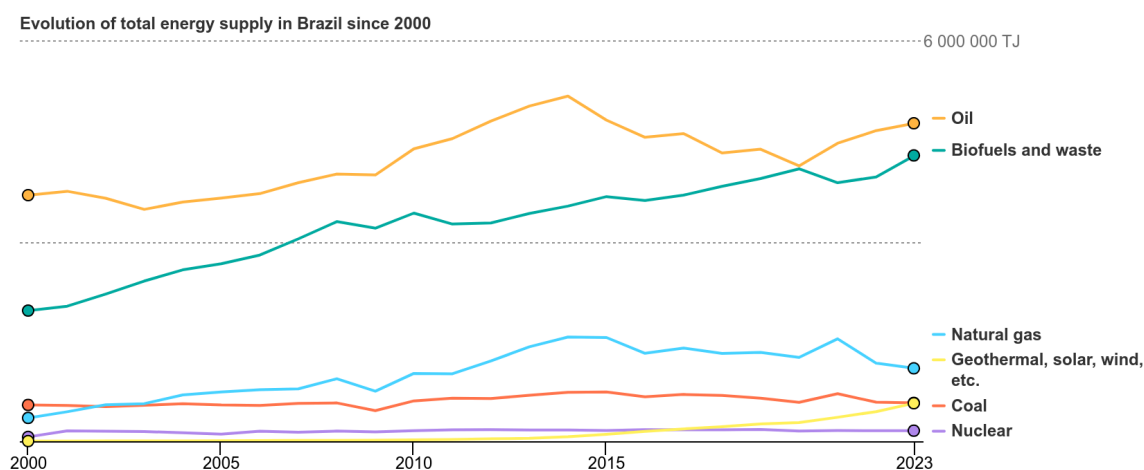


Figura 2 - Matriz Energética Brasileira
Fonte: Adaptado de EPE, 2024a

A Figura 3 mostra a evolução da oferta total de energia no Brasil, desde 2000, onde é possível identificar o avanço significativo no uso de biocombustíveis e resíduos (biomassa) como fonte de energia, se tornando uma das principais alternativas energéticas do país. Além dos incentivos à produção de biocombustíveis, como etanol e biodiesel, outros fatores influenciam na trajetória ascendente da biomassa, tais como: a pressão global e o compromisso firmado pelo país com foco na redução de emissões, as oscilações nos preços do petróleo e a participação do Brasil como grande produtor insumos como cana-de-açúcar.



Source: International Energy Agency. Licence: CC BY 4.0

Figura 3 - Evolução da oferta total de energia no Brasil desde 2000
Fonte: Adaptado de IEA, [2024]

Já a matriz elétrica consegue manter esse indicador entre 80 e 85%. Nota-se que a principal fonte renovável, com participação de 60%, é a hidráulica, e a segunda maior fonte renovável é a eólica, que apresentou crescimento exponencial nos últimos anos, seguida da solar, com 50.632 GWh gerados em 2023.

A Figura 4 apresenta um gráfico com a evolução das principais fontes de geração de eletricidade no Brasil, onde é possível notar o início do crescimento de renováveis alternativas, como a solar e, sobretudo, a eólica, que foi impulsionada pelo PROINFA¹ (Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia) a partir de 2002.

¹ O PROINFA (Programa de Incentivos às Fontes Alternativas de Energia) foi criado em 2002, por meio da Lei nº 10.438 e tem por objetivo aumentar a participação das fontes renováveis na Matriz Energética Brasileira, dentre elas a eólica, a biomassa e a pequena central hidrelétrica (PCH) no Sistema Interligado Nacional (SIN) (ENBPar, 2024).

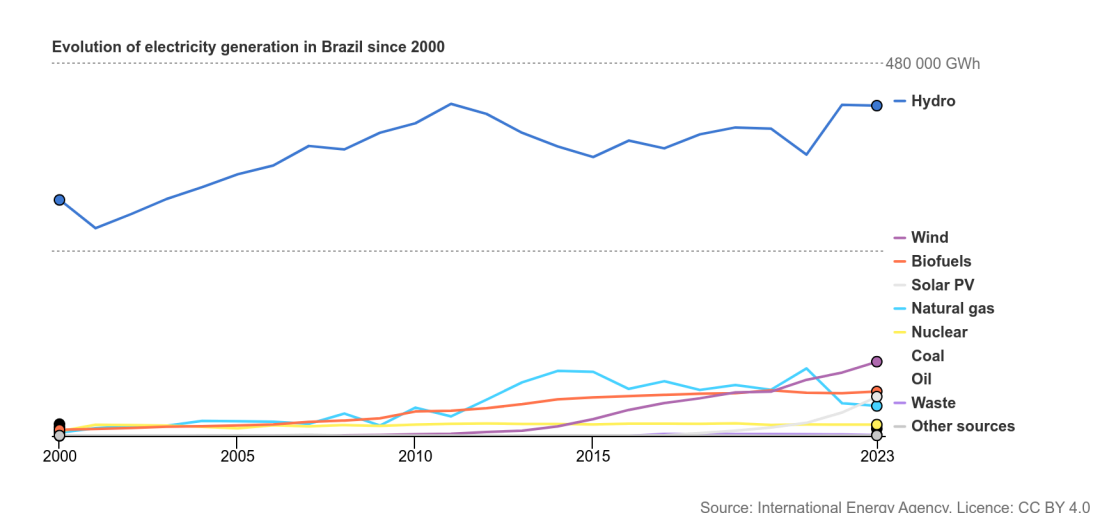


Figura 4 - Evolução da geração de energia elétrica no Brasil desde 2000
Fonte: Adaptado de IEA, [2024]

Também é possível perceber um salto em 2015 da energia eólica e solar, movido pela queda da oferta hidráulica naquele ano. Na Figura 5 há a composição geral da matriz elétrica brasileira para o ano de 2023.

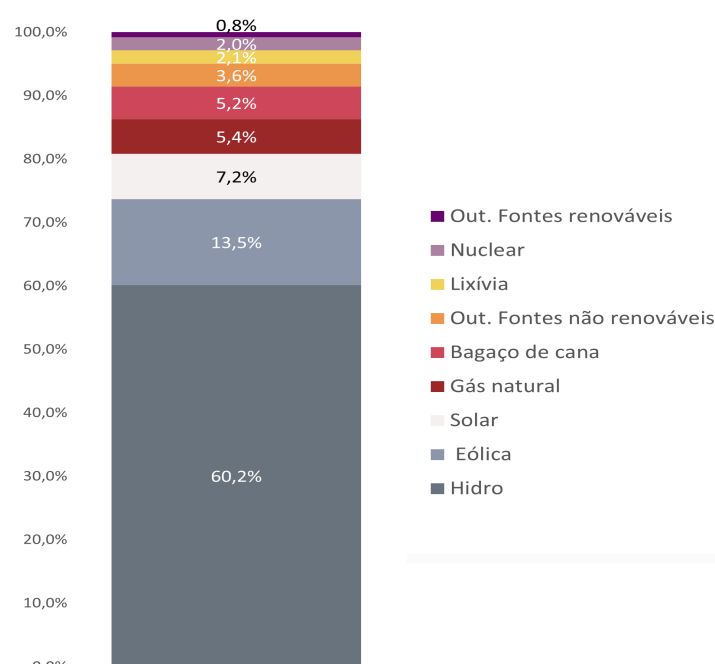


Figura 5 - Matriz Elétrica Brasileira²
Fonte: EPE, 2024a

Para uma compreensão mais segmentada, a Tabela 2 resume a geração elétrica, em GWh, das regiões brasileiras em 2023. O Nordeste figura em segundo lugar na

² Outras Fontes Renováveis é composta por lenha e outras fontes renováveis; Outras Fontes Não Renováveis é composta por óleo combustível, gás de coqueria, óleo diesel, carvão vapor e outras fontes não renováveis.

geração total de eletricidade, atrás da região Sudeste que possui um potencial hídrico mais robusto, como mostra a Tabela 3 com dados detalhados por fonte.

| Território Estadual | Geração Elétrica (GWh) 2022 | Geração Elétrica (GWh) 2023 | Geração Elétrica (GWh) 23/22 (%) | % Total |
|---------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|------------|
| Brasil | 677.173 | 708.119 | 4,6 | 100 |
| Sudeste | 175.128 | 197.753 | 12,9 | 27,93 |
| Nordeste | 148.902 | 160.972 | 8,1 | 22,73 |
| Sul | 144.399 | 160.012 | 10,8 | 22,60 |
| Norte | 137.163 | 118.563 | -13,6 | 16,74 |
| Centro Oeste | 71.581 | 70.818 | -1,1 | 10,00 |

*Tabela 2 - Produção de Energia – Eletricidade
Fonte: Adaptado de EPE, 2024b*

| Tipo de Fonte | Brasil (GWh) | Sudeste (GWh) | Nordeste (GWh) | Sul (GWh) | Norte (GWh) | Centro Oeste (GWh) |
|------------------|----------------|---------------|----------------|-----------|-------------|--------------------|
| Bagaço de cana | 36.532 | 24.114 | 2.636 | 1.687 | 313 | 7.782 |
| Carvão vapor | 8.770 | 0 | 641 | 7.521 | 608 | 0 |
| Eólica | 95.801 | 62 | 89.881 | 5.858 | 0 | 0 |
| Gás de coqueria | 1.328 | 1.304 | 24 | 0 | 0 | 0 |
| Gás natural | 38.589 | 24.234 | 6.441 | 537 | 7.204 | 174 |
| Hidro | 425.996 | 99.912 | 36.804 | 130.874 | 105.167 | 53.239 |
| Lenha | 2.206 | 553 | 84 | 970 | 44 | 556 |
| Lixívia | 15.116 | 3.309 | 4.179 | 3.919 | 0 | 3.709 |
| Nuclear | 14.504 | 14.504 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Óleo combustível | 1.111 | 266 | 277 | 222 | 117 | 230 |

| Tipo de Fonte | Brasil (GWh) | Sudeste (GWh) | Nordeste (GWh) | Sul (GWh) | Norte (GWh) | Centro Oeste (GWh) |
|----------------------------|----------------|---------------|----------------|-----------|-------------|--------------------|
| Óleo diesel | 4.930 | 1.950 | 63 | 110 | 2.787 | 20 |
| Out. Fontes não renováveis | 9.057 | 6.736 | 1.209 | 916 | 110 | 87 |
| Out. Fontes renováveis | 3.546 | 1.863 | 606 | 385 | 337 | 355 |
| Solar | 50.633 | 18.947 | 18.130 | 7.012 | 1.876 | 4.668 |
| Total | 708.119 | 197.753 | 160.972 | 160.012 | 118.563 | 70.818 |
| Total Renováveis | 629.830 | 148.759 | 152.318 | 150.706 | 107.738 | 70.309 |
| Total não renováveis | 78.289 | 48.994 | 8.654 | 9.306 | 10.825 | 510 |

*Tabela 3 - Geração de Eletricidade por Fonte
Fonte: Adaptado de EPE, 2024b*

Como apresentado nas tabelas, o Nordeste brasileiro é um polo estratégico para energia renovável no Brasil. Além de contribuir com, aproximadamente, 23% para a geração total do país, a região lidera em geração de energia eólica, com 94% da produção nacional dessa fonte em 2023. Também ocupa posição de destaque em energia solar, com 36% da participação nacional (EPE, 2024b).

Ao se comparar com a região Sul, por exemplo, segunda em potencial eólico, o Nordeste apresenta uma geração 15 vezes maior. Mesmo com gargalos em infraestrutura e menos aporte industrial que o Sudeste, por exemplo, o Nordeste apresenta contribuição semelhante em energia solar, com 36% da participação no cenário nacional.

A Tabela 4 detalha a contribuição percentual apenas das fontes renováveis na região Nordeste, e a Figura 6 ilustra a contribuição e a relevância energética do Nordeste no cenário nacional.

| Tipo de Fonte | Brasil (GWh) | Nordeste (GWh) | % |
|----------------|--------------|----------------|--------|
| Bagaço de cana | 36.532 | 2.636 | 7,22% |
| Eólica | 95.801 | 89.881 | 93,82% |
| Hidro | 425.996 | 36.804 | 8,64% |
| Lenha | 2.206 | 84 | 3,79% |
| Lixívia | 15.116 | 4.179 | 27,64% |

| Tipo de Fonte | Brasil (GWh) | Nordeste (GWh) | % |
|------------------------|--------------|----------------|--------|
| Out. Fontes renováveis | 3.546 | 606 | 17,08% |
| Solar | 50.633 | 18.130 | 35,81% |
| Total | 629.830 | 152.318 | 24,18% |

Tabela 4 - Geração de Eletricidade por Fonte Renovável, em 2023, no Brasil e Nordeste
Fonte: Adaptado de EPE, 2024b

Geração de eletricidade por fonte

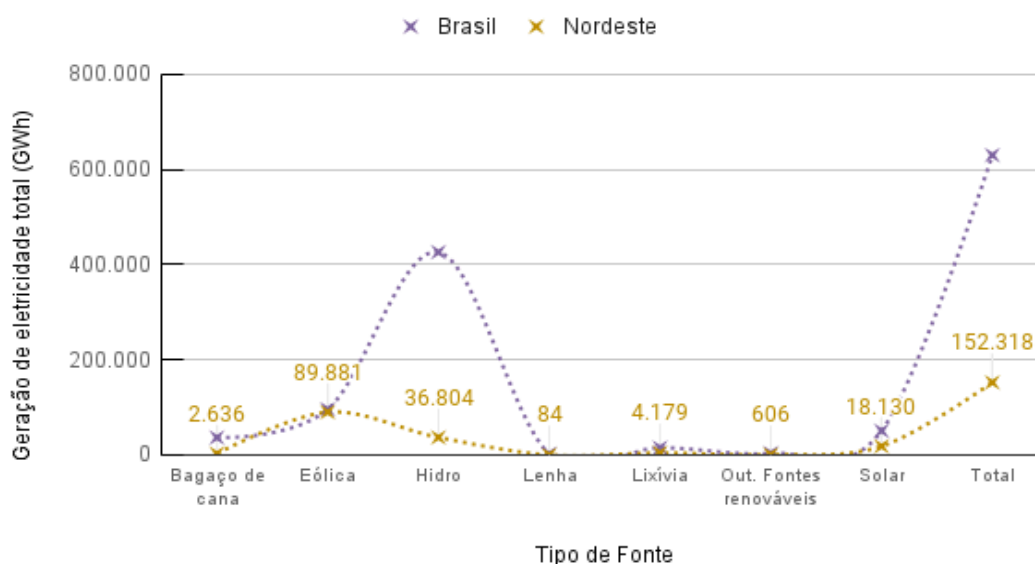


Figura 6 - Geração de Eletricidade por Fonte Renovável Brasil x Nordeste em 2023
Fonte: Adaptado de EPE, 2024b

Na sequência, as análises das entrevistas para o ambiente de negócios do Ceará e Pernambuco, e para os provedores de capital, são exibidas.

6.2 DESTAQUES DO AMBIENTE DE NEGÓCIOS DO CEARÁ

1. Com 25,7 GW de capacidade instalada (5,5 GW em eólica; 18,5 GW em solar e 1,74 GW em térmicas fósseis), o estado figura entre os maiores em energia eólica e solar do Brasil. De um total de 172 projetos eólicos, 69 estão em fase de construção não iniciada; de um total de 502 empreendimentos fotovoltaicos, 433 também estão em fase de construção não iniciada. Isso representa um destacado potencial de investimento, com espaço para a entrada de novos investidores e demais agentes da cadeia de valor.
2. O potencial para as energias renováveis (solar e eólica com altos fatores de capacidade) também cria um ambiente favorável para novos investimentos em projetos de hidrogênio verde (H2V) e derivados (como amônia verde e produtos industrializados verdes).
3. O Complexo Industrial e Portuário do Pecém, além de ser um ativo vantajoso pela localização (conexão direta a mercados globais - Europa e América do Norte), é o único no Nordeste com ZPE (Zona de Processamento de Exportação). Parcerias com o Porto de Rotterdam já foram anunciadas para a exportação do H2V produzido no estado.
4. A Transnordestina, cuja construção está em andamento, será um corredor logístico para o escoamento de grãos e biocombustíveis, além de promover a integração de polos produtivos do agronegócio e de biocombustíveis. Em novembro de 2024, o Governo Federal liberou mais 3,6 bilhões de recursos para a conclusão do corredor logístico cujos trilhos passam pelo Ceará, Pernambuco e Piauí.
5. As oportunidades também se apresentam nas águas do mar. O Ceará possui 25 projetos cadastrados em licenciamento no Ibama (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), um forte indicador

do apetite do mercado em relação a investimentos em eólica offshore. Os ventos são mais fortes e intensos na costa cearense, há profundidade adequada que reduz custos de implementação e, por conseguinte, concede maior viabilidade financeira para os projetos.

6. A falta de infraestrutura, capacidade de transmissão e conexão à rede pode comprometer a viabilidade de novos projetos, especialmente para hidrogênio verde (H2V), limitando a expansão das energias renováveis e a descarbonização das cadeias produtivas. No entanto, projetos federais, estaduais e novos investimentos em linhas de transmissão podem fomentar esse crescimento.
7. Necessidade de integração entre as cadeias produtivas: carência de iniciativas e políticas que incentivem a integração entre a industrialização verde e a criação de *hubs* regionais, bem como de fornecedores locais, limita os atuais efeitos multiplicadores da transição energética na economia local.
8. O setor termelétrico, sobretudo do Ceará, vive um momento de transformação com a nova portaria do Leilão de Reserva de Capacidade de 2025 (LRCAP de 2025), que excluiu fontes fósseis como carvão mineral, óleo diesel e óleo combustível. Essa mudança abre espaço para novos investimentos em gás natural, biocombustíveis e retrofit de plantas, impulsionando a modernização do setor. Diante desse cenário, há oportunidades para desenvolver projetos inovadores, fortalecer as cadeias de suprimento locais e contribuir para uma matriz energética mais limpa e sustentável.
9. A escassez de mão de obra especializada pode ser um entrave ao crescimento dos setores envolvidos com a transição energética, mas iniciativas como o Projeto H-Tech (CE) estão formando milhares de profissionais, fortalecendo o ecossistema de inovação e preparando a força de trabalho do estado para a nova economia verde.

6.2.1 Ambiente de Negócios do Ceará

A seguir, as análises das entrevistas do Grupo 1 para o estado do Ceará são apresentadas.

6.2.1.1 Perspectiva do Governo do Estado

O estado do Ceará apresenta condições naturais expressivas para a produção de energias renováveis. A constância dos ventos e o elevado potencial solar ainda possuem o fator de complementaridade entre as fontes, em algumas regiões do estado. Além disso, a infraestrutura existente no Complexo Portuário do Pecém (CIPP), incluindo a Zona de Processamento de Exportação (ZPE Ceará), é um diferencial competitivo que atrai investidores internacionais.

*"São 117 gigawatts com relação à produção de energia eólica, 643 gigawatts em relação à produção de energia solar. Então, são **dados de potenciais** bem relevantes, principalmente, quando a gente liga, faz essa ligação para a produção do hidrogênio verde. Fora isso, nós temos energia eólica offshore, que está em processo de licenciamento e o Estado do Ceará tem 25 projetos que estão cadastrados no Ibama para licenciamento."*

Segundo a ADECE (2019), o Ceará possui localização geográfica privilegiada, por estar relativamente próximo aos grandes mercados da Europa e da América do Norte. A infraestrutura de transporte, tanto o modal rodoviário quanto o ferroviário, tem sido alvo de melhorias. O Complexo Industrial e Portuário do Pecém é um hub logístico, localizado no município de São Gonçalo do Amarante, a 56 km de distância da capital Fortaleza. Possui terminal moderno de carga, infraestrutura de acesso adequada e custos operacionais competitivos. Há também o porto do Mucuripe, localizado em Fortaleza, com movimentação de graneis líquidos, sólidos e de cargas gerais (ADECE, 2011).

De fato, o Ceará é conhecido pelas belezas naturais, riqueza cultural e um grande potencial econômico. Os principais dados oficiais do estado são mostrados na Tabela 5 abaixo.

| | |
|------------------|-----------------------------|
| Capital | Fortaleza |
| Área Territorial | 148.894,447 km ² |

| | |
|--|---------------------------|
| População residente | 8.794.957 pessoas |
| Densidade demográfica | 59,07 hab/km ² |
| Matrículas no ensino fundamental | 1.134.636 matrículas |
| Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) | 0,734 |
| Total de receitas brutas realizadas | 46.124.793.433,02 R\$ |
| Total de despesas brutas empenhadas | 37.423.640.356,93 R\$ |
| Rendimento mensal domiciliar per capita | 1.166 R\$ |
| Total de veículos | 3.753.826 veículos |

*Tabela 5 - Dados oficiais do Ceará
Fonte: Adaptado de IBGE, 2024*

De acordo com os dados do SIGA - Sistema de Informações de Geração da ANEEL, o estado do Ceará possui 704 empreendimentos de geração de energia, totalizando uma capacidade instalada de 25,7 GW, como mostra a Tabela 6. A matriz é composta por uma grande parcela de renováveis e outra, menor, de térmicas, que utilizam combustíveis fósseis como carvão mineral, gás natural, óleo combustível e óleo diesel.

| Fonte | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada (kW) | Qtde |
|-----------------------|--------------------------------|----------------------------------|-------------|
| Eólica | 5.453.640,00 | 2.577.840,00 | 172 |
| Solar Fotovoltaica | 18.546.012,00 | 1.256.246,00 | 502 |
| Termelétrica (fóssil) | 1.740.437,10 | 1.740.437,10 | 30 |

| Fonte | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada (kW) | Qtde |
|-------|-------------------------|---------------------------|------|
| Total | 25.740.089,10 | 5.574.52,10 | 704 |

Tabela 6 - Capacidade instalada por estado (CE)
Fonte: ANEEL, 2024 (data de referência dos dados: 10/12/2024, 01:15)

Do total de empreendimentos, uma grande parcela ainda não iniciou a construção. A Tabela 7 apresenta os números de empreendimentos por fase de projeto.

| Fase | Eólica | Solar Fotovoltaica | Termelétrica (fóssil) | Total |
|-------------------------|--------|--------------------|-----------------------|-------|
| Construção não iniciada | 69 | 433 | 0 | 502 |
| Construção | 3 | 17 | 0 | 20 |
| Operação | 100 | 52 | 30 | 182 |

Tabela 7 - Número de empreendimentos por estado (CE)
Fonte: ANEEL, 2024 (data de referência dos dados: 10/12/2024, 01:15)

O estado se destaca na geração de energia eólica no Brasil, com 172 empreendimentos em operação e capacidade instalada de 5,5 GW. A Tabela 8 apresenta os principais números de eólica do estado, considerando o status dos empreendimentos.

| Fase | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada (kW) | Qtde |
|-------------------------|-------------------------|---------------------------|------|
| Construção não iniciada | 2.763.300,00 | 0,00 | 69 |
| Construção | 112.500,00 | 0,00 | 3 |
| Operação | 2.577.840,00 | 2.577.840,00 | 100 |

| Fase | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada (kW) | Qtde |
|-------|-------------------------|---------------------------|------|
| Total | 5.453.640,00 | 2.577.840,00 | 172 |

*Tabela 8 - Capacidade instalada de eólica por estado (CE)
Fonte: ANEEL, 2024 (data de referência dos dados: 10/12/2024, 01:15)*

Pela perspectiva do mercado, e de acordo com a literatura, o Ceará possui vantagens para liderar não só a eólica onshore, mas também a offshore. Segundo o relatório intitulado *Paving the Way for Ceará's Offshore Wind Industry Supply Chain and Port Infrastructure Assessment for Bottom-fixed Offshore Wind in Ceará, Brazil*, publicado em 2022 pela Ramboll, as submissões para licenciamento ambiental de projetos eólicos é um forte indicador do apetite do mercado em relação a investimentos em eólica offshore no estado. Todavia, lacunas em infraestrutura e na cadeia de suprimento devem ser analisadas antes da instalação dessas usinas.

Em linha com as entrevistas, o potencial eólico offshore é um dos **fatores facilitadores** e pauta presente nas falas dos participantes. Os ventos são mais fortes e intensos na costa cearense, há profundidade adequada que reduz custos de implementação e, por conseguinte, concede maior viabilidade financeira para os projetos offshore.

Dentre as **vantagens competitivas**, foi destacada a infraestrutura logística integrada (porto, rodovias e projetos ferroviários), bem como a governança intersetorial consolidada entre governo, academia e setor privado. Além disso, parcerias internacionais robustas, como o Porto de Rotterdam, reforçam a posição geopolítica estratégica do estado na transição energética global.

"E o próprio Porto de Rotterdam já anunciou também essa construção de um hub de produção de hidrogênio verde lá e foi anunciada também a compra do hidrogênio verde que será produzido no estado do Ceará."

O pioneirismo histórico do Ceará também se mostrou como vantagem competitiva, uma vez que as ações em energias renováveis ocorrem desde os anos 1980. Portanto, esse legado confere credibilidade ao Ceará perante os investidores internacionais e nacionais.

O mais recente Atlas Solar e Eólico do estado do Ceará, publicado em 2019 pela Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará (ADECE), destaca outros aspectos competitivos. Por exemplo, o estado presenciou mudanças recentes em seu cenário econômico, com taxas de crescimento do PIB maiores que a média do país, em alguns anos. Em relação à solidez fiscal, indicador que garante mais segurança aos investidores, o Ceará conquistou a segunda melhor posição do ranking de competitividade entre os estados brasileiros em 2019 (ADECE, 2019).

Também foram citadas questões sobre o **arcabouço regulatório e políticas públicas** nas entrevistas. Em relação à mão de obra, o Estado implementou iniciativas como o *Projeto H-tech*, que visa formar mais de 11.500 profissionais na área de energia renovável e hidrogênio verde. O programa iniciou com a capacitação de formadores, com 300 professores treinados para lecionar em áreas específicas de energia renovável.

O Projeto H-Tech, do Governo do Ceará, e por meio da Secretaria da Ciência, Tecnologia e Educação Superior (Secitece), foi lançado em 2024, para o fortalecimento e qualificação de profissionais da área de energias renováveis. Ao todo, serão investidos R\$34 milhões ao longo de 4 anos. Além da qualificação de 12 mil técnicos e multiplicadores de conhecimento, o programa prevê abertura de laboratórios em 13 municípios (GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ, 2024).

Outras questões citadas foram a implementação de políticas específicas para atrair investimentos no setor energético. Entre elas estão as isenções fiscais para produção de energia renovável destinada ao *hub* de hidrogênio verde, localizado no Complexo Portuário do Pecém, e incentivos à fabricação local de equipamentos e máquinas para a produção de energia renovável. Também foi citado o esforço para a criação de políticas específicas para biocombustíveis.

O Estado do Ceará disponibiliza diversos incentivos fiscais com o objetivo de atrair investimentos e impulsionar o desenvolvimento econômico, sendo o principal mecanismo o Fundo de Desenvolvimento Industrial (FDI). Esse fundo concede benefícios fiscais, principalmente na forma de redução do ICMS, às empresas industriais e cooperativas consideradas estratégicas para a economia do estado. O incentivo pode chegar a até 75% de isenção do ICMS gerado pela produção industrial, com validade de até 10 anos, podendo ser prorrogado. Para obter o benefício, as empresas precisam atender a metas de produção, geração de empregos e volume de investimentos (ADECE, 2018).

Dentre os programas específicos do FDI, destaca-se o PROVIN (Programa de Incentivos ao Desenvolvimento Industrial), que concede incentivos fiscais para

implantação, diversificação, modernização, ampliação e recuperação de indústrias, incluindo o diferimento de até 75% do ICMS devido. Outro programa relevante é o PCDM (Programa de Incentivos às Centrais de Distribuição de Mercadorias), que permite redução de até 75% do ICMS sobre saídas interestaduais e diferimento do ICMS na importação de mercadorias sem similar no estado. O PIER (Programa de Incentivos da Cadeia Produtiva de Energias Renováveis) apoia a fabricação de equipamentos voltados à geração de energia renovável, concedendo diferimento de 75% do ICMS recolhido mensalmente. Já o PROADE (Programa de Atração de Empreendimentos Estratégicos) prevê incentivos de até 99% do ICMS para empresas consideradas estratégicas (ADECE, 2018).

Além dos programas mencionados, há benefícios adicionais, como diferimento do ICMS para a importação de máquinas e insumos, bem como incentivos voltados a setores estratégicos, incluindo metalurgia, indústria farmacêutica, têxtil, automotiva, petroquímica e aeronáutica. A regulamentação desses incentivos está prevista no Decreto N° 32.438/2017, e as solicitações devem ser feitas junto à Secretaria do Desenvolvimento Econômico (SDE)(ADECE, 2018).

Uma transição energética verde e justa demanda mão de obra qualificada e políticas de incentivo à ciência, tecnologia e inovação. Segundo a ADECE (2019), o ensino fundamental do estado se destaca como um dos melhores do país, e a rede de ensino técnico e profissionalizante conta com mais de cem cursos correlacionados à área de energia. No ensino superior, dezenove cursos têm correlação com o setor de energia e as universidades ocupam boas posições no ranking das melhores da América Latina. Além disso, a mão de obra apresenta custo menor que a média nacional, chegando a, aproximadamente, 38% menos que no restante do país. Através da própria ADECE, o Estado está estabelecendo uma ambiência favorável para os negócios, na criação de parcerias com instituições internacionais para treinamento de mão-de-obra qualificada (ADECE, 2019).

Com o passar dos anos, empresas de grande porte do segmento de energia se fixaram no estado, e em 2019, por exemplo, o Ceará liderou a exportação de aerogeradores no Brasil. Incentivos fiscais e programas específicos para a cadeia de renováveis são ações que ajudaram a consolidar esse mercado (ADECE, 2019).

Alguns **desafios e gargalos** foram pontuados, como a falta de linhas de transmissão adequadas. A dependência da infraestrutura federal para superar esse desafio foi reiterada algumas vezes. Além disso, licenciamento e insegurança jurídica travam a cadeia offshore de decolar.

Por parte do Governo Federal, o IBAMA lançou, em 2020, o Termo de Referência Padrão para projetos de eólica offshore, com critérios técnicos bem definidos para determinar os impactos socioambientais que a implementação de uma usina possa gerar. Em 2021, o IBAMA publicou um mapa com projetos eólicos offshore que solicitaram licenciamento ambiental. Em janeiro de 2022, foi publicado o decreto nº 10.946/2022, iniciando a discussão para a criação de marco regulatório específico para o setor de energia eólica offshore, com o objetivo de abordar questões técnicas, como o arrendamento espacial e demais tópicos (AMIOT et al., 2022).

Embora isso seja um forte indicador do apetite do mercado, há entraves que postergam investimentos. Amiot et al. (2022) apontam que a falta de clareza nas rotas para o mercado, bem como a instabilidade regulatória, está suprimindo o desenvolvimento potencial da cadeia de suprimentos. Os principais pontos de atenção identificados em relação aos investimentos iniciais, a partir de Amiot et al. (2022), foram:

- Desenvolvimento necessário na cadeia de suprimentos: aproveitar pontos fortes em setores relacionados, como energia eólica onshore e petróleo e gás. A cadeia de suprimentos para eólica offshore no Brasil vai exigir grandes investimentos para maximizar os benefícios locais.
- Gargalos em componentes específicos: incentivar a indústria de fornecedores locais para turbinas, naceles, cabos submarinos e embarcações de instalação, atualmente dominados por fabricantes globais.
- Interesses concorrentes no uso das águas: o mapeamento de potenciais locais de energia eólica offshore no Brasil estão sobrepostos em áreas de exploração de petróleo e gás e de pesca, criando conflitos com indústrias estabelecidas.
- Avanços na Regulação: a ausência de um marco regulatório claro e com previsibilidade para licenciamento ambiental e leilões de energia offshore pode dificultar o início de investimentos.
- Risco de especulação excessiva: aplicações especulativas para licenças ambientais desestimulam a concorrência saudável e o planejamento mais eficaz.

Para além dos aspectos voltados para a cadeia de suprimentos do segmento eólico offshore, muitos pontos identificados podem ser expandidos para o ambiente geral de negócios do estado, tais como (AMIOT et al., 2022):

-
- A ausência de metas e estratégias nacionais claras dificulta o planejamento das cadeias de suprimentos e o engajamento da indústria internacional. Quando essas visões de longo prazo são acompanhadas por marcos e estratégias bem definidas, os fornecedores podem iniciar com confiança o estabelecimento de seus próprios pipelines.
 - Necessidade de planejamento antecipado para assegurar a conexão de usinas à rede de transmissão.
 - Necessidade de equilíbrio entre investimento público e privado para mitigar riscos financeiros e fomentar o desenvolvimento da indústria emergente.
 - A alta volatilidade cambial e taxas de juros no Brasil aumentam os custos de capital e podem dificultar a atratividade de investimentos internacionais.
 - Os portos de Pecém e Fortaleza necessitam de upgrades para atender projetos simultâneos ou múltiplas campanhas. Fortaleza, em particular, enfrenta limitações de expansão devido à localização urbana. Assim, os portos conseguiriam realizar mais de uma campanha por vez, aumentando a eficiência.
 - Construção de portos de O&M em regiões específicas: entre os portos de Camocim e Paracuru, por exemplo, não foram identificados portos de O&M que servem como portos de operações diárias e/ou portos de reparação/manutenção.
 - Melhoria da infraestrutura rodoviária facilita o transporte de componentes pesados e volumosos para instalações costeiras.
 - Necessidade de criação e ampliação de clusters industriais próximos a portos, para reduzir os custos e a complexidade logística.

Segundo os insumos das entrevistas, a insuficiência das linhas de transmissão impacta a expansão do setor energético do Ceará, e é o gargalo mais citado. Embora tenha havido avanço significativo nos últimos leilões, nos quais o estado conquistou uma parcela significativa de certames, a capacidade de transmissão ainda permanece aquém do necessário para atender às demandas do Hub de Hidrogênio Verde, por exemplo. Apesar das questões regulatórias iniciais terem sido parcialmente endereçadas, a expansão da infraestrutura de transmissão

permanece na agenda, o que levou o Estado a intensificar sua articulação com o governo federal para acelerar as soluções necessárias.

Lacunas na integração entre fornecedores locais e grandes empreendimentos também foi sublinhado como desafio. O amadurecimento das cadeias locais de forma espontânea e descoordenada pode levar tempo e a adoção de incentivos regulatórios e/ou de mercado pode ser discutida como vetor de aceleração desse processo.

No que tange à qualificação profissional, observa-se um cenário de escassez de profissionais capacitados frente ao potencial de aceleração do crescimento dos investimentos. O setor demanda profissionais em áreas e níveis de formação diversos. Embora se reconheça a necessidade de maior escala e velocidade na formação de pessoas, destacam-se esforços notáveis empreendidos pelo poder público e entidades de classe industriais, sobretudo, no sentido da ampliação de vagas em cursos técnicos, superiores e de formação básica, inclusive em áreas novas. Em relação ao hidrogênio verde, por exemplo, por ser um tema atual e com a recente implementação do marco regulatório, a formação de um corpo técnico adequado pode ser desafiadora.

“A gente precisa de vários outros profissionais, não somente engenheiros. Então, uma parte de obras civis nós vamos precisar também, metal, metalúrgica, direito. Então, precisam de advogados que entendam desse setor, que é um setor que é relativamente novo, onde a própria legislação acabou de sair.”

Em 2023, o Governo do Estado do Ceará publicou o relatório intitulado *Ceará 2050*, com a visão de futuro para o Ceará até o ano de 2050. Esse plano é parte de uma plataforma colaborativa em parceria com a Secretaria do Planejamento e Gestão (Seplag), o Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (Ipece) e a Universidade Federal do Ceará, por meio da Fundação de Apoio a Serviços Técnicos, Ensino e Fomento a Pesquisas (Fundação Astef). No citado relatório, alguns desafios foram levantados em áreas estratégicas do estado.

Nota-se que os desafios reconhecidos pelo *Ceará 2050*, e os mencionados nas entrevistas, estão sendo enfrentados com políticas públicas e esforços privados. Nesse sentido, os principais pontos relacionados com o tema tratado neste relatório são (Governo do Estado do Ceará, 2023):

- Redução da desigualdade socioeconômica: o Ceará apresenta altos índices de desigualdade social e pobreza, quando comparado a outros estados do

Brasil. Apesar de ter apenas 4% da população nacional, o estado concentra 7,2% da população em situação de extrema pobreza do país. Essas disparidades socioeconômicas estão sendo abordadas pelo Governo do Estado e, com estratégias direcionadas à transição energética justa, é possível promover a transformação econômica e a redução da pobreza através dos projetos.

- A melhoria do ambiente de negócios e a atração de investimentos, que podem ser potencializadas com infraestrutura estratégica, eficiência regulatória e segurança jurídica, tornando o Ceará mais competitivo.
- O fortalecimento do ecossistema de inovação, que abre espaço para maior sinergia entre universidades e o setor produtivo, impulsionando pesquisa aplicada e novos negócios.
- Capacitação e desenvolvimento do capital humano: investir em educação e formação técnica permitirá a assimilação e aplicação de soluções tecnológicas e gerenciais, especialmente na gestão hídrica, fortalecendo a resiliência do estado e criando novas oportunidades econômicas.
- O Ceará possui um dos semiáridos mais povoados do mundo, o que gera desafios extras para o acesso a serviços, infraestrutura e oferta hídrica. A grande variabilidade na oferta de água é um ponto de atenção para o Governo, que encara a gestão hídrica como essencial ao desenvolvimento da economia e de uma sociedade saudável.

Ainda de acordo com o relatório, fomentar a transição energética também passa pelo enfrentamento desses gargalos, com investimentos em infraestrutura, capacitação, inovação e melhoria do ambiente de negócios, bem como na implementação de políticas públicas eficientes e a colaboração entre os setores público e privado (Governo do Estado do Ceará, 2023).

6.2.1.2 Perspectiva das Entidades de Classe

De acordo com os insumos da entrevista, o Nordeste brasileiro reúne **fatores facilitadores** para projetos de descarbonização, especialmente no Ceará. Entre os fatores mais citados estão, novamente, a abundância de recursos naturais para a geração de energia limpa. A combinação de energia solar, eólica onshore e offshore posiciona o estado como um dos mais promissores para a produção de hidrogênio verde (H2V). Além disso, a presença do Porto do Pecém e da ZPE

(Zona de Processamento de Exportação) criam o ambiente favorável à exportação de produtos descarbonizados, produzidos com energia renovável.

A matriz energética do estado possui um caráter dual, sendo fator facilitador e **vantagem competitiva**. A região se destaca ao ser comparada com os mercados internacionais mais dependentes de fósseis. Com a demanda crescente por produtos descarbonizados no mercado global, a sinergia entre as fontes renováveis e a indústria se fortalece.

De acordo com o Atlas Eólico e Solar do Ceará, publicado em 2019, o potencial eólico e solar total do estado é de, aproximadamente, 1.363,2 TWh/ano. Para facilitar a compreensão, caso esse potencial fosse aproveitado integralmente, ele seria capaz de contemplar 40% da oferta interna bruta nacional de energia (naquele ano de 2018), considerando todas as fontes. O potencial de cada fonte indicado no mapa (capacidade instalável) mantém a grande proporção, sendo (i) 643 GW de solar não urbano (usinas centralizadas), (ii) 94 GW de eólico (a 150 m de altura, com velocidade de vento > 7,0 m/s), (iii) eólico offshore de 117 GW (a 100 m de altura e velocidade de vento > 7,0 m/s). Esses valores indicam a capacidade passível de ser explorada por empreendimentos dessa natureza (ADECE, 2019).

Uma vez mais, o Porto do Pecém é visto como um ativo crítico para exportação de H2V (hidrogênio verde) e derivados (ex.: amônia verde), especialmente devido à sua proximidade com mercados europeus.

Embora existam políticas públicas voltadas à transição energética, as entrevistas revelaram que o **arcabouço regulatório e as políticas públicas** precisam de maior integração para atrair grandes aportes financeiros. No âmbito federal, por exemplo, a ausência de uma política nacional integrada para fertilizantes verdes foi apontada como um entrave significativo. Um programa federal que incentiva a substituição de 1% dos fertilizantes importados por produção local, já seria um mercado enorme para a amônia verde.

Um exemplo positivo do impacto de ações integradas é a do *Hub* do Hidrogênio verde: um polo de oportunidades de desenvolvimento tecnológico que agrega diversos *stakeholders*, como a indústria, o governo e a academia.

Apesar das vantagens naturais e estruturais, os entrevistados apontaram **obstáculos e desafios** que limitam o fluxo de investimentos na região Nordeste, de forma geral. A fragmentação e a falta de harmonização regulatória entre os estados criam incertezas que impactam na atratividade da região, principalmente para setores estratégicos como o de fertilizantes.

Embora existam ativos estratégicos, como o Porto do Pecém, há gargalos na transmissão elétrica e na logística interna (ex.: finalização da Transnordestina). Outro gargalo referido foi o de biocombustíveis e o seu papel na transição energética, um setor que também apresenta potencial de crescimento, apesar dos desafios climáticos e da disponibilidade restrita de biomassa.

A Ferrovia Transnordestina se destaca por conectar o Ceará a outros estados do Nordeste, facilitando o escoamento de cargas e fortalecendo a logística regional (ADECE, 2019). Em novembro de 2024, o Governo Federal liberou mais 3,6 bilhões de recursos para a conclusão do corredor logístico cujos trilhos passam pelo Ceará, Pernambuco e Piauí (GOVERNO FEDERAL, 2024).

Outro ponto levantado é o fato de que 12% do território do Ceará está em processo de desertificação, e isso reforça a importância de soluções sustentáveis. A caatinga, uma vegetação única no mundo, representa uma oportunidade para projetos inovadores que conciliam desenvolvimento local e preservação ambiental, valorizando a chamada “floresta branca”.

Segundo a ADECE (2019), a infraestrutura hídrica do estado é composta por mais de 247 açudes, 130 adutoras e milhares de poços, que garantem o abastecimento de água. Essa questão tem sido abordada pelo Governo do Estado, sendo um ponto de atenção no relatório Ceará 2050, que visa o aperfeiçoamento e aplicação de soluções tecnológicas para a gestão hídrica.

A infraestrutura do estado é composta por uma rede de transporte diversificada, incluindo os portos de Mucuripe e Pecém, fundamentais para a importação e exportação de equipamentos para energia renovável. O estado também abriga um dos maiores hubs de cabos submarinos do mundo, impulsionando a economia digital. A malha rodoviária complementa o sistema de transportes, permitindo a integração entre os polos produtivos.

6.2.1.3 Perspectiva das Empresas

Em relação aos **fatores facilitadores**, foi colocado nas entrevistas que a região possui grande potencial para energias renováveis, incluindo geração eólica offshore e solar. Por necessitar de grandes áreas, a solar poderia ser viabilizada em áreas degradadas e/ou desertificadas (aproximadamente, três mil hectares), que poderiam ser convertidas em parques de energia.

O Ceará se posiciona como destaque no Nordeste devido à combinação de suas políticas pioneiras de sustentabilidade, programas industriais como o de

hidrogênio verde e a infraestrutura portuária no Porto de Pecém, já adaptada para exportação de produtos sustentáveis. Como exemplo, foi indicado o caso da indústria de linha branca e de empresas têxteis locais que já valorizam a matriz energética verde do estado, mostrando o potencial de **diferenciação competitiva** no mercado global. Outra **vantagem competitiva** está justamente na capacidade de desenvolvimento das cadeias produtivas verdes, como a de siderurgia verde e fertilizantes sustentáveis, que tornam o Nordeste uma região com potencial de “neo-industrialização baseada em produtos verdes”. Porém, essa integração ainda é prejudicada pela fragmentação das cadeias de valor e pela dependência de regulamentações federais.

A Transnordestina aparece com alta frequência nas falas dos entrevistados. E nesse recorte não foi diferente. De acordo com as declarações, a Transnordestina é apontada como um projeto transformador para a região, que criará um corredor logístico de exportação de grãos (soja e milho, principalmente) e mesmo sem produzir soja e milho, o Ceará passa a ser um “ofertador” desses insumos, e a Transnordestina um catalisador de investimentos em biocombustíveis.

Em relação ao **arcabouço regulatório e às políticas públicas**, a aprovação da Lei do Combustível do Futuro concedeu uma previsibilidade e maior segurança jurídica para o setor de biodiesel. Diferente de projetos de hidrogênio, os investimentos em biodiesel são de baixa intensidade em CAPEX e a Lei está alavancando vários investimentos.

“O maior investimento do setor de biodiesel, biocombustível em geral, pelo menos biodiesel e etanol, é capital de giro, não é nem tanto o investimento fixo.”

A Lei do Combustível do Futuro, Lei 14.993/24, entrou em vigor em outubro de 2024 com o objetivo de substituir os combustíveis fósseis no transporte terrestre, marítimo e aéreo por combustíveis sustentáveis, além de fomentar o papel do Brasil como líder da transição energética global. Através da Lei, foram instituídos programas para incentivar a pesquisa, produção, comercialização e o uso de biocombustíveis, políticas públicas já existentes foram integradas e o marco regulatório para a captura e estocagem de carbono foi estabelecido (BRASIL, 2024b). Em suma, a Lei 14.993/24 (BRASIL, 2024b):

- Institui o Programa Nacional de Combustível Sustentável de Aviação (ProBioQAV), o Programa Nacional de Diesel Verde (PNDV) e o Programa Nacional de Descarbonização do Produtor e Importador de Gás Natural e de Incentivo ao Biometano.

-
- Alterou os limites máximo e mínimo do teor de mistura de etanol anidro à gasolina C comercializada ao consumidor final, e do teor de mistura de biodiesel ao diesel comercializado ao consumidor final.
 - Dispôs sobre a regulamentação e a fiscalização das atividades de captura e de estocagem geológica de dióxido de carbono e de produção e comercialização dos combustíveis sintéticos.
 - Integrou iniciativas e medidas adotadas no âmbito da Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), do Programa Mobilidade Verde e Inovação (Programa Mover), do Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular (PBEV) e do Programa de Controle de Emissões Veiculares (Proconve).

De acordo com o governo, o Combustível do Futuro é o maior programa de descarbonização da matriz de transportes e mobilidade do mundo.

As externalidades positivas dos biocombustíveis foram destacadas como **vantagens e oportunidades** de geração de empregos, interiorização da indústria e melhoria da qualidade do ar urbano (ao reduzir emissões de monóxido de carbono, material particulado, enxofre e compostos nitrogenados, contribuindo para a diminuição de doenças relacionadas à poluição). Além disso, possuem menor impacto ambiental em casos de vazamento, pois são biodegradáveis e menos tóxicos para humanos, fauna e flora em comparação com combustíveis fósseis, como gasolina e diesel. Em termos de benefícios locais e socioambientais, segundo apresentado nas entrevistas, os biocombustíveis geram muito mais que as energias renováveis centralizadas, como usinas eólicas e solares. O biodiesel, por exemplo, é mais caro que o diesel e ele se sustenta pelas externalidades sociais e ambientais, sendo essa a principal bandeira dos biocombustíveis.

“Então, um biodiesel hoje custa 6 reais, ele não custa, ele vale 6 reais no mercado, só que ele gera de externalidade 50, quase 10 para 1. E aí, estamos falando aqui de várias externalidades, estamos falando aqui de geração de emprego, agricultura, especialmente, estamos falando aqui de interiorização da indústria, de redução dos custos de saúde pública por conta da melhoria da qualidade do ar nos grandes centros, economia de divisas ao evitar a importação de diesel.”

Nesse contexto, e conforme as observações feitas, um alerta fundamental foi deixado: **se o Brasil deseja liderar a transição energética global, ele precisa entrar no jogo internacional dos biocombustíveis.** Atualmente, a indústria

brasileira de biodiesel e etanol está voltada para o mercado interno, com exportações insignificantes.

"O Net Zero só vai ser possível se o Brasil for um grande protagonista na exportação de biocombustíveis."

Isso exige investimentos massivos em infraestrutura logística e transporte, como terminais, ferrovias e rodovias, com a possibilidade de Parcerias Público-Privadas (PPPs) para viabilizar essa expansão.

Nota-se que os biocombustíveis possuem um papel estratégico na transição energética brasileira, e incentivos robustos (como a Lei do Combustível do Futuro e os programas integrados) foram criados para garantir a autoridade do Brasil no assunto. Essa relevância ocorre também pelo potencial de descarbonização de setores que ainda dependem fortemente de combustíveis fósseis (indústria e o setor de transporte³). E como a matriz elétrica brasileira já é amplamente renovável, as oportunidades de redução das emissões de gases de efeito estufa, e de agregação de valor às cadeias produtivas, são latentes no campo dos combustíveis.

Os principais **gargalos e desafios** identificados pelos participantes consultados foram, novamente, infraestrutura de transmissão e regulamentação. A falta de linhas de transmissão de energia, particularmente no caso de projetos de hidrogênio verde, dificulta a operacionalização dos projetos. Como descrito nas entrevistas:

"Não adianta você gerar se você não tem como transmitir e distribuir. É um grande gargalo."

Além disso, ainda especificamente sobre a produção do hidrogênio verde, a questão do acesso à água foi apontada como relevante em um estado semiárido. Embora tecnologias como dessalinização e reuso da água sejam promissoras, e Fortaleza já tenha água tratada e jogada no interceptor oceânico com possibilidade de ser utilizada pelo Complexo Portuário do Pecém, é essencial investir nessa área e fortalecer as regulamentações.

³ De acordo com os dados da International Energy Agency - IEA, os três setores com maior participação no consumo final total de energia no Brasil são: Transporte (37,2%), Indústria (33,9%) e Residencial (11,9%) (IEA, 2024).

A falta de sintonia entre os setores público e privado, e dentro do próprio Governo Federal sobre prioridades em energia limpa e qual tipo de caminho seguir, foi abordada. Segundo os participantes, essa desorganização prejudica a previsibilidade e causa ainda mais insegurança para os investidores. Em suma, a regulamentação e os incentivos fiscais foram avaliados como insuficientes, uma vez que os fomentos são desproporcionais e mais direcionados à energia fóssil, como petróleo, enquanto a geração eólica offshore e a regulamentação do hidrogênio verde avançam com menor celeridade. A criação de uma legislação mais clara e segurança jurídica foram pontos centrais. Sem isso, investidores hesitam em aportar capital em projetos de infraestrutura de alto custo. Foi sugerido também um programa nacional que estabeleça metas claras de substituição de insumos fósseis, como uma cota anual para fertilizantes verdes.

Destacou-se também que os programas de incentivo precisam ter uma visão mais estratégica. Na economia do hidrogênio verde, por exemplo, o interesse não deve ser canalizado apenas para a produção da molécula de hidrogênio, mas também na produção de produtos verdes (como fertilizante verde, aço verde, amônia verde) e no desenvolvimento tecnológico através de centros de excelência e capacitação contínua. O incentivo precisa ser concreto, ou seja, precisa contemplar:

“A molécula está bem encaminhada, faltam detalhes como o sistema de transmissão, como foi dito, mais o produto verde; e precisaria fazer como outros países fazem. Fazem dois leilões, um para compra do produto hidrogênio e outro para a venda, de forma que casasse essa diferença de custo existente.”

Foi possível identificar a influência das mudanças no âmbito regulatório nos desafios e gargalos enfrentados pela região. Nos últimos 10 anos, o Ceará expandiu sua capacidade instalada de energia solar e eólica, embora em ritmo mais lento que outros estados do Nordeste. Com o crescimento das renováveis, a questão da intermitência passou a ser um desafio para a geração de energia desses estados e, por conseguinte, o Ceará utilizou térmicas a carvão e diesel para lidar com a não perenidade dessas fontes.

Além disso, o Porto de Pecém já contou com um navio de regaseificação para viabilizar as usinas térmicas a gás natural. Contudo, esse navio foi retirado, e há esforços para trazê-lo de volta. Atualmente, as térmicas a carvão e diesel existentes (como a Termoceará) estão excluídas do leilão devido às novas exigências. Sem adaptações, essas plantas podem sair do mercado em breve. Como destacado nas entrevistas, o Leilão de Reserva de Capacidade na forma de

Potência de 2025 (LRCAP de 2025) apresentou mudanças significativas ao retirar do certame as fontes fósseis, como carvão mineral, óleo diesel e óleo combustível.

Considerando a totalidade das usinas que operam com combustíveis fósseis no Ceará, o setor precisaria se reestruturar e buscar alternativas como:

- (i) realizar o retrofit das térmicas para uso de gás natural; e/ou
- (ii) fazer uso de biocombustíveis.

Essas duas opções devem compreender que:

- (i) o estado não tem gás natural e esforços deverão ser feitos para trazer o navio de regaseificação para o Porto de Pecém;
- (ii) o custo dos biocombustíveis é maior e, além disso, as térmicas existentes necessitam de adaptações.

Outro aspecto citado foi a não participação do hidrogênio de baixo carbono nesse leilão (LRCAP de 2025). O esforço realizado para a promoção do hidrogênio, sobretudo no Nordeste, se torna menos eficiente sem a inclusão do hidrogênio nos certames, e desincentiva a inovação nos projetos. O alto custo de capital (Capex) é o principal obstáculo para a produção de hidrogênio verde, representando cerca de 90% do custo total. Apesar do baixo custo operacional (Opex), as altas taxas de juros no Brasil e a falta de previsibilidade de mercado dificultam investimentos no setor. O acesso ao capital é essencial para viabilizar a indústria de hidrogênio e seus derivados, como amônia e combustíveis sintéticos. Nesse contexto, os contratos de PPA⁴ de longo prazo, como os oferecidos em leilões de reserva de capacidade, surgem como um importante incentivo, garantindo previsibilidade e reduzindo os riscos para investidores.

“O setor elétrico e de combustível, tradicionalmente, são setores puxados pela demanda. Então, sem uma garantia de demanda, sem uma regulação da demanda, por mais rentável que seja hipoteticamente um empreendimento, o risco fica muito alto. Agora, só se justifica com um PPA de 15 anos.”

⁴ A Power Purchase Agreement (PPA) é um contrato de longo prazo para a compra de energia renovável a preço fixo, firmado entre um desenvolvedor e um consumidor de grande porte ou um fornecedor que revenda a energia. Esse acordo viabiliza investimentos ao garantir previsibilidade financeira e a comercialização dos atributos ambientais do projeto (IBERDROLA, 2025).

E por isso é fundamental que o hidrogênio de baixo carbono participe de leilões, como o LRCAP de 2025. Um leilão de reserva de capacidade tem o objetivo de garantir a continuidade do fornecimento de energia elétrica, considerando o atendimento de potência requerida pelo SIN (Sistema Interligado Nacional), por meio da contratação de fontes de geração despacháveis, de forma centralizada. O montante total a ser contratado é definido pelo MME (Ministério de Minas e Energia), com base em estudos e análises feitas pela EPE (Empresa de Pesquisa Energética) e pelo ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico). O LRCAP de 2025 está previsto para acontecer no dia 27 de junho de 2025, e consta na Portaria Normativa nº 96/GM/MME, que poderão participar apenas empreendimentos de geração termelétrica existentes a gás natural e biocombustíveis, sem flexibilidade operativa. No Art. 9º da mesma Portaria, há uma lista de características dos empreendimentos que não serão habilitados tecnicamente pela EPE, dos quais se destaca a primeira: empreendimentos termelétricos novos e existentes que utilizem como combustível o carvão mineral, óleo diesel ou óleo combustível (Brasil, 2024).

6.2.1.4 Perspectiva dos Offtakers⁵

A chegada da Transnordestina representa um avanço significativo na infraestrutura logística, facilitando o transporte de diversos insumos e reduzindo custos operacionais. Outros **diferenciais regionais** citados foram a infraestrutura industrial já existente de plantas térmicas que possuem capacidade de adaptação para biocombustíveis e o conhecimento técnico acumulado no campo pela mão de obra especializada desenvolvida anteriormente.

Como indicado anteriormente, a transição energética no setor de biocombustíveis no Nordeste brasileiro apresenta um panorama complexo e dinâmico, especialmente após a publicação recente da portaria ministerial que estabeleceu novos parâmetros para o setor termoelétrico. Em 31 de dezembro de 2024, o Ministério de Minas e Energia publicou a Portaria Normativa nº 96/GM/MME, com as diretrizes do *Leilão de Reserva de Capacidade na forma de Potência de 2025* (LRCAP de 2025). Empreendimentos termelétricos e ampliações de

⁵ No contexto da transição energética justa, este estudo amplia o conceito de *offtaker* além de sua definição tradicional, que se restringe aos compradores da produção dos projetos. Aqui, *offtakers* incluem também pessoas afetadas aos impactos sociais, econômicos e ambientais gerados. Esses agentes desempenham um papel essencial na ampliação e manutenção dos efeitos positivos da transição energética, contribuindo para que seus benefícios sejam sustentáveis e inclusivos.

empreendimentos hidrelétricos poderão participar do certame, as condições e requisitos estão dispostos na Portaria (EPE, 2025).

Apesar do caminho desafiador, as novas sinalizações do mercado, e a demanda considerável anunciada nos certames, podem ser oportunidades para a retomada do mercado de biocombustíveis no Ceará e de toda a cadeia produtiva. Como destacado:

"A produção do biodiesel já existe em outros estados e aqui no Ceará já existiu. É mais uma questão mesmo de retomada."

A possibilidade de reabsorção da mão de obra especializada também foi evidenciada:

"Na hora que você sinaliza novamente que aquela cadeia produtiva está retomando, tanto surgem novos profissionais que entram aqui no mercado quanto também surgem profissionais que saíram e querem voltar."

Com o intuito de explorar o assunto, apresenta-se o cenário das termelétricas no estado. O Ceará possui, atualmente, 30 usinas termelétricas em operação totalizando uma potência de 1.740.437,10 kW (1,7 GW, aproximadamente).

Todas as termelétricas em operação no estado do Ceará utilizam combustível fóssil para gerar energia. Carvão mineral, gás natural e petróleo são os mais empregados, e não há, ainda, usinas que utilizam biocombustíveis. Quando se analisa a capacidade instalada e o potencial de geração de energia, as usinas a carvão mineral se sobressaem, indo na contramão da nova Portaria anunciada.

Nesse contexto, um **desafio** citado foi a falta de experiência operacional com biocombustíveis, especificamente em escala comercial para usinas termelétricas:

"A geração a biocombustível existe mais no campo da pesquisa. No campo da operação comercial, a gente desconhece."

A Figura 7 abaixo apresenta as 30 usinas termelétricas que estão em operação no Ceará, com suas respectivas capacidades instaladas e a fonte utilizada.

Para estarem aptas para o leilão, as usinas deveriam ser adaptadas para operações com biocombustível ou teriam que adquirir gás natural (fora do seu território) para uso nas outras usinas. A infraestrutura das plantas é projetada para um

determinado tipo de combustível (estação de carregamento, sistemas de separação física por centrifugação e filtração), e outras estruturas deverão ser projetadas e construídas para outros tipos de combustível, e atender aos requisitos do leilão de reserva de capacidade. Essa mudança necessita de tempo e investimentos.

"O que a gente tem hoje de sentimento é uma questão de sobrevivência. [...] O estado do Ceará não tem gás. O Ministério está dizendo que não vai contratar óleo diesel. Ou você arruma o gás ou você roda biocombustível. Se essas duas variantes não forem possíveis, você começa a caminhar no sentido de ser inviável para o setor elétrico."

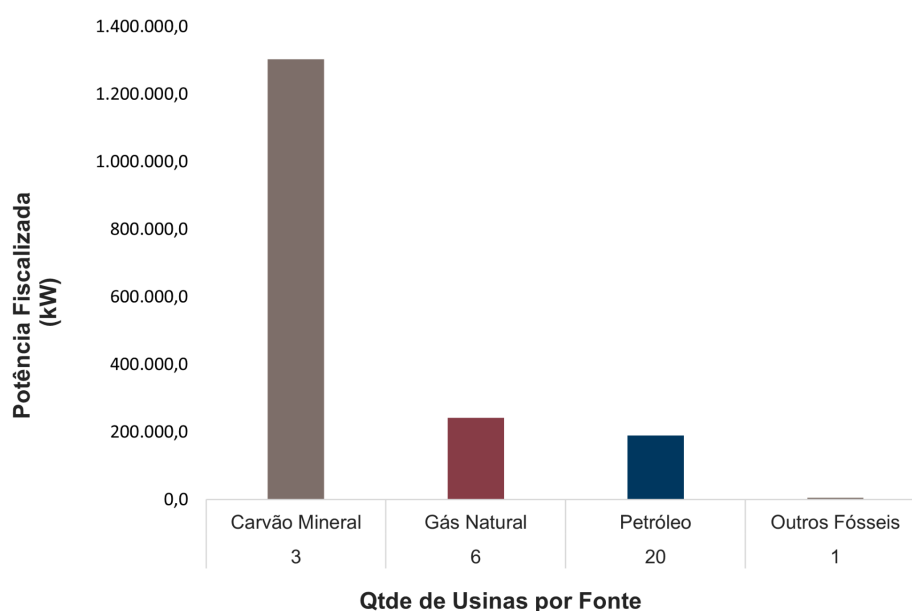


Figura 7 - Usinas termelétricas em operação no Ceará
Fonte: Adaptado de ANEEL - SIGA (2025)

Uma solução indicada foi a de aumento de esforços para a cadeia produtiva de biocombustíveis no estado, desde o transporte da matéria-prima, beneficiamento e produção. A Transnordestina facilitaria o transporte de matéria-prima e seria um ponto logístico estratégico, ao contrário do que já ocorreu com a planta de Quixadá, cujo insumo saía de Minas Gerais por modal rodoviário inviabilizando economicamente e ambientalmente a manutenção da usina.

6.2.1.5 Framework de Análise para o Ceará

A seguir, o framework de análise para o ambiente de negócios do Ceará é apresentado (Tabela 9). Vale lembrar que esse framework compila e organiza as informações-chave identificadas em cada grupo temático.

| Eixos de Análise | Elementos-Chave | Avaliação para Atratividade de Investimentos |
|---|--|---|
| Fatores Facilitadores | <ul style="list-style-type: none"> - Abundância de recursos naturais (ventos constantes, potencial solar e complementaridade entre fontes). - Infraestrutura portuária robusta (Porto do Pecém e ZPE Ceará). - Localização estratégica próxima à Europa e América do Norte. - Potencial eólico offshore (117 GW) e solar (643 GW). - Território com infraestrutura hídrica em expansão (Plano Ceará 2050) e cabos submarinos para economia digital. | Atrai investidores em energias renováveis, facilita a exportação de produtos industriais verdes, hidrogênio verde; apoio a grandes indústrias que se instalam no Pecém; facilita projetos de geração de energia limpa e tecnologia; ventos constantes e profundidade adequada para eólica offshore. |
| Vantagens Competitivas | <ul style="list-style-type: none"> - Histórico pioneiro em energias renováveis desde os anos 1980. - Governança intersetorial entre governo, academia e setor privado. - Parcerias internacionais (ex.: Porto de Rotterdam). | Gera credibilidade internacional e diferencial competitivo. |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Infraestrutura logística integrada (portos, rodovias, estágio avançado da ferrovia Transnordestina). | Reduz custos logísticos e amplia atratividade para indústrias verdes. |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Custo da mão de obra 38% menor que a média nacional (dados publicados pela ADECE em 2019). | Atrai empresas que buscam eficiência em custos operacionais. |
| Arcabouço Regulatório e Políticas Públicas | <ul style="list-style-type: none"> - Isenções fiscais para energias renováveis destinadas ao Hub de Hidrogênio Verde, localizado no Complexo Portuário do Pecém. - Projeto H-Tech para capacitação profissional em energias renováveis (12 mil técnicos até 2028). | Incentiva a formação de mão de obra qualificada e reduz barreiras de entrada para investidores. |

| Eixos de Análise | Elementos-Chave | Avaliação para Atratividade de Investimentos |
|----------------------------|--|---|
| | - Lei do Combustível do Futuro (2024), promovendo biocombustíveis e descarbonização da matriz energética. | Garante previsibilidade regulatória e atrai investimentos em biocombustíveis; alto potencial de desenvolvimento socioeconômico local. |
| | - Parcerias internacionais para treinamento técnico especializado. | Fortalece a capacitação técnica local para atender demandas globais. |
| Desafios e Gargalos | - Infraestrutura insuficiente para transmissão elétrica, limitando o escoamento da energia elétrica gerada. - Dependência de investimentos federais para superar gargalos logísticos (ex.: Transnordestina incompleta). | Necessita de avanços para viabilizar outros grandes projetos estratégicos. |
| | - Insegurança jurídica e regulação fragmentada, especialmente no setor offshore. - Escassez de profissionais qualificados em áreas multidisciplinares (engenharia, direito, metalurgia). | Impacta na confiança dos investidores estrangeiros e nacionais. |
| | - Conflitos no uso das águas (energia offshore x pesca x petróleo). - Desertificação em áreas significativas do estado, limitando biomassa para biocombustíveis. | Exige políticas públicas claras para mitigar impactos ambientais e sociais. |

Tabela 9 - Framework de Análise para o Ambiente de Negócios do Ceará

Fonte: Blend Group

6.3 DESTAQUES DO AMBIENTE DE NEGÓCIOS DE PERNAMBUCO

1. Com 10,7 GW de capacidade instalada (dentre as quais estão 1,7 GW em eólica; 5,45 GW em solar e 2,1 GW em térmicas fósseis), Pernambuco também se posiciona entre os principais estados produtores de energia renovável do Brasil. De um total de 60 projetos eólicos, 14 estão em fase de construção não iniciada; de um total de 160 empreendimentos fotovoltaicos, 88 também estão em fase de construção não iniciada. Pernambuco possui fatores facilitadores que naturalmente mobilizam investimentos em renováveis (recurso solar constante, sobretudo no sertão, e ventos consistentes).
2. O Complexo Industrial Portuário de Suape possui ampla margem de conexão (capacidade para 3 GW de carga dedicada) identificada em estudo pela EPE (Empresa de Pesquisa Energética). Com uma margem superior a outros portos regionais, Suape se posiciona como principal pólo do Nordeste para projetos de hidrogênio verde, data centers e exportação. Sua localização estratégica (7 dias dos Estados Unidos, 9 dias da Europa) e infraestrutura multimodal atraem indústrias eletrointensivas para o seu hub logístico.
3. O estado de Pernambuco tem tradição no setor de cana-de-açúcar, que permite a produção de biogás, biofertilizantes e CO₂ biogênico (originado de fontes biológicas como resíduos orgânicos e biomassa), insumos-chave para produção de metanol verde e químicos sustentáveis.
4. A integração entre CO₂ biogênico da cana-de-açúcar e hidrogênio de baixo carbono posiciona o estado de Pernambuco como potencial exportador de e-metanol, ou metanol verde, para rotas marítimas descarbonizadas.
5. Incentivos locais como o PRODEPE (créditos de 95% de ICMS por 12 anos), PROIND (75-95% de redução tributária) e PRODEAUTO são substanciais para a atração de indústrias, como as farmacêuticas e automotivas, cujos investimentos recentes reforçam o potencial para a fabricação de veículos elétricos, componentes de baixo carbono e outros produtos sustentáveis.

6. O Porto Digital, um dos maiores distritos de inovação da América Latina, é um ecossistema de inovação tecnológica com mais de 400 empresas embarcadas, 18 mil colaboradores e possui um ambiente favorável para conexões e geração de negócios. Há, também, incentivo fiscal para as empresas que se instalam no distrito, e infraestrutura para tropicalização de tecnologias em TRL 6-9, como eletrolisadores e sistemas de captura de CO₂.
7. Apesar dos desafios relacionados à insegurança jurídica e regulatória, iniciativas que aceleram o processo de licenciamento ambiental de empreendimentos eólicos e solares em Pernambuco (Instruções Normativas 09/2024 e 10/2024), apontam para a criação de um ambiente mais previsível e estável para os investidores. Essas novas regras estão sendo reconhecidas pelo setor como as melhores do país, sobretudo por contemplar salvaguardas ambientais.
8. É essencial desenvolver demanda futura e consolidar mercados para os projetos, produtos verdes e novas tecnologias, como hidrogênio verde e biomassa, através de contratos de longo prazo e maior envolvimento governamental em políticas públicas sólidas. Da mesma forma, é essencial atrair novos investimentos e indústrias para que o potencial energético do estado seja plenamente aproveitado, não apenas pelo lado da oferta, mas também pelo lado da demanda (enorme potencial de geração de energia e poucas indústrias).
9. Verticalizar a cadeia produtiva é um desafio para o desenvolvimento socioeconômico local e, ao mesmo tempo, é a possibilidade de promover uma transição energética justa e alinhada aos princípios ESG. De modo geral, há a tendência de grandes empreendimentos levarem fornecedores externos, desconsiderando os fornecedores locais. Fortalecer a participação de fornecedores e trabalhadores locais não só impulsiona a economia regional, mas também amplia o acesso à capacitação técnica, criando empregos qualificados e garantindo que os benefícios da transição energética sejam distribuídos de forma mais equitativa.

6.3.1 Ambiente de Negócios de Pernambuco

A seguir, as análises das entrevistas do Grupo 1 para o estado de Pernambuco são apresentadas.

6.3.1.1 Perspectiva do Governo do Estado

De acordo com os players entrevistados, Pernambuco possui **fatores facilitadores** que naturalmente propiciam a mobilização de investimentos em seu território. Recurso solar constante (sobretudo no sertão) e ventos consistentes são condições naturais favoráveis para o desenvolvimento das energias renováveis, com destaque para a energia eólica, solar e o hidrogênio de baixo carbono. A abundância de recursos como sol e vento posicionam o estado como um polo estratégico para a transição energética. Como consequência, Pernambuco se destaca na eficiência de produção de energia renovável, com usinas solares entre as mais eficientes do país pela alta incidência solar na região.

A região Nordeste do Brasil é composta por nove estados que se conectam por uma longa extensão costeira. Embora a agricultura figure como um driver econômico tradicional, as energias renováveis, indústrias petroquímicas e de inovação têm alavancado o crescimento da região nos últimos anos, moldando uma nova vocação para o nordeste. Na literatura, Pernambuco se apresenta como um estado-chave para a economia de baixo carbono e oferece setores diversificados, mão de obra, robusto sistema educacional e um próspero ecossistema de inovação (Apex Brasil, [s.d.]). Os principais dados oficiais do estado são mostrados na Tabela 10.

| | |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| Capital | Recife |
| Área Territorial | 98.067,877 km ² [2022] |
| População residente | 9.058.931 pessoas [2022] |
| Densidade demográfica | 92,37 hab/km ² [2022] |
| Matrículas no ensino fundamental | 1.229.419 matrículas [2023] |

| | |
|--|------------------------------|
| IDH Índice de desenvolvimento humano | 0,719 [2021] |
| Total de receitas brutas realizadas | 53.294.049.711,50 R\$ [2023] |
| Total de despesas brutas empenhadas | 48.872.197.159,80 R\$ [2023] |
| Rendimento mensal domiciliar per capita | 1.113 R\$ [2023] |
| Total de veículos | 3.568.386 veículos [2023] |

*Tabela 10 - Dados oficiais do Pernambuco
Fonte: Adaptado de IBGE, 2024*

De acordo com os dados do SIGA - Sistema de Informações de Geração da ANEEL, o estado de Pernambuco possui 302 empreendimentos de geração de energia, totalizando uma capacidade instalada de 10,7 GW (Tabela 11).

Pernambuco possui uma matriz diversificada com o uso de biomassa (bagaço de cana de açúcar e biogás de resíduos sólidos urbanos), além de fontes como eólica, solar, hídrica e outros derivados do petróleo (como óleo combustível, óleo diesel, gás de refinaria) e gás natural.

| Fonte | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada (kW) | Qtde |
|-----------------------|--------------------------------|----------------------------------|-------------|
| Eólica | 1.655.665,00 | 1.265.065,00 | 60 |
| Solar Fotovoltaica | 5.453.004,43 | 1.273.615,43 | 160 |
| Termelétrica (fóssil) | 2.090.284,00 | 2.072.824,00 | 69 |
| CGH ⁶ | 9.341,64 | 9.341,64 | 9 |
| PCH | 13.475,00 | 13.475,00 | 3 |
| Total | 10.701.370,07 | 6.113.921,07 | 302 |

⁶ De modo geral, as usinas hidrelétricas recebem uma denominação de acordo com o seu porte ou com a sua capacidade instalada de geração, sendo: CGH (Central Geradora Hidrelétrica - até 5 MW), PCH (Pequena Central Hidrelétrica - potência instalada superior a 5 MW e igual ou inferior a 30 MW) e UHE (Usinas Hidrelétrica - potência instalada superior a: (i) 30 MW, com outorga de autorização; e (ii) 50 MW, com outorga de concessão). As definições aqui apresentadas constam na Resolução Normativa nº 875, da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2020).

Tabela 11 - Capacidade instalada por estado (PE)
Fonte: ANEEL, 2024 (data de referência dos dados: 10/12/2024, 01:15)

Os empreendimentos com construção não iniciada também se concentram nas fontes renováveis solar e eólica. A Tabela 12 apresenta os números de empreendimentos por fase de projeto.

| Fase | Eólica | Solar FV | Termelétrica (fóssil) | CGH | PCH | UHE | Total |
|-------------------------|--------|----------|-----------------------|-----|-----|-----|-------|
| Construção não iniciada | 14 | 88 | 0 | 0 | 0 | 0 | 102 |
| Construção | 30 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| Operação | 46 | 65 | 69 | 9 | 3 | 1 | 193 |

Tabela 12 - Número de empreendimentos por estado (PE)
Fonte: ANEEL, 2024 (data de referência dos dados: 10/12/2024, 01:15)

Em relação à infraestrutura, Pernambuco possui o maior aeroporto da região Norte e Nordeste (Aeroporto Internacional de Recife), tem alcance mundial por principais rotas marítimas e, com grande destaque, possui o Complexo Industrial Portuário Governador Eraldo Gueiros, conhecido como Porto de Suape. O Complexo Industrial Portuário de Suape foi amplamente destacado como um ativo já existente e fundamental devido à sua infraestrutura robusta e capacidade de conexão de novas cargas.

“Hoje, o Porto de Suape possui uma margem individual de 3 gigawatts para a conexão de novas cargas, sendo a maior disponível no Nordeste. Essa infraestrutura é chave para atrair indústrias eletrointensivas, como data centers e projetos de hidrogênio verde.”

O Complexo Industrial Portuário de Suape conta com mais de 83 empresas instaladas de capital nacional e internacional, e já gerou, aproximadamente, 17,5 mil empregos diretos, bem como R\$74,5 bilhões de reais em investimentos privados. A sua localização estratégica (7 dias da costa leste dos Estados Unidos e 9 dias de Rotterdam) permite o escoamento de produção atuando como um hub de distribuição e exportação de produtos acabados, insumos básicos e matérias-primas.

O Complexo Industrial Portuário de Suape possui onze polos de negócios: Logístico, Graneis Líquidos e Gases, Naval e Offshore, Petroquímico, Pré-forma Plástica, Componentes Eólicos, Geração de Energia, Alimentos e Bebidas, Material de Construção, Metalmeccânico e polo Farmacêutico. Segundo informações

contidas no site oficial do porto (Suape, s.d.), os empreendimentos alavancam a economia de Pernambuco, geram emprego e renda e possibilitam a contratação de fornecedores de grande, médio ou pequeno porte.

O estado se posiciona estrategicamente como um hub logístico no Nordeste, com o Porto de Suape sendo um dos principais ativos. Suape possui vantagens como águas profundas e baixa espera para atracação em comparação com portos do Sul e Sudeste.

Recentemente, a EPE (Empresa de Pesquisa Energética) publicou uma Nota Técnica intitulada “Avaliação Prospectiva das Capacidades da Rede de Transmissão da região Nordeste para Conexão de Cargas de Grande Porte: Plantas de Produção de Hidrogênio”, na qual prospecta (em cenários) a margem para conexão de cargas em alguns pontos selecionados. Suape apresenta resultados de margem individual para cargas de grande porte de 3.000 MW, superando outros pontos de conexão estudados, como Pecém, Camaçari e Porto Sergipe (EPE, 2024c). É importante citar que, nos últimos anos, o hidrogênio de baixo⁷ carbono, ou mais especificamente, o hidrogênio verde (H2V), foi reconhecido como elemento importante pelo seu papel na descarbonização de setores difíceis de reduzir ou abater emissões. Em 2021, a Agência Internacional de Energia (IEA) estimava uma necessidade de 70 MtH₂/ano para alcançar a neutralidade de carbono até 2050. No entanto, em 2023, a Agência revisou essa estimativa, com uma redução de 27% na quantidade de hidrogênio necessária para um cenário de emissões líquidas até 2030, com um novo valor de 51 MtH₂ (LINS et al., 2024).

A BloombergNEF apresenta uma perspectiva mais conservadora, com projeções de capacidade de produção de H2V até 2030 de 16 MtH₂. Além disso, quase 80% dessa quantidade estaria concentrada na China, Europa e Estados Unidos. Essas revisões foram impulsionadas por diversos fatores, como os desafios para garantir a energia elétrica renovável a custos competitivos, o aumento do CAPEX dos eletrolisadores e o cenário econômico global desfavorável (LINS et al., 2024).

⁷ O hidrogênio é o elemento mais abundante no universo e, geralmente, é encontrado ligado a outros átomos, como na molécula de água. Assim, para separar o átomo de hidrogênio dos outros átomos, é necessário utilizar energia. Desse modo, o hidrogênio verde (e demais cores ou definições, como hidrogênio de baixo carbono, hidrogênio limpo etc.) não é considerado como uma fonte de energia, mas sim um vetor energético (*energy carrier*, em inglês), que é produzido a partir de uma ampla variedade de fontes energéticas. O Hidrogênio Verde é, portanto, uma forma secundária de energia que para ser produzida requer, inicialmente, uma forma primária de energia (European Hydrogen Observatory, 2023).

No entanto, o Nordeste Brasileiro vem se destacando com esse vetor energético e o mercado do H2V se movimentou nos últimos anos. De acordo com Lins et al. (2024), mais de 40 anúncios preliminares foram feitos com 12 estados já possuindo algum tipo de plano ou estratégia para a economia do hidrogênio de baixo carbono, totalizando 7 MtH₂ de potencial de produção com concentração no Nordeste brasileiro. Além disso, em 2022, a EPE (Empresa de Pesquisa Energética) estimou que a região teria a maior capacidade ociosa da rede (margem de entrada).

Leal et al. (2025) também apresentam uma visão otimista sobre a economia do hidrogênio no Brasil. Com benefícios para além dos ambientais (redução das emissões de gases de efeito estufa), o H2V pode contribuir para melhorar a segurança energética e fomentar o crescimento econômico no país. Os autores destacam que, embora não esteja na lista de um relatório⁸ publicado pela Agência Internacional de Energia Renovável (IRENA), dos cinco principais países capazes de produzir H2V mais barato a longo prazo, o Brasil possui vantagens para liderar o setor global. Com uma matriz energética de mais de 84% da eletricidade proveniente de fontes renováveis, um potencial inexplorado de 200 GW de energia solar e 241 GW de energia eólica onshore, o Brasil tem uma capacidade de produção de até 25 milhões de toneladas de hidrogênio por ano (de 2 a 6% da demanda global estimada para meados do século). Além disso, há um potencial adicional de 176 GW de energia hidrelétrica e 29 GW de biomassa até 2050.

Outro ponto relevante foi a qualificação da mão de obra local. Pernambuco conta com mais de 50 faculdades de engenharia e parcerias consolidadas e estratégicas com o SENAI para capacitação técnica, conferindo ao estado uma base sólida para atender às demandas industriais.

O forte potencial para as energias renováveis em Pernambuco entra no grupo de **vantagens competitivas**. Recentemente, grandes investimentos (de alto aporte financeiro) foram anunciados no setor automotivo e farmacêutico, setores que apresentam diversas oportunidades para descarbonização e maior valor agregado local. Além disso, a tradição industrial da região também foi levantada,

⁸ O relatório citado é o *Global Hydrogen Trade to Meet the 1.5°C Climate Goal, Part I: Trade Outlook for 2050 and Way Forward*, publicado pela IRENA (International Renewable Energy Agency), em 2022, e os principais países produtores no cenário da Agência seriam: Marrocos, Índia, China, Chile. Colômbia, Arábia Saudita, Estados Unidos entre outros. O Brasil figura atrás da Itália, em décimo sétimo lugar (IRENA, 2022).

por já contar com clusters estabelecidos nas áreas química e petroquímica. A presença do Porto Digital também foi citada como uma vantagem em termos de inovação tecnológica.

Quanto ao **arcabouço regulatório e às políticas públicas**, o programa estadual de maior destaque é o PRODEPE (Programa de Desenvolvimento do Estado de Pernambuco), que compreende um conjunto de incentivos fiscais para alguns setores como indústrias, centrais de distribuição e importadores atacadistas. O PRODEPE foi instituído pela Lei Estadual nº 11.675/1999 e regulamentado pelo Decreto Estadual nº 21.959/1999, com o objetivo de atrair novos e consolidar investimentos já existentes em Pernambuco.

O programa é dividido em categorias: (i) Industrial, que prioriza cadeias produtivas como agroindústria, metalmecânica, minerais não metálicos etc., com incentivos maiores nas regiões menos desenvolvidas do estado e prazos de até 12 anos prorrogáveis; (ii) Industrial Relevante, com benefícios menores para produtos fora das cadeias prioritárias, com prazos de 8 anos prorrogáveis; e (iii) Industrial Especial, que abrange indústrias específicas como farmacoquímica e siderúrgica, oferecendo créditos de até 95% do ICMS por 12 anos, independentemente da localização, exceto em Goiana. Além disso, o PRODEPE inclui benefícios para centrais de distribuição, como crédito de 3% sobre transferências e saídas interestaduais, e para importação de produtos sem fabricação local, com incentivos que podem durar até 7 anos, também prorrogáveis. O programa se destaca pela transparência, robustez e escalonamento de percentuais em função da localização dos empreendimentos, sendo válido até 31 de dezembro de 2032, conforme a Lei Complementar Federal LC nº 160/2017 (ADEPE, s.d.).

Outro incentivo importante para atrair indústrias é o PROIND (Programa de Estímulo à Indústria do Estado de Pernambuco, instituído pelo Decreto Estadual nº 44.766/2017, que oferece créditos presumidos de ICMS de 75% a 95% para indústrias no estado, com validade até 2032. Diferente do PRODEPE, o PROIND é concedido à empresa como um todo, e não a uma linha específica de produtos. O programa não se aplica a combustíveis, energia elétrica, açúcar, álcool e outros tópicos, e permite migração de empresas do PRODEPE (ADEPE, s.d.). Apesar de não se aplicar a alguns setores pertinentes ao trabalho, outros tipos de indústrias passíveis de descarbonização podem contemplar o escopo do incentivo.

Há outros incentivos fiscais relacionados ao tema aqui estudado, como o PRODINPE (para indústria naval, incluindo fabricação de plataformas de petróleo), PRODEAUTO (para o desenvolvimento do setor automotivo), PEAP (para

estimular a atividade portuária) e outros para segmentos específicos de grandes investimentos (ADEPE, s.d.).

A estabilidade jurídica desses incentivos locais, como o já citado PRODEPE e o PRODEAUTO, que oferecem incentivos fiscais diferenciados por região, foi sinalizada como muito importante. A partir deles, o governo conseguiu levar a indústria, emprego e desenvolvimento socioeconômico para o interior do estado. Incentivos consolidados aumentam a confiança dos investidores.

Outro incentivo que vigora há alguns anos é o Decreto n° 42.034, de 13 de agosto de 2015 (GOVERNO DO ESTADO DE PERNAMBUCO, 2015), que estabelece o diferimento no pagamento do ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços) sobre a aquisição de máquinas, equipamentos, aparelhos, cabos e estruturas metálicas destinadas à geração eólica e solar.

Especificamente para usinas solares e eólicas, o processo de licenciamento ambiental se tornou mais célere, sem ignorar os critérios ambientais.

“Pernambuco editou novas normas para regulamentar o processo de licenciamento dos empreendimentos de energia solar e eólica no Brasil. E essas novas regras estão sendo reconhecidas pelo setor como as melhores regras do país.”

As instruções Normativas 09/2024 e 10/2024 definem os critérios e exigências para a instalação das usinas de geração de energia eólica e solar no estado de Pernambuco. Essas normativas auxiliam na minimização dos impactos ambientais e sociais negativos das usinas, além de promover a preservação da Caatinga (que corresponde a 80% do território pernambucano). Além disso, as normativas são pioneiras, uma vez que Pernambuco foi o primeiro estado a criar um grupo de trabalho consultivo com diversos agentes para subsidiar a elaboração das regras (órgãos estaduais, sociedade civil, entidades de classe, representações municipais e de agricultores, universidades e órgãos de fiscalização e controle, como o legislativo estadual e Ministério Público) (SEMAS, 2024). O grupo de trabalho foi instituído por meio do Decreto nº 55.863 (Governo do Estado de Pernambuco, 2023).

Ainda sobre esse tema, em fevereiro de 2024, o Governo de Pernambuco, por meio da Secretaria do Meio Ambiente, Sustentabilidade e de Fernando de Noronha (Semas-PE), recebeu e divulgou um documento com salvaguardas ambientais para energias renováveis no estado (Governo do Estado de Pernambuco, 2024). O relatório contém mais de 100 sugestões a serem adotadas

no processo de licenciamento ambiental, que foram propostas por mais de 30 entidades (a maioria de povos e populações tradicionais do Nordeste).

A Transição Energética Justa e Verde depende e precisa contemplar as salvaguardas oriundas da população atingida e da sociedade como um todo, principalmente a mais vulnerabilizada. No relatório, há propostas para contratos de uso da terra e servidão, licenciamento ambiental, políticas públicas e medidas complementares ao licenciamento ambiental, outorgas para geração e transmissão de energia, seção específica para as linhas de transmissão, bem como para a questão de gênero e suas interseccionalidades (Plano Nordeste Potência, 2024).

Reitera-se que o processo de licenciamento ambiental de usinas é um dos **gargalos** mais discutidos, causando insegurança para os investidores e, sobretudo, para a população atingida e o meio ambiente. Os entrevistados apontaram que esses problemas podem ofuscar as vantagens, incentivos e fatores facilitadores que o estado possui.

Segundo o que foi exposto, ainda há a percepção de lentidão nos processos administrativos. A precariedade das estradas estaduais também foi apontada como entrave à competitividade logística do estado. Nesse sentido, o governo iniciou um programa de recuperação e construção de estradas, com investimentos previstos de mais de R\$5 bilhões de reais no próximo ano, e os efeitos podem levar tempo para aparecer. Essa limitação afeta diretamente a integração do Porto de Suape com outras regiões do país, e a distância logística é um desafio que precisa ser superado para transformar o porto em uma alternativa nacional competitiva.

Outro gargalo debatido foi a capacidade limitada de transmissão elétrica no estado. Essa limitação tem impacto direto na expansão da geração renovável, já que novos projetos enfrentam dificuldades para escoar a energia produzida. Apesar do avanço em obras e projetos para reforçar a infraestrutura de transmissão, a conclusão dessas obras está prevista para 2029 (são obras longas e contratadas pelo governo federal).

A falta de articulação regional também foi elencada como um obstáculo. Embora a região Nordeste compartilhe de desafios e oportunidades semelhantes, faltam esforços coordenados para atrair investimentos conjuntos. Esse descompasso pode enfraquecer a posição da região no cenário nacional e internacional.

A não representatividade dos fornecedores também foi citada como ponto a melhorar. A falta de informação, dados e plataformas que integrem os grandes

empreendimentos com os fornecedores locais cria uma barreira para o desenvolvimento socioeconômico local, onde a mão de obra e a produção local deixam de ser utilizadas ou fomentadas. Com essa lacuna, grandes indústrias, frequentemente, acabam utilizando fornecedores externos, mesmo com a existência dos mesmos tipos de fornecedores no estado, e dificultam a inserção de empresas locais nas cadeias produtivas. Como consequência, grandes projetos apresentam baixa geração de empregos locais que, de fato, geram impactos socioeconômicos positivos na cadeia produtiva local.

Além da demanda por iniciativas e investimentos que integrem as indústrias com o arcabouço produtivo local, é fundamental incentivar a qualificação de mão-de-obra local para atender às demandas específicas das indústrias. Logo, há um esforço para garantir que os empregos gerados não se concentrem apenas na fase de construção e manutenção de projetos de energias renováveis, postos temporários de trabalho.

O estado de Pernambuco tem enfrentado uma ampla gama de impactos das mudanças climáticas. Enquanto a área costal sofre com chuvas intensas, enchentes e aumento do nível do mar, as regiões do Sertão e do Agreste passam por secas severas, que são maximizadas por outros fatores como desmatamento e o elevado risco de desertificação (Climate Group, 2024).

Lidar com esses impactos se tornou uma das prioridades para o governo, principalmente, pela grande parcela da população que se encontra abaixo da linha da pobreza no estado. Nesse contexto, o Estado de Pernambuco se mobiliza para assegurar que as soluções de resiliência e adaptação sigam, de fato, os princípios de uma transição justa e verde, e que ninguém será deixado para trás (Climate Group, 2024).

Logo, as oportunidades de investimentos em projetos de transição energética justa e verde devem envolver o desenvolvimento de processos industriais de baixo carbono e mudanças estruturais na sociedade. Ainda de acordo com a publicação do Climate Group (2024), os principais desafios apontados pelo Governo estão relacionados aos modelos centralizados de transição, com impactos ambientais significativos e que, geralmente, não produzem benefícios reais para aqueles que realmente precisam. Outro aspecto apontado é a necessidade de atrair investimentos e recursos que criem empregos verdes acessíveis e com rendas maiores, e que protejam a biodiversidade local.

6.3.1.2 Perspectiva das Entidades de Classe

A inovação aparece com recorrência nas entrevistas de Pernambuco, e é considerada como elemento-chave para acelerar a transição energética, a descarbonização e promover os negócios. Conforme exposto nas discussões, Pernambuco vem se esforçando para preparar a sua indústria para a inovação, e essas ações são **vantagens competitivas** do estado. Pernambuco já tem um ecossistema robusto de inovação e de reconhecimento internacional, como o Porto Digital. A tropicalização de tecnologias avançadas (TRL 6-9), ou seja, a adaptação de soluções desenvolvidas no exterior para a realidade brasileira é o que diferencia a inovação pernambucana.

“O grande diferencial é que a gente trabalha no que a gente chama de nível de maturidade tecnológica avançada. Então, isso quer dizer que a gente vai buscar a tecnologia, seja ela dentro do Brasil, seja ela fora do Brasil, para implantar rapidamente na indústria. Então, não é aquela inovação de base que você vai desenvolver. A gente vai tropicalizar a solução, a tecnologia. E, evidente, hoje não tem nem mais sentido falar de solução tecnológica se não tiver um apelo econômico, se não tiver um apelo ambiental. Isso já está embutido.”

O Porto Digital, um dos maiores distritos de inovação da América Latina, é um ecossistema que integra startups, empresas, organizações, instituições de ensino e instituições de ciência e tecnologia de diversos segmentos, além de abrigar iniciativas de educação e formação de profissionais para o mercado digital. Criado em 2000, o Porto Digital conta com mais de 400 empresas embarcadas, 18 mil colaboradores e possui um ambiente favorável para conexões e geração de negócios. Há, também, incentivo fiscal para as empresas que instalam suas operações e centros de inovação no distrito, com a redução do Imposto sobre Serviços (ISS) - desconto de 60% da alíquota (Porto Digital, 2024).

Um dos objetivos do ecossistema de inovação é tornar os projetos mais atrativos para grandes empreendimentos, minimizando os riscos de projetos de grande porte através da implantação de projetos de menor escala (como uma usina de hidrogênio verde de 2 GW). Além disso, é possível integrar vários players e instituições nesse ambiente em comum.

Segundo dados das entrevistas, Pernambuco também possui potencial para produzir CO₂ para uso industrial, considerando a força do setor sucroenergético no estado. O setor pode fornecer CO₂ capturado (CCUS) como insumo para

projetos de hidrogênio verde e metanol verde. Para avançar nessa pauta, alguns parâmetros comerciais foram levantados:

- Necessidade de convencimento do mercado, considerando que o setor é tradicional e resistente a mudanças.
- Fomentar a demanda e a formação de um mercado para CO₂.
- Garantir previsibilidade comercial do insumo: analisar e planejar as condições de oferta, que é impactada pela flutuação no período de safra e entressafra.
- Tornar economicamente viável a captura, purificação e comercialização do CO₂. A pureza do CO₂ afeta diretamente a viabilidade econômica da captura e do uso industrial. Ao se comparar, por exemplo, com uma captura de CO₂ de uma refinaria, onde o hidrogênio é cinza, a pureza dele é bem mais baixa, o que torna o investimento tecnológico mais alto.

Conforme o que foi dito na entrevista, os setores mais promissores para inovação em Pernambuco, podem ser divididos entre demanda real e potencial. Os setores mais avançados incluem energia eólica e solar (real), enquanto a biomassa tem grande potencial, mas precisa ser mais explorada para avançar (seja para biogás, biometano ou biofertilizantes).

Para o aproveitamento amplo das oportunidades, **desafios e barreiras** relacionados a grandes projetos devem ser considerados. Foram citados dois pontos de atenção: (i) o fortalecimento da segurança jurídica e (ii) o direcionamento estratégico de incentivos, que podem destravar investimentos e acelerar a implementação de grandes projetos. Além disso, o uso de contratos de longo prazo pode garantir demanda para essas tecnologias emergentes, consolidando um ambiente favorável aos negócios.

“E tem um problema, talvez seja, se não o maior, é um dos principais, é que para fechar o equacionamento, você precisa da carga, você precisa do offtaker.”

6.3.1.3 Perspectiva dos Offtakers⁹

Os offtakers são essenciais para determinar a viabilidade financeira de um projeto. Sem um mercado ou uma base de compradores consolidada, grandes investimentos podem se tornar inviáveis. Foram coletadas, nas entrevistas, as percepções sobre os principais diferenciais e desafios enfrentados no estado, pela perspectiva dos offtakers.

Em termos de **fatores facilitadores**, a qualificação e capacitação de mão de obra em Pernambuco foi destacada como diferencial. O Porto Digital foi mencionado novamente, sinalizando o papel da inovação como diferencial competitivo.

Como citado em outras análises, além de embarcar empresas, o Porto Digital forma profissionais para o setor tecnológico. A qualificação e capacitação de mão de obra específica em Pernambuco, se reforça com programas como o Residência Tecnológica e o Embarque Digital, promovidos pelo Porto Digital. Além de impulsionar a empregabilidade local, esses programas contribuem para a verticalização da cadeia produtiva, reduzindo a dependência de fornecedores externos (uma questão amplamente citada nas entrevistas e que alcança setores, indústrias, projetos e territórios diversos) (PORTO DIGITAL, 2025a; PORTO DIGITAL, 2025b.)

A capacitação da força de trabalho foi apresentada como diferencial do estado, mas também beneficia os próprios offtakers, tornando as empresas mais competitivas e atraentes para investimentos.

A crescente demanda por energia renovável também é vista como oportunidade de posicionar Pernambuco, e a região Nordeste, como estratégica. A expansão do setor de hidrogênio verde em múltiplos estados (como o Ceará, Maranhão, Bahia, Piauí e Pernambuco), junto com o mercado emergente de créditos de carbono e o desenvolvimento do setor de biofertilizantes foram elencados como condições facilitadoras regionais.

Em relação aos **desafios**, percebe-se um alinhamento entre os participantes, mesmo se tratando de agentes com interesses diferentes. O desafio gerado pela

⁹ No contexto da transição energética justa, este estudo amplia o conceito de *offtaker* além de sua definição tradicional, que se restringe aos compradores da produção dos projetos. Aqui, *offtakers* incluem também pessoas afetadas aos impactos sociais, econômicos e ambientais gerados. Esses agentes desempenham um papel essencial na ampliação e manutenção dos efeitos positivos da transição energética, garantindo que seus benefícios sejam sustentáveis e inclusivos.

tendência de grandes empreendimentos trazerem fornecedores externos, limitando o desenvolvimento econômico local, foi debatido. Utilizar o máximo possível de fornecedores locais seria uma forma de verticalizar a cadeia produtiva. Uma fala importante foi dita sobre o tema, indicando o impacto positivo local que pode ser produzido em ações menos complexas dos grandes investidores:

“No meio do empreendimento, se a gente comprar 30 mil uniformes, é uma renda considerável para um negócio local.”

Segundo as exposições da entrevista, o desafio apontado ocorre pela dificuldade que, por vezes, os grandes empreendimentos têm de enxergar além da justificativa econômica imediata ao tomar decisões estratégicas. Muitas vezes, a escolha por fornecedores já estabelecidos se baseia no menor custo, mas sem considerar os impactos de longo prazo, como a relação com o território e a mitigação de futuros problemas. A análise financeira de curto prazo prevalece sobre uma visão estratégica mais ampla, e o convencimento dos tomadores de decisão para adotar essa perspectiva mais abrangente nem sempre é fácil.

Outro desafio está na quantidade de indústrias na região Nordeste. Há um enorme potencial de geração de energia, mas não há muitas indústrias (seja para fazer uso dessa energia ou para oferecer serviços e produtos para essas indústrias).

6.3.1.4 Perspectiva das Empresas

A inovação foi citada novamente nas entrevistas com as empresas, sendo abordada como uma **vantagem competitiva** do estado. O ecossistema de inovação é destacado como consolidado e capilarizado. Pernambuco conta com mais de 50 faculdades de engenharia e parcerias estratégicas com o SENAI, que atua há décadas na capacitação técnica e no desenvolvimento de soluções tecnológicas. Iniciativas como o Porto Digital fortalecem ainda mais o ambiente de inovação tecnológica local. O Tech Hub também foi citado como um conector de empresas, startups e instituições acadêmicas para desenvolver tecnologias avançadas (TRL 6-9) e tropicalizar soluções internacionais para rápida aplicação na indústria local.

Outro diferencial é o Complexo Industrial Portuário de Suape, que divide opiniões quando o assunto é inovação. De um lado, o Porto de Suape foi considerado um ativo moderno e que visa fomentar o desenvolvimento industrial e a inovação. Por outro lado, o Porto de Suape foi considerado um ativo extremamente vantajoso, mas ainda tradicional e resistente a mudanças.

Outro aspecto citado como **fator facilitador** foi a integração de universidades locais (para capacitar profissionais em áreas relacionadas à energia sustentável que ainda são pouco exploradas no Brasil), com startups e empresas, possibilitando o desenvolvimento de tecnologias em escala piloto. A utilização do CO₂ biogênico proveniente da indústria sucroalcooleira local para a produção de metanol, é um exemplo claro da integração entre setores tradicionais e tecnologias emergentes, e da integração entre universidades e empresas.

Além disso, é necessário promover a inovação aberta, buscar soluções externas por meio de parcerias estratégicas e elucidar sobre o tempo necessário para licenciamento, construção e operacionalização de infraestruturas voltadas à inovação, que pode ser longo devido a processos burocráticos e exigências ambientais. Dessa forma, torna-se mais fácil alinhar as expectativas do mercado ao tempo real de maturação dos projetos.

Os recursos naturais abundantes, como alta incidência solar e ventos constantes, tornam Pernambuco um polo estratégico para geração renovável, de acordo com os insumos das entrevistas. Além da capacidade já instalada, há muito espaço e oportunidades de expansão. Outros setores, como o de biomassa, apresentam oportunidades promissoras com aplicações que vão desde biogás e biofertilizantes com carbono negativo - como o biocarvão ou biochar¹⁰. A integração entre setores tradicionais, como a indústria sucroalcooleira, e tecnologias emergentes é vista como uma estratégia essencial para viabilizar soluções sustentáveis e inovadoras.

Quanto ao **arcabouço regulatório e às políticas públicas**, a estabilidade jurídica, sobretudo de programas como PRODEPE (Programa de Desenvolvimento do Estado de Pernambuco) e o PRODEAUTO (Programa de Desenvolvimento do Setor Automotivo de Pernambuco), foram considerados como incentivos que aumentam a confiança dos investidores. Normativas pioneiras sobre licenciamento ambiental para usinas solares e eólicas também foram reconhecidas pela clareza e eficiência, sem comprometer critérios ambientais. Esses avanços regulatórios denotam o comprometimento de Pernambuco com a regulamentação voltada à energia renovável.

¹⁰ Segundo EPE (2024d), o biocarvão (biochar, em inglês) é um produto sólido com elevada concentração de carbono, altamente estável e resistente à decomposição biológica. É obtido a partir da pirólise da biomassa, um processo termoquímico caracterizado pelo aquecimento da matéria-prima a altas temperaturas na ausência de oxigênio. O biocarvão é aplicado como corretivo de solos agrícolas capaz de aumentar a produtividade e reduzir a emissão de gases de efeito estufa (GEE).

Apesar dessas vantagens competitivas significativas, Pernambuco ainda enfrenta desafios estruturais que precisam ser transformados em oportunidades estratégicas. Um dos principais **gargalos** identificados é a análise de risco realizada pelas instituições financeiras em projetos inovadores. Empreendimentos como plantas de hidrogênio verde ou produção de metanol sustentável apresentam riscos financeiros difíceis de modelar, devido à falta de histórico consolidado. Para que essa avaliação seja bem-feita, é necessário ter mais informações e dados técnicos para que as instituições consigam realizar análises mais qualificadas. Para mitigar essa barreira, o Tech Hub já atua como um ambiente controlado para testes em escala reduzida, permitindo que empresas validem suas tecnologias antes da implantação comercial.

Outro desafio, já citado anteriormente, é a geração de demanda para essa indústria de produtos verdes e metanol verde. Não há mercado no Brasil para o metanol verde ainda, por exemplo. O principal demandante global é a indústria marítima, que utiliza esse combustível para o transporte de produtos de alto valor agregado em rotas específicas. As possibilidades se apresentam a médio prazo, com a integração do metanol verde no biodiesel ou em mandatos governamentais, como feito para os combustíveis de aviação (SAF, em inglês) e o uso do biometano.

A regulamentação do setor de combustíveis renováveis tem avançado significativamente nos últimos anos, trazendo maior segurança jurídica para investidores e operadores. A Lei do Combustível do Futuro, recentemente aprovada, foi um marco importante, pois estabelece diretrizes claras sobre produção, comercialização e incentivos para novos combustíveis, como hidrogênio verde, biogás e metanol sustentável.

Apesar dos avanços, alguns pontos foram levantados sobre os combustíveis renováveis. Empresas que desejam investir no setor precisam de contratos de longo prazo para garantir previsibilidade de receita e segurança no retorno dos investimentos. Novamente a criação de mecanismos de incentivo, como subsídios temporários e garantias governamentais, foi citada e pode ser uma estratégia eficaz para viabilizar a expansão do setor no curto e médio prazo.

Para impulsionar a demanda local é necessário estabelecer medidas regulatórias, que acabam compondo outro grupo de **gargalos**. Segundo as entrevistas, atualmente, o número de profissionais atuando nas questões regulatórias do setor não é suficiente. A ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis) tem um corpo técnico reduzido e com muitas atribuições, o que causa morosidade no avanço do arcabouço regulatório. Além do corpo técnico

reduzido, limitações técnicas ou normativas impactam o mercado de metanol. No Brasil, o metanol é classificado como solvente e não como combustível, impedindo seu uso direto como combustível marítimo nos portos brasileiros. Atualmente, toda a produção é destinada à exportação.

A evolução desse mercado de produtos verdes no Brasil enfrenta entraves que vão além da simples produção do combustível ou do produto, e demandam um olhar estratégico sobre infraestrutura, regulação e previsibilidade de mercado. Aspectos como a viabilidade hídrica, disponibilidade de conexão elétrica, geração de demanda e oferta de CO₂ biogênico foram indicados na entrevista como problemas a solucionar.

Por exemplo, a dependência da produção de etanol para a obtenção de CO₂ adiciona um risco estrutural ao modelo de negócio, devido à sazonalidade de produção, que torna os contratos de longo prazo mais instáveis. Foram destacados alguns aspectos sobre a temática da obtenção de CO₂, que podem ser ampliados para mais setores e perspectivas da iniciativa FJGET:

- Oportunidade para estruturar um mercado mais previsível e regulado de CO₂ no Brasil, de forma que os produtores não encarem os contratos sob a ótica de negociações de curto prazo.
- Criação de um ambiente seguro, do ponto de vista de infraestrutura e de incentivos, aproveitando a experiência com programas fiscais robustos como o PRODEPE.
- Incentivar a inovação e a tropicalização de tecnologias avançadas, considerando o impacto na redução de custos operacionais, no aumento da eficiência de projetos com condições regionais específicas e na volatilidade cambial.

Se o país deseja realmente se consolidar nesse mercado, é fundamental ir além da produção e desenvolver um ecossistema regulatório e logístico que viabilize a comercialização e o consumo local desse combustível, garantindo competitividade frente aos mercados internacionais.

6.3.1.5 Framework de Análise para Pernambuco

A seguir, o framework de análise para o ambiente de negócios de Pernambuco é apresentado (Tabela 13). Vale lembrar que esse framework compila e organiza as informações-chave identificadas em cada grupo temático.

| Eixos de Análise | Elementos-Chave | Avaliação para Atratividade de Investimentos |
|---|--|--|
| Fatores Facilitadores | <ul style="list-style-type: none"> - Recursos naturais abundantes (sol e ventos constantes) favorecem energias renováveis, como solar, eólica e hidrogênio verde. - Infraestrutura robusta: Porto de Suape (maior margem para conexão elétrica no Nordeste - 3 GW), Aeroporto Internacional do Recife e localização estratégica para exportação. - Potencial inexplorado em energia solar (200 GW) e eólica onshore (241 GW). | Atrai investidores em energias renováveis, facilita a exportação de produtos industriais verdes e de alto valor agregado, hidrogênio verde; atrai indústrias eletrointensivas e projetos inovadores. |
| Vantagens Competitivas | <ul style="list-style-type: none"> - Ecossistema inovador (Porto Digital) com foco em tecnologia e tropicalização de soluções. - Tradição industrial em setores petroquímicos e químicos. - Complexo Portuário de Suape como hub logístico internacional com 11 pólos industriais diversificados. | Atrai empresas comprometidas com metas ESG, inovação e alto potencial de descarbonização nos setores industriais tradicionais. |
| Arcabouço Regulatório e Políticas Públicas | <ul style="list-style-type: none"> - Programas fiscais como PRODEPE, PROIND e PRODEAUTO oferecem créditos de ICMS e incentivos diferenciados por região/setor. - Normas pioneiras para licenciamento ambiental em energias renováveis. - Estabilidade jurídica e horizonte de longo prazo nos programas fiscais. | Agiliza processos de licenciamento ambiental; reduz custos operacionais; aumenta a competitividade de projetos industriais e tecnológicos de longo prazo; incentiva a confiança dos investidores. |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Lei do Combustível do Futuro (2024), promovendo biocombustíveis e descarbonização da matriz energética. | Garante previsibilidade regulatória e atrai investimentos em biocombustíveis; alto potencial de desenvolvimento socioeconômico local. |
| Desafios e Gargalos | <ul style="list-style-type: none"> - Infraestrutura logística deficiente (estradas que precisam de recuperação). - Capacidade limitada de transmissão elétrica restringe expansão renovável. | Afeta a integração com o Porto de Suape; afeta novos projetos de energias renováveis e hidrogênio verde. |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Burocracias que persistem nos processos de licenciamento ambiental. - Falta de integração entre fornecedores locais e grandes empreendimentos. | Sensação de insegurança com burocracias em processos de licenciamento; redução de impacto socioeconômico local e da verticalização de cadeias produtivas. |

Tabela 13 - Framework de Análise para o Ambiente de Negócios de Pernambuco
Fonte: Blend Group


No próximo subcapítulo, os resultados para o **Grupo 2 - Provedores de Capital** são apresentados.

6.4 DESTAQUES DOS PROVEDORES DE CAPITAL

1. Todos os perfis mapeados apontaram que um ambiente de cooperação entre bancos multilaterais, bancos de desenvolvimento e bancos comerciais facilitaria a estruturação de mecanismos inovadores de mitigação de riscos, promovendo o financiamento de projetos que, de outra forma, não seriam viáveis. A coordenação entre esses agentes pode aumentar a adicionalidade dos bancos e garantir que os recursos alcancem os elos fundamentais da transição energética, garantindo suporte a projetos estratégicos.
2. Projetos de alto impacto, mas que enfrentam desafios de bancabilidade, foram identificados nas entrevistas como o principal foco de cooperação dos provedores de capital no âmbito do FJGET. Para viabilizar esses projetos, mecanismos como assistência técnica estruturada, soluções de garantias e instrumentos inovadores são considerados essenciais para reduzir riscos e atrair investidores institucionais, fortalecendo a transição energética justa e verde.
3. A adoção de uma abordagem consorciada para investimentos permite a diversificação de riscos entre os participantes, criando uma dinâmica onde o retorno de projetos bem-sucedidos pode compensar eventuais perdas. Isso amplia a segurança financeira e a viabilidade de iniciativas inovadoras, ao permitir que a diversificação de investimentos compense potenciais perdas, tornando projetos estratégicos mais viáveis no longo prazo.
4. Todas as instituições mapeadas apontaram o risco cambial como uma das maiores barreiras à competitividade das operações originadas em moeda forte na América Latina. Os custos elevados de hedge reduzem significativamente a viabilidade desses investimentos. Um ambiente de cooperação

entre bancos pode possibilitar o desenvolvimento de soluções financeiras que mitiguem esses custos, aumentando a competitividade e facilitando a alocação de capital internacional na região.

5. Uma das propostas analisadas foi a criação de um fundo com uma cesta de moedas locais da América Latina. A longo prazo, essas moedas tendem a se equilibrar frente ao dólar americano, oferecendo um caminho mais competitivo para empréstimos em moedas locais. Essa estratégia poderia reduzir a necessidade de hedge cambial individual e tornar os financiamentos mais acessíveis para projetos de transição energética.
6. A criação de um fundo multilateral para assistência técnica e desenvolvimento de projetos tem o potencial de melhorar significativamente a bancabilidade e os impactos dos projetos mapeados na Trilha 3. Além disso, um pipeline sólido e estruturado de projetos, com padrões claros de elegibilidade e governança, pode acelerar a diligência financeira e aumentar a confiança dos investidores.
7. A exigência crescente por critérios padronizados de impacto socioambiental e boas práticas de governança está criando novas oportunidades para instituições financeiras que consigam estruturar produtos alinhados a esse perfil. O LAB pode desempenhar um papel estratégico ao viabilizar parâmetros mínimos comuns entre os bancos, facilitando a comparação, a transparência e a escalabilidade dos produtos com perfil de impacto.
8. A complementaridade entre bancos de desenvolvimento nacionais e multilaterais é fundamental para estruturar cadeias produtivas locais e maximizar o impacto da transição energética. Enquanto os bancos multilaterais oferecem capital em larga escala para projetos de alto perfil, os bancos nacionais têm produtos mais adaptáveis às necessidades de negócios locais, incluindo pequenas e médias empresas e iniciativas de desenvolvimento territorial.

- 
9. A redução de barreiras regulatórias e operacionais pode acelerar significativamente a captação e alocação de capital. Ambientes colaborativos como o FJGET podem facilitar a harmonização de requisitos financeiros e regulatórios, tornando as operações mais ágeis e eficientes.

6.4.1 Provedores de Capital

Nesta seção, são analisadas as entrevistas conduzidas com provedores de capital. Uma vez mais, reitera-se a anonimidade dos participantes e a indicação apenas do tipo de instituição financeira relacionada. As entrevistas também tiveram duração de uma hora.

Além disso, este capítulo apresenta uma análise preliminar baseada nas entrevistas já realizadas com provedores de capital. Como a coleta de informações continua em andamento, com novas entrevistas previstas, esta seção será posteriormente complementada para oferecer uma visão mais completa e detalhada das dinâmicas de financiamento da transição energética justa e verde no nordeste brasileiro.

6.4.1.1 Bancos Multilaterais de Desenvolvimento

Ao longo das entrevistas realizadas com bancos multilaterais de desenvolvimento (MDBs, na sigla em inglês), um dos principais desafios identificados foi o princípio da **adicionalidade dos investimentos**. Conforme foi apurado, muitos MDBs têm o compromisso de alocar seus recursos onde há efetiva necessidade de mitigação de riscos e desenvolvimento de capacidades institucionais. Durante as discussões, foi apontado que um dos principais desafios é evitar o *crowding out* da banca comercial, ou seja, evitar que investimentos que já poderiam ser realizados pelo setor privado sem apoio adicional sejam financiados por bancos de desenvolvimento, desviando recursos de setores com maior necessidade de suporte.

Nesse contexto, foi discutida uma abordagem analítica para entender melhor como diferentes tipos de projetos se posicionam em relação ao interesse dos investidores e à viabilidade de financiamento. A estrutura proposta sugere uma matriz que organiza os projetos em quatro quadrantes, considerando dois eixos principais: **bancabilidade (*bankability*) e impacto**. A partir dessa matriz, é possível compreender melhor quais oportunidades tendem a atrair mais concorrência entre os bancos e onde há maior espaço para colaboração e inovação financeira.

Na Figura 8 abaixo, a área em **verde** representa os espaços de **maior potencial para cooperação** entre bancos e outros provedores de capital, pois são nesses segmentos que a inovação financeira, a assistência técnica e a estruturação de produtos podem agregar mais valor. Já as áreas em tons mais próximos do **vermelho** indicam **menor potencial de cooperação**, pois nesses casos os

projetos tendem a atrair competição direta entre os provedores de capital, reduzindo a necessidade de esforços colaborativos para viabilização financeira.

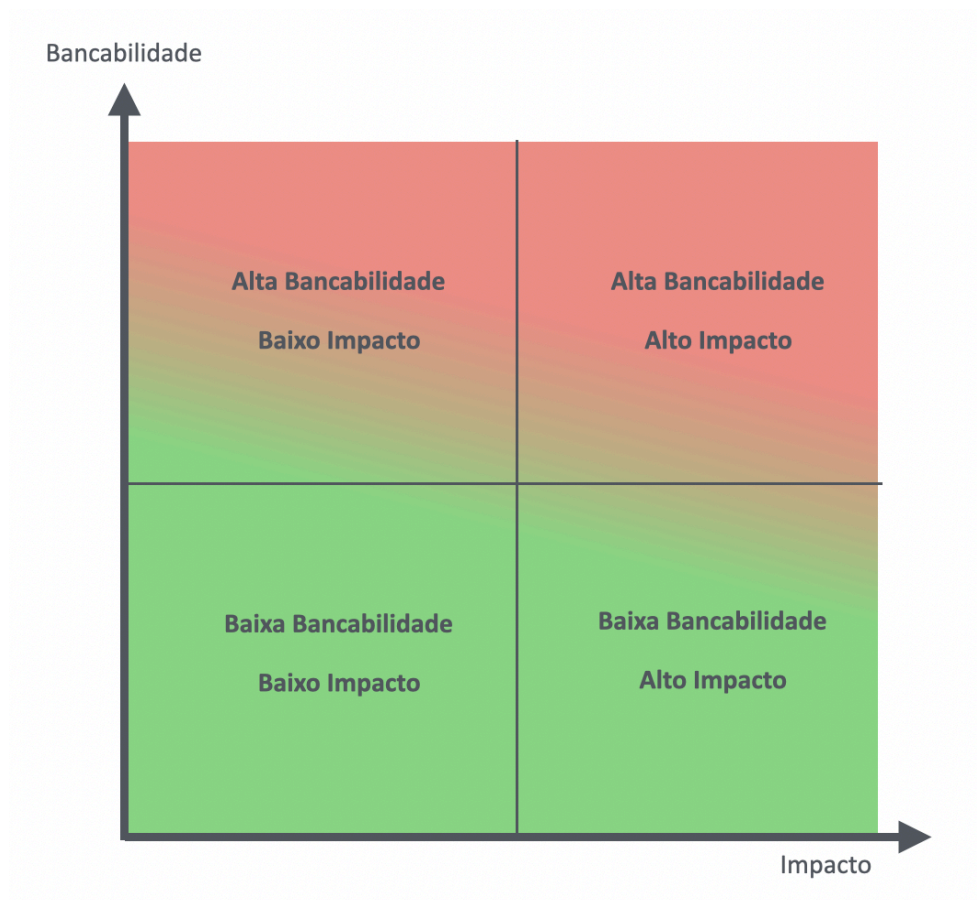


Figura 8 - Matriz Bancabilidade x Impacto
Fonte: Blend Group

Projetos que apresentam **alta bancabilidade** costumam ser altamente disputados, tornando-se um **espaço de forte concorrência entre os bancos**, que competem por oportunidades alinhadas com seus mandatos e estratégias de impacto. Nessas condições, a necessidade de cooperação entre provedores de capital é reduzida, uma vez que os *players* já se mostram dispostos a participar desses investimentos sem necessidade de mecanismos coordenados de mitigação de risco ou de mais assistência técnica.

Já os projetos que possuem **alto impacto, mas baixa bancabilidade, são o quadrante com maior potencial de cooperação no âmbito do FJGET**. Estes comumente enfrentam desafios estruturais que limitam seu acesso a financiamentos. Oportunidades deste tipo têm um risco percebido mais alto, pois frequentemente não contam com parâmetros de avaliação de projetos em níveis

adequados, tais como garantias, *track record* e contratos de *offtaker*. Conforme discutido, um ambiente de cooperação entre provedores de capital pode viabilizar soluções inovadoras para mitigação de riscos. Essas estratégias permitem que capital concessional e comercial sejam combinados para reduzir barreiras e ampliar o alcance dos investimentos. Como foi destacado nas entrevistas, soluções de *blended finance*, assistência técnica e desenvolvimento de produtos financeiros inovadores são essenciais para transformar essas oportunidades em ativos viáveis para investidores institucionais.

De acordo com um dos entrevistados, uma maneira eficiente de acessar os quadrantes que hoje são sub atendidos pelos MDBs seria a criação de **esforços coordenados de cooperação técnica entre os provedores de capital**, que pudessem atuar de forma integrada para financiar a fase preparatória de projetos estratégicos. A fragmentação dos mecanismos de suporte técnico existentes faz com que muitos casos sejam inviáveis, dificultando a conversão de projetos promissores em oportunidades financiáveis. Um modelo consorciado, ao contrário, permitiria uma maior escala no apoio técnico, com um potencial enorme de **aumentar a adicionalidade dos investimentos**.

Além da eficiência na alocação de recursos, esforços coordenados poderiam alavancar *expertise* técnica e financeira, **garantindo que os projetos cheguem à fase de estruturação mais rapidamente e com maior solidez**. Muitas iniciativas enfrentam dificuldades não apenas na mobilização de capital, mas também na adequação a requisitos regulatórios e na avaliação de impactos socioambientais. Um conjunto de mecanismos transversais permitiria padronizar metodologias de suporte, reduzir burocracias e aumentar efetivamente o alcance dessas instituições.

"O grande valor da plataforma é a adicionalidade pura: sozinhos, não faríamos isso, mas com o grupo, estamos dentro. Também há muito espaço para gerar um fast track real, não apenas para viabilizar a operação, mas para agilizar sua aprovação. Quando passa por ali, você tem multilaterais, outras instituições, bancos de desenvolvimento locais. Isso traz mais segurança para assumir riscos em inovações, algo que, de outra forma, não faríamos."

Outra vantagem de um modelo em concertação seria a possibilidade de **compartilhamento de risco entre as instituições envolvidas**. Hoje, cada banco multilateral tende a operar de maneira independente na alocação de assistência técnica, o que pode resultar em sobreposição de esforços ou, ao contrário, em

lacunas de financiamento em setores estratégicos. Ao criar mecanismos de cooperação, seria possível otimizar o uso dos recursos, permitindo que os projetos avancem de forma mais coordenada para a fase de estruturação financeira.

Um dos entrevistados destacou que, ao atuar em um ambiente coordenado, as instituições podem adotar uma lógica de portfólio semelhante ao que ocorre nas *venture capital*: ao invés de investir isoladamente em um projeto de alto risco, os participantes podem **diversificar sua exposição ao risco**, garantindo que os ganhos obtidos por projetos bem-sucedidos compensem eventuais perdas. Esse mecanismo de cooperação não apenas reduz a vulnerabilidade individual de cada instituição, mas também possibilita a alavancagem de capital em iniciativas que, de outra forma, não receberiam financiamento.

"Você pode entrar, porque aí não serão apenas um ou dois, mas sim um conjunto. Isso tem um efeito de diversificação também. É uma discussão semelhante à de um portfólio de startups: você pode investir em várias, sabendo que algumas poucas vão pagar a operação. Agora, entrar sozinho em várias fica difícil."

Por fim, o ambiente de cooperação do FJGET é visto como um potencial espaço de coordenação de esforços entre provedores de capital com efeitos sobre diversos modos de redução de riscos e otimização de processos. Uma das formas exploradas é a potencial atuação enquanto vetor para dirimir os efeitos da volatilidade cambial. Tendo sido citada por todos os perfis de provedores de capital mapeados no presente trabalho, este é um dos principais desafios enfrentados por bancos de desenvolvimento e outras instituições financeiras que atuam na América Latina. **A volatilidade das moedas locais impõe uma barreira significativa à competitividade das operações em moeda forte**, como dólares ou euros, pois os custos de *hedge* para assimilação da volatilidade da moeda local podem consumir parte relevante dos ganhos do capital concessional.

Uma das soluções exploradas no setor é a **estruturação de instrumentos que permitam a diversificação do risco cambial entre diferentes moedas locais**. Em uma das entrevistas, um dos especialistas argumentou que uma cesta de moedas latino-americanas tende a apresentar um equilíbrio relativo entre suas oscilações em longo prazo. Excluindo momentos de choque sistêmico, em que há uma corrida global para o dólar, essa cesta pode suavizar variações cambiais e reduzir a necessidade de *hedges* individuais para cada moeda. Esse tipo de mecanismo poderia ser estruturado por bancos multilaterais e utilizado como base para novas soluções financeiras destinadas à transição energética.

Além da abordagem baseada em cestas de moedas, outro caminho promissor envolve a criação de **mecanismos de mitigação de risco compartilhados**. No ambiente de cooperação proporcionado pelo FJGET, os bancos podem explorar a possibilidade de criação de garantias cambiais ou instrumentos de *swap* multilateral, reduzindo os custos para cada instituição individualmente. Como destacado por um dos entrevistados, os bancos multilaterais já possuem experiência em estruturar garantias para projetos de infraestrutura, e parte dessa expertise pode ser aplicada ao desenvolvimento de novos instrumentos financeiros focados em operações que envolvam recursos em moeda forte.

Outra possibilidade levantada é a participação de governos nacionais em programas de *hedge* cambial para investimentos estratégicos. O Brasil, por exemplo, já anunciou uma iniciativa no âmbito do G20 para fornecer um **seguro cambial para investimentos na transição energética**. Esse modelo, se ampliado e integrado a um ambiente de cooperação internacional do FJGET, poderia ajudar a viabilizar investimentos concessionais de longo prazo e reduzir as barreiras para a entrada de capitais estrangeiros no setor.

A criação de soluções robustas para o risco cambial é essencial para que os investimentos concessionais em moeda forte possam chegar de maneira competitiva aos projetos locais. O FJGET, como um espaço de coordenação entre provedores de capital, tem potencial para servir como um laboratório de inovação financeira nesse campo, permitindo a experimentação de mecanismos que reduzam o custo do crédito e ampliem o acesso a financiamentos sustentáveis. Ao estruturar abordagens inovadoras e testar soluções em ambiente controlado, esse tipo de plataforma pode ajudar a destravar fluxos de capital e tornar os investimentos na transição energética mais acessíveis e escaláveis.

6.4.1.2 Bancos de Desenvolvimento Nacionais

Os bancos de desenvolvimento possuem um papel-chave na promoção da transição energética, do desenvolvimento sustentável e de oportunidades inovadoras no setor. Como mencionado na entrevista, há um alinhamento com tendências globais de investimentos, articulação com parcerias internacionais e estratégias de sustentabilidade internas e externas.

Especificamente para a região Nordeste, alguns desafios e gargalos foram elencados. Antes, a região apresentava um déficit de energia. Hoje, alguns estados apresentam superávit de geração de energia por falta de infraestrutura de transmissão que inviabiliza o escoamento da eletricidade. Esses gargalos

estruturais limitam o aproveitamento pleno da energia gerada e algumas usinas precisam até ser “desligadas”.

Em contrapartida, o Nordeste apresenta fatores facilitadores únicos, como a vocação para energias renováveis. Como a região já possui uma forte estrutura de geração de energia renovável, a implantação de usinas de hidrogênio verde é mais fácil se comparada a outros territórios que precisam construir usinas para gerar energia elétrica a partir de fontes renováveis. Os investidores podem, então, comprar a energia renovável através de contratos de longo prazo (*Power Purchase Agreement*, PPAs na sigla em inglês).

Um papel fundamental desse agente é o atendimento a público-alvo multifacetado (grandes projetos, empresas, indústrias, comércios, usinas centralizadas e distribuídas, pessoas físicas, agricultura familiar, zonas urbanas e zonas rurais, e até mesmo linhas de transmissão), com proposição de investimentos em **tickets médios de maior, médio e pequeno aporte**. Esses incentivos financeiros são fundamentais para fomentar o desenvolvimento regional e local, bem como a transição energética.

Neste perfil de provedor de capital, modelos de financiamento devem buscar o equilíbrio entre o incentivo financeiro com a necessidade de **inclusão econômica e desenvolvimento local**, garantindo que setores estratégicos e projetos inovadores tenham acesso a capital a custos reduzidos. Algumas características foram destacadas:

- Disparidade de Renda: analisar o índice de renda do Brasil e o índice de renda no Nordeste (ex.: Brasil - 1,00, Nordeste - 0,63; 37% menor que a média nacional). Esse gap é utilizado como redutor na TJLP (Taxa de Juros de Longo Prazo) para ajustar financiamentos.
- Taxas de Financiamento: aplicação de taxas conforme o porte do cliente (empresas menores recebem taxas mais baixas).
- Setores com taxas diferenciadas: setores prioritários têm taxas reduzidas (ex.: saneamento e logística por serem setores estratégicos).
- Projetos inovadores possuem taxas ainda mais baixas, mas inovação não deve ser confundida com simples transição industrial.
- Condições Adaptadas para Financiamento: os programas de financiamento são acessíveis para todos os setores, e os limites de

crédito e prazos são ajustáveis de acordo com o tipo e porte do projeto.

A diversificação dos financiamentos demonstra flexibilidade estratégica, mas requer uma maior articulação com políticas públicas e outros atores regionais/locais.

Outro desafio de destaque foi a dificuldade de trabalhar com os indicadores para mensurar impactos sociais e ambientais. A falta de uniformidade nas métricas compromete a comparabilidade dos resultados entre instituições financeiras, cada agente mensura e aplica métricas próprias. Foi sugerida **iniciativas que promovam a padronização desses indicadores; laboratórios colaborativos para desenvolver ferramentas comuns que permitam medir impactos socioambientais em projetos financiados**, reforçando a importância da colaboração entre os bancos.

Conforme as informações fornecidas, a necessidade de adaptação das instituições financeiras à temática da sustentabilidade tornou-se uma prioridade incontornável. Com o avanço das exigências regulatórias e a crescente demanda por práticas sustentáveis, os bancos têm sido desafiados a incorporar critérios socioambientais e climáticos que antes não faziam parte de suas rotinas operacionais.

“A gente começou a receber demandas, principalmente nessa área de sustentabilidade, de critérios relacionados a sócio-ambientais e climáticos, que o banco não estava acostumado ou não era cobrado.”

Ou seja, o setor bancário, tradicionalmente focado na rentabilidade e eficiência do capital, atravessa um momento de transformação, seja por questões regulatórias ou pela pressão de investidores globais. Esse processo de adaptação tem sido acelerado pelo aumento da participação de instituições multilaterais nos negócios, que impõem diretrizes mais detalhadas sobre transparência e sustentabilidade. Entretanto, parceiros financeiros podem lançar mão de critérios próprios, alguns priorizando a gestão de riscos, enquanto outros priorizam os impactos sociais e ambientais, o que pode tornar a adequação um desafio complexo. Diante desse cenário, esses agentes almejam encontrar um equilíbrio, **criando de um conjunto mínimo de critérios e métricas que possam ser aplicados entre diferentes parceiros**, para atender a essas exigências e manter sua eficiência operacional, evitando adaptações fragmentadas que resultem em custos elevados e processos burocráticos.

Segundo o levantamento, os **grandes projetos de transição energética podem servir como âncoras para processos mais amplos de desenvolvimento territorial**, desde que seja **fomentada a integração** desses empreendimentos com as **cadeias produtivas locais**. Para viabilizar essa integração, é necessário identificar oportunidades locais e construir um ecossistema econômico mais abrangente. A busca por financiamento sustentável tem se intensificado, com iniciativas estruturadas para a descarbonização industrial. Parcerias estratégicas podem acelerar esse processo, garantindo que a atração de investimentos em hidrogênio verde e outros setores de transição ocorra de maneira estruturada e célere. Assim como ocorreu com a indústria eólica, há potencial significativo para trazer empresas de alta intensidade energética para a região do Nordeste.

Há uma preocupação crescente com a avaliação de impacto e riscos ambientais dos financiamentos concedidos. Modelos de análise estão sendo aprimorados por meio de cooperações técnicas. Embora o banco exija licenciamento ambiental como critério obrigatório, a experiência com setores como energia solar e eólica revela que problemas socioambientais continuam surgindo mesmo após a aprovação regulatória. A falta de acompanhamento efetivo das compensações ambientais, como o reflorestamento no semiárido, foi um dos problemas citados. A pressão para resolver esses problemas tem levado à busca por soluções mais integradas, que não apenas garantam financiamento, mas assegurem que o desenvolvimento sustentável ocorra sem prejuízo para as comunidades locais.

Com base no que foi dito, alguns critérios, parâmetros e estratégias para os financiamentos foram identificados:

- Critérios ambientais: licenciamento obrigatório e necessidade de monitoramento contínuo.
- Capacidade de pagamento: análise da capacidade de pagamento dos projetos para determinar se ele é financiável ou não, com limite de comprometimento de 50% ou até 70% de acordo com a natureza do projeto.
- Garantias: a partir de um determinado valor, o banco exige garantias reais. Cada projeto é analisado e, dependendo do investidor, pode ocorrer flexibilização e as garantias podem ser construídas com o objeto do financiamento. Para ter flexibilização, é necessário que o grupo empreendedor apresente solidez.
- Prazos e carência: são diferenciados dependendo do setor e natureza do projeto.

-
- Taxa de juros: taxas podem ser diferenciadas para setores prioritários (saneamento, logística e inovação), e taxas menores são aplicadas no Nordeste pois são considerados os coeficientes de desigualdade regional.
 - Parcerias: há o desenvolvimento de parcerias internacionais para a captação de recursos.
 - Colaboração: há abertura para colaboração que visam o desenvolvimento de ferramentas que criem e padronizem indicadores de impacto, taxonomias verdes regionais e inclusão social dos projetos financiados.

Em relação aos fatores que podem ter impacto sobre operações internacionais, a **volatilidade cambial e o cenário político**, considerando as incertezas geopolíticas recentes, foram levantados como pontos de atenção relevantes. Conflitos como a guerra na Ucrânia, tensões no Oriente Médio e demais mudanças políticas significativas impactam diretamente as condições de financiamento global. As taxas de juros oscilam, e a captação e o custo do crédito são prontamente afetados. Por conseguinte, os bancos ficam pressionados entre os custos externos e as restrições impostas internamente, reduzindo a margem de manobra na concessão de financiamentos.

O acesso a recursos financeiros externos toma caminhos diferentes, a depender do tipo de tomador de crédito. Os estados, por exemplo, geralmente possuem maior capacidade fiscal e estrutura institucional para captar e operar diretamente em moedas estrangeiras. Já no setor privado, a maioria das empresas tem apetite por financiamentos e empréstimos em reais, onde a conversão cambial se torna crítica para viabilizar as operações.

“[...] a questão da descarbonização industrial e aí os investimentos para as plantas de hidrogênio verde, que tanto a receita deles poderá ser muito de exportação, como também vai envolver muita aquisição de equipamentos importados, então eventualmente, eles poderiam tomar empréstimo em dólar ou em euro, mas a grande maioria realmente prefere em reais. E aí a conversão do swap é assim, essa conversão cambial realmente encarece muito.”

As diferenças nas condições de crédito entre mercados internacionais e nacionais dificultam a concessão de financiamento para determinados segmentos, como municípios com baixa capacidade fiscal e pequenas empresas. A experiência de

outras nações, conforme discutido nas entrevistas, demonstra que esse é um problema global. Muitos países enfrentam dificuldades semelhantes na estruturação de crédito para setores mais vulneráveis, onde as exigências do mercado e as taxas de conversão cambial tornam o financiamento proibitivo.

Um modelo mais eficiente, caso um mecanismo com regras mais padronizadas estivesse sendo aplicado, poderia favorecer os bancos nacionais, os bancos de desenvolvimento brasileiros ou subnacionais, de forma geral, a captar recursos e emprestar a preços competitivos.

Além disso, a diversificação dos beneficiários, abrangendo desde governos locais até setores estratégicos como energia e microcrédito, exige soluções diferenciadas. Em muitos casos, a adoção de programas estruturados, com contrapartidas bem definidas para garantir impacto socioeconômico, poderia justificar condições mais favoráveis de conversão e repasse. Como pode ser visto, uma linha em comum no setor financeiro (seja para captar recursos, conceder empréstimos e financiamentos, estabelecer critérios de impacto social e ambiental) seria uma iniciativa muito bem-vinda. Isso aumentaria a coordenação entre instituições financeiras nacionais e internacionais, criaria um ambiente mais favorável e transparente para os financiamentos e chegaria na ponta, considerando o tomador final, de maneira mais eficiente e acessível.

A estruturação de pipelines de projetos e a oferta de assistência técnica têm se mostrado fundamentais para viabilizar investimentos estratégicos, especialmente em setores emergentes como o hidrogênio verde. Novas tecnologias (principalmente as mais inovadoras), possuem alto risco, e os novos players que entram no mercado enfrentam muitas incertezas. Para mitigar esses desafios, algumas instituições financeiras alocam recursos não reembolsáveis para estimular pipelines mais consistentes e fomentar pesquisa, inovação e desenvolvimento de soluções que reduzam a incerteza do mercado.

“Eles têm demonstrado essa preocupação em dispor de recursos adicionais para estruturar pipelines, para melhorar a capacidade dos entes que vão ser beneficiários lá na frente de trazer projetos, projetos melhores, mais consistentes.”

Outro ponto levantado foi sobre o papel das instituições financeiras, que vai além do financiamento. A transição energética é um investimento que deve resultar em desenvolvimento local, fortalecendo cadeias produtivas regionais e promovendo qualificação profissional. Ela deve ser vista como oportunidade, sobretudo para o Nordeste, que vive um momento único, com condições

favoráveis para atração de investimentos. Ademais, há um esforço para que esse movimento produza impactos positivos nas comunidades, evitando que grandes projetos beneficiem apenas empresas externas sem contribuir para a economia e o bem-estar da população local.

A busca por um modelo de transição energética que seja inclusivo e gere oportunidades reais para a região tem sido uma prioridade nas discussões. Para isso, a participação de diferentes atores (setor público, setor privado, academia e organismos multilaterais) é essencial. A diversidade de perspectivas e a cooperação entre stakeholders permitem identificar soluções mais eficazes e sustentáveis, garantindo que os investimentos não apenas impulsionem setores estratégicos, mas também promovam benefícios concretos para as populações locais. Em suma, de acordo com essa perspectiva, não seria interessante:

“[...] financiar empresas para vir para cá, produzir hidrogênio verde e mandar todo para fora, enquanto aqui as populações vizinhas permanecem na mesma pobreza em que estão.”

6.4.1.3 Bancos Comerciais

Os entrevistados reforçaram que um dos principais desafios para a mobilização de capital internacional para projetos de transição energética no Brasil é o impacto do **risco cambial**. Embora haja significativo interesse do mercado internacional e ampla disponibilidade de recursos por parte de bancos multilaterais e de desenvolvimento, a conversão desses fundos em financiamentos competitivos para os clientes finais ainda enfrenta obstáculos estruturais.

“O grande cenário é: tem muito interesse e muito dinheiro disponível no mercado internacional, com multilaterais, com bancos, bancos de desenvolvimento, só que não é tão simples fazer ele chegar de forma financeiramente competitiva na ponta.”

Um dos principais entraves é a necessidade de *hedge* cambial para converter os empréstimos em moeda forte para o real. Esse custo pode elevar drasticamente as taxas de financiamento, tornando inviável o acesso ao crédito por empresas e projetos que operam com receitas exclusivamente em moeda local.

“O que que pode ser feito pra gente dividir, compartilhar e reduzir esse risco porque o risco cambial é o diferencial de juros [...]”

Alternativas para mitigar esse problema incluem a estruturação de mecanismos coletivos de *hedge* cambial, compartilhados entre bancos multilaterais e governos nacionais, permitindo que os custos sejam diluídos e reduzidos para o tomador final. Outra possibilidade explorada envolve a criação de instrumentos baseados em cestas de moedas latino-americanas, uma abordagem que poderia suavizar oscilações e diminuir a necessidade de *hedges* individuais para cada transação. A implementação de soluções desse tipo, dentro de um ambiente coordenado entre provedores de capital, poderia viabilizar um fluxo mais eficiente de capital internacional para o financiamento da transição energética no Brasil.

Os entrevistados enfatizaram que a integração de critérios ESG (ambientais, sociais e de governança) está cada vez mais presente na estruturação de produtos financeiros e na concessão de crédito. Bancos comerciais estão desenvolvendo novos produtos e serviços sustentáveis, mas também assumindo um papel ativo na construção de frameworks que orientam a alocação de capital e definem parâmetros para avaliação de impactos.

“Isso interfere na forma com que fazemos crédito, com a forma como nos relacionamos com clientes que têm elevado os níveis de emissões. E também na forma como induzimos a orientação de negócios de crédito dentro do banco.”

A estratégia ESG adotada inclui não apenas incentivos para setores com melhor desempenho ambiental, mas também a criação de diretrizes para o acompanhamento de clientes em setores de maior emissão. Há um compromisso com a **redução progressiva da pegada de carbono da carteira de crédito**, o que não implica em critérios de exclusão de determinados setores, mas sim a adoção de estratégias de **phase-out** e de transição para atividades mais sustentáveis. Setores como mineração, petróleo e gás, por exemplo, não são imediatamente excluídos do financiamento, mas devem demonstrar planos de mitigação de emissões e metas progressivas de sustentabilidade.

A adoção de métricas robustas para mensuração de impacto tem sido um fator crítico para a captação de recursos com condições diferenciadas no mercado internacional. Apesar disso, os entrevistados reconhecem que a mensuração de impactos ESG ainda é um desafio operacional para muitas empresas, especialmente as de menor porte, que não possuem estrutura consolidada para monitoramento e prestação de contas.

A necessidade de frameworks padronizados e de metodologias eficientes para medir impactos ambientais e sociais é apontada como um elemento essencial

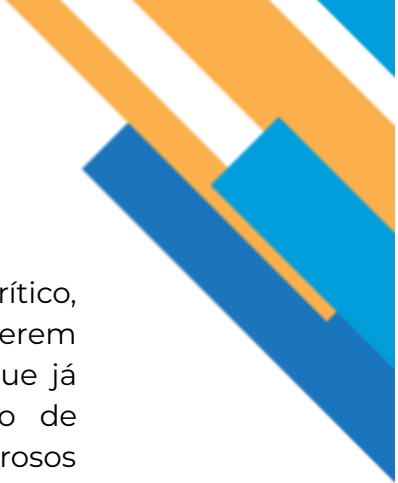
para a escalabilidade dos investimentos sustentáveis. Sem uma estrutura clara e consolidada de reportes ESG, os projetos enfrentam dificuldades tanto na captação de recursos quanto no acesso a instrumentos financeiros mais atrativos.

7. Conclusões

A transição energética global é um desafio complexo que requer não apenas investimentos massivos, mas também estruturas financeiras, regulatórias e institucionais bem definidas e espaços de coordenação de esforços no sentido da redução de complexidades, otimização de processos, uniformização de parâmetros e redução de riscos. No contexto dos estados do Ceará e Pernambuco, o estudo apresenta oportunidades concretas para avançar na transição energética justa e verde, fundamentadas em vantagens competitivas estabelecidas. Entretanto, há ainda desafios importantes a serem superados, como a falta de infraestrutura de transmissão, riscos cambiais elevados, dificuldades na integração de fornecedores locais e insuficiência de padrões claros para mensuração de impactos.

A disponibilidade de capital internacional é real, mas sua conversão em financiamento acessível para projetos locais é comprometida por barreiras cambiais e falta de mecanismos financeiros inovadores. A necessidade de *hedge* cambial, por exemplo, onera os custos de financiamento, tornando muitas iniciativas inviáveis. Modelos cooperativos para compartilhamento desse risco, como cestas de moedas latino-americanas ou fundos de *hedge* cambial administrados coletivamente por bancos multilaterais, poderiam transformar essa realidade e alavancar fluxos de capital mais competitivos.

Outro desafio essencial é a estruturação financeira dos projetos. Muitas iniciativas de transição energética ainda carecem de padrões mínimos de informações, modelos robustos de garantias e governança financeira adequada. A falta de um pipeline estruturado de projetos viáveis limita a capacidade dos bancos de desenvolvimento e investidores privados de alocar capital de forma eficiente. Ambientes de cooperação, como o FJGET, podem contribuir significativamente para a padronização de critérios de elegibilidade, a integração de atores financeiros e a aceleração de processos de diligência.




A adicionalidade dos investimentos representa outro fator crítico, assegurando que os aportes direcionados à transição energética gerem impacto efetivo, em vez de apenas substituir capitais privados que já seriam mobilizados de forma independente. A implementação de frameworks de mensuração de impacto e a adoção de critérios rigorosos para a concessão de apoio financeiro são essenciais para garantir que os recursos sejam direcionados a projetos que efetivamente necessitam de suporte. A coordenação entre instituições financeiras multilaterais, promovida por iniciativas como a FJGET, pode contribuir significativamente para a diversificação da carteira de investimentos e para a elevação da confiança na alocação de capital.

Adicionalmente, o sucesso da transição energética está condicionado a um planejamento estratégico que assegure inclusão social e desenvolvimento local. A promoção de cadeias produtivas regionais e a ampliação da participação de fornecedores locais devem ser elementos centrais nas estratégias de financiamento. Sem essa abordagem integrada, o impacto econômico e social da transição pode ser restrito, limitando os benefícios para as economias locais e perpetuando desigualdades regionais.

Por fim, a transição energética precisa ser acompanhada de um planejamento estruturado para garantir inclusão social e desenvolvimento local. Oportunidades para fomentar cadeias produtivas regionais e ampliar a absorção de fornecedores locais devem ser incorporadas aos modelos de financiamento. Sem esse tipo de integração, o impacto econômico e social da transição energética pode ser limitado.

Diante desses fatores, o estudo reforça a importância de aprofundar soluções inovadoras para reduzir barreiras financeiras e operacionais. O avanço dessas discussões dentro de ambientes colaborativos, que reúnam provedores de capital, reguladores e representantes do setor produtivo, será fundamental para garantir que a transição energética no Nordeste do Brasil não apenas ocorra, mas ocorra de forma equitativa, eficiente e de longo prazo.



Diante desses desafios e oportunidades, este estudo reafirma a necessidade de aprofundamento de soluções inovadoras que reduzam barreiras financeiras e operacionais. A iniciativa FJGET, ao reunir provedores de capital, reguladores e representantes do setor produtivo em um ambiente colaborativo, assume um papel crucial na construção de soluções para os desafios identificados. Seu potencial de articulação entre diferentes agentes e de disseminação de boas práticas pode acelerar a transição energética no Nordeste do Brasil, garantindo que esse processo ocorra de forma equitativa, eficiente e sustentável no longo prazo.

Referências

ADECE - Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará. Energias Renováveis do Ceará, 2011. Disponível em: <<https://www.adece.ce.gov.br/>>. Acesso em: 10/12/2025.

ADECE - Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará. Atlas Eólico e Solar, 2019. Disponível em: <<http://atlas.adece.ce.gov.br>>. Acesso em: 10/12/2025.

ADECE - Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará. Guia do Investidor: Incentivos Fiscais. Fortaleza - ADECE, 2018. Disponível em: <www.adece.ce.gov.br>.

ADECE – Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará. Incentivos Fiscais – Guia do Investidor, 2022. Disponível em: <<https://www.adece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/98/2022/12/Guia-FDI-2022.pdf>>.

ADEPE – Agência de Desenvolvimento Econômico de Pernambuco. Investa em Pernambuco / Incentivos Fiscais. Programa de Desenvolvimento do Estado de Pernambuco (Prodepe). Disponível em: <<https://www.adepe.pe.gov.br/investa-em-pernambuco/incentivos-fiscais/prodepe/>>. Acesso em: 10/01/2025.

ADEPE – Agência de Desenvolvimento Econômico de Pernambuco. Investa em Pernambuco / Incentivos Fiscais. Programa de Estímulo à Indústria do Estado de Pernambuco (Proind). Disponível em: <<https://www.adepe.pe.gov.br/investa-em-pernambuco/incentivos-fiscais/proind/>>. Acesso em: 10/01/2025.

ADEPE – Agência de Desenvolvimento Econômico de Pernambuco. Catálogo de Incentivos Fiscais – *Investir em Pernambuco é mais negócio. E mais incentivos também*. Diretoria de Incentivos Fiscais. Disponível em: <https://www.suape.pe.gov.br/images/negocios/incentivos-beneficios-fiscais/Arquivo_02__catalogo_incentivos_fiscais_ADDIPER.pdf>. Acesso em 10/01/2025.

AMIOT, Pierre; BRIZZOTTI, Marcelo Machado; FREITAS, Gabriel; FOSTER, Cleiton Luiz; JARDEWSKI, Cleiton Luiz; MEDING, Anna Hillstrom; FOY, Maximilian. *Supply*

Chain and Port Infrastructure Assessment for Bottom-Fixed Offshore Wind in Ceará, Brazil. Energy Cluster Denmark. Version 2, 2022, Rambol.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa nº 875, de 10 de março de 2020.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. SIGA - Sistemas de Informações de Geração da ANEEL SIGA. Disponível em: <<https://www.gov.br/aneel/>>.

ApexBrasil - Brazilian Trade and Investment Promotion Agency. Invest in Brazil, Pernambuco. [s.d.]. Disponível em:

<<https://investinbrasil.com.br/content/portaldoinvestidor/us/home/why-brazil/pe.html>>. Acesso em: 10/12/2024.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Portaria Normativa GM/MME nº 96, de 31 de dezembro de 2024a. Estabelece as Diretrizes para a realização do Leilão para Contratação de Potência Elétrica.

BRASIL. Presidente Lula sanciona Lei do Combustível do Futuro para promover a mobilidade sustentável. Brasília, DF: Planalto, 2024b.

BRASIL. Entra em vigor a "Lei do Combustível do Futuro". Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2024c.

Climate Group. *Local resilience actions following Just Transition Principles in Pernambuco, Brazil.* 2024. Disponível em: <<https://www.theclimategroup.org/our-work/news/local-resilience-actions-following-just-transition-principles-pernambuco-brazil>>. Acesso em 10/12/2024.

DÖGL, C.; HOLTBRÜGGE, D.; SCHUSTER, T. Competitive advantage of German renewable energy firms in India and China: An empirical study based on Porter's diamond. *International Journal of Emerging Markets*, v. 7, n. 2, p. 191-214, 2012.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional 2024: Ano base 2023. Rio de Janeiro, 2024a.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional - Relatório Dinâmico do Balanço Energético Nacional. Rio de Janeiro, 2024b. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/>>. Acesso em: 10/12/2024.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. Nota Técnica EPE-DEE-NT-060/2024-REVO – Avaliação Prospectiva das Capacidades da Rede de Transmissão da Região Nordeste para Conexão de Cargas de Grande Porte:

Plantas de Produção de Hidrogênio., 2024c. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br>>.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. Fact Sheet Biocarvão. Rio de Janeiro: EPE, 2024d. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br>>.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. Plano Nacional de Energia 2050 / Ministério de Minas e Energia. Brasília: MME/EPE, 2020.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Leilão de reserva de capacidade 2025. EPE publica orientações para cadastramento, 2025. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/imprensa/noticias/leilao-de-reserva-de-capacidade-2025-epe-publica-orientacoes-para-cadastramento>>. Acesso em: 02/02/2025.

ENBpar - Empresa Brasileira de Participações em Energia Nuclear e Binacional. PROINFA. Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia, 2024. Disponível em: <<https://proinfa.enbpar.gov.br/>>. Acesso em: 03/01/2025.

European Hydrogen Observatory. Hydrogen 101 Factsheets: Introduction to hydrogen, 2023. Disponível em: <<https://observatory.clean-hydrogen.europa.eu/sites/default/files/2023-09/1.%20Factsheet-Introduction-to-hydrogen.pdf>>

FANG, Kai; ZHOU, Yunheng; WANG, Shuang; YE, Ruike; GUO, Sujian. *Assessing national renewable energy competitiveness of the G20: A revised Porter's Diamond Model*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 93, p. 719-731, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.05.011>.

GIZ - Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH. Transição Energética Justa para Indústrias no Brasil: Tecnologia e critérios sustentáveis para a indústria siderúrgica. Projeto H2 Brasil. Outubro de 2024.

Governo do Estado do Ceará. Ceará 2050, Juntos pensando o futuro. Livro Síntese, 2023. Disponível em: <<https://www.ceara2050.ce.gov.br>>.

Governo do Estado do Ceará. *Projeto H-Tec, do Governo do Ceará, vai formar e qualificar profissionais na área de energias renováveis*. Publicado em 6 de maio de 2024. Disponível em: <<https://www.ceara.gov.br/2024/05/06/projeto-h-tech-do-governo-do-ceara-vai-formar-e-qualificar-profissionais-na-area-de-energias-renovaveis/>>. Acesso em: 10/12/2024.

Governo do Estado de Pernambuco. Decreto nº 55.863, de 28 de novembro de 2023. Disponível em: <<https://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?id=75063>>. Acesso em: 10/12/2024.

Governo do Estado de Pernambuco. *Governo de Pernambuco, através da Semas-PE, recebe documento de salvaguardas socioambientais*. Disponível em: <<https://semas.pe.gov.br/governo-de-pernambuco-atraves-da-semas-pe-recebe-documento-de-salvaguardas-socioambientais/>>. Acesso em: 10/12/2024.

Governo do Estado de Pernambuco. Decreto nº 42.034, de 13 de agosto de 2015. *Introduz alterações na Consolidação da Legislação Tributária do Estado, relativamente ao diferimento do recolhimento do ICMS incidente em operações com produtos destinados ao ativo fixo e de importação de produtos para utilização nos processos produtivos respectivamente indicados*. Disponível em: <https://www.sefaz.pe.gov.br/Legislacao/Tributaria/Documents/Legislacao/Decretos/2015/Dec42034_2015.htm>. Acesso em: 27/01/2025.

GOVERNO FEDERAL. *Governo libera R\$ 3,6 bilhões para Transnordestina, empreendimento a cargo do Ministério dos Transportes. Obras da ferrovia estão contempladas no Novo PAC. Governo Federal também autorizou nesta quinta o início dos trabalhos em mais um lote*. Publicado em: 28/11/2024. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/noticias/2024/11/governo-libera-r-3-6-bilhoes-para-transnordestina-empreendimento-a-cargo-do-ministerio-dos-transportes?utm_source=chatgpt.com>. Acesso em: 10/01/2025.

Governo do Estado do Ceará. Ceará 2050, Juntos pensando o futuro. Livro Síntese, 2023. Disponível em: <<https://www.ceara2050.ce.gov.br>>.

Governo do Estado do Ceará. *Projeto H-Tec, do Governo do Ceará, vai formar e qualificar profissionais na área de energias renováveis*. Publicado em 6 de maio de 2024. Disponível em: <<https://www.ceara.gov.br/2024/05/06/projeto-h-tech-do-governo-do-ceara-vai-formar-e-qualificar-profissionais-na-area-de-energias-renovaveis/>>. Acesso em: 10/12/2024.

Governo do Estado de Pernambuco. Decreto nº 55.863, de 28 de novembro de 2023. Disponível em: <<https://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?id=75063>>. Acesso em: 10/12/2024.

Governo do Estado de Pernambuco. *Governo de Pernambuco, através da Semas-PE, recebe documento de salvaguardas socioambientais*. Disponível em:

<<https://semas.pe.gov.br/governo-de-pernambuco-atraves-da-semas-pe-recebe-d-ocumento-de-salvaguardas-socioambientais/>>. Acesso em: 10/12/2024.

Governo do Estado de Pernambuco. Decreto n ° 42.034, de 13 de agosto de 2015. *Introduz alterações na Consolidação da Legislação Tributária do Estado, relativamente ao diferimento do recolhimento do ICMS incidente em operações com produtos destinados ao ativo fixo e de importação de produtos para utilização nos processos produtivos respectivamente indicados.* Disponível em: <https://www.sefaz.pe.gov.br/Legislacao/Tributaria/Documents/Legislacao/Decretos/2015/Dec42034_2015.htm>. Acesso em: 27/01/2025.

Governo Federal. *Governo libera R\$ 3,6 bilhões para Transnordestina, empreendimento a cargo do Ministério dos Transportes. Obras da ferrovia estão contempladas no Novo PAC. Governo Federal também autorizou nesta quinta o início dos trabalhos em mais um lote.* Publicado em: 28/11/2024. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/noticias/2024/11/governo-libera-r-3-6-bilhoes-para-transnordestina-empreendimento-a-cargo-do-ministerio-dos-transportes?utm_source=chatgpt.com>. Acesso em: 10/01/2025.

IBERDROLA. What is a PPA? Discover how power purchase agreements work. 2025. Disponível em: <<https://www.iberdrola.com/about-us/contracts-ppa-energy>>.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades e Estados. Ceará. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce.html>>. Acesso em 10/12/2024.

IEA - International Energy Agency. World Energy Outlook 2024, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2024>, Licence: CC BY 4.0 (report); CC BY NC SA 4.0 (Annex A)

IEA - International Energy Agency. Brazil, Association Country, Energy Mix, 2024. Disponível em: <<https://www.iea.org/countries/brazil/energy-mix>>. Acesso em: 03/01/2025.

ILO - International Labour Organization. World Employment and Social Outlook 2018: Greening with jobs. International Labour Office- Geneva: ILO, 2018.

IRENA - International Renewable Energy Agency, Global hydrogen trade to meet the 1.5°C climate goal: Part I – Trade outlook for 2050 and way forward, 2022. Abu Dhabi.

IRENA - International Renewable Energy Agency, Global hydrogen trade to meet the 1.5°C climate goal: Part I – Trade outlook for 2050 and way forward, 2022. Abu Dhabi.

IRENA - International Renewable Energy Agency. A just and inclusive energy transition in emerging markets and developing economies: Energy planning, financing, sustainable fuels and social dimensions. Abu Dhabi: IRENA, 2024.

Leal, J. I., Tofoli, F. L., Melo, F. D. C., & Leão, R. P. S. (2025). Site suitability analysis for green hydrogen production using multi-criteria decision-making methods: A case study in the state of Ceará, Brazil. *International Journal of Hydrogen Energy*, 97, 406-418

LINS, C.; MASCOTTE, B.; GUEDES, P. Challenges in Hydrogen Infrastructure and Offtake. Catavento Consultoria, outubro de 2024.

MENDES, Emilia Davi; SAMPAIO, Rárisson Jardiel Santos; COLLAÇO, Flávia Mendes de Almeida. Justice or just plans? Reviewing the energy transition strategy of Brazil's Ceará state. *Energy Research & Social Science*, v. 119, p. 103865, 2025. ISSN 2214-6296. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2024.103865>.

Net Zero Tracker (2023) Net Zero Stocktake 2023: NewClimate Institute, Oxford Net Zero, Energy and Climate Intelligence Unit and Data-Driven EnviroLab.

Plano Nordeste Potência. Salvaguardas Socioambientais para Energia Renovável. janeiro de 2024. Disponível em: <https://nordestepotencia.org.br/wp-content/uploads/2024/02/Salvaguardas_Socioambientais_Renovaveis.pdf>. Acesso em: 10/12/2024.

Porto Digital. Conheça o Porto Digital, um dos maiores distritos de inovação da América Latina. Disponível em: <<https://www.portodigital.org/noticias/conheca-o-porto-digital-um-dos-maiores-distritos-de-inovacao-da-america-latina>>. Acesso em: 3/02/2025.

Porto Digital. Residência Tecnológica. Disponível em: <<https://www.portodigital.org/paginas-institucionais/pessoas/residencia-tecnologica>>. Acesso em: 3/02/2025.

Porto Digital. Embarque Digital. Disponível em: <https://www.portodigital.org/paginas-institucionais/pessoas/embarque-digital>. Acesso em: 3/02/2025.

Rozenberg, Julie; Fay, Marianne. Beyond the Gap: How Countries Can Afford the Infrastructure They Need while Protecting the Planet (Vol. 1 of 2) (English). Washington, D.C.: World Bank Group. Disponível em: <<http://documents.worldbank.org/curated/en/189471550755819133>>.

SEMAS – Secretaria de Meio Ambiente, Sustentabilidade e de Fernando de Noronha. *CPRH publica Instruções Normativas para empreendimentos renováveis*. Postado em 23 de outubro de 2024. Disponível em: <<https://semas.pe.gov.br/cprh-publica-instrucoes-normativas-para-empreendimentos-renovaveis/>>. Acesso em: 10/01/2025.

APÊNDICE 1

Descrição das etapas metodológicas do trabalho.

- Definição do Escopo

O escopo geral do trabalho é delineado por três critérios principais: geografia, setores e agentes.

1. Geografia

Nesse primeiro momento, a pesquisa focou em dois estados do Nordeste brasileiro, Ceará e Pernambuco. Esses dois estados possuem características relevantes que somam para a iniciativa FJGET, tais como o potencial de descarbonização de setores energo-intensivos, o vasto potencial para energias renováveis, posição geoestratégica e a necessidade de garantir benefícios econômicos e sociais para a região. Além disso, Ceará e Pernambuco combinam ambiente institucional estável e um forte engajamento de stakeholders estratégicos, ideais para estabelecer as condições necessárias para atrair investimentos sustentáveis e alinhar as iniciativas regionais às diretrizes globais de transição energética justa.

2. Macro Setores

Os macro setores priorizados nessa etapa inicial foram:

- I. Combustíveis Sustentáveis: abarcando biocombustíveis, hidrogênio de baixo carbono, metanol verde etc.;
- II. Projetos Estruturantes: projetos habilitadores que criam vetores de desenvolvimento ligados a transição energética, tais quais infraestrutura de transmissão de energia, logística etc.
- III. Geração de Energia Limpa: usinas de geração de energia a partir de fontes renováveis como a solar, eólica onshore e offshore, biomassa etc.

A Tabela 14 apresenta os macro setores e os aspectos considerados para selecioná-los.

| Macro Setores | Crítérios Específicos |
|---------------------------|--|
| Combustíveis Sustentáveis | Geração de valor local com alta capacidade de criação de empregos. Potencial redução nas emissões líquidas de CO ₂ em comparação com combustíveis fósseis. Integração cidade-campo. |
| Projetos Estruturantes | Geração de valor local. Descarbonização de cadeias produtivas locais e globais. Infraestrutura local adequada. Alta capacidade de geração de empregos. |
| Geração de Energia Limpa | Descarbonização das cadeias locais e globais. Disponibilidade de recursos naturais. |

Tabela 14 - Setores selecionados

Fonte: Blend Group

3. Agentes

A pesquisa contempla duas esferas de agentes, que fornecem insumos e dados para as análises. De um lado, tem-se o **Grupo 1 - Ambiente de Negócios**, que engloba o governo, entidades de classe, empresas envolvidas com o desenvolvimento de projetos e offtakers. E de outro, o **Grupo 2 - Provedores de Capital**, que abarca bancos de desenvolvimento, bancos comerciais e agências de desenvolvimento.

O **Grupo 1 - Ambiente de Negócios** refere-se ao conjunto de condições institucionais, regulatórias e mercadológicas que influenciam o desenvolvimento e implementação de projetos de transição energética. Abrange atores ativos na formulação e implementação de políticas públicas, na estruturação de investimentos, na articulação entre outros agentes e na viabilização de projetos sustentáveis. No final da cadeia do Grupo 1, estão os beneficiários do projeto, compradores de energia e de produtos verdes derivados da transição energética. Esses agentes garantem a demanda futura para os projetos, contribuindo para a viabilidade econômica da iniciativa. Esse grupo é responsável por gerar um pipeline de projetos e assegurar que a transição energética seja economicamente viável, socialmente justa e ambientalmente sustentável.

O **Grupo 2 - Provedores de Capital** representa as instituições financeiras que viabilizam os investimentos necessários para a transição energética, oferecendo recursos por meio de diferentes instrumentos financeiros. Esse grupo contempla atores que disponibilizam financiamento de longo prazo, condições facilitadas

para projetos estratégicos (com potencial para gerar impactos socioeconômicos e ambientais positivos), e aqueles que combinam financiamento com assistência técnica e demais ações para reduzir riscos de investimentos. Os provedores de capital são essenciais para garantir que os projetos avancem além do planejamento e sejam efetivamente implementados, disponibilizando os recursos necessários para a construção de uma economia de baixo carbono e socialmente inclusiva.

A abordagem para o **Grupo 1** considerou uma estrutura que fornecesse três níveis de panoramas:

- (i) macro - o panorama geral com as informações oriundas do governo;
- (ii) médio - o panorama setorial com as informações das entidades de classe; e
- (iii) micro - o panorama empresarial com as informações específicas dos projetos e das empresas.

A abordagem para o **Grupo 2** considerou grandes players provedores de capital no âmbito nacional e internacional que fornecessem informações de diferentes perspectivas sobre recursos, critérios e teses de investimento.

- Coleta de Dados

A coleta de informações e dados da pesquisa foi feita através de uma abordagem integrada, utilizando dados primários (1) e secundários (2) como fontes.

- (1) Os dados primários foram obtidos através de entrevistas estruturadas realizadas com os agentes indicados anteriormente, nos grupos *Grupo 1 - Ambiente de Negócios* e *Grupo 2 - Provedores de Capital*. Para cada ator foi elaborado um formulário-guia, com perguntas escolhidas de acordo com os resultados a obter e de acordo com a natureza do agente. As questões envolviam temas como gargalos, vantagens competitivas de ambos os estados, identificação de mandatos para alocação de recursos, critérios de investimento, percepção de riscos etc.

As entrevistas foram realizadas remotamente, através de ferramentas digitais (*Google Meet*, *Zoom* ou *Microsoft Teams*). **A duração de todas as entrevistas era de uma hora (1h), com a possibilidade de extensão ou agendamento de entrevista complementar.** Todas as entrevistas foram previamente consentidas pelos participantes, através de assinatura de Termos de Confidencialidade.

(2) Os dados e informações secundárias foram coletados através de pesquisa em relatórios técnicos, estudos setoriais, publicações de instituições financeiras, documentos com resultados de projetos, artigos acadêmicos e publicações em sites oficiais de Governo (Federal e Estadual). Exemplos incluem BNDES, IRENA, IEA, IBGE, EPE, Banco Mundial, BID.

- Estruturação dos Dados

Após a coleta, os dados foram estruturados para análises. O Modelo do Diamante de Porter, por ser um framework flexível e com múltiplas aplicações, foi utilizado como um direcionador para esquematizar os insumos. A abordagem de Porter tem sido aplicada de forma ampla, e em várias áreas do conhecimento, para avaliar a competitividade de indústrias, atividades ou setores. O modelo clássico investiga as influências mútuas entre elementos, tanto internos quanto externos, e de como esses elementos impactam os objetos de estudo.

No setor de energia, é possível encontrar na literatura alguns exemplos analíticos da aplicação deste framework. Fang et al. (2018) utilizam um modelo revisado do Diamante de Porter para avaliar a indústria de energias renováveis de alguns territórios. A metodologia consiste em um sistema de indicadores que apontam os fatores que impulsionam e dificultam o desenvolvimento das renováveis. No trabalho, os autores analisaram a competitividade das renováveis nas nações do Grupo 20 (G20), identificaram os fatores que impulsionam essa competitividade e propuseram recomendações estratégicas direcionadas aos formuladores de políticas públicas.

DÖGL et al. (2012) fizeram uma escolha similar, e também adequaram o framework do Diamante de Porter para a indústria de energia renovável, incorporando os grupos de fatores determinantes básicos e dois fatores exógenos como influência governamental e impacto da cultura nacional na competitividade da indústria.

Portanto, justifica-se o uso deste framework como direcionador e por ser flexível e adaptável para cenários diferentes, com variáveis distintas (simplificadas ou não).

Os dados são organizados em grupos temáticos, como as opções apresentadas na Tabela 15. O objetivo não é cobrir todas as esferas abaixo elencadas, mas organizar e estruturar as informações para facilitar as análises e a apresentação dos dados.

Ademais, essa estrutura compilada se aproxima dos tópicos elencados como resultados esperados na narrativa do projeto. Particular atenção é dada aos elementos relacionados aos fatores facilitadores, diferenciais competitivos,

desafios e gargalos e outros condicionantes de investimentos que auxiliam na compreensão das barreiras percebidas pelos stakeholders.

| Dimensões do Diamante de Porter | Elementos-Chave | Eixos de Análise |
|------------------------------------|--|---|
| Condições de Fatores | Básicos (Recursos naturais, mão de obra, localização geográfica) Avançados (Infraestrutura tecnológica, mão de obra especializada, centros de pesquisa e desenvolvimento) | Fatores Facilitadores |
| Condições de Demanda | Tamanho do mercado Sofisticação da demanda Tendências | |
| Indústrias Relacionadas e de Apoio | Clusters industriais Fornecedores Parcerias | |
| Estratégia, Estrutura e Rivalidade | Ambiente de negócios Competição | |
| Governo (Fator Exógeno) | Políticas públicas Políticas de incentivo Investimentos Regulamentações | Arcabouço Regulatório e Políticas Públicas |
| Vantagens Competitivas | Diferenciais do estado Diferenciais da região | Vantagens Competitivas |
| Desafios e Gargalos | Obstáculos ao desenvolvimento | Desafios e Gargalos |
| Projetos e Iniciativas | Exemplos de projetos em andamento Setores prioritários | Base de Dados de Projetos |

Tabela 15 - Framework de referência para a organização dos insumos coletados
Fonte: Blend Group

