

POWERSHORING COM ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO: UMA PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO PARA O NORDESTE

Powershoring as a development strategy: an implementation proposal for Northeastern Brazil

Maria Netto Schneider

Economista. M.Sci. em Economia. Diretora Executiva do Instituto Clima e Sociedade. maria.netto@climaesociedade.org

Victória Emilia Neves Santos

Engenheira química. Doutora em Planejamento Energético e Ambiental. Instituto Clima e Sociedade. victoriaens@gmail.com

Jorge Arbache

Economista. PhD in Economics. Professor do Programa de Pós-Graduação em Economia, da Universidade de Brasília. jarbache@gmail.com

Resumo: O aumento global de demanda de energia e a reconfiguração das cadeias de valor industriais criaram um imperativo estratégico para a busca por energia renovável e competitiva. Nesse cenário, o Nordeste brasileiro se destaca por seu vasto potencial para a geração de energias renováveis (eólica, solar e biomassa), que, se devidamente capitalizados, podem transformá-lo em um potente motor de desenvolvimento econômico. Este artigo explora o conceito de powershoring, definido como a atração de indústrias de alto consumo energético, e suas cadeias de valor, para se instalarem próximas a fontes de energia renovável abundantes e atrativas. Analisamos as oportunidades e os gargalos estruturais da Região e propomos o powershoring como uma estratégia de desenvolvimento robusta. Por fim, o trabalho discute o papel de atores regionais como facilitadores e sugere um roteiro de curto, médio e longo prazo para a implementação de um ecossistema industrial verde, visando consolidar o Nordeste como um polo global na economia de baixo carbono.

Palavras-chave: Energias renováveis, Desenvolvimento regional, transição energética, Nordeste do Brasil

Abstract: The global increase in energy demand and the reconfiguration of industrial value chains have created a strategic imperative to pursue renewable and competitive energy sources. In this context, Brazil's Northeast stands out due to its vast potential for renewable energy generation (wind, solar, and biomass), which, if effectively leveraged, can transform the region into a powerful engine of economic development. This article explores the concept of powershoring, defined as the attraction of energy-intensive industries, along with their value chains, to locations close to abundant and cost-competitive renewable energy sources. We analyze the region's opportunities and structural bottlenecks and propose powershoring as a robust development strategy. Finally, the study discusses the role of regional stakeholders as facilitators and outlines a short-, medium-, and long-term roadmap for implementing a green industrial ecosystem, aiming to establish the Northeast as a global hub in the low-carbon economy.

Keywords: Renewable energy, regional development, green industrialization, Northeastern Brazil

1 INTRODUÇÃO

O aumento de demanda de energia em nível global¹, associado ao potencial de descarbonização e pelo advento de novas cadeias de valor industriais, está redefinindo o mapa da economia e da geopolítica mundial. Considerando essas tendências, o mercado de energia solar, eólica, veículos elétricos e outras tecnologias pode chegar a US\$ 2 trilhões anuais até 2035, valor comparável ao mercado de petróleo (IEA, 2025²). Nesse cenário, a busca por fontes de energia renovável confiável e competitiva tornou-se um dos principais vetores de decisão para o futuro do setor produtivo. Empresas de setores de alta intensidade energética, historicamente dependentes de combustíveis fósseis, agora buscam alternativas que não apenas reduzam as suas emissões, mas, também, ofereçam resiliência e previsibilidade de custos e longo prazo.

Nesse contexto, o Nordeste brasileiro emerge como um protagonista estratégico. A Região ostenta uma abundância incomparável de recursos renováveis, com um dos maiores potenciais de geração eólica *onshore* e *offshore*, além de altíssimos índices de irradiação solar. Adicionalmente, sua costa é pontuada por portos de águas profundas e geograficamente bem-posicionados para acesso aos principais mercados da América do Norte e Europa. Além disso, o Nordeste não é apenas gerador de energia: pode transformar-se em um corredor verde, conectando investidores, indústrias e cadeias produtivas de baixo carbono. Essa integração permite atrair capitais internacionais, consolidar *hubs* de hidrogênio verde, biocombustíveis de segunda geração (SAF, HVO), aço verde e outros setores, além de abrir espaço para a exportação direta de energia renovável. Essa combinação de fatores posiciona o Nordeste em lugar de destaque para a transição energética global (Bacelar *et al.*, 2025; Arbache; Esteves, 2023).

No entanto, a mera existência de um potencial técnico não garante o desenvolvimento socioeconômico-industrial. O desafio central é transformar a vasta capacidade de geração renovável em motor de crescimento econômico e de desenvolvimento, atraindo indústrias de ponta e integrando-as de forma eficiente à cadeia produtiva global.

Nesse contexto, o conceito de *powershoring*³ surge como estratégia adequada para catalisar essa transformação, propondo a atração de indústrias de alto consumo energético para perto das fontes de energia renovável abundantes e de baixo custo, otimizando a cadeia de valor, reduzindo riscos e emissões e transformando vantagem comparativa em vantagem competitiva para a Região. O *powershoring* seria expressão avançada da contribuição da Região para a tese de industrialização das vantagens comparativas⁴.

Este artigo busca, a partir das oportunidades e dos gargalos para a escalada de energias renováveis, apresentar o potencial de o Nordeste se tornar polo global de energia renovável e de produtos industriais verdes a partir da adoção do *powershoring* como estratégia de desenvolvimento. O objetivo é propor que a coexistência de fatores como mecanismos de inteligência e articulação, construção de capacidade e inovação pode consolidar a Região como polo dinâmico da nova economia verde, reduzindo custos e prazos da transição e promovendo sustentabilidade no longo prazo.

Para tanto, o artigo está organizado em seis seções, sendo esta introdução a primeira. A seção seguinte apresenta as principais oportunidades e gargalos para escalar renováveis no Nordeste, e a terceira discute como a industrialização das vantagens comparativas atrelada ao *powershoring* pode ser uma estratégia viável de desenvolvimento para a Região. Na quarta seção, é fornecida uma visão dos fatores habilitadores para a materialização desse potencial, enquanto proposta de roteiro de desenvolvimento e implementação da estratégia de *powershoring*.

1 A Agência Internacional de Energia (IEA) projeta que a demanda elétrica mundial “decola”, adicionando a cada ano até 2035 o equivalente ao consumo anual do Japão; a projeção de demanda elétrica em 2035 foi revisada para +2.200 TWh acima da edição anterior, puxada por indústria leve, mobilidade elétrica, refrigeração e data centers/IA. Executive Summary – World Energy Outlook 2024 – Analysis - IEA.

2 Disponível em: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/25e2dab4-fe00-4e97-81e8-8f900ad5a0b6/EnergyTechnologyPerspectives2024.pdf>.

3 Arbache (2022); Arbache e Esteves (2023); Arbache e La Rovere (2023).

4 Arbache e Drummond (2025).

2 OPORTUNIDADES E GARGALOS PARA ESCALAR RENOVÁVEIS NO NORDESTE

O imenso potencial do Nordeste brasileiro em recursos renováveis já é um fato consolidado, mas a sua transformação em uma força motriz de desenvolvimento industrial depende da superação de barreiras estruturais, incluindo a criação de ecossistemas de negócios locais que facilitem a atracção de indústrias e cadeias de valor e a necessidade de acelerar investimentos em infraestruturas necessárias para escalar redes, transmissão e armazenamento de energia. Assim sendo, a Região conta com atributos únicos para atrair investimentos, mas deve, ao mesmo tempo, enfrentar desafios sistêmicos para garantir que o crescimento seja sustentável, sustentado e eficaz.

2.1 Atributos únicos: potencial energético e portuário da Região

O Nordeste brasileiro destaca-se por seu enorme potencial em energia renovável (eólica, solar e biomassa), portos estratégicos próximos à Europa/EUA, base industrial emergente, mão de obra jovem e coordenação interestadual, formando ambiente único para investimentos verdes, inovadores e inclusivos.

2.1.1 Potência renovável global

A imensa vantagem comparativa do Nordeste em energias renováveis é corroborada por dados técnicos robustos. A Região detém um potencial eólico terrestre de aproximadamente 612 GW⁵, e um potencial eólico *offshore* estimado em cerca de 700 GW⁶, o que supera em muito a demanda energética de todo o País. A Região também é privilegiada com um dos maiores índices de irradiação solar do mundo, com uma média de 5,5 kWh/m²/dia⁷, especialmente no semiárido, o que garante alta eficiência para a geração fotovoltaica e coloca a Região no mapa global da energia solar.

Além dos números, a qualidade dos recursos do Nordeste é notável. Os ventos constantes e de alta velocidade da Região, que sopram de forma mais previsível, garantem um fator de capacidade mais elevado para os parques eólicos, o que os torna mais eficientes e atrativos para investidores. Similarmente, a intensa e constante irradiação solar do semiárido, com menor cobertura de nuvens, maximiza a produção de energia fotovoltaica, assegurando uma geração mais estável e rentável.

O cenário atual da Região já reflete esse potencial. O Nordeste é, de fato, o motor da matriz renovável brasileira, respondendo por cerca de 93%⁸ da capacidade instalada de energia eólica do País e com uma participação crescente na energia solar. A Região já opera com um significativo superávit de energia renovável, especialmente durante a chamada “safra dos ventos”, produzindo mais do que sua própria demanda e exportando o excedente para as outras regiões do Brasil através do Sistema Interligado Nacional (SIN).

No entanto, esse superávit e o imenso potencial ainda não são plenamente aproveitados. Embora a Região tenha aproximadamente 41 GW⁹ de capacidade instalada de energia eólica e solar, há outros 91 GW¹⁰ em projetos já outorgados pela ANEEL esperando para serem construídos. A falta de estímulo à demanda no local e os gargalos de transmissão e armazenamento impedem que essa energia seja consumida na própria Região por novas indústrias, deixando de transformar o potencial técnico em desenvolvimento econômico local e em empregos de alta qualificação.

2.1.2 Infraestrutura portuária

A infraestrutura portuária existente na Região oferece uma base logística crucial para o escoamento da produção e para a instalação de indústrias que demandam proximidade com o mar.

Integrando escala, posição geográfica e diversificação industrial, os portos da Região movimentam

5 PNE 2050.

6 Roadmap Eólica Offshore, EPE (2020).

7 Atlas Brasileiro de Energia Solar, 2ª edição, 2017.

8 SIGA, ANEEL, 2025.

9 SIGA, ANEEL, 2025.

10 SIGA, ANEEL, 2025.

mais de 330 milhões de toneladas por ano¹¹, respondendo por uma fatia expressiva da carga nacional. Com escoamento de grãos, minérios, combustíveis e produtos industrializados, os portos têm se expandido e modernizado com foco em redução de custos logísticos e diversificação de carga.

A posição geográfica é outro diferencial estratégico. O litoral nordestino tem cerca de 3.000 km de extensão, aproximando a Região a mercados da Europa, América do Norte e África Ocidental, o que reduz tempos e custos de transporte marítimo em comparação a outras regiões brasileiras. Essa vantagem logística é decisiva para indústrias exportadoras – como siderurgia, petroquímica e agroindústria – que dependem de canais ágeis de comércio exterior.

Além disso, muitos portos do Nordeste já funcionam integrados a complexos industriais e zonas de processamento, como são os casos do Porto de Pecém (CE), com a sua ZPE, e de Suape (PE), que abriga refinarias, indústrias petroquímicas e de automóveis. Essa integração facilita tanto a importação de insumos quanto a exportação de produtos acabados, criando sinergias entre logística e produção industrial.

Ainda, a superação de desafios como integração com ferrovias e rodovias, bem como a ampliação de capacidade para receber navios de maior porte, pode trazer ainda mais competitividade. Além disso, melhorias de governança e regulação, associadas a um planejamento integrado, participativo e de longo prazo, são necessárias para garantir previsibilidade para investidores e mitigar riscos socioambientais associados à expansão de terminais e dragagens em áreas sensíveis.

2.1.3 Coordenação interestadual e base industrial emergente

A coordenação interestadual da Região, consolidada no Consórcio Nordeste, também é decisiva para atrair investimentos de grande porte. Ao alinhar políticas fiscais, infraestrutura e regulação entre os nove estados, a Região pode oferecer escala, previsibilidade e menor custo de transação. Essa governança compartilhada pode reduzir riscos, ampliar a competitividade e fortalecer a imagem do Nordeste como polo confiável para projetos de energia limpa e industrialização verde.

A base industrial e tecnológica existente, apoiada em polos petroquímicos e siderúrgicos, fábricas de equipamentos, uma rede robusta de universidades e institutos federais e população ainda jovem, oferece uma base a partir da qual os investimentos podem ser catalisados. Soma-se a isso o setor de mineração, com reservas de ferro, níquel, cobre, lítio e terras raras, que pode ser integrado às cadeias industriais de baixo carbono, ampliando ainda mais o potencial da Região como plataforma de desenvolvimento sustentável.

2.2 Gargalos estruturais e desafios sistêmicos

Apesar das oportunidades, a Região Nordeste enfrenta barreiras estruturais persistentes e desafios sistêmicos que precisam ser endereçados de forma coordenada para garantir que o crescimento avance.

As barreiras estruturais que concorrem com a conversão das vantagens comparativas em vantagens competitivas do Nordeste podem ser sumarizadas em limitada infraestrutura de apoio ao setor energético, limitada infraestrutura logística, baixa densidade industrial e tecnológica local e escassez de mão de obra especializada em larga escala.

Sobre a infraestrutura energética e logística, a rede de transmissão ainda é insuficiente para conectar os parques renováveis a polos industriais e de consumo, enquanto muitos portos carecem de calado, retroáreas e integração multimodal para escoar produtos em escala. Soma-se a isso a ausência de soluções de armazenamento e flexibilidade – como baterias, hidrelétricas reversíveis e hidrogênio verde –, que poderia reduzir perdas e dar confiabilidade ao sistema.

11 Movimentação portuária do NE supera média nacional em 2024. Disponível em: https://movimentoeconomico.com.br/geral/redacao/2025/02/20/movimentacao-portuaria-do-ne-supera-media-nacional-em-2024/?utm_source=chatgpt.com

A falta desses mecanismos amplia o problema do *curtailment*¹², ou seja, o desperdício de energia renovável já instalada que não chega a ser utilizada pela limitação da rede. Outro conjunto de barreiras refere-se à baixa densidade industrial local, marcada pela dependência de equipamentos importados (turbinas, painéis, eletrolisadores, dentre outros) e pela ausência de cadeias produtivas diversificadas e articuladas ao potencial energético.

Do lado da governança e das políticas públicas, a coordenação entre estados, embora fortalecida pelo Consórcio Nordeste, ainda convive com competição, sobreposição de iniciativas e a falta de um marco robusto e integrado de política industrial verde. No campo econômico, destacam-se o custo elevado do capital, a baixa previsibilidade regulatória e a dependência de financiamento, fatores que elevam a percepção de risco para investidores.

Na dimensão social e territorial, a escassez de mão de obra especializada em escala ameaça a criação de empregos qualificados, enquanto há riscos de concentração dos benefícios em enclaves industriais próximos aos portos, sem difusão para o interior da Região. Além disso, a rápida expansão de eólicas e solares tem gerado conflitos socioambientais em áreas rurais e comunidades tradicionais, exigindo mecanismos de consulta e repartição de benefícios.

Tais barreiras revelam desafios sistêmicos que levam o debate para um patamar mais estratégico e transversal, demandando coordenação de ações que transcendem investimentos pontuais e exigem transformações estruturais de longo prazo. É preciso integrar infraestrutura energética, logística e hídrica, fortalecer a governança regional e marcos regulatórios estáveis, ampliar a densidade industrial e tecnológica com inovação local, criar instrumentos financeiros acessíveis, promover justiça social e territorial por meio de capacitação e inclusão, e incorporar resiliência climática e salvaguardas ambientais como eixos fundamentais da agenda de desenvolvimento.

Embora significativos, esses desafios não são intransponíveis. Eles catalisam a agenda de trabalho produtivo para a Região, e a estratégia de *powershoring* surge como o *framework* ideal para alinhar o potencial de geração com a superação desses gargalos, criando um ecossistema de desenvolvimento industrial que seja ao mesmo tempo robusto e sustentável.

3 A INDUSTRIALIZAÇÃO DAS VANTAGENS COMPARATIVAS E O *POWERSHOR-ING* COMO ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO

A complexidade e os gargalos discutidos na seção anterior demonstram que, para o Nordeste capitalizar seu potencial energético, é necessária uma abordagem estratégica que vá além da simples expansão de capacidade. É nesse ponto que o *powershoring* se estabelece como a estratégia central para alinhar a oferta de energia renovável com a demanda industrial, criando uma vantagem competitiva para a Região se industrializar e se modernizar.

3.1 Conceitos e oportunidade

O *powershoring* pode ser definido como a atração de indústrias de alto consumo energético, particularmente aquelas classificadas como “*hard-to-abate*” (setores difíceis de descarbonizar), para que se instalem em locais onde há abundância de fontes de energia renovável de baixo custo. A estratégia é corporativa, do negócio, e não geopolítica, e difere dos tradicionais *offshoring*, *nearshoring* ou *reshoring*, pois o fator primordial de decisão não é político e nem apenas a mão de obra ou o mercado consumidor, mas a proximidade física com um insumo fundamental.

¹² Em 2024, o Nordeste registrou índices críticos de corte de geração (*curtailment*) por limitações da rede. Segundo o Operador Nacional do Sistema Elétrico, ONS, em setembro de 2024 o corte atingiu 20,6% na solar e 15,5% na eólica. Em dezembro de 2024, os números permaneceram elevados, com 17,8% para a solar e 9,8% para a eólica. Esses dados evidenciam que a capacidade instalada de renováveis supera significativamente a infraestrutura disponível de escoamento, comprometendo a viabilidade econômica de novos projetos e a segurança do suprimento. A inserção de tecnologias de armazenagem é condição essencial para reduzir *curtailment*, firmar contratos 24/7 e viabilizar *hubs* de exportação. Ver: ons.org.br.

No contexto global atual, caracterizado pela busca por cadeias de suprimento mais resilientes, por pressões regulatórias e de mercado para a descarbonização, e por incertezas geopolíticas, o *powershoring* oferece às empresas uma solução que atende tanto a metas ambientais (ASG) quanto a imperativos de segurança energética.

A industrialização das vantagens comparativas surge como uma estratégia de desenvolvimento que redefine o papel da geografia e dos recursos naturais na economia. Em vez de serem o ponto final do processo produtivo, eles se tornam o ponto de partida para a criação de atividades econômicas mais complexas e de maior valor agregado. A ideia é que o País vá além da exportação de matérias-primas e *commodities*, passando a exportar esses mesmos recursos “embarcados” em produtos mais elaborados, o que atrai investimentos, demanda capital humano mais qualificado e melhora as contas externas.

Em seu último relatório sobre perspectivas tecnológicas da energia¹³, a Agência Internacional de Energia (IEA na sua sigla em inglês) aponta que o Brasil tem condições favoráveis para produzir e exportar aço verde, alumínio e amônia de baixo carbono, aproveitando a sua matriz renovável. Destaca, ainda, que o País poderia sextuplicar as exportações de componentes eólicos até 2035, se investir em infraestrutura logística e portuária.

Nesse contexto, o *powershoring* é um exemplo notório e promissor dessa nova estratégia. A Região pode exportar energia, mas embarcada em produtos industriais. O *powershoring* representa, portanto, um atalho promissor para a Região avançar na sua industrialização, alinhando a transição energética global com o seu próprio desenvolvimento econômico.

3.2 Setores-âncora

A aplicação do conceito de *powershoring* no Nordeste brasileiro permite que a Região não apenas exporte energia renovável “embarcada”, mas, também, atraia investimentos que gerem empregos de alta qualificação e fomentem extensas cadeias de agregação de valor. A estratégia se concretiza no estabelecimento de polos industriais integrados adjacentes a *clusters* de energia renovável. Nesses polos, a energia seria produzida e consumida em proximidade, reduzindo a dependência da rede de transmissão e minimizando perdas.

A localização geográfica do Nordeste, com seus portos estratégicos, confere a essas futuras indústrias um acesso competitivo a mercados internacionais. A produção industrial “verde” na Região pode, assim, ser exportada para a Europa e para os Estados Unidos, atendendo à crescente demanda por produtos de baixo carbono e potencialmente se beneficiando de tarifas e regulamentações favoráveis a produtos sustentáveis.

Existem setores industriais com alto potencial para o *powershoring* na Região e, dentre eles, incluem-se siderurgia, química e combustíveis:

- Siderurgia (ferro/aço verde): O uso de hidrogênio verde como redutor do minério de ferro, em substituição ao carvão, pode viabilizar a produção de aço com uma pegada de carbono drasticamente reduzida.
- Química (ex. fertilizantes): A produção de amônia e ureia a partir de hidrogênio verde permitiria ao Brasil diminuir a dependência de fertilizantes importados e posicionar o Nordeste como um *hub* de produção agrícola sustentável.
- Combustíveis (ex. e-metanol): A produção de metanol a partir de hidrogênio verde e carbono biogênico pode atender a mercados em crescimento como o transporte marítimo e a aviação, que buscam alternativas de combustíveis mais renováveis.

A materialização dessa estratégia, no entanto, requer a articulação de múltiplos atores regionais para mapear, planejar e facilitar a infraestrutura necessária, bem como um plano massivo de capacitação profissional e mecanismos de benefícios comunitários, temas que serão abordados na próxima seção.

13 IEA, 2024

4 FATORES HABILITADORES: ECOSSISTEMAS DE FACILITAÇÃO E MECANISMOS ECONÔMICO-FINANCEIROS

A implementação da estratégia de *powershoring* exige uma coordenação robusta e um esforço colaborativo que transcende as capacidades de um único ator (Bacelar *et al.*, 2025). Nesse cenário, entidades como o Instituto Clima e Sociedade (ICS) e outros atores regionais – incluindo agências de desenvolvimento, universidades, centros de pesquisa e associações setoriais – assumem o papel de *convenors* e facilitadores. Sua função primordial seria criar o ambiente propício para que a colaboração entre os setores público, privado e a academia prospere, alinhando interesses e superando barreiras.

4.1 Capacitação e estudos

O ponto de partida para a ação é a capacitação e a produção de mais conhecimento. É fundamental mapear as necessidades territoriais e de infraestrutura crítica, como a rede de transmissão, logística de transporte, suprimento de água e zonas industriais, para identificar e mitigar riscos de projetos. Além disso, é essencial identificar as vantagens comparativas de cada estado do Nordeste. Em vez de uma competição predatória, a estratégia deve ser a de complementaridade produtiva, com cada estado se especializando em setores e atividades em que possui maior aptidão e experiência, ali incluídos bens, serviços, laboratórios e outras atividades, criando sinergias que fortaleçam a Região como um todo e que criem e fomentem uma visão de prosperidade comum. Por fim, é necessária a realização de estudos de demanda futura e de análise de viabilidade para *clusters* industriais e cadeias de valor verdes para fornecer dados concretos que orientem a atração de investimentos e a tomada de decisão.

4.2 Mecanismos de articulação

A capacidade de traduzir os estudos depende de mecanismos de articulação eficazes. A promoção de diálogos contínuos entre governos estaduais, setor privado, investidores e a comunidade científica é vital para construir confiança e harmonizar as agendas. A criação de parcerias público-privadas (PPPs), especialmente para o desenvolvimento de *hubs* industriais e infraestrutura compartilhada, pode ser um motor de inovação e um mecanismo eficaz para atrair o capital privado. A coordenação deve culminar na criação de fóruns de cooperação interestadual que garantam o alinhamento de políticas públicas, a otimização de recursos e o desenvolvimento de uma estratégia de marketing e atração de investimentos unificada para a Região.

A superação desses desafios de coordenação e a articulação dos atores corretos são precondições para que o investimento em energia e em indústria flua para o Nordeste. A etapa seguinte seria a discussão sobre os mecanismos de financiamento e os incentivos necessários para tornar esses projetos bancáveis e atrativos para o capital privado.

4.3 Mecanismos de incentivos e financiamento

A viabilidade de projetos de *powershoring*, que muitas vezes envolvem grandes somas de capital para o desenvolvimento de infraestrutura e de novas plantas industriais, depende criticamente da existência de um *mix* robusto de fontes de financiamento e de incentivos de mercado. A atração de capital, tanto público quanto privado, é a chave para destravar o potencial da Região.

O financiamento da transição energética no Brasil combina instrumentos domésticos e internacionais que podem ser mobilizados por diferentes frentes. Para a geração renovável, destacam-se o BNDES Finem¹⁴ (linhas para eólica, solar e transmissão associada), o Fundo Clima (projetos inovadores de baixo carbono), o Banco do Brasil (com carteira de R\$ 15,4 bilhões e acordo de US\$ 700 milhões com MIGA/

14 BNDES Finem Crédito para projetos Direto. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/bndes-finem>.

IFC) e o BNB/FNE Verde¹⁵ e FNE Sol¹⁶ (incluindo armazenamento a partir de 2025). Para transmissão e distribuição, atuam o Finem – T&D e o Programa de Eficiência Energética da ANEEL¹⁷, enquanto a expansão portuária e dos corredores verdes conta com o FMM, debêntures incentivadas e programas específicos para *hubs* de hidrogênio verde (como Pecém, Suape e Açú). No campo da armazenagem, avançam as diretrizes da ANEEL e do MME para leilões de capacidade e a inclusão de baterias no FNE Verde. Para a indústria verde (aço, fertilizantes, SAF), além do Finem e do Fundo Clima, ganham força iniciativas estruturantes como o EcoInvest Brasil¹⁸ (proteção cambial e *blended finance*), a Plataforma Brasil de Investimentos Climáticos e para a Transformação Ecológica (BIP)¹⁹, os programas da FINEP para inovação em tecnologias limpas e descarbonização da indústria e linhas de multilaterais como AIIB, EIB e IFC, que buscam alavancar investimentos privados em larga escala.

4.3.1 Fontes públicas

O setor público, como mencionado acima, vem desempenhando um papel fundamental, especialmente na fase inicial e no financiamento de infraestrutura de uso comum que reduz os riscos para o investidor privado. Ao mesmo tempo a maioria dos instrumentos de bancos públicos ainda é marcada por uma lógica tradicional de crédito reembolsável, com pouca ênfase em mecanismos de redução de risco ou em arranjos que alavanquem e multipliquem de forma mais significativa a entrada de capital privado. Essa limitação gera uma falha central: os recursos públicos financiam diretamente projetos, mas não maximizam sua função catalisadora sobre investidores institucionais e fundos internacionais. A melhoria proposta passa por transformar esses instrumentos em estruturas de *blended finance*, que ofereçam garantias de crédito, tranches subordinadas, *hedge* cambial e coinvestimento com gestores privados, além de maior integração entre programas (FINEP na fase de P&D, BNDES e BB no *scale-up*, BNB na ancoragem regional e EcoInvest para proteção cambial). Tais mudanças são chave porque permitem que cada real público mobilize múltiplos de capital privado, destravando investimentos em infraestrutura energética (transmissão, armazenagem, portos) e em cadeias industriais verdes (aço, fertilizantes, SAF), reduzindo riscos de *lock-in* tecnológico e garantindo a consolidação do Brasil – especialmente o Nordeste – como corredor verde global.

Além disso, a estratégia de financiamento precisa ir além da criação de instrumentos inovadores para mobilizar recursos: é fundamental dispor de um portfólio sólido de projetos e investimentos estruturados e bancáveis. Nesse sentido, a criação de “fábricas de projetos”, com apoio de instituições de desenvolvimento, torna-se vital para acelerar a preparação de propostas técnicas e financeiras robustas, assegurando que os empreendimentos estejam prontos para captar capital de forma ágil e segura. De igual modo, o apoio público ao desenvolvimento de infraestrutura compartilhada – como portos, linhas de transmissão e sistemas de abastecimento de água – é indispensável para reduzir custos e mitigar riscos de implantação para as empresas, fortalecendo a atratividade e a competitividade dos investimentos privados.

4.3.2 Estruturas privadas

O capital privado é o motor principal para a execução em larga escala da transição energética e industrial verde no Brasil. A modalidade de *project finance* continua sendo a estrutura mais comum para projetos de infraestrutura e de grande porte, permitindo levantar dívida com base na capacidade de geração de caixa do próprio projeto, sem recorrer ao balanço da controladora. Ao lado disso, o *blended finance* ganha destaque ao combinar capital público – mais paciente e disposto a assumir riscos iniciais – com capital privado, otimizando retornos e mitigando riscos, criando condições para ampliar a mobilização de investidores institucionais. Nos últimos anos, debêntures de infraestrutura e de transição

15 FNE Verde - Crédito para Investimento - Produtos e Serviços - Portal Banco do Nordeste. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/fne-verde>.

16 FNE Sol - Crédito para Investimento - Produtos e Serviços - Portal Banco do Nordeste. Disponível em: <https://bnb.gov.br/fne-sol>.

17 BNDES Finem - Meio Ambiente - Eficiência Energética. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/bndes-finem-eficiencia-energetica>.

18 Eco Invest Brasil – Tesouro Nacional. Disponível em: <https://www.gov.br/tesouronacional/pt-br/fomento-ao-investimento/eco-invest-brasil>.

19 Plataforma Brasil de Investimentos Climáticos e para a Transformação Ecológica - BIP – Ministério da Fazenda. Disponível em: <https://www.gov.br/fazenda/pt-br/aceso-a-informacao/aco-es-e-programas/transformacao-ecologica/bip>.

climática se consolidaram como instrumentos centrais, com emissões que atingiram R\$ 40 bilhões em 2022²⁰ e alcançaram um recorde de R\$ 74,5 bilhões no primeiro semestre de 2025²¹. Apenas em 2024, o setor de geração eólica e solar centralizada recebeu R\$ 17,7 bilhões, sendo 66% via debêntures incentivadas²². Outro movimento importante é a expansão dos PPAs corporativos, que viabilizam contratos de longo prazo diretamente entre empresas consumidoras e geradores de energia renovável: em 2024, foram firmados contratos que somam 1,7 GW em usinas solares e 0,6 GW em eólicas, com financiamento de R\$ 3,9 bilhões, contra R\$ 5,4 bilhões em 2023²³. No mercado de capitais, o Brasil liderou a América Latina como maior emissor de *green, social e sustainability-linked bonds*, com US\$ 17.5 bilhões em 2024²⁴. Além disso, fundos de *private equity* e de infraestrutura, nacionais e internacionais, têm desempenhado papel fundamental ao buscar retornos estáveis de longo prazo e ao aportar capital em *hubs* de energia limpa e *clusters* industriais. Paralelamente, o *venture capital* e o *corporate VC* têm se voltado para tecnologias emergentes, com aportes superiores a US\$ 300 milhões em startups de energia limpa nos últimos três anos (número em consolidação). Em conjunto, esses instrumentos privados – *project finance*, debêntures, PPAs, fundos de infraestrutura e *private equity*, *green bonds* e *venture capital* – compõem um ecossistema financeiro capaz de acelerar a transição energética, conectando o Brasil ao mercado global de capitais e posicionando-o como destino competitivo para investimentos alinhados a critérios ESG.

Apesar do crescente dinamismo do capital privado no financiamento da transição energética, persistem limitações importantes que reduzem sua escala e eficácia. As operações de *project finance* ainda dependem de contratos de longo prazo estáveis e sofrem com custos de capital elevados, enquanto debêntures de infraestrutura e *green bonds* permanecem restritos a grandes emissores e muito dependentes de incentivos fiscais. Os PPAs corporativos avançaram rapidamente, mas seguem acessíveis sobretudo a grandes consumidores, enfrentando barreiras de crédito e pouca flexibilidade para modelos 24/7. Já os fundos de *private equity* e de infraestrutura concentram-se em ativos maduros, com baixa disposição a riscos tecnológicos ou regulatórios, e os instrumentos de *venture capital* não têm escala suficiente para superar o “vale da morte” das tecnologias emergentes.

Para destravar esse potencial, o capital privado necessita de maior previsibilidade regulatória, de mecanismos de mitigação de risco (como garantias de crédito, *hedge* cambial e tranches subordinadas), além de um *pipeline* estruturado de projetos bancáveis que amplie o acesso de empresas médias e novas tecnologias ao mercado. Sem essas condições, o volume de capital privado disponível não se converte plenamente em investimentos em infraestrutura energética, armazenagem e indústrias verdes no ritmo necessário para consolidar o Brasil – e em especial o Nordeste – como corredor verde global.

Além do financiamento direto, incentivos de mercado podem criar um ambiente mais favorável ao investimento. A regulamentação de um mercado de carbono pode monetizar a redução de emissões e gerar receitas adicionais para projetos verdes. Programas de incentivo, como créditos fiscais para investimentos em tecnologias renováveis, ajudam a reduzir custos iniciais, enquanto contratos de longo prazo (PPAs) oferecem previsibilidade de receita, elemento essencial para viabilizar *project finance* e atrair a confiança dos investidores.

A articulação de todas essas fontes e mecanismos de financiamento é a etapa final para traduzir o potencial de *powershoring* em projetos concretos. Com as estratégias de financiamento bem definidas, o próximo passo é estabelecer um roteiro claro e pragmático de implementação, que será o foco da próxima seção.

20 Emissões de debêntures incentivadas atingem R\$ 40 bilhões em 2022 – Ministério da Fazenda. Disponível em: https://www.gov.br/fazenda/pt-br/assuntos/noticias/2023/fevereiro/emissoes-de-debentures-incentivadas-atingem-r-40-bilhoes-em-2022?utm_source=chatgpt.com.

21 ANBIMA Data – Publicações. Disponível em: <https://data.anbima.com.br/publicacoes/>

22 O boom na emissão das debêntures incentivadas nos projetos eólicos | Editora Brasil Energia. Disponível em: https://brasilenergia.com.br/energia/o-boom-na-emissao-das-debentures-incentivadas?utm_source=chatgpt.com.

23 Estudos – CELA. Disponível em: <https://cela.com.br/estudos/>.

24 Climate Bonds | Market Intelligence Services. Disponível em: <https://www.climatebonds.net/data-insights/market-data>.

5 PRÓXIMOS PASSOS (TEMOS QUE TRABALHAR COM PRAZOS MAIS CURTOS E AÇÕES MAIS PRAGMÁTICAS, COM ENTREGÁVEIS – A POLÍTICA NO BRASIL NÃO ABRAÇA PLANOS LONGOS)

O sucesso da estratégia de *powershoring* no Nordeste, por mais promissor que seja, depende de um esforço coordenado e de um roteiro de implementação claro. A transição do potencial para o real exige uma atuação pragmática, dividida em fases de curto, médio e longo prazos, que garantam a consolidação da Região como polo global de produtos industriais verdes.

5.1 Curto prazo (1 a 3 anos)

A fase inicial deve ser focada no planejamento e na articulação estratégica. É onde estamos hoje. O primeiro passo é o mapeamento detalhado da infraestrutura crítica e das oportunidades industriais e de serviços verdes por estado, identificando gargalos e vantagens comparativas. Em paralelo, a criação de grupos de trabalho estaduais e regionais é crucial para harmonizar os planos e as políticas, garantindo que os atores públicos e privados trabalhem em conjunto. O objetivo é a definição de uma agenda de atração de investimentos internacionais unificada, com a elaboração de propostas concretas e a identificação de empresas-alvo em setores de alto consumo energético.

5.2 Médio prazo (3 a 10 anos)

Com o plano de ação consolidado, a segunda fase foca na implementação. Ela será marcada pela implementação dos primeiros *hubs* industriais integrados aos *clusters* de energia renovável. Em curso de forma pontual. Esse período também verá a consolidação dos mecanismos de financiamento discutidos na seção anterior, com a estruturação de projetos bancáveis e a mobilização efetiva de capital público e privado. A expansão de infraestrutura prioritária – como novas linhas de transmissão e a modernização de portos – tornar-se-á uma prioridade para atender à crescente demanda e permitir que a estratégia avance em escala.

5.3 Longo prazo (10+ anos)

A fase de longo prazo representa a materialização plena da visão de *powershoring*. Nesse horizonte, espera-se a consolidação do Nordeste como um polo global de energia renovável e de produtos industriais de baixo carbono. A Região terá estabelecido uma economia dinâmica, em que a produção industrial e a geração de energia estão plenamente integradas, criando um ecossistema robusto. A culminância desse processo é a integração plena em cadeias globais de valor sustentáveis, com produtos fabricados no Nordeste atendendo à demanda internacional por bens de consumo e industriais com a mais baixa pegada de carbono possível, solidificando a sua posição como um protagonista na economia verde do século XXI.

6 CONCLUSÕES

O Nordeste brasileiro possui um potencial energético renovável extraordinário que, se adequadamente aproveitado, pode se transformar em um motor de desenvolvimento econômico, social, tecnológico e industrial. No entanto, o simples acúmulo de capacidade de geração não é suficiente; é necessário transformar essa vantagem comparativa em vantagem competitiva, conectando energia limpa a setores industriais de alto consumo energético. O *powershoring* surge, nesse contexto, como estratégia estruturante, alinhando oferta e demanda, reduzindo riscos e perdas, e criando um ecossistema produtivo integrado que maximiza o valor regional e global das energias renováveis.

A implementação do *powershoring* no Nordeste depende da articulação coordenada entre múltiplos atores, incluindo governos estaduais, setor privado, instituições de pesquisa e sociedade civil. A criação de *hubs* industriais integrados a *clusters* de energia renovável, a capacitação profissional, o desenvolvi-

mento de infraestrutura logística e de transmissão, bem como a adoção de mecanismos de financiamento inovadores, são precondições para o sucesso. O modelo proposto não apenas permite a instalação de indústrias verdes e de alta tecnologia, mas, também, promove a inclusão social e territorial, garantindo que os benefícios se estendam além dos polos portuários e industriais.

O papel do capital privado, combinado com instrumentos de *blended finance* e políticas de incentivo, é central para viabilizar projetos de grande escala e acelerar a transição energética. Aliados a isso, mecanismos de governança regional, planejamento estratégico de curto, médio e longo prazos, e integração entre estados e setores são essenciais para reduzir incertezas e mitigar riscos regulatórios e tecnológicos. A convergência desses elementos cria condições para que o Nordeste se estabeleça como um polo global de produtos industriais de baixo carbono, reforçando sua competitividade internacional e sua relevância estratégica na economia verde do século XXI.

Em última análise, a adoção do *powershoring* como estratégia de desenvolvimento regional representa uma oportunidade única para transformar o Nordeste em um corredor verde global. Ao conectar seus abundantes recursos renováveis a cadeias industriais sofisticadas, a Região pode não apenas atender à crescente demanda internacional por produtos de baixo carbono, mas também gerar empregos qualificados, atrair investimentos e consolidar um modelo de desenvolvimento sustentável e resiliente, posicionando-se como protagonista da transição energética global.

REFERÊNCIAS

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Programa de Eficiência Energética (PEE)**. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/programa-de-eficiencia-energetica>. Acesso: out - 2025

_____. **SIGA - Sistema de Informações de Geração da ANEEL**. Disponível em: <https://dadosabertos.aneel.gov.br/dataset/siga-sistema-de-informacoes-de-geracao-da-aneel>. Acesso: out – 2025.

ARAÚJO, T. B.; GUIMARÃES, P. F.; JATOBÁ, J.; SANTOS, A. S. G. **Powershoring e Desenvolvimento Regional no Nordeste**. Recife: CEPLAN, 2025. 58 p. Disponível em: <https://climaesociedade.org/wp-content/uploads/2025/05/Estudo-Powershoring-no-Nordeste.pdf>. Acesso: out -2025

ARBACHE, J. **Powershoring**. Caracas: Development Bank of Latin America and the Caribbean, 2022. Disponível em: <https://www.caf.com/pt/blog/powershoring/>. Acesso: out -2025.

ARBACHE, J.; DRUMMOND, A. **Como acelerar e escalar o crescimento econômico do Brasil? O papel da industrialização das vantagens comparativas**. Imagine Brasil. Nova Lima: Fundação Dom Cabral, 2025. 16 p. Disponível em: [https://www.fdc.org.br/Documents/imagine-brasil/Industrializa%C3%A7%C3%A3o.pdf](https://www.fdc.org.br/Documents/ imagine-brasil/Industrializa%C3%A7%C3%A3o.pdf). Acesso: out -2025.

ARBACHE, J.; ESTEVES, L. A. **Resilience with Efficiency: How Powershoring Can Contribute to the Decarbonization and Economic Development of Latin America and the Caribbean**. Caracas: Development Bank of Latin America and the Caribbean, 2023. 47 p. Disponível em: <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/2393>. Acesso: out -2025.

ARBACHE, J.; LA ROVERE, E. L. **Energy Transition and Powershoring in Latin America and the Caribbean: Opportunities, Challenges, and Public Policies**. Caracas: Development Bank of Latin America and the Caribbean, 2023.

BANCO DO BRASIL. **Carteira de Crédito Sustentável**. Disponível em: <https://www.bb.com.br/site/sustentabilidade/como-bb-atua/carteira-credito-sustentavel/>. Acesso: out -2025.

BANCO DO NORDESTE. **FNE Verde**. Fortaleza: BNB. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/fne-verde>. Acesso: out -2025.

_____. **FNE Sol**. Fortaleza: BNB. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/fne-sol>. Acesso: out -2025.

BLOOMBERGNEF. **New Energy Outlook 2024**. 2024. Disponível em: <https://about.bnef.com/insights/clean-energy/new-energy-outlook/>. Acesso: out -2025.

_____. **Energy Transition Investment Trends 2025**. 2025. Disponível em: <https://about.bnef.com/insights/finance/energy-transition-investment-trends/>. Acesso: out -2025.

BNDES - BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **BNDES Finem Crédito para projetos Direto (Energia)**. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/bndes-finem-credito-projetos-direto>. Acesso: out -2025.

_____. **Fundo Clima**. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/fundo-clima>. Acesso: out -2025.

_____. **BIP - Plataforma Brasil de Investimentos Climáticos e para a Transformação Ecológica**. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/desenvolvimento-sustentavel/clima/plataforma-bip>. Acesso: out -2025.

BRASIL. MINISTÉRIO DA FAZENDA. **Eco Invest Brasil**. (Lei 14.995/2024; Portaria MF 964/2024; Res. CMN 5.130/2024). Disponível em: <https://www.gov.br/tesouronacional/pt-br/fomento-ao-investimento>. Acesso: out -2025.

_____. MINISTÉRIO DOS PORTOS E AEROPORTOS. **Enquadramento de projetos prioritários**. (Lei 14.801/2024, debêntures incentivadas). 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/servicos/solicitar-o-enquadramento-de-projetos-de-investimento-como-prioritarios-para-emissao-de-debentures-incentivados-e-de-infraestrutura-no-mpor>.

_____. MME; ANEEL. **Diretrizes de Leilão de Capacidade e Consulta Pública sobre Armazenamento**. 2025. Disponível em: <https://consultas-publicas.mme.gov.br/home>

_____. **Roadmap Eólica Offshore Brasil**. Brasília, DF: EPE, 2020. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/roadmap-eolica-offshore-brasil>. Acesso: out -2025.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Plano Nacional de Energia - 2050**. Brasília, DF: EPE, 2020. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Plano-Nacional-de-Energia-2050>. Acesso: out -2025.

GOVERNO DO CEARÁ. **Hub de Hidrogênio Verde do Complexo do Pecém**. 2025. Disponível em: <https://www.complexodopecem.com.br/hubh2v/>. Acesso: out -2025.

GOVERNO DE PERNAMBUCO. **Estratégia de Hidrogênio Verde – Suape**. Disponível em: <https://www.suape.pe.gov.br>. Acesso: out -2025.

IEA - INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **World Energy Outlook 2024: Executive Summary**. 2024. Paris: IEA. Licence: CC BY 4.0 (report); CC BY NC SA 4.0 (Annex A). Disponível em: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2024/executive-summary>. Acesso: out -2025.

_____. **Renewables 2024**. 2024. Paris: IEA. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/renewables-2024>. Acesso: out -2025.

_____. **Energy Technology Perspectives 2024**. 2024. Paris: IEA. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2024>. Acesso: out -2025.

IRENA - INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. **World Energy Transitions Outlook 2023**. 2023. Disponível em: <https://www.irena.org/Publications/2023/Jun/World-Energy-Transitions-Outlook-2023>. Acesso: out -2025.

PEREIRA, E. P.; MARTINS, F. R.; GONÇALVES, A. R.; COSTA, R. S.; LIMA, F. J. L.; RÜTHER, R.; ABREU, S. L.; TIEPOLO, G. M.; PEREIRA, S. V.; SOUZA, J. G. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. 2.ed. São José dos Campos: INPE, 2017. 80 p.: il. (E-book) ISBN 978-85-17-00089-8. <http://doi.org/10.34024/978851700089>. Acesso: out -2025.

PORTO DO AÇU. **Projetos de Amônia Verde e Corredores Industriais**. Disponível em: <https://www.portodoacu.com.br>. Acesso: out -2025.