

**CLIMATE INVESTMENT FUNDS
RENEWABLE ENERGY INTEGRATION PROGRAM
INVESTMENT PLAN FOR BRAZIL**

April 2023

Table of contents

I	Sumário Executivo.....	5
II.	Contexto do país.....	8
	Contexto socioeconômico.....	8
	Estado atual dos Sistemas de Geração e Transmissão de Energia.....	8
	Estratégias e planos climáticos nacionais e internacionais, incluindo o status das NDC.....	11
	O status atual e a contribuição esperada do setor de energia para a meta NDC.....	12
	Análise de lacunas/barreiras.....	12
III.	Contexto de integração das energias renováveis	14
	Visão geral do setor elétrico	14
	Estrutura e capacidade institucional.....	14
	Análise do portfólio de geração renovável do país.....	15
	Estratégias nacionais de energia de baixo ou zero carbono	16
	Papel do setor privado, inovação e alavancagem de recursos	17
	Atividades complementares de outros parceiros de desenvolvimento	18
	Diversidade de gênero e de outros grupos minoritários	19
IV.	Descrição do Programa	21
V.	Plano de Financiamento e Instrumentos	29
VI.	Atividades Adicionais Desenvolvidas	33
VII.	Potencial de Implementação e Avaliação de Risco.....	35
VIII.	Abordagem Integrada para Monitoramento, Avaliação e Aprendizagem	39
	ANEXOS	52
	ANEXO I. Avaliação da capacidade de absorção do país para atividades de integração	52
	ANEXO II. Detalhamento dos estudos.....	56
	ANEXO III. Dados adicionais ao SEB	70
	ANEXO IV. Consultas às partes interessadas.....	72
	ANEXO V. Desenvolvimento cobenefícios.....	80
	ANEXO VI. Atividades existentes na área das Energias Renováveis, por outros parceiros de desenvolvimento.....	83
	ANEXO VII. Armazenamento de Energia	90
	ANEXO VIII. Regulação/Leis que apoiam a integração do FRV.....	93
	ANEXO IX. Potencial de redução de emissões de GEE da intervenção proposta pelo GBM... ..	96
	REFERÊNCIAS.....	98

Acrônimos e abreviações

ABSOLAR:	Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica
ACL:	Mercado Livre
ACR:	Mercado Regulado
AMI:	Infraestrutura de Medição Avançada
ANEEL:	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP:	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
BaU:	Negócio como de costume
BID:	Banco Interamericano de Desenvolvimento
BCB:	Banco Central do Brasil
BM:	Banco Mundial
BNB:	Banco do Nordeste do Brasil
BNDES:	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BPR:	Banco de Preços Referenciais
BtM:	Atrás do Medidor
CCC:	Conta de Consumo de Combustíveis
CCDR:	Relatórios de Clima e Desenvolvimento do País
CDE:	Conta de Desenvolvimento Energético
CCEE:	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CIF:	Fundos de Investimento Climático
CIPP:	Complexo Industrial e Portuário do Pecém
CMO:	Custo Marginal de Operação
CMSE:	Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico
CNPE:	Conselho Nacional de Política Energética
COPOM:	Comitê de Política Monetária
DFACTS:	Sistema Flexível de Transmissão AC na Distribuição
DLR:	Classificador de Linha Dinâmica
EPE:	Empresa de Pesquisa Energética
FACTS:	Sistema Flexível de Transmissão AC
FIEC:	Federação das Indústrias do Ceará
FNMC:	Fundo Nacional sobre Mudança do Clima
FRV:	Fontes Renováveis Variáveis
FtM:	Frente do Medidor
GBID:	Grupo Banco Interamericano de Desenvolvimento
GBM:	Grupo Banco Mundial
GD:	Geração Distribuída
GdB:	Governo do Brasil
GEE:	Gases de Efeito Estufa
GIZ:	Agência de Cooperação Alemã
GTMSE:	Grupo de Trabalho de Modernização do Setor Elétrico
H2:	Hidrogênio
H2V:	Hidrogênio Verde
HVDC:	Corrente Contínua de Alta Tensão
IA:	Inteligência Artificial
IBGE:	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IE:	Entidade Implementadora
IFC:	Corporação Financeira Internacional
IPCA:	Índice de Preços ao Consumidor Amplo
IPEA:	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IRENA:	Agência Internacional de Energia Renovável
IRF:	Estrutura Integrada de Recursos
KPI:	Indicadores Chave de Desempenho
LPIT:	Transformadores de Instrumento de Baixa Potência

MCP:	Mercado de Curto Prazo
MDB:	Banco Multilateral de Desenvolvimento
MF:	Ministério da Fazenda
MMA:	Ministério do Meio Ambiente
MME:	Ministério de Minas e Energia
MMGD:	Micro e Minigeração Distribuída
MoU:	Memorandos de Entendimento
NDC:	Contribuição Nacional Determinada
OCDE:	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
O&M:	Operação e Manutenção
ONS:	Operador Nacional do Sistema Elétrico
P&D:	Pesquisa e Desenvolvimento
P&D&I:	Pesquisa e Desenvolvimento e Inovação
PERS:	Programa de Energia Social Renovável
PI:	Plano de Investimento
PIB:	Produto Interno Bruto
PMR:	Relatório de Monitoramento do Projeto
PNA:	Plano Nacional de Adaptação
PNCV:	Programa Nacional de Crescimento Verde
PNMC:	Política Nacional sobre Mudança do Clima
PONTE:	Política Nacional de Transição Energética
PPA:	Acordos de Compra de Energia
PPP:	Parcerias Público-Privadas
PRODIST:	Procedimentos de Distribuição
PRONAMPE:	Programa Nacional de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
RAP:	Receita Anual Permitida
RB:	Rede Básica
RED:	Recursos Energéticos Distribuídos
REI:	Integração de Energia Renovável
SAEB:	Sistema de Armazenamento de Energia em Baterias
SCEE:	Sistema de Compensação de Energia Elétrica
SDG:	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
SEB:	Sistema Elétrico Brasileiro
SELIC:	Taxa Básica de Juros
SIN:	Sistema Interligado Nacional
SISOL:	Sistemas Isolados
STATCOM:	Compensador Síncrono Estático
STEM:	Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática
SVC:	Compensadores Estáticos
T&D:	Transmissão e Distribuição
TIC:	Tecnologias de Informação e Comunicação
UFC:	Universidade Federal do Ceará
UHE:	Usinas Hidrelétricas
UHR:	Usinas Hidrelétricas Reversíveis
UNFCCC:	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas
ZPE:	Zona de Processamento de Exportação

I Sumário Executivo

Objetivos

O objetivo do Plano de Investimento (PI) do Brasil é apoiar a descarbonização da economia do País, acelerando sua transição energética, através da *(i)* redução das barreiras à integração das Fontes Renováveis Variáveis (FRV)¹ no Sistema Elétrico Brasileiro (SEB), *(ii)* ampliação do financiamento de infraestrutura para integração de FRV e *(iii)* construção de capacidades relacionadas aos setores público e privado. O PI apoiará: i) modernização de Usinas Hidrelétricas (UHE) através da implantação de tecnologias digitais ii) digitalização, modernização e automatização das redes de eletricidade e a descarbonização dos Sistemas Isolados (SISOL) através da eletrificação com FRV, e a expansão dos Recursos Energéticos Distribuídos (RED) e iii) expansão de tecnologias de armazenamento de energia (Usinas Hidrelétricas Reversíveis (UHR), Hidrogênio (H2) e baterias), para melhorar a integração de FRV e apoiar uma maior diversificação da matriz energética renovável do País.

Resultados esperados

O financiamento e a assistência técnica do Programa de Integração de Energia Renovável do CIF (CIF-REI) devem fornecer financiamento de baixo custo para tecnologias e modelos de negócios que facilitem a inserção de FRV, além das tecnologias que ainda não sejam comercialmente viáveis no Brasil, mas que permitam uma maior inserção de FRV, através da alavancagem de importantes recursos adicionais tanto do setor público como do privado, em áreas priorizadas pelo Governo do Brasil (GdB), com os seguintes resultados esperados:²

- Modernizar 4.947 MW de capacidade de UHE que trará como resultado a redução de 57 MtCO₂_{eq} devido ao deslocamento das usinas termelétricas a gás natural e a implantação de 1,6 GW/ano em FRV.³
- Aumentar o acesso confiável a serviços de energia limpa e moderna, por meio da instalação de FRV a serem instalados nas regiões não conectadas ao sistema principal de geração e transmissão – sistemas isolados (SISOL), para 3,1 milhões de habitantes, promovendo o seu desenvolvimento e inclusão sócio-econômica.
- Apoiar a integração da gestão de riscos climáticos nas decisões do setor elétrico, a fim de diminuir os impactos gerados pela variabilidade climática e mudanças climáticas no setor elétrico.
- Permitir que os consumidores assumam um papel mais ativo na indústria elétrica (prosumidores) e facilitar a implantação de programas de resposta da demanda, que permitem uma operação mais flexível do sistema elétrico, em resposta à integração das FRV.
- Acelerar as reduções do custo do sistema elétrico pela utilização de metodologias flexíveis (US\$ 2,07 bilhões) com relação ao planejamento do governo (US\$ 4,60 bilhões).
- Reduzir os custos operativos médios, de aproximadamente R\$ 76 milhões/ano, pela implantação de DLR em linhas de transmissão da Rede Básica (RB) com carregamento acima de 90%.

¹ Tecnologias solar e eólica (onshore e/ou offshore).

² Todos os resultados destacados no sumário executivo são detalhados no Anexo II.

³ Nos estudos de planejamento da EPE (PDE 2031) foram identificadas 51 usinas existentes com potencial de modernização que contribuem para aumentar a capacidade firme do sistema.

- Além disso, espera-se outras reduções de custo na transmissão, armazenamento de energia e capacidade geral de flexibilidade da rede a serem obtidas com a implantação de outras tecnologias digitais como suporte à rede.
- Alavancar recursos para promover o desenvolvimento das cadeias de hidrogênio verde (H2V) no país. A partir desse projeto, espera-se viabilizar o alcance de uma capacidade instalada de 6 GW para produção de H2V em 2032, com uma produção de quase 1 milhão de toneladas ao ano a partir de 2032.

Prioridades e orçamento do programa

O PI prioriza projetos incluídos em uma ou mais das seguintes categorias do Programa CIF-REI, avaliadas e definidas pelo GdB com a assistência e apoio dos MDB da seguinte forma, e sustentadas em políticas públicas voltadas para o setor energético brasileiro:

- Aprimoramento de tecnologias (sistemas inteligentes de controle-manutenção-gerenciamento) e modernização de UHE existentes, incorporando ferramentas de Inteligência Artificial (IA), aprendizado de máquina e desenvolvimento do armazenamento de energia, para melhorar a previsibilidade, segurança e promover uma maior diversificação da matriz elétrica. Além disso, a utilização de modelos de predição que lidem com a natureza estocástica das FRV. Nesse contexto, técnicas de IA e aprendizado de máquina para melhorar a previsibilidade da geração tanto centralizada como descentralizada de FRV devem ser importantes.
- Digitalização, modernização e automatização da infraestrutura de transmissão para promover a interconexão do País. Modernização de infraestrutura de transmissão necessária como suporte para capacidades de transferência de energia de transmissão, a fim de permitir a incorporação de novas capacidades de geração de FRV, diminuindo as necessidades de redução dessas fontes e ampliando as áreas de balanceamento.
- Digitalização, modernização e automatização da infraestrutura de distribuição para promover expansão de RED. Promover a massificação da Infraestrutura de Medição Avançada (AMI), facilitando o surgimento de Prosumidores e/ou a implantação de sistemas de armazenamento de energia em baterias e investindo em outras tecnologias que aumentem a flexibilidade do sistema elétrico.
- Promoção da descarbonização dos SISOL. Apoiar esquemas inovadores que permitam o fornecimento fiável de energia através das FRV nos SISOL, envolvendo a participação do setor privado, bem como dos beneficiários do projeto, através da implementação de novos modelos de negócio. Tais modelos promoverão esquemas populares-associativos onde as comunidades terão um papel ativo no desenvolvimento e implementação de projetos, podendo se beneficiar não apenas do acesso à energia, como obter ou aumentar uma renda de usos produtivos de energia.
- Expansão das tecnologias de armazenamento de energia (UHR, H2 e baterias) para melhorar a integração das FRV no sistema energético. Estimular a participação de empresas experientes no desenvolvimento e operação de soluções que assegurem o acesso ao serviço de energia elétrica ao mesmo tempo em que contribuem para a segurança do suprimento energético. Além disso, apoiar projetos que viabilizem no desenvolvimento de novas soluções tecnológicas para o mercado de energia brasileiro, como os hubs de H2V.
- Contribuição para a transição energética, como uma forma de contribuir para a democratização da geração, distribuição e comercialização de energia elétrica, buscando apoiar comunidades e empresas na geração e distribuição de sua própria energia, principalmente nas regiões mais remotas, e melhorando as condições de cobertura,

qualidade e preço, conforme definido no Anexo V deste relatório. Da mesma forma, espera-se que a autoprodução e a eficiência energética nas residências e na indústria permitam que a energia seja percebida como um bem comum, com prioridade no fornecimento a regiões e comunidades vulneráveis.

O Plano de Investimento do CIF-REI do Brasil é composto por três Componentes. Os Componentes 1 e 2 formam parte da intervenção promovida e articulada pelo Grupo Banco Interamericano de Desenvolvimento (GBID)⁴ e o Componente 3 pela intervenção impulsionada e coordenada pelo Grupo Banco Mundial (GBM)⁵. Estima-se que o período de execução da intervenção do GBID tenha uma duração de 7 anos, estendendo-se entre os anos 2023 até 2029.

O **Componente 1**, tem por objeto dotar de maior flexibilidade o SEB e apoiar um processo de Transição Energética limpo, justo, inclusivo e custo-eficiente, com US\$ 412 milhões do BID, US\$ 33,5 milhões do CIF-REI, US\$ 325 milhões de outras instituições (financiamento de bancos comerciais e de desenvolvimento locais, do BID Invest, e ou outras instituições financeiras internacionais). Além disso, considera-se também o orçamento de US\$ 286,3 milhões (2023-2029) provenientes do Programa Pró-Amazônia Legal aportados anualmente pela Eletronorte com o objetivo de implementar projetos que reduzam estruturalmente os custos de geração de energia elétrica dos SISOL suportados pela Conta de Consumo de Combustíveis (CCC).⁶

O **Componente 2**, consiste de uma Fábrica de Projetos e Assistência Técnica com orçamento de US\$ 1 milhão do BID e US\$ 1,5 milhões CIF-REI de recursos não reembolsáveis ⁷, e US\$ 1,5 milhões do BID em recursos reembolsáveis, com o objetivo de desenvolver estudos técnicos, de pré-viabilidade/viabilidade, e para a estruturação de projetos de empréstimos a serem concedidos pelo BNB, com recursos financeiros do empréstimo do BID, e ao desenvolvimento de estudos técnicos que contribuam para superar as barreiras identificadas para o desenvolvimento de projetos que incrementem a flexibilidade do SEB, e promovam a integração de FRV.

No **Componente 3** o Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP), no Ceará, receberá US\$ 35-55 milhões do CIF-REI (US\$ 35 milhões de recursos concessionais), complementados por US\$ 100 milhões do WBG, que serão aplicados para cobrir parte da (i) infraestrutura compartilhada necessária para a viabilização de projetos de H2V e (ii) o desenvolvimento de um hub de inovação (contendo centro de pesquisa e laboratórios de certificação, centro de treinamento e capacitação e ações voltadas para Pesquisa e Desenvolvimento e Inovação (P&D&I)) para o hidrogênio na região do Nordeste . A ambição do plano de negócios ligado à iniciativa prevê alavancagem de até US\$ 8b de investimentos privados na cadeia do H2V na região do Nordeste.

⁴ Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e BID Invest.

⁵ Banco Mundial (BM) e Corporação Financeira Internacional (CFI).

⁶ Aportes anuais em R\$ durante o período 2023-2029, a uma taxa de câmbio de 5,0486 R\$/US\$ do 21/04/23, sem considerar atualização pelo IPCA (<https://br.investing.com/currencies/usd-brl>)

⁷ Recurso fornecido para atividades de apoio e cooperação técnica.

II. Contexto do país

Contexto socioeconômico

Nos últimos anos, o Brasil tem apresentado avanços significativos no âmbito econômico e social. Em 2017, o país formalizou sua candidatura para se tornar membro⁸ da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Entretanto, a pandemia de COVID-19 teve um forte impacto socioeconômico, diminuindo o consumo de energia⁹. Além disso, as taxas de pobreza¹⁰ e extrema pobreza¹¹ em 2021 aumentaram 22,7% e 48,2% em relação a 2020

A retomada das atividades econômicas, juntamente com os avanços no programa de vacinação foram importantes para a recuperação econômica. Atualmente, 80% da população elegível já recebeu as duas doses de vacina contra a COVID-19¹². Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), mostram que o Produto Interno Bruto (PIB) apresentou uma queda de 0,2% no quarto trimestre de 2022 em relação ao trimestre anterior, encerrando o ano com crescimento acumulado de 2,9%. A inflação, medida pelo Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) voltou a apresentar elevados níveis, 10,06% e 11,73%, respectivamente em 2021 e 2022, tendo resultado em um aumento da taxa de juros básica, a taxa Selic, que hoje se encontra no patamar de 13,75%. A Taxa de Investimento do país no 3º trimestre de 2022 foi de 19,6%, um aumento em relação ao mesmo período do ano anterior (19,4%).

Em 2021, o GdB implementou uma série de medidas para oferecer suporte na mitigação dos impactos econômicos ocasionados pela pandemia de COVID-19, ao mesmo tempo em que estabelecia as bases para uma recuperação mais resiliente e sustentável a longo prazo. No que diz respeito ao setor elétrico, o Novo Marco Regulatório do Setor Elétrico (GOV.BR, 2022b) incorporou diversas inovações como o modelo comercial do setor, portabilidade da conta de energia, concessões de geração e modernização das tarifas de energia. Assim, espera-se uma redução dos subsídios concedidos às empresas do setor elétrico e às fontes de energia incentivadas¹³, estimados em US\$ 4,2 bilhões e US\$ 0,7 bilhões em 2020, respectivamente (UPB, 2022), que é arcado pelos consumidores do mercado regulado. O novo arcabouço prevê a redução dos subsídios e incluir mecanismos que valorizem os benefícios ambientais dos empreendimentos que utilizam fontes de energia incentivadas.

Estado atual dos Sistemas de Geração e Transmissão de Energia

A capacidade instalada do SEB¹⁴ atingiu o valor de 181,6 GW em 2021. UHE e térmicas representaram 60,2% e 23,5% desta capacidade, respectivamente, sendo complementadas por eólicas (11,4%) e solar (2,6%) (EPE, 2022). A geração de eletricidade em 2021 foi de 656,1 TWh, sendo 55,3% proveniente da hidroeletricidade, seguida pelos combustíveis fósseis (gás natural, óleo e carvão) 18,7%, eólica 11%, biomassa 8%, e solar 2,6% (ver Figura 1).

⁸ Em janeiro de 2022, o Conselho da OCDE decidiu abrir negociações de adesão com o Brasil.

⁹ Em 2021, o consumo de energia no comércio, diminuiu em mais de 10% em relação a 2020 (EPE, 2022).

¹⁰ O Banco Mundial considera linha de pobreza renda equivalente a R\$ 486 por mês per capita.

¹¹ O Banco Mundial considera linha de extrema pobreza renda equivalente a R\$ 168 por mês per capita.

¹² <https://www.gov.br/pt-br/noticias/saude-e-vigilancia-sanitaria/2021/12/brasil-tem-80-da-populacao-alvo-com-duas-doses-de-vacina-contra-a-covid-19>.

¹³ Energias solar, eólica, biomassa e Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH).

¹⁴ Envolve a infraestrutura elétrica e a organização para o seu funcionamento.

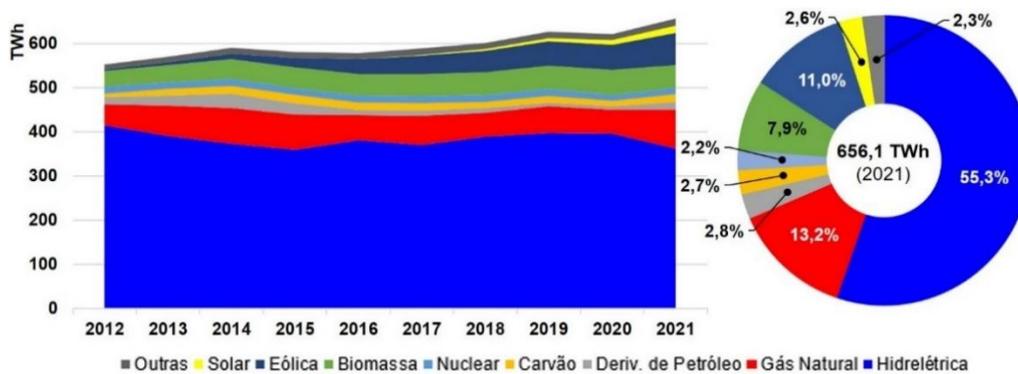


Figura 1. Geração de eletricidade. Fonte: EPE, 2022

O segmento de geração está dividido em Empresas Públicas (44%), empresas internacionais (21%) e empresas privadas nacionais (1%). Nas empresas internacionais, destacam-se empresas da China, França, Estados Unidos, Portugal, Espanha, Alemanha e Itália com 39%, 23%, 10%, 9%, 8%, 7% e 4%, respectivamente (Lampis, et. al., 2022). A partir de 2012 (RN ANEEL nº 482/2012), o GdB adotou medidas de incentivo à implantação da Geração Distribuída (GD), possibilitando aos consumidores a produção de energia elétrica por meio da microgeração¹⁵ e minigeração¹⁶, conectadas à rede de distribuição (marco legal da Micro e Minigeração Distribuída (MMGD) aprovado por Lei nº 14.300/2022). Em 2015 a capacidade instalada da MMGD era de 21,8 MW, atualmente, a esta capacidade é de 15,3 GW, destacando a fotovoltaica (98,5%) (ANEEL, 2022).

O conjunto de usinas, linhas de transmissão e subestações interligados eletricamente é conhecido como Sistema Interligado Nacional (SIN). Em 2021, a extensão da Rede Básica (RB) de transmissão foi de mais de 156.000 km de linhas de transmissão, em diferentes tensões (ver Figura 2 e Figura 3). A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) organiza leilões para contratação de novas linhas de transmissão, nos quais o agente que oferecer o menor desconto, em relação à Receita Anual Permitida (RAP)¹⁷, obtém o direito de construir e operar a nova rede por uma concessão de trinta anos. Considerando a extensão das linhas de transmissão, em quilômetros, as quatro maiores empresas são: Eletrobras¹⁸, CTEEP, TAESA e CEMIG com 55,4%, 14,4%, 9,3% e 6,3%, respectivamente. Dentre elas, 22,9% são empresas internacionais, como a colombiana CTEEP, a chinesa State Grid e a espanhola Abengoa (Lampis, et. al., 2022).

¹⁵ Capacidade inferior ou igual a 75 kW.

¹⁶ Capacidade superior a 75 kW e inferior ou igual a 5 MW para fontes despacháveis (Hídrica, incluindo a fio d'água, CHP qualificada, biomassa, biogás e fotovoltaica com baterias, limitada a 3 MW) e inferior ou igual a 3 MW para fontes não despacháveis.

¹⁷ Receita anual que as transmissoras recebem pela prestação do serviço de transmissão aos consumidores.

¹⁸ Eletrobras foi privatizada em 2021.

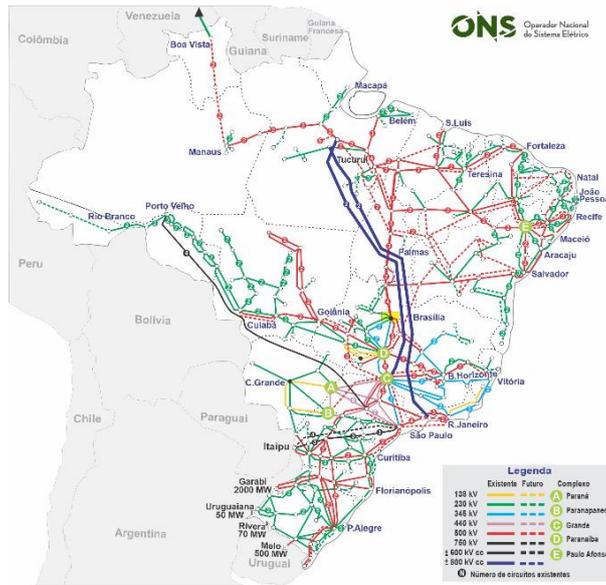


Figura 2. Rede Básica de Transmissão - Horizonte 2024. Fonte: ONS, 2022

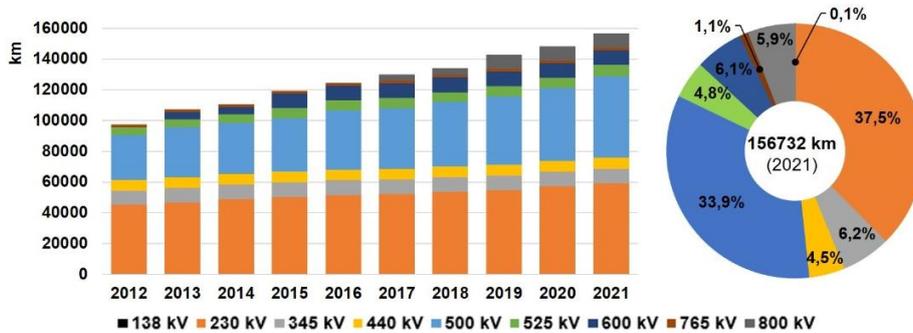


Figura 3. Rede de Transmissão por Tensão. Fonte: ONS, 2022

O segmento de distribuição é composto por 53 distribuidoras (ABRADEE, 2022), sendo reguladas pela ANEEL, com base nos Procedimentos de Distribuição (PRODIST). Os ativos da distribuidora são remunerados com base em tarifas reguladas, que asseguram receitas que garantem o equilíbrio financeiro da distribuidora. Considerando o mercado atendido em GWh, as quatro maiores empresas são ENEL, CEMIG, CPFL e Neoenergia com 18,3%, 17,3%, 15,1% e 12,8%, respectivamente. Existem empresas internacionais, estatais e privadas (nacionais), cuja participação de mercado é de 52%, 30% e 18%, respectivamente (Lampis, et al., 2022).

Existem no Brasil dois ambientes de comercialização de energia, o Mercado Regulado (ACR) e Mercado Livre (ACL). No ACR, por meio de leilões regulados¹⁹ promovidos pela ANEEL, Ministério de Minas e Energia (MME) e Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), distribuidoras compram energia para atender todo seu mercado cativo. No ACL, os consumidores livres escolhem seus fornecedores e negociam preços livremente.

Os consumidores no SEB são divididos em: (i) consumidores cativos, que compram energia elétrica da distribuidora local a uma tarifa regulada e (ii) consumidores livres, com demanda mínima de 500 kW e que podem comprar energia elétrica no mercado livre. Em 2021 existiam aproximadamente 87 milhões de unidades consumidoras.

¹⁹ Energia nova (15-30 anos), energia alternativa (10-30 anos), energia existente (1-15 anos) e ajuste (até 2 anos).

Existem também regiões no SEB não conectadas ao SIN, chamadas de SISOL, sendo em total 212 sistemas e atendendo 3,1 milhões de habitantes²⁰. Os SISOL concentram-se na região Norte, com localidades de difícil acesso ao longo dos rios. Estas localidades representam 0,6% da carga do SIN, sendo atendidas majoritariamente por usinas a óleo diesel, com mais de 90% da capacidade instalada²¹ (EPE, 2022c, EPE, 2021a).

Estratégias e planos climáticos nacionais e internacionais, incluindo o status das NDC

A meta definida pelo GdB como Contribuição Nacional Determinada (NDC), no Acordo de Paris²², visa reduzir as emissões domésticas de Gases de Efeito Estufa (GEE) até 2030 em 50%, em relação aos níveis de 2005. O Brasil possui um conjunto de políticas, programas, iniciativas e ações que possuem relação direta com o combate às mudanças climáticas, com desdobramentos sobre vários setores produtivos, incluindo o setor de energia, dentre os quais se destacam os seguintes:

- **Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC)**; define as obrigações de todos os participantes em combater as mudanças climáticas (na COP do Rio 92), para estabilizar as concentrações de GEE na atmosfera em um nível que evite interferências antrópicas perigosas no sistema climático. Dentre os compromissos assumidos pelo Brasil junto à UNFCCC está o de desenvolver e atualizar, periodicamente, inventários nacionais das emissões antrópicas, por fontes e remoções por sumidouros dos gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal, além de fornecer uma descrição geral das providências para implementar a Convenção. (GOV.BR, 2021).
- **Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC)**; Lei nº 12.187/2009. O Brasil apresentou uma meta voluntária de limitar as emissões de GEE do país. Para o setor de energia, as medidas incluíram a expansão da hidroeletricidade e outras renováveis, bem como a eficiência energética.
- **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (SDG)**; visa reduzir a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir a paz e a prosperidade das pessoas. O SDG Número 7 (SDG7), objetiva a universalização do acesso à energia limpa para todos os brasileiros até 2030. Em 2019 e 2020, a taxa de eletrificação e participação de renováveis na oferta doméstica foi de 99,7% e 48,4%, respectivamente (ODS Brasil, 2022; WEF, 2019).
- **Plano Nacional de Adaptação (PNA)**; Portaria MMA nº 150/2016. Objetiva orientar iniciativas para reduzir a vulnerabilidade nacional ao risco climático no longo prazo. Foi fundamental na inclusão do tema nas políticas públicas do país e no incentivo ao desenvolvimento de projetos para compreensão da adaptação às alterações climáticas.
- **Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (FNMC)**; Lei nº 12.114/2009. Vinculado ao Ministério do Meio Ambiente (MMA), disponibiliza recursos reembolsáveis (administrado pelo BNDES) e não reembolsáveis (operado pelo MMA). Desde sua criação, apoiou 61 projetos não reembolsáveis e investimentos em geração e distribuição renovável, como: biomassa (exceto cana-de-açúcar), solar, das marés e eólica (BNDES, 2022; GOV.BR, 2022).

²⁰ Com variações de 15 habitantes (Maici - RO) até 436.500 habitantes (Boa Vista - RR).

²¹ Existem também outras fontes: gás natural (173 MW), biomassa (6 MW), fotovoltaica (4 MW) e PCH (10 MW). A capacidade instalada do SISOL é de aproximadamente 442 MWmédio.

²² Dados do International Finance Corporation (IFC) indicam que serão necessários US\$ 1,3 trilhão para o Brasil conseguir cumprir as medidas e metas da NDC (Knoch, et. al., 2020).

O status atual e a contribuição esperada do setor de energia para a meta NDC

Segundo (MCTI, 2022), em 2020 o setor energético brasileiro foi responsável por aproximadamente 23,2% do total das emissões domésticas de GEE (total 1.675,76 MtCO_{2eq}). Em relação à meta da NDC brasileira, não há uma distribuição formal entre os diferentes setores, de modo que o país pode atingir a meta por diferentes caminhos. Assim, o sucesso da NDC pode ocorrer com contribuições dos diversos setores da economia, cabendo ao país adotar as medidas mais custo-efetivas (EPE, 2020b). A NDC brasileira apresenta os seguintes objetivos indicativos relacionados às atividades de produção e uso de energia (EPE, 2016; GOV.BR, 2022a):

- Expansão de fontes renováveis, além da hídrica, na matriz total de energia, participação de 28% a 33% até 2030.
- Expansão do uso doméstico de fontes não fósseis, aumentando a capacidade de energias renováveis (além da hídrica) no fornecimento de energia elétrica para ao menos 23% até 2030, inclusive pelo aumento da participação eólica, biomassa e solar.
- Alcançar uma participação estimada de 45% a 50% de energias renováveis na composição da matriz total energética em 2030.
- Participação de ao menos 66% da fonte hídrica na geração de eletricidade, em 2030, não considerando a autoprodução.
- Alcançar 10% de ganhos de eficiência energética no setor elétrico até 2030.

A descarbonização da matriz energética torna-se, portanto, crucial para atingir as metas de redução de emissões do Brasil.

Análise de lacunas/barreiras

O Brasil ocupa atualmente a 30ª posição entre os 115 países no Índice de transição energética do Fórum Econômico Mundial, sendo superado na América Latina apenas por Uruguai, Costa Rica e Colômbia (WEF, 2021). Porém, ainda existem barreiras para o fornecimento de energia limpa, segura e confiável. A remoção desses obstáculos é necessária para acelerar a transição e atingir as metas de redução de emissões de GEE em 2030 e descarbonização em 2050. Nesse contexto, em 2019, o Grupo de Trabalho de Modernização do Setor Elétrico (GTMSE)²³ identificou três principais desafios que o processo de modernização do SEB precisava enfrentar:

- Financiabilidade da expansão no ACR e ACL, para expandir o sistema com confiabilidade e sustentabilidade, os empreendimentos do setor elétrico devem ser capazes de honrar seus compromissos, gerando o retorno esperado ao capital investido e ao capital emprestado para sua viabilização.
- Contratos Legados, precisam dar tratamento às relações contratuais vigentes, zelando pela segurança e estabilidade jurídica e regulatória. Este desafio é complexo devido ao número de agentes envolvidos, dos tipos de contratos, assim como os prazos dessas relações, existem contratos que ultrapassam 2050, enquanto outros terminam no curto/médio prazo.
- Transição Elétrica, a matriz elétrica mudou desde que foi concebido o arcabouço de regras setoriais vigentes, ficou mais diversificada (com predominância, embora relativamente menor, da hidroeletricidade, e com maior participação das FRV, além da GD). Quaisquer que sejam os aprimoramentos propostos, é importante que o novo arcabouço de regras setoriais seja neutro tecnologicamente, haja vista que os hábitos de consumo e as tecnologias estão evoluindo com uma velocidade sem precedentes, não sendo razoável esperar que a cada nova configuração da matriz se pense em uma nova reforma setorial.

²³ Criado pela Portaria Ministerial MME nº 187/2019.

Para solucionar esses desafios, os pilares norteadores são (MME, 2019): alocação adequada do pagamento pela segurança do sistema; abertura ordenada do mercado consumidor; aperfeiçoamento da formação de preços no Mercado de Curto Prazo (MCP); adequação da contratação da expansão do sistema; preparação do segmento de distribuição para a abertura do mercado (expansão do mercado livre) e adequação do arcabouço regulatório para a neutralidade tecnológica. Com vistas a se obter o detalhamento do plano de ação para a modernização do setor elétrico, foram definidos grupos temáticos, os quais são apresentados na Tabela III.1, no ANEXO III.

Adicionalmente, existem lacunas/barreiras tecnológicas que devem ser consideradas para alavancar um Plano de Investimentos para ampliar a integração das FRV no SEB.

Aprimoramento de tecnologias. As FRV são tecnologias relativamente novas, alguns dos desafios são: falta de capital humano no campo da digitalização; falta de infraestrutura de telecomunicação; custos e disponibilidade tecnológica e segurança cibernética. Além disso, no caso concreto das iniciativas de modernização das UHE²⁴, enfrentam desafios regulatórios e financeiros que atuam como elementos limitantes para a sua materialização. O Plano Nacional de Energia - PNE 2050 também destaca a necessidade de aprimorar as regras que incentivem a modernização de usinas hidrelétricas como desafio adicional a ser superado (EPE, 2020c). As instituições setoriais estão avaliando diversas alternativas para resolver esta situação como, por exemplo, a inclusão de UHE em leilões de reserva de capacidade; o esclarecimento dos conceitos de expansão e melhorias utilizados nos contratos de concessão; possibilidade de estender o prazo da concessão em até 20 anos para amortizar os investimentos e obter uma remuneração adequada pela prestação de serviços ancilares.

Digitalização da infraestrutura de Transmissão e Distribuição (T&D). Algumas das barreiras são: falta de implementação de infraestrutura avançada de sensorização e de telecomunicação; falta de um marco regulatório que fomente a implantação de tecnologias tais como as baterias; falta de um mercado (por exemplo, de serviços ancilares, além disso vários dos serviços que as baterias poderiam fornecer não são ainda monetizáveis); falta de mecanismos de tarifação apropriada. Também, a implantação de FACTS também se depara com barreiras à expansão, porque não existe um esquema que incentive sua implantação. Nas redes de distribuição, uma das tecnologias que mais favorece à inserção de GD renovável é a medição inteligente. Contudo esta infraestrutura enfrenta ainda numerosas barreiras para sua massificação, tais como os altos custos de implementação no mercado brasileiro, falta de infraestrutura de telecomunicação que suporte sua instalação, além de questões de cibersegurança.

Ampliação das tecnologias de armazenamento de energia. Como nos casos anteriores, as instituições setoriais estão analisando diversas medidas regulatórias a implementar para que os investimentos neste tipo de tecnologias sejam reconhecidos. Neste momento, por exemplo, não há definição regulatória sobre a incorporação e denominação de ativos de armazenamento na T&D e o marco regulatório ainda não reconhece receitas adequadas para alguns dos serviços prestados por estas tecnologias que poderiam viabilizar este tipo de investimentos. Economicamente, são tecnologias que ainda se encontram em uma etapa inicial no que se refere à sua consideração na expansão do SEB, razão pela qual precisam de apoio financeiro e mobilização de incentivos econômicos. No mercado ainda estão sendo desenvolvidos os

²⁴ O Brasil tem a segunda maior capacidade hidroelétrica instalada do mundo, depois da China, com 109 GW. A capacidade hidroelétrica instalada na rede elétrica excede 60% da capacidade total. Aproximadamente a 50% da capacidade hidrelétrica instalada têm mais de 25 anos de idade (Modernização de Usinas Hidrelétricas na América Latina e no Caribe. Identificação e priorização de necessidades de investimento (BID, 2020).

elementos habilitantes que facilitem a comercialização dos produtos e serviços que estas tecnologias podem oferecer (exemplo, mercado de serviços ancilares). Além disso é necessário o desenvolvimento de um mecanismo de tarifação com maior granularidade que seja mais aderente à realidade operativa e a implementação de uma infraestrutura avançada de sensorização e de telecomunicação que apoie a implantação destas tecnologias, considerando ainda a grande quantidade de dados que devem ser processados, gerenciados e armazenados.

III. Contexto de integração das energias renováveis

Visão geral do setor elétrico

A organização institucional e o funcionamento do SEB baseiam-se na separação vertical das atividades: Geração, Transmissão, Distribuição e Comercialização. Estas atividades são desenvolvidas por empresas públicas, privadas, e de economia mista (Tolmasquim, 2015).

O SIN conecta os geradores e os consumidores, tendo sido projetado para transportar grandes quantidades de energia elétrica por longas distâncias. A conexão permite ganhos sinérgicos de regimes hidrológicos das bacias localizadas nas regiões geográficas brasileiras que possuem diferentes sazonalidades, evitando que os diferentes regimes pluviométricos entre as regiões afetem a oferta de energia em nível nacional. Essa diversificação traz como principais benefícios a redução do uso de combustíveis poluentes, bem como a redução de seus impactos ambientais.

O SEB possui uma das matrizes mais renováveis do mundo. Em 2019, o país ficou em 3º lugar no mundo em capacidade instalada e geração renovável, com 142 GW e 515 TWh, respectivamente (EPE, 2022; IEA, 2021). No mesmo ano, o país ocupava o 2º, 8º e 25º lugar em capacidade instalada hídrica, eólica e fotovoltaica, com 109 GW; 15 GW e 2 GW, respectivamente (EPE, 2022).

Estrutura e capacidade institucional

O SEB tem seu marco institucional nas Leis nº 8.987/1995 e nº 9.074/1995 e está composto por agentes institucionais e econômicos, além de outros agentes não setoriais (Tolmasquim, 2015). Os agentes institucionais são: Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), responsável por propor políticas e diretrizes; MME, responsável pela formulação e implementação de políticas; Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE), responsável pela avaliação da segurança do fornecimento de energia; EPE, responsável pela atualização do plano de expansão da transmissão e geração; ANEEL, responsável pela regulação e fiscalização do SEB; CCEE responsável por viabilizar a comercialização de energia e ONS, responsável pelas atividades de coordenação do sistema. Os agentes institucionais são responsáveis pela política, regulamentação, planejamento e execução das atividades setoriais.

Os agentes econômicos, são titulares de concessão, permissão ou autorização para desenvolver, implantar e explorar atividades de geração, transmissão, distribuição e comercialização. Os agentes não setoriais são aqueles que influenciam as decisões políticas, regulatórias e empresariais, mas que não possuem atuação direta ou competências específicas no SEB (BNDES, a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), entre outros).

A política e o marco regulatório do Brasil para a transição energética foram promulgados por meio de leis e regulamentos que buscam diversificar a matriz energética e descarbonizar o setor de energia:

- **Marco Legal da Micro e MiniGeração Distribuída (MMGD)**; permite o engajamento de pequenos consumidores (chamados de prosumidores) a fim de gerar sua própria energia através de sistemas de micro ou minigeração, possibilitando o ingresso na rede do excedente de energia produzida, gerando créditos, mediante um esquema denominado Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE). Esse esquema promove a democratização do setor elétrico para além das corporações, atingindo até mesmo atores da sociedade, com diferentes modelos de negócios, incluindo a população de baixa renda, por meio do Programa de Energia Social Renovável (PERS). Segundo a EPE, investimentos na MMGD foram de mais de R\$ 740 bilhões entre 2010 e 2020.
- **Solar fotovoltaico centralizado**; a geração solar centralizada iniciou sua participação nos leilões de energia nova em 2014, com uma capacidade contratada de 889,6 MW. Em setembro de 2022 o Brasil ultrapassou os 6 GW de capacidade instalada em usinas fotovoltaicas centralizadas. Dados da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR) mostram que projetos fotovoltaicos centralizados somaram 34,3 GW pedidos de outorga de potência concedidos em abril de 2021. Segundo a EPE, investimentos em geração solar centralizada foram de R\$ 22 bilhões entre 2010 e 2020.
- **Preço de Liquidação das Diferenças horária (PLDh)²⁵**; é o preço utilizado para liquidar a diferença entre recursos e necessidades de cada agente no Mercado de Curto Prazo (MCP). Desde janeiro de 2021, o PLD é calculado para cada hora do dia seguinte, por um modelo matemático estatístico denominado DESSEM. Modelo desenvolvido pelo CEPEL que determina a programação diária da operação de sistemas hidrotérmicos, incluindo fontes intermitentes, originando o preço semi-horário a ser aplicado no mercado de curto prazo.
- **Decreto nº 10.946/2022**; dispõe sobre a cessão de uso de espaços físicos e o aproveitamento de recursos naturais em águas interiores sob domínio da União, no mar territorial, na zona econômica exclusiva e na plataforma continental para geração de energia elétrica a partir de projeto eólico offshore.

Além disso, os regulamentos e normas essenciais emitidos nos últimos anos, que contribuíram para a promoção e penetração das FRV, são descritos no ANEXO VIII.

Análise do portfólio de geração renovável do país

A capacidade instalada da matriz elétrica do país é mais dependente da energia hidrelétrica do que da termelétrica. No entanto, o SEB tem enfrentado situações críticas: desde 2012 as condições hidrológicas do SEB não são favoráveis (falta de chuvas) o que reduziu os níveis dos reservatórios. Além disso, o aumento das restrições ambientais, técnicas, econômicas e sociais que impedem a implantação de UHE com grandes reservatórios. Pode-se destacar também o aumento das FRV. Nestes casos, a energia termelétrica assume um papel maior de geração, apesar de seus custos mais elevados e maior poluição. As emissões de GEE relacionadas às 82 termelétricas inventariadas no Brasil aumentaram²⁶ em 75% de 2020 para 2021, totalizando 54,6 MtCO_{2eq} no último ano. É importante destacar que, independentemente da crise hídrica, o aumento das emissões de GEE deve ser uma tendência, já que cada vez mais termelétricas são incorporadas no SEB (EMA, 2022).

Até o ano de 2019, foram realizados sete leilões com a participação da energia solar para o mercado regulado. Em junho de 2019, foram contratados 203,7 MW de capacidade instalada em projetos de energia solar, negociando sua energia com desconto de mais de 75% em relação

²⁵ Antes o PLD era calculado semanalmente.

²⁶ Tal aumento se deve a um ano de baixa hidrologia em um sistema dominado por fontes hidrelétricas, o que demandou maior uso de térmicas, essa dinâmica varia ano a ano.

ao preço máximo estipulado (preço teto) de 70 US\$/MWh, em que o preço resultante foi de 17 US\$/MWh (EPE, 2019). A Tabela III.2 no ANEXO III mostra os leilões de energia solar.

Os SISOL utilizam majoritariamente óleo diesel para geração, atendidos por 7 distribuidoras. Em 2019, o total de emissões desses sistemas foi de 2,94 MtCO_{2eq} (EPE, 2022c). Além do acentuado nível de emissões de GEE, estes sistemas possuem elevadas perdas de entre 34% a 45%. Algumas distribuidoras estão implementando ações²⁷ de combate às perdas para redução dos índices (EPE, 2021a).

No ano de 2021, o SIN e os SISOL registraram uma carga de 69.449 MW médios e 442 MW médios, respectivamente (a Tabela III.3 no ANEXO III mostra algumas características dos SISOL em relação ao SIN). As emissões do SIN nesse ano totalizaram 54,6 MtCO_{2eq} (indicador de intensidade de emissão de 0,1170 tCO_{2eq}/MWh). Em contrapartida, os SISOL, no mesmo ano, apresentaram um indicador estimado em 0,5720 tCO_{2eq}/MWh.

Apesar dos SISOL representar 0,6% da carga do SIN, embora pequeno, esse número representa um impacto considerável nas contas setoriais. A geração nos SISOL é subsidiada pela CCC, pago por todos os usuários do SIN como encargo na fatura de energia. Segundo a CCEE, o orçamento previsto para a CCC para 2023 gira em torno de US\$ 2,3 bilhões. Esse elevado custo, associado à alta participação da geração a óleo diesel, reforça a importância da transparência e previsibilidade no planejamento dos serviços para SISOL, representando também uma oportunidade de fornecimento de soluções que possam reduzir o consumo de diesel (diminuição da emissão de GEE) e o custo de geração (EPE, 2021c; EPE, 2021b; EPE, 2020). Devido a essa questão, o GdB cria o Programa Pró-Amazônia²⁸, que objetiva a implantação de projetos de redução estrutural dos custos de geração arcados pela CCC.

A promoção da flexibilidade no SIN é considerada uma prioridade atualmente. Nesse sentido, em 2021, a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) realizou o primeiro leilão de reserva de capacidade (Portaria MME nº 20/2021), o qual é um novo mecanismo destinado para suprir a demanda por capacidade do SIN, identificada desde o PDE 2026. Os produtos oferecidos no leilão foram de Energia e Potência, tendo sido contratados 4,6 GW de potência, distribuídos entre gás natural (3,8 GW), óleo combustível (700 MW), diesel (94 MW) e bagaço de cana (65 MW).

Estratégias nacionais de energia de baixo ou zero carbono

O SEB apresenta um baixo nível de emissões de gases de efeito estufa, quando comparado com outros sistemas no mundo. Por exemplo, em 2019 as emissões dos setores elétricos da China, Estados Unidos, União Europeia e Brasil foram de 698 kgCO₂/MWh, 387 kgCO₂/MWh, 285 kgCO₂/MWh e 104 kgCO₂/MWh, respectivamente, em 2021 estas emissões no Brasil foram de 119 kgCO₂/MWh (EPE, 2022d; EPE, 2022e).

²⁷ Programas de eficiência energética da Amazonas Energia, Equatorial Pará, Energisa Acre e Energisa Rondônia preveem uma economia de energia da ordem de 29 GWh/ano.

²⁸ Mediante a Lei nº 14.182/2021, regulamentada pelo Decreto nº 11.059/2022 se cria o Programa de Redução Estrutural de Custos de Geração de Energia na Amazônia Legal e de Navegabilidade do Rio Madeira e do Rio Tocantins - Pró-Amazônia Legal com um triplo objetivo: i) a implementação de projetos que reduzam estruturalmente os custos de geração de energia elétrica suportados pela Conta de Consumo de Combustíveis; ii) a implementação de medidas que aprimorem a navegabilidade do Rio Madeira e do Rio Tocantins; e iii) a destinação de recursos para a continuidade das obras de infraestrutura do Linhão de Tucuruí, correspondente à interligação Manaus-Boa Vista. O Programa vai receber aportes de R\$295 milhões anuais, pelo prazo de dez anos a partir de 2023.

<https://www.gov.br/mme/pt-br/aceso-a-informacao/legislacao/decretos/2022/decreto-n-11-059-2022.pdf/>

O compromisso do Brasil no Acordo de Paris sob sua NDC busca reduzir as emissões de GEE em 37% e 50% abaixo dos níveis de 2005, em 2025 e 2030, respectivamente. Além disso, o GdB espera neutralizar suas emissões até 2050; tudo o que o país emitir deverá ser compensado com plantios de florestas, recuperação de biomassa ou uso de tecnologias (GOV.BR 2022a).

O BM recentemente desenvolveu o Relatório de Clima e Desenvolvimento do País (CCDR), a ser publicado no maio 2023, com o objetivo de identificar prioridades políticas para acelerar a descarbonização e a resiliência do setor energético de forma a atingir o compromisso de emissões líquidas zero na economia Brasileira.²⁹ Segundo o estudo, as características do sistema elétrico oferecem condições únicas para zerar emissões e, inclusive, apoiar a descarbonização da economia até 2050. O aumento nos custos de investimento em expansão e transmissão necessários são compensados por economias nos custos operacionais. Essas características incluem: (i) o SIN é um sistema eficiente, que permite ao Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) se beneficiar do “efeito portfólio” para gerenciar variações da disponibilidade de energia renovável; (ii) o potencial significativo de expansão de FRV, particularmente eólica *onshore* e *offshore* com altos fatores de capacidade (superior a 50% em algumas regiões) e (iii) abundantes recursos hidrelétricos existentes que fornecem energia de base e servem como uma enorme fonte de armazenamento de energia.

Para além do sistema energético, uma peça fundamental para o cumprimento dos objetivos de mitigação nacionais é a erradicação do desmatamento ilegal, atualmente previsto para 2028. Para isso, é proposta uma diminuição gradual da taxa de destruição florestal em 15% ao ano no período de 2022 a 2024, aumentando para 40% de redução em 2025 e 2026, e finalmente alcançando a erradicação completa do desmatamento ilegal até 2028 (BBC, 2021).

Destaca-se também o Programa Nacional de Crescimento Verde (PNCV), criado em 2021 e que tem como objetivos aliar a redução das emissões de carbono, conservação de florestas e uso racional de recursos naturais com a geração de emprego verde e crescimento econômico, melhorando assim a condição de vida da população brasileira (GOV.BR, 2022c).

O Governo Federal conta atualmente com linhas de crédito que, somadas, superam US\$ 48 bilhões e contemplam projetos em áreas como energia renovável, agricultura de baixa emissão, conservação e restauração florestal, gestão de resíduos, transporte e logística, Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) e infraestrutura verde, entre outros (GOV.BR, 2022c).

Papel do setor privado, inovação e alavancagem de recursos

Além de uma maior mobilização de capital, a transição energética exige um papel mais ativo do setor privado, com o fortalecimento das instituições financeiras e de desenvolvimento internacionais. Essas instituições são essenciais para catalisar investimentos e fornecer financiamento concessional para o desenvolvimento e implantação de novas tecnologias. Dados do MME estimam que os investimentos previstos para a evolução física do SIN devem ser da ordem de US\$ 19,5 bilhões no horizonte de 2022 a 2031. Para o mesmo horizonte, as projeções mostram que o aporte da MMDG, de 37 GW de capacidade, requer investimentos da ordem de US\$ 24 bilhões (EPE, 2022a).

O contexto pós-COVID-19 e de desaceleração da atividade econômica como resultado da instabilidade associada à crise econômica internacional e às tensões geopolíticas decorrentes da guerra na Ucrânia, dificultam a mobilização de uma parcela maior do investimento público em

²⁹ As conclusões do estudo referem-se exclusivamente às perspectivas do Banco Mundial em relação ao Brasil e não necessariamente às ambições oficiais do Brasil em relação à agenda de transição energética.

infraestrutura. Nesse contexto, as parcerias, conhecidas como PPP (Parcerias Público-Privadas), se fazem necessárias na diversificação das fontes de capital para os investimentos grandes e plurianuais exigidos pelo setor de energia.

Além de empresas, o investimento privado pode vir também de consumidores individuais de energia, interessados em se tornar *prosumidores*, pela implantação da MMD e baterias. Os consumidores também estão interessados em participar de esquemas de agregação de demanda e programas de resposta à demanda para reduzir sua pegada de carbono e até mesmo comercializar sua energia para gerar renda. Essas iniciativas também requerem financiamento para alcançar o impacto de escala.

O setor privado e as autoridades nacionais unem esforços para realizar pesquisas e investigações por meio de parcerias com a academia e programas liderados pelas câmaras de comércio e outros. Como exemplo, destaca-se o HUB de Hidrogênio Verde (H2V) do Ceará, do CIPP, que é uma parceria entre a Federação das Indústrias do Ceará (FIEC), Universidade Federal do Ceará (UFC) e CIPP S.A. O estado do Ceará possui elevado potencial eólico onshore (94 GW), eólico offshore (117 GW) e solar (643 GW), além de complementaridade solar e eólica diária, condições excelentes para os eletrolisadores.

Dados os volumes e necessidades de financiamento de infraestrutura no Brasil, estes são tradicionalmente atendidos por meio, entre outros instrumentos, de empréstimos corporativos ou *Project Finance*, facilitados por bancos comerciais, e através da emissão de títulos no mercado doméstico ou internacional. Embora as instituições financeiras estejam familiarizadas com o financiamento de projetos FRV, elas estão menos familiarizadas com novas tecnologias, como as relacionadas com a digitalização e automação de redes ou armazenamento de energia ou eólica offshore. Além disso, algumas instituições financeiras são relutantes em apoiar financeiramente projetos baseados nessas tecnologias devido à incerteza regulatória. Nesse contexto, as instituições como o BNDES ou BNB e outros bancos estatais, e internacionais como o Grupo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID e BID Invest) e Grupo Banco Mundial (BM e IFC), podem desempenhar um papel chave na canalização de recursos financeiros e na gestão dos riscos associados a projetos desta natureza. Esses bancos podem acrescentar, em um primeiro momento, progressivamente seu papel no preenchimento de grandes lacunas de financiamento e no desenvolvimento de financiamento de médio e longo prazo.

Esses tipos de investimentos apresentam barreiras como: (i) elevado custo de capital; (ii) prazos de concessão curtos em alguns segmentos de mercado; (iii) percepções de risco do negócio que podem limitar o acesso das micro e pequenas empresas; (iv) falta de acesso a taxas de juros preferenciais e subsídios para cobrir custos de capital; (v) falta de projetos bem estruturados; (vi) marco regulatório complexo, (vii) novas tecnologias que ainda não foram comprovadas e/ou não são financeiramente viáveis sem financiamento concessional, entre outros. Assim, financiamento concessional, mitigação de risco e mecanismos de reforço de crédito serão necessários para gerenciar o espectro de riscos de financiamento e atrair financiadores do setor privado para esses tipos de projetos.

Atividades complementares de outros parceiros de desenvolvimento

Vários doadores multilaterais e bilaterais estão ativamente envolvidos na promoção de energia renovável. Alguns dos principais apoios são descritos a seguir:

Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento e Corporação Financeira Internacional - Grupo Banco Mundial (GBM): O GBM tem apoiado a integração das fontes renováveis de energia no Brasil em sua matriz energética por meio de assistência técnica e/ou

produtos de financiamento. O GBM está conduzindo diversas assistências técnicas para apoiar o desenvolvimento de novas tecnologias, como modernização e flexibilização do setor hidrelétrico, eólica *offshore* e H2 de baixo carbono no Brasil. Além disso, o GBM publicou o Relatório de Desenvolvimento da Mudança Climática³⁰, no qual são identificadas prioridades políticas para acelerar a descarbonização e a resiliência do setor energético. Outras áreas de apoio incluem, por exemplo, o financiamento do primeiro hub de H2V do país e a Parceria para Implementação de Mercado (PMI) com foco na precificação de carbono. O IFC também apoiou a transição energética no Brasil por meio de assistência técnica e através de projetos com clientes do setor privado, que devem se traduzir em investimentos futuros no setor. Por exemplo, o IFC junto ao BNDES e BM firmaram acordo, para a criação de um programa que visa a destinar recursos financeiros e técnicos à estruturação e modelagem de projetos de infraestrutura na modalidade de concessões públicas e Parcerias Público Privadas (PPP) no Brasil, empréstimos a projetos de empresas brasileiras, combate à Lavagem Verde, entre outros.

BID e BID Invest: O Grupo BID tem apoiado a transição energética no Brasil por meio de políticas e operações de investimento, bem como assistência técnica. O Grupo BID já financiou diversos projetos relacionados a projetos solares para desenvolvimento do ACL com contratação de Acordos de Compra de Energia (PPA), garantias a projetos eólicos e solares para desenvolver o mercado de capitais e modernização da rede de distribuição da CELESC-D. Além disso, desenvolveu os projetos de modernização do SEB (assistência técnica para promover a GD e digitalização das redes de T&D), programa de transição energética, desenvolvimento e consolidação do mercado de Sistema de Armazenamento de Energia da Baterias (SAEB), desenvolvimento de armazenamento hidrelétrico na América Latina, entre outros projetos.

Mais detalhes das atividades apoiadas pelos parceiros de cooperação podem ser vistos no ANEXO VI deste relatório.

Diversidade de gênero e de outros grupos minoritários

Brasil apresenta desigualdades significativas em relação a gênero e raça. As mulheres compõem metade da população e 54% dos brasileiros se autodeclararam afrodescendentes (negros ou pardos). A inclusão social com igualdade de oportunidades ainda é uma tarefa necessária no Brasil, que continua sendo um país com profundas desigualdades nos níveis de renda, escolaridade, acesso ao mercado de trabalho e segurança física, que se manifestam especialmente em mulheres, povos indígenas e comunidades afrodescendentes. Os afro-brasileiros representam aproximadamente 78% dos 10% da população com renda mais baixa e apenas 24% dos 10% da população mais rica. Enquanto o trabalhador branco médio sem educação formal ganha R\$ 9,20 por hora de trabalho, o trabalhador afro-brasileiro médio, em condições iguais, ganha R\$ 6,80, ou seja, 26% a menos. Essa diferença sobe para 30% entre trabalhadores que concluíram o ensino superior. Em relação ao gênero, o documento sobre Desafios para o Desenvolvimento do País del BID (CDC, na sigla em inglês, 2018) mostra que a taxa de participação da força de trabalho feminina no Brasil é de apenas 53%, em comparação com 75% para homens. As mulheres estão sub-representadas no setor formal e ocupam apenas 13,6% dos cargos executivos nas 500 maiores empresas brasileiras, embora as trabalhadoras dessas empresas tenham em média maior número de anos de educação formal e participem da maioria dos programas de aprendizagem e capacitação.

³⁰ Brazil CCDR – Energy Sector Deep Dive. PSR-Banco Mundial.

De acordo com a Agência Internacional de Energia Renovável (IRENA)³¹, as mulheres detêm apenas 32% dos empregos de energia renovável em todo o mundo. No Brasil, além de ser predominantemente masculino, o setor ainda é muito permeado por preconceitos. Ao analisar a participação das mulheres em áreas como Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM), sua baixa representação pode ser observada tanto no nível técnico como em cargos de decisão. De acordo com o IBGE, apesar de ter mais anos de estudo, as mulheres ganham em média 77,7% do salário dos homens³². Na engenharia, apenas 39% dos empregos são ocupados por mulheres, este número cai para 32% nas ciências exatas³³. As principais barreiras e desafios para entrar e permanecer no setor estão relacionados ao preconceito de gênero e cultura masculina, bem como à falta de credibilidade na qualidade do trabalho desenvolvido pelas mulheres, particularmente em relação às áreas de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM).

A participação das mulheres em cargos de liderança é limitada, especialmente em cargos superiores, como de diretora ou executiva, o que dificulta o debate e a abordagem de questões importantes, o que contribui para a replicação das desigualdades. Portanto, as mulheres enfrentam uma dupla discriminação: além de estarem sub-representadas em cargos de liderança (que tendem a ter salários mais altos), elas estão super-representadas nos setores de serviços, que tendem a ter salários mais baixos. No setor de energia, apenas 11% das mulheres participam de cargos de decisão em empresas privadas³⁴.

Manter um equilíbrio entre a vida pessoal e familiar também é uma barreira, uma vez que a maioria das responsabilidades pelo cuidado doméstico e familiar recai sobre as mulheres. A violência de gênero e a desigualdade racial são questões fortes e generalizadas no Brasil, resultando em grandes barreiras também para as mulheres do setor, já que 57% dos profissionais já sofreram algum tipo de violência e 71,7% já foram discriminados em seu ambiente profissional³⁵. Algumas ações estão sendo tomadas como um projeto chamado "Sim, elas existem"³⁶, criada como uma iniciativa colaborativa, apartidária e voluntária com o objetivo de identificar candidatas femininas potencialmente interessadas em liderar papéis de energia no governo brasileiro, inclusive no MME e em suas empresas afiliadas e agências reguladoras.

O acesso à energia tem múltiplos impactos especialmente na vida de mulheres e meninas que tendem a passar mais tempo em suas casas. A eletrificação domiciliar melhora a frequência escolar das meninas e, a longo prazo, as oportunidades de emprego para as mulheres. Pesquisas no Brasil mostram que meninas em áreas rurais com acesso à eletricidade têm 59% mais chances de concluir o ensino fundamental até os 18 anos do que aquelas sem acesso. Também mostra que o aumento do acesso à eletricidade melhorou as oportunidades de emprego tanto para homens quanto para mulheres, mas que as mulheres se beneficiaram mais, pois o uso de aparelhos elétricos diminuiu o tempo gasto em tarefas domésticas. Por exemplo, mulheres com uma máquina de lavar são 6,4% mais propensas a estar empregadas do que as mulheres sem o equipamento. Além disso, as pessoas que dependem de fontes de energia poluentes para

³¹ Renewable energy: A gender perspective (irena.org).

³² IBGE (2019b): <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18314-trabalho-e-rendimento.html> 11 BOLZANI (2017).

³³ Mulheres na ciência: por que ainda somos tão poucas? Vanderlan da Silva Bolzani, 2017.

³⁴ Guia de Mulheres na Liderança (Função Getúlio Vargas, 2018). O relatório avaliou a participação das mulheres em cargos de decisão em 88 empresas (nacionais e multinacionais) em 14 setores econômicos no Brasil. Das 30 empresas com os melhores resultados, apenas duas eram do setor de energia: a Shell e a AES Eletropaulo.

³⁵ Solar energy in Brazil: which are the barriers and opportunities for women professionals in the field, C40 Cities Finance Facility and Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, 2021.

³⁶ <https://www.simelasexistem.com/>.

necessidades básicas enfrentam desproporcionalmente os efeitos da poluição do ar, impacto que é particularmente relevante entre mulheres e meninas que são as principais usuárias de energia.

Mais de 820.000 pessoas indígenas vivem no Brasil, representando aproximadamente 0,4% da população total do país. Elas representam 305 grupos étnicos diferentes e possuem mais de 270 idiomas nativos. O estado do Amazonas abriga 20,6% da população indígena. Cerca de 61,5% da população indígena total vive em áreas rurais, enquanto a cidade de São Paulo tem uma população indígena de aproximadamente 12.000, a maior de qualquer área urbana. Apenas 12,5% da terra permanece na posse de pessoas indígenas e apenas 73,7% são alfabetizadas em comparação com a média nacional de 89%³⁷. Em termos de acesso a serviços, 75% têm acesso a eletricidade, 65% a saneamento e 36% a água encanada³⁸.

IV. Descrição do Programa

O objetivo do Plano de Investimento (PI) do Programa de Integração de Energia Renovável do CIF (CIF-REI) no Brasil é fornecer apoio à promoção da descarbonização da economia, principalmente, acelerando a transição energética limpa e inclusiva do país. Especificamente, o CIF-REI irá: (i) diminuir ou eliminar, na medida do possível, as barreiras econômicas, financeiras, regulatórias, técnicas e operacionais que impedem a integração das FRV de energia (basicamente, as tecnologias solar e eólica) no SEB, e (ii) apoiar o desenvolvimento e implantação da infraestrutura apropriada, mantendo as condições de qualidade, confiabilidade e segurança no fornecimento de energia, além de criar as condições favoráveis, para que quantidades crescentes de FRV sejam incorporadas, tanto conectadas ao SIN quanto aos SISOL.

Os recursos concessionais do CIF-REI catalisarão o financiamento das MDB parceiros (Grupo Banco Interamericano de Desenvolvimento e Grupo Banco Mundial), o investimento privado e outros cofinanciamentos em tecnologias/projetos necessários para cumprir os compromissos do NDC e de descarbonização do país. Os tipos de tecnologias, infraestrutura, e atividades transformacionais elegíveis priorizadas pelo programa, que serão elegíveis para receber financiamento, estão descritas na seção Atividades Apoiadas.

O PI do CIF-REI será articulado e implementado a través de duas intervenções lideradas por cada um dos MDB parceiros.

Intervenção do Grupo BID (GBID)

Objetivos específicos. Os recursos do CIF-REI na intervenção do GBID irão destinados a:

- i) Reduzir as barreiras financeiras, técnicas e operacionais que impedem ou limitam a integração da geração de energia renovável no SEB;
- ii) Apoiar a automatização e digitalização da infraestrutura do SEB, além das condições habilitantes, para aumentar a sua flexibilidade e capacidade de absorção de grandes volumes de FRV que se planeja integrar na matriz elétrica nos próximos anos, tanto centralizado quanto distribuído;
- iii) Promover o escalonamento e implementação de tecnologias de armazenamento de energia que permitam aumentar a flexibilidade, confiabilidade, e resiliência do SEB para potencializar a integração das FRV.

³⁷ Indigenous peoples of Brazil, Woodrow Wilson International Center, Brazil Institute.

³⁸ IBGE, Censo Demográfico 2010.

Na intervenção do GBID os recursos concessionais e não reembolsáveis do CIF-REI serão implementados através de dois Componentes liderados e executados pelo BNB, que atuará como Entidade Implementadora (IE) dos recursos do CIF-REI.

Componente 1: Financiamento para dotar de maior flexibilidade ao SEB e apoiar um processo de transição energética limpo, justo, inclusivo e custo-eficiente (US\$ 412 milhões BID, US\$ 33,5 milhões CIF-REI, US\$ 286,3 milhões Programa Pró-Amazônia Legal, e US\$ 325 milhões outros³⁹). O BNB utilizará os recursos assignados do empréstimo do BID em preparação⁴⁰, conjuntamente com os recursos do CIF-REI, para fornecer apoio financeiro a través de empréstimos a desenvolvedores públicos e privados de projetos que tenham como finalidade a descarbonização da economia brasileira e uma transição de energia limpa e inclusiva no Brasil. Através deste componente, o financiamento do CIF-REI será disponibilizado para quaisquer atividades/tecnologias transformacionais que incrementem a flexibilidade e resiliência do SEB para absorver maiores volumes de FRV, nas áreas estratégicas de intervenção definidas (ver a seção sobre tecnologias/atividades transformacionais elegíveis para obter mais detalhes). Neste componente não se estabelecem valores específicos a serem alocados para cada atividade/tecnologia. Os recursos do CIF-REI serão aplicados nos financiamentos diretos concedidos pelo BNB com base no portfólio de projetos elegíveis que sejam identificados na sua carteira de projetos⁴¹.

Os resultados esperados por efeito da implementação deste componente incluem⁴²:

- Aceleração da descarbonização da economia brasileira como resultado da mobilização dos investimentos diretos e induzidos previstos no marco da intervenção do GBID, e seu impacto na inserção das FRV centralizadas e distribuídas e na redução de emissões de GEE e de consumo de combustíveis fósseis. De acordo com as estimativas e simulações desenvolvidas como resultado da implementação da intervenção do GBID, está previsto uma redução de emissões de 23,56 MtCO_{2eq} durante o período de execução e desembolso das operações previstas na intervenção do GBID (2023-2029). Foi estimado que de materializar-se nas condições previstas as operações incorporadas na intervenção do GBID, poderiam ser integrados no SEB o equivalente a 13,5 GW de FRV.
- Aceleração do processo de transição energética concentrando esforços na priorização e no financiamento de projetos nas áreas estratégicas definidas, aumentando a alavancagem de recursos e logrando uma maior efetividade das intervenções para

³⁹ Incluindo capital, financiamento de bancos comerciais e de desenvolvimento local, do BID Invest, e ou outras instituições financeiras internacionais. Este montante é indicativo, mas de qualquer forma considerado como o mínimo possível de cofinanciamento esperado de terceiros.

⁴⁰ Programa de Desenvolvimento Produtivo da Região Nordeste (PRODEPRO).

⁴¹ A região do Nordeste é uma das maiores geradoras de energia renovável, com um grande volume de investimento nos últimos 10 anos. De acordo com o estudo realizado pelo Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste (ETENE) do BNB em 2022, nos próximos 5 anos se preveem investimentos de arredor de R\$ 61 bilhões em projetos eólicos e por volta de R\$ 57 bilhões em projetos fotovoltaicos. O BNB tem uma carteira de projetos de energia de quase R\$ 290 bilhões, dividida em 1.666 projetos.

⁴² Os resultados estimados são indicativos, pois os resultados finais dependerão dos projetos específicos financiados pelo BNB com os recursos do CIF-REI, e de aqueles financiados pelo BNB e o resto das instituições financeiras e investidores que vão a participar na mobilização de recursos no marco das áreas priorizadas pelo GdB. Entretanto, para obter resultados indicativos considerando o CIF-REI + recursos de alavancagem totalizando US\$1.060,8 milhões, estima-se que os recursos da intervenção do Grupo BID vão ser aplicados da seguinte forma: modernização de UHE US\$169,95 milhões, modernização e digitalização das redes de transmissão e distribuição US\$823,7 milhões, e inserção de tecnologias de armazenamento US\$67,2 milhões.

integrar maiores volumes de FRV no SEB. O financiamento de terceiros mobilizado pela intervenção do GBID está estimado em US\$ 1 bilhão.

- Implantação de infraestrutura e sistemas que aumentem a flexibilidade da operação e resiliência das redes elétricas e dos mercados de energia para absorver FRV centralizadas e distribuídas. Espera-se que como resultado da implementação da intervenção do GBID sejam instalados aproximadamente 3,5 milhões de medidores inteligentes, o que favorecerá o empoderamento dos consumidores (prosumidores), e a flexibilidade da operação e a capacidade de absorção da infraestrutura de distribuição dos RED.
- Promoção da atividade econômica, produtividade e competitividade como consequência dos investimentos mobilizados, e à promoção da inovação, o fortalecimento de capacidades técnicas, e o surgimento de novos modelos de negócio associados ao desenvolvimento e implementação das novas tecnologias no SEB.

Os incentivos ao acesso aos fundos serão implementados como um instrumento para superar alguns dos atuais desafios de gênero e inclusão social no setor da energia. Algumas das ações que serão exigidas às empresas públicas e privadas para serem elegíveis para o acesso aos fundos são: (i) uma porcentagem de trabalhadores em todas as hierarquias e divisões das empresas devem ser de mulheres e/ou pertencentes a grupos minoritários (como povos indígenas ou pessoas com incapacidade), afim de garantir ter uma força de trabalho diversificada em termos de gênero e inclusão social, e melhorar a equidade no local de trabalho; (ii) promover a inclusão social e a participação da força de trabalho feminina em setores não tradicionais como energia e construção, desenvolvendo programas de formação profissionalizante para mulheres e grupos diversos em áreas de liderança e técnicas; (iii) fortalecer os recursos humanos com uma perspectiva de igualdade de gênero e de inclusão social, promovendo uma cultura que acomoda as necessidades, horários e preocupações de segurança das mulheres, bem como um ambiente livre de violência baseada no gênero e assédio sexual no local de trabalho; e (iv) realizar cursos ou workshops sobre inclusão de pessoas com incapacidade no mercado de trabalho e analisar a viabilidade de atividades de trabalho para pessoas com deficiência de acordo com suas competências. As atividades de inclusão social e de gênero continuarão a ser planejadas e coordenadas com vista à implementação com o apoio do MDB e o alinhamento com as políticas setoriais.

Componente 2. Fábrica de Projetos e assistência técnica (US\$ 1 milhão BID e US\$ 1,5 milhões CIF-REI recursos não reembolsáveis, e US\$ 1,5 milhões BID recursos reembolsáveis). Os recursos deste componente serão aplicados para desenvolver estudos técnicos, de pré-viabilidade/viabilidade, e para a estruturação de projetos no âmbito do empréstimo a conceder pelo BID ao BNB e ao desenvolvimento de estudos técnicos que contribuam para superar as barreiras identificadas no desenvolvimento de projetos que incrementem a flexibilidade do SEB e promovam a integração de FRV.

Resultados esperados:

- 6 Projetos baseados nas atividades/tecnologias transformacionais elegíveis da intervenção com estudos de pré-viabilidade e/ou viabilidade prontos para o financiamento.
- Aumento do número de pessoas (incluindo mulheres) capacitadas e treinadas em aspectos relacionados à importância da promoção e implementação de FRV, tanto centralizada quanto distribuída, no processo de transição energética para alcançar a descarbonização da economia brasileira, levando em conta as particularidades sociais e culturais das diferentes regiões do país.

Serão realizadas análises específicas de gênero e inclusão social para os 6 projetos, considerando as áreas geográficas específicas de implementação. Atividades de capacitação serão realizadas para melhorar o conhecimento técnico das mulheres e grupos minoritários sobre o processo de transição de energia para a descarbonização da economia brasileira; oficinas também poderão ser realizadas para o desenvolvimento de habilidades de liderança e para aumentar a participação feminina nos processos de tomada de decisão.

Atividades apoiadas

O cofinanciamento da intervenção do GBID contribuirá ao desenvolvimento de atividades e a implementação de tecnologias e infraestrutura que aumentem a flexibilidade, capacidade de adaptação e resiliência do SEB para absorver maiores volumes de FRV nas seguintes áreas estratégicas de intervenção priorizadas no PI do CIF-REI:

- Modernização e digitalização de UHE.
- Digitalização e automatização das redes de T&D no SIN e integração de FRV nos SISOL.
- Tecnologias de armazenamento (UHR, H2 e baterias).

A intervenção do GBID identificará oportunidades de aplicar esquemas de financiamento verde inovador para alavancar recursos de cofinanciamento, com a finalidade de apoiar a implementação das atividades transformacionais elegíveis identificadas nas 3 áreas de destaque da sua intervenção⁴³.

Principais atividades/tecnologias transformacionais elegíveis para a aplicação dos recursos concessionais do CIF-REI na intervenção do GBID:

1. Modernização e digitalização de UHE

- Sensoriamento.
- Criação de sistema supervisor e banco de dados para a aplicação de inteligência computacional.
- Sistemas de medição, proteção, controle, supervisão, comunicação e monitoramento.
- Soluções digitais de otimização da Operação e Manutenção (O&M) de UHE.
- Repotenciação de UHE.

2. Digitalização e automatização das redes de T&D

- Transmissão:
 - FACTS (SVC, STATCOM, TSSC, TCSC, SSSC, UPFC), e sistemas de compensação síncrona semelhantes.
 - Sensores e sistemas de controle e comunicações.
 - Equipamentos de transmissão associados a projetos de FRV.
 - Modelos computacionais como suporte à avaliação de planejamento das redes elétricas;
 - Equipamentos auxiliares para DLR, tais como, sistemas de comunicação, sensores de medição, detectores de quedas, estações meteorológicas, sistemas de armazenamento de dados.

⁴³ Um estudo realizado pela ETENE do BNB em 2022 indicou uma estimativa potencial de R\$ 61 bilhões em eólica e R\$ 57 bilhões em fotovoltaica para os próximos cinco anos. O BNB tem uma carteira de projetos de energia de quase R\$ 290 bilhões, dividida em 1.666 projetos (<https://www.bnb.gov.br/>).

- Modelos computacionais para cálculo do DLR na operação dos sistemas de transmissão.
- Software de registro de dados para armazenar e analisar dados de equipamentos DLR.
- Software de análise de dados implantado por operadores de sistema para analisar dados gerados por sistemas DLR.
- **Distribuição:**
 - Tecnologias que tragam flexibilidade ao sistema, tais como, soluções avançadas de controle e automação (ex: D-FACTS).
 - Infraestrutura de Medição inteligente (AMI).
 - Equipamentos do sistema de distribuição que contribuam a incrementar sua resiliência e capacidade de integração da GD renovável, reduzindo a sua vulnerabilidade.
 - Sensores e sistemas de controle e comunicações.
 - Implementação de programa de Resposta da Demanda.
 - Modelos computacionais como suporte à avaliação de planejamento e operação das redes de distribuição com penetração de RED.
 - Modelos computacionais como suporte à avaliação da integração operativa dos sistemas de distribuição de transmissão.
- Descarbonização do SISOL: O Programa Pró-Amazônia Legal, previsto na lei que autoriza o processo de desestatização da Eletrobras, busca a Redução Estrutural de Custos de Geração de Energia na Amazônia Legal e Navegabilidade do Rio Madeira e do Rio Tocantins. Beneficiando cerca de 3 milhões de pessoas atendidas pelo SISOL.
 - Digitalização e automatização de redes e implementação de microrredes.
 - Desenvolvimento de Programas de Eficiência Energética.
 - Interconexão entre sim de localidades SISOL e ao SIN.
 - Hibridação dos SISOL com FRV, com ou sem armazenamento de energia.

3. Tecnologias de armazenamento

- Baterias.
- Hidrogênio.
- Usinas Hidrelétricas Reversíveis.

O cofinanciamento CIF REI do Brasil apoiará as seguintes atividades (resultados esperados, indicadores e metas relativas são detalhados na seção VIII e o IRF completo no ANEXO II):

A Tabela 1, a seguir, resume os investimentos e os respectivos impactos das diferentes atividades que podem ser cofinanciadas pelo CIF-REI.

Tabela 1. Dados das áreas de atuação

Áreas de atuação	Investimento (US\$ M/ano)	Investimento (%)	Emissões evitadas (MtCO _{2eq} /ano)	Inserção FRV (GW/ano)
Modernização UHE	1,861,1	24,9	1,8	1,6
Modernização T&D	4.891,5	65,3	7,4	9,8
Armazenamento	735,7	9,8	2,2	2,0
Total	7.488,3	100,0	11,4	13,5

Intervenção do Grupo BM (GBM)

No ano 2021 o GoB estabeleceu as diretrizes do Programa Nacional do Hidrogênio (PNH2), o qual estabelece a visão estratégica para o desenvolvimento da indústria e do mercado brasileiro de hidrogênio.

O PNH2 é formado por seis eixos de atuação (Figura 4), acompanhados por diretrizes específicas. O eixo três, planejamento energético, é bastante relevante em termos de integração de energia renovável, com diretrizes para a incorporação da oferta e demanda de hidrogênio e os efeitos sobre a expansão do setor elétrico. Ademais, estabeleceu-se o Comitê do Programa Nacional de Hidrogênio (Coges PNH2) com finalidade de coordenar e supervisionar o planejamento e a implementação do PNH2, bem como foi elaborado e submetido à consulta pública um Plano Trienal (2023-2025) do PNH2, o que destaca o compromisso do país para desenvolver o mercado de hidrogênio de baixo carbono e a integrá-lo no setor elétrico.

As ações previstas no marco deste componente dialogam com as atividades projetadas no marco de plano trienal do PNH2, em particular crescimento do mercado e competitividade, capacitação e recursos humanos. A cooperação internacional também foi identificada como um dos eixos prioritários do Programa.

Para além das iniciativas a nível do executivo, em março deste ano o Senado Federal do Brasil estabeleceu a Comissão Especial para Debate de Políticas Públicas sobre Hidrogênio Verde (CEHV) com objetivo de fomentar o hidrogênio verde como fonte energética no Brasil, reconhecendo ainda a importância da integração de hidrogênio nas matrizes elétrica e energética.



Figura 4 – Eixos temáticos do PNH2⁴⁴

Segundo o CCCR, estudo realizado pelo Banco Mundial, a matriz elétrica Brasileira tem características únicas que permitem tanto a sua descarbonização de forma econômica, quanto a ampliação da descarbonização da economia a partir da eletrificação de certos setores. Para descarbonizar a economia e atingir objetivo de emissões líquidas zero (net zero), será necessário investir massivamente em capacidade de FRV até 2050: em comparação ao cenário de base (tendo o PDE 2031 como referência), seria necessário aumentar em 146 GW a capacidade solar, 83 GW a capacidade eólica onshore, 18 GW a capacidade eólica offshore e em 29 GW a capacidade de UHR.

O H2V permite uma maior integração de fontes intermitentes na matriz elétrica, ao permitir a absorção de excessos de oferta da expansão de FRVs em um vetor energético flexível que pode apoiar tanto a estabilidade do sistema elétrico, quanto possibilitar a ampliação do alcance destas fontes para viabilizar a integração de FRV na matriz energética mais ampla, para além do setor elétrico, contribuindo, desta forma, para a descarbonização da economia brasileira. Além de apoiar o cumprimento do objetivo nacional de emissões líquidas zero em 2050, a produção de H2V e derivados permitiria criar uma nova economia para o país, sendo, portanto, uma forma de impulsionar o desenvolvimento econômico através da industrialização da economia brasileira. Por exemplo, o país, que hoje exporta cerca de 20% da demanda de ferro mundial (WITS, 2023), poderia se tornar um exportador de aço verde.

No Brasil, o desenvolvimento do mercado de H2V pode ser feito a partir de hubs, combinando em um mesmo local a produção, transformação e uso/comercialização do H2V e derivados. Esta é uma forma de aproveitar economias de escala e de escopo através de infraestrutura compartilhada (como abastecimento de água, rede elétrica, e infraestrutura industrial e portuária), além da localização estratégica para a produção e comercialização de produtos (uma vez que os principais hubs de H2V previstos para o Brasil se encontram em zonas industriais e portuárias). Outro benefício, seria acoplar a produção de eólica offshore com H2V como uma forma de diminuir custos e permitir a integração da eólica offshore: a produção de H2V diretamente no terminal offshore permite diminuir o custo do investimento da própria geração,

⁴⁴ Fonte: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/mme-apresenta-ao-cnpe-proposta-de-diretrizes-para-o-programa-nacional-do-hidrogenio-pnh2/HidrogenioRelatriodiretrizes.pdf>.

uma vez que o custo de transporte do H2V é em média 80% menor que a linha submarina que conecta a subestação offshore ao SIN.

O Brasil tem pelo menos cinco complexos portuários e industriais, dos quais quatro estão localizados na região Nordeste. São eles: Pecém (Ceará), Suape (Pernambuco), Camaçari (Bahia), e o novo complexo portuário que está sendo construído no Rio Grande do Norte com o apoio do Banco Mundial. Nesses exemplos, há uma forte complementariedade entre produção eólica offshore, produção de H2V e derivados, e o uso doméstico, além de estarem alinhados à necessidade de desenvolvimento econômico no Nordeste para reduzir as disparidades econômicas regionais no Brasil. O hub de H2V do Pecém é atualmente o mais avançado do país, por ter: (i) quatro pré-contratos e 20 Memorandos de Entendimento (MoU) assinados com empresas do setor privado, (ii) estar localizado próximo a grandes indústrias (como siderurgia e cimento, que serão importantes consumidoras de H2V para descarbonização), e (iii) ter benefícios fiscais federais e estaduais por ser uma Zona de Processamento de Exportação (ZPE) já constituída. O modelo que está sendo constituído no Pecém representa um esforço pioneiro no país para o desenvolvimento das cadeias de hidrogênio, e poderia ser replicado em outros hubs, tanto pela região Nordeste, como nas demais regiões do Brasil.

No caso do H2V, uma das principais barreiras para o desenvolvimento desse novo mercado está no alto custo inicial para projetos de H2V, combinado com a incerteza sobre a demanda. Muitos chamam este desafio do dilema do ovo e a galinha: sem produção, não terá demanda, e sem demanda não terão produtores e investidores interessados. Segundo uma análise de mercado conduzida pelo Banco Mundial, uma das formas de promover projetos de H2V seria através do financiamento público de infraestrutura compartilhada, como corredores de utilidades e infraestrutura portuária, sendo está uma forma de reduzir o risco do investimento para o setor privado e dando ao mesmo tempo um sinal claro da política de desenvolvimento do estado.

Neste contexto, a proposta de intervenção do GBM pretende apoiar o desenvolvimento do primeiro hub de H2V do Brasil, localizado no Pecém. Esse investimento está tanto alinhado com os objetivos do CIF-REI de maior integração de fontes renováveis na matriz energética, quanto com os objetivos climáticos de descarbonização da economia brasileira e o PNH2.

Objetivos específicos. Os recursos do CIF-REI na intervenção proposta pelo GBM serão destinados a:

- i) Apoiar a integração em grande escala de FRV, a partir do desenvolvimento do hub de H2V na região Nordeste, tendo em vista a descarbonização do setor elétrico e da economia como um todo,
- ii) Desenvolver a infraestrutura de apoio compartilhada necessária ao desenvolvimento das cadeias de valor do hidrogênio verde, de modo a gerar condições favoráveis para um ambiente de negócios saudável,
- iii) Mobilizar o capital privado, destravando investimentos para o desenvolvimento de cadeias de valor e a criação do mercado de H2V no Brasil,
- iv) Promover uma transição energética que incentive a capacitação de mão de obra para novos setores, do apoio à inovação tecnológica e do fomento ao desenvolvimento socioeconômico das comunidades em torno do hub de H2V.

Para atingir tais objetivos, o **GBM pretende mobilizar recursos para uma descarbonização da economia Brasileira**. Estes recursos serão aplicados para cobrir parte da (i) infraestrutura compartilhada necessária no hub de H2V, de forma a atrair o capital privado e acelerar o

desenvolvimento deste mercado e (ii) a criação de um hub de inovação na região do Nordeste (contendo centro de pesquisa e laboratórios de certificação, centro de treinamento e capacitação, e ações voltadas para PD&I).

Os resultados esperados por efeito da implementação deste componente incluem:

- A viabilização de uma maior integração de FRVs na matriz energética brasileira, facilitando a integração em escala de novas fontes renováveis, como eólica offshore (em torno de 6GW de capacidade no prazo 2032 de demanda dos quatro investidores com pré-contratos já assinado)
- Apoiar a aceleração da descarbonização das economias brasileira e mundial, através do financiamento do primeiro hub de H2V do Brasil, promovendo a efetiva de emissões de GEE e contribuindo de forma significativa a atingir o objetivo de net zero em 2050 (mais detalhes no Anexo VII),
- Mobilização de pelo menos US\$ 8.000 milhões até 2030 da iniciativa privada,
- Emprego e engajamento das comunidades em torno do hub de H2, alavancando o número de pessoas (em especial as mulheres) capacitadas e treinadas para projetos de H2V e derivados, especialmente com foco em uma das regiões mais pobres do Brasil.
- Lições a serem aprendidas para expansão de FRV usando H2 em larga escala no resto do Brasil.

V. Plano de Financiamento e Instrumentos

Dotação orçamental solicitada para investimentos

Intervenção do GBID

A intervenção do GBID propõe que os recursos CIF-REI cofinanciem dois componentes: i) Componente 1. O Programa de Financiamento para dotar de Maior Flexibilidade ao SEB no Processo de Transição de Energia do Brasil; e ii) Componente 2. O Programa Fábrica de Projetos. Ambos os componentes serão administrados pelo Banco do Nordeste (BNB). A Tabela 2 mostra a estrutura de financiamento.

Tabela 2. Estrutura de financiamento da intervenção do GBID

COMPONENTES		RECURSOS FINANCEIROS						Subtotal Componente
		CIF-REI (a través do BID)	ALAVANCAGEM					
			Banco do Nordeste	Banco do Nordeste (BR-L1611) ⁽²⁾	CELESC-D (BR-L1491) ⁽³⁾	Modernização do Setor Energético Brasileiro (BR-T1529) ⁽⁴⁾	Programa Pró-Amazônia Legal ⁽⁶⁾	
1	Financiamento para dotar de Maior Flexibilidade ao SEB no Processo de Transição Energética do Brasil	US\$ 33,5 m	US\$ 35 m (operação de US\$ 300 m)	US\$ 377 m		US\$286,3 m	US\$ 325 m	US\$ 1.056,8 m
2	Fábrica de Projetos	US\$ 1,5 m ⁽¹⁾	US\$ 1,5 m		US\$1 m ⁽⁵⁾			US\$ 4 m
Subtotal		US\$ 35 milhões	US\$ 1.025,8 milhões					
TOTAL		US\$ 1.060,8 milhões (US\$ 33,5 m. concessional + US\$ 4 m. AT + US\$ 1.023,3 m. capital ordinario e de 3 ^{as} partes)						

(1) Assistência técnica (AT) não reembolsável do CIF-REI

(2) Empréstimo do BID em preparação com Carta Consulta aprovada em novembro 2022 (data prevista de aprovação dezembro 2023 - janeiro 2024)

(3) Empréstimo do BID em execução com a CELESC, distribuidora do Estado de Santa Catarina, para promover a digitalização, automatização e o reforço das suas redes de alta, média e baixa tensão, com a finalidade de reduzir a vulnerabilidade e as perdas no SEB, e facilitar a inserção dos recursos renováveis distribuídos

(4) AT não reembolsável do BID em execução

(5) Assistência técnica (AT) não reembolsável do BID

(6) Objetivo principal do Programa é reduzir estruturalmente os custos de geração de energia elétrica nos SISOL promovendo sua interconexão e a instalação de FRV e o uso de combustíveis renováveis, com ou sem armazenamento de energia

Custos e fontes de financiamento

Componente 1: Financiamento para dotar de maior flexibilidade ao SEB e apoiar um processo de transição energética limpo, justo, inclusivo e custo-eficiente (US\$ 412 milhões BID, US\$ 33,5 milhões. CIF-REI, US\$ 286,3 milhões. Programa Pró-Amazônia Legal, e US\$ 325 milhões. outros). Os recursos do CIF-REI serão canalizados a través da execução da operação Programa de Desenvolvimento Produtivo da Região Noroeste (BR-L1611), empréstimo do BID ao BNB em preparação⁴⁵.

O BNB receberá US\$ 35 milhões do CIF-REI (US\$ 33,5 milhões de recursos concessionais e US\$ 1,5 milhões de recursos não reembolsáveis de assistência técnica) que serão aplicados para financiar projetos e reduzir as barreiras à implantação das atividades/tecnologias transformacionais elegíveis nas áreas estratégicas definidas.

BNB utilizará os recursos do BID e do CIF-REI para reduzir seus custos de financiamento e alongar os períodos de empréstimo, e para diversificar suas fontes de financiamento, respondendo assim melhor às necessidades de financiamento dos investidores privados e públicos na promoção e implementação de projetos que promovam a integração de FRV no SEB.

Este componente será alavancado com investimentos financiados através do Programa de Investimentos em Infraestrutura Energética da CELESC-BID (BR-L1491), empréstimo em

⁴⁵ Programa de Desenvolvimento Produtivo da Região Nordeste (PRODEPRO). Empréstimo de US\$ 300 m do BID ao BNB em preparação, com carta-consulta aprovada em outubro de 2022. Espera-se que o empréstimo seja aprovado pelo Conselho de Administração do BID em 2023, e que comece a ser implementado em meados de 2024. O empréstimo visa financiar infraestrutura sustentável em setores como logística e transporte, energia, conectividade, e infraestrutura para competitividade empresarial. O PRODEPRO também terá um componente de US\$ 20MM para apoiar a criação de uma Fábrica de Projetos dentro do BNB. De acordo com as análises realizadas na preparação da operação, espera-se que o BNB destinará pelo menos US\$ 35MM do empréstimo do BID para o financiamento de investimentos nas áreas estratégicas de intervenção do GBID identificadas, além de fornecer investimentos com recursos próprios para o financiamento de projetos elegíveis no marco do PI do CIF-REI.

execução concedido pelo BID a CELESC-D (empresa de distribuição de eletricidade do Estado de Santa Catarina)⁴⁶.

O Programa Pró-Amazônia Legal⁴⁷ alavancará US\$ 286,3 milhões no período 2023-2029, no marco da intervenção do GBID, para apoiar o desenvolvimento de projetos de inserção de FRV e uso de combustíveis renováveis nos SISOL, e de integração dos SISOL entre sim, ou ao SIN, utilizando redes inteligentes de transmissão e distribuição, e microrredes.

Além disso, espera-se que a intervenção do GBID mobilize o cofinanciamento de terceiros para um volume estimado de US\$ 325 milhões adicionais (incluindo capital, financiamento de bancos comerciais e desenvolvimento locais, BID Invest ou outras instituições financeiras internacionais).

Os destinatários/beneficiários dos recursos canalizados a través do GBID serão empresas ou entidades públicas, e públicas-privadas, que cumpram os critérios de elegibilidade da intervenção e as políticas de salvaguarda ambiental e social do BID.

Custos, taxas e condições financeiras aplicáveis aos recursos do CIF-REI, corresponderão aos Termos e Condições Financeiras dos fundos CIF publicados em novembro de 2020⁴⁸.

Componente 2. Fábrica de Projetos e assistência técnica (US\$ 1 milhão BID e US\$ 1,5 milhões CIF-REI recursos não reembolsáveis, e US\$ 1,5 milhões BID recursos reembolsáveis). Os recursos de cooperação técnica do CIF-REI serão canalizados a través do BID e executados por BNB para cofinanciar estudos técnicos e de pré-viabilidade e viabilidade nas áreas estratégicas da intervenção, e estruturar projetos piloto. BNB contribuirá com US\$ 1,5 milhões do empréstimo do BID. Além disso o BID mobilizará US\$ 1 milhão de assistência técnica⁴⁹ para desenvolver estudos técnicos, com a finalidade de contribuir a superar as barreiras identificadas para o desenvolvimento dos investimentos nas áreas estratégicas de atuação identificadas.

Estima-se que o período de execução e desembolso das operações previstas na intervenção do GBID vai ter uma duração de 6 anos, entre os anos 2023 até 2029.

⁴⁶ Programa de Investimentos em Infraestrutura Energética da CELESC-BID (BR-L1491). Programa a través do qual são mobilizados recursos por um valor total de US\$ 377 m (US\$ 276 m do empréstimo do BID e US\$ 101 m de recursos próprios da CELESC-D), com a finalidade de atender ao crescimento da demanda de energia elétrica mediante a expansão e modernização da rede de distribuição da CELESC-D, aumentar a confiabilidade e resiliência e melhorar a eficiência na operação do sistema elétrico, e incentivar uma maior participação de gênero na CELESC-D.

⁴⁷ O Programa Pró-Amazônia Legal tem uma duração prevista de dez anos (2023-2032), período no que serão aportados anualmente pela Eletronorte R\$ 295 milhões, dos quais R\$206,5 milhões serão destinados à implementação de projetos que reduzam estruturalmente os custos de geração de energia elétrica na Amazônia Legal. Este Programa deve beneficiar cerca de três milhões de habitantes atendidos por SISOL, no Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia e Roraima. Normalmente, as comunidades atendidas por SISOL, por serem mais afastadas, utilizam combustíveis fósseis, principalmente óleo diesel, para a geração de eletricidade. O objetivo do Programa é substituir o combustível fóssil pelo uso de FRV ou combustíveis renováveis, com ou sem armazenamento; aprimorando medidas de eficiência energética, trocando equipamentos e melhorando o uso de energia nessas localidades mais afastadas; desenvolvendo soluções para reduzir o nível de perdas; e, se possível, integrar essas localidades entre sim, ou ao SIN, utilizando redes inteligentes de transmissão e distribuição, e microrredes. Na intervenção do GBID consideram-se US\$ 286,3 milhões correspondentes aos investimentos mobilizados pelo Programa no período 2023-2029, com o objetivo de reduzir estruturalmente os custos de geração de energia elétrica dos SISOL.

⁴⁸ <https://www.cif.org/documents/climate-investment-funds-financial-terms-and-conditions>.

⁴⁹ Modernização do Setor Elétrico do Brasil (BR-T1529). O objetivo desta Cooperação Técnica do BID é apoiar o GdB para fortalecer suas capacidades institucionais, técnicas e reguladoras para promover uma maior integração de tecnologias de baixo carbono na matriz energética brasileira.

Intervenção do GBM

O GBM propõe que os recursos CIF-REI cofinanciem a criação do primeiro hub de H2V no Brasil, localizado no Complexo do Pecém, Ceará, incluindo tanto infraestrutura compartilhada para acelerar a descarbonização da economia e alavancar a iniciativa privada, quanto investimentos em um hub de inovação, capacitando mão de obra e apoiando o processo de transição energética. Esta intervenção poderá ser replicada em outros hubs, que estão atualmente sendo identificados através de uma assistência técnica conduzida pelo Banco Mundial para o governo federal.

Na intervenção do GBM os recursos concessionais e não reembolsáveis do CIF-REI serão implementados através do Componente a seguir, a ser executado pelo CIPP, no qual o Governo do Estado do Ceará tem 70% de participação.

Componente 3: Apoio ao desenvolvimento de H2V no Brasil (US\$ 90 m. BM, US\$ 200 m. CIPP, US\$ 35-55 m. CIF-REI, US\$ 8,000 m. setor privado). O CIPP receberá US\$ 35-55 m do CIF-REI (US\$ 35 m de recursos concessionais) que serão aplicados para cobrir parte da (i) infraestrutura compartilhada necessária e (ii) o desenvolvimento de um hub de inovação (contendo centro de pesquisa e laboratórios de certificação, centro de treinamento e capacitação e ações voltadas para P&D&I).

Investimentos em infraestrutura compartilhada permitirão acelerar o desenvolvimento de hubs de H2V. No caso do hub de H2V do Ceará, será necessário investir cerca de US\$ 150 milhões, cobrindo a infraestrutura compartilhada necessária e o desenvolvimento de um hub de inovação.

Este componente será cofinanciado por investimentos do BM (US\$ 90 milhões), do CIPP (US\$ 200 milhões), e do setor privado (estimativa de US\$ 8,000 milhões), chegando a uma alavancagem do projeto que supere significativamente a relação 1:10.

O CIPP utilizará os recursos do empréstimo do BM, que está em preparação através de uma carta consulta⁵⁰, conjuntamente com os recursos do CIF-REI, para financiar a infraestrutura necessária do hub de H2V do Pecém. É previsto que entre US\$ 35-55 milhões em fundos concessionais sejam necessários para cobrir os seguintes itens, mostrados na Tabela 3.

Tabela 3. Estrutura de financiamento do GBM

Item	Descrição	Financiamento
Infraestrutura compartilhada para a cadeia produtiva do H2V	Corredores de utilidade e infraestruturas de acesso a Zona de Processamento der Exportação -ZPE	US\$ 5 milhões
	Expansão do Terminal de Múltiplas Utilidades do Porto do Pecém (TMUT) e novo berço de atração	US\$ 10 milhões
	Expansão do Pier 2 para operação de amônia	US\$ 10 milhões
	Implantação de Novos Sistemas Operacionais e de Segurança e Controle no CIPP e na ZPE, visando as Novas Demandas e Exigências Legais da Cadeia do H2V	US\$ 2 milhões

⁵⁰ O Banco Mundial está apoiando o CIPP através de uma carta consulta de US\$ 100 m, que conta com US\$90 m do BM para uma contrapartida de US\$10 do CIF.

Desenvolvimento de um hub de Inovação Nacional na cadeia de H2V localizado no Pecém	Estruturação de infraestrutura de laboratórios para a região do Nordeste (Armazenagem de Amônia, Softwares de Gestão de Energia, Tipologias para Indústria de Fertilizantes, Transportes, Combustível sintético, Transmissão de Energia), em parceria com instituições de ensino e capacitação (incluindo outras instituições localizadas no Nordeste)	US\$ 6 milhões (US\$ 1,5 milhões não reembolsáveis)
	Parametrizações para Certificações de Segurança em todas as Etapas da Cadeia Produtiva do H2V e derivados, Preparação de Cursos Técnicos, Graduação, Pós-Graduação e Especializações Técnicas em parceria com outras instituições de ensino e capacitação, com foco em igualdade de gênero	US\$ 2 milhões
Desenvolvimento de projetos privados (IFC)	Fundos concessionais para <i>Blended Finance</i>	US\$ 20 milhões

Para os Componentes 1 e 3, custos, taxas e condições financeiras aplicáveis aos recursos do CIF-REI, corresponderão aos Termos e Condições Financeiras dos fundos CIF publicados em novembro de 2020⁵¹.

VI. Atividades Adicionais Desenvolvidas

Atividades paralelas financiadas por outros parceiros de desenvolvimento

- **Acordo de Cooperação Brasil-Alemanha para o Desenvolvimento Sustentável. Armazenamento de Energia, Projeto E2 Brasil - Tecnologias de Armazenamento de Energia.** Este projeto é uma iniciativa que integra a Cooperação Brasil-Alemanha para o Desenvolvimento Sustentável e é implementado pela GIZ e pelo MME, com o apoio do Ministério Federal de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (BMZ) da Alemanha. Com apoio financeiro da GIZ, o volume de financiamento para este projeto é de até €\$ 5 milhões. O objetivo do projeto é criar pré-requisitos para o uso generalizado de tecnologias de armazenamento de energia, para melhorar a estabilidade da rede e a segurança no serviço de eletricidade no Brasil. O projeto está dividido em quatro componentes:
 - Análise das condições estruturantes para a ampla utilização de sistemas de armazenamento de energia.
 - Integração do armazenamento de energia como um componente do SEB.
 - Demonstração e exemplo da viabilidade técnica, econômica e ambiental do armazenamento de energia no SEB.
 - Estabelecer redes para pesquisa orientada a aplicativos, desenvolvimento de produtos, fabricação industrial e distribuição de tecnologias de armazenamento.
- **Análise de projetos de armazenamento de baterias existentes no Brasil.** Com apoio financeiro da GIZ, este projeto teve como objetivo identificar e analisar os principais desafios e aprendizados na implantação de projetos de armazenamento de baterias realizados anteriormente no Brasil. Suas principais atividades são: análise de projetos existentes e

⁵¹ <https://www.cif.org/documents/climate-investment-funds-financial-terms-and-conditions>.

entrevistas padronizadas com um número relevante de atores-chave do setor, fabricantes ou integradores locais de sistemas de armazenamento.

- **Normatização/Padronização do BESS.** Com apoio financeiro da GIZ, este projeto visa aproveitar a experiência internacional para desenvolver recomendações capazes de subsidiar normas e diretrizes voluntárias ou obrigatórias, por meio das quais seja permitido o uso seguro e eficiente de sistemas de armazenamento, principalmente o uso da tecnologia íon-lítio. Suas principais atividades são: análise de diretrizes, normas e padrões para baterias de íon-lítio e recomendações de diretrizes, normas técnicas, padronizações e guias de segurança para armazenamento em baterias no Brasil.
- **Treinamento - Análise de viabilidade de projetos com BESS.** Com apoio financeiro da GIZ, este projeto visa discutir as pré-condições necessárias para a execução de um projeto que utiliza sistemas de armazenamento de energia. Formação destinada a capacitar empresas, Pequenas e Médias Empresas (PME) e particulares no setor das energias renováveis. Suas principais atividades são: elaboração de materiais didáticos e relevantes, que posteriormente sirvam de suporte aberto/público para consulta após o curso; disponibilização de conteúdos detalhados sobre as questões mais relevantes no desenvolvimento de um projeto BESS, como fundamentos e aplicações, o que inclui o mapeamento de diferentes tecnologias e como são aplicadas em contextos on-grid e isolados e adaptação de uma ferramenta para análise e ilustração de técnicas e esferas econômicas, com explicação completa da terminologia, avaliação BESS e ferramentas relevantes para avaliar a viabilidade do projeto.
- **Hidrogênio Verde no Brasil (Tractebel).** Parceria Brasil Alemanha Tecnologias de armazenamento de energia (H2Brasil) elaborado pela Tractebel - Engie. Com apoio financeiro da GIZ, o projeto visa analisar o potencial de produção de H2V no Brasil considerando à exportação de produtos. Foco: Potencial de Hidrogênio e Custos de Produção Oportunidade de Exportação Aspectos Regulatórios.
- **Modernização do Setor Elétrico Brasileiro.** Este projeto é uma iniciativa que integra o BID e o MME, com apoio financeiro do BID, o volume de financiamento para este projeto foi de US\$ 1.000.000. O objetivo do projeto era apoiar o GdB a fortalecer suas capacidades institucionais, técnicas e regulatórias para promover uma maior integração de tecnologias de baixo carbono na matriz energética brasileira. O projeto está dividido em quatro componentes: promover a descarbonização, digitalização, descentralização e democratização do SEB; fortalecer a liberalização e a competitividade do setor elétrico no Brasil, aumentar a mobilização de investimentos privados de baixo carbono e impulsionar o desenvolvimento de novas tecnologias para apoiar a descarbonização da matriz energética brasileira.
- **Projeto de Fortalecimento dos Setores Energético e Mineral II.** Este projeto é uma iniciativa que integra o BM e o MME. Com o apoio financeiro do Banco Mundial, o custo de investimento do projeto é de US\$ 38 milhões. Os principais resultados esperados do projeto são instituições climáticas inteligentes e fortalecidas, mercados mais eficientes e políticas e regulamentações mais eficazes nos setores de energia e mineração para aumentar a resiliência a eventos climáticos agravados pela mudança climática, acelerar a entrega de regulamentação ajustes, planejamento e suporte à modernização da infraestrutura. Para o propósito do projeto, a resiliência climática é definida como a capacidade de antecipar, preparar e responder a crises hidrológicas e/ou eventos perigosos, tendências ou distúrbios

relacionados ou exacerbados pelas mudanças climáticas. Para efeito do projeto, Eficiência de Mercado é definida como a existência de arranjos de mercado adequados ao propósito e que incorporam toda a informação disponível, proporcionando aos agentes em toda a cadeia de valor incentivos para operar seus sistemas de forma econômica, com um equilíbrio adequado de risco e recompensa que é do interesse do consumidor final. Os principais beneficiários diretos são diversas instituições públicas, órgãos setoriais e secretarias como (i) MME, incluindo suas Secretarias e a Assessoria de Assuntos Ambientais (AESA); (ii) EPE; (iii) ANEEL; (iv) CEPEL; (v) CPRM; (vi) ANM; (vii) ANP; e, (viii) ONS.

VII. Potencial de Implementação e Avaliação de Risco

A implementação das ações e intervenções previstas no Plano de Investimento do CIF-REI do Brasil contribui para apoiar e acelerar o processo de transição energética brasileiro, concentrando a mobilização de recursos em condições financeiras favoráveis para apoiar atividades/tecnologias inovadoras que promovem a inserção da FRV na matriz energética do país. No entanto, a implementação pode enfrentar riscos relacionados ao novo marco regulatório, novas tecnologias, questões financeiras, estabilidade política, impactos ambientais e sociais.

Regulação

O marco legal é sólido e o setor elétrico é constituído por instituições robustas. No entanto, existem áreas onde o regulamento requer ajustes e definições, como padronização técnica (definições regulatórias), modelos de remuneração (tanto para implantação de tecnologias de armazenamento de energia como de medidores inteligentes), novos mercados onde estas tecnologias de armazenamento possam comercializar seus produtos e/ou serviços, massificação de medidores inteligentes, adoção de novos modelos de negócio para eólica offshore e H2V. O Brasil vem atuando no sentido de reduzir suas barreiras regulatórias no mercado de eletricidade, com o processo de modernização pelo qual seu sistema elétrico vem passando. Novos códigos estão sendo discutidos no Poder Legislativo que buscam unificar as normativas, leis e portarias em um único documento, o que pode trazer mais clareza sobre o entendimento da regulação brasileira. Contudo, a demora na definição dos regulamentos previstos, podem comprometer a implementação dos projetos nessas áreas estratégicas. Portanto, é necessário um maior comprometimento das autoridades setoriais para que novas normas e regulamentos sejam emitidos em tempo hábil.

Tecnologia

Com base na experiência de projetos piloto desenvolvidos, não somente internacional, mas também nacional, o desenvolvimento de soluções de painéis fotovoltaicos e geradores eólicos (onshore e offshore), tecnologias digitais, baterias, bombeamento hidráulico e implantação de infraestrutura de AMI não deveriam representar um elevado risco tecnológico. Entretanto, as tecnologias de Hidrogênio Verde são até agora relativamente pouco conhecidas, podendo representar um moderado risco tecnológico, ao considerar o grau de conhecimento, baixo nível de maturidade tecnológica, disponibilidade comercial reduzida, incerteza enquanto ao desempenho geral e vida útil dos ativos. Em relação às tecnologias que permitem um aumento na flexibilidade do sistema de transmissão e distribuições, os FACTS e D-FACTS se apresentam como tecnologias relativamente conhecidas e o Brasil está começando a adquirir conhecimento nesse sentido, fazendo com que estas tecnologias devam ser adotadas no SIN, no curto/médio prazo. O envolvimento de empresas de engenharia especializadas e/ou instituições de pesquisa e desenvolvimento com experiência em transferência de conhecimento e tecnologia, capacitação e suporte técnico, poderão ser necessários para mitigar estes riscos tecnológicos.

Financeiro

A expansão do setor energético brasileiro requer elevados níveis de investimentos tanto com recursos reembolsáveis, como não reembolsáveis. O país apresenta um histórico de financiamento de projetos bem-sucedida, principalmente, pela solidez de suas instituições financeiras. Entretanto, dependendo das condições de financiamento oferecidas pelas entidades financeiras que participam na estrutura de financiamento do CIF-REI do Brasil, pode existir um certo nível de risco quanto de que a alocação e aplicação planejada de recursos financeiros no Programa seja menor do que inicialmente tem sido estimado. Nesse sentido, a participação e o acompanhamento próximo da execução do Programa pelos MDB parceiros, na sua qualidade de agências implementadores dos recursos do CIF-REI, contribuem para mitigar esse risco.

Ademais, devido à tendência de depreciação do Real, junto à volatilidade associada e a elevação da taxa básica de juros, contrair dívidas em US\$ pode representar uma exposição a um elevado risco não só para as instituições financeiras locais, além de reduzir as opções de hedge. Assim sendo, o financiamento com recursos provenientes do CIF-REI, em moeda local podem mitigar esse risco. Da mesma forma, o financiamento do CIF-REI pode servir como garantia para facilitar o empréstimo para os investimentos em novas tecnologias listadas nos temas estratégicos.

Estabilidade Política

A transição de Governo, que ocorre atualmente no Brasil, pode gerar um senso geral de cautela e percepção de risco para os diversos investidores. No entanto, as prioridades e objetivos considerados pelo atual Governo, em termos de continuidade a transição energética e o combate contra as mudanças como pilares fundamentais a serem sustentados e aprofundados como política de Estado, devem alinhar-se completamente com o Plano de Investimento CIF REI, diminuindo significativamente esse risco.

Impacto Ambiental

É por todos conhecido que o possível e incorreto manuseio e descarte de elementos contidos nas baterias, células de combustível, painéis fotovoltaicos, geradores eólicos, pilhas de combustível ou eletrolisadores podem representar um potencial risco ambiental que deve ser considerado e tratado. Nesse contexto, medidas de mitigação devem ser utilizadas, a fim de diminuir ou eliminar os efeitos prejudiciais. Tais medidas podem incluir a classificação de componentes a serem utilizados, reciclados e descartados, em conformidade com os regulamentos nacionais e internacionais aplicáveis e as políticas de salvaguardas dos MDB parceiros. Os estudos de viabilidade do projeto devem identificar esses riscos e formular e garantir a aplicação de medidas de mitigação apropriadas. Por exemplo, dependendo da localização do projeto, a água utilizada para a produção de H₂ poderia eventualmente diminuir a disponibilidade de água para outros usos (por exemplo, agricultura, consumo humano, consumo animal, recreação, entre outros). Para mitigar tal risco, é possível prever a utilização, por exemplo, de água de reuso ou a dessalinização, cujos impactos ambientais também devem ser considerados. Um exemplo é a estratégia proposta na África do Sul, onde existe escassez de água, e o superdimensionamento da usina de dessalinização foi visto como fator de mitigação de riscos ambientais, para que durante períodos de seca a usina forneça água para outras atividades.

Além disso, dependendo da escala e localização dos projetos, os prazos para solicitação e obtenção de licenças ou alvarás ambientais, bem como a realização de processos de consulta social, devem ser considerados como um item necessário na fase de planejamento dos projetos, tentando antecipar-se a eventuais atrasos que possam surgir e comprometer a execução e

implantação do projeto. Esta questão deve ser especialmente considerada com base nas novas salvaguardas que poderão ser implementadas num futuro próximo, derivadas do processo de modernização do SEB.

Impacto Social

A implantação de tecnologias digitais tais como a massificação do AMI, pode fazer que as pessoas percam seus empregos associados a tarefas como leitura de medidores, entrega de faturas de consumo de energia e procedimentos de desconexão e reconexão de usuários. Nesse contexto, a capacitação de novos quadros e novas oportunidades de emprego, para a alocação destas pessoas, na manutenção do AMI poderão ajudar a mitigar este impacto social. A Tabela 4 resume os riscos considerados, juntamente com as ações de mitigação propostas e uma avaliação qualitativa do risco residual esperado.

Tabela 4. Riscos considerados e mitigação

Item	Descrição / Mitigação	Risco
Regulação	Demora na implantação de um novo marco regulatório poderia comprometer a implantação de tecnologias de armazenamento, infraestrutura AMI e, principalmente, atividades de desenvolvimento de Hidrogênio e energia eólica offshore. Deve ser necessário um elevado compromisso por parte das autoridades setoriais do Brasil a fim de acelerar o processo de novas normas e regulamentação em tempo hábil	Baixo
Tecnologia	Devido à expertise do país, tecnologias tais como painéis fotovoltaicos, geradores eólicos (onshore e offshore), implantação de infraestrutura AMI e baterias, não representam riscos ou incertezas tecnológicas consideráveis. Entretanto, projetos de Hidrogênio Verde e de eletrônica de potência (FACTS e D-FACTS) devem requerer a participação de empresas de engenharia locais e/ou internacionais especializadas, participando também em programas de capacitação e suporte técnico para mitigar esse risco	Baixo
Financeiro	A fim de evitar problemas, por parte de alguns empreendedores, de falta de credibilidade ou incapacidade em cumprir as condições impostas pelos MDB e bancos intermediários para acessar aos recursos do CIF-REI, os empréstimos poderiam ser garantidos por meio de cauções ou garantias específicas	Baixo
	A tendência de depreciação do Real ao longo do tempo e o aumento da taxa básica de juros, pode fazer com que os empréstimos em US\$ fiquem mais caros em comparação com os empréstimos em moeda local. Salienta-se que o empréstimo dos recursos CIF-REI em moeda local mitigaria esse risco. Entretanto, se esta questão não for possível, o risco residual poderá ser considerado elevado	Moderado
Estabilidade Política	Apesar da atual conjuntura de transição de governo, as políticas prioritárias do estado reafirmadas pelo atual governo, haja vista, seu alinhamento com o Plano de Investimento do CIF-REI, devem garantir a proteção dos investimentos propostos	Baixo

Meio Ambiente	Existem potenciais riscos ambientais, caso exista uma manipulação incorreta ou descarte inapropriado de elementos tais como hardware, baterias, células de combustível, painéis fotovoltaicos, células de combustível, eletrolisadores e outros. As medidas de mitigação devem gerenciar esse risco, podendo incluir atividades tais como reutilização, reciclagem e descarte adequados, cumprindo regulamentos rígidos e políticas de salvaguardas dos MDB. Além disso, os estudos de viabilidade dos projetos devem incluir análises e medidas de mitigação adequadas, para evitar problemas relacionados ao uso de água para produção de H2	Baixo
	A fim de evitar possíveis atrasos que possam prejudicar a viabilidade técnica econômica do projeto, devem ser considerados os tempos e complexidades associados à obtenção de licenças e alvarás ambientais, de acordo com as normas e regulamentos locais aplicáveis	Moderado
Social	Socialmente, a implantação de tecnologias digitais como da AMI, pode ser observada como uma fonte de perda de emprego por parte dos funcionários associados a tarefas como leitura de medidores, entrega de faturas de consumo de energia e procedimentos de desconexão e reconexão de usuários. Nesse contexto, a qualificação do pessoal na manutenção e empregabilidade da AMI poderá ajudar a mitigar este impacto social	Baixo

Capacidade de absorção para o Programa REI e investimentos associados.

Conforme destacado pelo MME, com a perspectiva de crescimento econômico, o país deverá apresentar uma dinâmica de recuperação e manutenção de elevado nível de renovabilidade nas matrizes energética e elétrica nos próximos anos. De acordo com (EPE, 2022a) os investimentos planejados para a oferta de energia elétrica devem ser de R\$ 528 bilhões até 2031 (este valor representa 16,2% do total de investimentos no setor energia no Brasil). Desse valor, aproximadamente, R\$ 292 bilhões devem ser para a geração centralizada, R\$ 135 bilhões para a GD e R\$ 101 bilhões para projetos relacionados com linhas de transmissão.

O contexto macroeconômico do país, juntamente com a estrutura legal e regulatória abrangente, permite que o país receba financiamento e cooperação de assistência técnica para apoiar sua transição energética, para uma economia de baixo carbono.

Além disso, tanto o sistema financeiro do Brasil quanto as capacidades de execução dos desenvolvedores são apropriados para absorver o capital necessário e os desafios de desenvolvimento dos projetos, em linha com a recuperação econômica e as disposições de crescimento verde sustentável. Além disso, a oferta de recursos para financiamento por meio do programa CIF-REI, direcionados a investimentos específicos, representa um claro sinal aos investidores daqueles pilares em que o país pretende acelerar seu desenvolvimento.

O fato de o país estar entre os países mais qualificados do mundo em termos de transformação econômica (nº 30 de 137) de acordo com o Índice de Transformação BTI 2022⁵² e outras categorias relacionadas (por exemplo, posição nº 85 de 137 em boa governança e posição 29 de 137 em transformação política), além da sua candidatura para pertencer à OCDE, mostram as condições favoráveis que o país possui para atrair investimentos locais e estrangeiros. O Brasil de encontra na classificação nº 124 entre 190 países no índice *Ease of Doing Business*⁵³ (2020)

⁵² <https://bti-project.org/en/reports/country-report/BRA>.

⁵³ <https://archive.doingbusiness.org/en/rankings>.

do Banco Mundial. Além disso, segundo a pesquisa Climatescope de 2022 da Bloomberg⁵⁴, o Brasil, junto com outros países da região, é considerado como um dos países mais atraentes para investimentos em energia renovável na América Latina, esses aspectos contribuem para mostrar evidências da capacidade do Brasil em absorber esses investimentos.

VIII. Abordagem Integrada para Monitoramento, Avaliação e Aprendizagem

A abordagem de Monitoramento, Avaliação e Aprendizagem para o PI do Brasil, com base no Quadro Integrado de Resultados (IRF) do CIF-REI, é estabelecida pelo Governo e pelas entidades implementadoras nacionais, em cooperação com os MDB, com o objetivo de permitir o acompanhamento do progresso ao longo da consecução dos resultados e objetivos. Dentro dessa abordagem integrada, a medição dos impactos do programa e do projeto é capturada por meio de múltiplas dimensões de monitoramento, avaliação, aprendizagem e outras abordagens transversais importantes, como a inclusão de gênero, fundiram-se no objetivo de fornecer uma compreensão diferenciada e holística da progressão do programa e das especificidades temáticas, ao fornecer uma meta de programa complexa e multifacetada.

Quadro Integrado de Resultados

De um modo geral, cada Atividade de Apoio considerada neste PI objetiva abordar barreiras específicas no sentido de alcançar uma maior integração de FRV, tanto no SIN como nos SISOL. Por meio da execução dessas atividades e devido ao uso de recursos concessionais, espera-se obter resultados específicos, conforme ilustrado na Tabela 5, que apresenta o enfoque geral da Teoria da Mudança do programa aplicado ao PI do Brasil. Adicionalmente, são definidos indicadores específicos no âmbito do Quadro Integrado de Resultados (IRF) do PI, conforme apresentado na Tabela 6, que devem permitir o acompanhamento e avaliação dos resultados a obter com base nas expectativas programáticas concebidas. De qualquer forma, deve-se destacar que, tendo sido feitas suposições sobre o tipo de investimentos que os submutuários finalmente realizarão e o tipo de projetos que devem atender aos critérios de elegibilidade, as metas estabelecidas para esses indicadores são bastante experimentais e indicativas, os resultados a serem obtidos são altamente dependentes de quais serão as preferências dos submutuários e decisões de avaliação de financiamento de IE.

⁵⁴ Climatescope 2022: Power Transition Factbook.

Tabela 5. Mapa conceitual da Teoria da Mudança

Componente 1						Componente 2	Componente 3
Barreiras	<ul style="list-style-type: none"> Falta de recursos públicos e investimento privado combinado para a eletrificação dos SISOL de modo a alcançar o acesso universal até 2030 Locais de difícil acesso e baixa renda/receita do usuário como desafios para a construção da infraestrutura necessária atingindo usuários não atendidos pelo SIN e fornecendo-lhes soluções de energia confiáveis e sustentáveis 	<ul style="list-style-type: none"> Falta de capital humano na digitalização Falta de infraestrutura de telecomunicação apropriada Falta de um marco regulatório e financeiro apropriado Custos elevados, disponibilidade tecnológica e segurança cibernética 	<ul style="list-style-type: none"> Falta de regulamentação que ofereça segurança aos operadores de rede para implantação de planos e investimento em AMI Elevado custo de investimento Falta de um esquema de tarifação apropriado 	<ul style="list-style-type: none"> Falta de regulamentação apropriada (por exemplo armazenamento de energia) Falta de infraestrutura de telecomunicação Falta de um mercado apropriado (por exemplo, serviços ancilares) Falta de mecanismos de tarifação apropriada Falta de mecanismos incentivo à utilização de tecnologias FACTS 	<ul style="list-style-type: none"> Elevado custo de investimento Falta de habilidades e conhecimentos locais Falta de um marco regulatório apropriado Falta de mecanismo de tarifação apropriada Falta de um mercado apropriado (por exemplo, mercado de serviços ancilares) Falta de infraestrutura avançada de sensorização e de telecomunicação 	<ul style="list-style-type: none"> Falta de estruturação adequada de projetos Falta de habilidades e conhecimentos locais 	<ul style="list-style-type: none"> Percepção de risco dos investidores Necessidade de investimentos em infraestrutura fora de especialidade dos investidores para viabilizar projetos, por exemplo o berço de exportação. Falta de força de trabalho qualificada Falta de competitividade de preços do hidrogênio em comparação as fontes alternativas
Atividades Apoiadas	Eletrificação dos SISOL	Aprimoramento de Tecnologias	Massificação AMI	Digitalização Infraestrutura de T&D	Ampliação tecnologias de armazenamento (H2V, UHR e baterias)	Fábrica de Projetos e Assistência Técnica	<ol style="list-style-type: none"> Infraestrutura compartilhada para a cadeia produtiva do H2V Desenvolvimento de um hub de Inovação e Capacitação Nacional na cadeia de H2V Mobilização de capital privado comercial
	<ul style="list-style-type: none"> Atendimento de usuários não atendidos com soluções baseadas em FRV (incluindo baterias) Substituição de soluções de geração existentes baseadas em diesel por sistemas baseados em FRV (pode incluir sistemas híbridos e baterias) 	<ul style="list-style-type: none"> Implantação de tecnologias digitais em UHE existentes Aumento da capacidade (melhora da eficiência) de produção das UHE existentes 	<ul style="list-style-type: none"> Acelerar a implantação de AMI (por exemplo, medidores inteligentes e outras infraestruturas relacionadas) 	<ul style="list-style-type: none"> Aumento da capacidade de transmissão e interconexão da rede Implantação de sistemas de armazenamento conectados à rede (centralizado ou descentralizado) Implantação de sistemas STATCOM, FACT, D-FACT ou HVDC 	<ul style="list-style-type: none"> Acelerar a implantação de projetos de armazenamento (centralizado ou distribuído) 	<ul style="list-style-type: none"> Execução de estudos técnicos para o desenvolvimento de projetos que incrementam a flexibilidade do SEB e promovam a integração das FRV 	<ul style="list-style-type: none"> Implantação dos corredores de utilidade e infraestruturas de acesso a ZPE Expansão do Terminal de Múltiplas Utilidades do Porto do Pecém (TMUT) e do Píer 2 para operação de amônia, e um novo berço de atração Construção dos laboratórios para apoiar PD&I nas áreas relacionadas com hidrogênio e energia renovável. Capacitação de mão-de-obra para o desenvolvimento das habilidades necessárias à cadeia do hidrogênio,

							com foco em jovens mulheres de baixa renda. <ul style="list-style-type: none"> • Diminuir o custo de financiamento para os investidores privados em tecnologias de armazenamento para incentivar e acelerar investimento no hub.
Principais resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> • Contribuir para a expansão do acesso à energia nos SISOL por meio do FRV e atingir a meta de acesso universal à energia até 2030, por meio da incorporação de financiamento e participação de privados <p>Mudança transformacional: Investidores privados assumem uma participação mais ativa em projetos de eletrificação dos SISOL e inclusiva com base em facilidades de financiamento combinadas com os instrumentos regulatórios disponíveis</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperação das UHE existentes mais antigas a fim de aumentar sua flexibilidade e eficiência operacional • Aumento de capacidade de FRV de até 59 GW de capacidade instalada <p>Mudança transformacional: A infraestrutura de geração hídrica é modernizada respondendo às necessidades de integração das FRV</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Contribuir para aumentar a quantidade de usuários no SIN com AMI até 2030, e acelerar a massificação por meio da oferta de facilidades financeiras aos operadores de rede <p>Mudança transformacional: AMI permite aos consumidores flexibilizar a rede e poder participar no mercado como Prosumidores, ao mesmo tempo que se apoia o desenvolvimento das comunidades energéticas, contribuindo para a democratização do setor elétrico</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Contribuir para a incorporação de FRV com entrada em operação prevista para o final da década, através do financiamento de infraestruturas de suporte à rede <p>Mudança transformacional: A infraestrutura de suporte à rede é construída respondendo às necessidades de integração das FRV</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Contribuir para o desenvolvimento das tecnologias de armazenamento como elemento-chave da Transição Energética, por meio da redução progressiva de custos iniciais <p>Mudança transformacional: Primeiros projetos desenvolvidos como um passo necessário para alcançar reduções nos custos de investimento, aprendizado e capacitação local</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento do número de pessoas (incluindo mulheres) capacitadas e treinadas em aspectos relacionados à implantação de projetos com FRV • Explorar o grande potencial de FRV que minimiza as afetações sobre a população e as comunidades <p>Mudança transformacional: Capacidade técnica local, experiência e conhecimento começam a ser construídos para o desenvolvimento de projetos de FRV</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Criar as condições ideais para o desenvolvimento da cadeia do hidrogênio limpo no Brasil, destravando o investimento privado e viabilizando a criação do primeiro hub de hidrogênio no Brasil, integrando energia renovável e criando valor, não somente para Ceará e o Nordeste, mas o Brasil inteiro. <p>Mudança transformacional: Viabilizar o desenvolvimento de uma cadeia de valor de fronteira e necessária ao cumprimento dos objetivos climáticos globais, alavancando investimentos privados (~US\$ 8 bilhões) para a criação do primeiro hub de hidrogênio no Brasil. O hub promoverá a inovação e capacitação de mão-de-obra, bem como gerará empregos e renda para apoiar o processo de transição energética nacional. Como um ponto de referência, o conhecimento e experiência adquirida poderão ser ajustados e replicados em outras localidades do país.</p>

Enquanto as colunas do lado esquerdo do IRF (consulte a Tabela 6 abaixo) destinam-se a rastrear o programa-chave e o desempenho do projeto, por meio de indicadores básicos definidos no IRF de base do CIF-REI, em resposta aos objetivos específicos do PI do país, o lado direito das colunas laterais concentram-se em abordagens de avaliação e aprendizado, abrangendo sinais de mudança transformacional em 5 dimensões pertinentes, incluindo escala, rapidez, relevância, mudança sistêmica, e sustentabilidade adaptativa.

Escala. Em termos de escala, ainda que os montantes de investimento que o país planeja realizar para alcançar a Transição Energética, o desenvolvimento econômico e o crescimento global sustentável sejam consideráveis, e os recursos do programa CIF-REI representam apenas uma pequena fração desse total, este PI objetiva, antes, apoiar progressos marginais e objetivos que de alguma forma sejam significativos em termos de replicabilidade e escalabilidade, na medida em que outros agentes e programas sejam capazes de construir experiências e resultados esperados a serem obtidos.

Rapidez. O fator rapidez a ser aplicado na transição energética implica que a introdução de novas tecnologias, como a implantação de AMI, deve ser acompanhada pela geração de novas oportunidades de emprego a serem oferecidas de forma equitativa e com prioridade para os atores que são impactados negativamente. Nesse sentido, a afetação a ser produzida nas partes interessadas como, por exemplo, pessoal responsável de registrar leituras de medidores análogos ou entregadores de faturas de contas de energia, devem ser devidamente considerados na fase inicial do financiamento desses projetos. Além disso, ações devem ser realizadas para mitigar os efeitos negativos especialmente sobre as comunidades vulneráveis.

Relevância. O IP do Brasil está baseado nas considerações que o país requer para alcançar mudanças transformacionais, com base nos tipos de atividades apoiadas aqui consideradas. Embora algumas dessas atividades, como eletrificação dos SISOL por meio de FRV, possam ser consideradas como incorporando uma prioridade mais alta com base no benefício social associado ou um impacto mais alto nas reduções de emissões de GEE a serem alcançadas, em princípio esses tipos de atividades terão igualdade de oportunidades de acesso ao financiamento CIF-REI com base nas iniciativas que os investidores venham a apresentar em alinhamento com o IP e em cumprimento de todos os critérios de elegibilidade.

Mudança sistêmica. Através da incorporação transversal de abordagens de gênero e inclusão de minorias em todos os projetos potenciais a serem financiados com recursos do CIF-REI, este IP espera atingir um impacto pontual, mas progressivo, em termos de como essa visão e abordagem podem ser integradas no desenvolvimento de vários tipos de projetos no setor de energia e mais especificamente naqueles enquadrados no desenvolvimento da Transição Energética.

Sustentabilidade Adaptativa. No caso de projetos de eletrificação nos SISOL, a identificação de atividades produtivas, podem ser associadas e incentivadas graças às soluções energéticas fornecidas, tornando-se altamente relevantes visto que tal receita pode ser decisiva para garantir a sustentabilidade e possibilidades de escalabilidade do projeto. Da mesma forma, a geração de capacidades humanas iniciadoras em termos de conhecimentos e habilidades em torno de novas tecnologias, em campos como os de eletrólise ou sistemas de armazenamento, deve contribuir como um catalisador para o desenvolvimento progressivo de quantidades e níveis de conhecimento suficientes para atender à escala de transformação que a Transição Energética do país deve exigir.

Diferentes sinais sobre as mudanças transformacionais a serem produzidas ao longo da execução do programa podem ser abordados e analisados por meio de avaliações de impacto, estudos da transição energética, incluindo análises de cobenefícios ou de inclusão social e de gênero, bem como por meio de outras atividades específicas voltadas para o aprendizado. Essa tarefa deve ser contemplada por meio de avaliações e estudos promovidos pelo CIF, pelo país e pelos MDB, conforme julgarem pertinente com base nas atividades do programa que acabará recebendo apoio financeiro. Em suma, as abordagens propostas devem permitir combinar o monitoramento sistematizado com pesquisas e avaliações que se complementam, aproveitando métodos mistos que, por meio de diferentes ferramentas e formas de evidência, contribuam para a construção de uma visão abrangente e clara sobre o que vai ser alcançado e aprendido com a implementação do programa.

Tabela 6. PI IRF do Brasil⁵⁵

QUADRO DE RESULTADOS INTEGRADOS CIF - PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS BRASIL						
IMPACTO CIF: Mudança transformacional acelerada em direção a emissões líquidas zero e caminhos de desenvolvimento inclusivos e resilientes ao clima						
DECLARAÇÃO RESULTADO	ABORDAGEM DE MONITORAMENTO					
	INDICADORES	DESCRIÇÃO	LINHA BASE	MEIOS DE VERIFICAÇÃO	OBJETIVO	ÁREAS-CHAVE
	IMPACTOS NÍVEL CIF					
Mudança transformacional acelerada em direção a emissões líquidas zero e caminhos de desenvolvimento inclusivos e resilientes ao clima	CIF 1. Mitigação: emissões de GEE DIMINUÍDAS ou evitadas (MCO_{2e})	Construído e calculado para esta base de investimento CIF específica na forma de # usuários para os quais medidores inteligentes são instalados, soluções baseadas em SISOL FRV em capacidade de MW e produção de MW/hano contra consumo de diesel projetado BAU, produção de GH2 substituindo o consumo de combustível fóssil no transporte e aplicações da indústria e outras reduções de emissão SISOL a serem alcançadas a partir de armazenamento ou outros recursos de flexibilidade de rede oferecidos pela infraestrutura de suporte de rede a ser desenvolvida	0 com base no cenário BAU assumido (sem intervenção CIF-REI) para capturar apenas as contribuições CIF-REI	Relatórios anuais e no tempo de vida por projetos e/ou países (a serem alimentados neste caso pelo indicador REI CORE 1 abaixo)	Para refletir a meta do indicador REI CORE 1	Mudança transformacional: entendida como uma mudança profunda e fundamental na forma, função ou processos de um sistema no contexto da crise climática global. No IP do CIF-REI do Brasil, isso se refere a mudanças profundas e rápidas nos sistemas sociais, econômicos e técnicos, contribuindo para atingir zero emissões líquidas de gases de efeito estufa até 2050, aumentar a inclusão social, gerenciar os impactos da distribuição, aumentar a resiliência e a adaptação às mudanças climáticas e reduzir estresse sobre recursos naturais finitos. Os sinais de mudança transformacional serão avaliados por meio de abordagens avaliativas e baseadas em aprendizado em cinco dimensões (incluindo escala, rapidez, fidelidade, mudança sistêmica e sustentabilidade adaptativa). Ao contrário dos indicadores, os sinais marcam vários níveis de dinâmica de sistemas complexos com base na coleta de dados de métodos mistos e na análise das contribuições do CIF para a mudança transformacional in situ. Sendo estes sinais altamente contextuais, são propostos e serão definidos, acompanhados e reportados de acordo com a análise de contexto aplicável a cada atividade de suporte a desenvolver no IP. Pretende-se coletar dados desagregados para capturar impactos sobre mulheres, povos indígenas, pessoas com deficiência, jovens e comunidades locais. A aprendizagem contínua e as abordagens adaptativas também serão possíveis através da identificação e acompanhamento de sinais novos e emergentes à medida que os programas e contextos evoluem. Esta área de impacto será medida por meio de atividades de avaliação e aprendizagem, que não serão a responsabilidade direta dos MDBs pelos relatórios anuais.
	CIF 2. Adaptação: Fortalecimento da resiliência climática da terra (ha), pessoas (#) e ativos físicos (\$) por meio de um mecanismo de adaptação apoiado pelo CIF	Com base em recursos de resiliência incorporados ao projeto e construção de infraestrutura financiada e instalação de ativos de tecnologia. Também com base em usuários avaliando soluções FRV resilientes às mudanças climáticas	Medidas de resiliência já implementadas ou programadas e a financiar, e usuários beneficiados de soluções semelhantes a serem financiadas com financiamento CIF-REI	Relatórios de projetos construídos e infraestrutura e ativos de tecnologia implantados, assim como o número de usuários beneficiados	Para ser alimentado no alvo definido para REI CORE 2, REI CORE 4, REI CORE 7, REI CORE 9 e indicador OPCIONAL de aumento nas interconexões de rede para acomodar maiores parcelas de FRV (#).	
	CIF 3. Beneficiários: Número de mulheres e homens que se beneficiam de investimentos CIF	Considerar os usuários que se beneficiam das soluções de eletrificação SISOL, implantação de AM, armazenamento de energia e outras infraestruturas e tecnologias a serem desenvolvidas no âmbito do programa	Usuários já beneficiados ou planejados a beneficiar de soluções implementadas ou programadas e já financiadas como as que devem ser financiadas com o CIF-REI	Relatórios de projetos sobre o número de usuários beneficiados	Para ser alimentado com metas definidas pelo REI CORE 4, e indicadores aplicáveis de CO-BENEFÍCIOS NÍVEL DO PROGRAMA REI e PRODUTOS NÍVEL DO PROGRAMA REI.	Impactos transformadores de gênero: O Programa CIF de Gênero destaca: (i) melhor posição de ativos, (ii) voz e (iii) subsistência resiliente de mulheres por meio de instituições e mercados sensíveis a gênero como seu principal impacto. Objetivo. Esses aspectos devem ser avaliados por meio de abordagens baseadas no aprendizado, conforme relevante para o Programa REI, e em combinação com outros dados de monitoramento. As áreas que devem ser mais bem analisadas no caso específico do IP CIF-REI do Brasil são: mecanismos através dos quais as mulheres e suas organizações são representadas na tomada de decisões sobre geração de energia renovável, parcela de mulheres trabalhando no setor de energia, e o impacto do acesso fora da rede no uso do trabalho tempo das mulheres.
	CIF 4. Cofinanciamento: Volume de cofinanciamento alavancado (USD)	Volume real de cofinanciamento do projeto	0 levantado por outros programas CIF	Cofinanciamento final real conforme relatado pelos projetos	Para ser alimentado no alvo definido pelo REI CORE 6	Financiamento climático novo e adicional mobilizado: Além das alavancagens CIF de cofinanciamento imediato, o CIF REI IP do Brasil visa desempenhar um papel como um catalisador de mercado, contribuindo para desencadear mais financiamento não concessional por meio da replicação de investimentos CIF, em tecnologias, infraestrutura, inovações, e outras áreas. Abordagens de avaliação e/ou aprendizado devem ser empregadas para entender melhor o papel de contribuição do CIF na transformação dos sistemas de mercado e volumes de financiamento verde de acompanhamento em mercados apoiados pelo CIF. Para este fim, estendendo-se além do cofinanciamento direto do projeto beneficiado, as métricas do país por fontes como IRENA, BloombergNEF ou outras devem ser usadas.
Teoria da Mudança do Programa: Se o CIF-REI IP do Brasil fornecer tecnologias e infraestrutura facilitadoras e desenvolver novos modelos de negócios, o país aumentará a penetração de energia renovável em sua matriz energética, alcançando um sistema energético mais flexível e descentralizado, melhorando suas capacidades locais, mobilizando capital, aumentando o acesso à energia renovável, reduzindo os custos do sistema e promovendo a inovação em energia renovável, o que contribuirá para o impacto transformador do CIF.						

⁵⁵ As metas propostas são indicativas, pois os resultados finais dependerão das decisões finais dos submutuários. Esta tabela também é fornecida em formato Excel como um auxiliar de leitura.

DECLARAÇÃO RESULTADO	ABORDAGEM DE MONITORAMENTO					AVALIAÇÃO E ABORDAGEM DE APRENDIZAGEM ÁREAS-CHAVE
	INDICADORES	DESCRIÇÃO	LINHA BASE	MEIOS DE VERIFICAÇÃO	OBJETIVO (DATA)	
Flexibilidade dos sistemas de energia para uma integração suave de parcelas mais elevadas de geração de energia renovável variável na rede e o aumento do acesso de energia renovável nos SISOL são permitidos	Impacto REI Proxy 1: Capacidade instalada no país de FRV com modernização UHE	Capacidade de geração elétrica baseado em FRV	0 com base no cenário BAU assumido (sem intervenção CIF-REI) para capturar apenas as contribuições CIF-REI	Relatórios do Operador do Sistema Elétrico (ONS)	11,2 GW (2030)	Sinais de mudança transformacional: Os sinais no nível do programa se concentrarão em aspectos mais restritos da transformação dos sistemas de energia em comparação com a seção de impactos no nível CIF. Os sinais propostos a serem observados e analisados ao longo da implementação da PI no Brasil incluem aqueles decorrentes da inserção de 56 GW pela modernização de UHE, dos projetos de eletrificação dos SISOL, para alcançar o acesso universal à eletricidade até o início da próxima década, e evolução da implantação de AMI e produção e adoção de GH2 como um transportador de energia relevante, permitindo a descarbonização (eletrificação indireta) da indústria e dos transportes pesados. Elementos de gênero e transição justa: O nível de impacto do programa permite espaço para avaliações adicionais, avaliações e outras abordagens à medida que o programa evolui nessas áreas. Essas atividades devem ser estreitamente coordenadas com os IEs e devem ser amplamente aplicadas em todo o programa.
	Impacto REI Proxy 2: Acesso geral do país à eletricidade	Fração do total de domicílios do país com acesso à eletricidade	99,7% a partir de 2019	Relatórios ANEEL	100% (2030)	
	Impacto REI Proxy 3: Usuários com AMI		0 com base no cenário BAU assumido (sem intervenção CIF-REI) para capturar apenas as contribuições CIF-REI	Relatórios ANEEL	24,5 milhões (2030)	
DECLARAÇÃO RESULTADO	ABORDAGEM DE MONITORAMENTO					AVALIAÇÃO E ABORDAGEM DE APRENDIZAGEM
INDICADORES	DESCRIÇÃO	LINHA BASE	MEIOS DE VERIFICAÇÃO	OBJETIVO (DATA)	RESULTADOS NÍVEL PROGRAMA REI	
					ÁREAS-CHAVE	
A. Maior penetração de energia renovável variável em sistemas de energia e potencial de energia renovável maximizado dos países	REI CORE 1 (– CIF 1). Mitigação: emissões de GEE reduzidas ou evitadas (t CO2 eq) – direto/indireto	Construído com base no # de usuários para os quais medidores inteligentes estão instalados, soluções básicas SISOL FRV em capacidade de MW e produção de MWh/ano contra o consumo de diesel projetado BAU, produção de GH2 substituindo o consumo de combustível fóssil em aplicações de transporte e indústria e outras emissões SISOL, reduções a serem alcançadas por armazenamento ou outras capacidades de flexibilidade de rede oferecidas pela infraestrutura de suporte de rede a ser desenvolvida.	0 com base no cenário BAU assumido (sem intervenção CIF-REI) para capturar apenas as contribuições CIF-REI	Relatórios anuais e no tempo de vida dos projetos	Reduções de 11.2224 MCO ₂ /ano até 2030	O IP da Brasil realiza a "análise do sistema de energia" gerando indicadores proxy de país sobre o contexto no qual ocorrerá o financiamento das atividades tecnológicas transformacionais elegíveis, assim como dentro do qual o processo de avaliação do projeto e os aspectos de monitoramento, avaliação e aprendizado devem ser incorporados. Com base nessa análise e nas suposições iniciais sobre os investimentos que as entidades submutuários acabarão executando, as tentativas de energia renovável na rede e nos SISOL são previstas, produção anual de eletricidade, aplicações de uso final de energia, redução de GEE e empoderamento social por meio do acesso e democratização do uso e produção de energia. Os dados operacionais estimados e reais devem ser consolidados de forma eficaz para relatar esses vários indicadores. Descendo na cadeia de resultados, a função de monitoramento torna-se cada vez mais importante para capturar os resultados e produtos do programa, enquanto a função de avaliação e aprendizado complementar os indicadores principais ao preencher as lacunas estratégicas de conhecimento. As atividades de avaliação e aprendizado serão selecionadas com base na demanda geral das partes interessadas, evidência de lacunas e oportunidades de aprendizado cruzado.
	REI CORE 2. Capacidade Instalada: Capacidade instalada de energia renovável variável disponível para a rede (MW) – direto/indireto	Com base na capacidade instalada na eletrificação SISOL, modernização de UHE, capacidade integrada associada à produção de GH2, capacidade integrada associada infraestrutura AMI e capacidade integrada associada ao armazenamento de energia.	0 com base no cenário BAU assumido (sem intervenção CIF-REI) para capturar apenas as contribuições CIF-REI	Relatórios anuais por projetos	12838 MW/ano até 2030	
	REI CORE 3. Produção de Energia Renovável: Produção anual de energia renovável (MWh)	Eletricidade produzida com base na capacidade instalada financiada	0 com base no cenário BAU assumido (sem intervenção CIF-REI) para capturar apenas as contribuições CIF-REI	Relatórios anuais por projetos	N/A	
	REI CORE 4. Serviços de Rede: Aumento dos serviços de rede disponíveis e melhorias (#) (#)	# de usuários acessando recursos específicos de monitoramento e controle em tempo real no SIN e no SISOL	0 com base no cenário BAU assumido (sem intervenção CIF-REI) para capturar apenas as contribuições CIF-REI	Relatórios anuais por projetos	N/A	
	OPCIONAL: Aumento nas interconexões de rede para acomodar maiores quantidades de FRV (#)	# de projetos conectados à rede	0 conforme cenário BAU para determinar apenas as contribuições CIF-REI	Relatórios anuais por projetos	N/A	
	OPCIONAL: Redução curtailment (% ou MW)	N/A	N/A	N/A	N/A	
	OPCIONAL: Redução perda de carga (% ou MW)	N/A	N/A	N/A	N/A	
	OPCIONAL: Redução reserva inadequada (% ou MW)	N/A	N/A	N/A	N/A	
	OPCIONAL: Redução de interrupções não planejadas do sistema de energia (#)	N/A	N/A	N/A	N/A	

B. Melhores políticas, planos e capacidades institucionais	REI CORE 5. Políticas: Número de políticas, regulamentos, códigos ou padrões relacionados à integração de energia renovável que foram alterados ou adotados (#)	NA	NA	NA	NA	NA
C. Capital público e privado mobilizado	REI CORE 6 (= CIF 4). Cofinanciamento: Volume de cofinanciamento alavancado (USD)	Recursos reais de cofinanciamento entrando em projetos CIF-REI beneficiados	0 com base no cenário BALU assumido (sem intervenção CIF-REI) para capturar apenas as contribuições CIF-REI	Relatórios anuais por projetos	NA	
D. Aumento acesso à energia renovável	REI CORE 7. Acesso à Energia Renovável: Número de mulheres e homens, empresas e serviços comunitários que se beneficiam de um melhor acesso à eletricidade e/ou outros serviços modernos de energia – direto/indireto (# de pessoas)	# de usuários do SIN e SISOL beneficiados pelas soluções AMI	0 com base no cenário BALU assumido (sem intervenção CIF-REI) para capturar apenas as contribuições CIF-REI	Relatórios anuais por projetos	NA	Aspectos sensíveis ao gênero do acesso à energia podem ser estudados com mais detalhes por meio de avaliações de pesquisa direcionadas e/ou estudos de caso. Exemplos de questões relevantes incluem: apoio à integração de gênero em todos os projetos e assistências técnicas enquanto se aumenta o conhecimento sobre questões de gênero e diversidade, oferecendo atividades de treinamento para aumentar o conhecimento técnico e as habilidades em novas tecnologias enquanto se promove a participação feminina na força de trabalho, visando mulheres e outros subgrupos sociais, selecionar fornecedores dispostos a promover a igualdade de gênero e aumentar a conscientização e a capacidade das mulheres de usar o acesso à eletricidade para fins produtivos
	OPCIONAL: Aumento na duração do acesso doméstico planejado à energia por dia (h/dia)	NA	NA	NA	NA	
E. Redução custo total do sistema	REI CORE 8. Custos do sistema: Redução do custo total do sistema de energia (USD)	Com base nos usuários totais de benefícios da AMI e utilização de novas técnicas de planejamento e operação	0 com base no cenário BALU assumido (sem intervenção CIF-REI) para capturar apenas as contribuições CIF-REI	NA	NA	
F. Fomento à inovação em energia renovável	REI CORE 9 (= CCV 1). Inovação: número de negócios, empreendedores, tecnologias e outros empreendimentos inovadores demonstrando um modelo de negócios em resposta ao fortalecimento do clima	Nº de iniciativas a receber apoio do Componente 2 (Fábrica de Projetos e Assistência Técnica)	0 com base no cenário BALU assumido (sem intervenção CIF-REI) para capturar apenas as contribuições CIF-REI	Relatórios do Componente 2	NA	Apoio adicional pode ser fornecido pelos MDEs e suas plataformas de fomento à inovação, para conduzir atividades baseadas em aprendizado, com o objetivo de melhorar a compreensão dos aspectos de inovação e empreendedorismo do REI, especialmente por meio da execução do Componente 2 do IP no Brasil
	OPCIONAL: (=CCV 2): Número de produtos, serviços, tecnologias e processos inovadores que entraram em um novo contexto de mercado	NA	NA	NA	NA	

DECLARAÇÃO RESULTADO	ABORDAGEM DE MONITORAMENTO					AVALIAÇÃO E ABORDAGEM DE APRENDIZAGEM ÁREAS-CHAVE
	INDICADORES	DESCRIÇÃO	LINHA BASE	MEIOS DE VERIFICAÇÃO	OBJETIVO (DATA)	
			RESULTADOS NÍVEL PROGRAMA REI			
Co-benefícios de desenvolvimento social e econômico	CO-BENEFÍCIO 1: Emprego e meios de subsistência: empregos criados - diretos e indiretos	Quantidade de empregos criados direta e/ou indiretamente pela implantação de infraestrutura AMI e armazenamento de energia	0 com base no cenário BAU assumido (sem intervenção CIF-REI) para capturar apenas as contribuições CIF-REI	Relatórios anuais por projetos	N/A	Qualidade e distribuição de empregos: Por meio de abordagens de transição justa e sensíveis ao gênero, uma análise mais avaliativa e orientada para o aprendizado pode se concentrar nos tipos de empregos criados (e perdidos), que no caso do IP do Brasil foi inicialmente e provisoriamente identificado como esperado para serem obtidos em tecnologia GH2, instalação, operação e manutenção, implantação de AMI, serviços de manutenção básica da comunidade em soluções baseadas em PV, armazenamento de energia, enquanto perdas esperadas podem ocorrer em atividades como leitura e manutenção de infraestrutura de medição antiga e outros trabalhos baseados na indústria de combustíveis fósseis (como serviços de abastecimento de gás). Em termos gerais, como as novas tecnologias a serem adotadas serão tecnicamente mais avançadas e ao mesmo tempo mais limpas que as substituídas, os empregos a serem criados serão de maior qualidade, remunerados e igualmente demandados, exigindo maior qualificação dos trabalhadores, tornando os programas de treinamento e capacitação desempenhar um papel central nesta mudança transformadora
	CO-BENEFÍCIO 2: Transição justa, Inclusão Social e Impactos Distributivos	# pessoas treinadas para exercer um trabalho mais qualificado e melhor remunerado	0 com base no cenário BAU assumido (sem intervenção CIF-REI) para capturar apenas as contribuições CIF-REI	Relatórios anuais por projetos	N/A	A análise do quadro de transição justo no caso do IP do Brasil deve analisar até que ponto a inclusão social diversa é possível dentro das atividades apoiadas, incluindo como os processos de seleção do provedor podem ser executados, como o envolvimento das partes interessadas nos níveis local e nacional é possível dentro de cada tipo de atividade e até que ponto grupos vulneráveis em áreas impactadas podem receber oportunidades de emprego ou outros benefícios derivados de soluções fornecidas. Os impactos distributivos, que já formam um aspecto central do Cobenefício 1, também podem ser examinados mais a fundo em suas linhas avaliadas ou com foco adicional em populações específicas, como minorias étnicas, religiosas e raciais, famílias femininas, povos indígenas e comunidades locais, migrantes, jovens e pessoas com deficiência.
	CO-BENEFÍCIO 3: Política e Planejamento Coerência entre os setores	N/A	N/A	N/A	N/A	
	CO-BENEFÍCIO 4: Redução da contaminação do ar	Redução de GEE e Material Particulado (MP)	0 com base no cenário BAU assumido (sem intervenção CIF-REI) para capturar apenas as contribuições CIF-REI	N/A	N/A	N/A
	CO-BENEFÍCIO 5: Brasil líder global na descarbonização do setor de energia	Brasil se torna líder mundial em tecnologias de energia limpa e que podem descarbonizar outros setores	N/A	N/A	N/A	N/A
	OUTROS	TBD após a preparação de projetos específicos	TBD	TBD	TBD	TBD

DECLARAÇÃO RESULTADO	ABORDAGEM DE MONITORAMENTO						AVALIAÇÃO E ABORDAGEM DE APRENDIZAGEM
	INDICADORES	DESCRIÇÃO	LINHA BASE	MEIOS DE VERIFICAÇÃO	OBJETIVO (DATA)	ÁREAS-CHAVE	
			SAÍDAS NÍVEL PROGRAMA REI				
A. Projeto e sistemas de mercado aprimorados	OPCIONAL: Número de políticas, regulamentos, códigos ou padrões suportados para melhorar o ambiente e propiciar absorção de energia renovável (#)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	OPCIONAL: Número de análises técnicas/financeiras concluídas para melhorar o ambiente propício para a absorção de ER (#)	Estudos de pré-viabilidade/viabilidade patrocinados no Componente 2 (Fábrica de Projetos e Assistência Técnica)	0 com base no cenário BAU assumido (sem intervenção CIF-REI) para capturar apenas as contribuições CIF-REI	Relatórios do Componente 2	NA		
	OPCIONAL: Número de pessoas treinadas em questões relacionadas a mercados e sistemas de energia renovável (#)	N/A	N/A	N/A	N/A	NA	
B. Gerenciamento aprimorado de oferta e demanda	OPCIONAL: Número de tecnologias de gerenciamento de oferta, infraestrutura ou outras soluções implantadas	STATCOM, FACTS ou outros projetos diferentes de armazenamento como suporte à rede	0 com base no cenário BAU assumido (sem intervenção CIF-REI) para capturar apenas as contribuições CIF-REI	Relatórios anuais por projetos	0		
	OPCIONAL: Número de tecnologias de gerenciamento da demanda, infraestrutura ou outras soluções implantadas	Nº de usuários que acessam recursos de monitoramento e controle em tempo real no SIN e SISOL	0 com base no cenário BAU assumido (sem intervenção CIF-REI) para capturar apenas as contribuições CIF-REI	Relatórios anuais por projetos	NA		
C. Implantação de sistemas de armazenamento de energia	GESP 1. Energia Nominal: Energia nominal (MWh) sistemas de armazenamento instalados	Energia nominal do projeto de armazenamento	0 com base no cenário BAU assumido (sem intervenção CIF-REI) para capturar apenas as contribuições CIF-REI	Relatórios anuais por projetos	NA		
	GESP 2. Potência nominal: Potência nominal (MW) sistemas de armazenamento instalados	Potência nominal do projeto de armazenamento	0 com base no cenário BAU assumido (sem intervenção CIF-REI) para capturar apenas as contribuições CIF-REI	Relatórios anuais por projetos	NA		
	OPCIONAL: Número de sistemas de armazenamento de energia instalados	# de projetos de armazenamento de energia	0 com base no cenário BAU assumido (sem intervenção CIF-REI) para capturar apenas as contribuições CIF-REI	Relatórios anuais	NA		
D. Soluções de eletrificação de uso final	OPCIONAL: Número de soluções de eletrificação de uso final implantadas	por exemplo, Nº de soluções de acesso SISOL	0 com base no cenário BAU assumido (sem intervenção CIF-REI) para capturar apenas as contribuições CIF-REI	Relatórios do operador de rede (ONS), em ligação com projetos financiados por CIF-REI	NA		
	OPCIONAL: Número de mulheres e homens alcançados com novas soluções de eletrificação de uso final	por exemplo, # mulheres e homens beneficiados com soluções de acesso off-grid / infraestrutura AMI	0 com base no cenário BAU assumido (sem intervenção CIF-REI) para capturar apenas as contribuições CIF-REI	Relatórios anuais por projetos	NA		
	OPCIONAL: Número de empresas alcançadas com novas soluções de eletrificação de uso final	Interpretado como número de soluções de acesso à energia nos SISOL usuários beneficiados que desenvolvem ou melhoram uma atividade produtiva baseada na eletricidade fornecida	0 com base no cenário BAU assumido (sem intervenção CIF-REI) para capturar apenas as contribuições CIF-REI	NA	NA		
	OPCIONAL: Redução no número de interrupções devido a novas soluções de eletrificação de uso final	N/A	N/A	NA	NA		
E. Implantação de soluções renováveis minired e off-grid	OPCIONAL: Número de soluções renováveis minired e off-grid instaladas	# de projetos de minired instalados como parte dos projetos de eletrificação dos SISOL	0 com base no cenário BAU assumido (sem intervenção CIF-REI) para capturar apenas as contribuições CIF-REI	Relatórios anuais por projetos	NA		

Análise do sistema de energia

Espera-se que os investimentos propostos neste PI tenham um efeito transformador positivo no setor de energia do Brasil, como segue:

- A utilização de tecnologias digitais nas UHE, deve permitir a sua modernização, fomentando não só sua flexibilidade operativa e melhora no seu desempenho, obtendo uma melhor gestão, previsibilidade e manutenção dos seus ativos, mas também trazendo inúmeros benefícios que podem ir desde as questões ambientais e de segurança até diminuição nos seus custos com O&M.
- Incentivo ao desenvolvimento de mecanismos de financiamento verdes inovadores, com o objetivo de incentivar uma maior participação de tecnologias renováveis e, principalmente, a energia eólica offshore.
- Modernização da infraestrutura de T&D através da instalação de novas tecnologias da eletrônica de potência e desenvolvimento de metodologias e/ou aprimoramento de modelos computacionais para planejamento do sistema elétrico, tal que permitam acrescentar sua flexibilidade e permitir uma maior integração das FRV.
- Incentivo à participação de tecnologias de armazenamento tais como: baterias, H2 e UHR, que devem permitir uma maior participação das FRV.
- A AMI deve ser massivamente implantada e potencializada, beneficiando o sistema e os usuários⁵⁶, uma vez que deverá permitir a implantação de novos mecanismos de tarifação horária, maior desenvolvimento dos programas de resposta de demanda e desenvolvimento de novos modelos de negócio.
- Devido ao elevado potencial de fontes renováveis, o país terá a possibilidade de se tornar líder mundial na produção de H2V. O H2V terá um papel importante na descarbonização do setor elétrico, através de uma lenta, mas gradativa substituição dos combustíveis fósseis, usando excedentes das FRV e evitando sua restrição. Potencialmente, o H2V pode contribuir também para a descarbonização dos outros setores de difícil abatimento de emissões como o transporte.

Impactos antecipados no nível do programa

O PI proposto contribuirá para o NDC do Brasil, permitindo uma redução de 30% do total de reduções de emissões de GEE esperadas do setor elétrico até 2030. Além disso, o IP ajudará o plano do governo por:

1. Contribuindo para instalar uma capacidade instalada acumulada em 2030 de 17 ou 25 GW de MGD (EPE, 2020b).
2. O mercado de medidores inteligentes no Brasil para consumidores residenciais de baixa tensão deverá passar de 901 mil unidades em 2022 para 3,9 milhões de unidades em 2030, um crescimento anual composto de 20,1% (OSE, 2023).
3. Aumentar a capacidade instalada de energia eólica offshore em 16 GW até 2050 (se houver redução de 20% no CAPEX).

⁵⁶ A participação dos consumidores do setor elétrico será mais ativa, denominados Prosumidores, permitindo inclusive a sua associação através de comunidades energéticas.

Protocolos de rastreamento

O monitoramento e o relatório dos resultados serão um processo colaborativo entre todas as partes interessadas. Os pontos focais do país e as AI, em colaboração com a equipe CIF de Monitoramento e Relatórios, liderarão o rastreamento dos indicadores de impacto de PI em nível de país estabelecidos na aprovação de PI. Os MDB de implementação monitorarão e relatarão anualmente ao CIF AU todos os indicadores principais de nível de resultado relevantes para cada projeto aprovado, de acordo com as metodologias, requisitos de relatórios e cronogramas estabelecidos no REI IRF e no próximo REI M&R Toolkit. Como tal, os MDB serão responsáveis por incorporar esses indicadores de nível de resultado nas estruturas e mecanismos de monitoramento e relatório para cada projeto implementado, juntamente com quaisquer indicadores de resultado opcionais e pelo menos um coindicador por projeto, também de acordo com o REI IRF e REI Kit de ferramentas M&R. Os workshops de M&R de PI em nível de país, previstos no início, no meio do período e nas conclusões de PI, juntamente com quaisquer workshops de M&R de país provisórios, conforme necessário, permitirão um consenso de várias partes interessadas sobre indicadores, metas, metodologias e lacunas relacionadas, lições ou aprimoramentos.

O BNB, como mutuários e IE, atuando como bancos intermediários para a correta alocação dos recursos CIF-REI, serão responsáveis por reportar anualmente aos MDB os indicadores do IRF. Os submutuários implementando projetos associados às atividades apoiadas pelo PI terão dentro de suas responsabilidades com os IE o fornecimento de informações necessárias para cumprir os requisitos de monitoramento e relatórios, com base nos compromissos incorporados nos contratos de subcrédito.

Como parte dos critérios de elegibilidade de financiamento, deve ser importante observar que os submutuários devem estar em condições de relatar periodicamente diferentes indicadores relacionados ao desempenho e realizações de projetos, aspectos de inclusão, reduções associadas a emissões de GEE, usuários beneficiados, incluindo sua distribuição de gênero e princípios de inclusão aplicados, juntamente com o progresso das realizações centrais e outros cobenefícios transversais que serão aplicados de acordo com o contexto de cada projeto.

O programa será monitorado em geral por meio de Relatórios de Monitoramento de Projeto (PMR) periódicos a serem preparados com base nos relatórios de IE e submutuários. Os MDB realizarão avaliações regulares para apoiar e avaliar a execução do programa.

As demonstrações financeiras do programa serão auditadas de acordo com o procedimento previamente acordado nos MDB. Os IE apresentarão em até 120 dias após o término de cada ano fiscal do projeto, durante o período de desembolso original ou suas prorrogações, as demonstrações financeiras auditadas do programa, devidamente assinadas/endossadas por empresa de auditoria independente aceita pelos MDB.

Rastreamento e avaliação de aspectos de mudança transformacional e aspectos de inclusão social.

Mais do que medição de resultados lineares por meio de indicadores, o conceito de mudança transformacional⁵⁷ se baseia na identificação de sinais em suas várias dimensões, abrangendo sistemas complexos⁵⁸ como sua principal unidade de análise, sendo sua avaliação refletida no

⁵⁷ Mudança fundamental em sistemas relevantes para a ação climática com impactos positivos em larga escala que mudam e aceleram a trajetória de progresso em direção a caminhos de desenvolvimento sustentáveis, inclusivos, resilientes e neutros em termos climáticos.

⁵⁸ Por exemplo, sistemas ecológicos, sociais, econômicos e técnicos.

contexto específico e nas abordagens de aprendizado nos níveis de impacto CIF. O olhar da transição energética ressalta como os riscos e benefícios relativos dos processos e efeitos da mudança transformacional são gerenciados de maneira otimizada e ética em termos de inclusão social e impactos distributivos. Os resultados relacionados ao gênero podem ser avaliados com respeito aos impactos transformadores de gênero e resultados por setor, por exemplo, parcela de mulheres trabalhando no setor energia renovável, qualidade da participação das mulheres em processos de tomada de decisão, etc.

Também, a mudança transformacional, a transição energética e os efeitos de inclusão social da execução do Plano de Investimento proposto devem ser evidenciados na capacitação de mão de obra, qualidade da criação de empregos e na sua distribuição, uso de abordagens sensíveis ao gênero e obtenção de impactos tais como geração de energia limpa e redução das emissões e poluição. A implantação de infraestrutura AMI, junto com os RED, podem ser apontadas como as atividades do programa com maior potencial de geração de impacto social transformador por meio de novas oportunidades de melhoria da qualidade de vida dos usuários finais.

Por outro lado, o programa deverá acompanhar e avaliar as atividades, em particular relacionados ao progresso com: i) formação e emprego social inclusivo dos membros da comunidade e de mulheres no serviços e manutenção de projetos/soluções implementados; ii) desenvolvimento de atividades produtivas e crescimento econômico local graças à inserção de novas tecnologias; e iii) diminuição dos níveis de desemprego e/ou do número de indivíduos perdendo seus empregos, que devem ser treinados e empregados para participar da diversificação econômica.

O alcance da inclusão social em termos de minorias étnicas, religiosas e raciais, famílias chefiadas por mulheres, comunidades locais, migrantes, jovens e pessoas com deficiência, deve depender dos projetos finais a serem apoiados, mas será de qualquer forma, um aspecto essencial de acompanhamento para avaliar a mudança transformacional positiva do programa.

Além disso, o relatório deverá também acompanhar e ajudar a verificar quais políticas adotadas são sensíveis ao gênero, por exemplo, envolvendo a equidade de instaladores femininos e masculinos para AMI ou na O&M dos diversos equipamentos, desenvolvedores de projetos, etc. O monitoramento de salvaguardas incluirá uma avaliação contínua baseada no potencial de exploração sexual e violência de gênero.

ANEXOS

ANEXO I. Avaliação da capacidade de absorção do país para atividades de integração

Contexto Macroeconômico:

Depois de sofrer uma forte recessão em 2015 e 2016 e se recuperar ligeiramente nos dois anos seguintes, a economia brasileira manteve sua tendência de alta moderada e o PIB cresceu 1,1% em 2019. Depois de recuar 3,9% em 2020, primeiro ano da pandemia de COVID-19, o PIB brasileiro avançou 4,6% em 2021. O país manteve seu status de liderança na América do Sul em 2021, sendo o responsável por mais de 50% do PIB da região no ano. No acumulado dos dois anos (2020 e 2021), houve um avanço de 0,6%, o que indica que o nível de atividade já supera o de 2019 (níveis pré COVID-19).

Comparado com os países do G7, o avanço brasileiro superou o desempenho mediano (-2,2%) e ficou abaixo apenas do crescimento dos Estados Unidos (cuja economia avançou 2,0% no acumulado de 2020 e 2021). Já nos países do G20, o desempenho brasileiro ficou acima da mediana (-0,9%), porém distante do topo do ranking. Os maiores avanços do grupo nesses dois anos foram de Turquia (13,1%), China (10,5%) e Coreia do Sul (3,1%). Numa lista de 19 países da América Latina, o país ocupou o sexto maior avanço nos últimos dois anos, superando a mediana do grupo (-2,1%). O crescimento econômico na América Latina foi liderado por Chile (4,5%), Guatemala (3,9%) e Paraguai (3,9%).

Conforme mencionado, em 2020 a economia brasileira foi severamente afetada pela recessão global decorrente da pandemia de COVID-19 e, no ano de 2022, o consumo interno no país teve que ser apoiado por programas de transferência do governo.

Para 2023 a OCDE⁵⁹, prevê um aumento de 1,2% do PIB do país⁶⁰, a economia deve desacelerar por conta do cenário externo desfavorável, do aperto monetário doméstico e do aumento do nível de incerteza. Para 2024, a OCDE⁶¹ prevê uma leve melhoria do PIB brasileiro, com crescimento estimado em 1,4%, abaixo da média mundial, que deve ser de 2,7%.

No final de 2019, o IPCA registrou uma taxa nacional de 4,31%, um pouco acima do teto da meta de 4,25% definido pelo Banco Central do Brasil (BCB). Em 2020, a inflação anual foi de 4,52%, o maior nível desde 2016, quando foi de 6,29%. Isso se deveu principalmente a um aumento de 14% nos preços de alimentos e bebidas após a pandemia.

Em 2022 o IPCA registrou uma deflação no mês de setembro de -0,29%. Este foi o terceiro mês consecutivo de queda de preços (em julho foi de -0,68% e em agosto foi de -0,36%). No acumulado do ano, a inflação oficial foi de 4,09% e 7,17 % em 12 meses⁶². Estes resultados foram conseguidos devido a uma política fiscal expansionista⁶³ em 2022, impulsionada pelas isenções fiscais para lidar com os preços mais elevados da energia (redução do ICMS sobre os produtos)

⁵⁹ <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-63701894>.

⁶⁰ Abaixo da média mundial de 2,2%.

⁶¹ <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-63701894>.

⁶² <https://www.suinoagricultural.com.br/imprensa/brasil-registra-deflacao-de-029-em-setembro/20221013-092100-d912>.

⁶³ <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-63701894>.

e com aumento de 50% no programa Auxílio Brasil⁶⁴. Ainda assim, a inflação acumulada⁶⁵ em 2022 fechou em aproximadamente 5,62%.

O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)⁶⁶ prevê uma inflação de 4,9% para 2023, resultado que ficaria acima do teto da meta de 4,75%. Esta previsão nos indica que a deflação apresentada para os preços administrados em 2022 deverá ser revertida ao longo de 2023. Além disso, reajustes contratuais das distribuidoras de energia e das operadoras de planos de saúde, a recomposição mais acentuada das tarifas de transporte público, devem exercer pressão sobre este grupo de preços neste ano⁶⁷.

As commodities com seus preços mais baixos, junto a desaceleração econômica de grandes parceiros comerciais do país, devem diminuir a demanda. Além disso, condições de crédito mais rigorosas devem limitar o consumo dos lares, gerando uma desaceleração na geração de empregos no país em 2023, afirma a OCDE⁶⁸.

O Brasil possui um dos setores financeiros mais desenvolvidos e sofisticados da América Latina. O sistema bancário e o mercado de capitais do país são bem diferenciados, competitivos internacionalmente e alinhados aos padrões internacionais. A infraestrutura bancária é forte e existe um sistema operacional de supervisão bancária. Os mercados de capitais estão abertos ao capital nacional e estrangeiro. O setor bancário é dominado por instituições financeiras nacionais, com participação significativa dos bancos públicos. Os investidores internacionais têm papéis importantes nos mercados de capitais e derivativos.

A Taxa Básica de Juros (SELIC) foi drasticamente reduzida nos últimos anos. Enquanto em janeiro de 2017 a SELIC era de 13,0%, em 2018 era de apenas 6,5%. No final de 2019, o Comitê de Política Monetária (COPOM) do BCB havia cortado a SELIC para 5%. Em linha com a desaceleração econômica global causada pela pandemia, em 2020 a SELIC foi reduzida para a mínima histórica de 2,0%. O BCB justificou isso argumentando que as atuais condições econômicas exigiam estímulos monetários extraordinariamente elevados. Entretanto, em fevereiro de 2023 o COPOM determinou o aumento da Taxa SELIC para 13,75%, tentando conter um cenário de inflação em alta.

Contexto jurídico, regulamentar e institucional⁶⁹:

As atuais condições das instituições brasileiras indicam uma robustez desenvolvida ao longo dos últimos anos em que, devido ao atual marco legal e regulatório, promove-se o empreendedorismo e incentiva o investimento estrangeiro direto⁷⁰. Geralmente, o governo não faz distinção entre capital estrangeiro e nacional. Entidades privadas estrangeiras e domésticas estão autorizadas a estabelecer, possuir e alienar empresas comerciais. A regulação fiscal não diferencia empresas estrangeiras e nacionais.

⁶⁴ Esse programa de transferência de renda deve ser mantido no novo governo. Auxílio Brasil será reestruturado e benefício de R\$ 600 deverá ser mantido.

⁶⁵ <https://www.camara.leg.br/radio/programas/914609-deflacao-pelo-terceiro-mes-consecutivo-provoca-reavaliacao-dos-parametros-economicos-no-orcamento/>.

⁶⁶ <https://www.cnnbrasil.com.br/business/inflacao-deve-estourar-a-meta-e-chegar-a-49-em-2023-preve-ipea/>.

⁶⁷ <https://www.cnnbrasil.com.br/business/inflacao-deve-estourar-a-meta-e-chegar-a-49-em-2023-preve-ipea/>.

⁶⁸ <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-63701894>.

⁶⁹ https://bti-project.org/fileadmin/api/content/en/downloads/reports/country_report_2022_BRA.pdf.

⁷⁰ Durante décadas, as empresas estatais dominaram quase todos os setores econômicos do país. Nos anos 1990 e início dos anos 2000, o governo privatizou empresas estatais em um amplo espectro de indústrias.

Entretanto, a organização de novos investimentos é um processo bastante burocrático⁷¹. O Brasil ficou em 124º lugar entre 190 países em termos de índice de facilidade para fazer negócios de 2020. Apesar disso, o processo para iniciar um negócio melhorou ligeiramente (da classificação 140 para a 138). Se toma em média 16,6 dias, envolvendo 11 procedimentos e 4,2% de custos da renda per capita. Segundo o relatório Climatescope da BloombergNEF, em 2021 o Brasil ficou na 6ª posição (investimentos da ordem de US\$ 7,0 bilhões), nos 15 principais mercados para financiamento de ativos de energia renovável (excluindo a China), superando inclusive a países como Espanha, França e Suécia. Além disso, o país ocupa o 29º lugar entre 137 países em transformação política e 85º em governança⁷².

Atualmente, existem 133 empresas no Brasil que são direta ou indiretamente estatais (exemplo: operadora de correios, empresa de petróleo Petrobras, autoridade portuária, entre outras). Seu valor líquido corresponde a 9,5% do PIB e empregam aproximadamente meio milhão de pessoas. O desempenho financeiro das empresas estatais melhorou nos últimos anos. De um déficit de 0,5% do PIB em 2015, evoluiu para um excedente de 1% do PIB em 2019, incluindo neste cálculo também a venda de ativos.

A Constituição Federal de 1988 garante a liberdade de associação e reunião, e esses direitos são respeitados. Grupos civis políticos e independentes podem se formar livremente. Através da Lei de Acesso à Informação (LAI), qualquer pessoa, física ou jurídica, sem necessidade de apresentar motivo, pode obter informações públicas dos órgãos e entidades. Enquanto as ONG institucionalizadas são mais influentes, com laços internacionais, há também uma série de organizações comunitárias ativas, movimentos sociais e plataformas informais.

Nos últimos anos, o Brasil estabeleceu os primeiros passos a fim de melhorar a política fiscal. Em 2000 foi aprovada a Lei de Responsabilidade Fiscal (LRF)⁷³. Em 2017, o Brasil fez um pedido formal de adesão à OCDE. Em 2019 foi aprovada a lei de reforma da previdência (Emenda Constitucional 103/2019). O estado tem se engajado na expansão e fortalecimento das estruturas administrativas básicas. No entanto, grandes extensões de território permanecem sem acesso à prestação de serviços públicos de forma eficiente e confiável. A corrupção, as lacunas na infraestrutura básica e a falta de capacitação técnicas e de pessoal afetam a capacidade do Estado. No Brasil, as funções e atividades do Estado são significativamente descentralizadas. Os municípios são responsáveis pela prestação de serviços tais como abastecimento de água, saúde básica e educação.

Contexto técnico e gerencial:

Banco do Nordeste do Brasil S.A. é um banco brasileiro, constituído como uma sociedade de economia mista, com participação do Governo Federal como maior acionista. É um banco múltiplo com características de um MDB e tem por finalidade promover o desenvolvimento sustentável da Região Nordeste do Brasil, por meio do apoio financeiro aos agentes produtivos regionais. Sua missão, é atuar na promoção do desenvolvimento regional sustentável. O BNB opera como órgão executor de diversas políticas públicas, principal fonte de recursos operacionalizada pela empresa. Além dos recursos federais, o BNB tem também acesso a outras fontes de financiamento nos mercados interno e externo, por meio de parcerias e alianças com

⁷¹ Os empreendedores enfrentam altos custos associados ao início de um negócio, registro de propriedades, acesso a crédito, pagamento de impostos, entre outros.

⁷² <https://bti-project.org/en/reports/country-report/BRA>.

⁷³ Impôs ordem e responsabilidade sobre os gastos do estado brasileiro por meio de uma estrutura geral de planejamento, execução e prestação de contas do orçamento aplicável a todos os níveis de governo.

instituições nacionais e internacionais, incluindo instituições multilaterais, como o Banco Mundial (BM) e o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID).

O BNB exerce trabalho de atração de investimentos, apoia a realização de estudos e pesquisas com recursos não-reembolsáveis e estrutura o desenvolvimento por meio de projetos de grande impacto. Além disso, o BNB se propõe a prestar atendimento integrado a quem decide investir em sua área de atuação, disponibilizando uma base de conhecimentos sobre o Nordeste e as melhores oportunidades de investimento na região. Assim, nos últimos anos, o banco tem aumentado progressivamente o seu papel no preenchimento de grandes lacunas de financiamento e no desenvolvimento de financiamentos de infraestrutura, destacando-se: (i) FNE Sol (financiamento de até 100%, à MMGD e SISOL com limite máximo de R\$ 100 mil para pessoa física) e FNE Verde (financiamento à energia renovável e eficiência energética).

ANEXO II. Detalhamento dos estudos

Aprimoramento de tecnologias, modernização e digitalização de usinas hidrelétricas

Diagnóstico

Embora a capacidade instalada de UHE tenha aumentado continuamente entre 2006 e 2021 (2,7% a.a.), a produção de energia a partir dessa fonte não teve o mesmo comportamento. Verificou-se um aumento de 4,2% a.a. no período de 2006 a 2011, seguido de uma redução de 1,7% a.a. entre os anos de 2011 e 2021 (EPE, 2022).

Isso ocorre, pois, as UHE são vulneráveis aos crescentes impactos das mudanças climáticas. Além disso, o envelhecimento dos atuais ativos, resultam em menor eficiência e capacidade de geração. Assim, usinas térmicas passam a ser mais despachadas, aumentando os custos de geração do país e a emissão de GEE.

De acordo com a EPE (2022a), a partir do início de 2030, a expansão da geração no SEB deve-se sustentar no aumento das FRV, tanto centralizado como descentralizado. A capacidade instalada hídrica, que no começo do século foi de 83%, vai diminuir para 46% até 2031 (com o aumento de outras renováveis). Além disso, aproximadamente o 50% da capacidade hidrelétrica instalada atualmente no país têm mais de 25 anos de operação. Por tanto, é necessário investir tanto em sua reabilitação, a fim de restaurar sua eficiência original e sua capacidade de geração, quanto, e se possível, em sua repotenciação. Isto, com a finalidade de garantir o suprimento futuro em um contexto de elevada penetração de FRV com o apoio e a flexibilidade que oferecem as UHE com capacidade de regulação.

Atividades/tecnologias transformacionais elegíveis

Para tentar manter a elevada quota de geração hidrelétrica, é necessário o aumento da eficiência, maior gestão, previsibilidade e manutenção do seu funcionamento, para além do reforço de outras tecnologias; para que possam ser usados para acomodar as variações de carga e o aumento da participação das FRV.

Devido ao envelhecimento, o nível de interrupções das turbinas hidrelétricas, com paradas forçadas, fora do calendário de manutenção, está aumentando, reduzindo a eletricidade produzida (EPE, 2019a). De 2007 a 2018, o custo das paradas forçadas foi de US\$ 4 bilhões (Martins e Alarcón, 2019). Nesse sentido, a Repotenciação⁷⁴ e/ou modernização⁷⁵ de UHE existentes ganham importância.

As tecnologias digitais podem ser um fator chave na modernização das UHE, melhorando os processos de tomada de decisão para gerenciar UHE, apoiando o melhor uso dos recursos hídricos (Alarcón, et. al., 2018; Arch, et. al., 2020): modernização do centro de controle; monitoramento remoto de integridade de reservatórios (aprendizado de máquinas, veículos não tripulados e robôs, bem como visualização de Indicadores Chave de Desempenho (KPI)⁷⁶ em tempo real); sistemas de medição, proteção, controle, supervisão, comunicação e monitoramento (O&M preditivo e gêmeos digitais⁷⁷); previsão e negociação (modelos de

⁷⁴ Intervenções que visam aumentar a potência e/ou eficiência de turbinas hidrelétricas.

⁷⁵ Utilização de novas tecnologias na operação das usinas, automatizando, digitalizando e informatizando seus controles e comandos, que resultam em aumento de produtividade e eficiência.

⁷⁶ Ferramenta de gestão para realizar a medição e consequente nível de desempenho e sucesso de uma organização ou de um determinado processo.

⁷⁷ Representações virtuais de UHE em tempo real por meio de IA, modelos matemáticos e medição de parâmetros operacionais da usina, incluindo medições de hidrologia a montante e a jusante da usina (Alarcón, et. al., 2018).

previsão por meio de IA, big data e aprendizado de máquinas) e gerenciamento de força de trabalho digital (plataformas de O&M).

Também, é interessante a utilização de modelos de predição que lidem com a natureza estocástica das FRV. Nesse contexto, técnicas de IA e aprendizado de máquina para melhorar a previsibilidade da geração tanto centralizada como descentralizada de FRV devem ser importantes (Dos Santos, 2019; Paiva, et. al., 2020; Pelisson, 2021).

Barreiras

Apesar dos diversos benefícios⁷⁸ da digitalização de UHE, ainda existem algumas barreiras que devem ser superadas. Essas tecnologias são relativamente novas e, portanto, pouco utilizadas. Alguns dos desafios incluem: falta de capital humano no domínio da digitalização, falta de infraestrutura de sensorização e telecomunicações adequada (capaz de suportar processamento e comunicação de grandes volumes de dados), custos e disponibilidade tecnológica e cibersegurança (proteção de dados).

Por outro lado, é também necessária a revisão do marco regulatório. Nesse sentido, deve-se considerar a inclusão de UHE em leilões de reserva de capacidade (para obtenção de remuneração adicional⁷⁹). Além disso, deve-se também esclarecer os conceitos de expansão e melhorias utilizados nos contratos de concessão, assim como a alocação da garantia física decorrente de melhorias e ampliação ao gerador para livre escoamento. Também deve-se analisar a possibilidade de estender o prazo da concessão em até 20 anos para amortizar o investimento em modernização e remuneração adequada pela prestação de serviços ancilares e atributo de “flexibilidade” conferido ao sistema pelas UHE.

É importante também avaliar o risco físico das mudanças climáticas (tais como: inundações, secas e chuvas extremas) para os ativos de geração hidrelétrica, com o objetivo de informar iniciativas de resiliência climática em todo o país e em nível de ativo.

Custos/Investimentos

Segundo a (EPE, 2022b), o custo específico de repotenciação/modernização de UHE variam entre um mínimo de R\$ 1.150/kW e um máximo de R\$ 2.250/kW. Além disso, considera-se que nos próximos anos será necessário modernizar aproximadamente 55 GW de UHE, mobilizando investimentos da ordem de US\$ 15 bilhões (BID, 2020).

Em EPE, (2022b), até 2029, foram identificadas 51 usinas existentes que poderiam fornecer 4.947 MW adicionais de capacidade instalada por meio de investimentos em reabilitação e repotenciação (equivalente a 400 MW de capacidade firme, deslocando aproximadamente 4.700 MW de turbina a gás de ciclo aberto), reduzindo o custo total do SIN em 6%. Considerando os dados de custo de repotenciação/modernização de UHE, fornecidos pela EPE. O investimento necessário estaria entre R\$ 5,7 bilhões e R\$ 11,1 bilhões. Nesse contexto as reduções conseguidas por R\$ investido oscila entre 0,0051 MtCO_{2eq}/R\$ a 0,0100 MtCO_{2eq}/R\$.

Diante dessas informações, nos próximos 10 anos será necessário mobilizar investimentos na repotenciação/modernização de usinas hidroelétricas de entre US\$1,1 e US\$2,1 bilhões. De acordo com experiências recentes, nos projetos de modernização de UHE os investimentos

⁷⁸ Capacidade de coletar dados, comunicar e tratar dados; melhorar o processo de tomada de decisão; redução de custos de O&M; aumento do desempenho da planta e da rede; etc.

⁷⁹ O investimento feito na modernização de UHE não poderia ser remunerado apenas com a venda da geração de energia adicional.

associados à digitalização e automatização da usina equivalem a cerca de 30% do valor total dos investimentos requeridos⁸⁰. Portanto, levando em conta o volume de investimentos projetados nos próximos 10 anos, as necessidades de recursos de investimento só para a digitalização e automatização das usinas hidrelétricas podem situar-se em um entorno de entre US\$ 326 e US\$ 640 milhões. Estes custos incluem: sensoriamento remoto; digitalização das proteções (melhoram a confiabilidade e segurança); digitalização do comando de controle e regulação (melhora as rampas); sistema de monitoramento e análise online, entre outros.

Resultados

A repotenciação/modernização de UHE pode ser uma alternativa custo-efetiva para recuperar e, eventualmente, aumentar a eficiência das máquinas e, conseqüentemente, sua produção. Esforços devem ser feitos para estabelecer mecanismos de incentivo capazes de promover investimentos em repotenciação/modernização de UHE.

A modernização de UHE até 2029 resultaria em 4.782 MW de ganho de capacidade para o Brasil, bem como uma redução de 57 MtCO_{2eq} por conta do deslocamento das termelétricas a gás natural (Accenture, 2021; EPE, 2019a). Considerando os dados de custo de repotenciação/modernização de UHE, fornecidos pela EPE. O investimento necessário para os 4.782 MW estaria entre R\$ 5,5 bilhões e R\$ 10,8 bilhões. Nesse contexto a redução de emissões conseguidas por R\$ investido oscila entre 0,0053 tCO_{2eq}/R\$ a 0,0104 tCO_{2eq}/R\$. Embora já existam UHE repotenciadas, novos casos ainda precisam ser estudados (EPE, 2019a).

Também, dados da PSR e do Banco Mundial⁸¹ indicam que a repotenciação e melhoria da eficiência de 8 GW adicionais de ativos hidrelétricos existentes, até 2030, poderia permitir a incorporação de entre 28 GW a 59 GW adicionais de FRV. Considerando que esta capacidade for todo fotovoltaica, este aumento permitiria uma redução de emissões entre 16,7085 MtCO_{2eq} e 35,2071 MtCO_{2eq}, caso toda esta capacidade seja eólica, este aumento permitiria uma redução de emissões entre 33,4169 MtCO_{2eq} e 70,4143 MtCO_{2eq}.

Digitalização, modernização e automatização da infraestrutura de T&D e fomento da integração de FRV nos SISOL⁸².

Diagnóstico

As projeções da matriz elétrica brasileira indicam um aumento na participação das FRV tanto centralizada como descentralizada. Especificamente, é previsto que a energia eólica e solar centralizada atinjam a capacidade instalada de 30,3 GW e 10,5 GW em 2031, respectivamente, em comparação a 20,8 GW e 4,6 GW em 2021. Além disso, espera-se que a capacidade instalada de MMD, cresça de 15,3 GW em 2021 para 37 GW em 2031 (EPE, 2022a).

Entretanto, a inserção massiva das FRV centralizada e distribuída traz consigo desafios significativos para o sistema, especialmente no que diz respeito à conexão das fontes ao sistema de T&D, regulação, planejamento e operação dos sistemas.

⁸⁰ O custo de investimento de modernização de uma UHE de 1.710 GW de capacidade é de aproximadamente R\$ 100 milhões.

⁸¹ Brazil CCDR – Energy Sector Deep Dive. PSR-Banco Mundial.

⁸² Esta questão é considerada transversal à digitalização, modernização e automatização das infraestruturas de T&D e aumento das tecnologias de armazenamento de energia, pelo que poderão ter as mesmas atividades transformacionais elegíveis.

Nos últimos anos, a demanda pela expansão do sistema de transmissão se intensificou devido ao desenvolvimento acelerado do ACL, além do efeito chamado de "corrida do ouro", desencadeado pela retirada do subsídio da tarifa de transmissão para fontes renováveis e pela alteração metodológica do cálculo das tarifas.

Diante disso, considerando os objetivos da expansão do sistema de transmissão, tais como prover a integração segura da geração, manter a competitividade no setor de geração e proporcionar atendimento seguro da demanda do SIN, considerando critérios de confiabilidade e custo, o PDE para o período de 2022 a 2032 apresenta um plano de expansão do sistema de transmissão com um aumento de 41 mil quilômetros de linhas de transmissão até o ano de 2032.

Este plano de expansão precisa a mobilização de investimentos de R\$ 110,3 bilhões em linhas de transmissão e R\$ 48 bilhões em subestações, para o cenário de referência, com base nos valores de março de 2022. O investimento é majoritariamente destinado à construção de novas linhas de transmissão e novas subestações e seus componentes, conjunto este que denominamos de equipamentos convencionais, com exceção dos novos corredores expressos em corrente contínua: o link HVDC Graça Aranha - Miltônia e um segundo corredor HVDC que interliga a região do Ceará/Rio Grande do Norte com São Paulo.

O notável plano de expansão decorre da necessidade de proporcionar uma rede de transmissão adequada, robusta e segura que possa comportar a expansão de geração de FRV de 57 GW até o ano de 2033. Entretanto, a indispensável construção da infraestrutura de transmissão não apenas para garantir o escoamento da energia, deve também agregar confiabilidade, flexibilidade e resiliência ao sistema também no curto prazo.

O ciclo de planejamento de longo prazo e sua execução possui horizonte de cerca de 8 a 12 anos. Dessa forma, todas as obras listadas acima têm previsão de entrada em operação após o ano de 2028. Entretanto, observa-se limitações e gargalos no sistema de transmissão no curto prazo que desotimizam a operação do sistema através da limitação da injeção de potência das FRV. Assim, os operadores do sistema elétrico devem estar cientes do aumento do risco de congestionamento nas redes de transmissão em determinados horários de alta produção de FRV, o que pode ameaçar a estabilidade e confiabilidade do sistema, e aumentar os custos operativos do sistema pelo uso ineficiente do recurso primário (vento e sol). Assim, a avaliação de novas tecnologias que possam ser adicionadas ao sistema de transmissão de forma a reduzir o ciclo de planejamento e execução é crucial para a manutenção da operação ótima e de mínimo custo do sistema. O desafio tecnológico acrescenta desafios regulatórios e de planejamento da rede de transmissão através da integração dessas tecnologias com características diferentes das convencionais, denominadas equipamentos flexíveis.

Um outro desafio a ser enfrentado pelo planejamento da transmissão de curto e longo prazo está atrelado ao envelhecimento dos equipamentos da rede. Segundo a EPE (PDE 2032), diversos ativos da transmissão devem ter sua vida útil regulatória⁸³ vencidas entre 2023 a 2032, o que demandaria investimentos potenciais de R\$ 37,6 bilhões. Entende-se que o comprometimento da segurança do sistema está associado à superação técnica das instalações, entretanto a informação da vida útil dos equipamentos é atualmente de posse somente dos agentes de transmissão. Esta questão também apresenta ao planejamento de curto e médio

⁸³ A vida física dos componentes é o fator que compromete a segurança do sistema. Entretanto, a vida útil regulatória é uma referência importante que deve ser acompanhada no âmbito do planejamento setorial, configurando um importante insumo para as estratégias de expansão do sistema de transmissão. Normalmente, o tempo de vida útil físico é maior à vida útil regulatória.

prazo do sistema de transmissão oportunidades de inserção das tecnologias flexíveis trazendo sempre a promoção do crescimento da expansão das FRV assim como o melhor aproveitamento da sua geração eliminando ineficiências operativas, tais como, o corte de geração renovável não convencional (*curtailment*).

Os sistemas de distribuição também enfrentam desafios que requerem um novo olhar para o planejamento, operação e regulação desse sistema. Com o advento do aumento dos RED⁸⁴, os sistemas de distribuição necessitam de modernização e digitalização, uma vez que inserção dos RED trazem desafios tais como:

- Operação do sistema de distribuição: Necessidade de maior controle de tensão e frequência dada a presença de rampas de elevação de carga, fluxo bidirecional e cargas móveis tais como as dos veículos elétricos;
- Planejamento do sistema de distribuição: reavaliação constante dos planos de expansão dada a difusão acelerada das novas tecnologias e modelos de negócio decorrentes dos RED, microrredes e usinas virtuais;
- Econômicas: cada vez as distribuidoras diminuem mais suas receitas e podem ter problemas econômicos derivados do aumento de perdas;
- Ambientais: cada vez os consumidores estão exigindo que sua energia seja mais limpa;
- Gerenciamento das incertezas internas do sistema: Resultante das incertezas em relação a demanda do sistema dado que esta já não é um elemento passivo.

Por fim, os sistemas de distribuição são peças importantes para a melhoria de suprimento de energia para os consumidores do SISOL. No Brasil, existem aproximadamente 3,1 milhões de pessoas (representando 0,6% da carga total do país) que se encontram em áreas isoladas (SISOL), que não possuem conexão ao SIN, principalmente localizadas na região Norte do País, em 7 estados (ver Figura II.1). Estes sistemas usam majoritariamente o óleo diesel como combustível para a geração de energia.

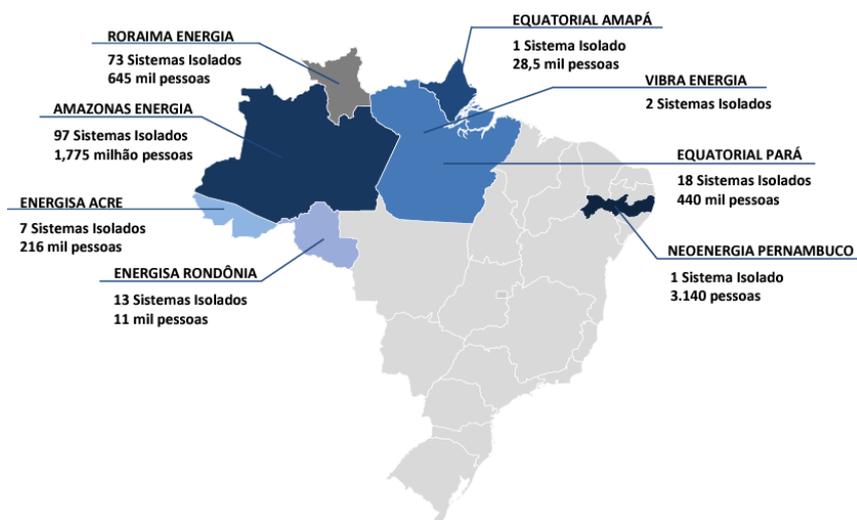


Figura II.1. Sistemas Isolados
Fonte: EPE, 2022c

⁸⁴ Existem diversas definições para RED. Neste relatório categoriza-se os RED como GD, baterias distribuídas, resposta da demanda e veículos elétricos.

Mesmo que a carga total do SISOL seja pequena, o impacto nas contas setoriais é elevado dado que a geração desses sistemas é subsidiada pelo encargo pago por todos os consumidores do SIN por meio da CCC.

Atividades/tecnologias transformacionais elegíveis

Aumento da flexibilidade na infraestrutura de T&D pode ser alcançado por meio de duas opções: construção de novas linhas de transmissão e/ou inclusão de novas tecnologias ou modernização das linhas existentes. Contudo, a construção de novas linhas de transmissão pode apresentar impactos socioambientais significativos, além de envolver elevados custos e tempo necessário para sua conclusão, podendo assim não ser a melhor solução (MME, 2020).

Para lidar com esse desafio, algumas tecnologias de controle e monitoramento do sistema de transmissão tem sido propostas: *(i)* Dynamic Line Rating (DLR) (equipamento auxiliar, como sistemas de comunicação, sensores de medição, detectores de queda, estações meteorológicas, sistemas de armazenamento de dados, software de registro de dados para armazenar e analisar dados de equipamentos DLR, modelos computacionais para cálculo do DLR na operação dos sistemas de transmissão); *(ii)* subestações digitais; *(iii)* Sistema de Transmissão CA Flexível (FACTS) (Compensadores Estáticos (SVC), Conversores de Corrente Contínua (HVDC), STATCOM, TSSC, TCSC, SSSC e UPFC); *(iv)* Limitadores de Corrente de Falha (FCL); *(v)* Conversores de Fontes de Tensão (VSC) e *(vi)* equipamentos de transmissão associados a projetos FRV (EPE, 2019b; EPE, 2022a). A utilização dessas tecnologias pode aumentar a flexibilidade do sistema de transmissão, trazendo mais oportunidades de inserção de FRV e melhor controle para o sistema.

Como exemplo de utilização destas tecnologias podemos destacar os projetos na Inglaterra⁸⁵ e na Colômbia⁸⁶. Na Inglaterra, a NGET instalou 48 Válvulas Inteligentes (*SmartValves*), em três subestações no norte da Inglaterra, criando 1,5 GW de capacidade adicional para escoamento da energia de fontes renováveis. No caso da Colômbia, a EPM instalou tecnologias de D-FACTS-Válvulas inteligentes no seu sistema de distribuição, permitindo assim a conexão de 400 MW de pequenos geradores hidráulicos e solares adicionais, na sua rede de distribuição.

A EPE também vem acompanhando e analisando estudos de expansão proativos de transmissão, atualmente em andamento nas regiões Norte e Nordeste, baseados em Corrente Contínua de Alta Tensão (HVDC), que vêm apresentando aplicação crescente no SIN⁸⁷. A EPE também destaca que dentre a diversidade de dispositivos de Sistema Flexível de Transmissão AC (FACTS) disponíveis no mercado, os que mais têm sido considerados por esta instituição são os Compensadores Estáticos (SVC). A alternativa HVDC torna-se um potencial de aplicação no sistema de transmissão brasileiro, pois permite coletar a geração de pelo menos dois pontos diferentes da rede e escoar esta energia para um ponto de alta concentração de carga. A EPE também vem acompanhando os estudos de desenvolvimento dessas novas tecnologias e interagindo com fabricantes de equipamentos de corrente contínua, com vistas a avaliar a viabilidade de sua aplicação no SIN, em horizontes de médio ou longo prazo (EPE, 2022a).

⁸⁵ <https://www.smartwires.com/2021/10/13/power-flow-project-extension-to-unlock-further-500-mw-of-capacity-on-electricity-system/>.

⁸⁶ <https://www.smartwires.com/2023/01/26/epm-culmina-proyecto-tecnologico-que-permitira-a-pequenos-generadores-inyectar-400-megavatios-a-su-red-de-distribucion-de-energia-en-antioquia/>.

⁸⁷ Por exemplo, os links DC de Graça Aranha - Silvânia que será licitado no final do ano e o novo link DC (ainda sem localização) apresentado no PDE 2032. Custos de implantação desta tecnologia (construção e ampliação de subestações e a linha em corrente contínua) tem um valor de US\$ 3,1 bilhões (EPE, 2023a).

Armazenamento em baterias é também uma solução, dada a expectativa de queda de custos até 2030, além do baixo tempo de implantação requerido e baixo impacto socioambiental esperado em comparação às linhas de transmissão. O armazenamento de energia pode ser utilizado na T&D, melhorando a flexibilidade do sistema (MME, 2020).

O atendimento dos SISOL poderá ser feito pela adoção de soluções tais como redes elétricas inteligentes, microrredes⁸⁸ ou sistemas de geração individual com FRV⁸⁹ com ou sem sistemas de armazenamento de energia em baterias.

Além disso, o desenvolvimento e/ou aprimoramento de modelos computacionais deve ser utilizado como suporte à avaliação da expansão e planejamento com equipamentos flexíveis da T&D (PSR, 2022). Na transmissão, automatização do cálculo da Margem de Transmissão (MT)⁹⁰, atualmente feito de forma manual pelo ONS de forma manual pode ser implementada (Miranda, et. al., 2018; Pinto, et. al., 2019).

Os sistemas de distribuição também possuem desafios a serem ultrapassados. É necessário o aprofundamento no conhecimento real e profundo das redes de distribuição e a penetração da FRV. Para isso, a implementação do cálculo da Capacidade de Hospedagem (CH), é uma ferramenta importante para uma maior penetração das FRV e manutenção sustentável da operação e expansão dos sistemas de distribuição (Visconti, et. al., 2022). Adicionalmente, a utilização de tecnologias como os D-FACTS vem sendo considerados nos sistemas de distribuição. Estes dispositivos são utilizados para melhorar o desempenho do sistema, podendo controlar grandezas do sistema: tensão, injeções de potência no barramento, fluxos de potência e perdas de linha (Barbosa, 2019).

Distribuidoras vêm diminuindo constantemente suas receitas. Esta questão se vê refletida na denominada espiral da morte. A MMGD junto a outros RED e microrredes devem fazer com que esta perda de receita seja maior no futuro. Consequentemente, novos modelos de negócio para as distribuidoras⁹¹ podem também ser estudados e desenvolvidos.

A medição inteligente e tarifas dinâmicas com maior granularidade temporal⁹², através de medidores inteligentes, permitiriam combater alguns problemas existentes no setor elétrico (perdas não técnicas e baixa confiabilidade) e também, permitiriam a implantação de novos mecanismos de tarifação⁹³, programas de resposta da demanda e modelos de negócio (MME, 2020).

Outras tecnologias que podem ser empregadas na digitalização da distribuição. Tecnologias de Informação e Comunicação (ITC), gêmeos digitais e Transformadores de Instrumento de Baixa Potência (LPIT) (Arteche, 2023).

⁸⁸ MIGDI (Microsistema Isolado de Geração e Distribuição de Energia Elétrica), RN ANEEL nº 493/2012.

⁸⁹ SIGFI (Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente), RN ANEEL nº 493/2012.

⁹⁰ Representa a máxima injeção de potência em uma região do SIN sem a necessidade de reforço do sistema de transmissão. A MT também é importante na expansão eólica offshore, pois permitiria avaliar a inserção de grandes quantidades no SIN.

⁹¹ Atualmente, o modelo de negócios das distribuidoras consiste na compra e venda de energia elétrica aos consumidores.

⁹² Eles também podem ser usados para atender os SISOL.

⁹³ Os medidores inteligentes foram utilizados na implantação da Tarifa Branca no país, que foi instituída por meio da RN ANEEL Nº 733/2016. Este foi um passo importante para a disseminação da medição inteligente, basicamente pela demanda na modernização dos sistemas de medição e no tratamento das informações provenientes das unidades consumidoras.

Barreiras

Dispositivos FACTS e D-FACTS não possuem incentivos à sua utilização. No marco regulatório, os operadores ou proprietários da rede não são afetados pelo aumento ou diminuição dos custos de congestionamento⁹⁴, que são repassados aos participantes do mercado (Tsuchida e Gramlich, 2019). Com respeito à medição inteligente, regulatoriamente não existe ainda um mecanismo de remuneração para estes investimentos (diferentemente dos ativos convencionais, o medidor inteligente é um ativo que possui menor tempo depreciação, logo o período de revisão tarifária, para remuneração desses investimentos, pode ser muito longo).

Tecnologicamente, a adoção de dispositivos FACTS e D-FACTS depende de um maior conhecimento da tecnologia, estes são relativamente novos (começaram nos anos 2000), não sendo suficientemente reconhecidas pelas suas capacidades e a falta experiência por parte dos operadores e planejadores⁹⁵ (Tsuchida e Gramlich, 2019). Além disso, outras barreiras tecnológicas referem-se à modernização da T&D, destacam-se: falta de infraestrutura de TI (capacidade para suportar elevadas cargas de fluxo e armazenamento de dados); gestão da informação (capacidade de unificar todos os dados em uma única plataforma); qualidade dos dados; cibersegurança (proteção dos dados dos clientes), e ética (quem deve ser o verdadeiro responsável do raciocínio e tomada de decisões) (Rodriguez, et. al., 2020).

Embora não seja uma barreira regulatória ou tecnológica, existem também por parte dos consumidores certas questões que impediriam a maior inserção de medidores inteligentes, sendo algumas destas: falta de segurança sobre seus dados, falta de familiaridade, diminuição da liberdade de escolha (que ocorre quando estes medidores representam um caráter obrigatório⁹⁶), e falta de confiança dos usuários com respeito aos fornecedores de energia.

Custos/Investimentos

Estima-se que entre 2022 e 2031, os investimentos para atingir a participação do RED, entre 27 GW e 47 GW, sejam da ordem de R\$ 73 bilhões a R\$ 168 bilhões. Até 2032, diversos ativos de transmissão terão sua vida útil regulatória expirada, exigindo investimentos da ordem de R\$ 37,6 bilhões para substituição de todos os equipamentos relacionados às subestações. Além disso, até 2022, serão 96.000 equipamentos com vida útil regulatória vencida, com investimento total de R\$ 21 bilhões (MME, 2019).

Planejamento integrado e flexível de sistema de transmissão. Projeto desenvolvido pela PSR/MRTS/HPPA, EPE e ISA CTEEP no âmbito de P&D da ANEEL. O objeto do projeto foi desenvolver uma metodologia de planejamento de transmissão flexível considerando uma penetração de FRV. A metodologia desenvolvida abrangeu medidas de flexibilidade tanto no âmbito operativo, considerando a aplicação do DLR em 28 linhas de transmissão de 230 kV da RB, como a inclusão de equipamentos flexíveis para expansão do sistema como baterias e FACTS. As simulações considerando o DLR mostraram uma redução de custo operativo médio de R\$ 76

⁹⁴ No Brasil as transmissoras são reguladas por disponibilidade apenas. Algumas empresas preferem até operar com as suas linhas em vazio, operando ineficientemente, pois não pagam multas.

⁹⁵ SVC e HVDC, têm sido cada vez mais aplicados em SEB. A EPE considerou os dispositivos SVC no contexto do planejamento energético e o HVDC está sendo analisado.

⁹⁶ Por exemplo, na Polónia, Indonésia e Turquia a implantação destes medidores foi obrigatória. Em certas regiões de Canadá e Estados Unidos houve até contestação judicial da obrigatoriedade de implantação (Gums e Castro, 2021).

milhões ao ano, considerando uma estimativa de investimento de cerca de R\$ 100 milhões⁹⁷ em equipamentos de monitoramento.

A Copel vem realizando investimentos a fim de modernizar sua infraestrutura de T&D (AEN, 2022; OSE, 2023). Este ano, sua rede de distribuição vai receber R\$ 1,878 bilhão dos recursos, para intensificar sua modernização e ampliação. Além disso, a empresa vem desenvolvendo sua iniciativa Rede Elétrica Inteligente, promovendo a automatização da sua rede elétrica. Com um investimento de R\$ 820 milhões, está levando a nova tecnologia para 4,5 milhões de pessoas, em unidades residenciais e empresas urbanas e rurais, já foram instalados 430 mil medidores digitais em 73 municípios (planeja instalar 500 mil nos próximos dois anos), os quais devem comunicar-se diretamente com a central de operação da empresa. Além disso, A Copel vai investir também R\$ 274,9 milhões em geração e transmissão de energia, no setor de transmissão a Copel prevê investir R\$ 100 milhões na melhoria e modernização das linhas.

A EDP também anunciou investimentos de R\$ 4 bilhões no segmento de distribuição no Espírito Santo, até 2025 (OSE, 2023; Petronotícias, 2023). A EDP instalou 50 mil medidores inteligentes no Espírito Santo e planeja ultrapassar a marca de 1 milhão até 2025. Estes investimentos têm por objetivo principal o fortalecimento da rede de distribuição para permitir a implantação de MMGD. Este investimento é praticamente o dobro do que foi investido entre 2016 e 2020. Além disso, este investimento tem como objetivos secundários a melhoria operacional da rede; a redução de perdas (combate ao furto de energia); investimento em digitalização e atendimento ao cliente.

Segundo pesquisas realizadas em distribuidoras do Brasil, o custo unitário de aquisição do medidor é de aproximadamente R\$ 150. Custo de aquisição e instalação de equipamentos de telecomunicação é de aproximadamente R\$ 142 por unidade consumidora (custos de O&M de R\$ 3,55). Custo de aquisição e instalação de infraestrutura de automação é de aproximadamente R\$ 53,25 por unidade consumidora (custo de O&M de R\$ 2,55) e de infraestrutura de tecnologia de informação de aproximadamente R\$ 53,25 por unidade consumidora (custo de O&M de R\$ 2,55). Custo de logística de aproximadamente R\$ 12,50 por unidade consumidora (Lima, et. al., 2022). O custo total do medidor inteligente por unidade consumidora é de aproximadamente R\$ 419,65.

Resultados

Estudos desenvolvidos pela PSR mostram que investimentos considerando novas metodologias flexíveis⁹⁸ de planejamento da transmissão tem um valor de US\$ 2.070,8 milhões, comparada com a metodologia de planejamento convencional de US\$ 4.606,1 milhões, representando uma redução de 55% em investimentos na transmissão. Além disso, a utilização de metodologia convencional de expansão indica uma geração térmica de 68.443 GWh no ano de 2030, enquanto a expansão flexível da transmissão resultou em uma geração de 68.003 GWh, no mesmo ano, uma redução de quase 1% (emissões evitadas de GEE de 0,1499 MtCO_{2eq}). Também, o vertimento de FRV ficou em 27.075 GWh no caso de expansão convencional e em 26.404 GWh, representando uma redução de 2,5% (emissões evitadas de GEE de 0,2285 MtCO_{2eq}) quando considerada a metodologia de expansão flexível.

⁹⁷ Estimativa considerando um investimento de US\$ 4,8 milhões para 8 linhas de transmissão no Texas de acordo com IRENA, 2020 - DYNAMIC LINE RATING INNOVATION LANDSCAPE BRIEF.

⁹⁸ É importante entender que a metodologia flexível não resultou em investimento em equipamentos flexíveis. A PSR faz um plano de expansão que possui múltiplos cenários, demanda com perfil horário e redespacho do sistema. O que já é diferente da metodologia convencional.

A implementação do DLR traria uma economia de custos operativos anuais para o Brasil de até 1% (R\$ 76 milhões), considerando a aplicação do DLR para linhas de transmissão da RB com carregamento acima de 90%. Devido a isso é possível diminuir o despacho das termelétricas de 63.817 GWh para 63.522 GWh (redução de 1%), isto evitaria a emissão de GEE no valor de 0,1005 MtCO_{2eq}. Além disso, existiria uma diminuição do *curtailment* das usinas eólicas e solares, diminuindo de 5.436,1 GWh para 5.041,3 GWh (redução de 7%), isto evitaria a emissão de GEE no valor de 0,1345 MtCO_{2eq}.

A ENEL Distribuição de São Paulo instalou 300 mil medidores inteligentes durante 2022 e planeja investir R\$ 1,33 bilhão até 2025 para implantar mais de 3 milhões de medidores inteligentes. A CEMIG finalizou 2022 com 250 mil medidores inteligentes (investimento de R\$ 155 milhões) e planeja instalar 1 milhão até 2025. A CELESC conta com 33 mil medidores inteligentes instalados durante 2021 e está com planos para instalar mais 262 mil durante 2023. A ENERGISA, CPFL e NEOENERGIA têm propostas para instalar mais de 4 milhões de medidores em conjunto. Destaca-se também a inclusão da avaliação de sistemas de medição para transição energética e modernização da distribuição na agenda da ANEEL para o biênio 2023-2024 (OSE, 2023).

Se considerarmos um cenário hipotético onde em um ano se instalam medidores inteligentes na quantidade de 3 milhões para consumidores residenciais (cujo consumo médio é de 300 kWh/mês) e 0,5 milhão para consumidores comerciais (cujo consumo médio é de 800 kWh/mês); o custo total de investimento seria de R\$ 1,5 bilhão (o custo do medidor inteligente por cada unidade consumidora é de R\$ 419,65). Além disso, considerando que o sistema fotovoltaico instalado atende as necessidades energéticas do consumidor e que a radiação média é de 5,5 kWh/(m²-dia), a potência total instalada de MMGD fotovoltaica⁹⁹ é de 9,8 GW. Utilizando um fator de emissão¹⁰⁰ do SIN 0,3406 tCO_{2eq}/MWh, o total de emissões evitadas de GEE é de 5,3134 MtCO_{2eq}/ano.

Por outro lado, dados da EPE mostram que as emissões dos SISOL são em torno de 1,825 MtCO_{2eq}/ano considerando usinas a óleo diesel e gás natural. Estimativas da EPE indicam que a manutenção das atuais condições de geração no SISOL (predomínio das usinas de geração a óleo diesel), por exemplo, para os casos de Acre, Amazonas e Rondônia, teria um impacto de R\$ 4 bilhões na CCC, nos próximos 15 anos. Nesse contexto, soluções como a substituição parcial ou total da geração diesel por geração com FRV com ou sem armazenamento de energia, poderia ajudar a diminuir não somente esses custos, mas também às emissões.

Promoção das tecnologias de armazenamento de energia.

Diagnóstico

Recentemente, no segmento de distribuição estão sendo instalados MMGD, constituídos principalmente por FRV. Estes têm o potencial de inverter os fluxos de energia (do consumidor para a rede), tornando-o bidirecional; gerando complicações, não só na operação e no gerenciamento, mas na O&M do sistema.

Aumento das FRV coloca maior preocupação nas questões de confiabilidade, segurança e qualidade. Apenas no hub de H2V do Pecém, no Ceará, são previstos 6 GW adicionais de FRV até 2032 para atender a produção prevista apenas pelos quatro atores principais do setor privado que já assinaram pré-contratos pelo uso da área. UHE com reservatórios poderiam

⁹⁹ Considera-se que cada consumidor pode instalar um MMGD para atendimento do seu consumo.

¹⁰⁰ <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/dados-e-ferramentas/fatores-de-emissao>.

suprir a flexibilidade requerida pelo sistema. No entanto, a maior penetração a FRV ameaça estas questões, mas ainda consideram as projeções para a MMGD que deverá atingir 37 GW em 2031, destacando-se a fotovoltaica com 92% da capacidade instalada.

Armazenamento de energia como uma solução viável no suprimento de flexibilidade e outros serviços requeridos pelo sistema. Dentre as soluções identificadas encontram-se, principalmente, as baterias, H2 e UHR. Cada um com diferentes aplicações que permitem obter diferentes benefícios.

UHR para compensar maiores sazonalidades. No Brasil a predominância de UHE possibilitou a postergação da implantação destas tecnologias. No entanto, recentemente, em 2019, a EPE retomou o assunto a través da publicação de estudos de inventário, tentando atualizar os estudos desenvolvidos nas décadas de 1970 e 1980, que identificaram grande potencial na região Sudeste. O Brasil conta com 20 MW de capacidade instalada em UHR que não está operativo (BID, 2023).

Atividades/tecnologias transformacionais elegíveis

O armazenamento de energia pode ser usado de forma centralizada e distribuída¹⁰¹. Armazenamento centralizado objetiva a acumulação em larga escala dos excedentes das FRV. Armazenamento descentralizado pode ser utilizado tanto Atrás do Medidor (BtM) como na Frente do Medidor (FtM).

Implementar procedimentos e modelos que coordenem a operação de reservatórios hidrelétricos para implantação de UHR. A implantação de procedimentos e modelos para operação de reservatórios é uma medida de mitigação de *curtailments* que pode complementar a implantação de UHR, haja vista que os serviços que esta tecnologia proporcionaria devem ser adequadamente valorados (MME, 2020).

A eletrólise da água é uma forma tradicional de produção de H2V que pode aproveitar o excesso de eletricidade. Com este propósito, a produção e utilização de H2V podem contemplar as intermitências produzidas em algumas tecnologias, no caso do setor elétrico. Entretanto, o excedente da oferta das FRV pode não ser suficiente para a necessidade do processo, havendo necessidade integração energética com outras fontes de suprimento.

Apesar do H2 já possuir uma cadeia¹⁰² estabelecida com relação à produção¹⁰³ e ao consumo¹⁰⁴ no país, o H2 é classificado como H2 cinza por ser proveniente da queima de combustíveis fósseis. Atualmente, o Brasil produz cerca de 550 toneladas/ano de H2 cinza, usados principalmente pela indústria petroleira (para refino) e para a produção de fertilizantes (GIZ, 2021). O país tem grande potencial para se tornar um dos líderes mundiais na produção de H2V, por conta do elevado potencial dos recursos renováveis e do alto nível de integração do SIN, podendo ter um dos LCOH (*Levelized Cost Of Hydrogen*) mais competitivos do mundo, chegando a menos de 1 US\$/kg em 2030 (BNEF, 2021). Isso permitiria descarbonizar setores como a indústria pesada, e colocar o país em posição relevante como produtor e exportador mundial não só de H2V mas de minerais, aço, metais, amônia, commodities agrícolas e outros bens e serviços industriais de baixo ou zero carbono (EPE, 2022a).

¹⁰¹ Também podem ser usados para atender SISOL.

¹⁰² A oferta é quase exclusivamente baseada em combustíveis fósseis e a demanda é quase inteiramente para fins industriais como matéria-prima.

¹⁰³ Companhias internacionais: Air Liquide, Air Products White Martins/Linde and Messer.

¹⁰⁴ Refinarias, alimentos, metalurgia, soldagem, refrigeração, equipamentos industriais etc.

No Brasil, o desenvolvimento do mercado de H2V deve ser feito a partir de hubs, combinando em um mesmo local a produção, transformação e uso/comercialização do H2V e derivados. Esta é uma forma de aproveitar economias de escala e de escopo através de infraestrutura compartilhada (como abastecimento de água, rede elétrica, e infraestrutura industrial e portuária), além da localização estratégica para a exportação de produtos (uma vez que os principais hubs de H2V previstos para o Brasil se encontram na costa). Outro benefício, seria acoplar a produção de eólica *offshore* com H2V como uma forma de diminuir custos e permitir a integração da eólica *offshore*: a produção de H2V diretamente no terminal *offshore* permite diminuir o custo do investimento da própria geração eólica offshore, uma vez que o custo de transporte do H2V é em média 80% menor que a linha submarina que conecta a subestação *offshore* ao SIN.

O Brasil tem pelo menos cinco complexos portuários e industriais, dos quais quatro estão localizados na região Nordeste, onde esse modelo poderia ser replicado. São eles: Pecém (Ceará), Suape (Pernambuco), Camaçari (Bahia), e o novo complexo portuário que está sendo construído no Rio Grande do Norte com o apoio do Banco Mundial. Nesses exemplos, há uma forte complementariedade entre produção eólica offshore, produção de H2V e derivados, e descarbonização industrial. O hub de H2V do Pecém é atualmente o mais avançado, por ter: (i) quatro pré-contratos e 20 Memorandos de Entendimento (MoU) assinados com empresas do setor privado, (ii) estar localizado próximo a grandes indústrias (como siderurgia e cimento, que serão importantes consumidoras de H2V para descarbonização), e (iii) ter benefícios fiscais federais e estaduais por ser uma Zona de Processamento de Exportação (ZPE) já constituída.

Produção centralizada e distribuída de H2. As plantas de produção de H2 centralizada são de elevada capacidade o que permite economias de escala, porém, requerem uma importante infraestrutura de armazenamento e distribuição. As plantas de produção de H2 descentralizada, a infraestrutura é menos relevante em termos econômicos permitindo dimensionar a planta para atendimento local, mas o projeto pode perder escalabilidade (EPE, 2022b).

Bancos de bateria de grande porte em aplicações FtM. A melhora tecnológica, redução dos custos e incentivos vêm contribuindo para tal fim. Bancos de bateria de grande porte já estão sendo conectados a sistemas de potência ou usinas. Exemplo, projeto da CTEEP que implantou um banco de baterias de 30 MW/60 MWh, para melhorar a confiabilidade da rede (MME, 2020).

Armazenamento distribuído. Em aplicações BtM, uma das vertentes pode ser o emprego em veículos (que forneceriam serviços de transporte e à rede). Outra vertente é o emprego nas unidades consumidoras ou junto a instalações de MMGD ou em microrredes, prestando serviços não só aos consumidores, mas à rede. Espera-se que estas aplicações se desenvolvam também como um mercado propício para baterias de segunda vida, proveniente de aplicações veiculares. Em aplicações FtM, podem ser utilizadas como parte de infraestrutura de distribuição ou em microrredes.

Barreiras

Além da falta de uma infraestrutura de telecomunicação, estas são tecnologias relativamente novas no setor elétrico, não existe ainda não existe um marco regulatório e um ambiente de mercado consolidado para sua implantação. Embora as autoridades setoriais estejam analisando várias alternativas e propostas, até o momento a regulação não reconhece este tipo de investimentos (indefinição regulatória de incorporação de ativos de armazenamento na T&D,

por exemplo, não incorporação no Banco de Preços Referenciais (BPR)¹⁰⁵, tempo de depreciação¹⁰⁶, cibersegurança, ausência para a atividade de agregação de carga). No mercado pode-se dizer que são tecnologias com preços ainda elevados para o contexto brasileiro (principalmente em aplicações BtM), incerteza nos modelos de negócio, falta de monetização de alguns dos seus serviços, falta de tarifação apropriada¹⁰⁷ (maior granularidade temporal que especifique melhor a escassez temporal) e falta de mercado de serviços ancilares¹⁰⁸ (não se reconhece a receita pelos serviços que prestam) (Bellido, et. al., 2022; Bellido, et. al., 2020; MME, 2020).

Também, existe atualmente no país, uma indefinição regulatória sobre como que as baterias poderiam ser consideradas como geradoras ou consumidoras ou até transmissoras. Além disso, referente às UHR existe uma indefinição sobre como esta deveria ser denominada: UHR ou bombeamento hidráulico, que, caso seja aceita a primeira denominação, seria necessário que estas operem como uma forma de concessão, no segundo caso não seria necessário este mecanismo de contratação.

No caso do H2V, uma das principais barreiras para o desenvolvimento desse novo mercado está no alto custo inicial para projetos de H2V, combinado com a falta de demanda. Muitos chamam este desafio do dilema do ovo e a galinha: sem produção, não terá demanda, e sem demanda não terão produtores e investidores interessados. Segunda uma análise de mercado conduzida pelo Banco Mundial, uma das formas de promover projetos de H2V seria através do financiamento público de infraestrutura compartilhada, como corredores de utilidades e infraestrutura portuária, sendo está uma forma de reduzir o risco do investimento para o setor privado e dando ao mesmo tempo um sinal claro da política de desenvolvimento do estado.

Custos/Investimentos

A seguir, alguns exemplos em relação aos custos/investimentos necessários para implementar as atividades/tecnologias identificadas no caso do Brasil. Instalação de banco de baterias de 30 MW/60 MWh. Projeto desenvolvido pela ISA CTEEP, com um investimento aproximado de R\$ 146 milhões e RAP de R\$ 27 milhões. As baterias se mostraram como a solução mais econômica para resolver problemas de atendimento de carga em horário de ponta no Litoral Sul de São Paulo. Neste projeto foram analisadas as seguintes soluções: implantação de transformadores defasadores em alguns pontos da rede; banco de baterias e transformadores defasadores; geração diesel na ponta e banco de baterias.

Estima-se que soluções *turn-key* de MMGD & Baterias, para fins comerciais ou residenciais, tenham um preço estimado de R\$ 2.000/kWh no ano de 2030. No ano de 2020 o preço destes sistemas era de aproximadamente R\$ 4.500/kWh, taxa de redução de 8,3% a.a. (EPE, 2020b). Por outro lado, os custos projetados para 2030, das baterias de ion-Lítio estariam na faixa de

¹⁰⁵ Referência utilizada pela ANEEL para estimar o valor do investimento em infraestrutura do setor elétrico.

¹⁰⁶ Essas tecnologias têm um tempo de depreciação menor do que as tecnologias convencionais no SEB. Necessidade de atualizar o Manual de Controle Patrimonial do Setor Elétrico (MCPSE).

¹⁰⁷ A ausência de sinais econômicos faz com que os requisitos sistêmicos sejam percebidos como externalidades, no sentido de que o valor social fornecido não se reflete no preço da energia.

¹⁰⁸ Destaca-se a consulta pública 145/2022 que objetiva a discussão de temas relacionados à prestação de serviços ancilares no SIN. As principais sugestões dos agentes foram: desenvolvimento de um marco regulatório apropriado, criação de um mercado de serviços ancilares, criação de novos serviços ancilares (resposta rápida de frequência, melhora de resposta de frequência, entre outros), desenvolvimento de mecanismos concorrenciais para contratação de serviços ancilares (considerando, remuneração adequada (receita fixa + receita variável) e neutralidade tecnológica), empilhamento de receitas e fornecimento de serviços ancilares na distribuição.

US\$ 254¹⁰⁹/kWh (MME, 2020). Também, espera-se que para o ano de 2031 o custo de instalações de UHR no país seja de R\$ 2.400/kW - R\$ 12.000/kW, enquanto os custos de O&M sejam de R\$ 70/kW/ano (EPE, 2022a).

Resultados

A estimativa de produção anual de H2 no horizonte de 2050 é de cerca de 1850 Mt/ano, destacando-se os recursos renováveis offshore com um enorme potencial técnico para a produção de hidrogênio. Segundo estudos da EPE, a necessidade de energia para suprir a carga de ponta será de cerca de 13.200 MW em 2027, considerando tanto as tecnologias de armazenamento quanto as termoelétricas. Desse total, aproximadamente 2.500 MW são indicados na região Nordeste, a partir de 2025, 3.700 MW na região Sul a partir de 2022 e 7.000 MW na região Sudeste/Centro-Oeste, a partir de 2023.

Segundo dados da (EPE, 2023), o banco de baterias instalado pela CTEEP, de 30 MW/60 MWh, que é o primeiro sistema de energia em baterias em larga escala implementado no país e cujo objetivo é de atuar como um reforço à rede elétrica, em horários de pico de consumo, como ocorre no verão. O projeto possui uma vida útil de 17 anos e potencial de evitar a emissão de 0,0101 MtCO_{2eq} nesse período de tempo (nesse contexto, a relação de a relação emissões evitadas/investimento é de 0,00007 tCO_{2eq}/R\$).

Para o caso das baterias, considera-se que por cada unidade de potência instalada, a mesma quantidade de potência em FRV, solar fotovoltaica e/ou eólica, pode também ser absorvida. O banco de baterias de 30 MW teria o potencial de absorver a instalação de também 30 MW em FRV, isto é, eólica e/ou solar fotovoltaica. Considerando o fator de emissão do SIN no ano de 2022 de 0,3406 tCO_{2eq}/MWh. Por um lado, se considerarmos somente a instalação de uma usina eólica de 30 MW (fator de capacidade de 0,4), as emissões evitadas de GEE seriam de aproximadamente 0,0358 MtCO_{2eq}. Por outro lado, se considerarmos somente a instalação de uma usina fotovoltaica de 30 MW (fator de capacidade de 0,2), as emissões evitadas de GEE seriam de aproximadamente 0,0179 MtCO_{2eq}.

Segundo estudos desenvolvidos pelo (BID, 2023), atualmente, existe no Brasil um potencial em UHR de aproximadamente 13 GW. Em relação aos custos, estes tiveram um amplo espectro dos possíveis projetos. O custo específico mínimo para estes projetos foi de US\$ 740/kW, enquanto o custo específico máximo foi de US\$ 1.504/kW; o custo específico médio verificado nestes projetos foi de US\$ 1.067/kW. Consequentemente, considerando as informações relacionadas ao potencial em UHR e o custo específico médio, o investimento total para implantar estes sistemas no Brasil seria de aproximadamente US\$ 13,7 bilhões.

¹⁰⁹ A faixa de valores indicada é de US\$ 395/kWh e US\$ 113/kWh.

ANEXO III. Dados adicionais ao SEB

Tabela III.1. Grupos Temáticos para a modernização do SEB

Assunto	Definição
Formação de preço	Verificação da relação entre oferta e demanda e suas oscilações, permitindo um sistema mais aderente à realidade operativa, gerando o apropriado sinal para a contratação adequada das necessidades
Critérios de suprimento	Estabelecer parâmetros que sinalizem para a necessidade de contratação dos atributos que o sistema requer
Lastro e Energia	Necessidade de contratação de lastro e energia separadamente, pois o sistema elétrico tem apresentado restrições em termos de capacidade de potência
Abertura de Mercado	Redução dos limites de acesso ao mercado livre e os efeitos da ampliação do mercado livre. Existe uma proposta de abertura do mercado livre para todos os consumidores do Grupo A
Inserção de novas tecnologias	Garantia da neutralidade tecnológica. A ideia é que as tecnologias no setor possam competir em igualdade de condições, sem barreiras e/ou subsídios específicos
Sustentabilidade da distribuição	Remuneração apropriada da distribuidora. Uma parcela de consumidores possui uma tarifa volumétrica. Atualmente, a distribuidora é remunerada por meio de tarifas pela venda de energia, porém, não todos os custos dependem da quantidade de energia consumida e produzida
Processos de contratação	Conferir maior eficiência no processo de contratação, reduzindo os custos e mitigando impactos. Pertinência de criação de um Agente Centralizador de Contratos
Racionalização de encargos e subsídios	Desenvolvimento nos subsídios custeados pela CDE
Mecanismo de realocação de Energia	Análise das causas conjunturais e estruturais dos efeitos causados pela recente sequência de anos de baixa fluência hidrológica, apresentando um diagnóstico e propostas de solução do problema
Sustentabilidade da Transmissão	Questão do quantitativo de instalações de transmissão em final de vida útil e na simplificação da liquidação dos Encargos de Uso do Sistema de Transmissão (EUST)
Sistemática de Leilões	Ajustes e aprimoramentos a serem executados no curto prazo, sem exigir modificações profundas nas resoluções normativas e regulamentação já existente sobre os leilões
Alocação de custos e riscos	Identificação de distorções mais significativas no atual modelo, destacando-se: preços, expansão da confiabilidade do sistema e garantia de suprimento
Desburocratização e melhora dos processos	Levantamento dos principais processos e atividades do SEB que tenham ou não envolvimento de agentes externos, avaliando a possibilidade de simplificar, excluir ou aprimorar a forma como são realizados
Governança	Processos ou temas relevantes que carecem de coordenação, de estruturação ou de melhor definição do papel de cada instituição. Inclusive temas que transcendem o setor elétrico

Fonte: MMM, 2019

Tabela III.2. Leilões de energia solar

Ano	Leilão	MWmédio contratado	Início Fornecimento	Comentário
2014	6 LER	202,1	2017	--
2015	7 LER	214,0	2017	--
	8 LER	262,0	2018	--
2016	9 LER	--	--	Cancelado
	10 LER	--	--	Cancelado
2017	25 LEN (A-4)	170,2	2021	--
2018	27 LEN (A-4)	228,5	2022	--
2019	29 LEN (A-4)	62,0	2023	--
	30 LEN (A-4)	163,0	2025	--
2020	31 LEN	--	--	Cancelado
	32 LEN	--	--	Cancelado

Fonte: Adaptado de Greener, 2021

Tabela III.3. Algumas características dos SISOL em comparação com o SIN

Ano	Carga (MWmédio)		Consumo (GWh)		Perdas (%)	
	Isolados	SIN	Isolados	SIN	Isolados	SIN
2012	1.453,0	58.540,0	7.823,0	440.304,0	38,7	14,4
2013	1058,0	58.608,0	5.783,0	457.359,0	37,6	10,9
2014	650,0	61.593,0	3.769,0	471.054,0	33,8	12,7
2015	562,0	64.625,0	3.341,0	462.367,0	32,1	18,3
2016	446,0	64.613,0	2.940,0	458.840,0	25,0	19,2
2017	472,0	65.585,0	2.893,0	464.268,0	30,0	19,2
2018	459,0	66.559,0	2.913,0	472.852,0	27,5	18,9
2019	461,0	67.835,0	2.914,0	479.613,0	27,9	19,3
2020	483,0	66.839,0	2.997,0	473.571,0	29,4	19,3
2021	442,0	69.449,0	2.918,0	494.586,0	24,7	18,7

Fonte: EPE, 2022

ANEXO IV. Consultas às partes interessadas

O Plano de Investimento CIF-REI do Brasil é o resultado de um processo consultivo liderado pelo GdB liderado pelo Ministério de Fazenda (MF), MME e Ministério de Ciência Tecnologia e Inovação (MCTI), para identificar e priorizar linhas de ação, nas quais são necessários mecanismos de apoio financeiro para acelerar a integração das FRV. Este plano foi concebido como um instrumento importante para avançar na Transição Energética e nos caminhos da ação climática que o país estabeleceu, em termos de política, rumo aos objetivos de crescimento sustentável, reduções de emissões e mitigação das mudanças climáticas em 2030 e 2050. Esse processo de consulta incluiu agências governamentais como EPE, ANEEL, ONS, CCEE, BNDES e representantes do setor privado, academia e parceiros de desenvolvimento da cooperação internacional. Houve duas consultas principais ao longo da preparação do IP, a primeira das quais ocorreu durante a Missão Conjunta, realizada em julho de 2022, e foi usada para iniciar conversas com diferentes níveis de governo e partes interessadas relevantes. Com base nessas discussões, foram determinados os principais temas estratégicos que deveriam ser incluídos para serem apoiados por meio deste IP. Os participantes dessas discussões estão listados nas Tabela IV.1, Tabela IV.2 e Tabela IV.3.

Tabela IV.1. Participantes da Missão Conjunta realizada em 6 de julho de 2022

NOME	ORGANIZAÇÃO	POSIÇÃO
Marcelino Madrigal	IDB	Energy Division Chief
Gloria Visconti	IDB	Lead Climate Change Specialist
Carlos J. Echevarria	IDB	Regional Lead Energy Specialist
Juan Roberto Paredes	IDB	Senior Renewable Energy Specialist
Michelle Carvalho	IDB	Senior Energy Specialist
Rafael Cavazzoni	IDB	Financial Markets Lead Specialist
Gisela Ferrari	IDB	Gender Focal Point at the Climate Change and Sustainability Division
Ana Champloni	IDB	Consultant at the Climate Change and Sustainability Division
Ricardo Goncalves	IDB	Consultant at the Climate Change and Sustainability Division
Fernando Cubillos	IDB	Head Energy - Principal Investment Officer
Chandrasekar Govindarajalu	WB IBRD	Lead Energy Specialist - Energy Climate Finance
Pierre Audinet	WB IBRD	Lead Energy Specialist
Megan Meyer	WB IBRD	Senior Energy Specialist
Carlos Antonio Costa	WB IBRD	Senior Energy Economist
Alexandre Kossoy	WB IBRD	Senior Financial Specialist - Climate Change Group
Jimmy Pannett	WB IBRD	Energy Specialist
Luis Alberto Andres	WB IBRD	Sector Leader, Brazil, Infra & Water
Andrey Shlyakhtenko	WB IFC	Senior Operations Officer
Tendai Madenyika	WB IFC	Operations Officer
Diogo Falchano Bardal	WB IFC	Associate Operations Officer
Marco Aurélio dos Santos Rocha	ME	Secretary of International Economic Affairs
Alexandre Ywata	ME	Special Secretary for Productivity and Competitiveness

Raquel Breda dos Santos	ME	General Coordinator of Global Development Institutions
Luiz Mauricio de Araujo Navarro	ME	Coordinator for Policies and Funds for Development Finance
Patricia Vieira da Costa	ME	Advisor for Policies and Funds for Development Finance
Flavio Daniel Baran	ME	Advisor for Policies and Funds for Development Finance
Agnes Maria de Aragao da Costa	MME	Head of the Special Advisory on Regulatory Affairs
Patricia Naccache Martins da Costa	MME	Advisor to the Executive Secretary
Luís Badanhan	MME	General Coordinator of Environmental Sustainability of the Energy Sector
Chris Salgado Faria	MME	Special Advisor for Economic Affairs
Daniela Nogueira	MCTI	General Coordinator of Project Modeling (Financial Structures and Projects)
Andrea Nunes	MCTI	Researcher
Gustavo Ramos	MCTI	Coordinator and Specialist in Public S,T&I Policies
Leandro Viegas	MCTI	Science and Technology Analyst at the Special Advisory for International Affairs
Felipe Sereno	MCTI	Technologist
Guilherme Arantes	BNDES	Electric Energy Sector Manager
Luciana Peixoto Gonçalves de Oliveira	ANEEL	Specialist in Regulation at the Superintendence of Regulation of Generation Services
Rafael Costa Ribeiro	ANEEL	Specialist in Regulation at the Superintendence of Regulation of Generation Services
Aurélio Calheiros de Melo Junior	ANEEL	Deputy Head of the International Advisory
Jaiane Batista Alves Padilha	ANEEL	Administrative Support
Gustavo Pires da Ponte	EPE	Deputy Superintendent of Generation Planning
Mariana de Assis Espécie	EPE	Chief of Staff
Angela Barbosa Greenhalgh	ONS	Strategic Transformation Specialist
Elusa Moreira Barroso Brasil	ONS	Assistant to the Director General
Galdino Barros	CCEE	Advisor to the Presidency

Tabela IV.2. Participantes da Missão Conjunta realizada em 7 de julho de 2022

NOME	ORGANIZAÇÃO	POSIÇÃO
Gloria Visconti	IDB	Lead Climate Change Specialist
Carlos J. Echevarria	IDB	Regional Lead Energy Specialist
Juan Roberto Paredes	IDB	Senior Renewable Energy Specialist

Gisela Ferrari	IDB	Gender Focal Point at the Climate Change and Sustainability Division
Ana Champloni	IDB	Consultant at the Climate Change and Sustainability Division
Ricardo Goncalves	IDB	Consultant at the Climate Change and Sustainability Division
Michelle Carvalho	IDB	Senior Energy Specialist
Fernando Cubillos	IDB Invest	Head Energy - Principal Investment Officer
Marcelino Madrigal	IDB	Energy Division Chief
Rafael Cavazzoni	IDB	Financial Markets Lead Specialist
Chandrasekar Govindarajalu	WB IBRD	Lead Energy Specialist - Energy Climate Finance
Pierre Audinet	WB IBRD	Lead Energy Specialist
Megan Meyer	WB IBRD	Senior Energy Specialist
Carlos Antonio Costa	WB IBRD	Senior Energy Economist
Stephanie Gil	WB IBRD	Practice Manager for LAC in the Energy and Extractives Global Practice
Tendai Madenyika	WB IFC	Operations Officer
Diogo Falchano Bardal	WB IFC	Associate Operations Officer
Raquel Breda dos Santos	ME	General Coordinator of Global Development Institutions
Luiz Mauricio de Araujo Navarro	ME	Coordinator for Policies and Funds for Development Finance
Patricia Vieira da Costa	ME	Advisor for Policies and Funds for Development Finance
Flavio Daniel Baran	ME	Advisor for Policies and Funds for Development Finance
Claudia Girotti	ME	Advisor to the Special Secretary for Productivity and Competitiveness
Patricia Naccache M. da Costa	MME	Advisor to the Executive Secretary
Luís Badanhan	MME	General Coordinator of Environmental Sustainability of the Energy Sector
Daniela Nogueira	MCTI	General Coordinator of Project Modeling (Financial Structures)
Andrea Nunes	MCTI	Researcher
Felipe Sereno	MCTI	Technologist
Guilherme Arantes	BNDES	Electric Energy Sector Manager
Luciana Peixoto Gonçalves de Oliveira	ANEEL	Specialist in Regulation at the Superint. of Regulation of Generation Services
Rafael Costa Ribeiro	ANEEL	Specialist in Regulation at the Superint. of Regulation of Generation Services
Carmen Silvia Sanches	ANEEL	Deputy Superintendent of R&D and Energy Efficiency (Specialist in Regulation)
Fabio Stacke Silva	ANEEL	Specialist in Regulation at the Superintendence of R&D and Energy Efficiency
Lucas Dantas Xavier Ribeiro	ANEEL	Specialist in Regulation at the Superintendence of R&D and Energy Efficiency

Marcos Venicius Leite Vasconcelos	ANEEL	Specialist in Regulation of the Superint. of Regulation of Distribution Services
Carlos Marcel Ferreira da Silva	ANEEL	Specialist in Regulation - Superint. of Regulation of Distribution Services
Davi Rabelo Viana Leite	ANEEL	Specialist in Regulation – Superint. of Regulation of Distribution Services
Ailson de Souza Barbosa	ANEEL	Specialist in Regulation - Superint. of Regulation of Distribution Services
Aurélio Calheiros de Melo Junior	ANEEL	Deputy Head of the International Advisory
Jaiane Batista Alves Padilha	ANEEL	Administrative Support
Gustavo Pires da Ponte	EPE	Deputy Superintendent of Generation Planning
Mariana de Assis Espécie	EPE	Chief of Staff
Angela Barbosa Greenhalgh	ONS	Strategic Transformation Specialist
Elusa Moreira Barroso Brasil	ONS	Assistant to the Director General
Galdino Barros	CCEE	Advisor to the Presidency
Alessandra B. Coelho de Oliveira	BDMG	Senior Financial Analyst
Henrique Schmidt dos R. Lacerda	ABDE	Economic Studies Management
Roberto Luis Castro Thome	GIZ	Project Manager - Renewable Energies and Energy Efficiency - GIZ Brazil
Joisa Campanher Dutra Saraiva	CERI/FGV	Director
Roberto Brandão	GESEL/UFRJ	Senior Researcher
Genilson Pavão Almeida	CONFEA	Board member
Daniel Sobrinho	CONFEA	Board member
Everlin Kaori Akagi	CONFEA	Analyst
Monica Azevedo Lannes Ribeiro	CONFEA	Analyst
Camila Ramos (CELA)	ABSOLAR	Vice President of Finance
Elbia Gannoum	ABEEOLICA	Chief Executive Officer
André Themoteo	ABEEOLICA	Senior Technical Analyst
Carolina Kimura	ABEEOLICA	Technical Analyst
Mario Coelho	ABIOGAS	Director of International Affairs
Paulo Emílio de Miranda	ABH2/LabH2/COP PE/UFRJ	President
Gustavo Nunes	ABH2/LabH2/COP PE/UFRJ	Chief Financial Officer
Gabriel Lassery	ABH2/LabH2/COP PE/UFRJ	Executive Superintendent
Marina Domingues	ABH2/UFMG	Executive Secretary
Luiz Roberto Morgenstern Ferreira	APINE	Consultant
Mayra Santana	Thymos Energia	Head of Renewables and Regulatory Affairs

Giovanna de Lorenzi Canever	Thymos Energia	Regulatory Affairs Analyst
--------------------------------	----------------	----------------------------

Tabela IV.3. Participantes da Missão Conjunta realizada em 17 de outubro de 2022

NOME	ORGANIZAÇÃO	POSIÇÃO
Gloria Visconti	IDB	Lead Climate Change Specialist
Carlos Echevarria	IDB	Regional Lead Energy Specialist
Michelle Carvalho	IDB	Senior Energy Specialist
Ricardo Goncalves	IDB	Consultant at the Climate Change and Sustainability Division
Fernando Cubillos	IDB Invest	Head Energy - Principal Investment Officer
Pierre Audinet	WB IBRD	Lead Energy Specialist
Carlos Antonio Costa	WB IBRD	Senior Energy Economist
Andrey Shlyakhtenko	WB IFC	Senior Operations Officer
Alexandre Messa Peixoto da Silva	ME/SEAE	Secretary
Henrique Cavaliere da Silva	ME/SEAE	Advisor to the Secretary
Cláudio A. de Arêa Leão Navarro	ME/SEAE	Planning and Budget Analyst
Emmanuelle L. de Oliveira Freitas	ME/SEAE	Foreign Trade Analyst
Claudinéia Raquel da Silva	ME/SEAE	Member of the SEAE Team
Raquel Breda dos Santos	ME/SEAE	General Coord. of Global Development Institutions
Patricia Vieira da Costa	ME/SEAE	Advisor
Flavio Daniel Baran	ME/SEAE	Advisor
Adalberto J. F. de Sousa Alencar	ME/SEAE	Advisor
Patricia Naccache Martins Da Costa	MME/SE	Advisor to the Executive Secretary
Laerte Gomes de Brito	MME/SE	General Coordinator of Energy Information
Gustavo Pires da Ponte	EPE	Deputy Superintendent of Generation Planning

O segundo processo de consulta decorreu na Missão Conjunta realizada em março de 2023, para a qual foram convidados a participar bancos locais de desenvolvimento, especialistas em gênero e inclusão social, operadores de rede e fora da rede, potenciais promotores de projetos e investidores. Os participantes de diferentes reuniões realizadas durante essa missão estão listados nas Tabela IV.4 e Tabela IV.5.

Tabela IV.4. Participantes da Missão Conjunta realizada em 8 de março de 2023

NOME	ORGANIZAÇÃO
André Campos	Ministry of Finance
Thiago Longo	Ministry of Finance
Gustavo Luedemann	Ministry of Finance
Mariana Espécie	Ministry of Mines and Energy
Patricia Costa	Ministry of Mines and Energy

Karina Araujo	Ministry of Mines and Energy
Eduardo Soriano	Ministry of Science, Technology, and Innovation
Gloria Visconti	Inter-American Development Bank (IDB)
Carlos Echevarría	Inter-American Development Bank (IDB)
Eduardo Sierra	Inter-American Development Bank (IDB)
Katia Queiroz	Inter-American Development Bank (IDB)
Juan Roberto Paredes	Inter-American Development Bank (IDB)
Christiaan Gischler	Inter-American Development Bank (IDB)
Irati Jiménez	Inter-American Development Bank (IDB)
Eric Daza	Inter-American Development Bank (IDB)
Rafael Lima	Inter-American Development Bank (IDB)
Gisela Ferrari	Inter-American Development Bank (IDB)
Martha Carvalho	Inter-American Development Bank (IDB)
Ricardo Gonçalves	Inter-American Development Bank (IDB)
Ana Champloni	Inter-American Development Bank (IDB)
Fernando Cubillos	Inter-American Development Bank (IDB-Invest)
Silvana Bianco	Inter-American Development Bank (IDB-Invest)
Pierre Audinet	World Bank Group (IBRD)
Carlos Antonio Costa	World Bank Group (IBRD)
Guido Couto	World Bank Group (IBRD)
Michael Wilson	World Bank Group (IBRD)
Gustavo Vargas	World Bank Group (IFC)
Tendai Madenyika	World Bank Group (IFC)
Diogo Falchano	World Bank Group (IFC)
Amaro Pereira	Consultant
Marlon Huamani	Consultant
Giovanni Machado	EPE
Gustavo Pires da Ponte	EPE
Galdino Barros	CCEE
Elusa Moreira	ONS
Aurelio Calheiros	ANEEL
Waldenir Alexandre da Silva	ELETROBRAS
Mauricio Lisboa	CEPEL
Erika Borba	SPIC
Rafael Kelman	PSR
Mario Pereira	PSR
Tarso Vilela	INESC P&D Brasil
Fabio Micerino	Santo Antonio Energia
Mario Augusto Caetano	ITAIPU
Guilherme Arantes	BNDES
Claudia Noel	BNDES
Bruno Pena	BNB
Bruno Gabai	BNB
João Pereira	BNB
Sâmia Araujo	BNB
Henrique Vasconcelos	BB
Cristopher Braga	CAIXA
Milena Bauber	CAIXA
Igor Fonseca	SANTANDER
Marina Marquez	ITAU

Newton Hamatsu	FINEP
----------------	-------

Tabela IV.5. Participantes da Missão Conjunta realizada em 9 de março de 2023

NOME	ORGANIZAÇÃO
André Campos	Ministry of Finance
Thiago Longo	Ministry of Finance
Gustavo Luedemann	Ministry of Finance
Mariana Espécie	Ministry of Mines and Energy
Patricia Costa	Ministry of Mines and Energy
Karina Araujo	Ministry of Mines and Energy
Eduardo Soriano	Ministry of Science, Technology and Innovation
Gloria Visconti	Inter-American Development Bank (IDB)
Carlos Echevarría	Inter-American Development Bank (IDB)
Eduardo Sierra	Inter-American Development Bank (IDB)
Katia Queiroz	Inter-American Development Bank (IDB)
Juan Roberto Paredes	Inter-American Development Bank (IDB)
Christiaan Gischler	Inter-American Development Bank (IDB)
Irati Jiménez	Inter-American Development Bank (IDB)
Eric Daza	Inter-American Development Bank (IDB)
Rafael Lima	Inter-American Development Bank (IDB)
Gisela Ferrari	Inter-American Development Bank (IDB)
Martha Carvalho	Inter-American Development Bank (IDB)
Ricardo Gonçalves	Inter-American Development Bank (IDB)
Ana Champloni	Inter-American Development Bank (IDB)
Fernando Cubillos	Inter-American Development Bank (IDB-Invest)
Silvana Bianco	Inter-American Development Bank (IDB-Invest)
Pierre Audinet	World Bank Group (IBRD)
Carlos Antonio Costa	World Bank Group (IBRD)
Guido Couto	World Bank Group (IBRD)
Michael Wilson	World Bank Group (IBRD)
Gustavo Vargas	World Bank Group (IFC)
Tendai Madenyika	World Bank Group (IFC)
Diogo Falchano	World Bank Group (IFC)
Giovanni Machado	EPE
Gustavo Pires da Ponte	EPE
Galdino Barros	CCEE
Elusa Moreira	ONS
Aurelio Calheiros	ANEEL
Renato Gribeiro	ISA CTEEP
Guilherme Gamaral	ISA CTEEP
Rafael Kelman	PSR
Mario Pereira	PSR
Gerardo Pontelo	ABRATE
Tiago Soares	ABRATE
Edson Watanabe	URFJ
Fernanda Rodrigues	ENEL
Vanderlei Martins	ENEL
Jefferson Scudeler	CPFL

Ricardo Gazolla	NEOENERGIA
Marco Aurelio Giancesini	CELESC
Julio Omori	COPEL
Djalma Falcao	UFRJ
Carlos Divino	GIZ
Luciano Schweizer	KfW
Camila Gramkow	CEPAL
Issei Akoi	JICA
Eiri Taniguchi	JICA
Luiza Lisboa	UK

Por fim, a minuta do plano foi publicada para comentários no site do MME em abril de 2023, sendo recebidos XX comentários do público em geral, com base nos quais o plano final foi alterado e consolidado neste documento.

ANEXO V. Desenvolvimento cobenefícios

Os principais cobenefícios a serem obtidos com o desenvolvimento de projetos a serem financiados no âmbito deste PI foram identificados para corresponder os seguintes:

Política e Planejamento: Coerência entre os setores

Aperfeiçoar os serviços prestados pelo setor público não envolve apenas a contratação de funcionários ou investimento em tecnologia, mas é necessário priorizar o planejamento na gestão pública, possibilitando que o gerenciamento de ações seja feito de acordo com as demandas da população. Por exemplo, tornar o sistema elétrico cada vez mais limpo, logo, deve-se priorizar a implantação de fontes renováveis ou de outras tecnologias/técnicas que permitam esse aumento. Nesse contexto, a fim de atingir os melhores resultados, trabalhar em coordenação e cooperação com outros parceiros de desenvolvimento, deve ser uma prioridade, assim como fazê-lo com diferentes agências governamentais nacionais e territoriais. No marco deste projeto, espera-se que as entidades territoriais recebam o apoio do governo nacional e de entidades que desenvolvam capacidades e experiências crescentes, de forma a poderem replicar estratégias de sucesso em todo o país.

Transição energética: Inclusão Social e Impactos Distributivos

A capacitação e a assistência na realocação deverão ser atividades-chave a serem desempenhadas e fornecidas para atingir cobenefícios por projetos específicos a serem apoiados. Desta forma, a substituição de postos de trabalho (por exemplo, funcionários que anteriormente faziam leituras de medidores analógicos da rede sendo substituídos por medidores inteligentes ou mesmo que realizavam procedimentos de desconexão e reconexão do serviço que passaram a ser realizados remotamente ou mesmo que entregavam as faturas de consumo de energia elétrica que passaram a ser desenvolvidos de maneira remota, recebendo treinamento para realizar tarefas de O&M em relação à nova infraestrutura implantada) devem ser sempre procurados na medida do possível.

Por outro lado, também se deve priorizar o treinamento e contratação de mulheres que possam desempenhar funções técnicas na instalação e manutenção de nova infraestrutura e dos novos equipamentos. Esta questão deve também ser uma prioridade no caso de grupos minoritários que pertençam a comunidades carentes para oportunidades de trabalho relacionadas à instalação e manutenção e serviços de soluções implantadas ou outras tarefas. Como ponto relevante, as participações equilibradas de gênero em cargos de gestão e liderança também devem ser promovidas na medida do possível.

De maneira geral, a implantação de infraestrutura AMI deve ter como objetivo fundamental a de oferecer aos consumidores a possibilidade de ter, cada vez mais, um papel mais ativo num setor elétrico cada vez mais inclusivo e cada vez mais democrático, a par da promoção de atividades de desenvolvimento socioeconômico. Nesse sentido, o desenvolvimento de comunidades energéticas, que poderia se dar por meio da implantação de medidores inteligentes, RED (GD e/ou armazenamento de energia) e microrredes, deverão ter papel fundamental, dando representatividade aos consumidores, facilitando sua participação no mercado de energia elétrica e possibilitando a obtenção de benefícios tanto para o sistema quanto para os próprios consumidores.

Emprego e meios de subsistência: empregos criados - diretos e indiretos

Através da implantação da infraestrutura AMI/medidores inteligentes, baterias, tecnologias digitais e instalações de produção de Hidrogênio Verde, entre outras possíveis atividades a serem financiadas, abrem-se possibilidades de criação de novos empregos tanto temporários como de longa duração, sendo um parâmetro importante que deve ser avaliado, posteriormente monitorado e reportado para projetos a serem financiados/cofinanciados com recursos do CIF-REI. O rápido crescimento das FRV pode se tornar uma fonte significativa de empregos, tendo efeitos no crescimento das respectivas indústrias.

Nos últimos anos, a energia eólica no país vem crescendo rapidamente. A IRENA¹¹⁰ estimou que as instalações de energia eólica entre 2022 e 2026 e O&M durante a vida útil do projeto criariam cerca de 115000 empregos equivalentes diretos e indiretos em tempo integral no Brasil. Nesse contexto, a expansão da energia eólica offshore no país teria um impacto significativo. A energia eólica poderia não apenas aumentar o emprego na indústria, agricultura e construção, mas também aumentar os salários em todos os setores da economia, incluindo comércio e serviços¹¹¹. Nesse contexto, o Brasil poderia capitalizar sua vantagem comparativa aproveitando as sinergias entre a indústria eólica offshore e de petróleo e gás, apoiando a transição energética e acelerando a curva de aprendizado tecnológico para a descarbonização.

Ainda, considerando que o maior potencial de recursos renováveis se encontra nas regiões Norte e Nordeste, regiões menos desenvolvidas economicamente, a expansão destes recursos pode também oferecer novas oportunidades de emprego naquelas regiões, melhorando assim os índices de desenvolvimento sócio econômico daquelas regiões. Além disso, a maior penetração da geração solar distribuída no Brasil pode apoiar a criação de empregos locais, uma vez que é necessário treinamento especializado para a construção e O&M.

Redução da contaminação do ar

Os processos industriais e de geração de eletricidade, além dos veículos automotores, onde existe a queima de óleo diesel em fontes móveis e estáticas, são, dentre as atividades antrópicas, as maiores causas da introdução de substâncias poluentes, como os GEE e Material Particulado (PM), muitas delas tóxicas à saúde humana e responsáveis pelos danos à flora e aos materiais. O nível de emissão destas substâncias vai depender principalmente da qualidade do combustível e da tecnologia de combustão empregada. Frequentemente, os efeitos da má qualidade do ar não são tão visíveis quando comparados a outros fatores mais fáceis de serem identificados. Contudo, eles podem estar relacionados aos problemas respiratórios e cardiovasculares¹¹². Com a eliminação ou diminuição dessas fontes de conversão de energia a partir do óleo diesel ou carvão, essa contaminação poderá ser eliminada ou reduzida, para dessa forma, contribuir não somente para a redução das emissões de GEE, assim como a diminuição da concentração da PM no ar, notadamente, causador de problema de saúde, conforme destacado anteriormente. Consequentemente, à medida que a geração de energia elétrica baseada em fontes renováveis começar a aumentar e substituir as fontes fósseis, mais ainda com a participação contando com a colaboração do H2V e energia eólica offshore, menos fontes poluidoras devem ser utilizadas no SEB.

¹¹⁰ Renewable Energy and Jobs Annual Review 2022.

¹¹¹ http://www.repec.eae.fea.usp.br/documentos/Goncalves_Rodrigues_Chagas_41WP.pdf.

¹¹² Estimativas do Banco Mundial indicam que o valor atual dos benefícios à saúde humana decorrentes da redução da poluição do ar associada a um cenário líquido zero até 2050, no Brasil, seria de aproximadamente US\$ 5 bilhões.

Brasil líder global na descarbonização do setor de energia

O Brasil possui um alinhamento único de condições que podem permitir que ele se torne um líder global em novas tecnologias de energia limpa e que podem descarbonizar outros setores da energia. Além de obter os benefícios da descarbonização, em termos de segurança energética, competitividade econômica e liderança em inovação, o país tem também uma enorme vantagem para crescer e abrir novos mercados de exportação do H2V, por em termos de commodities de carbono zero como, por exemplo, amônia verde, aço verde e cerâmica verde. Além disso, com uma rede elétrica amplamente (ou totalmente) descarbonizada, a certificação de produtos de carbono zero serão essencialmente importantes, oferecendo outra vantagem competitiva em comparação com outras grandes economias de exportação.

ANEXO VI. Atividades existentes na área das Energias Renováveis, por outros parceiros de desenvolvimento

Nos últimos anos, o Brasil recebeu assistência e apoio financeiro de várias agências e instituições de cooperação, para desenvolver uma estrutura adequada e implantar crescentes capacidades de energia renovável. Apresentam-se algumas das entidades que mais contribuíram, acompanhadas de uma breve descrição das atividades que desenvolveram ou desenvolvem atualmente de forma a apoiar cada uma das possíveis linhas de investimento que este IP pretende apoiar.

GBM (Grupo Banco Mundial): Prestação de assistência técnica em diversas áreas relacionadas com a transição energética, incluindo:

- O Banco Mundial está apoiando duas assistências técnicas na área de H2, uma a nível federal e outra estadual, que têm como objetivo o desenvolvimento de modelos de negócio para o mercado de H2 de baixo carbono. A assistência técnica a nível federal tem dois focos principais: (i) cobrir o 5º eixo do PNH2 que busca o crescimento do mercado e competitividade, e (ii) desenvolver uma metodologia para a certificação de hidrogênio de baixo carbono. A assistência técnica a nível estadual (dedicada inicialmente ao Governo do Ceará) foca no desenvolvimento do hub de H2V do Pecém, a partir de um estudo de viabilidade técnico-econômico da infraestrutura compartilhada do hub e de um mapeamento da governança para a infraestrutura compartilhada.
- Desenvolvimento de projeto, em conjunto com a EPE, para modernização de UHE; duas grandes e uma pequena hidrelétrica.
- Projeto catalisando H2V para apoiar a transição energética:
 - Apoiando o desenvolvimento do HUB H2V em Pecém (Ceará).
 - Infraestrutura compartilhada, GD solar, mobilização de capital privado.
 - Assistência Técnica na esfera federal para apoiar o Plano Nacional H2.
- Concessionárias do Futuro:
 - Envolvimento preliminar com concessionárias de energia para apoiar: modernização, AMI, energia solar e eletrificação de transporte.
 - Meta para aumentar a resiliência, flexibilidade e confiabilidade do sistema para apoiar a expansão de energia renovável.
- Melhora da segurança energética e hídrica:
 - Engajamento preliminar com o Governo Federal para modernização de ativos hidrelétricos.
 - Aumentar a geração, eficiência, resiliência e flexibilidade para apoiar a expansão da energia renovável sem comprometer a disponibilidade de água.
- Energia Eólica Offshore:
 - Engajamento do MME para apoiar o desenvolvimento dos recursos eólicos offshore.
 - Acelerar o investimento no setor para atingir o potencial do país.
- Projeto META II. Os principais resultados esperados do projeto são instituições climáticas inteligentes e fortalecidas, mercados mais eficientes e políticas e regulamentações mais eficazes nos setores de energia e mineração para aumentar a resiliência a eventos climáticos agravados pela mudança climática, acelerar a entrega de regulamentação ajustes, planejamento e suporte à modernização da infraestrutura. Para o propósito do projeto, a resiliência climática é definida como a capacidade de antecipar, preparar e responder a crises hidrológicas e/ou eventos perigosos, tendências ou distúrbios relacionados ou exacerbados pelas mudanças climáticas. Para efeito do projeto, Eficiência de Mercado é

definida como a existência de arranjos de mercado adequados ao propósito e que incorporam toda a informação disponível, proporcionando aos agentes em toda a cadeia de valor incentivos para operar seus sistemas de forma econômica, com um equilíbrio adequado de risco e recompensa que é do interesse do consumidor final.

- Programa Proativo de Investimento e Manutenção Segura e Resiliente para Estradas na Bahia.
- Projeto de Desenvolvimento Rural Sustentável da Bahia - Fase 2.
- Projeto Integrado de Mobilidade Sustentável na Região da Foz do Rio Itajaí.
- Projeto de Paisagens Sustentáveis da Amazônia Brasileira Fase 2.
- Projeto de Fortalecimento dos Setores de Energia e Mineração II.
- Transição para a Eletromobilidade nas Cidades Brasileiras.
- Estudo CCDR: estudo CCDR (*Country Climate and Development Reports*), com o objetivo de identificar prioridades políticas para acelerar a descarbonização e a resiliência do setor energético de forma a atingir o compromisso de emissões líquidas zero (net zero) na economia Brasileira.

GIZ (Agência Alemã de Cooperação Internacional): Prestação de assistência técnica em diversas áreas relacionadas com a transição energética, incluindo:

- **Sistemas Energéticos do Futuro:** Este estudo foi realizado no âmbito da Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável, através da GIZ, no âmbito do Programa Sistemas Energéticos do Futuro. Do lado brasileiro, o Programa tem como parceiro político coordenador o MME, contando também com a participação da ANEEL, parceira técnica executora deste estudo.
- **Acordo de Cooperação Brasil-Alemanha para o Desenvolvimento Sustentável.** Expansão do Hidrogênio Verde, Projeto H2 Brasil - Expansão do Hidrogênio Verde. Este projeto está sendo desenvolvido por meio de uma parceria entre a GIZ e o MME, cujo volume financeiro é de até €\$ 34 milhões. O objetivo do projeto é apoiar o governo brasileiro na implementação de tecnologias de armazenamento de energia em larga escala, assessorando tomadores de decisão, reguladores, concessionárias de energia e operadores de redes elétricas quanto à avaliação de possibilidades técnicas de uso e opções de armazenamento de energia e a definição das estruturas necessárias e adequadas (GIZ, 2023; H2verdebrasil, 2023).
- **Acordo de Cooperação Brasil-Alemanha para o Desenvolvimento Sustentável.** Armazenamento de Energia, Projeto E2 Brasil - Tecnologias de Armazenamento de Energia. Este projeto está sendo desenvolvido por meio de uma parceria entre a GIZ e o MME, cujo volume financeiro é de até €\$ 5 milhões. O objetivo deste projeto é criar os pré-requisitos para o uso generalizado de tecnologias de armazenamento de energia para melhorar a estabilidade e a segurança da rede no serviço de eletricidade no Brasil (GIZ, 2023a; MME, 2023).
- Prestação de assistência técnica em diversas áreas relacionadas com a transição energética, incluindo, entre outras:
 - Hidrogênio Verde no Brasil (Tractebel).
 - Mapeamento do Setor Brasileiro de Hidrogênio - Panorama atual e potencial para H2V.
 - Análise da demanda para treinamento em Potência Hidrogênio Verde a X.
 - Referência de Estratégias Internacionais H2.
 - Referência regulatória e legislativa

- Avaliação do potencial nacional de abastecimento dos diversos componentes da cadeia de valor do Hidrogênio Verde no Brasil, com foco no estado do Ceará.

BID e BID Invest (Grupo Banco Interamericano de Desenvolvimento): O Grupo BID tem apoiado a transição energética no Brasil por meio de políticas e operações de investimento, bem como assistência técnica:

- Financiamento a projetos solares para desenvolvimento do mercado livre de energia com contratação de *Power Purchase Agreements* dolarizados: o BID Invest foi pioneiro na estruturação desses projetos, financiando mais de BRL 3 bilhões: 531 MW Projeto de Energia Solar Fotovoltaica Mendubim, 359 MW Projeto de energia solar fotovoltaica CasaBlanca e 80 MW Projeto solar New Juazeiro.
- Ebes Sistemas de Energia S.A. O projeto consiste na subscrição de cota sênior e/ou mezanino de até R\$ 40 milhões incluindo uma participação Blended Finance por meio do Programa de Infraestrutura Sustentável do Reino Unido. As cotas serão emitidas pelo Green FIDC Órigo, fundo de direitos creditórios a ser constituído de acordo com as leis e regulamentos brasileiros. O fundo foi concebido para desintermediar o acesso ao mercado de capitais brasileiro para projetos de energia renovável - reduzindo o custo de capital e facilitando o financiamento de longo prazo. O fundo comprará os recebíveis dos contratos de financiamento de longo prazo de sistemas solares de cobertura originados pela Órigo. O BID Invest fornecerá condições que não estão disponíveis em fontes comerciais para ajudar a Órigo a desenvolver um novo produto e modelo de negócios para promover a eficiência energética, financiar o acesso e apoiar o desenvolvimento do mercado de capitais no Brasil. O projeto proposto será aprovado de acordo com a seguinte facilidade delegada do BID Invest: “Programa de Mercados de Capitais de Dívida”. O BID Invest fornecerá assistência técnica para desenhar uma estrutura que defina a seleção, monitoramento e avaliação da carteira de recebíveis de forma alinhada com o ODS definido no âmbito do Programa de Desenvolvimento das Nações Unidas para que a emissão seja catalogada como verde.
- Mecanismo de Garantia de Eficiência Energética. Custo total do projeto US\$ 26 milhões. O objetivo da operação é desenvolver o mercado de financiamento de investimentos em eficiência energética para edificações no Brasil e auxiliar na mudança para uma trajetória de consumo de energia menos intensiva em carbono e mais sustentável no país.
- Garantias a projetos solares e eólicos com o objetivo de desenvolver o mercado de capitais brasileiro: o BID Invest forneceu mais de BRL 500M em garantias: 207 MW Projeto Eólico Santa Vitória do Palmar 184 MW Projeto Solar Pirapora.
- *Programa de Investimentos em Infraestrutura Energética da CELESC-D.* Programa de investimento de US\$377 milhões (USD276 milhões financiamentos do BID), que tem como finalidade atender ao crescimento da demanda de energia elétrica mediante a expansão e modernização da rede de distribuição da CELESC-D, aumentar a confiabilidade e resiliência e melhorar a eficiência na operação do sistema elétrico, e incentivar uma maior participação de gênero na CELESC-D¹¹³.
- Apoio à Inovação no Setor de Energia - Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina. Custo total do projeto de US\$ 325.000. O objetivo dessa cooperação técnica é apoiar a inovação no setor elétrico dos estados brasileiros do Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina. Os objetivos específicos são: (i) apoiar o desenvolvimento e implementação de soluções inovadoras para melhorar a qualidade do fornecimento de energia e a eficiência energética

¹¹³ Para mais informação, ver: <https://www.iadb.org/en/project/BR-L1491>.

junto às três concessionárias desses estados (CEEE, CELESC e COPEL); (ii) apoiar a avaliação e desenho de um corredor de veículos elétricos entre os três estados e com os países vizinhos; (iii) apoiar a coordenação e troca de experiências entre as concessionárias de energia elétrica desses estados e entre concessionárias e especialistas em inovação.

- Apoio ao Desenvolvimento de Projetos de GD Renovável e Eficiência Energética em Municípios Brasileiros¹¹⁴. Custo total do projeto de US\$ 400.000. O objetivo desta cooperação técnica é apoiar os municípios do Brasil a desenvolver estudos, ferramentas e mecanismos de financiamento para a implementação de projetos de GD e Eficiência Energética (EE) (incluindo iluminação pública). Os objetivos específicos são: (i) apoiar o desenvolvimento de estudos de projetos de GD e EE em municípios brasileiros; e (ii) apoiar o desenvolvimento de ferramentas e mecanismos de financiamento para GD e EE nos estados e municípios brasileiros. Este projeto deverá apoiar a implementação do Programa de Crédito Global (em preparação), que terá financiamento para EE, iluminação pública e GD em nível municipal.
- Apoio à Diversificação da Matriz Energética de São Paulo¹¹⁵. Investimento total de US\$ 700.000. O objetivo geral desta Cooperação Técnica (TC) é apoiar o Estado de São Paulo a desenvolver, implementar e demonstrar medidas de energia sustentável, a fim de promover sua implementação em larga escala. Os objetivos específicos são: (i) desenvolver mecanismos financeiros para alcançar a GD com energia solar e sua implementação em larga escala; (ii) apoiar o desenvolvimento e implementação de projetos de GD com energia solar em edifícios públicos; (iii) apoiar tanto o desenvolvimento quanto a implantação de projetos de geração de energia elétrica a partir de resíduos sólidos; e (iv) divulgar os resultados obtidos para um potencial replicação deste tipo de projetos. Espera-se que este TC contribua para a promoção de novas políticas públicas de GD, reduza: gastos públicos, emissões de CO₂, dependência energética e ajude a diversificar a matriz energética do estado. É importante destacar o potencial de replicação das medidas e projetos desenvolvidos com este TC, em outros estados e cidades do Brasil
- Projeto de Geração e Transmissão da CEEE. Custo total do investimento de US\$ 148 milhões. O objetivo da operação é ampliar, reabilitar e modernizar a infraestrutura de geração e transmissão da CEEE-GT, de forma a melhorar a confiabilidade do serviço que abrange a região metropolitana de Porto Alegre no Rio Grande do Sul, para atender à crescente demanda de eletricidade demanda e atualizar tecnologicamente a infraestrutura. O Programa de Investimentos ajudou a garantir a construção da infraestrutura elétrica necessária para suportar o aumento da demanda com pico esperado durante a Copa do Mundo de 2014.
- Empréstimos para repotenciação/modernização de usinas hidrelétricas (UHE e PCH). UHE Furnas (1.216MW), UHE Luiz Carlos Barreto de Carvalho (1.050MW), UHE Itaúba (500,4MW), UHE Passo Real (158MW), UHE Canastra (44,8MW), PCH Guarita (1,76MW), PCH Ernestina (4,96MW), e PCH Capigui (4,47MW)¹¹⁶.
- Modernização do SEB, projeto que mobiliza assistência técnica para promover, principalmente, a GD, a digitalização e automação das redes de transmissão e distribuição

¹¹⁴ Para mais informação, ver: <https://www.iadb.org/en/project/BR-T1539>.

¹¹⁵ Para mais informação, ver: <https://www.iadb.org/en/project/BR-T1340>.

¹¹⁶ Para mais informação, ver: <https://www.iadb.org/en/project/BR-L1278> e <https://www.iadb.org/en/project/BR-L1303>.

para a inserção de FRV, a produção de hidrogênio de baixo carbono, e a equidade e diversidade de gênero no SEB¹¹⁷.

- Programa de Transição Energética – Brasil, através do qual foi desenvolvido um processo, com a participação de atores relevantes dos setores público e privado, da academia e da sociedade civil, no qual foram desenvolvidos 3 cenários de transição energética do Brasil para alcançar a neutralidade de carbono no país até 2050¹¹⁸.
- Desenvolvimento e consolidação do mercado de Battery Energy Storage Systems (BESS) no Brasil. Este projeto visa apoiar o desenvolvimento inicial do mercado BESS no Brasil, ajudando na identificação e avaliação adequadas de projetos BESS, fornecendo demonstração inicial nos níveis de micro, pequenas e medianas empresas e miniredes, aprimorando a regulamentação e identificação de projetos e apoiando o BNDES no monitoramento e avaliação dos projetos¹¹⁹.
- Desenvolvimento de armazenamento hidrelétrico na América Latina. Identificação de Estudos de Caso e Análise Inicial do Projeto. O projeto visa desenvolver e aplicar uma metodologia multicritério para identificar e selecionar os locais com maior potencial para desenvolver projetos hidrelétricos reversíveis na Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, Panamá e Peru¹²⁰.
- Implementação de tecnologias inovadoras para melhoria da qualidade da distribuição considerando resiliência às mudanças climáticas, projeto que tem como finalidade avaliar a viabilidade para a implementação de tecnologias inovadoras em redes de distribuição de forma a melhorar a qualidade da energia (frequência e duração das interrupções), e tornar as redes elétricas mais resilientes às mudanças climáticas¹²¹.
- Gestão Inteligente de Energia: Uma Ferramenta para Redução da Desigualdade nas Cidades. Esse projeto visa adaptar e testar um SEM (Smart Energy Manager) a aplicar na gestão da energia nos edifícios públicos municipais no Brasil que, com o uso da Inteligência Artificial (IA), viabilize uma melhor gestão e gerar economia para os municípios, além de estabelecer um modelo comercial viável para a venda do serviço ao setor público¹²².

KfW (Banco de Desenvolvimento KfW):

- Projeto: Programa de investimento em energias renováveis. Na época da avaliação do projeto, o projeto envolvia a construção de quatro PCH no estado de Santa Catarina, no sul do Brasil, com capacidade total de 53 MW. Ao final, foram construídas duas PCH (a fio d'água) com capacidade total de 34 MW, compostas por barragem, conduto/túnel de captação, eclusa, casa de força, estação transformadora/central elétrica e central de alta tensão linha para transportar a energia produzida. O objetivo do projeto em nível de resultado era contribuir para um fornecimento de energia eficiente e confiável a partir de fontes de energia renováveis (não convencionais) que seriam garantidas a longo prazo. Assim, o projeto pretendeu contribuir para a proteção do ambiente e do clima através da prevenção das emissões de carbono (objetivo ao nível do impacto).
- Projeto: Programa Parque Eólico BNDES. Este projeto consistiu no financiamento de instalações de parques eólicos através do banco de fomento estatal BNDES, que emprestou os recursos a investidores privados em prazos longos. Ela fez parte do programa nacional de

¹¹⁷ Para mais informação, ver: <https://www.iadb.org/en/project/BR-T1529>.

¹¹⁸ Para mais informação, ver: <https://www.iadb.org/en/project/BR-T1432>.

¹¹⁹ Para mais informação, ver: <https://www.iadb.org/en/project/BR-T1497>.

¹²⁰ Para mais informação, ver: <https://www.iadb.org/en/project/RG-T4126>.

¹²¹ Para mais informação, ver: <https://www.iadb.org/en/project/BR-T1422>.

¹²² Para mais informação, ver: <https://www.iadb.org/en/project/BR-T1431>.

promoção de energias renováveis PROINFA e, assim, apoiou os esforços do governo brasileiro para dar maior importância à geração de energia a partir de fontes alternativas de energia para atender à crescente demanda por energia. As contribuições de contrapartida dos mutuários finais e do BNDES totalizaram cerca de EUR 113 milhões. A contribuição alemã consistiu num empréstimo de desenvolvimento a juros baixos no valor equivalente a 97,3 milhões de euros.

- Sistemas Modernos de Transporte para as Cidades Brasileiras. Sob a bandeira da proteção climática, os dois grandes bancos de desenvolvimento KfW e BNDES fecharam um contrato para financiar sistemas modernos de transporte nas cidades brasileiras. O contrato de empréstimo de US\$ 265 milhões, assinado à margem das consultas do governo germano-brasileiro, visa melhorar os sistemas de transporte público municipal e proteger o meio ambiente no Brasil.
- Em nome do governo federal alemão, o KfW também está ajudando a garantir que as florestas tropicais sejam usadas de forma sustentável, ajudando assim a preservar a biodiversidade. Para os moradores e pequenos agricultores que ali vivem, abrem-se novos mercados de venda para seus produtos, como o açaí, o pirarucu, a castanha-do-pará e diversos ingredientes para cosméticos naturais. Sistemas de rastreamento digital e rótulos biológicos transparentes serão introduzidos para produtos florestais selecionados.
- O banco de desenvolvimento brasileiro BNDES será apoiado com uma doação de 25 milhões de euros para o estabelecimento e implementação de um fundo garantido inovador para empréstimos a pequenas e médias empresas que investem em eficiência energética. Dessa forma, uma grande quantidade de investimentos do setor privado provavelmente pode ser mobilizada para projetos de economia de energia. Além de atingir as metas de proteção do clima, esses investimentos também contribuem para garantir empregos e renda para pequenas e médias empresas.
- O KfW também está financiando o descarte sustentável de águas residuais em diversas regiões metropolitanas, como Belo Horizonte, Curitiba e Salvador, que beneficiarão cerca de três milhões de pessoas. Isso ajudará a manter os rios mais limpos, conservar o recurso escasso de água e prevenir doenças. A economia emergente do Brasil só poderá explorar seu enorme potencial no longo prazo se as cidades se desenvolverem de forma sustentável.

Corporação Financeira Internacional (IFC):

- O IFC, junto ao BNDES e o BID firmaram acordo, para a criação de um programa que visa a destinar recursos financeiros e técnicos à estruturação e modelagem de projetos de infraestrutura na modalidade de concessões públicas e Parcerias Público Privadas (PPP) no Brasil. O aporte inicial é de US\$ 3,9 milhões, podendo atingir até US\$ 11,99 milhões.
- Empréstimos a projetos de empresas brasileiras para aproveitar as oportunidades emergentes em desenvolvimento sustentável no país.
- Combate ao Greenwashing, um dos projetos financiados foi para a empresa estadual de saneamento do Rio Grande do Sul, Corsan, com foco na redução de perda de água, no primeiro financiamento em infraestrutura da IFC ligado a métricas de sustentabilidade na América Latina.
- Em 2021, a instituição, conduziu investimentos no país de US\$ 2,85 bilhões, o que representou 30% a mais do que o previsto. Isso coloca o Brasil como o quarto maior portfólio da IFC no mundo.
- Empréstimo de US\$ 100 milhões ao Banco ABC Brasil para linhas de créditos a projetos sustentáveis nas áreas de energia e agricultura.

ANEXO VII. Armazenamento de Energia

Existem diversas tecnologias de armazenamento, as quais possuem variados níveis de maturidade e capacidade para fornecer múltiplos serviços¹²³ (ver Figura VII.1 e Figura VII.2). Diferentes aplicações e tecnologias podem ser mapeadas de acordo com suas principais características: capacidade de potência e duração de descarga. Entretanto, não todas as tecnologias de armazenamento serão capazes de fornecer todos os serviços requeridos pelo sistema. Por exemplo, o bombeamento hídrico e hidrogênio podem ser adequados para armazenamento de longo prazo (horas a semanas) e as baterias utilizadas para aplicações que requerem armazenamento de longo e curto prazo (minutos a horas). Estas aplicações podem ir desde o autorrestabelecimento até arbitragem na geração ou diminuição nos custos de energia até melhora da qualidade da energia, no consumo.

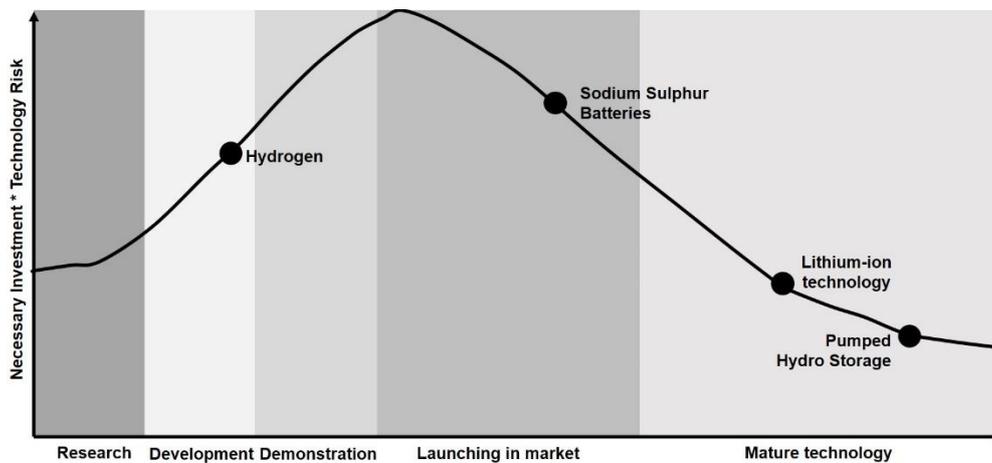


Figura VII.1. Nível de maturidade das tecnologias de armazenamento de energia
Fonte: Adaptado de Nordling, et. al., 2016

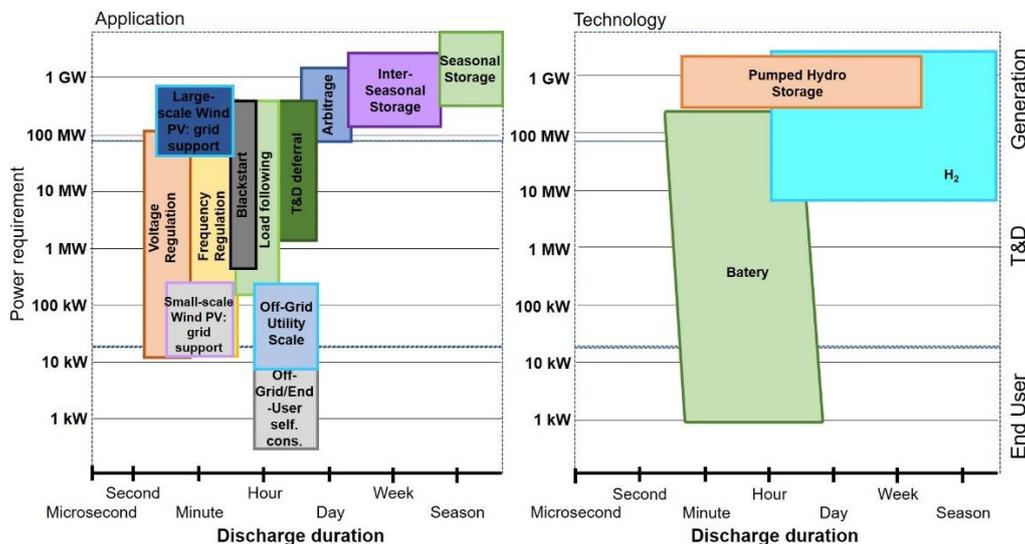


Figura VII.2. Aplicações e tecnologias de armazenamento de energia. Fonte: Adaptado de IEA, 2014

Apesar de existir diferentes tecnologias competindo entre si, cada uma com perspectiva de queda de preço futuro, as apostas da maioria das instituições de pesquisa do setor recaem sobre

¹²³ Entretanto, deve-se destacar aqui também o princípio da neutralidade tecnológica, a fim de não favorecer ou prejudicar uma determinada tecnologia.

as baterias de íon-Lítio (Brinsmead, et. al., 2015). As expectativas para esta tecnologia decorrem principalmente devido à projeção na diminuição nos custos, requisitos socioambientais, avanços tecnológicos, expectativas referentes à sua inserção na matriz de transportes mundial (utilização em veículos elétricos¹²⁴) e dos seus usos em equipamentos eletrônicos, que podem fazer que esta tecnologia se torne cada vez mais viável para utilização em aplicações do setor elétrico (BNEF, 2017; EPE, 2019d; SEPA, 2018).

Alternativas como o hidrogênio, baterias e bombeamento hidráulico, como portadores de energia e facilitadoras para o aumento das FRV, encontram-se em estágios de desenvolvimento. Dentre estas três tecnologias, considera-se que o Hidrogênio renovável (H2V¹²⁵) é um propulsor da descarbonização de setores de difícil abatimento de emissões (exemplo, transporte e indústrias como aço, cimento ou celulose) e como conexão entre os mercados elétrico, transporte e industrial.

Os benefícios potenciais da maior inserção de tecnologias de armazenamento podem ser avaliados a partir de três pontos de vista: técnico-econômico (benefícios sistêmicos na operação elétrica e energética), ambiental (impacto das emissões de GEE) e social (impacto na geração de emprego e renda). Nesta última questão destaca-se o estudo desenvolvido por (Correia, et. al., 2021), que indica que a implantação de 1 MW de Sistema de Armazenamento de Energia por Bateria (SAEB) tem o potencial de gerar cerca de 15,75 vagas de empregos diretos e indiretos.

Especificamente referente ao bombeamento hidráulico¹²⁶, a questão é ainda mais complexa, uma vez que este tipo de tecnologias de armazenamento requer de certas condições geográficas adequadas para sua implantação, por exemplo, maiores desníveis entre os reservatórios e melhor relação distância entre reservatórios/desnível associado. Logo, se faz necessário desenvolver estudos de potencial para implantação do bombeamento hidráulico (EPE, 2019c).

Com respeito ao H2, este vetor energético encontra-se ainda nos estágios iniciais de desenvolvimento, custos de investimento e riscos são relativamente elevados. O processo (Haber-Bosch) existe há muito tempo e está bem estabelecido. As incertezas estão mais relacionadas ao eletrolisador (custo e vida útil econômica) e se há mercado de escoamento suficiente (interno ou externo). Devido ao grande potencial que o país possui, são várias as rotas tecnológicas que este pode desenvolver¹²⁷: etanol, hidro, eólica, solar, biometano e gás natural. Além do hidrogênio natural ou geológico¹²⁸. O Brasil tem o potencial para ser um importante player a nível mundial no H2V, entretanto este mantém uma neutralidade tecnológica, uma vez que outras formas de produção de hidrogênio são também importantes. Em comparação às baterias (como de ácido de chumbo ou de íon-lítio), o H2V permite armazenar energia por um período mais longo de tempo, podendo ser utilizado para controlar variações sazonais e facilitar, assim, uma maior participação de FRV (Guerra et. al., 2020).

¹²⁴ Devido ao seu custo bastante reduzido e vida útil remanescente satisfatória, baterias de íon-Lítio provenientes de veículos elétricos poderiam ser reutilizadas em aplicações no setor elétrico, onde a densidade de carga e confiabilidade não são fatores críticos como em veículos elétricos.

¹²⁵ Atualmente, investimentos em H2V no país já ultrapassam os US\$ 22 bilhões, concentrados nos portos de Pecém (Ceará), Suape (Pernambuco) e Açu (Rio de Janeiro) (EPBR, 2022).

¹²⁶ No Brasil, a predominância das UHE dificultou a implantação do UHR.

¹²⁷ Dependendo do insumo utilizado para produção de H2 pode-se denominar: Cinza-H2C (quando se usa o gás natural), Verde-H2V (quando se usa a energia solar fotovoltaica), entre outros. Cada um dos quais possui diversos custos de produção. Em pesquisa desenvolvida pela EPE os custos de produção do H2C variaram de US\$ 1,02 a 3,36/kg, para plantas com capacidade de 20 e 1000 t H2/dia e preços do gás natural entre 4 e 12 US\$/MMBtu. O custo de produção do H2T varia entre US\$ 2,20 a 2,60/kg, considerando o preço do gás natural de 6 US\$/MMBtu.

¹²⁸ De potencial relevante nos estados de Ceará, Goiás, Roraima, Minas Gerais e Bahia.

Estima-se que o Brasil tenha custos de produção altamente competitivos para hidrogênio azul e verde. No caso do hidrogênio azul, isso é impulsionado em grande parte por suas altas reservas de gás offshore existentes em São Paulo e Rio de Janeiro, no sudeste do país, infraestrutura de dutos e potencial para Captura, Utilização e Armazenamento de Carbono (CCUS). No caso do H2V, ele é impulsionado por sua alta penetração de energia renovável (impulsionada por hidrelétricas), abundantes recursos eólicos e solares onshore e o potencial previsto para produção eólica offshore abundante e de baixo custo, particularmente na região Nordeste. O CNPE identificou o hidrogênio como um dos temas prioritários para P&D, e o Brasil divulgou seu Programa Nacional de Hidrogênio (PNH2) em julho de 2021.

O PNH2 procura contribuir ao desenvolvimento sustentável do país, através do aumento da competitividade e da participação do H2 na matriz energética brasileira, considerando sua importância econômica, social e ambiental. Para tal fim o PNH2 se propõe definir um conjunto de ações que facilite o desenvolvimento do H2, baseado em três pilares: políticas públicas, tecnologia e mercado, as quais precisam evoluir de forma síncrona para promover uma aceleração na obtenção dos resultados esperados. Dentro desse contexto, o PNH2 estrutura seis eixos com o objetivo de promover a comunicação com a sociedade e agentes interessados, sendo estes: fortalecimento das bases científico-tecnológicas; capacitação de recursos humanos; planejamento energético; arcabouço legal-regulatório; abertura e crescimento do mercado e competitividade e cooperação internacional (MME, 2021).

Estas características têm atraído diversas empresas internacionais e startups¹²⁹. Algumas já atuando no mercado, enquanto outras com interesse de desenvolver atividades no país, principalmente no H2 de baixo carbono, os quais podem ser parceiros relevantes na superação de barreiras. Além disso, outros parceiros importantes para o desenvolvimento da cadeia de valor do H2 podem ser as diversas instituições governamentais, associações¹³⁰ nacionais e internacionais, universidades, centros de pesquisa¹³¹ nacionais e internacionais, entre outros.

¹²⁹ Hytron, Electrocell, Ergostech, Unitech e Novocell.

¹³⁰ Exemplo: Associação Internacional para a Energia de Hidrogênio (IAHE), Associação Brasileira de Hidrogênio (ABH2).

¹³¹ Advanced Energy Technology Institute (CNR-ITAE, Itália), Fundação Parque Tecnológico Itaipu (PTI), Centro de Pesquisa de Células a Combustível e Hidrogênio do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares- IPEN (USP), Laboratório de Hidrogênio (LABH2) da COPPE/UFRJ, entre outros.

ANEXO VIII. Regulação/Leis que apoiam a integração do FRV

Algumas regulações emitidas que contribuíram para a promoção e penetração do FRV são mostradas na Tabela VIII.1:

Tabela VIII.1. Regulação para sistemas fotovoltaicos conectados à rede

Regulação	Descrição
ABNT NBR IEC 62116:2012	Procedimento de teste antilhamento para inversores de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica
ABNT NBR 16149:2013	Sistemas Fotovoltaicos (PV) – Características da interface de conexão com a rede de distribuição elétrica
ABNT NBR 16150:2013	Sistemas fotovoltaicos (PV) - Características da interface de conexão com a rede de distribuição elétrica - Procedimento de teste de conformidade
ABNT NBR 16274:2014	Requisitos mínimos para documentação, testes de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho de sistemas fotovoltaicos conectados à rede

Algumas P&D Estratégicas que contribuíram para a promoção e penetração do FRV são apresentadas na Tabela VIII.2:

Tabela VIII.2. P&D Estratégico para promover a integração de FRV no Brasil

P&D Estratégico	Descrição
P&D nº 011/2010	Programa Redes Inteligentes. Tem como objetivo realizar a migração tecnológica do estado atual do SEB, para a adoção plena do conceito de Redes Inteligentes no país
P&D nº 013/2011	Proposta de arranjos técnicos e comerciais para projeto de geração de energia elétrica por meio da tecnologia solar fotovoltaica, de forma integrada e sustentável, buscando criar condições para o desenvolvimento de base tecnológica e infraestrutura técnica e tecnológica para a inserção da geração solar fotovoltaica no cenário nacional matriz energética
P&D nº 017/2013	Incentivo ao desenvolvimento tecnológico nacional da cadeia produtiva da indústria de energia eólica, com foco no estímulo à redução de custos de equipamentos e componentes, capacitação profissional e tecnológica, aprimoramento regulatório e otimização dos recursos energéticos
P&D nº 001/2016	Eficiência Energética e Minigeração em Instituições Públicas de Ensino Superior. Visa reduzir os obstáculos à implementação de projetos de eficiência energética e autogeração (minigeração) através da implementação de projetos-piloto em instituições públicas de ensino superior. Foram apresentadas 27 propostas de 15 empresas, totalizando R\$ 310 milhões em investimentos, beneficiando 30 instituições públicas de ensino superior do país
P&D nº 021/2016	Arranjos Técnicos e Comerciais para Inserção de Sistemas de Armazenamento de Energia em SEB. Esta I&D insere-se num plano estratégico para reforçar a quota de energias renováveis no setor elétrico. Iniciado em 2016, com 23 projetos aprovados,

	com custo de US\$ 71,6 milhões. Os projetos propostos tinham uma duração prevista de 24 a 48 meses
--	--

Algumas leis editadas que contribuiriam para a promoção e penetração do FRV são apresentadas na Tabela VIII.3:

Tabela VIII.3. Algumas leis de apoio à integração de FRV no Brasil

Lei	Descrição
Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Eletricidade (PROINFA)	Criado pela Lei nº 10.438/2002 e regulamentado pelo Decreto nº 5.025/2004. Um dos primeiros programas em fontes renováveis, que estimulou a implantação, principalmente, de pequenas hidrelétricas, eólicas e biomassa no setor elétrico. O PROINFA teve duas fases. No primeiro, foram disponibilizadas linhas especiais de crédito com taxas de juros subsidiadas pelo BNDES, com a Eletrobras comprando energia com tarifa feed-in, em contratos de 20 anos. No segundo, adaptado ao novo modelo regulatório do setor elétrico, adotando o regime de licitação. Posteriormente, o Decreto nº 6.048/2007 regulamentou os leilões de fontes alternativas, como forma de dar continuidade aos objetivos do PROINFA
Decreto Lei nº 5.163/2004	Regulamenta a GD e estabelece como a energia elétrica pode ser comercializada, bem como o processo de outorga de autorizações e concessões para geração de energia elétrica
Lei nº 11.484/2007	Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores (PADIS) - incentivos fiscais federais que se aplicam à instalação e operação de fontes renováveis
Lei nº 11.488/2007	Regime Especial de Incentivos ao Desenvolvimento da Infraestrutura (REIDI) - incentivos fiscais federais que se aplicam à instalação e operação de fontes renováveis
Acordo ICMS nº 16/2015 (Confaz) e Acordo ICMS nº 10/2014 (Confaz)	Isenções fiscais estaduais de ICMS para incentivar a injeção de energia na rede e para a aquisição de componentes para operação de energia solar e eólica
Programa de Desenvolvimento da GD de Eletricidade (ProGD)	Implementado pelo MME no final de 2015, com o objetivo de expandir a GD baseada em fontes renováveis e a cogeração em edifícios públicos, comerciais, industriais e residenciais. O programa abrange GD de grande, médio e pequeno porte; com investimentos previstos de R\$ 100 bilhões e adesão de 2,7 milhões de unidades consumidoras até 2030
RN ANEEL nº 733/2016	Tarifa Branca. Uma opção tarifária para unidades consumidoras atendidas em baixa tensão (127, 220, 380 ou 440 Volts), denominada grupo B. Os consumidores das classes podem aderir à Tarifa Branca: Residencial (subgrupo B1); Rural (subgrupo B2) e Industrial, Comércio, Serviços e outras atividades, Serviço Público, Poder Público e Consumo Próprio (subgrupo B3). Diferentemente da modalidade Convencional, que possui um valor tarifário único, a Tarifa Branca possui valores diferenciados ao longo do dia: Pico (tarifa mais alta); Intermediária (tarifa intermediária) e Fora de ponta (tarifa mais baixa). Nos finais de semana e feriados nacionais, o valor é sempre a tarifa fora de ponta

RN ANEEL nº 482/2012	Permite a instalação de GD em locais diferentes do ponto de consumo, podendo utilizá-la no próprio local de geração ou outras unidades previamente cadastradas dentro da mesma área de concessão e caracterizadas como autoconsumo remoto, geração compartilhada ou parte de empreendimentos com múltiplos consumidores unidades (condomínios). Essa opção de deslocamento abre oportunidades para modelos de negócios diferenciados para implantação de GD
Lei nº 13.203/2015	Cria o Valor de Referência Específico, que viabilizou a contratação de carga dos empreendimentos de geração distribuídos pelas distribuidoras
Art. 5 da Lei nº 13.203/2015	O BNDES, ao conceder financiamento, poderá destinar recursos a taxas diferenciadas para instalação de sistemas de geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis e de eficiência energética em hospitais e escolas públicas
Lei nº 13.169/2015	Isenção de PIS/PASEP e COFINS sobre a energia injetada pelo consumidor na rede elétrica e posteriormente compensada
Portaria nº 643/2017 do Ministério das Cidades	Inclusão obrigatória de sistemas de geração de energia nas unidades habitacionais do Programa Minha Casa, Minha Vida
Portaria MME nº 65/2018	Instituiu os Valores Anuais de Referência Específicos (VRES) regulamentando o disposto no art. 2-B da Lei 10.848/2004 com art. 15 do Decreto 5.163/2004, que permite aos agentes de distribuição de energia contratar até 10% de sua carga de projetos de GD, desde que precedido de chamada pública promovida diretamente pelo agente de distribuição
FINAME, FINEM, INOVA ENERGIA	Linhas especiais de financiamento para instalação de equipamentos de fontes renováveis estabelecidas por instituições financeiras públicas, como Caixa Econômica Federal, BNDES e BNB

ANEXO IX. Potencial de redução de emissões de GEE da intervenção proposta pelo GBM

O H2V é visto internacionalmente como uma tecnologia crucial para a transição energética global e, por conseguinte, para o cumprimento dos compromissos net-zero nacionais e de temperatura do Acordo de Paris. Isso pois, sendo um vetor energético limpo, flexível e transportável, ele pode ser usado de inúmeras formas como substituto aos combustíveis fósseis emissores de GEE. Sendo assim, seja no setor elétrico, industrial, de transportes ou agrícola, o uso de hidrogênio verde poderá ter papel chave na mitigação de emissões.

O potencial de mitigação realizado por cada projeto de produção de H2V, entretanto, dependerá de seu uso final, em particular de que fonte energética ele substituirá. Combustíveis derivados do hidrogênio verde usado na produção de eletricidade, por exemplo, podem estar substituindo o gás natural, o carvão mineral, o óleo combustível, entre outros. Já o usado para a produção de aço verde potencialmente substituirá o carvão mineral, enquanto o usado para atividades como a navegação de longa distância potencialmente substituirá combustíveis bunker. Cada uma dessas alternativas gera uma linha de base particular e, como resultado, um nível diferente de mitigação de emissões pelo uso do H2V. Adicionalmente, as próprias rotas tecnológicas utilizadas afetam os níveis de eficiência e intensidade carbônica das fontes, o que também afeta a mitigação realizada.

Por fim, a dualidade de destinos geográficos para o uso do H2V – uso doméstico vs exportação – também é chave para a determinação do efetivo potencial de mitigação nacional. Apesar de do ponto de vista climático não importar em que país a mitigação de emissões é feita e, sendo assim, o papel do H2V no processo de mitigação das mudanças climáticas globais ser similar, sob uma perspectiva de busca pelo cumprimento dos compromissos internacionais assumidos pelo país, notavelmente a NDC, esse aspecto é crucial.

Depreende-se, portanto, que o processo de estimativa da mitigação de emissões a ser realizada por projetos de H2V é complexo e depende fortemente das hipóteses feitas acerca das fontes de demanda para o produto. Sendo assim, é prática comum se estabelecer alguns cenários para ancorar as ordens de grandeza associadas à mitigação de emissões derivada da aplicação de H2V.

No presente caso, os recursos do CIPP estariam alavancando recursos para tornar realidade o ambicioso plano de desenvolvimento das cadeias de H2V no CIPP. Utilizando apenas o previsto nos pré-contratos já assinados no CIPP, espera-se uma capacidade instalada de 6 GW para produção de H2V já em 2032, com uma produção superior a 600.000 toneladas ao ano já a partir de 2030.

Com esses valores projetados, é possível realizar alguns exercícios hipotéticos para inferir a redução de emissões resultante. Por exemplo, no caso extremo em que todo o H2V produzido fosse usado para a produção de energia substituindo a geração a carvão mineral, a mitigação anual de emissões alcançaria cerca de 28 e 35 MtCO_{2eq} em 2030 e 2032, respectivamente. Em caso de substituição de geração a gás, tais valores seriam de cerca de 13 e 16 MtCO_{2eq}. Já se todo o H2V produzido fosse utilizado para a produção de aço verde, entre 16 e 25 MtCO_{2e} seriam mitigados em 2030, subindo para entre 21 e 33 MtCO_{2e} já em 2032. Caso toda a produção projetada de hidrogênio no CIPP fosse destinada à produção de fertilizantes (uréia, por exemplo), a redução anual de emissões seria de cerca de 6 MtCO_{2eq} e 8 MtCO_{2eq} em 2030 e 2032, respectivamente.

Se considerarmos, por exemplo, um cenário hipotético em que: 50% da produção de H₂V resultante do projeto é consumida domesticamente, sendo 10% para geração de energia em substituição ao carvão mineral, 10% para produção de fertilizantes e 30% para produção de aço verde, teríamos um potencial redução anual de emissões domésticas entre 8 e 11 MtCO_{2eq} em 2030. Adicional a isso, haveria reduções de emissões a nível global pela exportação de 50% do hidrogênio produzido, que dependeriam do destino e uso final de tal produto.

Os exemplos anteriores ilustram as ordens de grandeza associadas ao potencial de mitigação de GEE do H₂V. A este se somam os potenciais ganhos de adaptação às mudanças climáticas que tal vetor energético apresenta, ao prover flexibilidade para um sistema elétrico.

REFERÊNCIAS

ABB (2022). Geração de energia: Disponibilidade começa com digitalização. Asea, Brown, Boveri & Cia. Available: <https://new.abb.com/news/pt-BR/detail/94636/geracao-de-energia-disponibilidade-comeca-com-digitalizacao>. Access: mar. 2023.

ABRADEE (2022). Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica. Available: <http://www.abradee.com.br/>. Access: jan. 2023.

ACCENTURE (2021). Brazil system value analysis.

AEN (2022). Com foco na modernização das redes, Copel vai investir R\$ 2,1 bilhões em 2023. Agência Estadual de Notícias do Governo de Estado de Paraná. Available: <https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Com-foco-na-modernizacao-das-redes-Copel-vai-investir-R-21-bilhoes-em-2023>. Access: mar. 2023.

Alarcón, A., Malagón, E., Snyder, V. (2018). Digitalización: Una revolución para el sector hidroeléctrico. Banco Interamericano de Desenvolvimento. Available: <https://blogs.iadb.org/energia/es/3262/#:~:text=Se%20refiere%20a%20la%20posibilidad,agua%20debajo%20de%20las%20centrales>. Access: nov. 2022.

ANEEL (2022). Geração Distribuída. Agência Nacional de Energia Elétrica. Available: <https://dadosabertos.aneel.gov.br/da98tuaçãodelacao-de-empresendimentos-de-geracao-distribuida>. Access: jan. 2023.

Arch, A., Cortijo, R., Romero, E., Canga, E., Furrer, P., Woodhouse, S., Dulle, H., Koller, T., Alarcón, A. D. (2020). La revolución digital de le energia hidrelétrica en los países latinoamericanos. División de Energia/Departemento de Infraestrutura y energia - Banco Interamericano de Desarrollo.

Arteche (2023). Transformadores de Instrumento de Baixa Potência para uso interior. Available: <https://www.artechecom/pt/transformadores-de-instrumento-de-baixa-potencia-para-uso-interior#:~:text=Os%20transformadores%20de%20instrumento%20de,e%20patronizada%20para%20aplica%C3%A7%C3%B5es%20de>. Access: fev. 2023.

Barbosa, P. M. (2019). Análise de controladores D-FACTS na operação de sistemas ativos de Distribuição. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná.

BBC (2021). COP26: Brasil promete reduzir emissões pela metade até 2030 e zerar desmatamento 2 anos antes. BBC News Brasil. Available: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-59065366>. Access: mar. 2023.

Bellido, M. Castelo, D. A., Pereira, A. O. (2022) Microrredes urbanas: Desafios e novos modelos de negócio para uma tecnologia emergente. XIII Congresso Brasileiro de Planejamento Energético (CBPE): Os desafios do Planejamento Energético, 24-26 aug.

Bellido, M. M., Mendonça, H. L., De Araújo, M. V., Castelo Branco, D. A., Pereira, A., O. (2020). Maturity-based analysis of emerging technologies in the Brazilian Power Sector. Journal of Cleaner Production, v. 243, p. 1-11.

BID (2023). Support Hydro Pumped Storage development in Latin America: Identification of cases studies and initial project analysis.

BlueSol (2021). Leilão de Energia Solar: Informações e o Histórico Completo das Edições no Brasil. BlueSol Energia Solar. Available: <https://blog.bluesol.c99tuaçãileilao-de-energia-solar/>. Access: feb. 2023.

BNDES (2022c). Painel NDC – nossa contribuição para as metas de redução de emissões do Brasil. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. Available: https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/desenvolvimento-sustentavel/resultados/emissoes-evitadas/!ut/p/z1/04_iUIDg4tKPAFJASEBA0fpReYllmemJJZn5eYk5-hH6kVFm8eaB7s4ejiaGPhY-_pYGgeaepuYmxv5GjkbG-l76UfgVFGQHKgIAyCzcpq!/. Access: feb. 2023.

BNDES (2022). Fundo Clima. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. Available: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/fundo-clima>. Access: mar. 2023.

BNEF (2021). Green Hydrogen to Outcompete Blue Everywhere by 2023. BloombergNEF. Available: <https://about.bnef.com/blog/green-hydrogen-to-outcompete-blue-everywhere-by-2030/>. Access: apr. 2023.

BNEF (2017). Lithium ion battery costs and market. BloombergNEF. Available: <https://data.bloomberglp.com/bnef/sites/14/2017/07/BNEF-Lithium-ion-battery-costs-and-market.pdf>. Access: nov. 2022.

Brinsmead, T. S., Graham, P., Hayward, J., Ratnam, E. L., Reedman, L. (2015). Future energy storage trends: An assessment of the economic viability, potential uptake and impacts of electrical energy storage on the NEM 2015-2035. CSIRO, Australia.

Correia, T. B., Marangón, J., Correia, P. B., Addas, N. (2021). Estudo de inserção de tecnologia de armazenamento ao SIN. Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica-ABSOLAR.

Dos Santos, S. S. (2019). Previsão da produção de uma usina fotovoltaica usando redes neurais artificiais. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Goiás, Goiás, Brazil.

ENFORMER (2022). Pilot project for green hydrogen at sea in the Netherlands. Available: <https://www.en-former.com/en/pilot-project-for-green-hydrogen-at-sea-in-the-netherlands/>. Access: feb. 2023.

EPBR (2022). Portos com eólicas offshore são modelos preferidos para hidrogênio verde no Brasil. Available: <https://epbr.com.br/portos-e-eolicas-offshore-sao-modelos-preferidos-preferidos-para-hidrogenio-verde-no-brasil/>. Access: mar. 2023.

EPE (2023a). Estudos para a expansão da transmissão: Análise técnico-econômica e socioambiental de alternativas: Relatório R1. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro, Brazil.

EPE (2023). EPE participa da inauguração do primeiro sistema de armazenamento por bateria em larga escala do país. Available: <https://www.epe.gov.br/pt/imprensa/noticias/epe-participa-da-inauguracao-do-primeiro-sistema-de-armazenamento-por-bateria-em-larga-escala-do-pais->. Access: mar. 2023.

EPE (2022e). BEN Relatório Síntese 2022 Ano Base 2021. Empresa de Pesquisa Energética. Available: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados>

abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-675/topico-631/BEN_S%C3%ADntese_2022_PT.pdf. Access: mar. 2023.

EPE (2022d). Fact Sheet: Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2022. Empresa de Pesquisa Energética. Available: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Fact%20Sheet%20-%20Anu%C3%A1rio%20Estat%C3%ADstico%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%202022.pdf>. Access: mar. 2023.

EPE (2022c). Planejamento do atendimento aos Sistemas Isolados Horizonte 2023-2027 Ciclo 2022. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro, Brazil.

EPE (2022b). Estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia 2031: Parâmetros de Custos – Geração Transmissão. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro, Brazil.

EPE (2022a). Plano Decenal de Expansão de Energia 2031. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro, Brazil.

EPE (2022). Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2022 ano base 2021. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro, Brazil.

EPE (2021c). Energisa Acre: Avaliação dos Benefícios da Antecipação da Interligação de Sistemas Isolados do Acre. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro, Brazil.

EPE (2021b). Amazonas Energia: Avaliação dos Benefícios da Antecipação da Interligação de Sistemas Isolados do Amazonas. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro, Brazil.

EPE (2021a). Fernando de Noronha: Identificação das Alternativas de Suprimento - Avaliação de médio e longo prazo. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro, Brazil.

EPE (2021). Estudos para a expansão da transmissão: Expansão das interligações regionais diagnóstico inicial. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro, Brazil.

EPE (2020c). Plano Nacional de Energia – PNE 2050. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro, Brasil.

EPE (2020b). Plano Decenal de Expansão de Energia 2030 - PDE 2030. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro, Brazil.

EPE (2020). Energisa Rondônia: Avaliação dos Benefícios da Antecipação da Interligação de Sistemas Isolados em Rondônia. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro, Brazil.

EPE (2019d). Sistemas de armazenamento em baterias: Aplicações e questões relevantes para o planejamento. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro, Brazil.

EPE (2019c). Estudos de inventários de Usinas Hidrelétricas reversíveis (UHR): Metodologia e resultados preliminares para o estado do Rio de Janeiro. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro, Brazil.

EPE (2019b). Estudo de integração de fontes renováveis variáveis na matriz elétrica do Brasil. Available: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/estudo-de-integracao-de-fontes-renovaveis-variaveis-na-matriz-eletrica-do-brasil>. Access: nov. 2022.

EPE (2019a). Expansão da geração: Repotenciação e Modernização de Usinas Hidrelétricas, Ganhos de energia, eficiência e capacidade instalada, Rio de Janeiro, Brazil.

EPE (2019). Leilão de Geração A-4/2019. Empresa de Pesquisa Energética. Available: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-355/Informe%20Resultado%20da%20Habilita%C3%A7%C3%A3o%20T%C3%A9cnica%20e%20Vencedores-%20Leil%C3%A3o%20A-4%20de%202019_v3.pdf. Access: mar. 2023.

EPE (2016). O compromisso do Brasil no combate às mudanças climáticas: Produção e uso de energia. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro, Brazil.

EPE (2014). 6º Leilão de Energia de Reserva tem deságio de 9,94%: Deságio da energia solar foi de 17,9%. Empresa de Pesquisa Energética. Available: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-94/Leilao%20de%20Reserva%202014.pdf>. Access: nov. 2022.

GIZ (2023a). Apresentação projeto E2 BRASIL Tecnologias de armazenamento de energia.

GIZ (2023). Apresentação projeto H2 BRASIL.

GIZ (2021). Mapeamento do Setor de Hidrogênio Brasileiro. GIZ. Available: https://www.energypartnership.com.br/fileadmin/user_upload/brazil/media_elements/Mapeamento_H2_-_Diagramado_-_V2h.pdf. Access: apr. 2023.

Guerra, O. J., Zhang, J., Eichman, J., Denholm, P., Kurtz, J., Hodge, B. (2020). The value of Seasonal Energy Storage Technologies for the Integration of Wind and Solar Power. *Energy&Environmental Science*, v. 13, p. 1-26.

H2verdebrasil (2023). Portal Hidrogênio Verde Aliança Brasil-Alemanha. Available: <https://www.h2verdebrasil.com.br/>. Access feb. 2023.

GOV. BR (2022c). Governo Federal cria programa para incentivar investimento em preservação e economia sustentável. Available: <https://www.gov.br/casacivil/pt-br/assuntos/noticias/2021/outubro/governo-federal-cria-programa-para-incentivar-investimento-em-preservacao-e-economia-sustentavel>. Access: mar. 2023.

GOV.BR (2022b). Políticas econômicas brasileiras são elogiadas em Relatório Anual do FMI. Available: <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/noticias/2021/setembro/politicas-economicas-brasileiras-sao-elogiadas-em-relatorio-anual-do-fmi>. Access: feb. 2023.

GOV.BR (2022a). Com meta ambiciosa, Brasil anuncia redução de 50% nas emissões de carbono até 2030. Available: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2021/11/com-meta-ambiciosa-brasil-anuncia-reducao-de-50-nas-emissoes-de-carbono-ate-2030>. Access: feb. 2023.

GOV.BR (2022). Fundo Nacional sobre Mudança do Clima. Available: <https://www.gov.br/pt-br>. Access: feb. 2023.

GOV.BR (2021). Brasil é escolhido como líder em debate sobre energia. Available: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2021/01/brasil-e-escolhido-como-lider-em-debate-sobre-energia>. Access: jan. 2023.

Greener (2021). Estudo Estratégico: Grandes Usinas Solares 2021.

Gums, J., Castro, D. (2021). Benefícios e barreiras para aceitação de medidores inteligentes residenciais. *Revista Científica Eletrônica de Engenharia e Produção*, n. 1, v. 21, p. 131-156.

IDB (2022). IDB Projects. Inter-American Development bank. Available: <https://www.iadb.org/en/projects>. Access: mar. 2023.

IDB (2020). Hydroelectric power plants's modernization in Latin America and Caribbean. Inter-American Development Bank.

IEA (2021). Statistics report: Key World Energy Statistics 2021. International Energy Agency. France.

IEA (2014). Energy Technology Perspectives 2014. International Energy Agency. France.

IEMA (2022). 2o Inventário de emissões atmosféricas em usinas termelétricas. Instituto de Energia e meio Ambiente, São Paulo, Brazil.

Knoch, M., Van der Plasken, C., Sommer, S., Silveria, A. (2020). O mercado emergente de finanças verdes no Brasil: Principais participantes, produtos e desafios. GIZ-Ministério da Economia-BMZ.

Lampis, A., Mandai, S. S., Berejuk, G., Hermsdorff, S., Bermann, D. (2022). Dossier de energia 2022 Brasil: Um foco no setor elétrico. Divisão de Energia-Banco Interamericano de Desenvolvimento.

Lawson, A. (2022). World-first hydrogen projects raises questions about its role in fuelling futures homes. The Guardian. Available: <https://www.theguardian.com/environment/2022/sep/20/world-first-hydrogen-project-raises-questions-about-its-role-in-fuelling-future-homes>. Access: mar. 2023.

Lima, F. C., Pereira, A. O., Sánchez, J. C. M. (2022) Analysis of regulatory process for the implementation of smart metering in Brazil. Decision Analytics Journal, v. 3, p. 1-10.

Martins, M. F., Alarcón, A. (2019). Impacto das interrupções na geração hidrelétrica do Brasil. Divisão de Energia/Setor de Infraestrutura e Energia Banco Interamericano de Desenvolvimento.

Matalucci, S. (2022). The Hydrogen Stream: World's first offshore green hydrogen pilot in France. PV Magazine. Available: <https://www.pv-magazine.com/2022/09/23/the-hydrogen-stream-worlds-first-offshore-green-hydrogen-pilot-in-france/>. Access: feb. 2023.

MCTI (2022). Estimativas Anuais de Emissões de Gases de efeito Estufa no Brasil. Ministério de Ciência Tecnologia e Inovações. Governo do Brasil.

Miranda, F. R., Oliveira, P., Fernandes, R. P. De Almeida, L. P., Nunes, R., Moreira, E. T., Sales, E. G., Dantas, A., De Souza, A., Jacuniak, C. (2018). Ferramenta computacional para automatização do cálculo da margem de transmissão. XIV SEPOPE, Brazil.

MME (2023). E2Brasil - Tecnologias de armazenamento de energia. Available: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/spe/e2brasil>. Access: feb. 2023.

MME (2021). Programa Nacional do Hidrogênio. Ministério de Minas e Energia-MME, Brasília, Brazil.

MME (2020). Sistemas de energia do futuro: Soluções regulatórias para redução ou limitação da geração na operação em tempo real. Ministério de Mines e Energia, Brasília, Brazil.

MME (2019). Relatório do grupo de trabalho da modernização do setor elétrico: Sumário executivo. Available: <http://antigo.mme.gov.br/documents/20182/ebd45494-9440-c7a7-e15c-b39d6c552078>. Access: feb. 2022.

Moretti, I., Prinzhofer, A., Francolin, J., Pacheco, C., Rosanne, M., Rupin, F., Mertens, J. (2021). Long term Monitoring of natural hydrogen superficial emissions in a Brazilian cratonic environment. Sporadic large pulses versus daily periodic emissions. *International Journal of Hydrogen Energy*, v. 46, p. 3615-3628.

Nordling, N., Englund, R., Hembjer, A., Mannberg, A. (2016). *Energy storage electricity storage technologies*. Royal Swedish Academy of Engineering Sciences. Sweden.

ODS Brasil (2022). *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) Brasil*. Available: <https://odsbrasil.gov.br/>. Access: feb. 2023.

ONS (2022). *Operador Nacional do Sistema Elétrico*. Available: <http://www.ons.org.br/>. Access: jan 2023.

OSE (2023). *Boas perspectivas para IoT e medição inteligente no Brasil*. *Revista O Setor Elétrico*. Available: <https://www.osetoelettrico.com.br/boas-perspectivas-para-iot-e-medicao-inteligente-no-brasil/>. Access: mar. 2023.

Paiva, I. G., Gomes, G. C., Queiroz, I. B., De Andrade, E., Figueiredo, T., Bibiano, D. (2020). *Previsão de geração fotovoltaica a partir de dados meteorológicos utilizando rede LSTM*. VIII Congresso Brasileiro de Energia Solar, 1-5 jun. Fortaleza, Brazil.

Pelisson, A. A. (2021). *Aprendizado de máquina para previsão de geração de energia fotovoltaica em dados de estações solarimétricas*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, Brazil.

Petronotícias (2023). *EDP anuncia investimentos de R\$ 4 bilhões no setor de energia do Espírito Santo até 2025*. *Petronotícias*. Available: <https://petronoticias.com.br/edp-anuncia-investimentos-de-r-4-bilhoes-no-setor-de-energia-do-espírito-santo-ate-2025/>. Access: mar. 2023.

Pinto, R., Oliveira, P., Rodrigo, F., Pinto, L., De Souza, R., Bianco, A., Moreira, E. T., Sales, E. G., Fonseca, A. D., De Souza, A., Jacuniak, C. (2019). *Utilização de ferramenta para cálculo automático de Margem de Transmissão em estudos para leilões de energia*. XXV SNPTEE, Brazil.

PSR (2022). *Tópicos PSR: Joint Mission – CIF-REI Program*. Rio de Janeiro, Brazil.

Rodrigues, E. I., Zaballos, A. G., Gabarró, P. P., Benzaqué, I. (2020). *Inteligência artificial: Gran oportunidad del siglo XXI*. Banco Interamericano de Desenvolvimento.

SEPA (2018). *2018 Utility energy storage Market snapshot*. Smart Electric Power Alliance, Washington, United States.

TCU (2019). *Avaliação das políticas públicas de inserção de fontes renováveis na matriz elétrica brasileira: Relatório de auditoria*. Tribunal de Contas da União, 2019.

Tolmasquim, M. T. (2015). *Novo modelo do setor elétrico brasileiro*. Ed. Synergia, Rio de Janeiro, Brazil.

Tsuchida, T. B., Gramlich, R. (2019). *Improving Transmission Operation with Advanced Technologies: A Review of Deployment Experience and Analysis of Incentives*. Grid Strategies LLC and The Brattle Group.

UPB (2022). *Centro de Liderança Pública Nota Técnica: Novo Marco Regulatório do Setor Elétrico*. Unidos pelo Brasil. Available: <https://unidospelobrasil.com.br/wp->

content/uploads/2022/04/NT_Novo-Marco-Regulatorio-do-Setor-Eletrico.pdf. Access: feb. 2023.

Visconti, I., Da Costa, B. L., Rosado, M. (2022). Cálculo da capacidade de hospedagem de minigeração fotovoltaica, utilizando bases de dados geográficos da distribuição. XXVI SNPTEE. Brazil.

Walter, A. (2021). Emissões de Gases de Efeito Estufa no setor energia, no Brasil. Revista Brasileira de Energia, n. 3, v. 27, p. 155-188.

WEF (2021). Fostering Effective Energy Transition 2021 Edition. World Economic Forum. Geneva. Available:

https://www3.weforum.org/docs/WEF_Fostering_Effective_Energy_Transition_2021.pdf.

Access: mar. 2023.

WEF (2019). The global competitiveness Report 2019. World Economic Forum. Geneva.

WITS (2023). Iron ores and concentrates; non-agglomerated exports by country in 2021. World Integrated Trade Solution. Available:

<https://wits.worldbank.org/trade/comtrade/en/country/ALL/year/2021/tradeflow/Exports/partner/WLD/product/260111>. Access: apr. 2023.