

**PATRÍCIA MACHADO SEBAJOS VAZ**

**Análise dos Leilões de Transmissão de 2022 e 2023 no Brasil frente  
ao Crescimento da Demanda e da Geração Eólica e Solar**

**São Paulo**

**2023**

**PATRÍCIA MACHADO SEBAJOS VAZ**

**Análise dos Leilões de Transmissão de 2022 e 2023 no Brasil frente  
ao Crescimento da Demanda e da Geração Eólica e Solar**

Monografia apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de  
São Paulo para conclusão da  
Especialização em Energias  
Renováveis, Geração Distribuída e  
Eficiência Energética

**São Paulo**

**2023**

**PATRÍCIA MACHADO SEBAJOS VAZ**

**Análise dos Leilões de Transmissão de 2022 e 2023 no Brasil frente  
ao Crescimento da Demanda e da Geração Eólica e Solar**

Monografia apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de  
São Paulo para conclusão da  
Especialização em Energias  
Renováveis, Geração Distribuída e  
Eficiência Energética

Orientadora: Virgínia Parente

**São Paulo**

**2023**

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

#### Catalogação-na-publicação

VAZ, PATRÍCIA

Análise dos Leilões de Transmissão de 2022 e 2023 no Brasil frente ao Crescimento da Demanda e da Geração Eólica e Solar / P. VAZ -- São Paulo, 2023.

86 p.

Monografia (Especialização em Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. PECE – Programa de Educação Continuada em Engenharia.

1.LINHAS DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA 2.LEILÃO  
3.SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA 4.SUBESTAÇÕES ELÉTRICAS  
5.GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. PECE – Programa de Educação Continuada em Engenharia II.t.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu querido marido Leonardo Vaz por todo o carinho e companheirismo que tornaram essa jornada muito mais leve.

Agradeço à minha família pelo apoio e suporte em todos os momentos. Aos meus pais e irmãos toda a minha gratidão.

Agradeço à minha orientadora, professora Virginia Parente, pela orientação atenciosa durante todo o trabalho, pela paciência e por estar sempre disposta a ajudar nos momentos mais difíceis.

A todos os professores e funcionários do Programa de Educação Continuada da Poli-USP pela oportunidade de aprender sempre mais e crescer profissionalmente.

Ao meu querido amigo Rodrigo Prado pelo suporte, amizade, colaboração, disponibilidade, revisão textual e sugestões de melhoria no meu trabalho.

## RESUMO

Observa-se que apenas a partir da década de 1970, com a criação da Eletronorte, as grandes linhas de transmissão interconectando as regiões do país tomaram maior impulso. Essa nova infraestrutura passou paulatinamente a conectar os produtores de energia com diversos consumidores espalhados pelo território nacional. Contudo, a instalação de diversas usinas eólicas e solares pulverizadas pelo nordeste e norte do Brasil, sobretudo a partir de 2010, vem impondo a necessidade de novas vias de escoamento da energia para importantes centros de carga. Somada a essa nova geração descentralizada, o fim dos descontos sobre tarifas de transmissão de energia tem provocado uma grande migração dos consumidores para o Ambiente de Contratação Livre (ACL). Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo realizar uma análise comparativa entre as necessidades da infraestrutura de transmissão indicadas pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e a realidade que vem se concretizando em termos de linhas de transmissão no território nacional, com foco nos três leilões ocorridos entre os anos de 2022 e 2023. Para atingir o objetivo proposto, foi realizado um comparativo entre as metas para o segmento de transmissão indicadas nos Planos Decenais da EPE de 2030 e 2031, vis-à-vis o que foi contratado nos referidos leilões. Os resultados da análise indicam que a infraestrutura contratada através dos três leilões analisados está aquém e atrasada em relação as necessidades indicadas nos documentos da EPE, tanto em quantidade de quilômetros de linha, mas sobretudo no que se refere a contratação dos “corredores de transmissão”. Tais corredores são essenciais para os escoamentos da crescente geração eólica e solar nas regiões norte e nordeste do país. Ademais constata-se que a forte concorrência verificada nos certames dos últimos anos tem levado a grandes deságios. Observa-se que tais deságios poderão inviabilizar financeiramente os investimentos contratados, por lhes tirar a rentabilidade esperada. Diante dessas circunstâncias, recomenda-se atenção quanto ao credenciamento prévio de participantes nos leilões, visando evitar o risco associado a licitantes inexperientes. Adicionalmente recomenda-se ainda a realização de um forte monitoramento do andamento das obras contratadas de sorte a não acarretar gargalos na expansão das linhas, para evitar colocar em risco não apenas os planos de expansão, mas sobretudo o abastecimento energético do país.

**Palavras-chave:** Leilões de Transmissão. Planejamento da Expansão. Operação de Sistemas Elétricos. Sistema Interligado Nacional.

## ABSTRACT

It is observed that only after the 1970s, with the foundation of Eletronorte, the large transmission lines interconnecting the country's regions have taken a greater momentum. This new infrastructure gradually began to connect energy producers with different consumers across the country. However, the installation of several wind and solar plants spread across the northeast and north of Brazil, especially since 2010, has been imposing the need for new energy flow routes to important load centers. Added to this new decentralized generation, the end of discounts on energy transmission tariffs has caused the migration of consumers to the Free Contracting Environment (seen as "ACL" in the acronym list). In this context, the present work aims to carry out a comparative analysis between the transmission infrastructure needs indicated by the Energy Research Company (EPE) and the reality that has been taking shape in terms of transmission lines in the national territory, focusing on the three auctions that took place between the years 2022 and 2023. To achieve the proposed objective, a comparison was made between the targets for the transmission segment indicated in the EPE Ten-Year Plans for 2030 and 2031, vis-à-vis what was contracted in the aforementioned auctions. The results of the analysis indicate that the infrastructure contracted through the three auctions analyzed is below and behind in relation to the needs indicated in the EPE documents, both in terms of the number of kilometers of line, but especially with regard to the contracting of "transmission corridors". Such corridors are essential for the flow of the growing wind and solar generation in the north and northeast regions of the country. Furthermore, it appears that the strong competition seen in recent auctions led to large discounts, which may end up making the contracted investments financially unfeasible, due to the reduction of the expected profitability. Given these circumstances, it is strongly recommended to pay attention to the participants registering in the auctions, in order to avoid the risk associated with inexperienced bidders. Additionally, it is recommended to carry out the monitoring of the works contracted to make sure it's following the schedule and that bottlenecks in the expansion of the lines are caused, to avoid jeopardizing not only the expansion plans, but also prevent putting in risk the country's energy supply.

**Keywords:** Transmission Auctions. Expansion Planning. Operation of Electrical Systems. National Interconnected System.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Capacidade de geração de eletricidade leiloada entre 2005 e 2022, discretizada por fonte de energia.....	18
Figura 2.2 - Fluxograma da elaboração dos relatórios técnicos R1 a R5 .....	21
Figura 2.3 - Sistema Interligado Nacional (2015) .....	25
Figura 2.4 - Sistema Interligado Nacional. Possibilidades de expansão 2030 .....	26
Figura 2.5 – Mapa Energético do Brasil .....	27
Figura 2.6 – Evolução da Capacidade Instalada no SIN (em GW).....	28
Figura 2.7 – Expansão indicativa da geração renovável solar e eólica prevista no PDE 2030 para a Região Nordeste – Cenários de Referência e Superior .....	28
Figura 2.8 - Evolução da demanda no patamar de carga média, no período entre 2026 e 2033, em GW.....	29
Figura 2.9 - Evolução da capacidade média de exportação/importação total da Região Nordeste .....	30
Figura 2.10 - Evolução da capacidade média de exportação total do Norte/Nordeste .....	30
Figura 2.11 - Evolução da capacidade média de importação do Sul pelo Sudeste e importação do Sudeste pelo Sul .....	31
Figura 2.12 – Concepção básica para os novos corredores de transmissão em corrente contínua .....	33
Figura 2.13 – Eixos de Transmissão dos corredores propostos.....	34
Figura 2.14 - Mapa do Sistema de Transmissão Brasileiro – Horizonte 2024.....	35
Figura 2.15 - Representação dos <i>clusters</i> de geração indicativa no subsistema Nordeste .....	38
Figura 3.1 – Gráficos das extensões leiloadas e da extensão total acumulada de transmissão em alta tensão no Brasil .....	44
Figura 3.2 – Relação do número de lotes ofertados e das extensões leiloadas .....	44
Figura 3.3 – Relação do número de lotes ofertados e dos não leiloados .....	45

Figura 3.4 – Relação do número de lotes não leiloados e os deságios médios em cada ano.....	46
Figura 3.5 - Cenários de expansão do sistema de transmissão.....	52
Figura 3.6 - Cenários de referência: visão geral .....	53
Figura 3.7 - Cenários de referência: Linhas de Transmissão com outorga e sem outorga.....	53
Figura 3.8 - Cenários de referência: Linhas de Transmissão por submercado .....	54
Figura 3.9 - Cenários de referência: Linhas de Transmissão por nível de tensão.....	55
Figura 3.10 - Cenários de referência: expansão física de Linhas de Transmissão ...	55
Figura 3.11 - Cenários de referência: Subestações por nível de tensão .....	57
Figura 3.12 - Cenários de referência: expansão física de Subestações.....	57
Figura 4.1 – Visão geral dos lotes do Leilão 01/2022.....	60
Figura 4.2 – Visão geral dos lotes do Leilão 02/2022.....	64
Figura 4.3 – Visão geral dos lotes do Leilão 01/2023.....	67

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Regiões geoelétricas admitidas no PET/PELP .....	19
Tabela 2.2 - Empreendimentos planejados e licitados, com impacto na evolução da capacidade das interligações, até dezembro de 2026 .....	36
Tabela 2.3 - Empreendimentos planejados, com impacto na evolução da capacidade das interligações, ainda não licitados e/ou com entrada em operação a partir do ano 2027 .....	37
Tabela 3.1 – Evolução da Rede de Transmissão de Alta Tensão .....	43
Tabela 3.2 - Cenário de referência: estimativa da evolução física do sistema de transmissão do SIN - linhas de transmissão .....	56
Tabela 3.3 - Cenário de referência: estimativa da evolução física do sistema de transmissão do SIN .....	58
Tabela 4.1 - Resumo dos objetivos dos lotes do Leilão 01/2022.....	61
Tabela 4.2 - Empresas Vencedoras do Leilão 01/2022.....	62
Tabela 4.3 - Resumo dos objetivos dos lotes do Leilão 02/2022 .....	65
Tabela 4.4 - Empresas Vencedoras do Leilão 02/2022.....	65
Tabela 4.5 - Resumo dos objetivos dos lotes do Leilão 01/2023. ....	68
Tabela 4.6 - Empresas Vencedoras do Leilão 01/2023.....	69
Tabela 4.7 - Empresas Participantes do Leilão 01/2023.....	70

## LISTA DE SIGLAS

ACL	Ambiente de Contratação Livre
ACR	Ambiente de Contratação Regulada
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
AEGE	Sistema de Acompanhamento de Empreendimentos Geradores
BNDES	Banco Nacional do Desenvolvimento
CAPEX	<i>Capital Expenditure</i>
CA	Corrente Alternada
CAPM	<i>Capital Asset Pricing Model</i>
CC	Corrente Contínua
CCAT	Corrente Contínua de Alta Tensão
CO	Com Outorga
CSLL	Contribuição Social sobre o Lucro Líquido
CUSD	Contrato de Uso do Sistema de Distribuição
CUST	Contrato de Uso do Sistema de Transmissão
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FACTS	<i>Flexible Alternating Current Transmission System</i>
GET	Grupo de Estudo de Transmissão
HVDC	<i>High-Voltage Direct Current</i>
LCC	<i>Line Commutated Converter</i>
MME	Ministério de Minas e Energia
MMC	<i>Modular Multilevel Converter</i>
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
PAR	Plano de Ampliações e Reforços
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
PDE	Plano Decenal de Energia

PEL	Plano de Operação Elétrica
PELP	Programa de Expansão de Longo Prazo
PET	Programa de Extensão de Transmissão
PNE	Plano Nacional de Energia
POTEE	Plano de Outorgas de Transmissão de Energia Elétrica
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
RAP	Receita Anual Permitida
RGR	Reserva Global de Reversão
SGAcesso	Sistema de Gestão de Processos de Acesso ao SIN
SIGEL	Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico
SIN	Sistema Interligado Nacional
SO	Sem Outorga
TFSEE	Taxa de Fiscalização dos Serviços de Energia Elétrica
VSC	<i>Voltage Source Converter</i>
WACC	<i>Weighted Average Cost of Capital</i>

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
1.1. Motivação e relevância do tema.....	13
1.2. Objetivos .....	14
1.3. Estrutura do Trabalho.....	14
1.4. Metodologia.....	15
2. ESTUDOS DE AMPLIAÇÃO DA TRANSMISSÃO NO BRASIL.....	17
2.1. Estudos que Norteiam os Leilões.....	18
2.2. Atual Sistema Interligado Nacional.....	23
2.3. Previsões da EPE .....	27
2.4. Novas Linhas de Transmissão .....	33
3. O SEGMENTO DOS LEILÕES DE TRANSMISSÃO .....	40
3.1. Deságios e a Competitividade.....	42
3.2. Aspectos Socioambientais nos Leilões de Transmissão .....	49
3.3. Investimentos Previstos para Linhas de Transmissão .....	51
4. ANÁLISES DOS ESTUDOS DE CASO .....	59
4.1. Leilão de Transmissão 01/2022 .....	59
4.2. Leilão de Transmissão 02/2022 .....	63
4.3. Leilão de Transmissão 01/2023 .....	66
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	72
5.1. Sugestões de Trabalhos Futuros .....	78
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	80

## 1. INTRODUÇÃO

O sistema elétrico brasileiro estende-se por um vasto território de um país de dimensões continentais, contando com uma elevada interligação entre suas macrorregiões. Assim sendo, para o seu pleno funcionamento é imprescindível que haja forte malha de transmissão de energia que atenda aos requisitos pré-estabelecidos no sistema regulatório energético vigente do país (ANEEL, 2022).

Atualmente a malha de transmissão de energia elétrica da rede básica do Brasil comprehende patamares de tensão diversificados em corrente alternada e contínua. Segundo o Plano Decenal de Energia de 2030 (PDE 2030), essa malha tem como principais funções:

- I. viabilizar a transmissão da energia gerada pelas usinas de geração na região norte e nordeste para os grandes centros de carga, principalmente nas regiões sudeste e sul;
- II. propiciar a integração entre os diversos elementos do sistema elétrico para garantir estabilidade e confiabilidade da rede por meio das ferramentas de controle de frequência e tensão, inclusive por desligamento de linhas de transmissão, quando necessário;
- III. promover a interligação entre as bacias hidrográficas e regiões com características hidrológicas heterogêneas de modo a otimizar a geração hidrelétrica;
- IV. viabilizar a integração energética com os países vizinhos como Paraguai e Argentina.

Essa malha, que conta com linhas, transformadores e outros ativos compõe uma infraestrutura complexa, que exige investimento de volumosos recursos no longo prazo. Por isso, um planejamento de qualidade é fundamental para que haja o escoamento da energia dos centros de geração até os consumidores espalhados por todo o território nacional (EPE, 2023).

Os leilões para expansão da produção, transmissão e oferta de eletricidade foi um mecanismo de mercado introduzido na reforma institucional do setor elétrico em 2004 a fim de assegurar implementação dessa malha e são hoje consolidados, contando com a participação de várias instituições do Setor Elétrico Brasileiro. O

principal participante desse processo tem sido a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), que contribui tanto no aperfeiçoamento das regras e dos parâmetros básicos definidos nas portarias de diretrizes do Ministério de Minas e Energia (MME), quanto na condução de todo o processo: desde a avaliação da necessidade de ampliação, habilitação técnica dos futuros empreendimentos, análise dos centros de cargas, dos consumidores, das perspectivas de escoamento, do fluxo de potência das redes existentes, da vida útil e saturação das atuais instalações pelo país, até a determinação dos equipamentos, obras de infraestrutura, e crescimento da oferta e demanda.

Para tudo isso, são utilizados os dados oficiais da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), e de outros agentes operadores do sistema de geração e transmissão. Através da integração destas informações são elaborados estudos proativos para a ampliação, o uso de banco de preços, o levantamento dos custos para elaboração do CAPEX (*Capital Expenditure*, ou despesas de capitais), a definição de Receita Anual Permitida (RAP), as operação e manutenção, bem como a elaboração dos editais e regras dos leilões de transmissão.

Os relatórios de diagnóstico regional da rede elétrica e das interligações inter-regionais documentados pela EPE também identificam a necessidade de se planejar a expansão da transmissão, e recomendam os reforços estruturais no sistema para aumentar a confiabilidade ao atendimento da demanda e para atender à forte expansão de oferta de geração.

Seguindo a atual tendência global de consumo de energia e conservação ambiental, os documentos da EPE tem focado no âmbito da geração renovável, em especial das fontes solar e eólica, prevista para ocorrer na região norte e nordeste a partir de 2020. Desta forma, para solucionar possíveis divergências do sistema energético, em 2021 foram adotadas estratégias mais assertivas na definição do potencial energético renovável e procurou o alinhamento com os estudos proativos de transmissão atualmente em andamento nas regiões norte e nordeste (EPE, 2021).

Mais ainda, os estudos produzidos pela EPE são usados para nortear a necessidade de expansão de todo o setor elétrico brasileiro. É esperado que esses estudos ajudem a reduzir as incertezas quanto à necessidade de expansão de transmissão e geração, e quanto a integração entre elas. É esperado conjuntamente

que a EPE consiga prever com maior exatidão a evolução e prazo para expansão da transmissão, e que o ONS, através dos estudos pré-operacionais em regime permanente e de transitórios eletromagnéticos, autorize a entrada em operação de novos empreendimentos de geração.

A estratégia de desenvolvimento do trabalho visa em resumo a harmonização das soluções propostas para a expansão dos sistemas de geração com as soluções de expansão da interligação a serem concebidas nas redes de transmissão com intuito final de integração face ao volume de potência gerada em relação aos elevados investimentos nos empreendimentos futuros (PDE, 2030).

Neste capítulo introdutório, inicialmente são descritas as motivações e relevância do tema abordado. Na sequência estão explicitados os objetivos da pesquisa. Por fim, são descritas a estrutura do trabalho bem como a metodologia aplicada no seu desenvolvimento.

### **1.1. Motivação e relevância do tema**

O que motivou a pesquisa sobre o assunto foi a busca pela compreensão do sistema de transmissão da energia renovável prioritariamente gerada na região nordeste e norte do país. Consequentemente, foi também uma motivação a realização de uma análise comparativa das perspectivas de produção das unidades eólicas e solares com a capacidade de escoamento previsto nas futuras redes de transmissão propostas e recomendadas pela EPE, que estiveram presentes nos três leilões ocorridos em junho de 2022, dezembro de 2022 e junho de 2023.

Segundo Prudêncio (2019), os leilões são uma ferramenta essencial para a expansão do sistema nacional de transmissão. Tais leilões têm sido adotados pelo governo por meio do modelo de licitações, e visando a selecionar e contratar empresas construtoras e operadoras, por um período de concessão, geralmente de 30 anos, através da oferta de menor Receita Anual Permitida (RAP). Dessa forma, torna-se substancial estudar os principais aspectos que cercam os leilões, as suas metas, o processo em si e os e resultados logrados.

## 1.2. Objetivos

Levando em conta o contexto apresentado anteriormente, o objetivo deste trabalho é realizar uma análise dos leilões de transmissão de energia elétrica no Brasil planejados para os anos 2022 e 2023 de sorte a verificar se eles estão coerentes com os planos de expansão sinalizados como necessários pelo próprio governo. Assim, será verificado se o dimensionamento da ampliação da rede elétrica para escoamento de energia renovável da região Norte/Nordeste e atendimento à demanda energética de todo o país está dentro do planejado.

Para tanto será desenvolvida uma análise sobre a expansão da oferta de energia no país, de forma a verificar se a malha de transmissão prevista nos planos de expansão da EPE está adequada ao escoamento da nova geração nas regiões norte nordeste em direção às regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do território brasileiro.

Além de atender ao objetivo principal, o presente trabalho também busca atingir os seguintes objetivos secundários:

- I. Descrever os leilões realizados nos anos de 2022 e 2023, indicando suas perspectivas de implantação, bem como o perfil dos licitantes vencedores;
- II. Avaliar se houve ou não intensa competição nos leilões de transmissão de energia elétrica no Brasil, verificando se houve participação de muitos ou poucos licitantes nos lances realizados e nos deságios praticados, comparando os resultados dos anos mais recentes de 2022 e 2023 (até o fechamento deste trabalho) com a média de resultados desde 1999;
- III. Apresentar o histórico dos leilões de transmissão realizados desde 1999 indicando a quantidade de km licitados, a quantidade de participantes, a nacionalidade das empresas participantes, o deságio médio, dentre outros.

## 1.3. Estrutura do Trabalho

O presente trabalho está dividido em cinco capítulos. Neste Capítulo 1 buscouse apresentar as informações gerais sobre o tema abordado. Nele também estão explicitados os objetivos gerais e secundários da pesquisa, além da justificativa e relevância deste estudo.

No Capítulo 2 estão descritos os estudos e relatórios que norteiam os leilões de transmissão no Brasil. Nele também é apresentada a atual configuração do Sistema Integrado Nacional (SIN) e sua projeção de crescimento para o futuro até 2031. Ao final, é discutida a expansão da geração renovável nas regiões norte e nordeste e a demanda por novas das interligações.

No Capítulo 3 é realizada uma análise sobre investimentos para as expansões da infraestrutura de transmissão no SIN. São tabulados os parâmetros dos leilões de transmissão e analisados uma série de aspectos sobre o processo de concorrência nos certames.

No Capítulo 4, os três leilões realizados entre 2022 e 2023 são examinados como estudos de caso, sendo verificadas a capacidade de atendimento pleno à expansão das novas gerações renováveis. Também é examinado se em conjunto tais leilões atendem ao que foi projetado como necessário pelo próprio governo para o segmento de transmissão no país, levando em conta as projeções de crescimento da demanda energética nacional.

O Capítulo 5 apresenta as considerações finais. Nesse capítulo estão destacadas as principais conclusões da análise. A partir das limitações encontradas, sugerem-se também aprofundamentos da investigação sobre o tema em novos estudos futuros.

#### **1.4. Metodologia**

Primeiramente, no Capítulo 2, serão estudados os relatórios da EPE que apresentam as expansões da geração de energia no Brasil, da demanda de eletricidade, e das redes de transmissão. Serão comparados tais relatórios e confrontados com os planos decenais de energia PDE 2030 e 2031, os quais evidenciam o escopo principal deste trabalho quanto ao crescimento da geração eólica e solar.

Posteriormente, no Capítulo 3, serão apresentadas as principais características dos leilões de transmissão ocorridos entre 1999 e 2022, sua evolução e diferenças. Conjuntamente, serão discutidos os itens que compõem a estrutura dos lotes de tais leilões.

Finalmente, no Capítulo 4, a partir das análises das expansões recomendadas pela EPE e das características dos leilões do Brasil proporcionarão, serão discutidos com embasamento teórico e comparados os leilões de transmissão que ocorreram em 2022 e 2023. Serão apresentadas informações como competidores, valores dos investimentos, lances, deságios, previsão da entrada em operação. Tais leilões foram escolhidos para estudo de caso pois foram os subsequentes aos PDE 2030 e 2031, que englobam de forma completa as novas gerações eólica e solar.

## 2. ESTUDOS DE AMPLIAÇÃO DA TRANSMISSÃO NO BRASIL

Os primeiros empreendimentos de geração de energia no Brasil eram voltados essencialmente para atendimento dentro das próprias regiões nas quais essa geração se situava. Pode-se dizer que apenas a partir da década de 1970, as grandes linhas interconectando as regiões do país tomaram maior impulso com a criação da Eletronorte. Essas novas linhas passaram paulatinamente a conectar os produtores de energia com os diversos consumidores espalhados pelo território nacional (BRANDI, 2022).

Desde aquela época, a matriz de geração de energia elétrica no Brasil sofreu significativas transformações por inúmeros fatores, entre eles o esgotamento dos grandes recursos potenciais hídricos, os custos das obras dos variados tipos de usinas, as exigências dos novos licenciamentos ambientais, o surgimento de novas tecnologias e a diversificação da própria matriz energética (LEITE, 2011).

Dos 48 leilões de geração de energia elétrica realizados desde 2005 a 2022, 71,2 GW entraram em operação e outros 11,5 GW estão em fase de construção ou em processo de permissão de outorga. De acordo ANEEL (2023), essa nova capacidade acrescentada à matriz energética brasileira, diferentemente da anterior, destaca-se pela diversificação de recursos energéticos e pela dispersão geográfica. A Figura 2.1 mostra a potência de geração de eletricidade leiloada nesse período, discretizada por fonte de energia, e comprova as afirmações anteriormente feitas. Observa-se que, após o leilão da usina de Belo Monte em 2009, houve esgotamento da capacidade de geração hidroelétrica (UHE – usina hidrelétrica). As usinas termoelétricas (UTE) ainda têm papel importante na geração de eletricidade do Brasil, tendo grandes capacidades leiloadas em 2007, 2008, 2014, 2015, 2017 e 2021; tais produções, no entanto, tem por objetivo o atendimento a demanda regional ou reserva de capacidade durante períodos de estiagem. As usinas eólicas (EOL) entraram no cenário nacional em 2009, já com significativas capacidades de geração e visando à substituição das termoelétricas e ao atendimento do aumento da demanda frente ao esgotamento do crescimento hídrico. Finalmente, as usinas fotovoltaicas somente começaram a ser leiloadas em 2014, tendo sua capacidade ainda limitada frente às demais gerações. Os dados foram retirados dos relatórios de leilões da ANEEL.

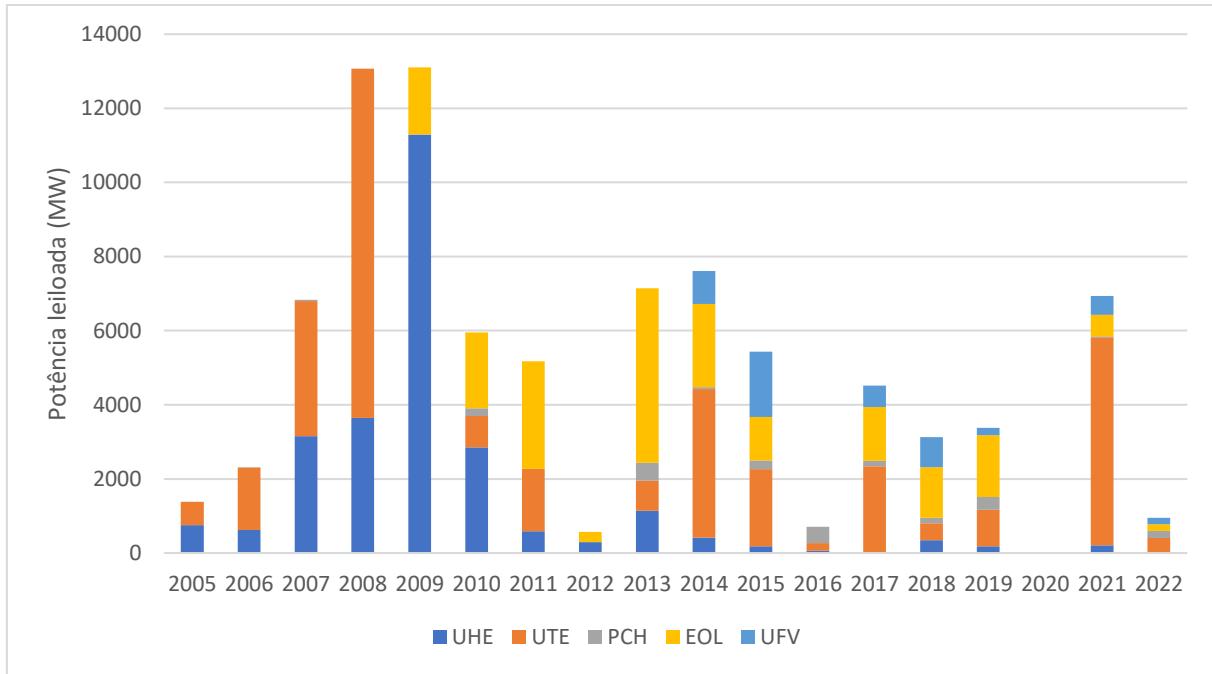


Figura 2.1 – Capacidade de geração de eletricidade leiloadada entre 2005 e 2022, discretizada por fonte de energia

Até o fechamento desta pesquisa, em junho de 2023, havia aproximadamente 140 mil quilômetros de linhas que conectam as mais diversas regiões do país, de acordo com o PDE 2031. Porém, quanto mais as obras de geração se expandem nas variadas regiões do país, fica claro que é considerar que a transmissão deve acompanhar essa expansão. Essa premissa se torna ainda mais relevante diante de situações conjunturais, como em face de ciclos de escassez hídrica, quando se torna absolutamente crucial contar com o aporte energético de entre distintas regiões do país.

## 2.1. Estudos que Norteamam os Leilões

Segundo Tozei, Vieira e Mattos (2013), as atividades que formam o sistema elétrico nacional são geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia. As instalações elétricas brasileiras estão interligadas na sua totalidade e são denominadas de SIN (Sistema Interligado Nacional), sendo divididas nos subsistemas Sul, Sudeste/Centro-Oeste e Norte/Nordeste. Essa divisão permite uma melhor discriminação da geração (que se concentra no Norte/Nordeste) frente à carga (que se concentra no Sudeste/Centro-Oeste e Sul) (ONS, 2023).

Nos Programas de Expansão da Transmissão (PET), diferentemente de Tozei, Vieira e Mattos (2013), as regiões são divididas em Norte, Nordeste, Sudeste/Centro-Oeste e Sul. Para a EPE, a subdivisão de Norte/Nordeste em Norte e Nordeste permite uma mais fácil análise quanto ao tipo de geração e localização das bacias hidrelétricas. A relação entre regiões e os estados encontra-se sistematizada na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 - Regiões geoelétricas admitidas no PET/PELP

Regiões	Estados
Norte	Amapá, Amazonas, Maranhão, Pará, Roraima e Tocantins
Nordeste	Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe
Sudeste/Centro-Oeste	Acre, Distrito Federal, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Rondônia e São Paulo
Sul	Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina

Fonte: EPE, 2022.

Neste trabalho será utilizada majoritariamente a divisão de Tozei, Vieira e Mattos (2013), haja vista que as maiores ampliações das linhas de transmissão conectarão as novas gerações (Norte/Nordeste) às principais cargas (Sudeste/Centro-Oeste).

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) é responsável pelos estudos de fluxo de potência, com o objetivo de analisar o comportamento da geração e carga nos sistemas elétricos, o carregamento dos equipamentos, as perdas de tensão, os curtos-circuitos, a energização e a rejeição de carga, e por fim apresentando alternativas para expansão da transmissão e geração (VIEIRA, 2009).

Os estudos de expansão elaborados pela EPE, que são tomados como premissas que norteiam a concepção dos leilões de transmissão, adotam os seguintes pontos:

- I. identificação de cenários operativos, relacionados aos maiores carregamentos de energia nas interligações regionais;
- II. análise dos cenários de expansão da oferta de geração, indicados no Plano de Geração com foco nas regiões Norte/Nordeste, onde se encontram as atuais ascensões de geração;

- III. identificação dos resultados dos centros de cargas através da análise de desempenho dos limites do fluxo de potência e estabilidade eletromecânica;
- IV. designação da necessidade de expansão das interligações regionais visando ao aumento da oferta de geração dos respectivos cenários.

Nesse contexto, primeiramente a EPE elabora o diagnóstico inicial do sistema de transmissão a partir de análises de desempenho elétrico sob diversos patamares de carga e cenários de despacho de geração, principalmente se utilizando de simulações de fluxos de potência em condição normal e em contingência não simultânea dos elementos da rede no critério N-1 (ONS, 2023). A partir desse diagnóstico, são elaborados em conjunto os relatórios técnicos denominados R1 – Viabilidade Técnico-Econômica e Análise Socioambiental Preliminar, nos quais novos empreendimentos de transmissão são planejados e recomendados para solucionar os problemas previamente identificados, realimentando a topologia da rede elétrica no processo da expansão planejado.

Em se tratando de empreendimentos de caráter licitatório, estudos adicionais de detalhamento se fazem necessários, a fim de dimensionar e especificar as obras a serem incluídas nos próximos leilões de transmissão. Tais estudos adicionais, que são usualmente realizados por agentes a pedido do Ministério de Minas e Energia (MME) e fornecem uma melhor caracterização de cada empreendimento com vistas à instrução do processo licitatório realizado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), compõem os relatórios: R2 – Detalhamento da Alternativa de Referência; R3 – Definição da Diretriz de Traçado e Caracterização Socioambiental; R4 - Caracterização da Rede Existente; e R5 – Custos Fundiários. Por fim, é apresentada uma visão geral sobre os principais documentos adotados na realização dos estudos de planejamento, bem como na elaboração dos relatórios anteriormente referidos. A Figura 2.2 apresenta um resumo do fluxograma do processo da elaboração desses documentos.

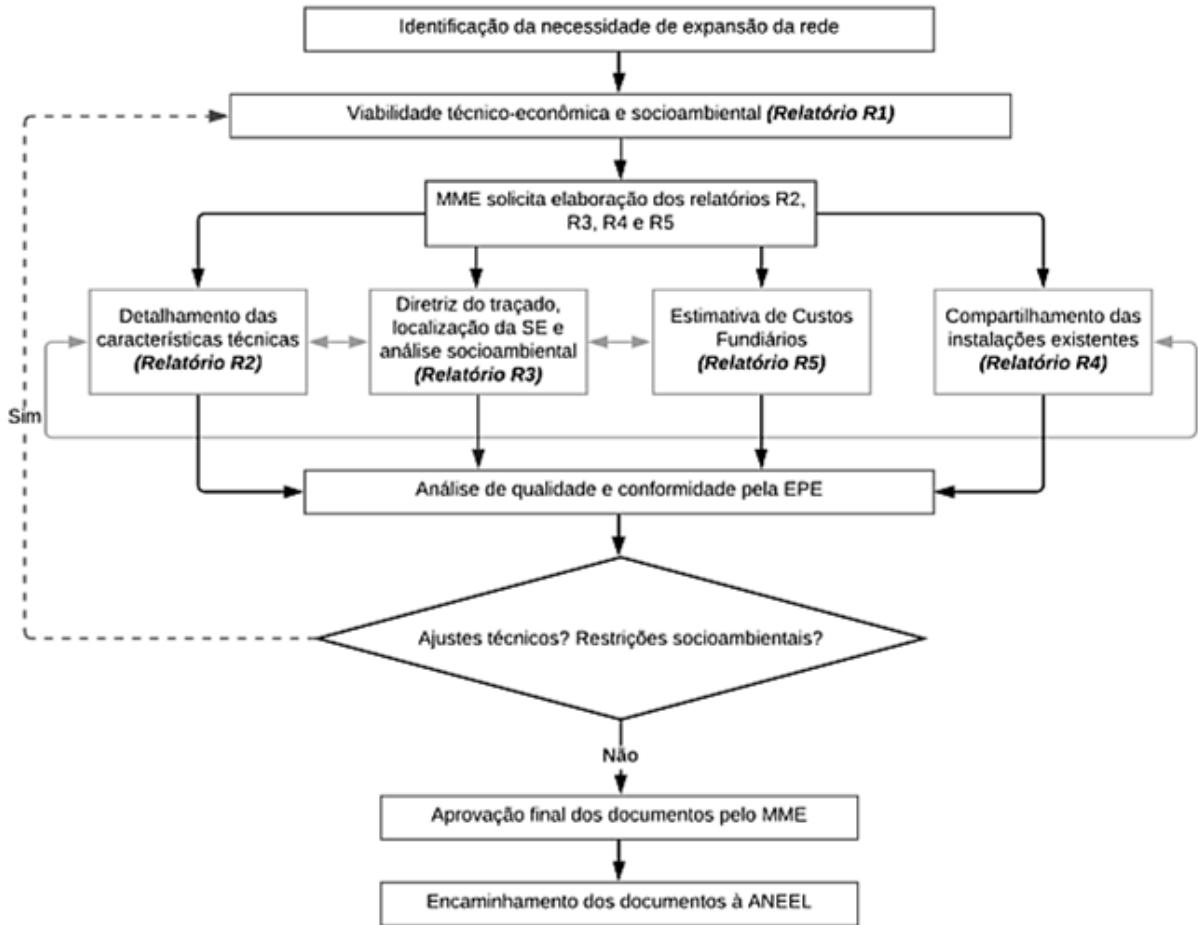


Figura 2.2 - Fluxograma da elaboração dos relatórios técnicos R1 a R5

Fonte: EPE, 2020.

De acordo com a regulamentação do setor elétrico, todas as novas instalações de transmissão a serem integradas à Rede Básica devem ser recomendadas por estudos de planejamento de expansão realizados no âmbito dos Grupos de Estudo de Transmissão (GET), coordenados pela EPE.

Esse processo de instalação se inicia com a elaboração de estudos de planejamento, como aqueles documentados pelo R1. Isso permite, com base em análises técnico-econômicas e socioambientais, que a EPE indique os empreendimentos ou ampliações que compõem a melhor alternativa para suprir a necessidade do sistema. Na sequência, os empreendimentos vislumbrados são organizados no documento gerencial Programa de Expansão da Transmissão (PET)/Plano de Expansão de Longo Prazo (PELP), onde são organizadas as obras conforme a sua natureza e data prevista de implantação: o PET contempla apenas as obras determinativas, definidas para os primeiros seis anos seguintes; enquanto o PELP

apresenta as obras indicativas, para o período a partir do sétimo ano. A principal finalidade do documento PET/PELP, o qual é publicado duas vezes ao ano, é subsidiar o MME na priorização das instalações de transmissão a serem outorgadas. Além disso, constitui-se um importante sinalizador para os agentes setoriais e fornecedores, acerca dos investimentos a serem realizados nos próximos anos.

Para criar projeções de crescimento decenais (principal horizonte do PET/PELP), a EPE baseia-se nas informações das concessionárias sobre a oferta e a demanda nas regiões. Simulações são a principal ferramenta empregada na análise de equilíbrio entre oferta-escoamento-demanda e os resultados auxiliam no planejamento de toda a expansão, planejamento este que envolve tanto investimentos em geração como em transmissão. O produto dessas análises numéricas e planejamentos são os Plano Decenal de Energia (PDE) e o Plano Nacional de Energia (PNE).

Em uma etapa posterior, o MME emite o documento Plano de Outorgas de Transmissão de Energia Elétrica (POTEE), que relaciona os próximos empreendimentos que devem ser outorgados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), seja através de licitação ou via autorização. Ressalta-se que esse documento é elaborado a partir da compatibilização da visão do planejamento da EPE, registrada no PET/PELP, com a visão operativa do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), que se encontra no PAR /PEL (Plano de Ampliações e Reforços/ Plano de Operação Elétrica de Médio Prazo).

Como o nosso sistema elétrico é interligado nacionalmente, um dos propósitos dos leilões é a ampliação da rede de transmissão entre as regiões, otimizando os recursos energéticos existentes em cada local e favorecendo a sazonalidade deles. Neste presente trabalho, serão analisados os estudos sobre as futuras interligações do SIN que a EPE apresentou no PDE 2031 e que têm norteado os leilões de 2023. Os marcos temporais para o PET/PELP foram:

- I. sistema existente em janeiro de 2021;
- II. sistema planejado até dezembro de 2026 de acordo com as obras licitadas;
- III. sistema planejado até dezembro de 2031 incluindo obras ainda não licitadas.

Ao relacionar os processos de licitação com os dois marcos temporais futuros, o PDE 2031 levantou três cenários, que serão referência para discussão dessa monografia:

- I. cenário otimista: baseado na implantação de todos os empreendimentos ainda sem outorga (SO), levando em considerando as datas originais previstas no PDE 2030 (essa previsão foi feita sobre a duração média do processo de autorização de outorga);
- II. cenário de referência: Foram utilizados os dados apresentados no documento Diagnóstico Regional da Rede Elétrica – PDE 2030, porém sendo feita uma reanálise da data de demanda dos empreendimentos sem outorga, para o novo horizonte de 2031;
- III. cenário pessimista: é caracterizado pela implantação somente dos empreendimentos que já possuem outorga (CO).

## **2.2. Atual Sistema Interligado Nacional**

A fim de compreendermos as projeções das interligações regionais futuras, é interessante conhecer o atual SIN no que diz respeito à localização e à distribuição das cargas e das gerações.

Como descritos no PDE 2030, o SIN pode ser subdividido em oito áreas com potencial hidrotérmico (hidroelétrico e termoelétrico) ou somente hidrelétrico:

Área 1 – Sudeste/Centro-Oeste: onde está localizada mais de 60% da carga consumidora nacional e onde há, também, um sistema de geradores hidrotérmicos de grande porte. A maior parte do potencial hidrelétrico da bacia do Paraná, já explorado em sua completude, encontra-se nessa área, assim como instalações termelétricas a gás natural e as unidades nucleares em operação.

Área 2 – Sul: onde estão localizados cerca de 16% da carga nacional e um grande sistema gerador hidrotérmico, de base hidrelétrica com complementação térmica, principalmente a carvão.

Área 3 – Nordeste: onde estão localizados 15% da carga nacional e o aproveitamento da maior parte do potencial hidrelétrico da bacia do São Francisco, potencial considerado virtualmente esgotado.

Área 4 – Norte: onde está localizada 8% da carga nacional, principalmente devido às grandes cargas industriais eletrointensivas, e cujo sistema gerador está apoiado na usina hidrelétrica de Tucuruí.

Área 5 – Itaipu: polo gerador que representa a usina hidrelétrica de Itaipu.

Área 6 – Belo Monte: engloba a geração da usina de Belo Monte.

Área 7 – Madeira: reúne o potencial do rio Madeira, assim como a carga interligada do Acre e de Rondônia.

Área 8 – Manaus: reúne a geração de Manaus e Macapá e as correspondentes cargas, e é onde se situaria o futuro aproveitamento do potencial da margem esquerda do rio Amazonas.

Em um sistema em grande parte hidráulico, é viável e justificável economicamente subordinar o uso de usinas termelétricas ao regime hidrológico, que determina a disponibilidade de energia gerada pelas usinas hidrelétricas. Portanto, é comum que, durante períodos de hidrologia favorável, as usinas termelétricas sejam despachadas minimamente ou até mesmo desligadas, aproveitando o excedente de geração hidrelétrica, conhecido como energia secundária. Por outro lado, em situações de hidrologia desfavorável, a geração termelétrica é acionada para compensar a redução na geração hidrelétrica no sistema elétrico brasileiro.

Elencando de forma gráfica, a Figura 2.3 apresenta o SIN ao fim de 2015. Ressalta-se, da figura, que as interligações entre as áreas comumente são superiores a 1.100km. Além disso, a Área 4 é um nó de concentração de escoamento de eletricidade.

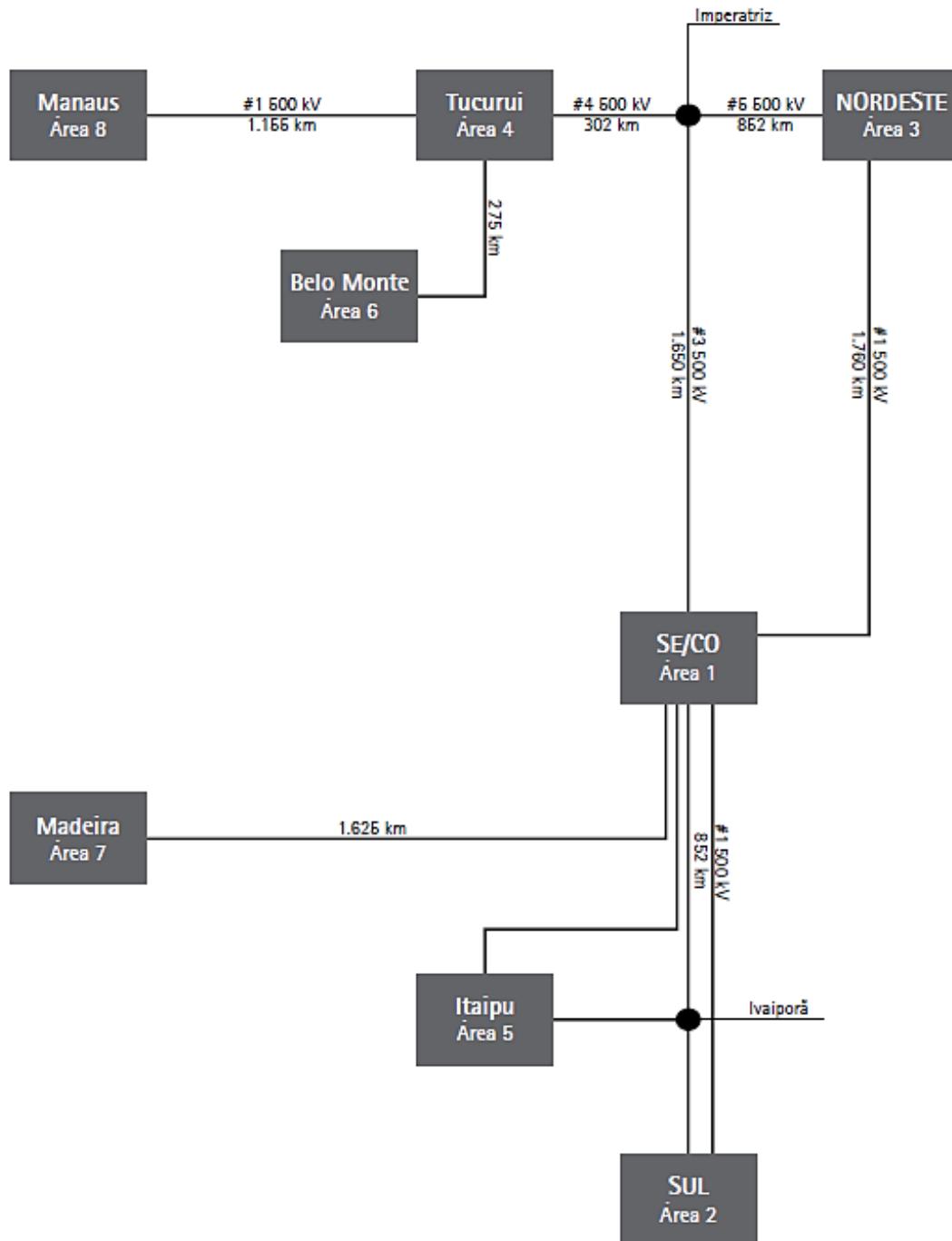


Figura 2.3 - Sistema Interligado Nacional (2015)

Fonte: PLANO NACIONAL DE ENERGIA 2030 – EPE, 2007.

No PNE 2030, é afirmado que, para se conseguir atender a totalidade da expansão das interligações, deve ser inserida apenas uma nova área. Esta área corresponderia ao polo de geração do rio Tapajós. Com isso, as melhores alternativas para a ampliação do transporte de energia seriam as que consideram o crescimento

conjugado das gerações (inclusão da Área 9 – Tapajós) e das linhas de transmissão. A alternativa sugerida no PDE 2030 é apresentada na Figura 2.4.

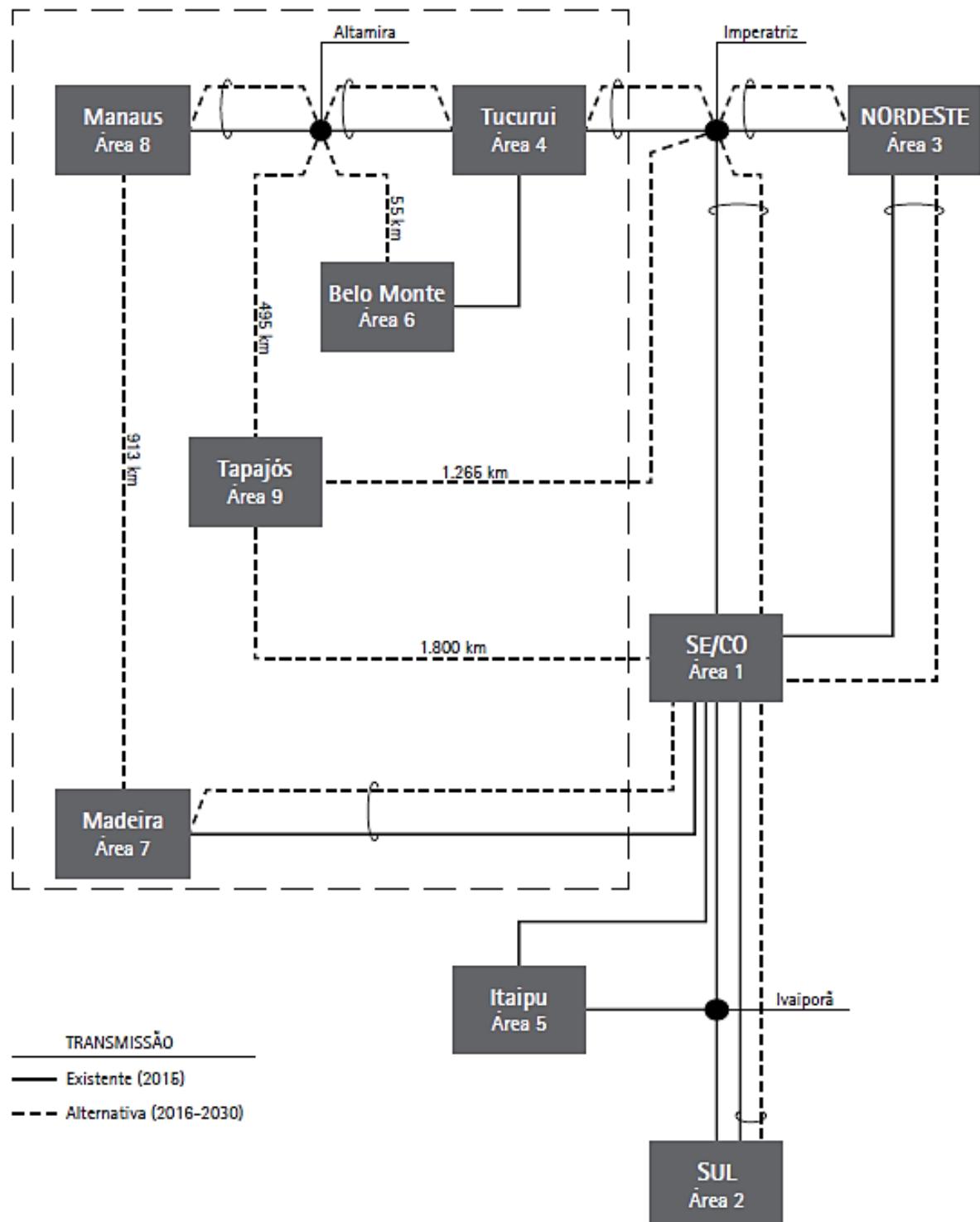


Figura 2.4 - Sistema Interligado Nacional. Possibilidades de expansão 2030

Fonte: PLANO NACIONAL DE ENERGIA 2030 – EPE, 2007.

### 2.3. Previsões da EPE

Dentre os muitos estudos realizados pela EPE estão as modelagens e simulações que garantam uma maior flexibilidade operativa das hidrelétricas. Assim, no caso de ocorrer problemas de escassez hídrica, a utilização de usinas eólica e solar, complementadas por termelétrica sem geração compulsória, supririam a demanda elétrica nacional. Tal cenário de escassez é recorrente, como o ocorrido no ano 2020, quando a disponibilidade de potência hidrelétrica ficou perto de 60GW, quase metade dos 109GW instalados, e restrições operativas foram necessárias. Assim, torna-se clara a importância das expansões das interligações regionais para o suprimento elétrico a partir de outras fontes além da hidroelétrica, e dessas expansões resulta também uma maior reserva de potência operativa e a maior resiliência do sistema face a variações na carga. Os estudos da EPE até o ano de 2031 recomendam justamente essa maior interligação destas redes regionais. A Figura 2.5 mostra graficamente a estagnação da capacidade instalada da geração hidrelétrica (em 109,2GW) e o crescimento da contribuição das demais fontes; os valores numéricos absolutos das capacidades previstas são apresentados na Figura 2.6, onde podem ser melhor comparados ano a ano.

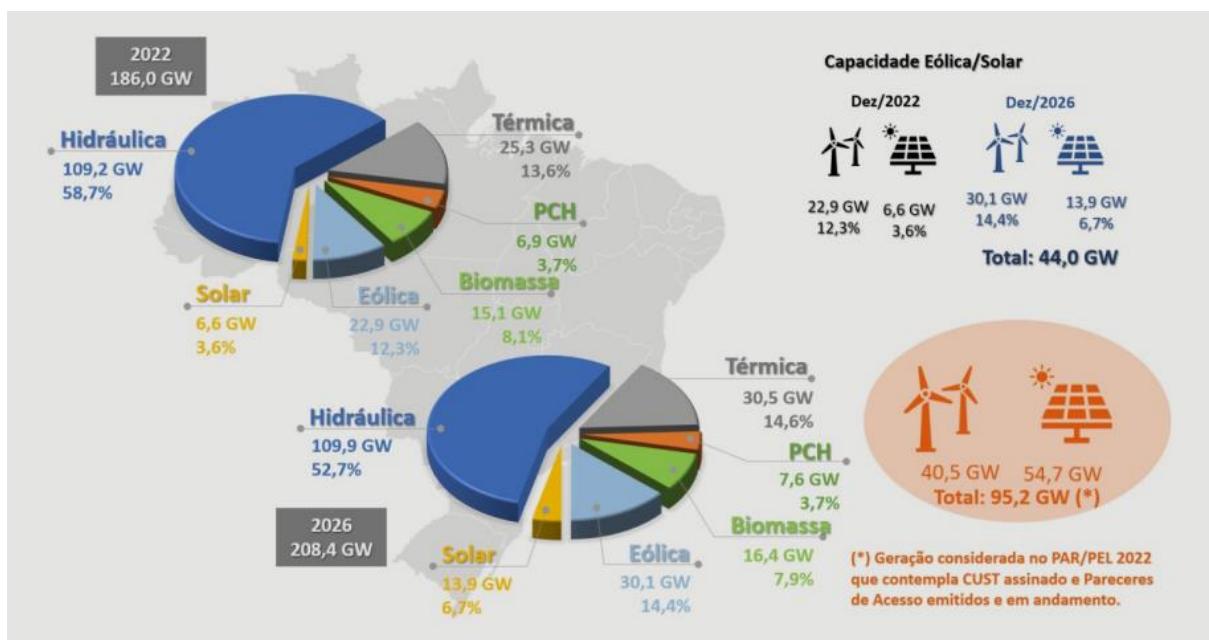


Figura 2.5 – Mapa Energético do Brasil

Fonte: Sumário Executivo PAR/PEL 2022 – Plano da Operação Elétrica de Médio Prazo do SIN - Ciclo 2023-2027, 2022.

Tipo	2022	2023	2024	2025	2026
 Hidráulica	109.200	109.200	109.200	109.700	109.900
 Térmica	25.300	25.900	26.500	29.100	30.500
 PCH	6.900	7.045	7.114	7.300	7.600
 Biomassa	15.100	15.477	15.980	16.200	16.400
 Eólica	22.900	28.100	29.000	29.900	30.100
		35.650	38.650	39.330	40.520
 Solar	6.600	10.500	11.500	12.000	13.900
		29.420	38.340	52.180	54.740
Total	186.000	196.222	199.294	204.200	208.400
		222.692	235.784	253.810	259.660

Figura 2.6 – Evolução da Capacidade Instalada no SIN (em GW)

Fonte: Sumário Executivo PAR/PEL 2022 – Plano da Operação Elétrica de Médio Prazo do SIN - Ciclo 2023-2027, 2022.

A partir da figura 2.7, pode ser observado o aumento da projeção da potência instalada renovável na região norte/nordeste.

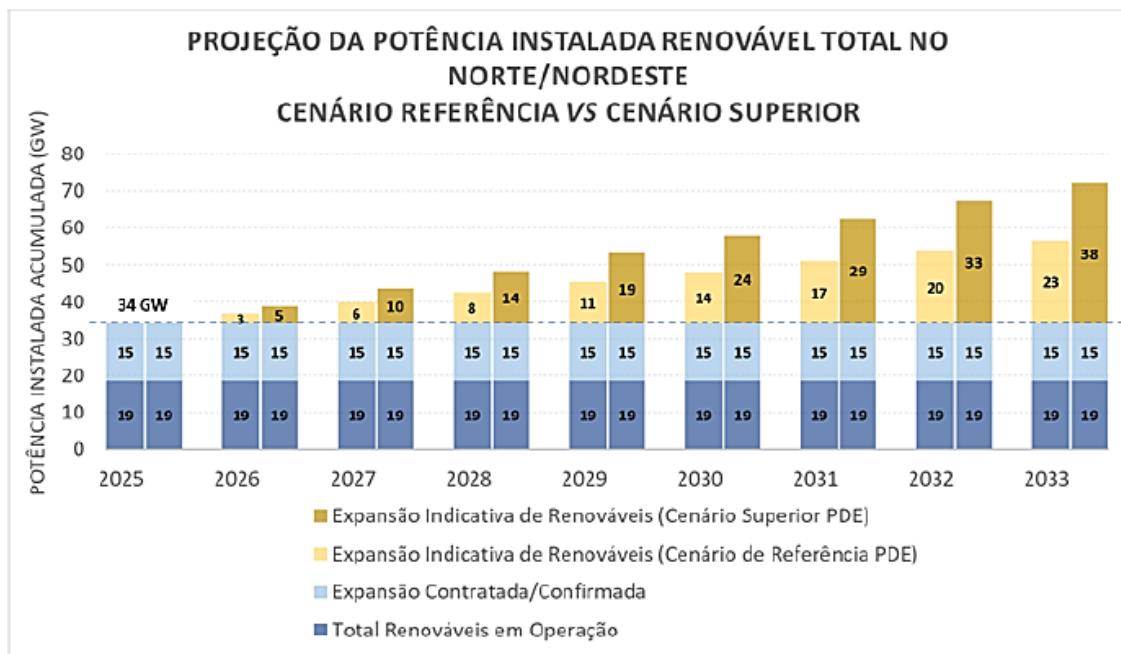


Figura 2.7 – Expansão indicativa da geração renovável solar e eólica prevista no PDE 2030 para a Região Nordeste – Cenários de Referência e Superior

Fonte: Estudos para a Expansão da Transmissão – Análise Técnico-Econômica e Socioambiental de Alternativas relatório R1, 2022.

De acordo com os Estudos para a Expansão da Transmissão das Interligações Regionais apresentados pela EPE em julho de 2021, no documento EPE-DEE-NT-072/2021-R0, sobre a expansão da capacidade de exportação de energia elétrica da Região Norte/Nordeste para outras regiões do país, foi identificada uma necessidade de reforços estruturais nesse sistema de transmissão a fim de atender às demandas de cada local e à expansão da geração renovável da região Nordeste. Os cenários previstos indicam uma expansão da geração renovável entre 17GW (cenário de referência) e 29GW (cenário superior), resultando em uma a capacidade total instalada de 51GW a 63GW respectivamente, como mostra a Figura 6. Tal geração seja majoritariamente de fonte solar e eólica.

Ao se correlacionar tais dados de expansão com a evolução prevista da carga do SIN, o PDE 2030 prevê o aumento da geração renovável no Norte/Nordeste de 17GW no cenário de referência até 2031 (ver Figura 6), dos quais 13GW (76% dessa nova produção) serão para o atendimento da evolução de demanda de potência nas regiões Centro-Oeste/Sudeste e Sul. Sendo assim, faz-se necessário o aumento das interligações preferencialmente entre a energia gerada nas regiões Norte/Nordeste para os subsistemas das demais regiões do Brasil, onde se concentram os maiores consumidores. A Figura 2.8 mostra a estimativa de demanda de carga total no Brasil e sua discriminação por regiões entre período de 2026 a 2033.

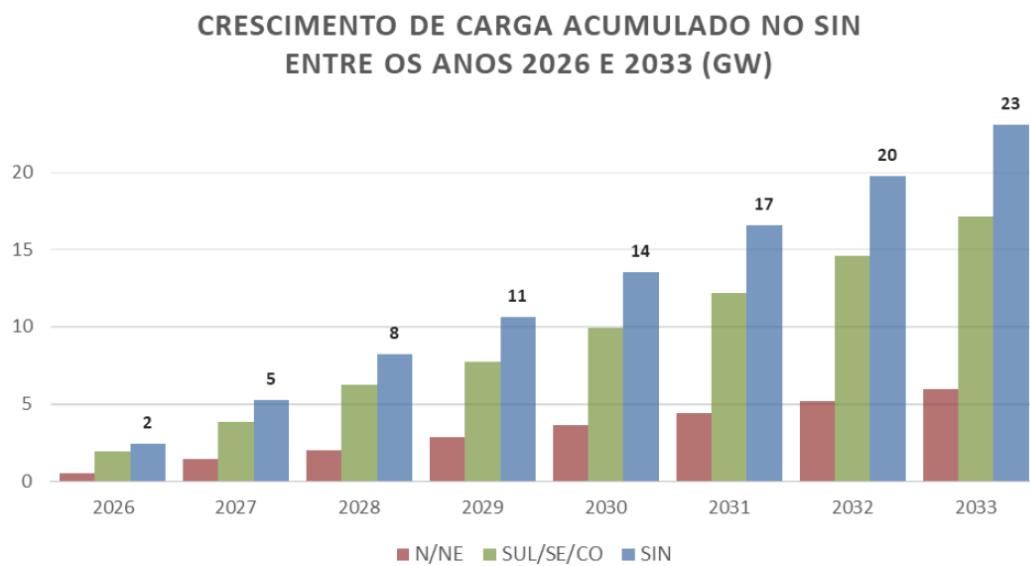


Figura 2.8 - Evolução da demanda no patamar de carga média, no período entre 2026 e 2033, em GW

Fonte: Estudo de expansão das interligações regionais – Parte II: Expansão da capacidade de exportação da região Norte/Nordeste, EPE, 2023.

Até o horizonte de 2026, os estudos da PDE 2030 apontavam o aumento da capacidade de exportação da região Nordeste para o Sudeste/Centro-Oeste em cerca de 150% do limite existente do início de 2021, alcançando a capacidade total de 15GW para abranger os empreendimentos já licitados ou planejados, como pode ser visto na Figura 2.9. Essa nova capacidade deveria se manter até o horizonte de 2031.

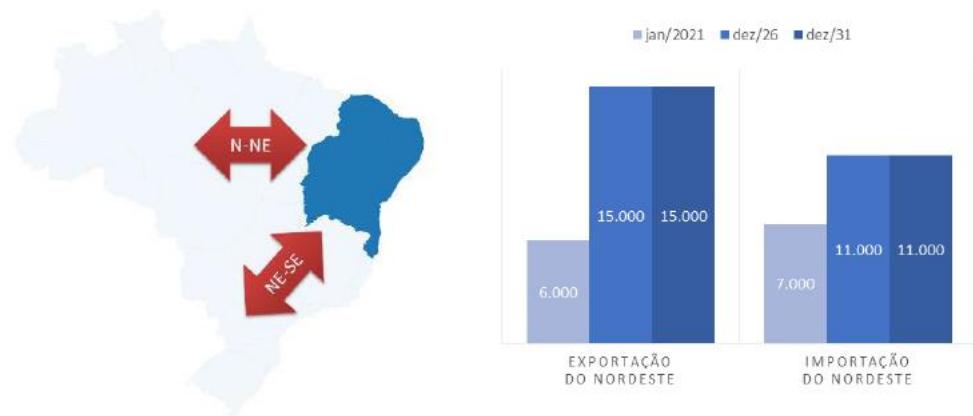


Figura 2.9 - Evolução da capacidade média de exportação/importação total da Região Nordeste

Fonte: Plano Decenal de Energia – PDE 2031, 2022.

Segundo o mesmo estudo, a capacidade de exportação conjunta da região Norte/Nordeste deveria ser elevada incrementalmente para 21GW até 2031. A Figura 2.10 mostra a expansão da exportação para os dois horizontes de previsão, e denuncia que serão implementadas duas interligações diferentes: uma entre Norte e Sudeste/Centro-Oeste, e outra entre Nordeste e Sudeste/Centro-Oeste.

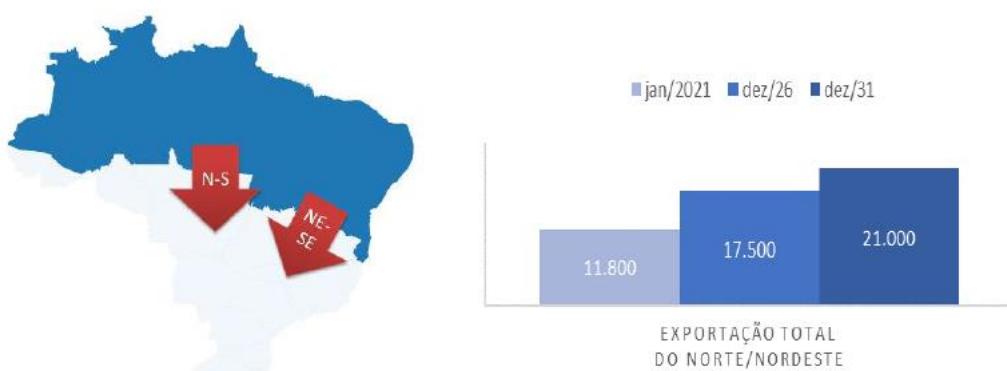


Figura 2.10 - Evolução da capacidade média de exportação total do Norte/Nordeste

Fonte: Plano Decenal de Energia – PDE 2031, 2022.

Com relação às transmissões entre as regiões Sul e Sudeste/Centro-Oeste, verifica-se pela Figura 2.11 um aumento de aproximadamente 30% em ambas as direções, considerando os períodos de 2021 a 2031.

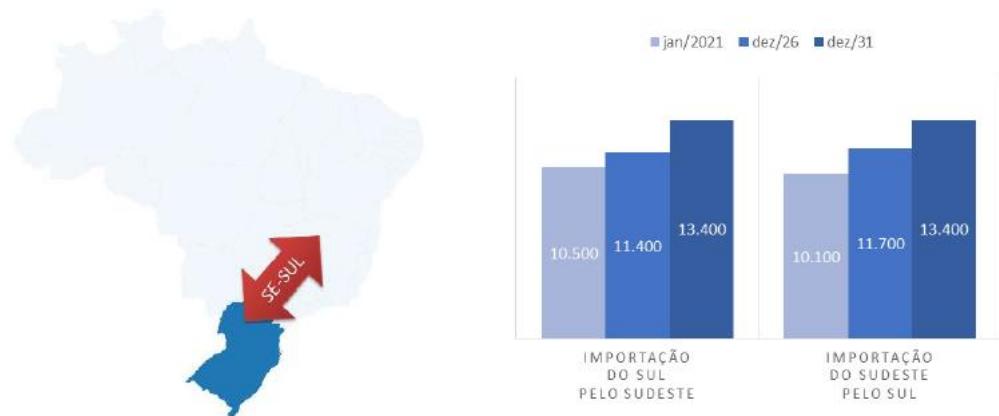


Figura 2.11 - Evolução da capacidade média de importação do Sul pelo Sudeste e importação do Sudeste pelo Sul

Fonte: Plano Decenal de Energia – PDE 2031, 2022.

Até o fim da década passada, o Sistema de Acompanhamento de Empreendimentos Geradores (AEGE) apresentava a demanda dos distribuidores majoritariamente através dos dados estabelecidos para os leilões em Ambiente de Contratação Regulada (ACR). Contudo, nos últimos anos, a EPE tem observado a forte expansão da oferta de geração no Ambiente de Contratação Livre (ACL), que é um ambiente não regulado. O crescimento desse ambiente dificulta o gerenciamento de informações sobre os volumes de energia, suas cotações, as localizações de escoamento e piora a previsão das necessidades de expansão. Por consequência, os investimentos em projetos eólicos e fotovoltaicos podem estar subestimados quanto às futuras demandas.

Uma evidência do crescimento do ACL é o grande número de solicitações de parecer de acesso às concessionárias junto ao ONS (sistema SGAccesso), que totalizam quase 180 GW de oferta. E o principal motivo essa transição é a Lei nº 14.120/2021, que estabeleceu uma data de encerramento para os descontos nas tarifas de transporte de energia dos agentes geradores, forçando os consumidores a procurarem alternativas mais baratas.

Caso a EPE considerasse a integração de todos os projetos em processo de acesso, seria necessária uma expansão do sistema de transmissão para suportar 4,5 vezes a demanda de energia prevista no horizonte decenal; essa expansão geraria, evidentemente, custos excessivos e altas tarifas de transporte para os pagantes dos sistemas de transmissão. Posto isso, as constantes afirmações da EPE (encontradas nos PDE) sobre a necessidade da expansão de energia renovável podem resultar na substituição sem planejamento dos contratos de fornecimento de energia existentes.

Nada obstante, motivada pelos dados do ACL e em discordância com os 15GW previstos no PDE 2030, a PDE 2031 sinalizou a necessidade de ampliação extra para 30GW até o ano 2031. O novo valor é 2 vezes superior ao anteriormente previsto. Esse aumento foi baseado, dentro dos critérios do SIN e considerando a margem de escoamento:

- I. nos montantes de energia já contratada via leilões do ACR;
- II. na capacidade dos empreendimentos do ACL em fase avançada de acesso à rede, com parecer de acesso emitido e Contrato de Uso do Sistema de Transmissão / Contrato de Uso do Sistema de Distribuição (CUST/CUSD) assinado, com data em operação prevista para ocorrer até o ano 2025;
- III. nos incrementos anuais de geração indicativa, a partir do ano 2026, sinalizados no cenário de referência do PDE 2030, aprovado à ocasião, o que resultou em potência total de 51 GW até o ano 2031.

A mérito de referência, os dados base para essas conclusões foram extraídos do Sistemas de Acompanhamento de Empreendimentos Geradores de Energia Elétrica (AEGE) da EPE, do Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico (SIGEL) da ANEEL, e do Sistema de Gestão de Processos de Acesso ao Sistema Interligado Nacional (SGAcesso) da ONS.

## 2.4. Novas Linhas de Transmissão

Para atender as necessidades e garantir o escoamento de energia excedente gerada, a EPE orientou nos estudos a implantação de pelo menos dois novos grandes corredores de transmissão, mostrados na Figura 2.12, os quais são objetos dos leilões 01/2023 e 02/2023.



Figura 2.12 – Concepção básica para os novos corredores de transmissão em corrente contínua

Fonte: Estudo de expansão das interligações regionais – Parte II: Expansão da capacidade de exportação da região Norte/Nordeste - EPE, 2023.

Uma das soluções apresentadas pela EPE para o Segundo Corredor Expresso entre a região mais exportadora de energia eólica e solar (Nordeste) com a região onde se localiza os maiores centro consumidores do país (Sul e Sudeste/Centro-Oeste), já visando à conexão de futuros empreendimentos de geração, consiste em quatro grandes eixos de transmissão entre os estados da Bahia e os estados de Minas Gerais e Espírito Santo, também denominados de corredores expressos. Eles estão representados na Figura 2.13 e suas obras foram previstas nos lotes do certame do Leilão de Transmissão 01/2023.

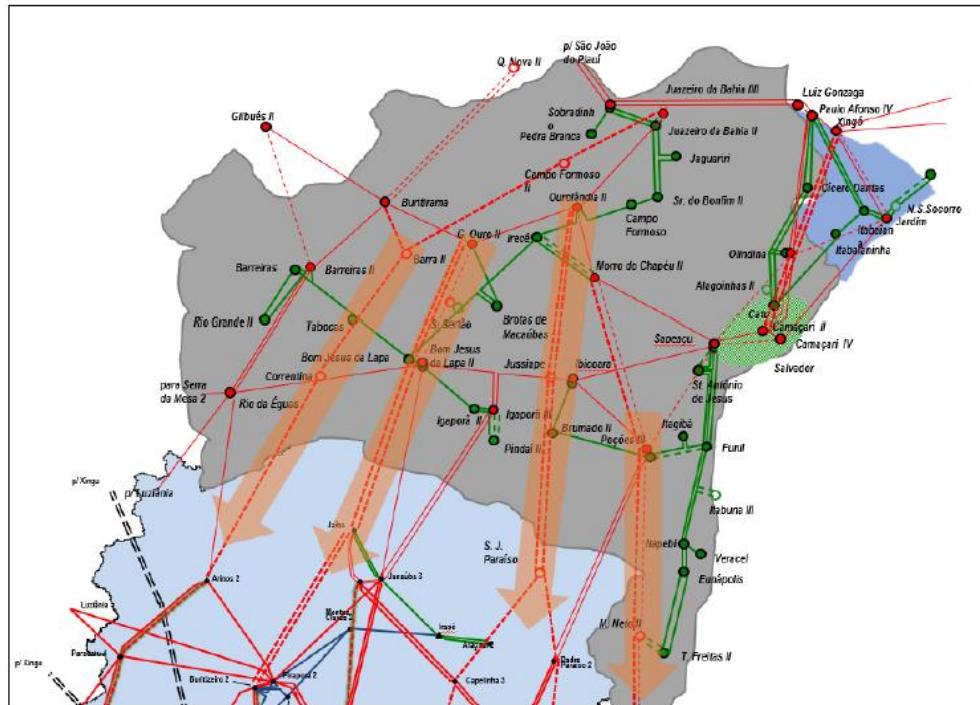


Figura 2.13 – Eixos de Transmissão dos corredores propostos

Fonte: Estudos para a Expansão da Transmissão – Análise Técnico-Econômica e Socioambiental de Alternativas relatório R1 - EPE, 2022.

A Figura 2.14 mostra o mapa do Sistema de Transmissão 2024, divulgado pela ONS, e que contempla apenas parte do Primeiro Corredor Expresso supracitado na Figura 09. Pode-se observar o extenso comprimento das ampliações principalmente na região Norte/Nordeste (tracejado vermelho, correspondente a tensão de 500kV) até o ano de 2024. Além disso, pode-se observar as futuras linhas em 230kV (tracejado verde) espalhadas pelo mapa na mesma região, as quais objetivam às interligações regionais entre o sistema existente e as novas unidades geradoras solares e eólicas. Todas essas linhas fazem parte não somente da ampliação do SIN, como também do estudo da ANEEL em investimentos para substituição das instalações existentes com equipamentos próximos ao fim da vida útil, de aproximadamente 35 anos (Estudo de expansão das interligações regionais – Parte II: Expansão da capacidade de exportação da região Norte/Nordeste, 2023).

Na Figura 2.14, pode-se observar também o expressivo aumento da exportação paralela dos subsistemas da região Norte/Nordeste através do sistema de 800kV CC (linha vermelha que atravessa os estados do Maranhão, Tocantins e Goiás)

denominado Graça Aranha – Silvânia, obra já licitada. Esse sistema ganhará pontos de interligações adicionais através do certame previsto para ocorrer no Leilão 02/2023, que correspondem ao Primeiro Corredor Expresso e que possibilitarão o aumento de 4GW até o ano de 2031 (Estudo de expansão das interligações regionais – Parte II: Expansão da capacidade de exportação da região Norte/Nordeste, EPE, 2023). Com isso, haverá uma maior independência da rede de transmissão durante o período seco da região Norte que restringe o escoamento dos excedentes hidráulicos.

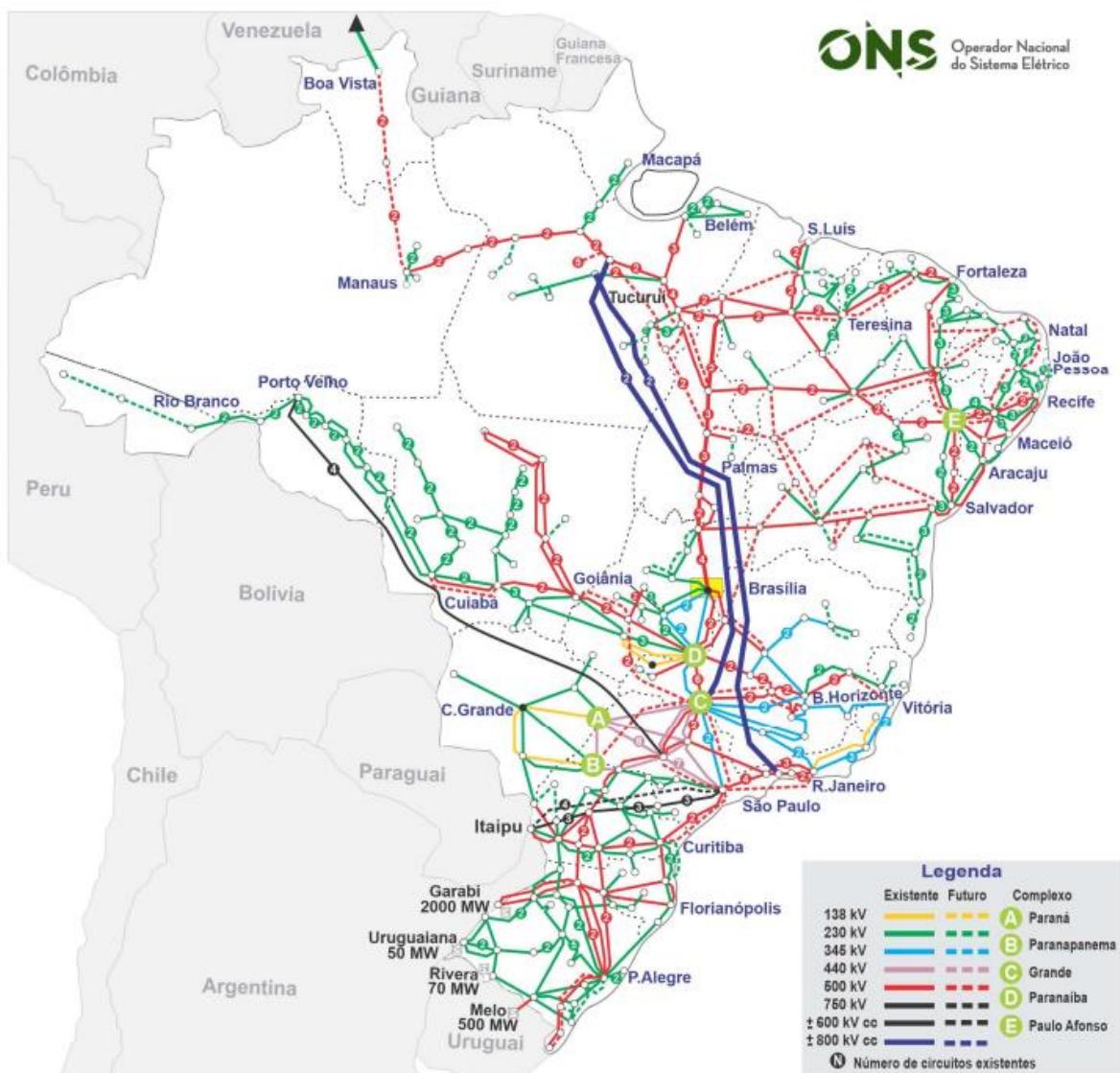


Figura 2.14 - Mapa do Sistema de Transmissão Brasileiro – Horizonte 2024.

Fonte: <http://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/mapas>, 2023.

As principais expansões das interligações entre as regiões são apresentadas nas Tabelas 2.2 e 2.3, as quais discriminam (por nome e tensão elétrica) todas as interligações dos corredores expressos anteriormente apresentados.

Tabela 2.2 - Empreendimentos planejados e licitados, com impacto na evolução da capacidade das interligações, até dezembro de 2026

Interligação	Obras planejadas e licitadas, com entrada em operação até dezembro de 2026
Norte ↔ Sudeste/Centro-Oeste	LT 500kV Xingu - Serra Pelada – Miracema C1/C2 LT 500kV Serra Pelada - Itacaiúnas C1
Norte ↔ Nordeste	LT 500kV Miracema - Gilbués II C3 LT 500kV Gilbués II - Barreiras II C2 LT 230kV Dianópolis - Barreiras II C1
Nordeste ↔ Sudeste	SE 500 kV Janaúba 3 - Compensadores Síncronos - 2 x (-90/+150) Mvar LTs 500kV Pirapora 2 – Presidente Juscelino C1/C2 LT 500kV Presidente Juscelino – Itabira 5 C1/C2 SE 500 kV Padre Paraíso 2 - Compensador Estático 500 kV (-150/+300) Mvar LT 500kV Poções III - Padre Paraíso 2- Governador Valadares 6 C2 LT 500 kV Governador Valadares 6 - Mutum C2 LTs 500kV Buritirama - Queimada Nova II - Curral Novo do Piauí II C1 LT 500kV Gilbués II - Barreiras II C2 LT 500 kV Porto Sergipe – Olindina – Sapeaçu C1 LT 500kV Sapeaçu – Camaçari IV C1 LT 500kV Morro do Chapéu - Poções III – Medeiros Neto II – João Neiva 2 C1
Sul ↔ Sudeste/Centro-Oeste	LT 525kV Ivaiporã – Ponta Grossa – Bateias C1/C2 LT 525 kV Foz do Iguaçu – Guaíra -Sarandi -Londrina C1/C2 LT 525 kV Areia - Joinville Sul - Itajaí 2 - Biguaçu C1 Nova SE 525/230kV Gaspar 2 e outras obras associadas ao atendimento Elétrico do Estado de Santa Catarina: Regiões Norte e do Vale do Itajaí

Fonte: PDE 2031, 2022.

Tabela 2.3 - Empreendimentos planejados, com impacto na evolução da capacidade das interligações, ainda não licitados e/ou com entrada em operação a partir do ano 2027

Interligação	Obras ainda não licitadas ou com previsão de entrada em operação a partir do ano 2027
Norte ↔ Sudeste/ Centro-Oeste	LT $\pm 800$ kV CC Graça Aranha - Silvânia
Sul ↔ Sudeste/Centro- Oeste	LT 525kV Bateias – Curitiba Leste C1/C2 LT 500kV Assis – Ponta Grossa C1/C2

Fonte: PDE 2031, 2022.

Do ponto de vista financeiro, o valor total de investimentos associados ao Leilão 01/2023 ultrapassa R\$18,5 bilhões em novas instalações de Rede Básica para o ano de 2026, horizonte de recomendações determinativas de planejamento, segundo EPE – Estudos de Expansão. Para o horizonte indicativo, são esperados mais R\$3,1 bilhões em investimento. O Leilão 02/2023 deve bater o recorde de investimento de R\$19,7 bilhões, a soma total dos valores dos três leilões previstos para ocorrer em 2023 somam quase 60 bilhões.

Até o final do horizonte decenal, as fontes eólicas e solares deverão substituir as termoelétricas com geração compulsória e atingir a capacidade instalada de aproximadamente 40GW, conforme o PDE 2031, e por este motivo torna-se um desafio a coordenação entre os prazos da expansão da geração e os da expansão da transmissão: as usinas de energia renovável devem ser entregues em até 3 anos, enquanto a construção de novas linhas de transmissão dura em média 5 anos. Nessa direção, a EPE tem elaborado os Estudos Proativos de Transmissão (encontrados no relatório EPE-DEE-NT-072/2021 – Expansão das Interligações Regionais – Diagnóstico Inicial, de julho de 2021) visando à recomendação antecipada dos pontos de ampliação que permitam o escoamento da geração já licitada, reduzindo o impacto do desalinhamento de prazos.

As análises apoiadas no método *k-means* permitiram determinar os pontos mais relevantes de conexão para o mercado de novos empreendimentos, que estão alocados em *clusters* de geração. Para a determinação desses pontos focais, foram consideradas apenas as subestações de rede básica já existentes. A Figura 2.15 contém o resultado das análises da região Nordeste, com os 25 pontos mais

significativos de conexão. Pode-se observar que: o *cluster* com maior geração se concentra ao redor da SE João Camara III, com 17,6% da geração indicativa total; apenas os três primeiros *clusters* concentram, cada um, mais de 10% da geração indicativa; e os 15 primeiros *clusters* totalizam 90% de total a geração prevista.

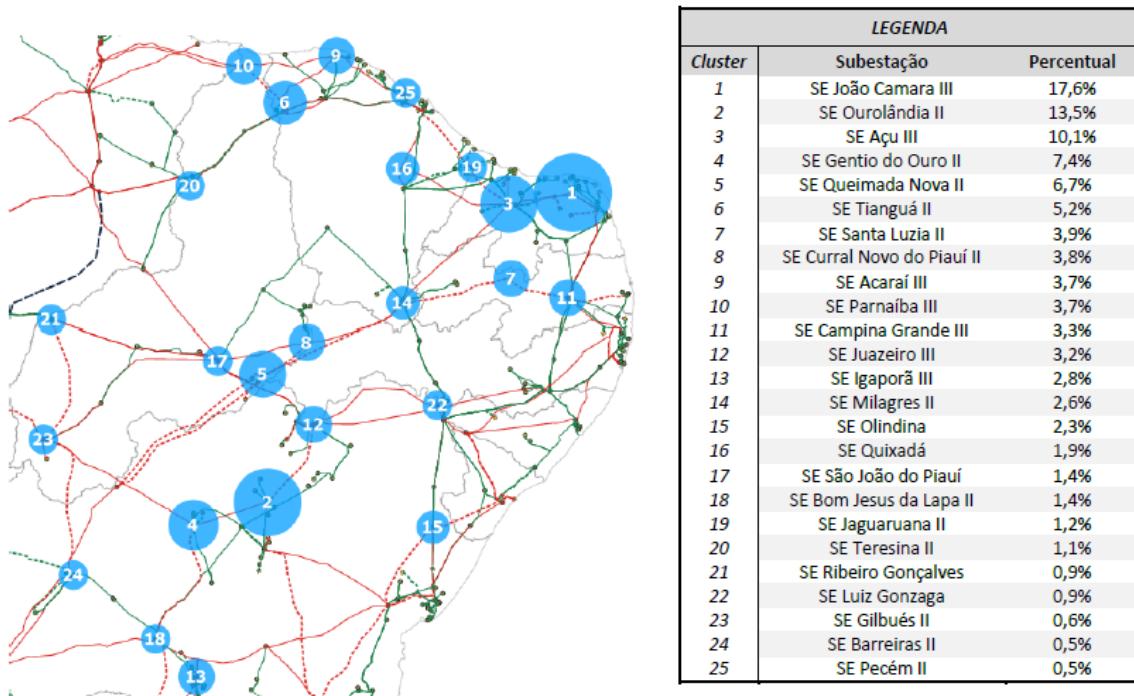


Figura 2.15 - Representação dos *clusters* de geração indicativa no subsistema Nordeste

Fonte: Estudo de expansão das interligações regionais – Parte II: Expansão da capacidade de exportação da região Norte/Nordeste - EPE, 2023.

Essa grande descentralização de produtores (futuramente aglomerada também nos *clusters*) e de consumidores impõem um grande desafio de planejamento para setor elétrico brasileiro. Ela não somente ocorre pela dispersão geográfica, mas pelas oscilações de capacidade produtiva e de consumo ao longo de um único dia e ao longo das estações do ano. É, então, imprescindível a especificação de equipamentos e sistemas flexíveis, para ordenar os diferentes cenários de carga e a disponibilidade dos diferentes subsistemas de geração, garantindo a continuidade, segurança e estabilidade do fornecimento de energia.

Uma das alternativas de ser atingir a expansão de maneira robusta é utilizar diferentes tecnologia aplicadas a rede, como os dispositivos FACTS (*Flexible AC Transmission System*), descrito no Plano Decenal 2031, (PDE 2031, 2022), que são

dispositivos capazes de aprimorar o controle da tensão e da frequência e a estabilidade do sistema, e consequentemente proporcionando uma ampliação da capacidade de transferência de energia entre determinados pontos da rede através de eletrônica de potência.

Outra forma de melhorar a robustez do sistema é através de armazenamento de energia, por exemplo em baterias eletroquímicas e bancos de capacitores, pois possibilitam o equilíbrio de carga, o controle de frequência e tensão, e consequentemente a estabilização da rede. Essas tecnologias de armazenamento são comuns em associação às gerações renováveis intermitentes ou variáveis, como as eólicas e solares fotovoltaicas, por reduzirem problemas sistêmicos e colaborarem com o desenvolvimento da capacidade de transmissão, sendo uma solução opcional para o sistema convencional de transmissão do país. Essa solução tem como vantagens a rápida implantação (média de 6 meses para contratação e comissionamento) e a fácil mobilidade, pois as baterias de íons de lítio, por exemplo, podem ser transportadas dentro de containers convencionais e atender a múltiplos pontos do sistema ao longo de sua vida útil (sendo considerado um único ativo).

Considerando a possibilidade de grande expansão da geração por fontes renováveis, a melhor alternativa de transmissão é pelo sistema CCAT (sistema de Corrente Contínua de Alta Tensão, ou no inglês *High-Voltage Direct Current - HVDC*). Este tipo de sistema permite a instalação diversas conversoras, coletando eletricidade de mais de dois pontos diferentes da rede e escoando preferencialmente para uma região de grande concentração de carga. O sistema CCAT é o considerado para o Leilão 02/2023 (previsto para ocorrer em dezembro de 2023), cujas tecnologias associadas ao processo de conversão CC/CA (corrente contínua / corrente alternada) estão direcionados a soluções do tipo VSC (*Voltage Source Converter*). As barreiras para a aplicação dos sistemas CCAT na transmissão de potência a longas distâncias foram derrubadas pelo surgimento de novas tecnologias nos arranjos de conversores, como o *Full-bridge MMC (Modular Multilevel Converter)*. A implantação de sistemas CCAT híbridos, com retificação baseada em tecnologia LCC (*Line Commutated Converter*) e inversão baseada em tecnologia VSC, também resultam em uma relação custo-benefício atrativa para o SIN nas linhas de grande comprimento, agregando ganhos de confiabilidade aliados a custos de projeto reduzidos em relação à solução VSC completa.

### 3. O SEGMENTO DOS LEILÕES DE TRANSMISSÃO

Em 1999, com o marco de regulação no setor elétrico brasileiro, começaram a ser realizados os primeiros leilões de transmissão com a participação da iniciativa privada. Regular e geralmente, ocorrem dois leilões de transmissão ao ano, um em junho e outro em dezembro, a fim de se garantir o atendimento de eletricidade necessária para o consumo da população e para a produção industrial.

Conforme requeridos, são elaborados pela ANEEL editais de leilões com as regras de participação para as novas instalações de transmissão, as quais englobam linhas, torres e subestações. Os empreendimentos a serem construídos e administrados são disponibilizados nos leilões em lotes, divididos segundo a região, o valor financeiro, e as características técnicas específicas como tensão elétrica e extensão, seguindo ao processo regulatório (Tozei, Vieira e Mattos, 2013).

Aos vencedores dos leilões, são realizados processo de outorga de concessão que variam comumente de 25 a 30 anos. Faz parte das concessões as novas linhas de transmissão e subestações, bem como adequações em instalações existentes, se necessário.

Segundo Maurer & Barroso (2011), os leilões podem ser definidos como uma modalidade de processo licitatório com a finalidade de negociar determinado produto ou serviço através de um conjunto de regras previamente determinadas por um responsável e divulgada aos participantes ou licitantes com o objetivo de resultar em um vencedor. Para Cantelmo (2014), entre as principais características de um Leilão estão: a capacidade de determinar um preço para determinado bem, alcançando o melhor custo de oportunidade com relação à expectativa do futuro da demanda e da oferta; e a condução dinâmica transacional, que aumenta a atratividade e competição entre os participantes. Esta última característica torna-se uma vantagem, porque Carlos (2008) e Rocha, Moreira e Limp (2012) concordam que, sendo consideradas fundamentais as linhas de interligação entre o sistema de geração e os consumidores que muitas vezes estão em regiões afastadas, existe uma tendência de alguns licitantes ofertarem preços muito maiores que os inicialmente previstos para o certame.

Segundo França e Nogueira (2020), para os participantes dos leilões, existem dois pontos importantes e fundamentais durante todo o processo: o deságio e a receita

anual permitida (RAP) máxima. O deságio é definido como a diferença entre o que foi negociado e o seu valor nominal, ou seja, para cada lote do Leilão é estabelecido um valor de rendimento anual considerado como o valor teto, e a partir disto o licitante que oferecer o lance com a menor RAP (um deságio maior sobre o teto) é o vencedor do respectivo lote.

A Receita Anual Permitida (RAP) máxima é um dos parâmetros básicos que formam os leilões de transmissão no Brasil e é definida pela ANEEL antes da ocorrência do certame. Para a definição da RAP máxima, a agência considera os seguintes fatores, conforme descrito por Cabral (2022):

- I. Investimento inicial, cujo custos totais de referência são baseados em um banco dados de preços fornecido à ANEEL, que levam em conta o cronograma físico-financeiro de implantação do empreendimento bem como a curva de desembolso ao longo do tempo de obra.
- II. Custo de capital (conhecida como taxa de retorno) adotado pela ANEEL, que se utiliza da metodologia do *Weighted Average Cost of Capital* (WACC), o qual procura refletir o custo de capital próprio com base no método do CAPM (*Capital Asset Pricing Model* ou Modelo de Precificação de Ativos de Capital) e a dívida média a partir das alternativas de financiamento disponíveis para o empreendimento.
- III. Depreciação média, formada por taxas de depreciação anuais por equipamentos (a ANEEL define a vida útil média das instalações e calcula taxa anual média de depreciação ponderada).
- IV. Custo de operação e manutenção, baseados em percentuais do investimento inicial previsto (comumente em torno de 3%).
- V. Encargos e tributos incidentes sobre esses, sendo considerados os percentuais de: Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) na razão de 1% sobre a receita bruta; Taxa de Fiscalização dos Serviços de Energia Elétrica (TFSEE), aplicando 0,50% sobre a receita bruta; e Reserva Global de Reversão (RGR), à taxa de 2,50% incidente sobre a receita bruta da transmissão. O PIS/COFINS é calculado separadamente.

Para simular o fluxo de caixa das transmissoras, a Agência Reguladora também considera o Imposto de Renda na alíquota de 25%, e a Contribuição Social sobre o

Lucro Líquido (CSLL) à taxa de 9%, incidente sobre o lucro tributável, totalizando uma alíquota tributária efetiva de 34,0%.

Após a construção do fluxo de caixa operacional líquido, é possível encontrar a receita que remunera o investimento e que seja suficiente para cobrir todas as despesas de operação, manutenção, encargos setoriais e tributos. Todo o fluxo de caixa operacional líquido ao longo do período da concessão é trazido para o valor presente e representa o investimento inicial (RAP), considerando o WACC na taxa de desconto.

### **3.1. Deságios e a Competitividade**

De acordo com Carlos (2008), os valores dos deságios têm se tornado tão elevado que se tornam destoantes do valor teto inicial, fato também observado ao longo do tempo nos leilões de 1999 a 2022, demonstrando competitividade entre as empresas do mercado. Outro aspecto observado nesses leilões, de acordo com os estudos de Cazzaro (2017), é que a RAP e os investimentos estão diretamente relacionados: à medida que os investimentos no sistema de transmissão aumentam, os valores da RAP também aumentam.

Nascimento (2012), em suas considerações, pontuou algumas condições determinantes que motivam os deságios, dentre elas estão os lotes maiores com altos investimentos e os lotes com maior número de subestações em relação ao comprimento das linhas de transmissão, pois o licenciamento ambiental e as desapropriações oriundas de linhas tornam o negócio menos atrativo.

Na procura pelos fatores preponderantes dos altos deságios nos leilões de energia no Brasil entre 1999 e 2010, Rocha et al. (2012) compararam os lances dos vencedores e perdedores utilizando-se de um modelo econométrico, e concluíram que a discrepância se deve à heterogeneidade entre os lances no certame: devido às semelhantes expectativas e interesses dos participantes em um determinado lote e consequentemente à alta competitividade, os valores ofertados na disputa podem ser significativamente inferiores ao estabelecido no edital, ocasionando uma situação desfavorável ao vencedor. Podendo, inclusive, gerar prejuízo para o licitante.

Tabela 3.1 – Evolução da Rede de Transmissão de Alta Tensão

Ano	Número de Lotes Leiloados	Número de Lotes Não Leiloados	Deságio médio	Extensão Adicional em Km	Extensão da Rede em Km	Ampliação proporcional
1999	2	-		758	63.971	1,2%
2000	7	-	2,5%	4.495	64.729	6,9%
2001	7	3	0,4%	711	69.224	1,0%
2002	8	-	5,2%	1.850	69.935	2,6%
2003	7	-	36,5%	1.771	71.785	2,5%
2004	13	1	32,2%	3.772	73.556	5,1%
2005	7	-	36,8%	3.056	77.329	3,9%
2006	13	-	46,8%	3.275	80.385	4,1%
2007	7	-	51,3%	1.930	83.660	2,3%
2008	29	1	21,9%	10.508	85.590	17,9%
2009	20	-	23,1%	3.497	96.097	3,6%
2010	19	2	33,7%	1.829	99.595	1,8%
2011	23	1	25,1%	4.069	101.424	4,0%
2012	20	3	16,7%	6.863	105.492	6,5%
2013	24	10	13,4%	9.195	112.355	8,2%
2014	13	13	9,6%	5.144	121.550	4,2%
2015	8	16	7,8%	5.373	126.694	4,2%
2016	32	13	33,7%	9.528	132.067	7,2%
2017	11	1	43,6%	4.892	141.595	3,5%
2018	36	-	49,3%	9.447	146.487	6,4%
2019	12	-	59,4%	2.470	155.934	1,5%
2020	11	-	59,5%	1.958	158.404	1,2%
2021	10	-	51,0%	1.417	160.362	0,9%
2022	19	-	40,7%	6.000	161.779	3,7%
<b>Total</b>	<b>358</b>	<b>64</b>	<b>-</b>	<b>103.808</b>	<b>167.779</b>	<b>-</b>

Fonte: ANEEL/ONS/EPE, 2022.

Para realizar uma análise mais completa do comportamento das disputas nos certames, a Tabela 3.1 apresenta alguns dados sobre os leilões realizados desde 1999. Os gráficos a seguir apresentam visualmente as mesmas informações e auxiliam nas relações possíveis de serem inferidas.

A Figura 3.1 mostra o gráfico com as extensões leiloadas em cada ano e a extensão total outorgada no Brasil. Observa-se que os leilões de 2008, 2012 a 2018,

e 2022 adicionaram grandes extensões de linhas em alta tensão ao SIN. O mecanismo de mercado por leilões também proporcionou grande crescimento de transmissão: passando de 64 mil km de linha em 1999 para 168 mil km em 2022.

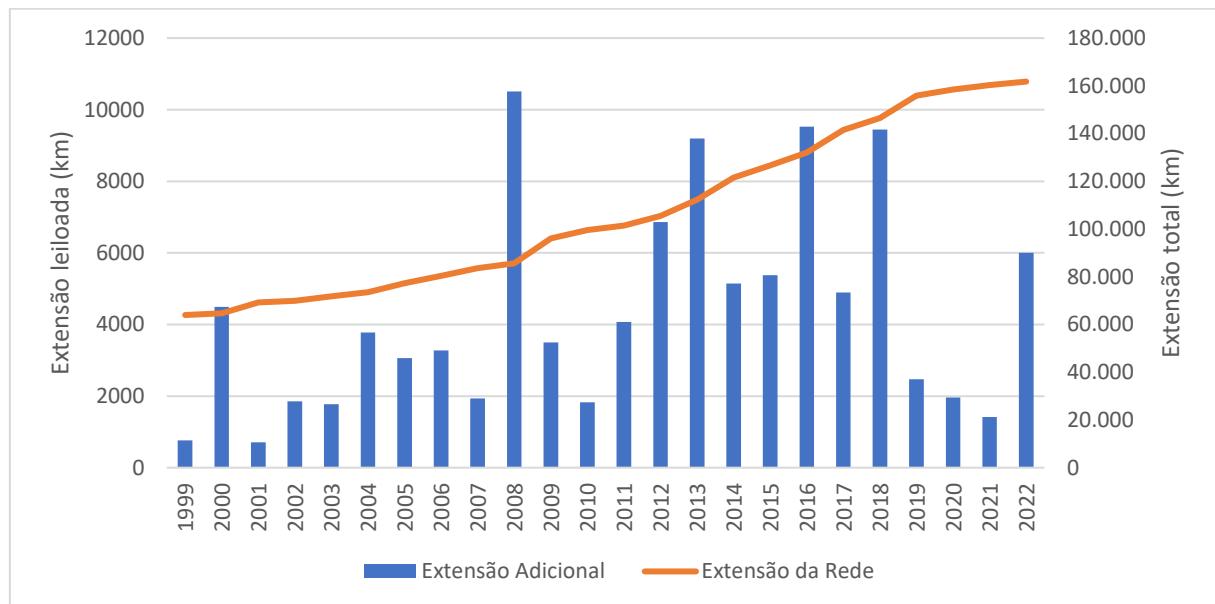


Figura 3.1 – Gráficos das extensões leiloadas e da extensão total acumulada de transmissão em alta tensão no Brasil

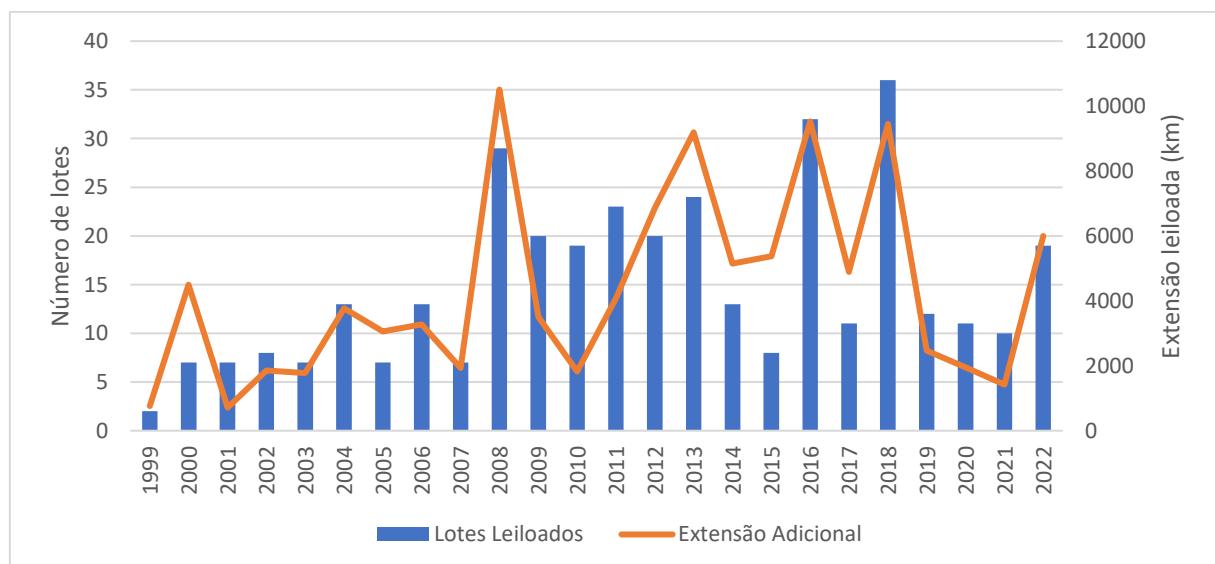


Figura 3.2 – Relação do número de lotes ofertados e das extensões leiloadas

A Figura 3.2 mostra o gráfico que relaciona a quantidade de lotes ofertados e a extensão total dos leilões em cada ano. Embora os lotes possam corresponder apenas à operação e adequação de sistemas já existentes, é possível notar que há uma uniformidade da relação: nos anos com maiores extensões leiloadas, houve maiores quantidades de lotes.

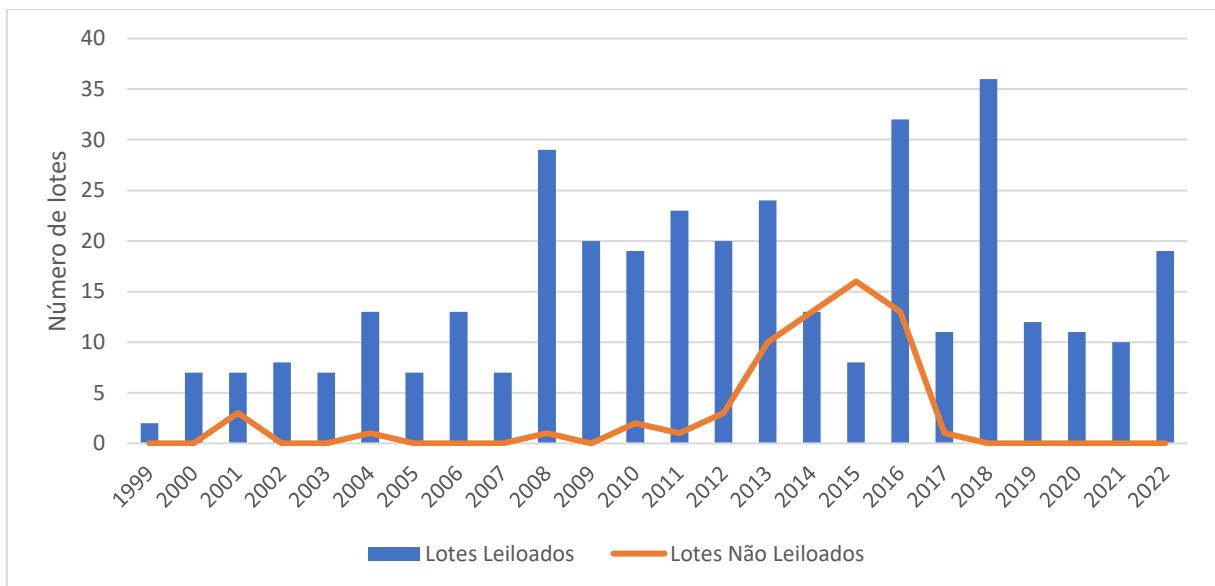


Figura 3.3 – Relação do número de lotes ofertados e dos não leiloadados

A Figura 3.3 mostra o gráfico que relaciona o número de lotes leiloadados em cada ano e a quantidade não leiloadada (por desinteresse dos licitantes). É possível observar um alto volume de lotes não leiloadados entre 2012 e 2016, em comparação aos demais anos. Isso se deve à crise econômica do Brasil e à nova política de diminuição dos tamanhos dos lotes que levaram ao desinteresse pelos licitantes. A baixa competitividade nesse período ocasionou redução dos deságios, sendo registrados deságios médios inferiores a 20% entre 2012 e 2015, como pode ser visto na Figura 3.4. No referido período de crise entre 2010 e 2017, porém, as extensões adicionais em quilômetros foram maiores que 4% em cada ano, o que não assegurou o interesse dos proponentes frente aos riscos dos projetos.

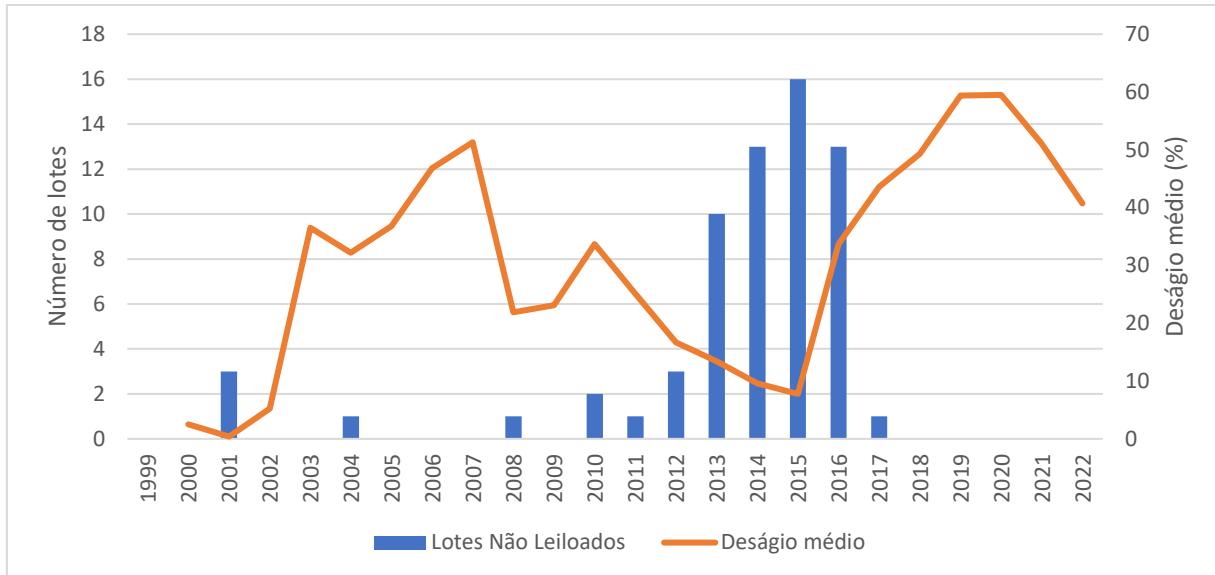


Figura 3.4 – Relação do número de lotes não leiloados e os deságios médios em cada ano

As empresas de transmissão vencedoras dos certames licitatórios da ANEEL estão assumindo cada vez mais um perfil arrojado. Na Tabela 3.1 e na Figura 3.4, são encontrados deságios médios acima de 40% desde 2017, chegando à ordem de 60%. Pode-se levantar como hipótese alguns fatores para esse comportamento:

- I. Para formação dos preços que compõe a RAP máxima, a ANEEL dispõe do orçamento básico, que tem estado desatualizado nos últimos leilões e dimensionado muito acima dos valores reais do mercado.
- II. Normalmente, as empresas participantes do leilão têm considerado o retorno do capital investido em torno 15 anos; por vezes, mais tempo.
- III. Nos últimos leilões, participaram alguns proponentes que possuíam um sistema de financiamento próprio, possibilitando maior arrojamento nos lances.
- IV. As empresas vêm buscando antecipar estudos, liberações ou autorizações durante a fase de pré-leilão, conseguindo reduzir riscos e prazos e antecipando eventos que dependam de órgãos públicos. Logo, esses licitantes propõem soluções mitigadoras de custo, soluções tanto para fase de implantação como para fase de operação.
- V. Muitas empresas licitantes veem os empreendimentos de transmissão como estratégicos para o seu crescimento econômico e financeiro, pois,

uma vez que elas também possuem unidades de geração, o crescimento do escoamento da energia gerada torna o negócio mais rentável.

VI. Há empresas que estão entrando como participantes sem o devido conhecimento técnico, financeiro, de gestão e dos riscos associados aos lotes, e sem experiência para realizar os lances com o correto valor necessário à conclusão do empreendimento.

A partir das observações anteriores acerca da dinâmica dos leilões, conclui-se que, em geral, os empreendedores participam nos leilões de transmissão com uma proposta financeira de Receita Anual Requerida para a construção, montagem, operação e manutenção das instalações de transmissão que compõem o respectivo lote para a duração do contrato de concessão, mas os licitantes realizam lances sem possuir a real certeza se conseguirão completar o empreendimento em virtude dos desafios de se efetuar obras grande no Brasil. Para a assertividade do projeto e estimativa financeira, é essencial considerar os objetivos sistêmicos de médio e longo prazo da construção, montagem e implantação de obras de transmissão e levantar os riscos envolvidos em cada etapa ao longo dos cinco anos desde a assinatura do contrato de concessão até o início da operação comercial.

No que diz respeito a esse cenário, o autor Scandaroli (2023) afirma que o setor elétrico está cada vez mais exigente e complexo, e portanto a permissão de licitantes oportunistas deve ser monitorada com maior rigor pelos órgãos reguladores, sendo essa uma das formas de mitigação de riscos e de minimização dos efeitos da assimetria de informações e proposição. Em outras palavras, um arcabouço setorial mais robusto pode ser uma solução.

Para os autores Mello et al. (2022), as possíveis melhorias no modelo de expansão realizadas pela ANEEL resumem-se em:

- I. Estabelecer previamente as novas obras e melhorias na infraestrutura de transmissão a serem leiloadas.
- II. Avaliar os custos integrados entre geração e transmissão, considerando a possibilidade de realizar obras simultâneas ou transferir certos projetos de transmissão para as empresas geradoras.
- III. Apresentar opções para agilizar o processo de licenciamento ambiental.

- IV. Otimizar a coordenação entre os órgãos responsáveis pelo licenciamento socioambiental, visando a reduzir os prazos e a burocracia envolvida nos processos e na documentação.
- V. Implementar melhorias nos direitos de uso da terra e no papel do governo, tornando as concessões de transmissão mais atrativas.
- VI. Facilitar a obtenção de licenciamento prévio, seja através da ANEEL ou de outros órgãos governamentais envolvidos nos leilões, a fim de auxiliar os investidores e agilizar as obras.
- VII. Oferecer incentivos adicionais aos licitantes para estimular a antecipação das etapas dos projetos e tornar os investimentos mais atrativos em termos de retorno.
- VIII. Atualizar o limite máximo de receita anual permitida (RAP) com base nos custos médios ponderados do capital nos leilões.
- IX. Flexibilizar a forma como a receita associada à RAP é calculada, permitindo pagamentos proporcionais à entrega parcial dos projetos.
- X. Detalhar os riscos contratuais relacionados às concessões.
- XI. Manter o banco de preços da ANEEL atualizado para garantir que a receita máxima permitida seja calculada de forma realista, levando em consideração os preços praticados no mercado.
- XII. Avaliar alternativas de financiamento que vão além do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), incorporando riscos cambiais e prazos diferenciados.
- XIII. Aprimorar a regulamentação existente, com foco na qualidade, eficiência operacional e disponibilidade dos serviços de transmissão.

A partir de 2015, ao considerar o cenário dos atrasos no licenciamento ambiental, a ANEEL aumentou os prazos para a entrada em operação das linhas de transmissão, e a Agência passou a separar os riscos do negócio em cláusulas específicas, identificando taxativamente os riscos de responsabilidade exclusiva do empreendedor e prevendo situação de responsabilidade compartilhada entre o concessionário e o consumidor. Ademais, houve atualização dos custos fundiários e ambientais estimados pela ANEEL. Essas ações trouxeram mais previsibilidade ao setor de

transmissão, o que também ajuda a explicar a maior participação de ofertantes nos leilões seguintes posterior a 2015.

Pelo lado das empresas, uma das formas de mitigação de riscos financeiros e não financeiros é a formação de consórcios. Nos leilões de transmissão de energia, é comum a união de duas ou mais empresas para obtenção compartilhada de um lote, reduzindo problemas financeiros, operacionais e de projetos. Vários motivos podem, ainda, ser levantados para a formações dos consórcios nos leilões brasileiros, sendo os principais:

- I. Reduzir as restrições técnicas e financeiras que impediriam a participação em determinado lance.
- II. Facilitar a integração entre o novo empreendimento e um já instalado, por exemplo, a integração entre duas linhas.
- III. Facilitar a operação integrada entre o novo empreendimento e um já instalado, por exemplo, entre uma usina e uma subestação.
- IV. Permitir deságios maiores através da união de conhecimento e recursos técnicos de engenharia, financeiro, e de operação
- V. Aumentar as garantias entre construtoras e financiadoras, levando a menores juros de investimento.
- VI. E proporcionar compartilhamento de informações relacionados aos lances, melhorando as estimativas e mitigando riscos.

### **3.2. Aspectos Socioambientais nos Leilões de Transmissão**

Dentre os pontos de melhorias para o modelo de expansão listados por Mello et al. (2022), estão apresentar opções para agilizar o processo de licenciamento ambiental e otimizar a coordenação entre os órgãos responsáveis pelo licenciamento socioambiental. Essas melhorias visam não somente reduzir os prazos e a burocracia de implantação das linhas de transmissão e das subestações novas, como também asseguram a execução do empreendimento. Normalmente, nos projetos, os licitantes

consideram o licenciamento como um alto riscos intrínsecos aos empreendimentos, em virtude de vários órgãos públicos federais e estaduais a serem consultados.

Grande parte dos problemas da expansão da transmissão decorre da ausência de LP (Licença Prévia), a qual avalia a viabilidade ambiental do projeto. Idealmente o empreendimento só deveria ser licitado após sua obtenção e, nesse contexto, aprimoramentos poderiam ser obtidos se houvesse mais envolvimento das autoridades ambientais nas etapas iniciais do processo licitatório.

Vários exemplos podem ser trazidos a respeito da dificuldade de obtenção de licenças ambientais. Recentemente, em julho de 2023, a Fundação Estadual de Proteção Ambiental (Fepam) autorizou Licença de Instalação (LI) da Interligação Elétrica Evrecy, permitindo a construção do Projeto Minuano, arrematado pela Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista (Isa-CTEEP) no leilão 02/2019. Essa interligação total de 115km é constituída de sete linhas de transmissão na região serrana do Rio Grande do Sul, nas áreas rurais de Bento Gonçalves, Caxias do Sul, Farroupilha, Flores da Cunha, Nova Roma do Sul, Pinto Bandeira e Veranópolis. De acordo com o presidente da Fepam, Renato Chagas, o empreendimento será instalado em uma região que possui fragilidades ambientais, o que exigiu alternativas tecnológicas e locacionais para evitar ao máximo a supressão de vegetação nativa e impasses fundiários. Tal lote licitado, com prazo de execução de 60 meses e entrega prevista para março de 2025, necessitou mais de 36 meses para autorização da implementação, restando menos de dois anos para toda a finalização das obras e comissionamento. Nota-se, assim, o grande risco do atraso desse empreendimento.

Outro exemplo a ser apresentado é quanto à nova transmissão da Usina Hidrelétrica de Tucuruí. No leilão 01/2008, o grupo Isolux venceu o leilão de dois lotes para a construção de 1.200km de linhas entre as cidades de Macapá-AP e Oriximiná-PA. À época, foram necessários quase dois anos para obtenção da Licença de Instalação, tendo as obras iniciadas em dezembro de 2010. O projeto, contudo, foi alvo de protestos e interferências político-administrativas nos anos seguintes: o Parque Estadual Nhamundá, por onde as linhas de transmissão passariam, foi transformado em área de proteção ambiental e reserva extrativista, levando a pedidos de revisão do impacto ambiental das obras; a poluição e destruição ambientais causadas no primeiro ano de obra levaram a diversos protestos de comunidades

locais e indígenas, e reivindicações de grandes proprietários de terras por onde as linhas passariam; cientistas também foram mobilizados e concluíram que a intensidade de radiação eletromagnética seria nociva a animais e seres humanos no médio e longo prazo, sendo recomendado o cancelamento do trajeto dentro de áreas de reserva ambiental e próximo a comunidades em geral; a empresa Isolux foi autuada duas vezes, uma por falta de Licença de Operação nas áreas das implementação e outra por falta de Licença de Funcionamento do escritório da empresa; a falta de pagamento de tributos forçou a paralização total das atividades da empresa. O impasse socioambiental foi finalizado em 2022, 14 anos após a licitação inicial da linha de transmissão.

As dificuldades de obtenção de licenças se estendem a projetos de pequenas dimensões. A linha de transmissão de 15km entre Embu Guaçu e a Baixada Santista é um exemplo, tendo o licenciamento ambiental começado em 2008 e finalizado em 2016, cinco anos após a data prevista de entrega do empreendimento.

A fim de assegurar a execução e a celeridade dos projetos, as informações socioambientais deveriam ser direcionadas aos órgãos ambientais previamente pela ANEEL, antecipando a elaboração do licenciamento ambiental mesmo que fosse na forma de licença provisória, mitigando os riscos e tornando mais explícitas as medidas requeridas para obtenção das licenças definitivas pelos proponentes que forem vencedores dos leilões.

### **3.3. Investimentos Previstos para Linhas de Transmissão**

Tendo em vista os estudos de planejamento realizados até agosto de 2021, o PDE 2031 sugeriu investimentos para a transmissão na ordem de R\$126,4 bilhões dentro do horizonte de 2031. Deste total, R\$ 51,8 bilhões são associados a empreendimento com outorga (CO), enquanto R\$ 74,6 bilhões são referentes a empreendimento ainda sem outorga (SO).

A Figura 3.5 mostra as previsões de investimento em expansões do sistema para cada cenário do PDE 2031. Como pode ser observado, o cenário otimista preserva as informações do planejamento original, envolvendo investimento total de R\$126,4

bilhões até o horizonte de 2031. Por sua vez, os cenários de referência e pessimista envolvem investimentos inferiores, respectivamente de R\$100,7 bilhões e R\$51,8 bilhões. Dentro do cenário mais provável (o de referência), apenas 65,5% dos empreendimentos SO devem acontecer até 2031.

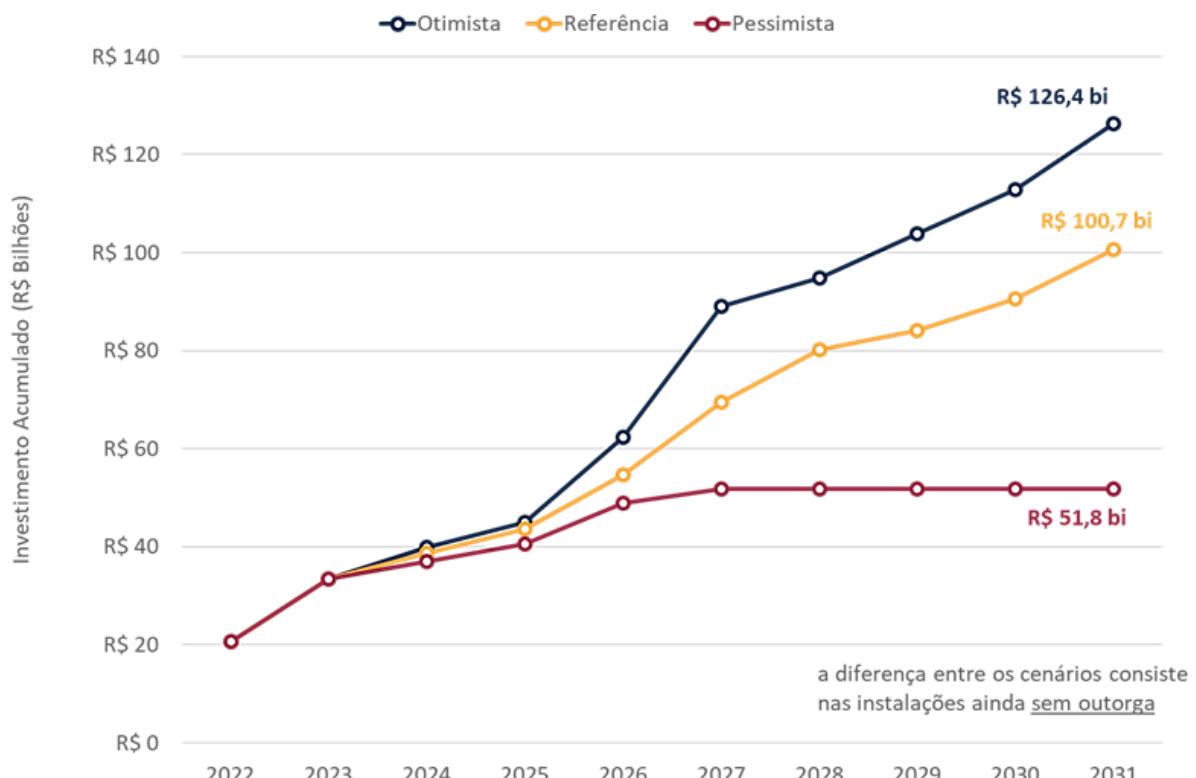


Figura 3.5 - Cenários de expansão do sistema de transmissão

Fonte: PDE 2031, 2022.

Os estudos de planejamento do PDE 2031 concluídos até agosto de 2021, informam que do total investido em transmissão no cenário referência, previsto é de R\$ 100,7 bilhões estando subdivididos em R\$ 69,9 bilhões (69%) objetivam a linhas de transmissão e R\$ 30,8 bilhões (31%), a subestações, como mostrado na Figura 3.6.

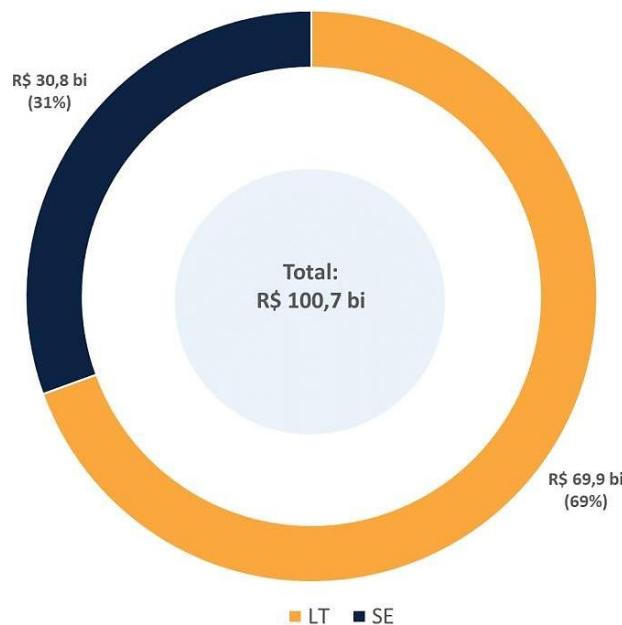


Figura 3.6 - Cenários de referência: visão geral

Fonte: PDE 2031, 2022.

Ademais, do total investido em linhas de transmissão, R\$37,6 bilhões (isto é, 54%) referem-se a linhas já outorgadas e R\$32,3 bilhões (correspondente a 46%) são relacionadas a instalações ainda sem outorga definida, como mostrado na Figura 3.7.

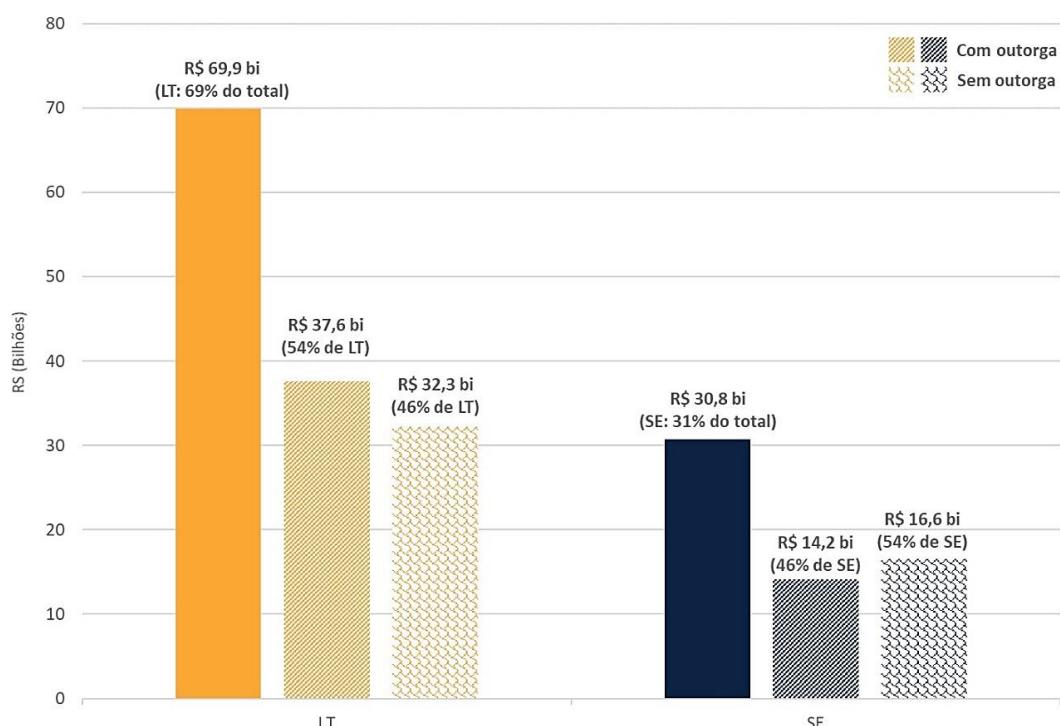


Figura 3.7 - Cenários de referência: Linhas de Transmissão com outorga e sem outorga

Fonte: PDE 2031, 2022.

Sob o ponto de vista geográfico, os investimentos previstos para linhas de transmissão do submercado sudeste/centro-oeste correspondem a 52% do montante total, ou seja, R\$36,1 bilhões; para o submercado da região sul, tem-se 22% dos investimentos totais, ou seja, R\$15,6 bilhões; para o submercado norte, 14%, ou seja, R\$10 bilhões; e para o submercado referente ao nordeste são 12% dos investimentos, ou seja, R\$8,2 bilhões, como destacado na Figura 3.8.

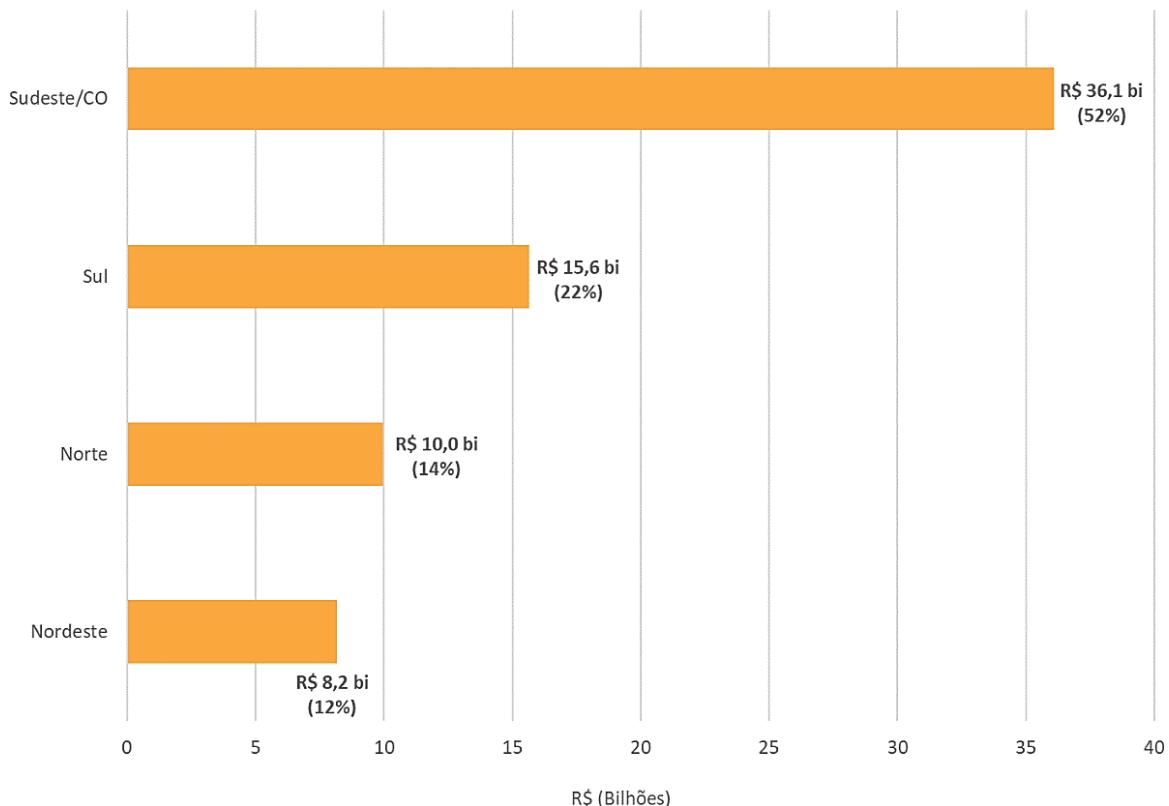


Figura 3.8 - Cenários de referência: Linhas de Transmissão por submercado

Fonte: PDE 2031, 2022.

Pode-se ainda analisar o investimento em linhas quanto a tensão elétrica de transmissão. Os maiores comprimento de linhas no SIN estão em 230kV e 500kV. Nada obstante, do total esperado a ser investido até 2031, R\$44,1 bilhões (63%) se referem a transmissões em 500kV, ao passo que R\$16,0 bilhões (23%) correspondem a linhas em 230kV, como mostrado na Figura 3.9.

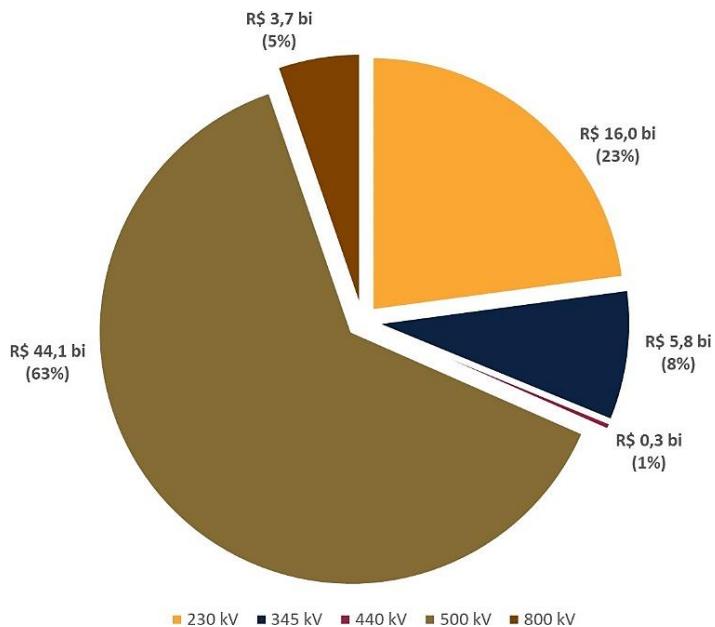


Figura 3.9 - Cenários de referência: Linhas de Transmissão por nível de tensão

Fonte: PDE 2031, 2022.

Os dois níveis de tensão totalizam 86% do investimento em linhas de transmissão, refletindo o mesmo panorama do sistema de potência energético brasileiro representado na Figura 3.10 a expansão acumulada ano a ano até 2031.

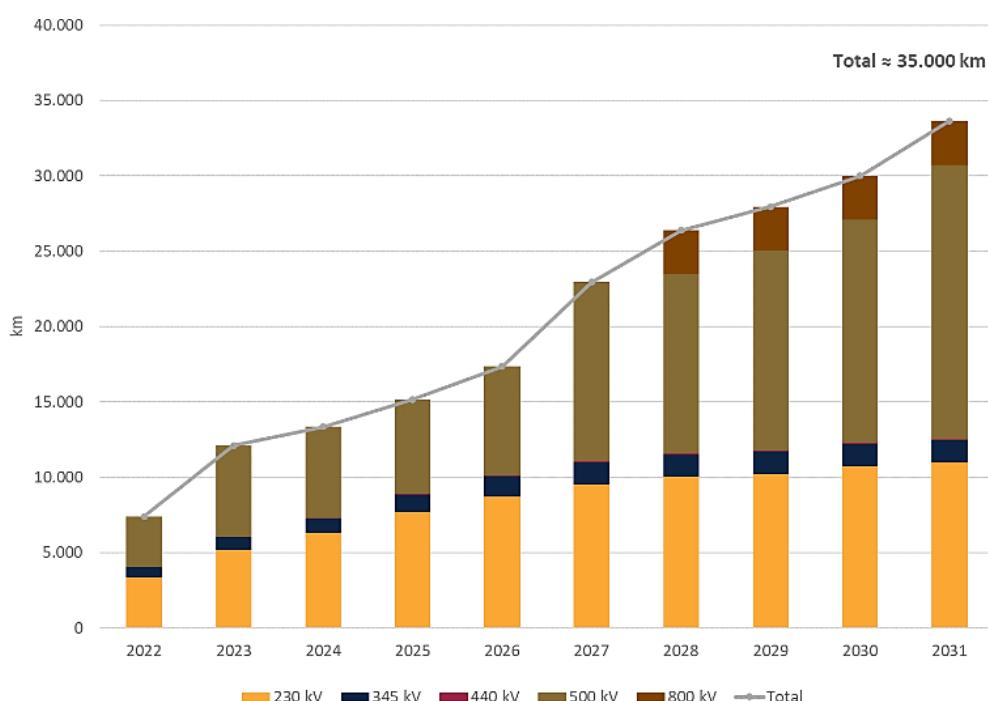


Figura 3.10 - Cenários de referência: expansão física de Linhas de Transmissão

Fonte: PDE 2031, 2022.

Sobre à extensão das transmissões, estima-se uma expansão aproximada de 35mil km em novas linhas até o ano 2031, valor que representa cerca de 20% do total existente hoje. Essa expansão prevista é, obviamente, maior para as linhas de 500kV e 230kV, as quais somam aproximadamente 29mil km, ou 82% de toda a extensão adicional. A Tabela 3.2 mostra os valores mais precisos das extensões em 2021 e previsto para 2031, assim como a as expansões até os horizontes de 2026 e 2031. Observa-se que não há previsão de expansão de linhas com tensão de 750kV e 600kV.

Tabela 3.2 - Cenário de referência: estimativa da evolução física do sistema de transmissão do SIN - linhas de transmissão. Nos casos de Linhas de Transmissão em circuito duplo ou bipolos de corrente contínua, as extensões foram computadas por circuito e por polo

Tensão	±800 kV	750 kV	±600 kV	500 kV	440 kV	345 kV	230 kV	TOTAL
	km							
Extensão em 2021	9.204	2.683	12.816	68.583	6.869	10.397	64.721	<b>175.273</b>
Expansão entre 2022-2026	0	0	0	7.228	66	1.354	8.713	<b>17.361</b>
Expansão entre 2027-2031	2.920	0	0	10.952	11	134	2.256	<b>16.273</b>
Extensão estimada em 2031	12.124	2.683	12.816	86.763	6.946	11.885	75.690	<b>208.907</b>

Fonte: PDE 2031, 2022.

Quanto aos submercados, os investimentos em subestações estão divididos em R\$14,2 bilhões (46%) para o Sudeste/Centro-Oeste, R\$6,6 bilhões (21%) para a região Sul, e R\$10 bilhões (33%) para o Norte/Nordeste.

Sob a ótica dos níveis de tensão, pode-se prever 47% (R\$14,5 bilhões) dos investimentos destinam-se a subestações em 500kV e 25% (R\$ 7,7 bilhões) a 230kV, assim como está demonstrado na Figura 3.11. Essas duas tensões totalizam aproximadamente 70% do investimento em subestações.

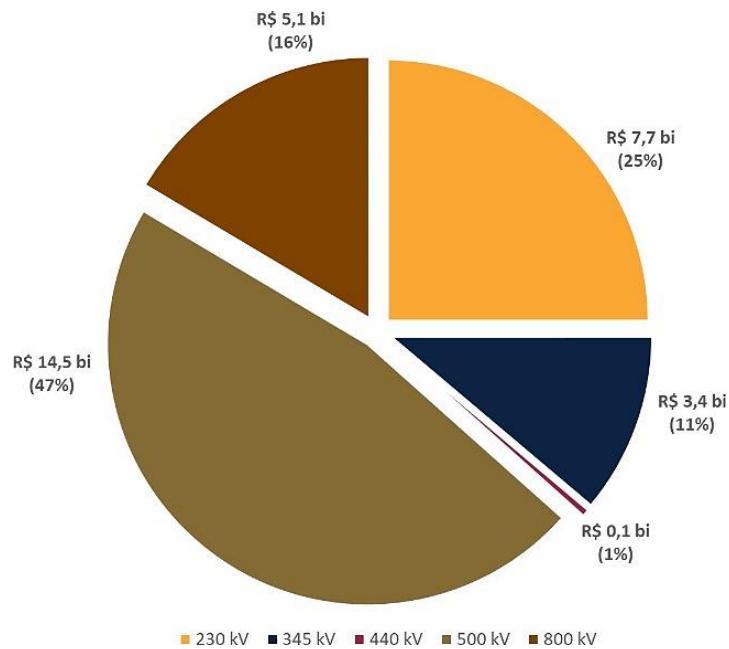


Figura 3.11 - Cenários de referência: Subestações por nível de tensão

Fonte: PDE 2031, 2022.

A Figura 3.12 mostra a evolução ano a ano das subestações: projeta-se uma expansão aproximada de 117 mil MVA até o ano 2031. Esse valor representa cerca de 30% do total já existente.

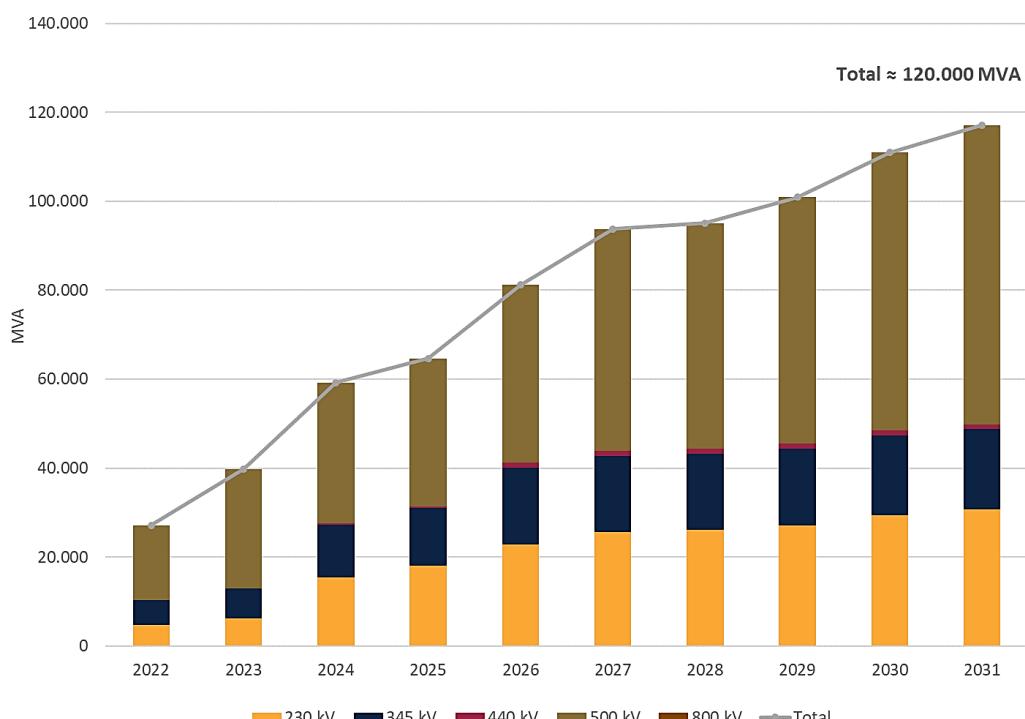


Figura 3.12 - Cenários de referência: expansão física de Subestações

Fonte: PDE 2031, 2022.

Os dados numéricos mais precisos encontram-se na Tabela 3.3 e representam a evolução física, com relação a expansão da potência em MVA entre 2021 e 2031, totalizando a potência estimada em 2031, nas faixas de tensão entre 230kV e 750kV.

Tabela 3.3 - Cenário de referência: estimativa da evolução física do sistema de transmissão do SIN

Tensão	750 kV	500 kV	440 kV	345 kV	230 kV	TOTAL
	MVA					
Potência em 2021	24.897	196.552	30.892	54.820	114.718	<b>421.879</b>
Expansão entre 2022-2026	0	40.015	1.098	17.180	22.909	<b>81.202</b>
Expansão entre 2027-2031	0	27.265	0	799	7.860	<b>35.924</b>
Potência estimada em 2031	24.897	263.832	31.990	72.799	145.486	<b>539.004</b>

Fonte: PDE 2031, 2022.

## 4. ANÁLISES DOS ESTUDOS DE CASO

Este capítulo dedica-se a análise os três últimos leilões de transmissão realizados pela ANEEL em 2022 e 2023. Cada um desses leilões é analisado como um estudo de caso independente. Em cada um desses casos são examinadas a formação dos lotes, os empreendimentos, suas finalidades, entre outros.

Com a intenção de verificar o atendimento das projeções da EPE – que indicavam forte crescimento da geração renovável, e, portanto, a necessidade de linhas de escoamento de energia do Norte/Nordeste – várias características dos Leilões 01/2022, 01/2022 e 02/2022 foram analisadas.

### 4.1. Leilão de Transmissão 01/2022

O primeiro Leilão de Transmissão de energia de 2022 ocorreu em junho na sede da B3 S/A em São Paulo, promovido pela ANEEL. Este Leilão foi composto de 13 lotes, contemplando aproximadamente 5.425km de linhas de transmissão e subestações com capacidade de transformação total de 6.180MVA. Esses empreendimentos seriam distribuídos em 13 estados brasileiros: Acre, Amapá, Amazonas, Bahia, Espírito Santo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Rondônia, Santa Catarina, São Paulo e Sergipe.

As instalações de transmissão, objetos desse Leilão, demandaram a ordem de investimentos de R\$15,3 bilhões e tendo uma RAP máxima total a ser paga aos empreendedores de R\$2,2 bilhões. Cada lote possui um prazo diferente de implantação, variando de 42 a 60 meses para operação comercial; porém todos deverão estar em funcionamento até a data limite de setembro de 2027, conforme estimado nos Estudos de Planejamento Setorial da EPE (2022). As concessões dos empreendimentos são por 30 anos contados a partir da celebração dos contratos.

O mapa da Figura 4.1 representa graficamente as regiões onde os lotes estão localizados. Observa-se que os empreendimentos leiloados estão distribuídos em diversos estados de todas as regiões do Brasil, tendo trechos menores de linhas. Disso, conclui-se que no Leilão 01/2022 o enfoque maior foram as interligações locais.

Essa conclusão é confirmada pelos benefícios de cada empreendimento descritos em pelo documento, EPE-DEE-NT-072/2021-r0 (2021), elaborado pela EPE em seus estudos para expansão de interligação regionais e divulgado pela ANEEL na fase do Leilão, e reproduzidos na Tabela 4.1. Porém, os lotes 1, 2 e 3, que se concentraram no estado de Minas Gerais, são uma exceção: eles dizem respeito às recomendações da EPE em relação ao escoamento da geração solar do estado de Minas Gerais. Tais transmissões ficaram restritas dentro da região sudeste, em Minas Gerais, São Paulo e Espírito Santo, portanto não atendendo ao pré-disposto da geração renovável do Norte-Nordeste em direção ao Sudeste/Centro-Oeste.

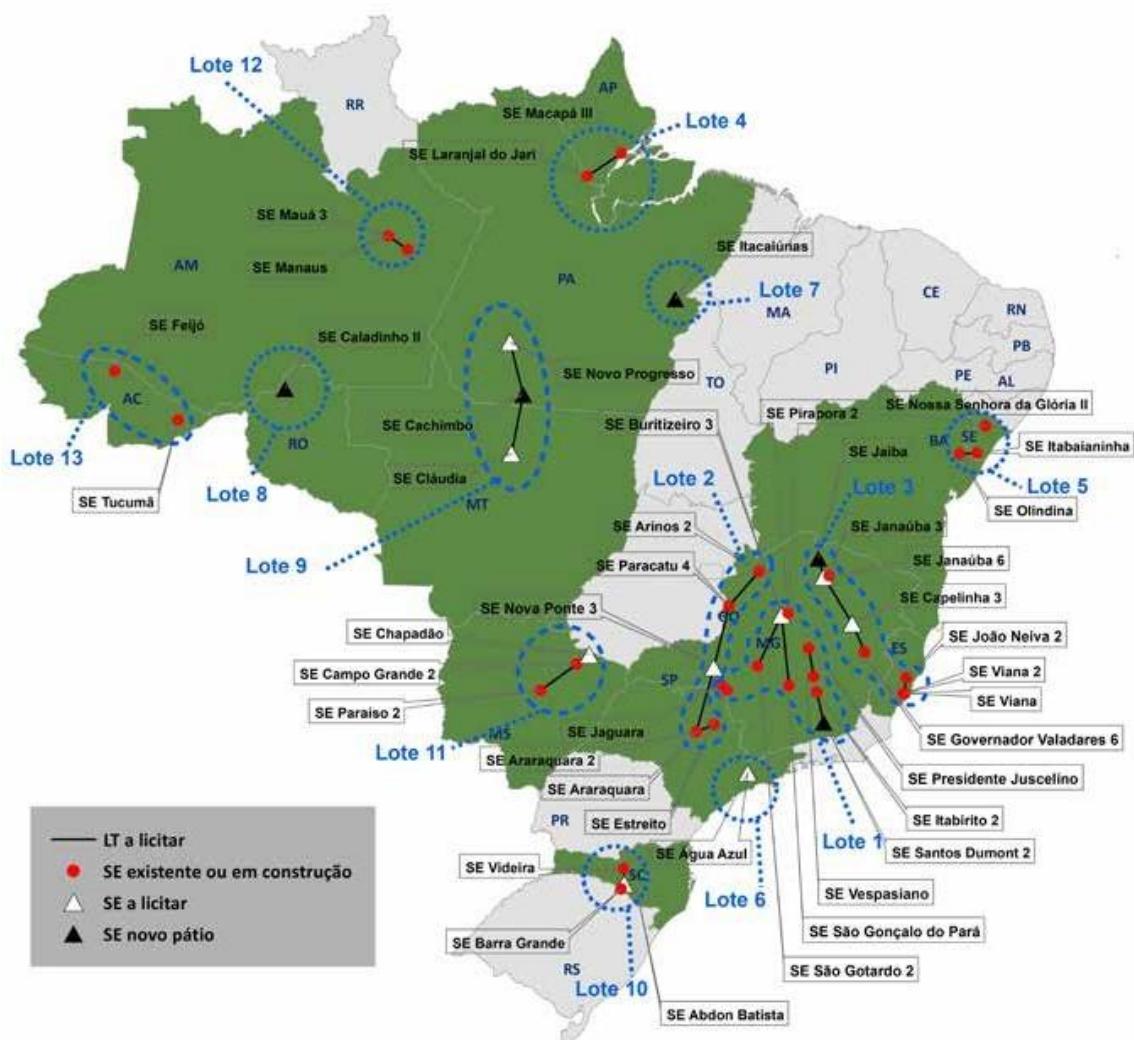


Figura 4.1 – Visão geral dos lotes do Leilão 01/2022

Fonte: ANEEL, 2023.

Tabela 4.1 - Resumo dos objetivos dos lotes do Leilão 01/2022.

Lote	Benefícios
Lote 1	Ampliação da capacidade de transmissão do estado de Minas Gerais para escoamento de geração central do estado de Minas Gerais para São Paulo
Lote 2	Ampliação da capacidade de transmissão do estado de Minas Gerais para escoamento na região oeste deste estado para São Paulo
Lote 3	Expansão da capacidade de transmissão da Região Norte de Minas Gerais para o Espírito Santo
Lote 4	Solução estrutural para aumento da confiabilidade do atendimento à Macapá
Lote 5	Aumento da capacidade de transmissão e atendimento às cargas no estado do Sergipe
Lote 6	Atendimento às cargas da região de Guarulhos, São Paulo
Lote 7	Atendimento ao crescimento de carga na região Sudeste do Pará
Lote 8	Integração de Humaitá ao SIN. Aumento da capacidade de atendimento à região de Porto Velho, Rondônia
Lote 9	Suprimento às regiões de Cláudia e Novo Progresso, nos estados do Mato Grosso e Pará
Lote 10	Atendimento elétrico a Região Oeste do estado de Santa Catarina e região Sudeste, bem como garantir o controle de tensão no Sistema de São Paulo.
Lote 11	Integração das PCHs Fundãozinho, Areado e Bandeirante e conexão da ENERSUL na região de Paraíso no estado do Mato Grosso do Sul
Lote 12	Atendimento elétrico à região metropolitana de Manaus, Amazonas
Lote 13	Controle de tensão no sistema elétrico do estado do Acre

Fonte: Autor com base em dados ANEEL, 2023.

Os trechos de maior extensão desse Leilão estão concentrados justamente nos lotes 1, 2 e 3, cujos comprimentos são respectivamente 1.269km, 1.707km e 1.139km. Eles representam 75% de toda a extensão de rede do certame, enquanto os demais 10 lotes variam entre 13km e 505km, o que reforça a conclusão de foco de atendimento às interligações locais naquele Leilão.

Observou-se também que neste Leilão 01/2022 houve compra de 29 adequações em subestações existentes, enquanto foram consideradas como novo pátio somente cinco subestações: as potências de transformação dos lotes 1, 2, e 3 somam aproximadamente 3.600MVA, de 58% do total estimado de todos os lotes do Leilão. Esses dados confirmam novamente que o foco no escoamento da energia

renovável gerada em Minas Gerais e as necessidades de adaptações nas subestações atuais em atendimento às interligações locais.

Os lotes 8 a 12 desse Leilão foram relativos a empreendimentos já anteriormente licitados, porém não implementados e com caducidade dos contratos já declarada pelo MME.

Em virtude do elevado número de lotes, o Leilão atraiu 59 participantes que se revezaram entre os lances: uma média de 4,5 licitantes por lote. A concorrência levou a um deságio de 46,2% sobre a RAP máxima de R\$2,24 bilhões do edital (ou, a venda total dos lotes por R\$1,26 bilhões).

Os lotes 1, 2 e 3 tiveram, certamente, um maior número de licitante: 7 a 8 empresas fizeram lances em cada lote. Maiores RAP e a localização no Sudeste (o que facilita a implementação do projeto) atraíram mais proponentes. A disputa pelo lote 1 teve diferença de ofertas inferior a 5%, ocasionando a abertura da etapa de viva-voz entre as empresas Consórcio Verde e CTEEP, sendo que a primeira levou a concessão. Para os lotes 2 e 3, participaram também empresas tradicionais do segmento no certame, como Neoenergia, EDP Energias S.A., TAESA, Sterlite Brazil Participações S.A., e Celeo Redes Brasil S.A.

Tabela 4.2 - Empresas Vencedoras do Leilão 01/2022.

Lotes	Empresas Vencedores	Deságios
Lote 01	Consórcio Verde	46,8%
Lote 02	Neoenergia Energia	50,3%
Lote 03	CTEEP	46,8%
Lote 04	Zopone Eng. e Com. Ltda	5,0%
Lote 05	Sterlite Brazil Partic. S.A.	26,5%
Lote 06	CTEEP	59,2%
Lote 07	Consórcio Engie Brasil	59,9%
Lote 08	Eletronorte	38,6%
Lote 09	Consórcio Verde	31,8%
Lote 10	Taesa	48,0%
Lote 11	Neoenergia S. A.	42,3%
Lote 12	Energisa	45,3%
Lote 13	Consórcio Norte	31,0%

Fonte: Autor com base em dados ANEEL, 2023.

A Tabela 4.2 apresenta a lista dos vencedores do Leilão 01/2022 e os deságios respectivos. Dos 13 lotes leiloados, apenas a CTEEP foi vencedora em dois deles (lotes 3 e 6), os demais lotes foram vencidos por empresa diferentes. Ainda, a competitividade elevada no Leilão foi caracterizada por empresas que deram lances em mais de um lote.

Das onze empresas diferentes que ofertaram nos lotes 1, 2 e 3, quatro delas formaram consórcios, sendo o vencedor do lote 1 o consórcio Verde, formado pela Brasil Energia Fundo de Investimento em Participações Multiestratégia (1% da participação), pela CYMI Construções e Participações S.A. (99% da participação) e pelo Gestor do FIP Brookfield Brasil Asset Management Investimentos Ltda. Para quase todos os demais lotes (4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13), o número de participantes foi de três a cinco, tendo a participação de pelo menos um consórcio de empresas apesar de serem lotes de RAP menores.

#### **4.2. Leilão de Transmissão 02/2022**

O segundo Leilão de Transmissão do ano 2022 ocorreu em dezembro, novamente na sede da B3 S/A em São Paulo, e foi constituído de 6 lotes de empreendimentos, contemplando 710km de novas linhas de transmissão e novas subestações com capacidade de transformação de 3.650MVA. Esses lotes também contemplaram a manutenção e a prestação do serviço público de 743km de linhas de transmissão e 2.200MW em subestações conversoras do Rio Grande Sul. Os empreendimentos desses lotes estão localizados em nove estados: Espírito Santo, Maranhão, Minas Gerais, Pará, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Rondônia e São Paulo.

Os investimentos previstos para o Leilão foram da ordem de R\$3,5 bilhões, com a RAP máxima total a ser paga aos empreendedores de R\$604 milhões. O prazo para operação comercial deles variavam de 42 a 60 meses, para concessões por 30 anos, contados a partir da celebração dos contratos ANEEL. (ANEEL, 2022).

Este Leilão apresentou metade do número de lotes do anterior, e eles consistiam em novas interligações locais, somente um novo pátio de subestação, duas subestações a se licitar para fazer ampliações e 13 subestações para realização de

adequações com relação à rede. O maior trecho de linha foi no lote 3 com extensão de 351km, os demais trechos foram de 6km, 165km e 188km. A Figura 4.2 mostra a distribuição geográfica dos empreendimentos.

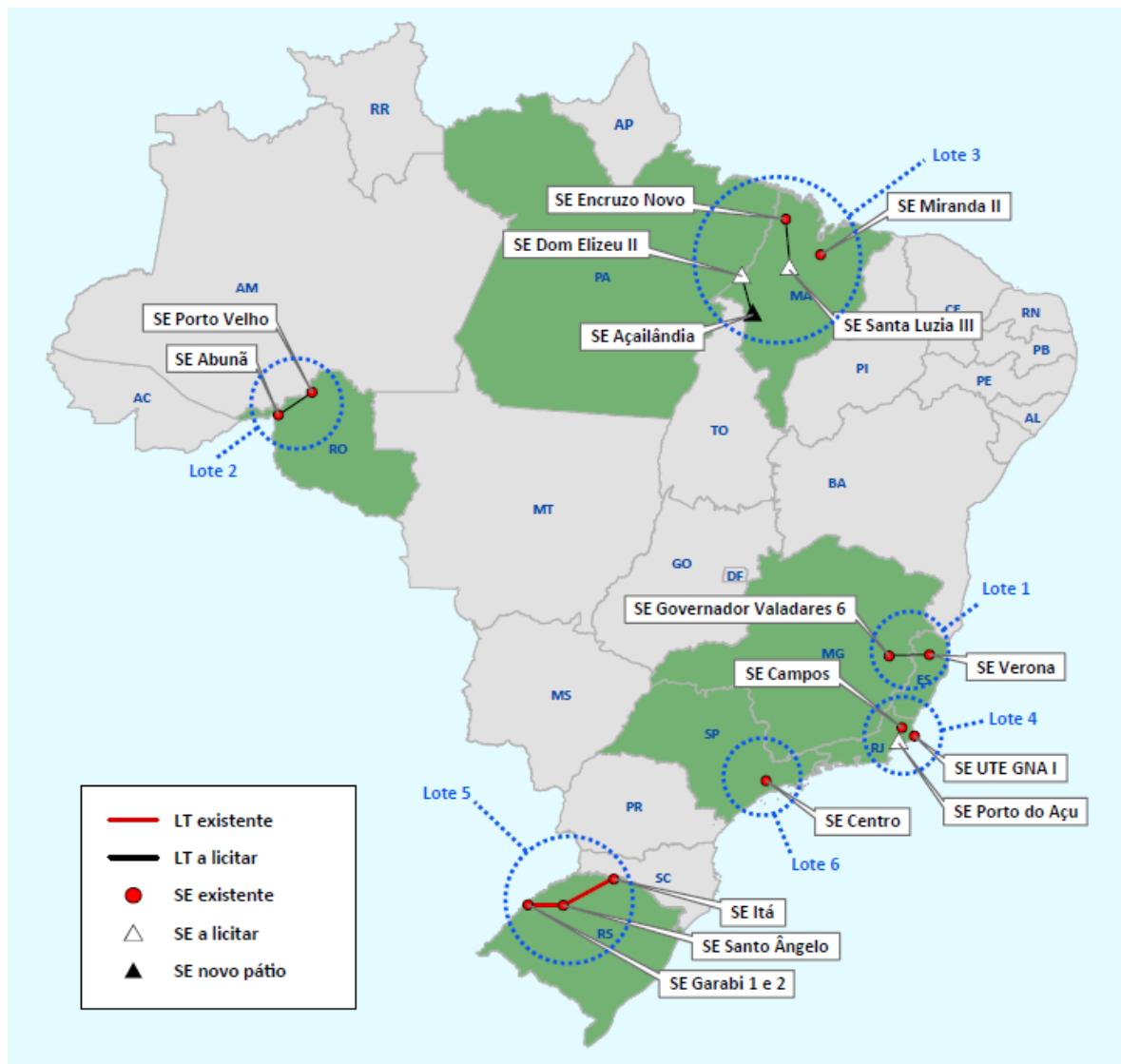


Figura 4.2 – Visão geral dos lotes do Leilão 02/2022

Fonte: ANEEL, 2023.

Na Tabela 4.3, estão os principais benefícios de cada lote deste Leilão, e pode-se observar a pulverização geográfica das ofertas, o que reforça a tese do não atendimento às recomendações da EPE no que tange à expansão da geração eólica e solar do Norte/Nordeste.

Tabela 4.3 - Resumo dos objetivos dos lotes do Leilão 02/2022.

Lote	Benefícios
Lote 1	Atendimento à Região Norte do Estado do Espírito Santo
Lote 2	Aumento da confiabilidade no atendimento ao estado do Acre
Lote 3	Suprimento às regiões de Açaílândia, Buriticupu, Vitorino Freire (MA), Dom Eliseu (PA) e a região Noroeste do estado do Maranhão
Lote 4	Atendimento ao Complexo Porto do Açu e Santo Amaro no Estado do Rio de Janeiro
Lote 5	Continuidade da prestação do serviço público de transmissão pela vida útil remanescente da interligação internacional com a Argentina
Lote 6	Substituições e implantações com novo nível de tensão de 345 kV na Subestação Centro para atendimento à região metropolitana de São Paulo

Fonte: Autor com base em dados ANEEL, 2023.

Efetivamente, o Leilão alcançou no total a RAP de R\$373 milhões, valor muito abaixo do Leilão 01/2022 e, portanto, o deságio médio foi de apenas 38,2%. Ainda que o baixo preço tenha desmotivado a concorrência, houve 31 lances oriundos de 17 empresas diferentes, e participaram três empresas consorciadas.

Foi notório nesse Leilão a participação da Usina Termelétrica Norte Fluminense S.A. na disputa pelo lote 4, empresa não pertence ao segmento da transmissão, ofertando o maior deságio no valor de 50,7%. O lote correspondia a um trecho pequeno de 6km de extensão da rede entre a SE Porto do Açu e a LT 345 kV Campos - UTE GNA I, levando a concluir que o interesse da empresa seria unir as suas usinas geração localizadas na região leiloada à linha de transmissão. A relação de ganhadores dos lotes e os respectivos deságios pode ser vista na Tabela 4.4.

Tabela 4.4 - Empresas Vencedoras do Leilão 02/2022.

Lotes	Empresas Vencedores	Deságios
Lote 01	ETAP - Empresa Transmissora Agreste Potiguar	37,0%
Lote 02	EDP Energias do Brasil S.A.	45,1%
Lote 03	TAESA - Transmissão Aliança de Energia Elétrica S.A.	46,0%
Lote 04	Usina Termelétrica Norte Fluminense S.A.	50,7%
Lote 05	TAESA - Transmissora Aliança de Energia Elétrica S.A.	34,2%
Lote 06	Consórcio Olympus XIV	15,1%

Fonte: Autor com base em dados ANEEL, 2023.

Finalmente, o Leilão de Transmissão 02/2022 repetiu a mesma filosofia do Leilão 01/2022: disponibilização de lotes para pequenas interligações regionais em diversos estados espalhados, tendo apenas um maior lote no estado do Rio Grande do Sul, cujo objetivo foi atender ao prazo de concessão de interligação com a Argentina. Não houve atendimento à expansão da região Norte/Nordeste para o Sudeste/Centro-Oeste recomendada nos estudos de 2021 da EPE, para escoamento da geração renovável.

#### **4.3. Leilão de Transmissão 01/2023**

O primeiro Leilão de transmissão em 2023 ocorreu em junho. A ANEEL promoveu o certame de 9 lotes de empreendimentos, contemplando 6.184km de linhas de transmissão e subestações com capacidade de transformação de 400MVA, localizados em 7 estados: Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Pernambuco, Rio de Janeiro, São Paulo e Sergipe. Os investimentos previstos para os empreendimentos foram de R\$15,7 bilhões, com prazo para operação comercial entre 36 e 66 meses, e foram consideradas concessões de 30 anos contados a partir da celebração dos contratos. O valor total da RAP máxima a ser paga aos empreendedores é de aproximadamente R\$ 2,6 bilhões.

Tal Leilão representa os quatro corredores expressos apresentados no item 2.4 deste trabalho, que conectam a região Nordeste (Bahia) à região Sudeste/Centro-Oeste. O Primeiro Corredor Expresso entre Norte e Sudeste/Centro-Oeste está previsto para Leilão 02/2023.

Os lotes 1, 2 e 5 e 7 representam essas quatro interligações interestaduais através de grandes extensões de transmissão, tendo respectivamente os comprimentos de 1.116km, 1.614km, 1.006km, 1.044km. Juntos, os lotes somam 4.780km e correspondem a 77% do comprimento total das linhas do Leilão. A localização dessas transmissões é mostrada na Figura 4.3. O lote 3 apresenta a mesma finalidade de escoamento da geração renovável para o sudeste, sendo uma continuação do lote 2; sua extensão de 349km localizada em Minas Gerais completa os quase 2000km do respectivo corredor expresso.

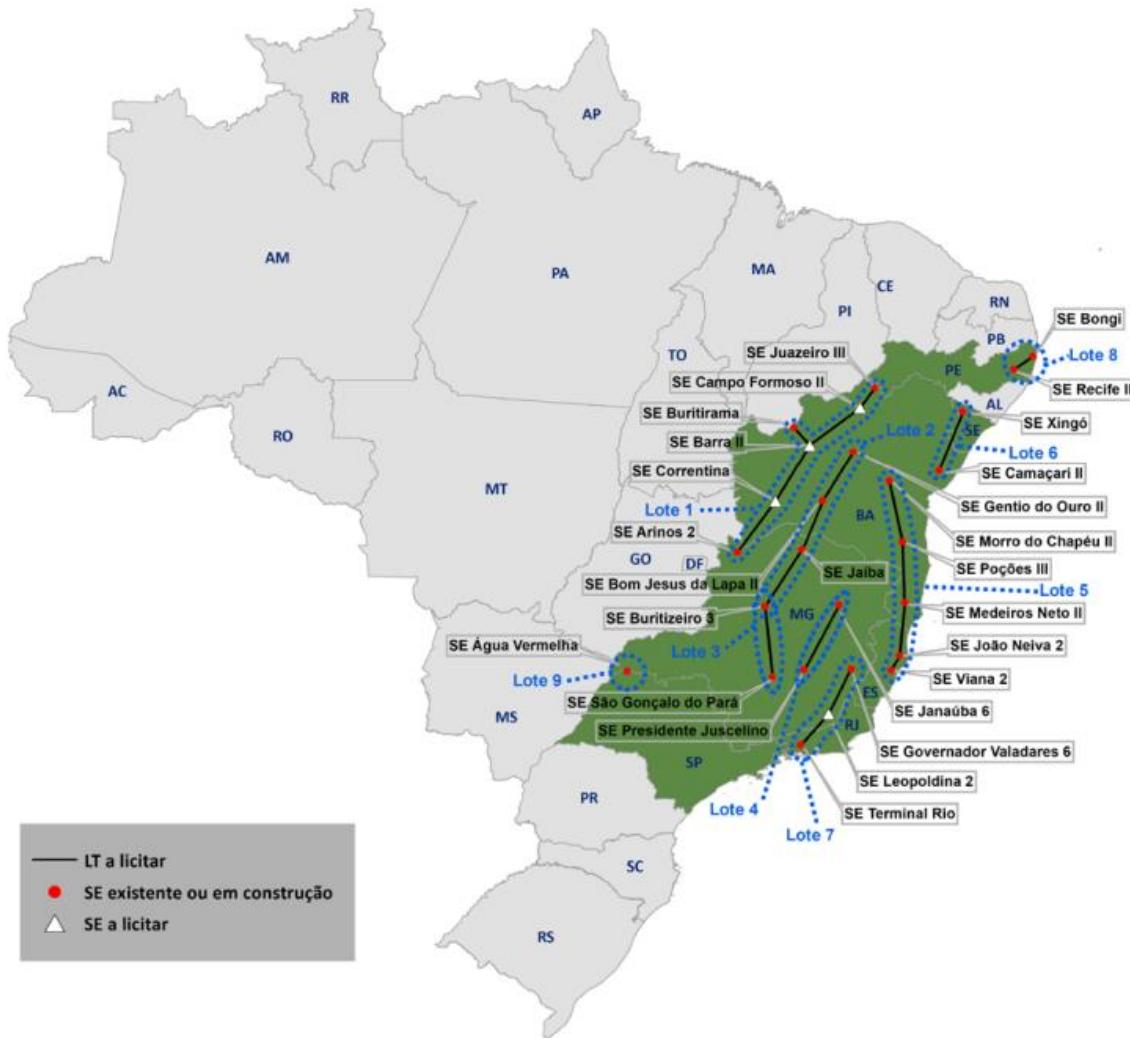


Figura 4.3 – Visão geral dos lotes do Leilão 01/2023

Fonte: ANEEL, 2023.

O lote 4 também está concentrado em Minas Gerais, interligando a subestação Janaúba 6 à subestação Presidente Juscelino, e possui 303km de extensão. Sua finalidade é proporcionar o escoamento da geração solar no estado.

O lote 6, apesar de realizar a conexão entre os estados da Bahia, Sergipe e Alagoas e corresponder a um trecho geográfico de 357km, é um circuito duplo, tendo um comprimento de linha de 714 km. A otimização do custo para execução desse circuito o torna mais atraente em termos de competitividade. Além disso, sua localização é estratégica: está próximo ao complexo hidrelétrico de Paulo Afonso (que engloba as usinas Paulo Afonso I, Paulo Afonso II e Paulo Afonso III) e à usina hidrelétrica de Xingó, todas parte do rio São Francisco, o principal potencial hidrelétrico da região nordestina.

O lote 8 e 9 são os menores lotes do Leilão em relação a investimentos, somados R\$353 milhões. O lote 8 é uma extensão pequena de linha subterrânea na região urbana de Recife (38 km) e tem investimentos de R\$259 milhões. O lote 9 é uma ampliação na Subestação Água Vermelha em São Paulo através de nova transformação 500/138kV, incluindo a instalação do sistema de automatismo para o controle do fluxo de reativos, e tem investimento previsto de R\$94 milhões. Mesmo sendo os menores lotes, atraíram 8 participantes cada na realização dos lances e finalizaram com respectivos deságios dos vencedores de 64,5% e 50,4%.

A Tabela 4.5 é um resumo dos principais objetivos e benefícios de cada lote neste Leilão. É notório que no Leilão 01/2023 o objetivo da ANEEL foi atender às recomendações de escoamento da geração da região Nordeste para o Sudeste/Centro-Oeste, propiciando a implantação dos grandes corredores de transmissão apresentados no item 2 deste trabalho. Sendo assim, ao analisar os três últimos leilões realizados, constata-se que apenas o Leilão 01/2023 ofertou lotes relacionados ao escoamento da região Norte-Nordeste.

Tabela 4.5 - Resumo dos objetivos dos lotes do Leilão 01/2023.

Lote	Benefícios
Lote 1 e 2	Ampliação da capacidade de transmissão dos estados da Bahia e Minas Gerais para escoamento de geração
Lote 3	Ampliação da capacidade de transmissão dos estados da Minas Gerais para escoamento de geração na região central do estado
Lote 4	Ampliação da capacidade de transmissão dos estados da Minas Gerais para escoamento de geração na região norte do estado
Lote 5	Expansão do sistema de transmissão da Área Sul da Região Nordeste e norte dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo para fazer frente à expectativa de contratação de elevados montantes de energia provenientes de empreendimentos de geração renovável na região com destaque para as usinas eólicas e solares
Lote 6	Expansão do sistema de transmissão da Bahia realizando a interligação entre a SE Camaçari II e SE Xingó, que faz parte do completo da UHE de Xingó na região do São Francisco do Canindé divisa entre os estados de Alagoas e Sergipe
Lote 7	Expansão do sistema de transmissão dos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro para fazer frente à expectativa de contratação de elevados montantes de energia provenientes de empreendimentos de geração renovável
Lote 8	Aumento da confiabilidade no atendimento a região metropolitana de Recife
Lote 9	Reforços no sistema da região noroeste do estado de São Paulo para escoamento de excedentes de geração fotovoltaica e biomassa

Fonte: Autor com base em dados ANEEL, 2023.

Ainda, o Leilão 01/2023 chamou atenção pela extensão das linhas de transmissão. Os lotes 1, 2, 5 e 7 tiveram mais de 1.000km de interligação, comprimento maior que qualquer lote dos leilões 01/2022 e 02/2022. A maior extensão acarretou investimentos previstos de R\$2,34 bilhões a R\$ 4,34 bilhões, valores muito acima dos vistos anteriormente.

No Leilão, participaram um total de 20 concorrentes, sendo feitos teve ao todo 69 lances, excluindo os realizados na modalidade viva-voz. Os lotes tiveram participação de em média 7 licitantes. Ainda, apesar de ser pequeno comparado aos demais, o lote 4 teve 10 participantes, sendo a localização geográfica do empreendimento no estado de Minas Gerais e a proximidade às novas gerações solares alguns dos motivos que elevaram a competitividade e interesse dos licitantes. O investimento previsto para esse lote é de R\$790 milhões, sendo consagrada como vencedora da disputa a empresa Furnas Centrais Elétricas S.A., propondo a RAP de R\$68,7 milhões e, portanto, deságio de 45,8%.

Quanto aos consórcios, observou-se a participação repetida de 5 deles nos lances, os quais foram: Consórcio Engie Brasil Transmissão, Consórcio Olympus XV, Consórcio CP III, Consórcio Rio Verde Transmissora, e Consórcio Gênesis. Porém, diferentemente de leilões anteriores em que foram formados grandes consórcios, neste de 2023 a maioria das empresas participaram individualmente. Além disso, o pequeno número de consórcios e a repentina participação nos lotes impediram de se determinar todos os fatores que levaram as formações desses aglomerados.

Tabela 4.6 - Empresas Vencedoras do Leilão 01/2023.

Lotes	Empresas Vencedores	Deságios
Lote 01	Consórcio Gênesis	66,2%
Lote 02	Rialma Administração e Participações	50,0%
Lote 03	CYMI Construções e Participações	51,6%
Lote 04	Furnas Centrais Elétricas S.A.	45,8%
Lote 05	Consórcio Engie Brasil Transmissão	42,8%
Lote 06	Celeo Redes Brasil S.A.	47,6%
Lote 07	CTEEP - Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista	41,8%
Lote 08	Consórcio Gênesis	51,8%
Lote 09	CTEEP - Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista	47,8%

Fonte: Autor com base em dados ANEEL, 2023.

Pode ser apontado também que o deságio médio praticado pelas empresas vencedoras foi de 49,5%, refletindo cautela em relação a leilões de 2019 a 2021, quando foram praticados deságios mais agressivos. Em 2023, apesar de RAP teto mais alta nos lotes, as empresas mantiveram a resposta dada em 2022 ao mercado financeiro no que tange ao endividamento. A Tabela 4.6 relaciona os vencedores dos lotes e os deságios ofertados.

No Leilão 01/2023, estiveram participando grande empresas do setor de transmissão, todos os lotes foram leiloados, os deságios não foram tão agressivos, e os lances vencedores foram próximos aos concorrentes. Foi exceção a esses fatos o lote 1, em que o Consórcio Gênesis formado por empresas desconhecidas do setor de energia ofertou um deságio de 66,2%, muito acima dos demais, como pode ser visto na Tabela 4.7, onde estão relacionados os lances da disputa pelo referido lote. O lance de RAP tão baixo causou perplexidade nos demais participantes do certame: as empresas participantes, o mercado, as associações de geradores, e fabricantes de equipamentos apresentaram uma reação de descredito em relação ao Consórcio Genesis. Ao ser questionado, o vencedor do lote 1 informou que a construção deste empreendimento é relativamente fácil, permitindo maior agressividade no preço.

Tabela 4.7 - Empresas Participantes do Leilão 01/2023.

Ranking	Proponente	RAP Ofertada (R\$ milhões)	Deságio
1°	Consórcio Gênesis	174,0	66,2%
2°	CTEEP - Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista	283,8	44,9%
3°	Consórcio Engie Brasil Transmissão	295,4	42,6%
4°	Rialma Administração e Participações	324,0	37,0%
5°	Furnas Centrais Elétricas	345,0	33,0%
6°	CYMI Construções e Participações	351,2	31,8%
7°	TAESA - Transmissora Aliança de Energia Elétrica S.A.	362,5	29,6%
8°	Neoenergia Transmissão 3 SPE S.A.	451,3	12,3%
<b>RAP Máxima</b>		<b>514,6</b>	-

Fonte: Autor com base em dados ANEEL, 2023.

O ocorrido na disputa do lote 1 vem ao encontro do afirmado por (SCANDAROLI, 2023) sobre a necessidade de maior monitoramento dos licitantes e levanta o questionamento em relação às regras da habilitação da participação no Leilão: corre-

se o risco do participante adotar uma postura oportunista, reduzindo os investimentos a curto prazo, pois sabe que, diante dos elevados custos afundados já incorridos, no médio e no longo prazos o retorno do que foi investido pode não resultar no tempo esperado. Não obstante, em leilões anteriores surgiram as chamadas empresas aventureiras, as quais, sem planejamento de curto prazo e apoiadas no conhecimento da rentabilidade segura dos contratos longos de concessão, não conseguiram entregar as obras de infraestrutura das linhas de transmissão, prejudicando o setor como um todo.

Esse comportamento oportunista e “aventureiro” reduzem o interesse de empresas concorrentes de atuarem no setor de energia e pioram o risco regulatório, levando ao aumento dos preços exigidos por elas (menor deságio ofertado pelas empresas conhecidas) e comprometendo a competitividade entre os licitantes.

Os principais aspectos que envolvem a elevada complexidade socioambiental e fundiária para a expansão do sistema de transmissão em regiões urbanas refere-se ao custos dos estudos que necessitam serem realizados tais como: análises das desapropriações de áreas, passagens por áreas protegidas por lei, reservas ambientais, pesquisa de flora e fauna, estudos arqueológicos, custos fundiários para implantação de subestações em regiões produtivas destinadas a agricultura, etc, portanto podendo acarretar discrepâncias entre ampliações entre a geração e os prazos para implantação das linhas de transmissão.

Nos Leilões analisados observou principais desafios socioambientais, relacionado as populações locais, tais como quilombolas na região do interior da Bahia o que pode acarretar a necessidade de rever os traçados das linhas de transmissão e custo elevado com relação a aquisição fundiária nas regiões do Espírito Santo e Rio de Janeiro em ambos os casos referente ao Leilão 01/2023.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve por objetivo analisar as informações contidas nos documentos formulados pela EPE, tais como o PDE 2030 e 2031, relacionando-os à expansão da rede de escoamento da energia elétrica gerada no Brasil. A análise empreendida concentrou-se sobretudo da geração realizada nas regiões Nordeste e Norte em direção às regiões Sudeste/Centro-Oeste, frente ao cenário de forte crescimento da geração renovável eólica e solar, conforme visto Capítulo 1. O destaque da relevância do tema foi evidenciado pela busca de obras estruturantes de linhas de transmissão visando garantir a segurança no suprimento e desenvolvimento econômico das regiões envolvidas.

Da revisão da literatura apresentada nos Capítulo 2 e 3 chamou a atenção o fato de que o modelo de leilão adotado no Brasil relativo aos contratos de concessão de transmissão manteve-se praticamente inalterado desde 1999. Esse modelo, estruturado como *Leilão Reverso*, premia o menor lance, ou seja, ganha o participante que se satisfaz com a menor Receita Anual Permitida (RAP).

Conforme visto, tal modalidade de leilão visa garantir a modicidade tarifária. A ideia é estimular a competitividade entre os participantes e buscar promover a eficiência na expansão e operação da infraestrutura de transmissão de energia elétrica no país. Ademais constatou-se que os proponentes vencedores têm aplicado deságios muito elevados. Observou-se que devido as interligações serem consideradas fundamentais para conectar o sistema de geração aos consumidores em regiões afastadas, e os fluxos de caixa gerados pela RAP serem bastante seguros, alguns licitantes entendem que terão ganhos de escala com linhas de maior porte em um cenário de baixo risco financeiro e se dispõem a ofertar lances muito menores do que os inicialmente previstos para o certame.

A análise realizada no Capítulo 4 levou a algumas apreensões quanto à disparidade do número de lotes leiloadas nos Leilões 01/2022 e 02/2023 (respectivamente 13 lotes e 9 lotes) em relação ao Leilão 02/2022 que contou com apenas 6 lotes. Notou-se também que esse o Leilão 02/2022 apresentou valores bem menores de RAP máxima e de investimentos previstos em milhões de reais. Ademais, as linhas também eram de menor extensão, e os valores dos deságios praticados foram relativamente mais altos quando comparados aos outros dois leilões anteriores.

De fato, os Leilões 01/2022 e 01/2023 contaram com grandes comprimentos de linhas, além de valores mais altos de RAP. Esses Leilões também foram capazes de atrair um número maior de participantes, apresentando consequentemente uma maior competição em relação ao Leilão 02/2022. Seus deságios foram bastante agressivos, situando-se em 46,2% e 51,0%, para os Leilões 01/2022 e 01/2023. Ademais, os resultados da análise empreendida no Capítulo 4 deixou claro o atraso da ANEEL em leiloar os Corredores Expressos que interligam o Norte/Nordeste ao Sudeste/Centro-Oeste.

De fato, ao se comparar as projeções documentadas nas Planilhas de Dados de Energia (PDE) da EPE com as demoras no atendimento às suas recomendações para a realização dos Leilões pela ANEEL, foi constatado que o sistema de transmissão do Brasil não está dimensionado de forma adequada para garantir o escoamento apropriado da energia elétrica gerada. Ao considerar apenas as ampliações previstas para as fontes solar e eólica no Norte/Nordeste que estão programadas para entrar em operação em 2022, observa-se um total de 29,5 GW, podendo chegar a 44 GW até 2026. Esse aumento de 46,6% na capacidade instalada em apenas 4 anos, ou seja, de 2022 para 2026, não encontra respaldo numa infraestrutura de transmissão capaz de acompanhar essa demanda por escoamento da energia gerada.

Considerando os prazos de implantação de 5 a 6 anos dos empreendimentos e tendo o ano de 2023 como data prevista de início dos contratos, conforme contratado no Leilão de 01/2023, conclui-se que as linhas serão energizadas apenas a partir de 2028, incorrendo no não atendimento da necessidade de escoamento prevista como necessária a partir de 2026. Essas novas linhas deveriam garantir não só a expansão da geração, mas também a operação flexível no atendimento do SIN, principalmente durante a flutuação na geração intra-regiões, como no caso de escassez hídrica.

Apesar dos investimentos em transmissão serem considerados como de baixo risco com as receitas estáveis de longo prazo garantidas pelos contratos de concessão, conforme discutido no Capítulo 3 e 4, o que facilita o financiamento das obras via debêntures de infraestrutura há também outros riscos não-financeiros que merecem ser considerados. De fato, o período da construção de linhas de transmissão sempre é sempre desafiador e acidentes não são tão incomuns.

Adicionalmente há também os riscos decorrentes do processo de licenciamento ambiental, conforme sinalizado na análise. Em especial, o atraso na emissão de

permissões por parte do governo pode levar ao descasamento entre o cronograma de referência da ANEEL e o das engenharias dos licitantes vencedores. Os prazos permitidos às implementações de linhas podem não ser suficientes no cenário nacional em virtude dos desafios da execução, como elaboração dos projetos, liberações fundiárias, análises socioambientais, aquisição de grande quantidade de equipamentos, falta de mão-de-obra especializada nas proximidades dos empreendimentos, etc.

Ademais, ressalta-se que, se as ampliações da rede que constam nos leilões de transmissão de 2023 não forem executadas no prazo estipulado, corre-se o risco de que a conexão proposta EPE no seu PDE de 2021 para os corredores de escoamento não sejam atendidas. Esse cenário trará problemas para as usinas renováveis na região nordeste. Dois estudos realizados pela EPE em 2021 indicam a necessidade de se dobrar as expansões da infraestrutura de transmissão para o atendimento do ACL.

A participação crescente das fontes de geração eólica e solar no sistema elétrico tem exigido um esforço de revisão no planejamento prévio relativo ao segmento de transmissão. As flutuações inerentes a todas as gerações, principalmente aquelas das fontes renováveis intermitentes e do ACL poderão trazer sérias implicações operacionais e financeiras, colocando em risco a segurança e a estabilidade do SIN.

No que diz respeito à parte técnica dos estudos da EPE, concluiu-se que ela subestimou o crescimento da geração de energia renovável no Norte/Nordeste. Ademais ela também subestimou o crescimento da demanda energética no Pós-Covid19. A solução apresentada tem sido a construção de dois grandes Corredores Expressos interligando o Norte/Nordeste ao Sudeste/Centro-Oeste. Porém esses corredores estão atrasados quanto ao prazo determinativo de operação comercial. O primeiro deles, ainda está previsto para o Leilão 02/2023; ao passo que o segundo, composto de quatro corredores menores, não teve suas implementações iniciadas.

Observou-se ademais que a discrepância entre os prazos planejados e os leiloados tem迫使 a EPE a considerar formas alternativas de transmissão. Assim ela tem considerado o escoamento prioritariamente para a energia renovável, identificando *clusters* onde poderão ser conectadas as novas usinas.

Conforme visto, a fim de se garantir a confiabilidade do sistema e o equilíbrio entre demanda e oferta de energia, outras medidas mitigadoras de risco também têm sendo consideradas pela EPE. Dentre elas destaca-se o uso de tecnologia de armazenamento de energia e de controle do sistema através de *Flexible Alternating Current Transmission Systems* (FACTS), além de outras modalidades sinalizadas no Capítulo 4. Tanto a tecnologia de armazenamento de energia e o controle do sistema do tipo FACTS podem ser implementadas nas novas subestações ou nas existentes.

No que diz respeito a elaboração dos editais e planejamento da execução dos leilões por parte da ANEEL, observou-se que o montante de investimentos previsto nas RAP teto é significativamente maior que o necessário para o empreendimento, levando a altas porcentagem de deságio. Mesmo assim, esses altos deságio só ocorrem em certames com grande competitividade, que são compostos por lotes de alto valor absoluto de RAP, melhores localizações dos empreendimentos (regiões com adequadas infraestruturas urbanas e rodoviárias, e com mão-de-obra qualificada), ou proximidade com os geradores e consumidores de energia.

Além do apontamento de possibilidade de revisão das RAP teto da ANEEL, foi visto a necessidade de mitigação de risco com relação aos licitantes. No contexto das obras grandes e significância maior para o SIN (as quais possuem elevado número de fornecimento de equipamentos e insumos para as adequações, construção de novas subestações e de novas redes de transmissão), as empresas licitantes devem fazer um adequado planejamento considerando o desembolso financeiro ao longo de 60 meses de construção até a operação comercial o lote leiloado, a fim de não obter prejuízo econômico ou não ser capaz de entregar o empreendimento. O planejamento deveria ter levado em conta a possibilidade de atraso do licenciamento ambiental ou de outros documentos relativos à comunidade próxima às implementações. Faz parte do escopo da ANEEL facilitar e acelerar as autorizações governamentais, além de identificar previamente licitantes incapazes de entregar os projetos e não autorizar a participação de concorrentes oportunistas.

Durante elaboração deste trabalho, avaliaram-se também alguns dados sobre os leilões realizados desde 1999. Desta breve análise foi possível constatar um elevado número de lotes não leiloados, especialmente, entre 2010 e 2017, em comparação aos demais anos da série. Observa-se que isso se deveu à crise econômica enfrentada pelo Brasil de 2014 a 2017, e também à nova política de redução dos

tamanhos dos lotes, o que resultou em falta de interesse por parte dos licitantes. A baixa competitividade nesse período ocasionou redução dos deságios, sendo registrados deságios médios inferiores a 20% entre 2012 e 2015. No entanto, mesmo durante o período de crise econômica entre 2014 e 2017, houve a contratação de extensões adicionais em quilômetros de linhas de transmissão, cujo crescimento anual se deu a taxas superiores a 4% em cada ano.

Ainda, nos leilões de transmissão de energia elétrica no Brasil, realizados entre 1999 e 2010, bem como após 2017, observou-se intensa competição, com valores médios de deságio acima de 40% desde 2017, chegando a atingir cerca de 60%.

Ao analisar os três últimos leilões de energia realizados no Brasil, no contexto da expansão da geração renovável e das outras necessidades de ampliação do Sistema Interligado Nacional (SIN), concluiu-se que apenas o Leilão 01/2023 apresenta características técnicas adequadas para o escoamento da energia gerada na região Norte/Nordeste, que se destaca pelo seu grande potencial em fontes eólicas e solares. No entanto, os prazos estabelecidos nos contratos desse leilão estão em desacordo com a necessidade identificada pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) para o período de 2026. A fim de atender à demanda da geração renovável, essas solicitações deveriam ter sido incluídas no Leilão 01/2022.

Nos três leilões analisados, viu-se a prática da associação de várias empresas através da formação de consórcios dentre os licitantes e não apenas de empresas independentes. No Leilão 01/2022 estiverem 11 empresas diferentes oferecendo lances, e destas 8 formaram consórcios que foram responsáveis por 72% dos lances. Os participantes se associaram a fim de mitigar os riscos de construção, especialmente nas das linhas mais extensas, bem como para não comprometer muitas garantias nas contrapartidas exigidas pelos bancos para o financiamento dessas obras.

Diferentemente do Leilão 01/2022, o Leilão 02/2022 apresentou um número pequeno de participantes em consórcio. Isso se explica pelo fato de os lotes corresponderem a adequações e operações de sistemas já existentes ou de possuírem trechos pequenos de transmissão. Nesse sentido, observa-se que, para os seis lotes leiloados, participaram 3 consórcios e 14 empresas independentes.

No Leilão 01/2023, houve a participação de 20 empresas diferentes, sendo um número pequeno de participantes em torno de 5 consórcios, ou seja, representando 25% do total dos proponentes, apesar deste número ofereceram lances em 90% dos 9 lotes leiloados em virtude ao comprimento de linhas acima de 1.000km por lote e dos altos valores de investimentos, era esperado maior quantidade de consórcios entre empresas do setor. Ademais, o consórcio Engie Brasil Transmissão, ganhador do lote 5, é formado por empresas do mesmo grupo (Engie Brasil Energia S.A. e Engie Transmissão de Energia Participações II S.A.) e não caracteriza os motivos que levam à formação de consórcios.

Finalmente, no último Leilão 01/2023, identificou-se um possível licitante oportunista, o qual ofereceu lances muito discrepante com relação aos competidores no maior dos lotes. No cenário atual de atraso da implantação das linhas de transmissão, faz-se imprescindível um posicionamento da ANEEL para garantir que participantes oportunistas e aventureiros sejam desconsiderados, e que se tenha certeza da entrega dos empreendimentos leiloados.

Para evitar tais licitantes aventureiros e oportunistas ao negócio, a ANEEL deveria:

- I. Solicitar uma análise dos empreendimentos já executados pelo participante ou o consórcio no segmento.
- II. Analisar se os empreendimentos foram entregues no prazo ou se tiveram algum tipo de atraso em alguma das etapas da construção, montagem e operação das instalações de transmissão.
- III. Levantar se o licitante já possui algum contrato de concessão com o governo.
- IV. Realizar uma análise financeira, de endividamento dos licitantes participantes através de balanço contábil, de recursos para investimentos, de solicitação de seguros garantias ou até mesmo de realização de aporte para os lotes de interesse do licitante.

Pela análise dos leilões de transmissão ocorridos, percebe-se ainda que alguns interessados dos leilões, mesmo não tendo experiência na área ou no segmento, aventurem-se em participar dos certames. É recomendado que esses novos licitantes tomem certos cuidados durante a faze de projeto de proposta:

- I. A comparação entre a RAP e o valor de investimento estimado para cada um dos lotes dos leilões pode ser um bom indicador de rentabilidade dos empreendimentos.
- II. Os investimentos em transmissão são vistos como de baixo risco, o que deve viabilizar o financiamento via debêntures de infraestrutura, com as receitas estáveis de longo prazo garantidas pelos contratos de concessão em torno de 30 anos.
- III. Os maiores riscos estão no período da construção com destaque crescente para o processo de licenciamento ambiental, questões fundiárias e aquisição dos equipamentos e materiais para a construção, os quais ocorrem no período dos 5 primeiros anos; portanto, o restante do prazo da concessão (usualmente 25 anos) é o tempo estimado de retorno aos investimentos.

### **5.1. Sugestões de Trabalhos Futuros**

Apesar dos avanços obtidos e das perspectivas favoráveis aos leilões de transmissão nas próximas décadas, algumas análises não foram realizadas neste trabalho por limitação de informações e de tempo. Sendo assim, sugerem-se alguns pontos que poderão servir como base para trabalhos futuros, dentre os quais destacam-se:

- i. Avaliar da integração energética regional, o aproveitamento das oportunidades de integração que ainda está aquém do potencial existente;
- ii. Estudar mecanismos para qualificação dos participantes e identificação dos licitantes oportunistas e aventureiros;
- iii. Pesquisar métodos de otimização do sistema de transmissão existente para ampliar a capacidade em um prazo, se possível considerando a vida útil dos equipamentos já instalados;
- iv. Avaliar modelos mais adequados de planejamento da expansão do sistema elétrico e quantificar mais precisamente o aumento necessário;

- v. Investigar os motivos e analisar os efeitos dos deságios agressivos no segmento de transmissão;
- vi. Identificar as razões que levam aos consórcios nos leilões do Brasil.

Ressalta-se, entretanto, que apesar das limitações enfrentadas, o presente estudo logrou realizar algumas contribuições. Dentre elas, a mais importante foi constatar que os três leilões analisados estão aquém das necessidades indicadas pelo próprio governo, de acordo com os planos de expansão de energia projetados para o país através dos planos decenais de energia 2030 e 2031. Naturalmente, essa inconsistência merece ser endereçada, uma vez que coloca em risco a segurança energética e limita o potencial de crescimento do país.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Documentos, editais e anexos do Leilão de Transmissão ANEEL Nº 001/2022. [https://www2.aneel.gov.br/aplicacoes\\_liferay/editais\\_transmissao/documentos\\_editais.cfm?IdProgramaEdital=203](https://www2.aneel.gov.br/aplicacoes_liferay/editais_transmissao/documentos_editais.cfm?IdProgramaEdital=203). Acesso em 02 maio 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Documentos, editais e anexos do Leilão de Transmissão ANEEL Nº 002/2022. [https://www2.aneel.gov.br/aplicacoes\\_liferay/editais\\_transmissao/documentos\\_editais.cfm?IdProgramaEdital=205](https://www2.aneel.gov.br/aplicacoes_liferay/editais_transmissao/documentos_editais.cfm?IdProgramaEdital=205). Acesso em 02 maio 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Documentos, editais e anexos do Leilão de Transmissão ANEEL Nº 001/2023. [https://www2.aneel.gov.br/aplicacoes\\_liferay/editais\\_transmissao/documentos\\_editais.cfm?IdProgramaEdital=209](https://www2.aneel.gov.br/aplicacoes_liferay/editais_transmissao/documentos_editais.cfm?IdProgramaEdital=209). Acesso em 02 maio 2023.

BRANCO, Catulo. Energia elétrica e capital estrangeiro no Brasil. São Paulo: Alfa-Omega, 1975.

BRANDI, Paulo. Energia elétrica no Brasil: breve cronologia do setor elétrico brasileiro. Memória da Eletricidade. 06 de setembro de 2022. Disponível em: <https://www.memoriadaletricidade.com.br/artigos/119106/energia-eletrica-no-brasil-breve-cronologia-do-setor-elettrico-brasileiro>. Acesso em 10 de junho de 2023.

BARROSO, Gabriel Marçal. O planejamento da expansão da transmissão no Brasil: uma avaliação dos leilões de transmissão. Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica e de Telecomunicações. Universidade Federal Fluminense. Niterói-RJ, 2021.

CABRAL, Marcelo. Efeitos da intervenção regulatória nos leilões de transmissão de energia no Brasil. Dissertação de Mestrado Profissional em Economia. Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa – IDP, Brasília-DF, 2022.

CALDAS, Antônio Vinicius Silva; SANTANA, Lourrana Teixeira. T. Deságios nos Leilões de Energia Elétrica: Uma Avaliação das Fontes de Energias Renováveis. Congresso Internacional de Administração ADM 2021. Ponta Grossa-PR, 2021.

CANTELMO, Sônia Maria Santos. Análise dos Resultados dos Leilões das Linhas de linhas de Transmissão de Energia Elétrica. Dissertação Mestrado. Universidade Federal de Itajubá. Itajubá-MG, 2014.

CARLOS, A. P. O comportamento estratégico dos lances ganhadores nos leilões de linhas de transmissão de energia elétrica no Brasil, XXX Encontro Brasileiro de Econometria. Fundação Getúlio Vargas. 2008.

CASTRO, Nivalde; MARTINI, Sidnei; BRANDÃO, Roberto; LUDOVIQUE, Camila. O papel dos leilões na expansão do segmento de transmissão do setor elétrico brasileiro: 1999-2017, Rio de Janeiro, março de 2018, Texto de Discussão do Setor Elétrico TDSE n.º 81. 2018.

CAZZARO, Pablo Martins. Análise da dinâmica dos investidores nos leilões de transmissão de energia elétrica no Brasil entre 1999 e 2017. Dissertação de Mestrado, Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo-SP, 2018.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Balanço Energético Nacional 2022 - BNE 2022. Ano base 2021. Disponível em <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2022>. Acesso em 10 jun. de 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Balanço Energético Nacional – BEN 50 ANOS. Disponível em <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/ben-50-anos>. Acesso em 10 jun. de 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Relatório final PNE 2030. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Plano-Nacional-de-Energia-PNE-2030>. Acesso em 20 junho de 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Plano Decenal de Expansão de Energia 2030 – PDE 2030. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-2030>. Acesso em 10 de maio de 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. PDE 2031 - Plano Decenal de Expansão de Energia 2031 / Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-2031>. Acesso em 10 de maio de 2023..

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Programa Mensal da Operação Energética – PMO, novembro 2022. EPE, 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. EPE-DEE-DEA-NT-004/2020-rev0, Diretrizes para a Elaboração dos Relatórios Técnicos para a Licitação de Novas Instalações da Rede Básica Estrutura e Conteúdo dos Relatórios R1, R2, R3, R4 E R5, dezembro de 2020.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. EPE-DEE-RE-018-2022-rev3, Estudos Para a Expansão da Transmissão, Análise Técnico-Econômica e Socioambiental de Alternativas, Relatório R1, Estudo de expansão das interligações regionais – Parte II: Expansão da capacidade de exportação da região Norte/Nordeste, janeiro de 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. EPE-DEE-RE-046/2021-rev0, Estudos Para a Licitação da Expansão da Transmissão da Consolidação das Análises e Pareceres Técnicos. Programa de Expansão da Transmissão (PET) / Plano de Expansão de Longo Prazo (PELP) Ciclo 2022 – 1º Semestre, maio de 2021.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. EPE-DEE-RE-053/2022-rev0, Estudos Para a Licitação da Expansão da Transmissão da Consolidação das Análises e Pareceres Técnicos. Programa de Expansão da Transmissão (PET) / Plano de Expansão de Longo Prazo (PELP) Ciclo 2022 – 1º Semestre, julho de 2022.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. EPE-DEE-NT-072/2021-r0, Estudos para a Expansão da Transmissão Nota Técnica: Expansão das Interligações Regionais Diagnóstico Inicial. Julho de 2021.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. EPE-DEE-RE-105/2022-rev0, Estudos Para a Licitação da Expansão da Transmissão da Consolidação das Análises e Pareceres Técnicos. Programa de Expansão da Transmissão (PET) / Plano de Expansão de Longo Prazo (PELP) Ciclo 2022 – 2º Semestre, dezembro de 2022.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. EPE-DEE-RE-132/2021-r0, Estudos Para a Licitação da Expansão da Transmissão da Consolidação das Análises e Pareceres Técnicos. Programa de Expansão da Transmissão (PET) / Plano de Expansão de Longo Prazo (PELP) Ciclo 2022 – 2º Semestre, novembro de 2021.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. EPE-DEE-RE-148-2021-rev2, Estudos Para a Expansão da Transmissão, Análise Técnico-Econômica e Socioambiental de Alternativas, Relatório R1, Estudo de Escoamento de Geração na Região Nordeste – Volume 1: Área Sul, agosto de 2022.

ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA. Linha de transmissão de Tucuruí é foco de conflitos, impactos e problemas que chegam a três estados. Mapa de conflitos, injustiça ambiental e saúde no Brasil. Disponível em: <<https://mapadeconflitos.ensp.fiocruz.br/conflito/linha-de-transmissao-de-tucurui-e-foco-de-conflitos-impactos-e-problemas-que-chegam-a-tres-estados/>> Acesso em: 06 ago. 2023.

ESTADO DE MINAS. Atraso afeta 62% das obras de linhas de transmissão. 07 mar. 2017. Disponível em: <[https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2017/03/07/internas\\_economia,852410/atastro-afeta-62-das-obra](https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2017/03/07/internas_economia,852410/atastro-afeta-62-das-obra)> Acesso em: 06 ago. 2023.

FRACASSO, Bruno. Leilões de transmissão de energia elétrica: determinantes dos deságios nos leilões de 2011 a 2018, Coletânea de Pós-Graduação, v.4 n.3

Governança e Controle da Regulação em infraestrutura. Instituto Serzedello Corrêa. Escola Superior do Tribunal de Contas da União. Brasília-DF, 2019.

FRANÇA, Allan Lacerda; NOGUEIRA, Roberto Luís dos Santos. Análise da Antecipação da Implantação de Linhas de Transmissão sob a Ótica do Gerenciamento de Projeto. Boletim do Gerenciamento, [S.I.], v. 13, n. 13, p. 46-62, abr. 2020. ISSN 2595-6531.

LEITE, Antonio Dias. Considerações sobre Energia Elétrica no Brasil, GESEL Grupo de Estudos do Setor Elétrico, UFRJ. Rio de Janeiro, fevereiro de 2011, Texto de Discussão do Setor Elétrico TDSE n.º 30. 2011.

LIMP, Rodrigo Nascimento; ROCHA, Katia; MOREIRA, Ajax Moreira. Determinantes dos Deságios nos Leilões de Transmissão de Energia Elétrica no Brasil entre 1999 e 2010. Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). 2012.

MELLO, João Carlos de Oliveira; NEVES, Evelina; BRASIL, Dalton de Oliveira Campônes; PRANDINI, Thais; NERY, Eduardo. Avaliação do modelo de expansão da transmissão de energia elétrica adotado no Brasil desafios e oportunidades de aprimoramento. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v.8, n.5, p. 41184-41198, may. 2022.

NASCIMENTO, Rodrigo Limp. Análise dos fatores de influência nas propostas ofertadas nos leilões de transmissão de energia elétrica. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Ciência da Informação e Documentação, Universidade de Brasília. Brasília-DF, 2012.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. 2023. Acervo Digital. Documentos e Publicações. Disponível em: <http://www.ons.org.br/paginas/conhecimento/acervo-digital/documentos-e-publicacoes>. Acesso 20 de maio de 2023.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. Programa Mensal da Operação Energética, Disponível em: <https://www.ons.org.br/paginas/conhecimento/acervo->

[digital/documentos-e-publicacoes?categoria=Relat%C3%B3rio+PMO](https://www.ons.org.br/paginas/conhecimento/acervo-digital/documentos-e-publicacoes?categoria=Relat%C3%B3rio+PMO). Acesso em 01 junho de 2023.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. Sumário Executivo 2022 - PAR/PEL Plano da Operação Elétrica de Médio Prazo do SIN. ciclo 2023 - 2027. 31 de dezembro de 2021. Disponível em: <https://www.ons.org.br/paginas/conhecimento/acervo-digital/documentos-e-publicacoes?categoria=Relat%C3%B3rio+PAR>. Acesso em Acesso 20 de maio de 2023.

PEDROSO, Carlos Diego do Valle. Leilões de transmissão uma avaliação de sua rentabilidade. Artigo Técnico Copel Companhia Paranaense de Energia. Brazilian Open Journal of Energy. <http://www.espacoenergia.com.br/edicoes/17/ee017-02.pdf>. Acesso em 25 de maio de 2023.

PRUDÊNCIO, Régis Alexandre Nascimento. Análise dos Empreendimentos de Transmissão de Energia Elétrica Leiloados de 2013 a 2018 no Território Brasileiro. Tese de Mestrado. Universidade Federal de Itajubá. Itajubá-MG, 2019.

ROCHA, K; MOREIRA, A. LIMP, R. Determinantes dos deságios nos leilões de transmissão de energia elétrica no Brasil entre 1999 e 2010. Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). 2012.

SCANDAROLI, Glauco Garcia. Avaliação dos incentivos à competição em leilões de transmissão de energia elétrica. Monografia Especialização em Análise Econômica do Direito – Instituto Serzedello Corrêa, Escola Superior do Tribunal de Contas da União, Brasília-DF, 2023.

SILVA, Lucas Petri. Análise e Demonstração Teórica dos Leilões de Compra de Energia Elétrica no Brasil. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Elétrica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Campus Cornélio Procópio Departamento Acadêmico de Elétrica. 2019.

TOZEI, Nayara Peneda; VIEIRA, Wilson da Cruz; MATTOS, Leonardo Bornacki de. Efeitos da participação de consórcios nos lances e deságios em leilões de transmissão de energia elétrica no Brasil. *Economia Aplicada*, v. 18, n. 1, 2014, pp. 91-116. <https://doi.org/10.1590/1413-8050/ea481>.

VIEIRA, Isabela Sales. Expansão do Sistema de Transmissão de Energia Elétrica no Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia Departamento de Engenharia Elétrica. 2009.

ZANATTO, Bruno Lacerda. Análise dos impactos da medida provisória nº 579 sobre os leilões de transmissão de energia elétrica no Brasil. Dissertação Mestrado Universidade Federal da Bahia, 2017.