



Empresa de Pesquisa Energética

ESTUDOS PARA A EXPANSÃO DA TRANSMISSÃO

AVALIAÇÃO DO CONTROLE DE TENSÃO NAS REGIÕES NORTE E NORDESTE - ÁREA NORTE DA REGIÃO NORDESTE

NOTA TÉCNICA

Agosto de 2021



GOVERNO FEDERAL
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministério de Minas e Energia

Ministro

Bento Albuquerque

Secretário-Executivo do MME

Marisete Fátima Dadald Pereira

Secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético

Reive Barros dos Santos

Secretário de Energia Elétrica

Rodrigo Limp Nascimento

Secretário de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis

José Mauro Ferreira Coelho

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Alexandre Vidigal de Oliveira

ESTUDOS PARA A LICITAÇÃO DA EXPANSÃO DA TRANSMISSÃO

*Avaliação do Controle de Tensão
nas Regiões Norte e Nordeste -
Área Norte da Região Nordeste*



Empresa de Pesquisa Energética

Empresa pública, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, instituída nos termos da Lei nº 10.847, de 15 de março de 2004, a EPE tem por finalidade prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, tais como energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis e eficiência energética, dentre outras.

Presidente

Thiago Vasconcellos Barral Ferreira

Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais

Giovani Vitória Machado

Diretor de Estudos de Energia Elétrica

Erik Eduardo Rego

Diretor de Estudos de Petróleo, Gás e Biocombustíveis

Heloisa Borges Bastos Esteves

Diretor de Gestão Corporativa

Angela Livino

Coordenação Geral

Erik Eduardo Rego

Coordenação Executiva

José Marcos Bressane

Equipe Técnica

Estudos Elétricos

Igor Chaves

Luiz Felipe Froede Lorentz

Marcelo Willian Henriques Szrajbman

Marcos Vinicius Gonçalves da Silva Farinha

Maria de Fátima de Carvalho Gama

Paulo Fernando de Matos Araújo

Vinicius Ferreira Martins

URL: <http://www.epe.gov.br>

Sede

SCN, Qd. 01, Bl. C, nº 85, Sl. 1712/1714

70711-902 - Brasília - DF

Escritório Central

Av. Rio Branco, 01 - 11º Andar

20090-003 - Rio de Janeiro - RJ

Nº EPE-DEE-NT-077/2021-rev0

Data: 27/08/2021

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso)

 epe Empresa de Pesquisa Energética	Contrato Data de assinatura	
Projeto ESTUDOS PARA A LICITAÇÃO DA EXPANSÃO DA TRANSMISSÃO		
Área de estudo Estudos do Sistema de Transmissão		
Sub-área de estudo Análise Técnico-econômica		
Produto (Nota Técnica ou Relatório) EPE-DEE-NT-077/2021- rev0 Avaliação do Controle de Tensão nas Regiões Norte e Nordeste - Área Norte da Região Nordeste		
Revisões rev0	Data 27/08/2021	Descrição sucinta Emissão Original

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso)

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
ÍNDICE DE TABELAS.....	9
1 INTRODUÇÃO.....	10
2 OBJETIVO.....	11
3 CONCLUSÕES e RECOMENDAÇÕES	12
4 DADOS, PREMISSAS E CRITÉRIOS.....	13
4.1 Base de Dados	13
4.2 Horizonte do Estudo	13
4.3 Cenários de Geração.....	13
4.4 Demais Premissas e Critérios.....	14
5 DIAGNÓSTICO	16
6 COMPENSAÇÃO REATIVA PARA CONTROLE DE SOBRETENSÃO	22
7 PLANO DE OBRAS E ESTIMATIVA DE CUSTOS.....	24
8 CONSULTA À TRANSMISSORA	25
9 REFERÊNCIAS	31
10 EQUIPE TÉCNICA	32
11 Ficha PET.....	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 – Sistema Elétrico da Região de Interesse	10
Figura 5-1 – Tensões na Área Norte da Região Nordeste – Cenário 4 – Carga Mínima	21
Figura 6-1 – Tensões na Área Norte da Região Nordeste – Cenário 4 – Carga Mínima	22
Figura 6-2 – Tensões na Área Norte da Região Nordeste (com reforços da Tabela 6-1) – Cenário 4 – Carga Mínima	23

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3-1 – Principais obras em subestações de Rede Básica	12
Tabela 5-1 – Cenário 1 - Norte e Nordeste Úmidos; Exportadores; Carga Pesada	16
Tabela 5-2 – Cenário 1 - Norte e Nordeste Úmidos; Exportadores; Carga Média	16
Tabela 5-3 – Cenário 1 - Norte e Nordeste Úmidos; Exportadores; Carga Leve.....	17
Tabela 5-4 – Cenário 2 - Norte e Nordeste Secos; Exportadores; Carga Pesada	17
Tabela 5-5 – Cenário 2 - Norte e Nordeste Secos; Exportadores; Carga Média	17
Tabela 5-6 – Cenário 2 - Norte e Nordeste Secos; Exportadores; Carga Leve	18
Tabela 5-7 – Cenário 3 - Norte Úmido; Nordeste Máximo Importador; Carga Pesada	18
Tabela 5-8 – Cenário 3 - Norte Úmido; Nordeste Máximo Importador; Carga Média	18
Tabela 5-9 – Cenário 3 - Norte Úmido; Nordeste Máximo Importador; Carga Leve	19
Tabela 5-10 – Cenário 3 – Geração Intermediária; Intercâmbio Baixo; Carga Pesada.....	19
Tabela 5-11 – Cenário 3 – Geração Intermediária; Intercâmbio Baixo; Carga Média	19
Tabela 5-12 – Cenário 3 – Geração Intermediária; Intercâmbio Baixo; Carga Leve	20
Tabela 5-13 – Cenário 3 – Geração Intermediária; Intercâmbio Baixo; Carga Mínima	20
Tabela 6-1 – Compensação Reativa Manobrável na Região Nordeste.....	23
Tabela 7-1 – Plano de obras e estimativa de custos	24

1 INTRODUÇÃO

A Área Norte da Região Nordeste, foco do estudo desta Nota Técnica, é composta pelos estados do Piauí e Ceará.

Os principais centros de carga estão alocados nas capitais destes dois estados federativos, que são atendidos por linhas de transmissão de Rede Básica em 500 kV e 230 kV, com destaque para a interligação com a região Norte através dos 3 eixos 500 kV: (i) Bacabeira – Parnaíba III – Acaraú III – Pecém II – Fortaleza II, (ii) P. Dutra – Teresina II – Tianguá II – Sobram III – Pecém II – Fortaleza II e (iii) R. Gonçalves – S. J. Piauí – Milagres – Quixadá – Fortaleza II.

Nos últimos anos, devido principalmente ao crescimento expressivo do aproveitamento dos potenciais de geração renováveis nesta região, foram implantadas diversas linhas de transmissão nas tensões de 230 kV e 500 kV.

A Figura 1-1 ilustra, de forma simplificada, o sistema elétrico de transmissão, existente e planejado, da Área Norte da Região Nordeste.

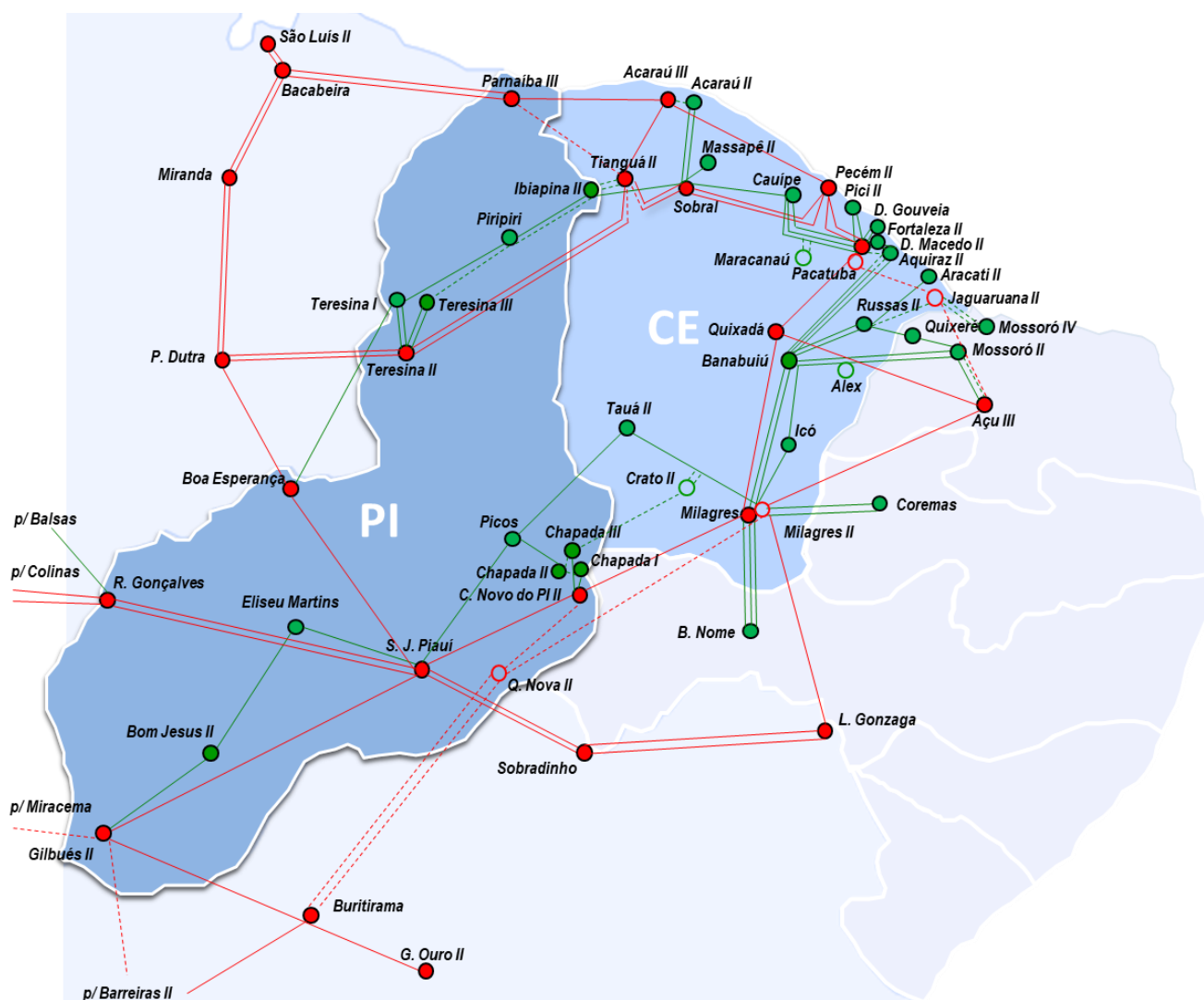


Figura 1-1 – Sistema Elétrico da Região de Interesse

Este novo sistema de transmissão, com diversas linhas em 500 kV de extensões elevadas, apresenta baixo carregamento em cenários nos quais a geração eólica e solar está reduzida, ocasionando sobretensão em diversas subestações da rede.

2 OBJETIVO

O objetivo deste estudo é indicar a melhor alternativa de expansão do sistema de transmissão da Área Norte da Região Nordeste, de forma a solucionar os problemas de sobretensão verificados na rede. Este estudo também vem complementar as recomendações dos Relatórios R1 EPE-DEE-NT-049/2020-rev0 - Estudo de Compensação Reativa na Área Leste da Região Nordeste e EPE-DEE-RE-022_2021-rev0 - Estudo de Suprimento às Regiões de Açailândia, Buriticupu, Vitorino Freire (MA) e Dom Eliseu (PA), que já indicaram um conjunto de equipamentos de controle de tensão nas regiões Norte e Nordeste.

O estudo deve indicar, do ponto de vista técnico, econômico e ambiental, qual o melhor cronograma de obras a ser implantado no horizonte considerado, levando em conta as alternativas de expansão que garantam o atendimento elétrico com padrões de qualidade e continuidade adequados.

3 CONCLUSÕES e RECOMENDAÇÕES

O diagnóstico do atendimento a Área Norte da Região Nordeste apresentou sobretensões na rede de 500 kV em cenários nos quais há baixo carregamento nas linhas de transmissão, principalmente no patamar de Carga Mínima.

Foram avaliados os pontos do sistema onde as tensões atingem valores elevados proibitivos e estudou-se a melhor distribuição/modulação de reatores de barra nas subestações da região.

Sob o ponto de vista técnico e econômico, recomenda-se a implantação das obras conforme Tabela 3-1. O conjunto total dessas obras perfaz investimentos da ordem de 42 milhões de reais

Tabela 3-1 – Principais obras em subestações de Rede Básica

Subestação	Ano	Descrição
Teresina II	2026	2º Banco de Reatores de Barra 500 kV – 200 Mvar – (3+1) x 66,6 Mvar (1Φ)

Destaca-se que uma eventual antecipação das obras recomendadas proporcionará benefícios sistêmicos no sentido de melhorar o controle de tensão da região Nordeste e aumentar a confiabilidade do SIN.

Por fim, ressalta-se que nas avaliações realizadas neste estudo já foram consideradas as recomendações dos Relatórios R1 EPE-DEE-NT-049/2020-rev0 - Estudo de Compensação Reativa na Área Leste da Região Nordeste e EPE-DEE-RE-022_2021-rev0 - Estudo de Suprimento às Regiões de Açailândia, Buriticupu, Vitorino Freire (MA) e Dom Eliseu (PA), que contribuirão positivamente para o controle de tensão das malhas de 500kV das regiões Norte e Nordeste.

4 DADOS, PREMISSAS E CRITÉRIOS

4.1 Base de Dados

Considerou-se como referência para as simulações de fluxo de potência a base de dados correspondente ao Plano Decenal 2030, com as atualizações pertinentes da topologia da rede, plano de geração e mercado.

4.2 Horizonte do Estudo

Serão avaliados os anos 2026 e 2027. É importante ressaltar que foi considerado um prazo mínimo de 4 anos para a implantação de qualquer obra de expansão da Rede Básica, contados desde a incorporação no PET – Plano de Expansão da Transmissão, passando por todo o processo de licitação ou autorização, realizado pela ANEEL, até a instalação do empreendimento.

4.3 Cenários de Geração

Foram simulados quatro cenários de geração e intercâmbio energético, de forma a analisar as situações mais críticas da região:

- Cenário 1 – Norte e Nordeste Úmidos; Exportadores: Neste cenário, a geração na região Norte é predominantemente hidráulica, com as usinas hidrelétricas despachadas nas suas capacidades máximas. Na região Nordeste, considerou-se as usinas hidráulicas em torno de 80% e geração eólica em torno de 60% da capacidade instalada. As usinas térmicas foram despachadas por ordem de mérito até fechar o balanço de geração em todo Brasil. Este cenário é importante para diagnóstico do sistema na situação de máxima exportação de energia das regiões N/NE para o SE/CO no período úmido.
- Cenário 2 – Norte e Nordeste Secos; Nordeste Exportador: Neste cenário, as usinas hidráulicas da região Norte foram despachadas em 30% das suas capacidades nominais. Na região Nordeste, considerou-se as usinas hidráulicas em torno de 40% e geração eólica em torno de 80%. As usinas térmicas foram despachadas por ordem de mérito até fechar o balanço de geração em todo Brasil. Este cenário é importante para diagnóstico do sistema na situação de máxima exportação de energia das regiões N/NE para o SE/CO no período seco.
- Cenário 3 – Norte e Nordeste Úmidos; Nordeste Importador: Neste cenário, a geração na região Norte é predominantemente hidráulica, com as usinas hidrelétricas despachadas nas suas capacidades máximas. Na região Nordeste, considerou-se as usinas hidráulicas em torno de 30% e geração eólica em torno de 5% da capacidade instalada, a fim de avaliar a máxima

capacidade de importação da região Nordeste. As usinas térmicas foram despachadas por ordem de mérito até fechar o balanço de geração em todo Brasil.

- Cenário 4 – Norte e Nordeste Secos; Intercâmbio Baixo: Neste cenário, a geração na região Nordeste é suficiente para atender a carga. Considerou-se as usinas hidráulicas em torno de 40% e geração eólica em torno de 30% da capacidade instalada. Este cenário é relevante para o dimensionamento de compensação reativa e controle de tensão. As usinas térmicas foram despachadas por ordem de mérito até fechar o balanço de geração em todo Brasil.

Para avaliação do desempenho da rede, foram simulados os patamares de carga Pesada, Média e Leve, em cada um dos 4 cenários apresentados. Adicionalmente, para avaliação do controle de tensão, simulou-se o patamar de carga Mínima, somente para o Cenário 4.

4.4 Demais Premissas e Critérios

Foram seguidas as diretrizes para elaboração da documentação necessária para se recomendar à ANEEL uma nova instalação de transmissão integrante da Rede Básica através de ato licitatório, definidas no documento publicado pela EPE denominado “Diretrizes para Elaboração dos Relatórios Técnicos Referentes às Novas Instalações da Rede Básica”, Ref.[1].

Os critérios e procedimentos utilizados no estudo estão de acordo com o documento “Critérios e Procedimentos para o Planejamento da Expansão dos Sistemas de Transmissão - CCPE/CTET - Julho/2016”, Ref.[2], além das premissas apresentadas nos subitens a seguir, onde se destacam:

- Manter o conceito de mínimo custo global para a escolha dos reforços;
- Atender ao critério “N-1” para elementos da Rede Básica e Rede Básica de Fronteira;
- Variação máxima de 5% da tensão do barramento decorrente da manobra de equipamentos;
- Fator de potência no barramento da Rede Básica de Fronteira: 0,95;
- Utilizar os limites de carregamento das linhas de transmissão e transformadores existentes nos Contratos de Prestação de Serviços de Transmissão (CPST). Para os novos equipamentos a serem instalados na rede, levar em consideração as recomendações contidas na Resolução nº 191 da ANEEL para determinação das capacidades em contingência;
- Para a preparação das fichas contendo a estimativa dos investimentos em empreendimentos de transmissão (Rede Básica), que servirão de subsídio para o processo licitatório, foi considerada a base de custos consolidada no documento: “Base de Referência de Preços ANEEL – Março de 2021”, Ref.[3];

- Os limites de tensão máximos e mínimos considerados em regime normal e de emergências foram, respectivamente, 105-95% e 105-90% da tensão nominal nos sistemas de 230 kV, 138 kV e 69 kV. Para o sistema de 500 kV, os limites de tensão máximos e mínimos são 110-100% e 110-90% para os regimes normal e de emergências.
- As máximas tensões admitidas nos barramentos do sistema durante as análises de energização e de rejeição das novas linhas de transmissão foram de 140% (t_+) e 110% (t_∞). Destaca-se que não foram permitidas variações de tensão superiores a 5% nos barramentos onde a manobra de energização é realizada, bem como variações da tensão ao longo da linha maiores do que 10%.

5 DIAGNÓSTICO

O diagnóstico do sistema de transmissão da área norte da Região Nordeste foi realizado considerando-se as premissas de despacho descritas no Capítulo 4, nos patamares de carga Pesada, Média e Leve, cenários 1, 2, 3 e 4.

As tabelas 5-1 a 5-13 apresentam um resumo das principais condições de despacho consideradas e o balanço estático entre geração e carga nas regiões Norte e Nordeste.

Tabela 5-1 – Cenário 1 - Norte e Nordeste Úmidos; Exportadores; Carga Pesada

Cenário 1 - Norte e Nordeste Úmidos Exportadores																					
Região	Usina	Carga Pesada																			
		2024		2025		2026		2027		2028		2029		2030		2031		2032		2033	
		%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW
N	UHEs	81%	17.802	80%	17.653	87%	19.166	96%	21.237	90%	19.808	97%	21.246	97%	21.246	97%	21.246	97%	21.246	97%	21.246
	Térmicas	43%	1.839	43%	1.839	43%	1.839	55%	2.362	57%	2.455	59%	2.556	62%	2.677	65%	2.798	68%	2.923	71%	3.055
NE	Carga NE	15.615		16.085		16.305		16.639		17.023		17.424		17.826		18.242		18.658		19.060	
	Eólicas contratadas	56%	12.678	60%	13.579	60%	13.579	53%	11.987	56%	12.757	55%	12.532	55%	12.532	55%	12.532	55%	12.532	53%	12.028
	Térmicas	3%	237	3%	237	3%	237	28%	2.138	34%	2.616	32%	2.423	39%	2.996	52%	3.975	57%	4.345	68%	5.201
	UHEs	69%	7.516	69%	7.463	74%	8.012	81%	8.834	81%	8.842	81%	8.847	81%	8.847	81%	8.847	81%	8.847	81%	8.847
	Solares contratadas	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0
	Biomassa	18%	90	18%	90	18%	90	18%	90	18%	90	18%	90	18%	90	18%	90	18%	90	18%	90
	Térmicas + Nuclear	48%	6.957	55%	7.988	53%	7.798	64%	9.366	68%	9.893	79%	11.495	82%	11.972	88%	12.943	95%	13.876	95%	13.903
SE/CO	UHEs	78%	37.359	79%	37.745	80%	38.030	76%	36.149	79%	37.708	78%	37.426	80%	38.080	80%	38.072	81%	38.621	85%	40.518
	Solares contratadas	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0
	Biomassa	2%	111	2%	111	2%	111	2%	111	2%	111	2%	111	2%	111	2%	111	2%	111	2%	111
	Eólicas contratadas	20%	723	20%	723	20%	723	20%	723	20%	723	20%	723	20%	723	20%	723	25%	907	20%	723
SUL	Térmicas	27%	778	24%	690	24%	690	24%	690	24%	690	24%	690	24%	690	24%	690	24%	690	24%	690
	UHEs	34%	5.370	36%	5.674	39%	6.119	34%	5.359	36%	5.648	38%	5.929	39%	6.010	41%	6.404	44%	6.918	48%	7.484
	Balanço Estático	Exportação N	11.020		10.649		11.798		13.658		12.492		13.402		13.183		12.944		12.686		12.868
	Exportação NE	4.514		4.903		5.175		6.056		6.887		6.105		6.259		6.796		6.760		6.725	

Tabela 5-2 – Cenário 1 - Norte e Nordeste Úmidos; Exportadores; Carga Média

Cenário 1 - Norte e Nordeste Úmidos Exportadores																					
Região	Usina	Carga Média																			
		2024		2025		2026		2027		2028		2029		2030		2031		2032		2033	
		%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW
N	UHEs	68%	14.989	65%	14.339	72%	15.876	78%	17.140	78%	17.259	79%	17.422	80%	17.698	81%	17.817	81%	17.817	81%	17.936
	Térmicas	43%	1.839	43%	1.839	43%	1.839	51%	2.186	53%	2.278	55%	2.382	58%	2.505	61%	2.641	66%	2.841	69%	2.974
NE	Carga NE	16.856		17.342		17.575		17.914		18.302		18.719		19.137		19.568		20.002		20.423	
	Eólicas contratadas	55%	12.578	60%	13.632	60%	13.632	60%	13.632	60%	13.632	60%	13.632	60%	13.632	60%	13.632	60%	13.632	60%	13.575
	Térmicas	3%	237	3%	237	3%	237	24%	1.813	26%	2.010	31%	2.334	36%	2.751	43%	3.298	52%	3.985	59%	4.524
	UHEs	67%	7.277	65%	7.088	71%	7.719	82%	8.872	82%	8.882	82%	8.882	82%	8.882	82%	8.882	82%	8.882	82%	8.882
	Solares contratadas	100%	3.165	100%	3.695	100%	3.695	100%	3.695	100%	3.695	100%	3.695	100%	3.695	100%	3.695	100%	3.695	100%	3.695
	Biomassa	18%	90	18%	90	18%	90	18%	90	18%	90	18%	90	18%	90	18%	90	18%	90	18%	90
	Térmicas + Nuclear	35%	5.109	43%	6.330	47%	6.928	43%	6.363	51%	7.423	62%	9.051	72%	10.575	84%	12.359	90%	13.105	91%	13.383
SE/CO	UHEs	82%	38.966	82%	39.332	82%	39.371	81%	38.756	82%	39.202	82%	38.977	82%	39.004	81%	38.691	85%	40.552	88%	41.893
	Solares contratadas	98%	4.088	98%	4.088	95%	3.956	98%	4.088	98%	4.088	98%	4.088	98%	4.088	98%	4.088	98%	4.088	98%	4.088
	Biomassa	2%	111	2%	111	2%	111	2%	111	2%	111	2%	111	2%	111	2%	111	2%	111	2%	111
	Eólicas contratadas	20%	723	20%	723	20%	723	20%	723	20%	723	20%	723	20%	723	20%	723	20%	723	25%	904
SUL	Térmicas	62%	1.810	69%	2.001	70%	2.047	53%	1.540	68%	1.965	73%	2.106	67%	1.942	69%	2.008	70%	2.038	69%	2.008
	UHEs	48%	7.545	48%	7.545	49%	7.604	50%	7.790	50%	7.790	53%	8.191	53%	8.307	55%	8.534	55%	8.601	59%	9.154
Balanço Estático	Exportação N	8.053		7.193		8.416		9.410		9.564		9.702		9.746		9.627		9.443		9.338	
	Exportação NE	6.287		7.162		7.513		9.868		9.672		9.616		9.608		9.721		9.957		10.015	

Tabela 5-3 – Cenário 1 - Norte e Nordeste Úmidos; Exportadores; Carga Leve

Cenário 1 - Norte e Nordeste Úmidos Exportadores																					
Região	Usina	Carga Leve																			
		2024		2025		2026		2027		2028		2029		2030		2031		2032		2033	
		%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW
N	UHEs	60%	13.137	61%	13.340	63%	13.866	67%	14.659	72%	15.859	76%	16.701	79%	17.280	83%	18.348	82%	18.108	88%	19.322
	Térmicas	43%	1.839	43%	1.839	43%	1.839	43%	1.839	43%	1.839	43%	1.839	43%	1.839	43%	1.839	43%	1.839	43%	1.839
NE	Carga NE	11.085		11.376		11.539		11.779		12.010		12.258		12.508		12.777		13.031		13.308	
	Eólicas contratadas	56%	12.732	58%	13.228	60%	13.632	60%	13.632	60%	13.632	60%	13.632	60%	13.632	60%	13.632	60%	13.632	60%	13.575
	Térmicas	3%	237	3%	237	3%	237	3%	237	3%	237	3%	237	3%	237	3%	237	3%	237	3%	237
	UHEs	45%	4.855	42%	4.557	44%	4.763	49%	5.272	54%	5.839	56%	6.111	60%	6.512	63%	6.886	65%	7.060	67%	7.267
	Solares contratadas	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0
	Biomassa	18%	90	18%	90	18%	90	18%	90	18%	90	18%	90	18%	90	18%	90	18%	90	18%	90
	Térmicas + Nuclear	27%	4.002	27%	4.002	36%	5.311	36%	5.311	36%	5.311	36%	5.311	36%	5.311	36%	5.311	36%	5.311	36%	5.311
SE/CO	UHEs	23%	10.797	23%	11.153	23%	11.119	24%	11.276	23%	11.055	23%	11.155	23%	11.064	23%	10.842	25%	11.928	25%	11.962
	Solares contratadas	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0
	Biomassa	2%	111	2%	111	2%	111	2%	111	2%	111	2%	111	2%	111	2%	111	2%	111	2%	111
	Eólicas contratadas	40%	1.446	40%	1.446	40%	1.446	40%	1.446	40%	1.446	40%	1.446	40%	1.446	40%	1.446	40%	1.446	40%	1.446
SUL	Térmicas	24%	690	24%	690	24%	690	24%	690	24%	690	24%	690	24%	690	24%	690	24%	690	24%	690
	UHEs	34%	5.311	35%	5.432	36%	5.630	37%	5.820	36%	5.550	37%	5.809	40%	6.190	40%	6.252	38%	5.888	40%	6.279
	Balanco Estático	Exportação N	8.422		8.449		8.828		9.311		10.376		11.030		11.351		12.123		11.638		12.545
	Exportação NE	6.438		6.336		6.921		7.275		7.576		7.567		7.690		7.765		7.701		7.544	

Tabela 5-4 – Cenário 2 - Norte e Nordeste Secos; Exportadores; Carga Pesada

Cenário 2 - Norte e Nordeste Secos Exportadores																					
Região	Usina	Carga Pesada																			
		2024		2025		2026		2027		2028		2029		2030		2031		2032		2033	
		%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW
N	UHEs	30%	6.605	25%	5.424	26%	5.756	30%	6.605	30%	6.605	30%	6.610	30%	6.610	30%	6.610	30%	6.610	30%	6.610
	Térmicas	65%	2.824	84%	3.627	85%	3.669	85%	3.695	84%	3.642	74%	3.178	84%	3.649	85%	3.665	85%	3.674	85%	3.658
NE	Carga NE		15.615		16.085		16.305		16.639		17.023		17.424		17.826		18.242		18.658		19.060
	Eólicas contratadas	74%	16.914	80%	18.194	80%	18.194	80%	18.194	80%	18.194	80%	18.194	80%	18.194	80%	18.194	80%	18.194	80%	18.118
	Térmicas	81%	6.205	82%	6.238	82%	6.241	82%	6.243	82%	6.239	87%	6.650	90%	6.858	90%	6.865	90%	6.869	90%	6.862
	UHEs	42%	4.604	47%	5.082	42%	4.604	46%	4.986	46%	4.986	48%	5.227	48%	5.227	48%	5.227	566%	61.444	48%	5.227
	Solares contratadas	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0
	Biomassa	100%	489	100%	489	100%	489	100%	489	100%	489	100%	489	100%	489	100%	489	100%	489	100%	489
	Térmicas + Nuclear	35%	5.103	32%	4.685	44%	6.412	43%	6.301	43%	6.301	36%	5.311	36%	5.311	36%	5.311	51%	7.501	49%	7.182
SE/CO	UHEs	56%	26.520	59%	28.025	59%	28.326	62%	29.563	67%	32.047	74%	35.211	76%	36.410	81%	38.498	81%	38.493	88%	42.127
	Solares contratadas	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0
	Biomassa	97%	6.693	100%	6.898	100%	6.898	100%	6.898	100%	6.898	100%	6.898	100%	6.898	100%	6.898	100%	6.898	100%	6.898
	Eólicas contratadas	45%	1.627	45%	1.627	45%	1.627	45%	1.627	45%	1.627	45%	1.627	45%	1.627	45%	1.627	45%	1.627	45%	1.627
SUL	Térmicas	67%	1.948	65%	1.877	65%	1.884	68%	1.983	64%	1.859	64%	1.859	64%	1.870	68%	1.985	68%	1.971	68%	1.977
	UHEs	84%	13.160	84%	13.048	85%	13.260	85%	13.260	85%	13.260	85%	13.260	85%	13.260	85%	13.260	85%	13.260	85%	13.260
	Balanco Estático		1.071		440		574		775		536		-158		-42		-387		-776		-1.144
	Exportação NE		11.455		12.637		12.053		12.058		11.721		11.983		11.781		11.416		11.777		10.655

Tabela 5-5 – Cenário 2 - Norte e Nordeste Secos; Exportadores; Carga Média

Cenário 2 - Norte e Nordeste Secos Exportadores																							
Região	Usina	Carga Média																					
		2024		2025		2026		2027		2028		2029		2030		2031		2032		2033			
		%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW		
N	UHEs	30%	6.605	30%	6.605	30%	6.605	30%	6.622	31%	6.729	31%	6.805	31%	6.805	31%	6.805	31%	6.805	31%	6.805		
	Térmicas	50%	2.167	54%	2.343	66%	2.870	80%	3.477	85%	3.667	84%	3.636	84%	3.649	85%	3.681	81%	3.507	85%	3.681		
NE	Carga NE	16.856		17.342		17.406		17.749		18.152		18.258		18.666		19.087		19.510		19.920			
	Eólicas contratadas	65%	14.836	77%	17.469	76%	17.204	80%	18.194	80%	18.194	80%	18.194	80%	18.141	80%	18.194	80%	18.194	80%	18.118		
	Térmicas	68%	5.172	51%	3.864	90%	6.873	93%	7.142	95%	7.225	94%	7.212	88%	6.710	95%	7.231	94%	7.155	95%	7.231		
	UHEs	48%	5.227	48%	5.227	27%	2.933	30%	3.281	30%	3.281	30%	3.281	30%	3.281	31%	3.387	30%	3.281	33%	3.570		
	Solares contratadas	95%	2.996	93%	3.436	89%	3.285	100%	3.695	100%	3.696	100%	3.695	100%	3.696	100%	3.695	100%	3.696	100%	3.695		
	Biomassa	100%	489	100%	489	100%	489	100%	489	100%	489	100%	489	100%	489	100%	489	100%	489	100%	489		
	Térmicas + Nuclear	38%	5.607	36%	5.317	51%	7.524	27%	4.002	36%	5.311	36%	5.311	40%	5.875	36%	5.311	56%	8.257	73%	10.632		
	UHEs	64%	30.689	67%	31.900	66%	31.450	70%	33.326	75%	35.618	79%	37.850	83%	39.637	85%	40.842	86%	41.267	87%	41.381		
SE/CO	Solares contratadas	80%	3.330	76%	3.161	76%	3.161	98%	4.088	98%	4.088	98%	4.088	98%	4.088	95%	3.983	98%	4.088	98%	4.082		
	Biomassa	97%	6.693	100%	6.898	97%	6.693	100%	6.898	100%	6.898	100%	6.898	100%	6.898	100%	6.898	100%	6.898	100%	6.898		
	Eólicas contratadas	45%	1.627	45%	1.627	45%	1.627	45%	1.627	45%	1.627	45%	1.627	45%	1.627	45%	1.627	45%	1.627	45%	1.627		
	Térmicas	34%	977	34%	977	34%	977	34%	977	34%	977	34%	977	34%	977	34%	977	37%	1.067	53%	1.544		
SUL	UHEs	82%	12.866	82%	12.805	82%	12.810	84%	13.085	79%	12.313	86%	13.432	92%	14.291	94%	16.028	95%	16.014	95%	16.113		
	Balanco Estático	Exportação N		130		41		366		311		301		11		-290		-632		-1.192		-1.406	
		Exportação NE		11.398		12.444		12.401		13.897		13.625		13.509		12.686		12.915		12.683		12.343	

Tabela 5-6 – Cenário 2 - Norte e Nordeste Secos; Exportadores; Carga Leve

Cenário 2 - Norte e Nordeste Secos Exportadores													
Região	Usina	Carga Leve											
		2024		2025		2026		2027		2028		2029	
		%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW
N	UHEs	26%	5.760	22%	4.740	25%	5.414	23%	4.994	28%	6.081	29%	6.381
	Térmicas	21%	905	21%	905	21%	905	21%	905	21%	905	25%	1.074
NE	Carga NE	11.085		11.376		11.539		11.779		12.010		12.258	
	Eólicas contratadas	75%	16.945	80%	18.194	80%	18.194	80%	18.194	80%	18.194	80%	18.194
	Térmicas	3%	237	3%	237	3%	237	3%	237	3%	237	3%	237
	UHEs	44%	4.738	43%	4.625	43%	4.618	44%	4.819	45%	4.880	46%	4.967
	Solares contratadas	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0
	Biomassa	100%	489	100%	489	100%	489	100%	489	100%	489	100%	489
SE/CO	Térmicas + Nuclear	27%	3.937	27%	3.937	36%	5.246	36%	5.246	36%	5.246	36%	5.246
	UHEs	24%	11.384	24%	11.660	24%	11.517	24%	11.448	24%	11.572	24%	11.590
	Solares contratadas	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0
	Biomassa	13%	903	15%	1.046	12%	848	13%	876	16%	1.076	27%	1.841
SUL	Eólicas contratadas	45%	1.627	45%	1.627	45%	1.627	45%	1.627	45%	1.627	45%	1.627
	Térmicas	24%	690	34%	977	30%	865	46%	1.345	8%	237	71%	2.066
	UHEs	79%	12.392	84%	13.148	81%	12.582	88%	13.755	31%	4.880	83%	12.905
Balanço Estático	Exportação N	436		-740		-239		-975		-2		138	
	Exportação NE	10.517		11.319		11.193		11.191		11.001		10.849	

Tabela 5-7 – Cenário 3 - Norte Úmido; Nordeste Máximo Importador; Carga Pesada

Cenário 3 - Norte Úmido / Nordeste Máximo Importador													
Região	Usina	Carga Pesada											
		2024		2025		2026		2027		2028		2029	
		%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW
N	UHEs	80%	17.557	74%	16.293	72%	15.813	82%	18.031	79%	17.344	79%	17.374
	Térmicas	65%	2.824	84%	3.627	85%	3.669	85%	3.695	84%	3.642	84%	3.649
NE	Carga NE	15.615		16.085		16.305		16.639		17.023		17.424	
	Eólicas contratadas	5%	1.129	5%	1.207	5%	1.207	5%	1.207	5%	1.207	5%	1.207
	Térmicas	11%	843	11%	843	9%	686	9%	686	9%	686	9%	686
	UHEs	30%	3.281	34%	3.712	29%	3.189	27%	2.933	30%	3.241	30%	3.241
	Solares contratadas	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0
	Biomassa	100%	489	100%	489	100%	489	100%	489	100%	489	100%	489
SE/CO	Térmicas + Nuclear	35%	5.103	32%	4.685	44%	6.412	43%	6.301	44%	6.391	36%	5.311
	UHEs	80%	38.065	85%	40.535	88%	42.042	89%	42.320	94%	45.087	96%	45.967
	Solares contratadas	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0
	Biomassa	97%	6.693	100%	6.898	100%	6.898	100%	6.898	100%	6.898	100%	6.898
SUL	Eólicas contratadas	45%	1.627	45%	1.627	45%	1.627	45%	1.627	80%	2.892	80%	2.892
	Térmicas	67%	1.948	65%	1.877	65%	1.884	68%	1.983	64%	1.859	64%	1.870
	UHEs	84%	13.180	85%	13.201	90%	14.041	96%	15.035	96%	15.035	98%	15.769
Balanço Estático	Exportação N	11.445		10.854		9.970		11.627		10.668		9.905	
	Exportação NE	-10.354		-10.283		-11.278		-11.883		-12.003		-12.420	

Tabela 5-8 – Cenário 3 - Norte Úmido; Nordeste Máximo Importador; Carga Média

Cenário 3 - Norte Úmido / Nordeste Máximo Importador													
Região	Usina	Carga Média											
		2024		2025		2026		2027		2028		2029	
		%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW
N	UHEs	75%	16.545	75%	16.501	77%	16.945	77%	16.983	79%	17.279	90%	20.430
	Térmicas	50%	2.167	54%	2.343	66%	2.870	80%	3.477	85%	3.667	84%	3.636
NE	Carga NE	16.856		17.342		17.406		17.749		18.152		18.258	
	Eólicas contratadas	5%	1.129	5%	1.207	5%	1.207	5%	1.207	5%	1.207	5%	1.207
	Térmicas	11%	843	11%	843	9%	686	9%	686	15%	1.116	9%	686
	UHEs	30%	3.281	33%	3.624	30%	3.241	30%	3.241	27%	2.933	30%	3.241
	Solares contratadas	30%	950	30%	1.109	30%	1.109	30%	1.109	30%	1.109	30%	1.109
	Biomassa	100%	489	100%	489	100%	489	100%	489	100%	489	100%	489
SE/CO	Térmicas + Nuclear	38%	5.607	36%	5.317	51%	7.524	36%	5.311	36%	5.311	40%	5.875
	UHEs	86%	40.955	90%	43.014	89%	42.713	95%	45.386	96%	45.918	97%	46.250
	Solares contratadas	80%	3.330	76%	3.161	76%	3.161	98%	4.088	98%	4.088	98%	4.088
	Biomassa	100%	6.693	100%	6.898	100%	6.898	100%	6.898	100%	6.898	100%	6.898
SUL	Eólicas contratadas	45%	1.627	45%	1.627	45%	1.627	45%	1.627	80%	2.892	45%	1.627
	Térmicas	34%	977	34%	977	34%	977	34%	977	34%	977	34%	977
	UHEs	94%	14.721	94%	14.721	98%	15.280	99%	15.472	99%	15.501	99%	15.780
Balanço Estático	Exportação N	9.699		9.589		10.260		10.276		10.419		13.311	
	Exportação NE	-10.227		-10.149		-11.023		-11.314		-11.741		-11.727	

Tabela 5-9 – Cenário 3 - Norte Úmido; Nordeste Máximo Importador; Carga Leve

Cenário 3 - Norte Úmido / Nordeste Máximo Importador												
Região	Usina	Carga Leve										
		2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	
		% MW	% MW	% MW	% MW	% MW	% MW	% MW	% MW	% MW	% MW	% MW
N	UHEs	47% 10.311	42% 9.239	49% 10.738	51% 11.222	59% 13.054	59% 13.081	59% 13.094	59% 13.094	59% 13.094	64% 14.013	
	Térmicas	21% 905	21% 905	21% 905	21% 905	21% 905	21% 905	25% 1.074	27% 1.164	37% 1.601	43% 1.839	
NE	Carga NE	11.085	11.376	11.539	11.779	12.010	12.258	12.508	12.777	13.031	13.308	
	Eólicas contratadas	5% 1.129	5% 1.207	5% 1.207	5% 1.207	5% 1.207	5% 1.207	5% 1.207	5% 1.207	5% 1.207	5% 1.207	
	Térmicas	3% 237	3% 237	3% 237	3% 237	3% 237	3% 237	3% 237	8% 644	10% 768	13% 1.004	
	UHEs	27% 2.893	30% 3.216	25% 2.748	25% 2.748	25% 2.748	25% 2.748	27% 2.933	27% 2.933	27% 2.933	27% 2.933	
	Solares contratadas	0% 0	0% 0	0% 0	0% 0	0% 0	0% 0	0% 0	0% 0	0% 0	0% 0	
	Biomassa	100% 489	100% 489	100% 489	100% 489	100% 489	100% 489	100% 489	100% 489	100% 489	100% 489	
SE/CO	Térmicas + Nuclear	27% 3.937	27% 3.937	36% 5.246	36% 5.246	36% 5.246	36% 5.246	36% 5.246	36% 5.246	36% 5.246	36% 5.246	
	UHEs	50% 24.047	52% 24.962	52% 24.939	51% 24.568	50% 24.102	52% 24.707	53% 25.272	52% 25.051	52% 25.002	51% 24.265	
	Solares contratadas	0% 0	0% 0	0% 0	0% 0	0% 0	0% 0	0% 0	0% 0	0% 0	0% 0	
	Biomassa	13% 903	15% 1.046	12% 848	13% 876	16% 1.076	27% 1.841	32% 2.191	45% 3.108	62% 4.291	77% 5.322	
SUL	Eólicas contratadas	45% 1.627	45% 1.627	45% 1.627	45% 1.627	45% 1.627	45% 1.627	45% 1.627	45% 1.627	45% 1.627	45% 1.627	
	Térmicas	24% 690	34% 977	30% 865	46% 1.345	69% 2.010	71% 2.066	72% 2.092	70% 2.040	71% 2.067	70% 2.043	
	UHEs	79% 12.392	84% 13.044	80% 12.428	87% 13.636	83% 12.957	84% 13.153	86% 13.406	87% 13.630	87% 13.520	87% 13.630	
Balanço Estático	Exportação N	4.614	3.472	4.678	4.786	6.246	6.049	5.991	5.840	6.058	6.886	
	Exportação NE	-6.485	-6.353	-7.011	-7.270	-7.537	-7.796	-7.866	-7.692	-7.827	-7.901	

Tabela 5-10 – Cenário 3 – Geração Intermediária; Intercâmbio Baixo; Carga Pesada

Cenário 4 - Norte e Nordeste com Geração Intermediária / Intercâmbio Baixo												
Região	Usina	Carga Pesada										
		2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	
		% MW	% MW	% MW	% MW	% MW	% MW	% MW	% MW	% MW	% MW	% MW
N	UHEs	30% 6.605	25% 5.424	26% 5.756	30% 6.622	31% 6.729	31% 6.805	31% 6.805	37% 8.240	39% 8.527	40% 8.720	
	Térmicas	65% 2.824	84% 3.627	85% 3.669	85% 3.695	84% 3.642	74% 3.178	84% 3.649	85% 3.665	85% 3.674	85% 3.658	
NE	Carga NE	15.615	16.085	16.305	16.639	17.023	17.424	17.826	18.242	18.658	19.060	
	Eólicas contratadas	30% 6.400	30% 6.869	30% 6.869	30% 6.869	30% 6.869	30% 6.869	30% 6.869	30% 6.869	30% 6.869	30% 6.840	
	Térmicas	57% 4.367	57% 4.367	82% 6.241	82% 6.243	82% 6.239	87% 6.650	90% 6.858	90% 6.865	90% 6.869	90% 6.862	
	UHEs	42% 4.604	47% 5.082	33% 3.538	34% 3.712	41% 4.438	41% 4.438	37% 4.001	42% 4.604	45% 4.912	51% 5.535	
	Solares contratadas	0% 0	0% 0	0% 0	0% 0	0% 0	0% 0	0% 0	0% 0	0% 0	0% 0	
	Biomassa	100% 489	100% 489	100% 489	100% 489	100% 489	100% 489	100% 489	100% 489	100% 489	100% 489	
SE/CO	Térmicas + Nuclear	35% 5.103	32% 4.685	44% 6.412	43% 6.301	43% 6.301	36% 5.311	36% 5.311	36% 5.311	51% 7.501	49% 7.182	
	UHEs	79% 37.770	83% 39.823	81% 38.843	83% 39.494	83% 39.494	95% 45.307	94% 45.143	94% 45.468	94% 45.428	95% 45.681	
	Solares contratadas	0% 0	0% 0	0% 0	0% 0	0% 0	0% 0	0% 0	0% 0	0% 0	0% 0	
	Biomassa	97% 6.693	100% 6.898	100% 6.898	100% 6.898	100% 6.898	100% 6.898	100% 6.898	100% 6.898	100% 6.898	100% 6.898	
SUL	Eólicas contratadas	45% 1.627	45% 1.627	45% 1.627	45% 1.627	45% 1.627	45% 1.627	45% 1.627	45% 1.627	45% 1.627	80% 2.892	
	Térmicas	67% 1.948	65% 1.877	65% 1.884	68% 1.983	64% 1.859	64% 1.859	64% 1.859	68% 1.985	68% 1.971	68% 1.977	
	UHEs	84% 13.180	85% 13.201	90% 14.041	96% 15.035	96% 15.035	98% 15.305	95% 16.014	99% 16.614	98% 16.511	99% 16.614	
Balanço Estático	Exportação N	1.108	503	606	837	555	-177	-77	979	888	674	
	Exportação NE	141	623	765	600	920	940	338	494	399	551	

Tabela 5-11 – Cenário 3 – Geração Intermediária; Intercâmbio Baixo; Carga Média

Cenário 4 - Norte e Nordeste com Geração Intermediária / Intercâmbio Baixo												
Região	Usina	Carga Média										
		2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	
		% MW	% MW	% MW	% MW	% MW	% MW	% MW	% MW	% MW	% MW	% MW
N	UHEs	30% 6.605	30% 6.605	30% 6.605	30% 6.622	31% 6.729	31% 6.805	31% 6.805	37% 8.240	40% 8.720	86% 18.893	
	Térmicas	50% 2.167	54% 2.343	66% 2.870	80% 3.477	85% 3.667	84% 3.636	84% 3.649	85% 3.681	81% 3.507	69% 2.974	
NE	Carga NE	16.856	17.342	17.406	17.749	18.152	18.258	18.666	19.087	19.510	19.920	
	Eólicas contratadas	30% 6.400	30% 6.869	30% 6.869	30% 6.869	30% 6.869	30% 6.869	30% 6.869	30% 6.869	30% 6.869	30% 6.840	
	Térmicas	68% 5.172	38% 2.932	90% 6.873	93% 7.142	95% 7.225	94% 7.212	88% 6.710	95% 7.231	94% 7.155	59% 4.524	
	UHEs	34% 3.712	48% 5.227	30% 3.241	33% 3.589	33% 3.589	30% 3.281	33% 3.589	41% 4.457	45% 4.912	48% 5.227	
	Solares contratadas	50% 1.583	50% 1.848	50% 1.848	50% 1.848	50% 1.848	50% 1.848	50% 1.848	50% 1.848	50% 1.848	50% 1.848	
	Biomassa	100% 489	100% 489	100% 489	100% 489	100% 489	100% 489	100% 489	100% 489	100% 489	18% 90	
SE/CO	Térmicas + Nuclear	38% 5.607	36% 5.317	51% 7.524	36% 5.311	36% 5.311	36% 5.311	40% 5.875	36% 5.311	56% 8.257	91% 13.383	
	UHEs	82% 39.388	88% 42.086	82% 39.009	88% 42.103	93% 44.647	94% 45.025	98% 47.073	96% 46.268	96% 46.151	91% 43.776	
	Solares contratadas	80% 3.330	76% 3.161	76% 3.161	98% 4.088	98% 4.088	98% 4.088	98% 4.088	95% 3.983	98% 4.088	98% 4.088	
	Biomassa	97% 6.693	100% 6.898	100% 6.898	100% 6.898	100% 6.898	100% 6.898	100% 6.898	100% 6.898	100% 6.898	2% 111	
SUL	Eólicas contratadas	45% 1.627	45% 1.627	45% 1.627	45% 1.627	45% 1.627	45% 1.627	45% 1.627	80% 2.892	80% 2.892	80% 2.892	
	Térmicas	34% 977	34% 977	34% 977	34% 977	34% 977	34% 977	34% 977	34% 977	37% 1.067	69% 2.008	
	UHEs	94% 14.721	94% 14.721	98% 15.280	99% 15.472	99% 15.501	98% 15.780	98% 16.511	99% 16.614	98% 16.511	99% 16.614	
Balanço Estático	Exportação N	82	-46	405	369	334	47	-320	749	655	9.676	
	Exportação NE	806	265	1.999	2.339	1.992	1.560	979	1.915	1.866	-1.636	

Tabela 5-12 – Cenário 3 – Geração Intermediária; Intercâmbio Baixo; Carga Leve

Cenário 4 - Norte e Nordeste com Geração Intermediária / Intercâmbio Baixo																					
Região	Usina	Carga Leve																			
		2024		2025		2026		2027		2028		2029		2030		2031		2032		2033	
		%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW
N	UHEs	26%	5.760	22%	4.740	25%	5.414	25%	5.557	30%	6.652	30%	6.576	31%	6.805	31%	6.805	31%	6.805	31%	6.805
	Térmicas	21%	905	21%	905	21%	905	21%	905	21%	905	21%	905	25%	1.074	27%	1.164	37%	1.601	43%	1.839
NE	Carga NE	11.085		11.376		11.539		11.779		12.010		12.258		12.508		12.777		13.031		13.308	
	Eólicas contratadas	30%	6.400	30%	6.869	30%	6.869	30%	6.869	30%	6.869	30%	6.869	30%	6.869	30%	6.869	30%	6.869	30%	6.840
	Térmicas	3%	237	3%	237	3%	237	3%	237	3%	237	3%	237	3%	237	8%	644	10%	768	13%	1.004
	UHEs	44%	4.738	43%	4.625	43%	4.618	44%	4.819	45%	4.880	46%	4.967	46%	4.946	48%	5.206	48%	5.198	48%	5.209
	Solares contratadas	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0
	Biomassa	100%	489	100%	489	100%	489	100%	489	100%	489	100%	489	100%	489	100%	489	100%	489	100%	489
SE/CO	Térmicas + Nuclear	27%	3.937	27%	3.937	36%	5.246	36%	5.246	36%	5.246	36%	5.246	36%	5.246	36%	5.246	36%	5.246	36%	5.246
	UHEs	44%	20.908	46%	21.957	46%	22.098	46%	21.806	46%	21.886	47%	22.544	49%	23.216	48%	22.695	47%	22.681	48%	22.809
	Solares contratadas	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0
	Biomassa	13%	903	15%	1.046	12%	848	13%	876	16%	1.076	27%	1.841	32%	2.191	45%	3.108	62%	4.291	77%	5.322
SUL	Eólicas contratadas	45%	1.627	45%	1.627	45%	1.627	45%	1.627	45%	1.627	45%	1.627	45%	1.627	45%	1.627	45%	1.627	45%	1.627
	Térmicas	24%	690	34%	977	30%	865	46%	1.345	69%	2.010	71%	2.066	72%	2.092	70%	2.040	71%	2.067	70%	2.043
	UHEs	79%	12.392	84%	13.044	80%	12.428	88%	13.761	83%	12.957	84%	13.153	86%	13.406	87%	13.630	87%	13.520	87%	13.630
Balanco Estático	Exportação N	399		-798		-295		-529		352		38		191		28		198		182	
	Exportação NE	768		848		675		635		462		293		12		419		280		218	

Tabela 5-13 – Cenário 3 – Geração Intermediária; Intercâmbio Baixo; Carga Mínima

Cenário 4 - Norte e Nordeste com Geração Intermediária / Intercâmbio Baixo																					
Região	Usina	Carga Mínima																			
		2024		2025		2026		2027		2028		2029		2030		2031		2032		2033	
		%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW
N	UHEs	26%	5.760	22%	4.740	25%	5.414	25%	5.557	30%	6.652	30%	6.576	31%	6.805	31%	6.805	31%	6.805	31%	6.805
	Térmicas	21%	905	21%	905	21%	905	21%	905	21%	905	21%	905	25%	1.074	27%	1.164	37%	1.601	43%	1.839
NE	Carga NE	10.247		10.352		10.655		10.885		11.060		11.288		11.606		11.763		12.309		12.368	
	Eólicas contratadas	30%	6.400	30%	6.869	30%	6.869	30%	6.869	30%	6.869	30%	6.869	30%	6.869	30%	6.869	30%	6.869	30%	6.840
	Térmicas	3%	237	3%	237	3%	237	3%	237	3%	237	3%	237	3%	237	8%	644	10%	768	13%	1.004
	UHEs	44%	4.738	43%	4.625	43%	4.618	44%	4.819	45%	4.880	46%	4.967	46%	4.946	48%	5.206	48%	5.198	48%	5.209
	Solares contratadas	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0
	Biomassa	100%	489	100%	489	100%	489	100%	489	100%	489	100%	489	100%	489	100%	489	100%	489	100%	489
SE/CO	Térmicas + Nuclear	27%	3.937	27%	3.937	36%	5.246	36%	5.246	36%	5.246	36%	5.246	36%	5.246	36%	5.246	36%	5.246	36%	5.246
	UHEs	44%	20.908	46%	21.957	46%	22.098	46%	21.806	46%	21.886	47%	22.544	49%	23.216	48%	22.695	47%	22.681	48%	22.809
	Solares contratadas	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0
	Biomassa	13%	903	15%	1.046	12%	848	13%	876	16%	1.076	27%	1.841	32%	2.191	45%	3.108	62%	4.291	77%	5.322
SUL	Eólicas contratadas	45%	1.627	45%	1.627	45%	1.627	45%	1.627	45%	1.627	45%	1.627	45%	1.627	45%	1.627	45%	1.627	45%	1.627
	Térmicas	24%	690	34%	977	30%	865	46%	1.345	69%	2.010	71%	2.066	72%	2.092	70%	2.040	71%	2.067	70%	2.043
	UHEs	79%	12.392	84%	13.044	80%	12.428	88%	13.761	83%	12.957	84%	13.153	86%	13.406	87%	13.630	87%	13.520	87%	13.630
Balança Estático	Exportação N	588		-492		-103		-321		553		245		408		248		418		417	
	Exportação NE	1.634		1.893		1.579		1.557		1.427		1.279		1.016		1.438		1.006		1.285	

O diagnóstico do sistema de transmissão da Área Norte da Região Nordeste apresenta sobretensões em Regime Permanente, que são mais acentuadas no Cenário 4 (Norte e Nordeste com Geração Intermediária – Intercâmbio Baixo), patamar de Carga Mínima, em diversas subestações de Rede Básica ao longo de todo o horizonte decenal, conforme ilustra a Figura 5-1.

Em função da consideração das obras do estudo EPE-DEE-RE-022_2021-rev0 - Estudo de Suprimento às Regiões de Açailândia, Buriticupu, Vitorino Freire (MA) e Dom Eliseu (PA), em especial do banco de reatores da futura subestação Santa Luzia III 500kV (136Mvar) e do novo reator de linha da LT Miranda II – Santa Luzia III (136Mvar), não foram identificadas sobretensões na malha de 500kV da região Norte.

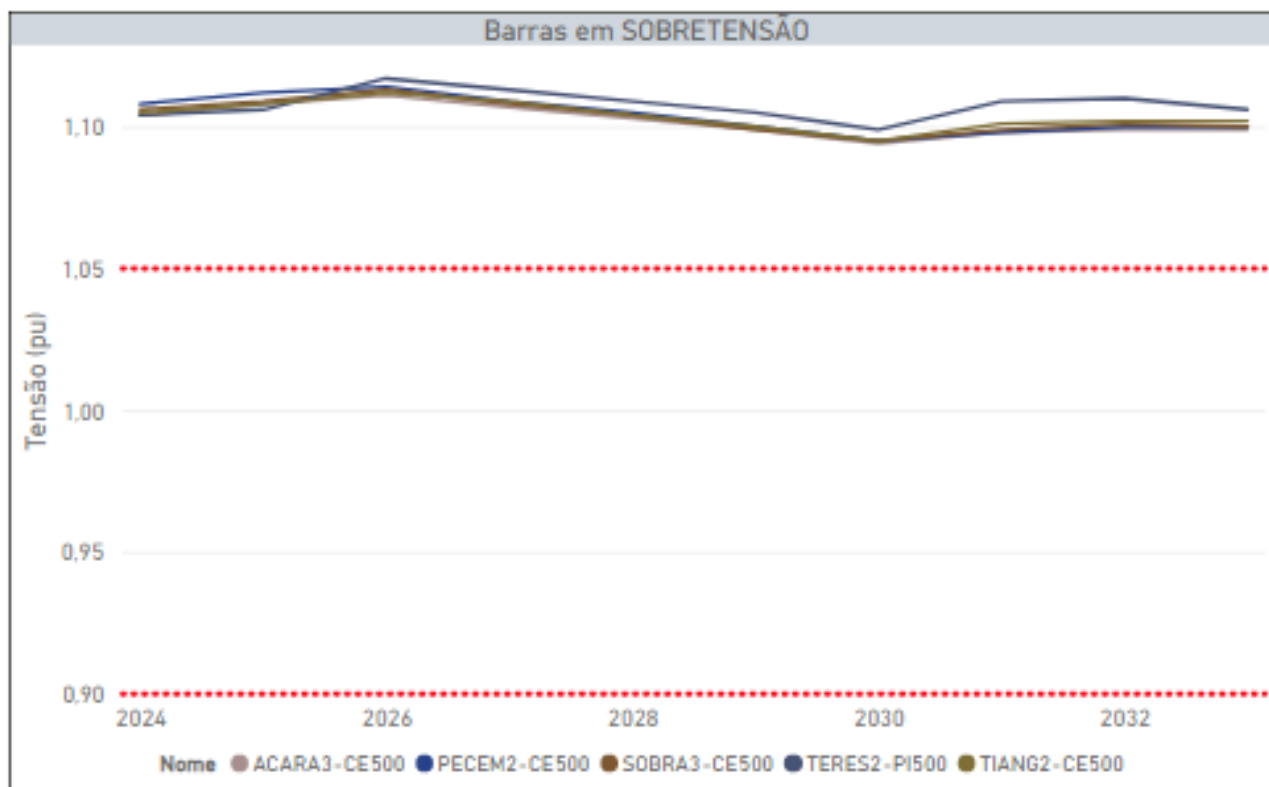


Figura 5-1 – Tensões na Área Norte da Região Nordeste – Cenário 4 – Carga Mínima

O detalhamento dos problemas verificados e os reforços necessários para solucioná-los está detalhado no capítulo 6.

Para corrigir o problema, foi alocada compensação reativa manobrável nos barramentos onde ela se mostrou mais efetiva, de acordo com a Tabela 6-1.

Tabela 6-1 – Compensação Reativa Manobrável na Região Nordeste

Subestação 500 kV	Compensação <i>shunt</i> existente ou planejada (Mvar)	Compensação <i>shunt</i> recomendada (Mvar)
Teresina II	1x100	1x200

A Figura 6-2 apresenta a simulação do caso anterior com a compensação reativa manobrável indicada na Tabela 6-1.

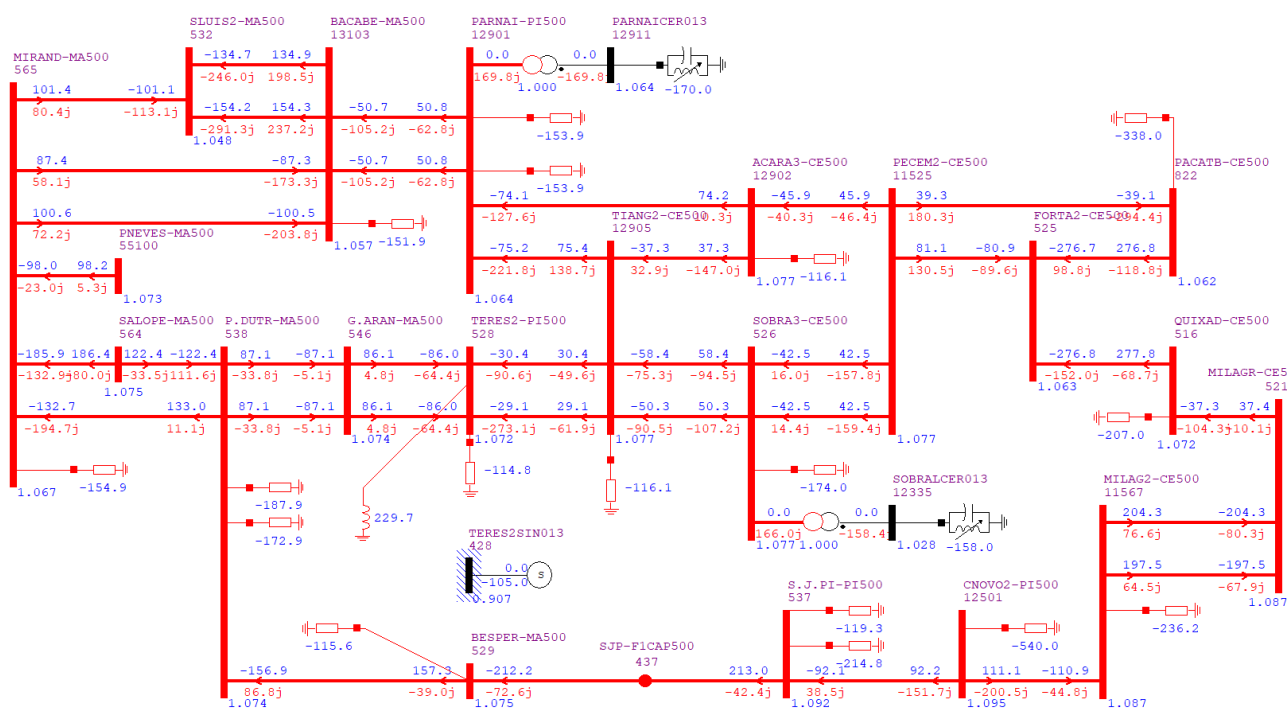


Figura 6-2 – Tensões na Área Norte da Região Nordeste (com reforços da Tabela 6-1) – Cenário 4 – Carga Mínima

7 PLANO DE OBRAS E ESTIMATIVA DE CUSTOS

Tabela 7-1 – Plano de obras e estimativa de custos

Descrição	Ano	Qtde.	Fator	Custo da Alternativa (R\$ x 1000)		
				Custo Unitário (sem fator)	Custo Total	VP
SE 500 kV TERESINA II (Ampliação/Adequação)					42.074,32	36.071,95
2° Reator de Barra 500 kV, (3+1R) x 66,6 Mvar 1Φ	2026	4,0	1,0	4414,98	17.659,92	15.140,53
CRB (Conexão de Reator de Barra) 500 kV, Arranjo DJM	2026	1,0	1,0	9588,60	9.588,60	8.220,68
IB (Interligação de Barras) 500 kV, Arranjo DJM	2026	1,0	1,0	11478,04	11.478,04	9.840,57
MIM - 500 kV	2026	1,0	1,0	3347,76	3.347,76	2.870,16

8 CONSULTA À TRANSMISSORA

	Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações	Data: 28/05/2021
		Revisão: 0
		Página: 1 - 4

INFORMAÇÕES SOLICITADAS (PREENCHIDAS PELA EPE)

ESTUDO: Estudo de Compensação Reativa na Área Norte da Região Nordeste.

ALTERNATIVA DE PLANEJAMENTO

Subestação: Teresina II 500 kV

Concessionária Proprietária: CHESF

1. Módulos de Manobra

☐	CT	Quantidade:	Tensão Prim/Sec (kV):	Arranjo Prim.: Sec. BPT Ter:
☐	EL	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo: BFT
☐	IB	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:
☐	CCS	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:
☐	CRL	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:
☒	CRB	Quantidade: 1	Tensão (kV): 500	Arranjo: DJM
☐	CTA	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:
☐	CC	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:

2. Módulos de Equipamentos

☐	Transformadores	Quantidade:	Potência (MVA):	Tensão Prim./Sec. (kV):	Fase:
☒	Reator	Quantidade: 3	Potência (Mvar): 33,3	Tensão (kV): 500	Fase: 1
☐	Capacitor Shunt	Quantidade:	Potência (Mvar):	Tensão (kV):	Fase:
☐	Capacitor Série	Quantidade:	Potência (Mvar):	Tensão (kV):	Fase:
☐	Compensador Síncrono	Quantidade:	Potência (Mvar): -	Tensão (kV):	Fase:

3. Diagrama Unifilar

4. Observações:

- (1) Informar se haverá necessidade de implantação de um IB adicional associado à conexão do reator de barra;
- (2) Informar se é viável o compartilhamento da fase reserva para o novo reator de barra;
- (3) Informar se é viável implantar um reator (3+1) x 66,6 Mvar, ao invés do 2º reator 3 x 33,3 Mvar.

Legenda: MM: entrada de linha (EL), conexão de transformador ou autotransformador (CT), interligação de barramentos (IB), conexão de banco de capacitores paralelo (CCP) ou série (CCS), conexão de reatores de linha (CRL) ou de barra (CRB), conexão de transformador de aterramento (CTA), conexão de compensador (CC). **ARRANJO:** Barra Simples (BS), Barra Principal e Transferência (BPT), Barra Dupla 4 Chaves (BD4), ANEL (AN), Disjuntor e Meio (DJM).



Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações

Data: 28/05/2021

Revisão: 0

Página: 2 - 4

RESPOSTA ÀS INFORMAÇÕES SOLICITADAS (PREENCHIDA PELA PROPRIETÁRIA DA INSTALAÇÃO)

(X) Assinalar os itens que podem ser implementados na subestação de acordo com o arranjo e espaço disponíveis.

1. Módulos de Manobra

☐	CT	Quantidade:	Tensão Prim/Sec/Ter (kV)	Arranjo Prim.:	Sec.:	Ter:
☐	EL	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:		
☐	EL	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:		
☒	IB	Quantidade: 1	Tensão (kV): 500	Arranjo: DJM		
☐	CCS	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:		
☐	CRL	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:		
☒	CRB	Quantidade: 1	Tensão (kV): 500	Arranjo: DJM		
☐	CTA	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:		
☐	CC	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:		

2. Módulos de Equipamentos

☐	Transformadores	Quantidade:	Potência (MVA):	Tensão Prim./Sec. (kV):	Fase:
☒	Reator	Quantidade: 3	Potência (Mvar): 33,3	Tensão (kV): 500	Fase 1
☐	Reator	Quantidade:	Potência (Mvar):	Tensão (kV):	Fase
☐	Capacitor Shunt	Quantidade:	Potência (Mvar):	Tensão (kV):	Fase
☐	Capacitor Série	Quantidade:	Potência (Mvar):	Tensão (kV):	Fase
☐	Compensador Sincrono	Quantidade:	Potência (Mvar):	Tensão (kV):	Fase

3. Módulo de Infraestrutura Geral

Há necessidade de aquisição de terreno? ☒ Sim Área Prevista: 22.097,40 m²
☐ Não

4. Outros

Há necessidade de adequação do arranjo? ☐ Sim Equipamentos Necessários: _____
☒ Não _____



Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações

Data: 28/06/2021

Revisão:

Página 3 - 4

INFORMAÇÕES ADICIONAIS

5. Observações.

- (1) Conforme apresentado no Diagrama Unifilar 100-TSD06-AP-EM-DU, para a implantação do 2º banco de reatores de barra haverá necessidade de implantação de um IB adicional.
- (2) Informamos que é viável o compartilhamento com o reator reserva de 33,3 Mvar existente.
- (3) Informamos que é fisicamente viável a instalação de um banco de reatores de barra de (3+1) 66,6 Mvar, ao invés do banco de 3 x 33,3 Mvar.
- (4) Conforme apresentado na Planta de Situação e Localização 02-TSD06-AP-EM-PS, para a implantação do 2º banco de reatores de barra haverá necessidade de ampliação dos barramentos de 500 kV, com necessidade de aquisição de terreno. A conexão do reator foi posicionada no local onde anteriormente estavam previstas as conexões do tronco LT 500 kV Presidente Dutra – Teresina II – Sobral III C3 concedido a ABENGOA e que entrou em processo de caducidade.
- (5) A análise foi realizada estritamente sobre os critérios de viabilidade física.

Rio de Janeiro, 28 de junho de 2021

Data da Solicitação

JOSE MARCOS
BRESSANE: 60963255800

Assinado de forma digital por JOSE
MARCO S BRESSANE: 60963255800
Data: 2021.06.28 15:00:58 -03'00'

José Marcos Bressane
Superintendente
STE/DEE/EPE

Recife, 12 de julho de 2021

Data da Entrega do Formulário

LUCIANO RIBEIRO
GERENTE DETC
ID: 255618

2021.07.12
18:07:25 -03'00'

Assinatura do Responsável pelas Informações Solicitadas
Nome: Luciano Ribeiro do Vale Jardim da Costa
Cargo: Gerente de Departamento



Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações

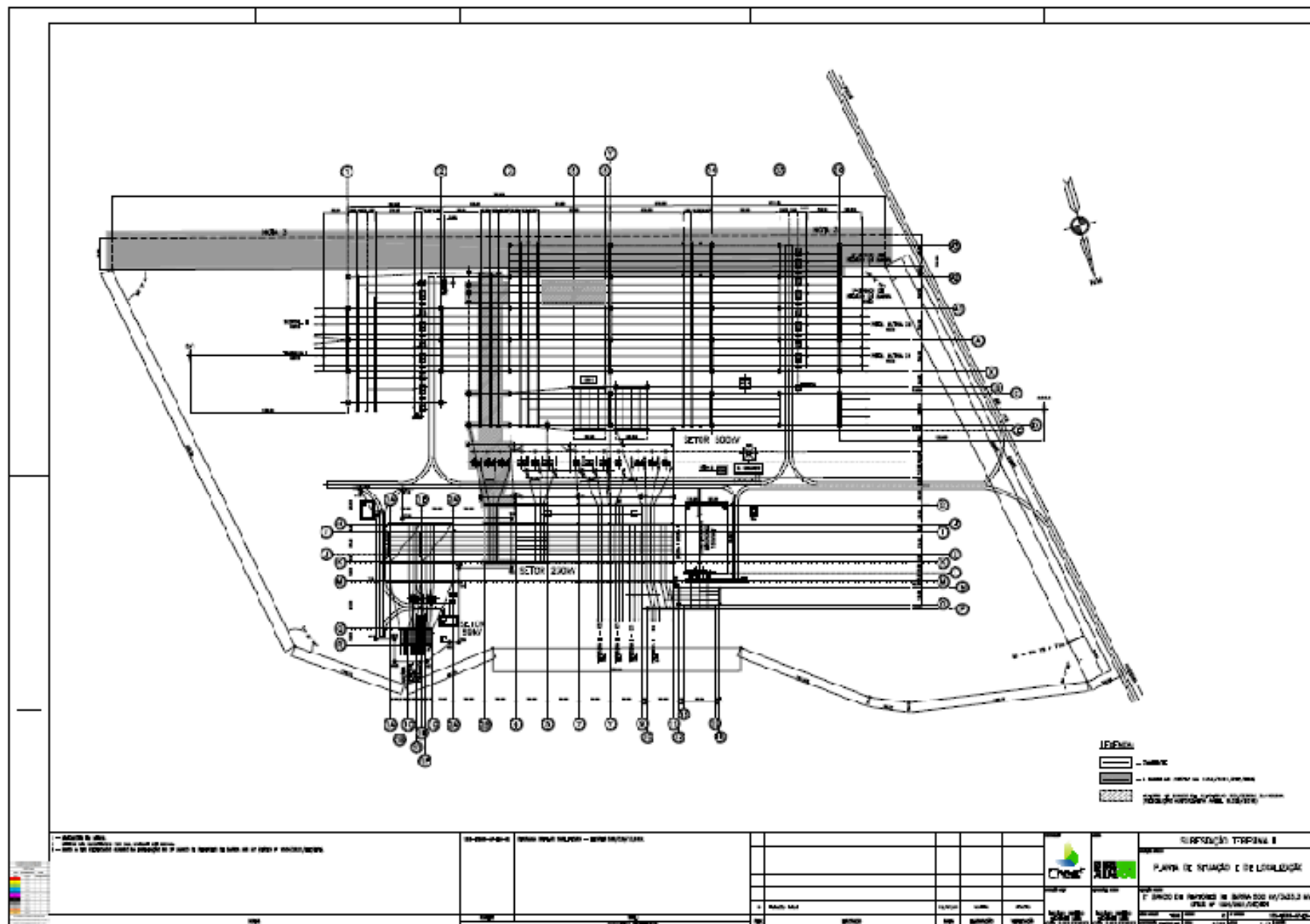
Data: 28/06/2021

Revisão:

Página: 4 - 4

ANEXO → DIAGRAMA UNIFILAR A SER INFORMADO PELA CHESF

100-TSD06-AP-EM-DU - Diagrama Unifilar Simplificado
102-TSD06-AP-EM-PS - Planta de Situação e Localização



9 REFERÊNCIAS

- [1]. EPE-DEE-DEA-RE-062/2016-rev0 - "Diretrizes para Elaboração dos Relatórios Técnicos Referentes às Novas Instalações da Rede Básica", EPE - Julho/2016;
- [2]. "Critérios e Procedimentos para o Planejamento da Expansão de Sistemas de Transmissão", CCPE/CTET - Janeiro/2001;
- [3]. "Base de Referência de Preços ANEEL" – Março/2021;

10 EQUIPE TÉCNICA

Igor Chaves – EPE/STE

Luiz Felipe Froede Lorentz – EPE/STE

Marcelo Willian Henriques Szrajbman – EPE/STE

Maria de Fátima Carvalho Gama – EPE/STE

Marcos Vinicius Gonçalves da Silva Farinha – EPE/STE

Paulo Fernando de Matos Araújo – EPE/STE

Vinicius Ferreira Martins – EPE/STE

11 Ficha PET

Sistema Interligado da Região NORDESTE

Empreendimento: SE 500 kV TERESINA II (Ampliação)	UF: PI
	DATA DE NECESSIDADE: Jan/2026
	PRAZO DE EXECUÇÃO: 48 meses

Justificativa:

Controle de Tensão na Área Norte da Região Nordeste

Obras e Investimentos Previstos: (R\$ x 1.000)

2º Reator de Barra 500 kV, 4 x 66,6 MVA 1 Φ	17.659,92
CRB (Conexão de Reator de Barra) 500 kV, Arranjo DJM	9.588,60
IB (Interligação de Barras) 500 kV, Arranjo BD4	11.478,04
MIM - 500 kV	3.347,76

Total de Investimentos Previstos: **42.074,32**

Situação atual:

Observações:

Documentos de referência:

- [1] EPE-DEE-NT-077/2021-REV0 – Estudo de Compensação Reativa na Área Norte da Região Nordeste
- [2] BASE DE REFERÊNCIA DE PREÇOS ANEEL – MARÇO/2021.