



Empresa de Pesquisa Energética

ESTUDOS PARA A EXPANSÃO DA TRANSMISSÃO

DIAGNÓSTICO REGIONAL DA REDE ELÉTRICA – PDE 2030

VOLUME V – GET São Paulo
São Paulo

Abril de 2021

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



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



GOVERNO FEDERAL
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministério de Minas e Energia

Ministro

Bento Costa Lima Leite de Albuquerque Júnior

Secretário-Executivo do MME

Marisete Fátima Dadald Pereira

Secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético

Paulo César Magalhães Domingues

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

DIAGNÓSTICO REGIONAL DA REDE ELÉTRICA – PDE 2030

VOLUME V – GET São Paulo



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

Ângela Livino

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

Sede

Esplanada dos Ministérios, Bloco "U", sala 744
70065-900 - Brasília – DF

Escritório Central

Praça Pio X, nº 54
20091-040 - Rio de Janeiro – RJ

Coordenação Geral

Thiago Vasconcellos Barral Ferreira
Erik Eduardo Rego

Coordenação Executiva

José Marcos Bressane

Equipe Técnica

Daniel José Tavares de Souza
Fábio de Almeida Rocha
Vanessa Stephan Lopes

Nº EPE-DEE-RE-034/2021-rev0

Data: 15/04/2021

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



Contrato

Data de assinatura

Projeto

ESTUDOS PARA A EXPANSÃO DA TRANSMISSÃO

Área de estudo

Diagnóstico Regional da Rede Elétrica

Sub-área de estudo

GET São Paulo

Produto (Nota Técnica ou Relatório)

EPE-DEE-RE-034/2021-rev0

VOLUME V – GET São Paulo

Revisões

Data

Descrição sucinta

rev0

15/04/2021

Emissão Original

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

APRESENTAÇÃO

Este relatório é um dos 6 (seis) volumes que compõem o diagnóstico da rede elétrica brasileira, com avaliações de desempenho futuro do Sistema Interligado Nacional – SIN no horizonte 2024-2033. Cada volume apresenta os resultados para as seis regiões geoeletricas abrangidas pelos Grupos de Estudos de Transmissão (GETs) da EPE: GET Norte, GET Nordeste, GET Centro-Oeste, GET Sudeste, GET São Paulo e GET Sul.

O objetivo principal do diagnóstico é trazer um panorama sobre possíveis restrições futuras da rede, identificando data prevista da restrição, grau de severidade e localização. Esses dados servirão de insumos para a abertura de novos estudos de planejamento da transmissão e sua priorização no âmbito da programação de estudos de cada GET.

Dado esse objetivo, salienta-se, quanto à metodologia empregada para o diagnóstico, que a análise do desempenho elétrico do sistema concentrou-se nas condições operativas em regime permanente, em condições normais e também considerando a incidência de contingência simples, com o objetivo de identificar eventuais subtensões ou sobrecargas em instalações da Rede Básica.

Entende-se que as análises assim realizadas possibilitam a identificação e antecipação dos principais problemas a serem melhor investigados em estudos específicos subsequentes.

Dentro desse contexto, não obstante tenham sido feitas sensibilidades gerais sobre os casos de referência, salienta-se que esse diagnóstico não visou esgotar a avaliação do comportamento do sistema em múltiplos pontos de operação, o que naturalmente será efetuado na ocasião dos estudos identificados.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	7
SUMÁRIO.....	8
ÍNDICE DE FIGURAS.....	9
ÍNDICE DE TABELAS.....	10
1 INTRODUÇÃO.....	11
2 CONCLUSÕES.....	12
3 RECOMENDAÇÕES DE ESTUDOS FUTUROS NO ÂMBITO DO GET.....	13
4 DESCRIÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO DE INTERESSE.....	14
4.1 Evolução da Expansão do Mercado.....	14
4.2 Evolução da Expansão da Geração.....	16
4.3 Evolução da Expansão da Transmissão.....	17
5 DESCRIÇÃO DOS CENÁRIOS CRÍTICOS ANALISADOS.....	19
6 RESULTADOS DO DIAGNÓSTICO DA REDE.....	20
6.1 Estado de São Paulo.....	22
6.1.1 Violações de Carregamento.....	22
6.1.2 Violações de Tensão.....	27
7 REFERÊNCIAS.....	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1- Sistema Elétrico do Estado de São Paulo.....	14
Figura 4.2- Total da Carga Ativa por Patamar em São Paulo	15
Figura 4.3- Evolução da Carga Pesada – Ciclo 2029x2030	15
Figura 4.4- Evolução da Carga Média – Ciclo 2029x2030	15
Figura 4.5- Evolução da Carga Leve – Ciclo 2029x2030.....	15
Figura 6.1- Carregamento do Transformador 230/88 kV SE Manoel da Nóbrega.....	22
Figura 6.2- Carregamento do Transformador 345/88 kV SE Miguel Reale.....	23
Figura 6.3- Carregamento do Transformador 345/88 kV SE Milton Fornasaro.....	24
Figura 6.4- Carregamento do Transformador 345/88 kV SE Nordeste	25
Figura 6.5- Carregamento do Transformador 345/88 kV SE Terminal Oeste.....	26
Figura 6.6- Carregamento do Transformador 345/138 kV SE Campinas	27

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3-1– Estudos de transmissão previstos para 2021 na programação do GET São Paulo	13
Tabela 3-2 – Lista de estudos propostos por este diagnóstico para o GET São Paulo	13
Tabela 4-1 – Matriz energética do estado de São Paulo – ano 2024	16
Tabela 4-2 – Matriz energética do estado de São Paulo – ano 2033	16
Tabela 4-3 – Empreendimentos de transmissão previstos para o sistema de São Paulo.....	17

1 INTRODUÇÃO

Conforme estabelecido na Lei nº 10.847, de 15 de março de 2004, art. 4º, cabe à Empresa de Pesquisa Energética – EPE a elaboração de estudos necessários para o desenvolvimento dos planos de expansão da geração e transmissão de energia elétrica de curto, médio e longo prazos. Neste contexto, visando identificar as condições futuras de atendimento às diversas áreas geoeletricas do Sistema Interligado Nacional - SIN, a EPE realiza, anualmente, um amplo diagnóstico do desempenho elétrico da rede nacional.

Os resultados desse diagnóstico visam identificar a necessidade de eventuais novos estudos específicos de planejamento da expansão da rede elétrica brasileira, servindo de insumo para [a Programação de Estudos Anual](#), publicada pela EPE até o dia 15 de dezembro de cada ano, após aprovação do Ministério de Minas e Energia – MME.

O presente ciclo de diagnóstico utiliza como ponto de partida [a base de dados elétricas do SIN](#) disponibilizada pela EPE no âmbito do Plano Decenal de Energia - PDE 2030. O horizonte de diagnóstico se inicia no ano de 2024 – prazo mínimo para efetiva entrada em operação de reforços estruturais – e vai até o ano de 2033, permitindo uma visão de futuro três anos à frente do horizonte decenal.

A [Portaria MME nº 215, de 11 de maio de 2020](#) instituiu os Grupos de Estudos de Transmissão – GETs, cuja abrangência eletrogeográfica, definida pela EPE, consta na [Portaria EPE/DEE nº 1, de 12 de janeiro de 2021](#). Visando facilitar a organização, a apresentação e a divulgação dos resultados dos diagnósticos regionais, os resultados das análises são representados em um total de 6(seis) volumes, sendo um volume para cada GET, conforme segue:

- **VOLUME I – GET Norte** – Amapá | Amazonas | Maranhão | Pará | Roraima | Tocantins
- **VOLUME II – GET Nordeste** – Alagoas | Bahia | Ceará | Paraíba | Pernambuco | Piauí | Rio Grande do Norte | Sergipe
- **VOLUME III – GET Centro-Oeste** – Acre | Distrito Federal | Goiás | Mato Grosso | Rondônia
- **VOLUME IV – GET Sudeste** – Espírito Santo | Minas Gerais | Rio de Janeiro
- **VOLUME V – GET São Paulo** – São Paulo
- **VOLUME VI – GET Sul** – Mato Grosso do Sul | Paraná | Rio Grande do Sul | Santa Catarina

Dentro do processo cíclico dos estudos de planejamento, os novos estudos identificados, uma vez priorizados, passarão a ser desenvolvidos a partir do ano de 2021, realimentando as informações indicativas que constarão do próximo ciclo do PDE.

2 CONCLUSÕES

Foram realizadas diversas simulações de fluxo de potência no sistema de transmissão do estado de São Paulo, onde alguns cenários de geração e carga foram observados. O diagnóstico traçado no horizonte do decenal 2024-2033 mostrou que, devido a robustez do sistema, as condições de atendimento são satisfatórias em todo o estado. Algumas violações de carregamento nas transformações de fronteira foram detectadas e serão tratadas em estudos propostos para o GET São Paulo. Cabe destacar que não foram observados problemas de carregamento em regime normal ou emergência em quaisquer das linhas de transmissão que compõe a Rede Básica desse sistema.

É importante destacar que as obras de reforços listadas no item expansão da transmissão, foram fundamentais para a atual robustez do sistema de transmissão do estado de São Paulo. Os investimentos aplicados nos últimos anos na expansão do sistema, bem como os novos empreendimentos licitados, como exemplo, os mais de 50 quilômetros em linhas de transmissão subterrâneas na região metropolitana de São Paulo, aumentam consideravelmente a confiabilidade do sistema elétrico paulista.

O mercado do estado de São Paulo apresentou uma leve retração, em torno de 2%, em relação ao ciclo anterior.

Em função da retração do mercado, este diagnóstico reavaliou algumas obras indicativas e recomenda que as ampliações das transformações da SE 440/138 kV Cabreúva, SE 440/138 kV Araraquara e SE 440/138 kV Piracicaba tenham as suas datas de necessidade postergadas para o ano de 2033.

Em relação à geração de energia, o estado de São Paulo permanece com um grande potencial para as fontes solares e térmicas à biomassa. Mesmo com o atual cenário de retração econômica, faz-se necessário um acompanhamento e a execução de estudos prospectivos para que o sistema esteja preparado e dotado de margem para o escoamento de energia de futuros empreendimentos de geração, com destaque para a região Noroeste do estado.

Por fim, as análises efetuadas neste trabalho de avaliação e diagnóstico do sistema elétrico de São Paulo, no horizonte decenal 2024 a 2033, apontaram a necessidade de três atividades ou estudos para definir soluções estruturais em pontos de fronteira que apresentaram sobrecarga, são eles: SE Terminal Oeste 345/88 kV (2026); SE Campinas 345/138 kV (2029) e SE Milton Fornasaro 345/88 kV (2029).

3 RECOMENDAÇÕES DE ESTUDOS FUTUROS NO ÂMBITO DO GET

Atendendo ao disposto no §4º do Art. 3º da Portaria nº 215, de 11 de maio de 2020, a EPE divulga trimestralmente um informe contendo o estágio de execução dos estudos de transmissão previstos de serem realizados sob a sua coordenação ao longo do ano, a tabela a seguir mostra os estudos do GET São Paulo programados para o ano de 2021.

Tabela 3-1– Estudos de transmissão previstos para 2021 na programação do GET São Paulo

Estudo/Atividade	Status	Previsão de Término
Reforço do sistema de 88 kV na região de Guarulhos	Em andamento	Julho/2021
Atendimento à região de Jaú	Em andamento	Julho/2021
Reforço do sistema da região central da cidade de São Paulo	Em andamento	Dezembro/2021

A tabela a seguir apresenta de maneira simplificada, a lista de estudos propostos, a partir do diagnóstico realizado e que deverão ser realizados no âmbito do GET São Paulo.

Tabela 3-2 – Lista de estudos propostos por este diagnóstico para o GET São Paulo

Estudo/Atividade	Ano de necessidade da solução estrutural
Atendimento à região de Sorocaba	2026
Avaliação da substituição dos transformadores 345/138 kV da SE Campinas	2029
Avaliação da transformação 345/88 kV da SE Milton Fornasaro	2029

4 DESCRIÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO DE INTERESSE

O sistema elétrico dos estados de São Paulo é formado por uma malha de transmissão de Rede Básica com tensões de 500 kV, 440 kV, 345 kV e 230 kV. Além dos equipamentos de Rede Básica, o sistema do estado conta as Demais Instalações de Transmissão (DIT) nas tensões de 138 kV, 88 kV e 69 kV.

O desempenho dos sistemas de 440 kV e 500 kV é fortemente influenciado por grandes blocos de potência oriundos das usinas do Madeira e Itaipu, cujas potências são transmitidas pelos bipolos que chegam na SE Araraquara e SE Tijuco Preto, respectivamente.

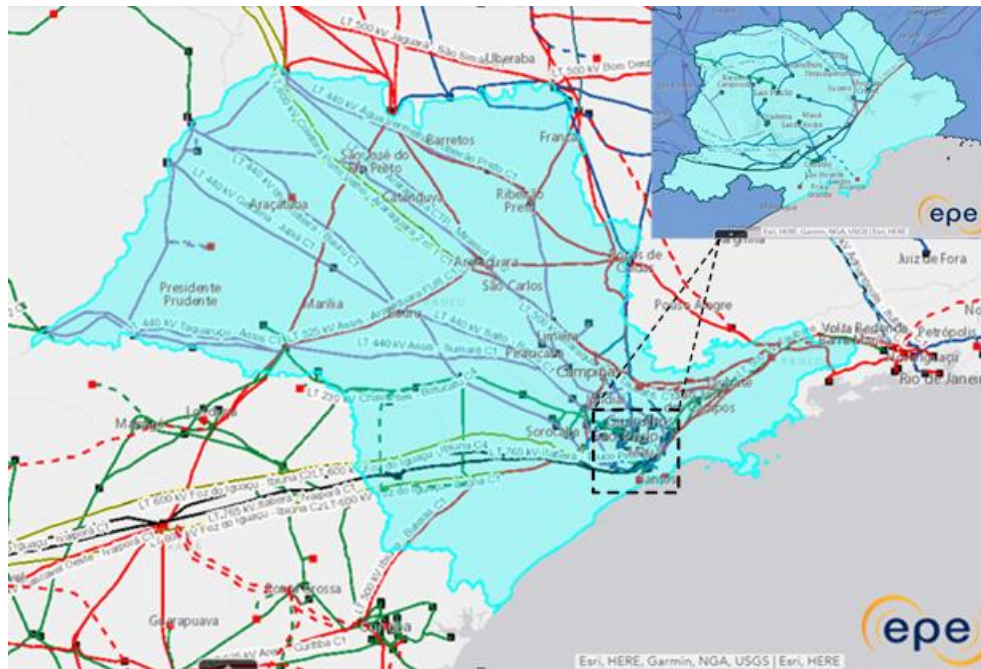


Figura 4.1- Sistema Elétrico do Estado de São Paulo

4.1 Evolução da Expansão do Mercado

Os maiores centros de consumo do estado de São Paulo estão localizados nas regiões metropolitanas de São Paulo e Campinas.

De acordo com as previsões de mercado encaminhadas pelas empresas distribuidoras de São Paulo, o crescimento médio da carga no estado será de aproximadamente 1,8% ao ano.

O sistema elétrico do estado de São Paulo apresenta a ponta da demanda no patamar de carga média.

Em relação ao ciclo anterior, o mercado apresentou uma retração média de 1,7% e 2,8% nos patamares de carga pesada e média respectivamente.

As figuras a seguir apresentam a evolução das previsões de carga encaminhadas pelas distribuidoras e que constam dos casos base de trabalho do Plano Decenal 2030. É importante destacar que esses casos base também possuem previsões de crescimento do mercado para os anos subsequentes ao horizonte de análise do Plano Decenal (2031 e 2033).

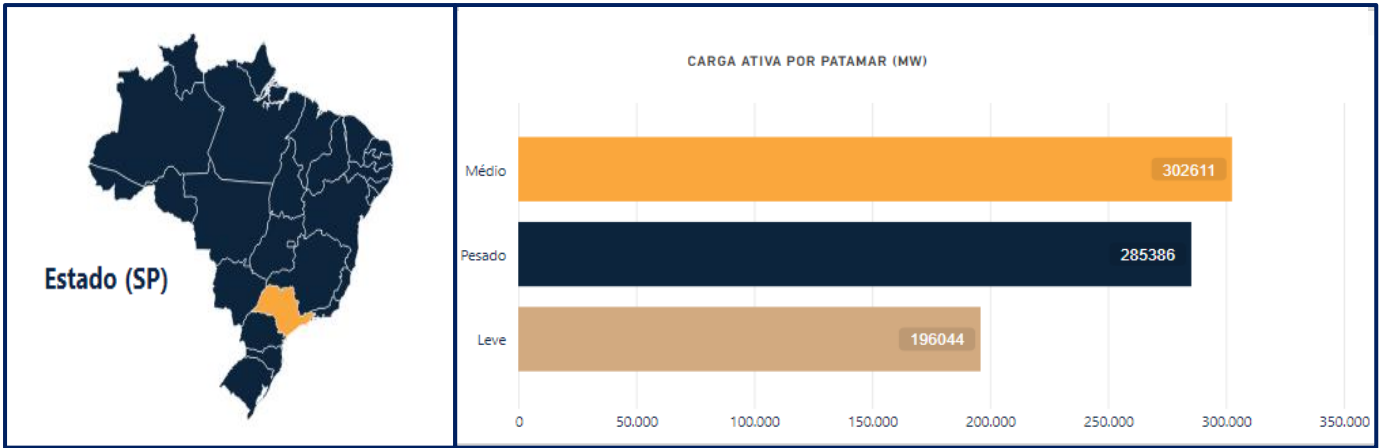


Figura 4.2- Total da Carga Ativa por Patamar em São Paulo

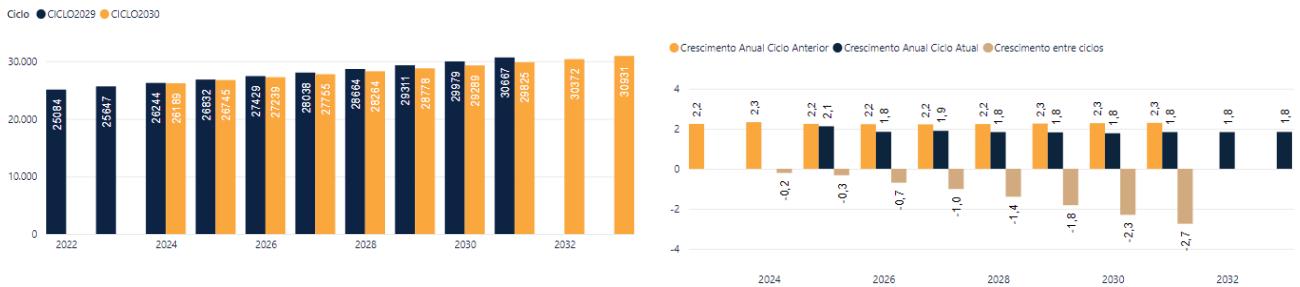


Figura 4.3- Evolução da Carga Pesada – Ciclo 2029x2030

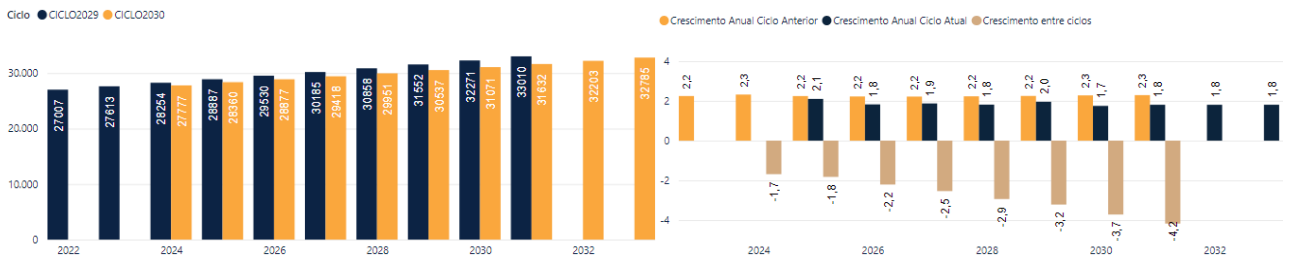


Figura 4.4- Evolução da Carga Média – Ciclo 2029x2030

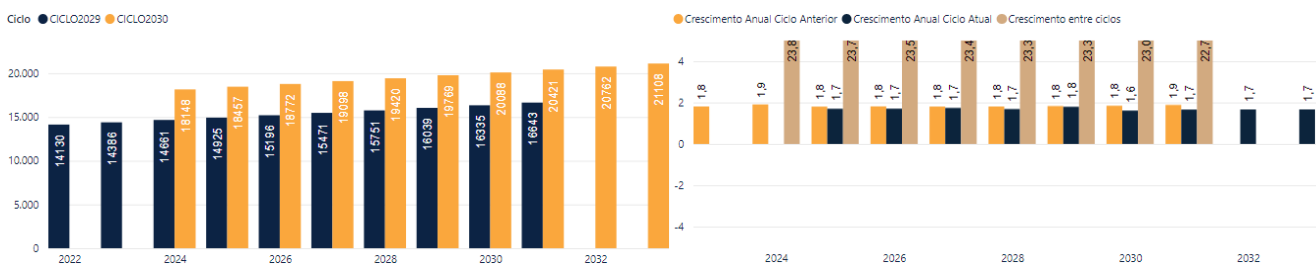


Figura 4.5- Evolução da Carga Leve – Ciclo 2029x2030

4.2 Evolução da Expansão da Geração

O parque gerador do estado de São Paulo cresce um pouco menos que 1,5% (cerca de 287 MW) ao longo do horizonte do PDE 2030. O estado de São Paulo possui uma matriz energética predominantemente hidráulica, com 70% de participação. As bacias dos rios Tietê, Pardo e Paraná concentram grande parte das usinas de grande porte da região. As Tabela 4-1 e Tabela 4-2 mostram o montante de geração por fonte em todo o estado de São Paulo no ano inicial e no ano horizonte do período analisado, respectivamente.

Tabela 4-1 – Matriz energética do estado de São Paulo – ano 2024

Fonte	[MW]	[%]
UHE	13434	70,0
PCH/CGH	199	1,0
EOL	0	0,0
Solares	389	2,0
UTE	1273	6,7
Biomassa	3888	20,3
Total	19183	100,0

Tabela 4-2 – Matriz energética do estado de São Paulo – ano 2033

Fonte	[MW]	[%]
UHE	13434	69,0
PCH/CGH	234	1,2
EOL	0	0
Solares	479	2,5
UTE	1303	6,7
Biomassa	4020	20,6
Total	19470	100,0

Com relação às tabelas acima, cabe destacar que se referem apenas à geração contratada (sem considerar a expansão indicativa), sendo que o maior destaque fica no aumento de geração solar, que com cerca de 90MW, representa a maior variação da matriz energética do estado de São Paulo no período. A geração através de biomassa também apresenta um leve crescimento no ciclo 2024-2033.

4.3 Evolução da Expansão da Transmissão

A tabela a seguir apresenta o conjunto de empreendimentos de transmissão localizados no estado de São Paulo, ou que influenciam diretamente o desempenho elétrico de seu sistema, e que está representado nos casos base do Plano Decenal 2030.

Tabela 4-3 – Empreendimentos de transmissão previstos para o sistema de São Paulo

Nome do Empreendimento	Itens de obra	Data prevista
SE 500/440/230 kV Taubaté	2º ATF 500/440 kV, (3 + 1R) x 400 MVA 1Φ	2021
LT 230 kV Itararé II - Capão Bonito, C1	Circuito Simples 230 kV, 1 x 636 MCM (GROSBEAK), 112 km	2023
LT 440 kV Ilha Solteira - Três Irmãos, C2	Circuito Simples 440 kV, 4 x 636.0 MCM (Grosbeak), 2,5 km Circuito Simples 440 kV, 4 x 636.0 MCM (Grosbeak), 35,5 km	2023
LT 230 kV Henry Borden - Manoel da Nóbrega, C1 e C2 (CD)	Circuito Duplo 230 kV, 2 x 636 MCM (Grosbeak), 20 km	2023
SECC LT 345 kV Tijuco Preto - Baixada Santista, C3, na SE Domênico Rangoni	Circuito Duplo 345 kV, 2 x 954 MCM (Rail), 27 km	2023
SE 345/138 kV Domênico Rangoni	1º e 2º TF 345/138 kV, (6+1R) x 133 MVA 1Φ	2023
SE 230/138/88 kV Manoel da Nóbrega	1º e 2º ATF 230/138 kV, (6+1R) x 75 MVA 1Φ 1º ATF 230/138-88 kV, (3+1R) x 75 MVA 1Φ	2023
SECC LT 440 kV Araraquara - Mogi Mirim III, C1 (CD), na SE Araras	Circuito Duplo 440 kV, 4 x 636 MCM (Grosbeak), 1 km	2024
SECC LT 440 kV Bom Jardim - Água Azul, C1 (CD), na SE Fernão Dias	Circuito Duplo 440 kV, 4 x 636 MCM (GROSBEAK), 32 km	2024
SE 230/88 kV São José dos Campos	1º, 2º e 3º TF 230/138 kV, (9+1R) x 100 MVA 1Φ	2024
SE 230/88 kV Aparecida	1º, 2º e 3º TF 230/138 kV, (9+1R) x 33 MVA 1Φ	2024
SE 440/138 kV Mirassol II	3º TF 440/138 kV, 3 x 100 MVA 1Φ	2024
SE 345/88 kV Ramon Reberte Filho	4º TF 345/138-88 kV, 3 x 133,3 MVA 1Φ	2024
SE 345/88 kV Leste	4º TF 345/138-88 kV, 3 x 133,3 MVA 1Φ	2024
SE 345 kV Miguel Reale	3º TF 345/138 kV, 3 x 133,33 MVA 1Φ	2024
SE 500/440/138 kV Água Vermelha	2º TF 440/138 kV, (3 + 1R) x 100 MVA 1Φ	2024
SE 230/138 kV Capão Bonito	1º, 2º e 3º ATF 230/138 kV, (9+1R) x 50 MVA 1Φ	2024
LT 230 kV Taubaté - São José dos Campos, C2 (CD)	Circuito Duplo (C2) 230 kV, 2 x 636.0 MCM (Grosbeak), 35 km	2025

Nome do Empreendimento	Itens de obra	Data prevista
LT 345 kV Norte - Miguel Reale, C3 e C4 (CD)	Subterrânea 1600 mm ² CD, 14,5 km	2025
LT 345 kV Interlagos - Piratininga II, C3 e C4 (CD)	Circuito Duplo 345 kV, 3 x 954 MCM (Rail), 0,76 km (reconstrução)	2026
LT 345 kV São Miguel - Ramon Reberte Filho, C1 e C2 (CD)	Subterrânea 1600 mm ² CD, 9,1 km	2026
LT 345 kV Miguel Reale - São Caetano do Sul, C1 e C2 (CD)	Subterrânea 1600 mm ² CD, 7,8 km	2026
LT 345 kV Sul - São Caetano do Sul, C1 e C2 (CD)	Subterrânea 2500 mm ² CD, 14,1 km	2026
LT 345 kV Norte - São Miguel, C1 e C2 (CD)	Subterrânea 1600 mm ² CD, 8,1 km	2026
LT 230 kV Itararé II - Avaré Nova, C1	Circuito Simples 230 kV, 1 x 636 MCM (Grosbeak), 145 km	2026
SECC LT 345 kV Tijuco Preto - Ibiúna, C1 (CD), na SE Sul	Circuito Duplo 345 kV, 3 x 954.0 MCM (RAIL), 12 km	2026
SECC LT 230 kV São José dos Campos - Mogi das Cruzes, C1 (CD), na SE Dom Pedro I	Circuito Duplo 230 kV, 2 x 636 MCM (GROSBEAK), 10 km	2026
SE 230/88 kV Dom Pedro I	1° e 2° TF 230/138 kV, (6+1R) x 50 MVA 1Φ	2026
SE 345/88 kV São Miguel	1°, 2° e 3° TF 345/88 kV, (9+1R) x 133,33 MVA 1Φ	2026
SE 345/88 kV São Caetano do Sul	1° e 2° TF 345/138 kV, (6+1R) x 133,33 MVA 1Φ	2026
SE 500/138 kV Morro Agudo	3° TF 500/138 kV, 3 x 133 MVA 1Φ	2026
SE 500/440/230 kV Taubaté	1º ATF 500/440 kV, 3 x 400 MVA 1Φ	2030
SE 230/88 kV Santa Cabeça	1°, 2° e 3° ATF 230/138 kV, (9+1R) x 100 MVA 1Φ	2030
SE 345/230/88 kV Itapeti	3° TF 345/138 kV, 3 x 133,33 MVA 1Φ	2030
SE 440/230 kV Cabreúva	4º ATF 440/230 kV, 3 x 250 MVA 1Φ	2033*
SE 440/138 kV Piracicaba	3º TF 440/138 kV, 3 x 133 MVA 1Φ	2033*
SE 440/138 kV Araraquara	4º TF 440/138 kV, 3 x 100 MVA 1Φ	2033*

*Este diagnóstico avaliou que as ampliações das transformações da SE 440/138 kV Cabreúva, SE 440/138 kV Araraquara e SE 440/138 kV Piracicaba podem ser postergadas para o ano de 2033.

5 DESCRIÇÃO DOS CENÁRIOS CRÍTICOS ANALISADOS

Para a análise do diagnóstico do estado de São Paulo foram considerados quatro cenários:

- a) Cenário Norte Úmido Carga Média – O primeiro cenário considerado é o caso do Norte Úmido com Carga Média. No estado de São Paulo este cenário apresenta a carga mais severa para o sistema e, em que as Usinas a Biomassa do estado não são despachadas pois o período é coincidente com a entressafra da cana de açúcar no estado. Este caso foi utilizado para verificação de violações de tensão e fluxo no estado.
- b) Cenário Norte Úmido Carga Média com Geração Crítica nas Usinas do Rios Pardo e Tietê – Este segundo cenário é uma variação do primeiro em que as Usinas dos Rios Pardo e Tietê estão disponíveis para gerar apenas 35% de sua capacidade instalada. Este cenário crítico é utilizado para a verificação de violações de tensão, mas principalmente violações de fluxo uma vez que a baixa geração nessas bacias aumenta o fluxo de interligação nas linhas do estado.
- c) Cenário Norte Seco Carga Pesada – Este terceiro cenário representa o período de safra da Cana de açúcar, onde as usinas à biomassa entregam o máximo de sua capacidade ao sistema.
- d) Cenário de Carga Mínima – O Cenário de carga mínima foi utilizado, principalmente para a verificação de violações de tensão.

6 RESULTADOS DO DIAGNÓSTICO DA REDE

Ao longo dos últimos anos foram realizados diversos estudos de expansão da transmissão com recomendações que visaram eliminar no médio/longo prazo todos os problemas relativos ao não atendimento aos critérios de Planejamento da Rede Básica e Rede Básica de Fronteira que atende ao estado de São Paulo. A ação para atingir esse objetivo foi montada de acordo com cinco diferentes frentes, a saber:

1. Ampliação de SEs existentes: Foram propostas diversas obras nesse sentido de modo que o critério N-1 para a Rede Básica de Fronteira fosse atendido para todas as SEs do estado. Dentre as SEs reforçadas estão: Nova Porto Primavera, Capão Bonito, Itararé, Água Vermelha, Taubaté, Mirassol II, Getulina, Cabreúva, Piracicaba, Morro Agudo, Miguel Reale, Ramon Rebert Filho, Salto Grande, Leste, Nordeste, Itapeva, Campinas, Itapeti, Aparecida, Santa Cabeça, São José dos Campos e Assis. Destacamos, em particular, ampliação das SEs Leste, Miguel Reale, Nordeste e Ramon Rebert, pois são responsáveis por atender parte da região metropolitana de São Paulo.
2. Obras associadas ao Bipolo de Belo Monte – Com a chegada dos bipolos de Belo Monte em Estreito (Minas Gerais) e Terminal Rio (Rio de Janeiro), o estado de São Paulo que já era ponto de chegada dos bipolos do Madeira em Araraquara e de Itaipu em Tijuco Preto necessitou de novas obras de reforço para manter a confiabilidade da Rede Básica que atende o estado, em particular o sistema de 500 kV, além de atender ao critério de N-1. Neste contexto, destacam-se as seguintes obras: A SE Fernão Dias e seu respectivo Compensador Estático; os Compensadores Estáticos das SEs Bauru, Itatiba e Araraquara II; as linhas de transmissão de 500 kV Araraquara II – Fernão Dias, Itatiba – Bateias, Campinas – Itatiba, Fernão Dias – Terminal Rio, Estreito – Cachoeira Paulista e Campinas – Marimbondo.
3. Estudos Prospectivos: O Estudo da Região Noroeste do estado de São Paulo teve por objetivo identificar e recomendar obras para permitir o escoamento do potencial de usinas fotovoltaicas e de térmicas a biomassa, assim como solucionar problemas elétricos para o atendimento da demanda da região noroeste do estado de São Paulo.

Os pontos de conexão normalmente cadastrados nos leilões de energia pelos empreendedores de geração não estão, em sua maioria, concentrados nos barramentos de fronteira, mas sim em seccionamentos de linhas de 138 kV classificadas como Demais Instalações de Transmissão (DIT). Em cenários de alta disponibilidade energética da região já se verificam exportações de excedentes de potência da malha de 138kV para a Rede Básica.

4. Implantação de novas SEs de fronteira – Nas regiões onde a Rede Básica apresentou menor custo global para atendimento de médio/longo prazo do mercado local, foram indicadas novas SEs de fronteira, destacando-se as seguintes SEs: 345/88 kV São Miguel, 345/88 kV São Caetano do Sul, 230/88 kV Dom Pedro I, 345/138 kV Domênico Rangoni, 230/138-88 kV Manoel da Nóbrega, 230/138 kV Rosana, 440/138 kV Baguaçu e 440/138 kV Alta Paulista.
5. Eliminação de circuitos radiais – A região metropolitana de São Paulo recebeu importantes reforços através de circuitos subterrâneos que eliminam o atendimento através de sistemas radiais, aumentando assim a confiabilidade do sistema que atende a capital do estado e municípios vizinhos. Neste sentido destacam-se as seguintes LTs em 345 kV: Norte - Miguel Reale (C3 e C4), Norte – São Miguel (C1 e C2), São Miguel – Ramon Rebert Filho (C1 e C2), Miguel Reale – São Caetano do Sul (C1 e C2) e Sul – São Caetano do Sul (C1 e C2).

6.1 Estado de São Paulo

A seguir são apresentadas as violações encontradas na análise do sistema de São Paulo:

6.1.1 Violações de Carregamento

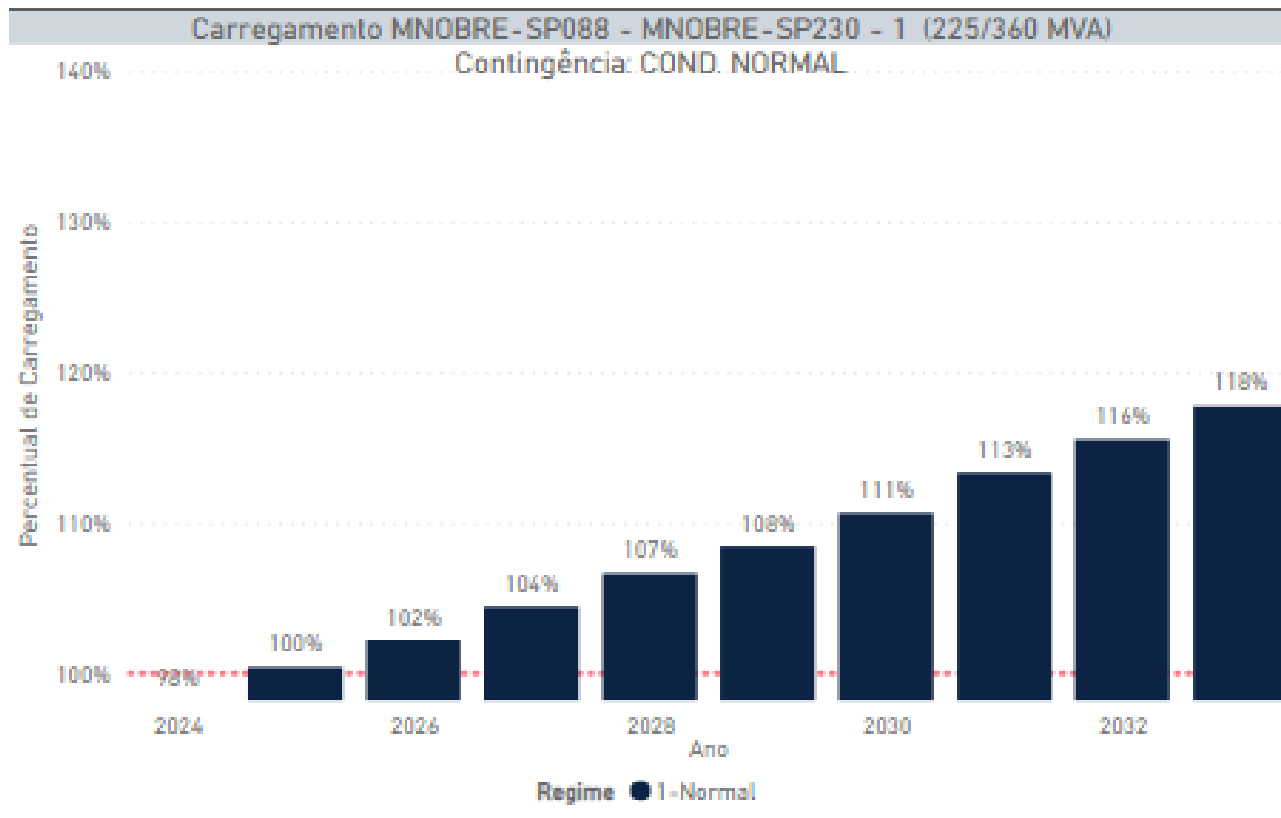


Figura 6.1- Carregamento do Transformador 230/88 kV SE Manoel da Nóbrega

A subestação Manoel da Nóbrega foi desenvolvida para atender o litoral Sul do estado de São Paulo, a região apresenta restrições ambientais que atrasaram a sua implementação. O esgotamento detectado a partir de 2026 será solucionado com a implementação do 2º banco de transformadores monofásicos 230/88 kV - 3x75 MVA, na SE Manoel da Nóbrega, conforme recomendação da nota técnica conjunta ONS NT 0129/2020 / EPE-DEE-NT-085/2020 – Análises de Médio Prazo do Grupo de Atendimento ao Litoral de São Paulo.

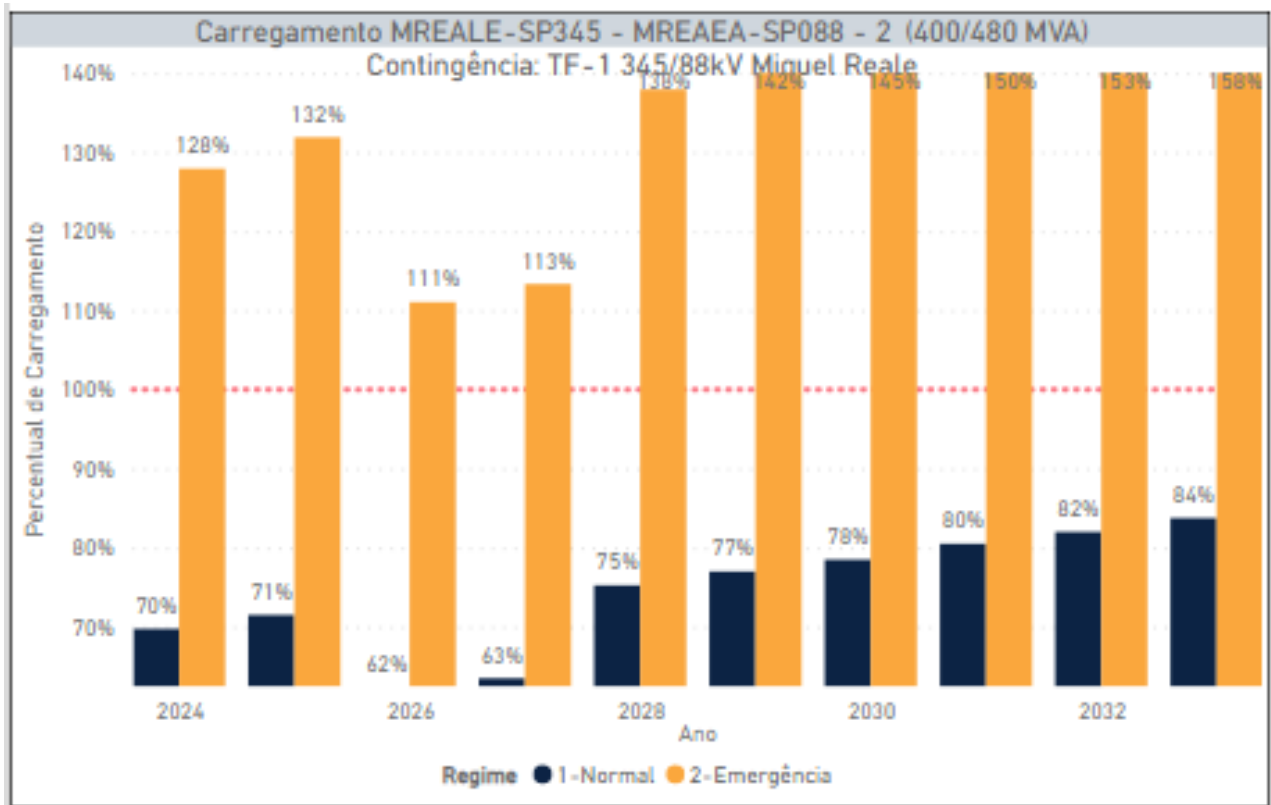


Figura 6.2- Carregamento do Transformador 345/88 kV SE Miguel Reale

O esgotamento detectado na transformação da SE Miguel Reale, desde o início do ciclo, será solucionado com a instalação do 3º banco de transformadores monofásicos 345/88 kV - 3x133,3 MVA, conforme recomendação do relatório EPE-DEE-RE-047/2019 – Estudo de Atendimento à região metropolitana de São Paulo – Sub regiões Norte, Leste e Sul.

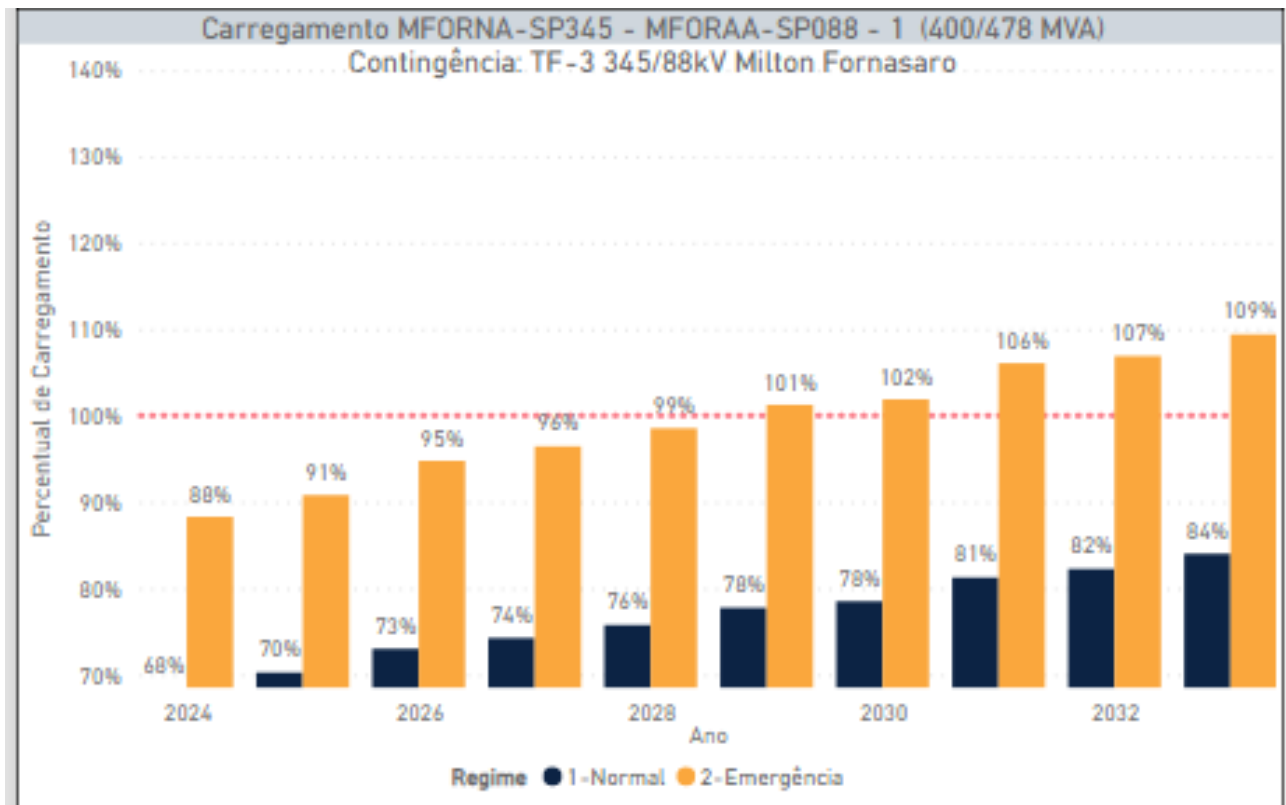


Figura 6.3- Carregamento do Transformador 345/88 kV SE Milton Fornasaro

A SE Milton Fornasaro atende a região oeste da capital paulista, esta análise indica superação na transformação 345/88 kV da subestação, na contingência de um banco, a partir de 2029. Desta maneira, este documento recomenda uma avaliação para apresentar uma solução estrutural para a violação indicada.

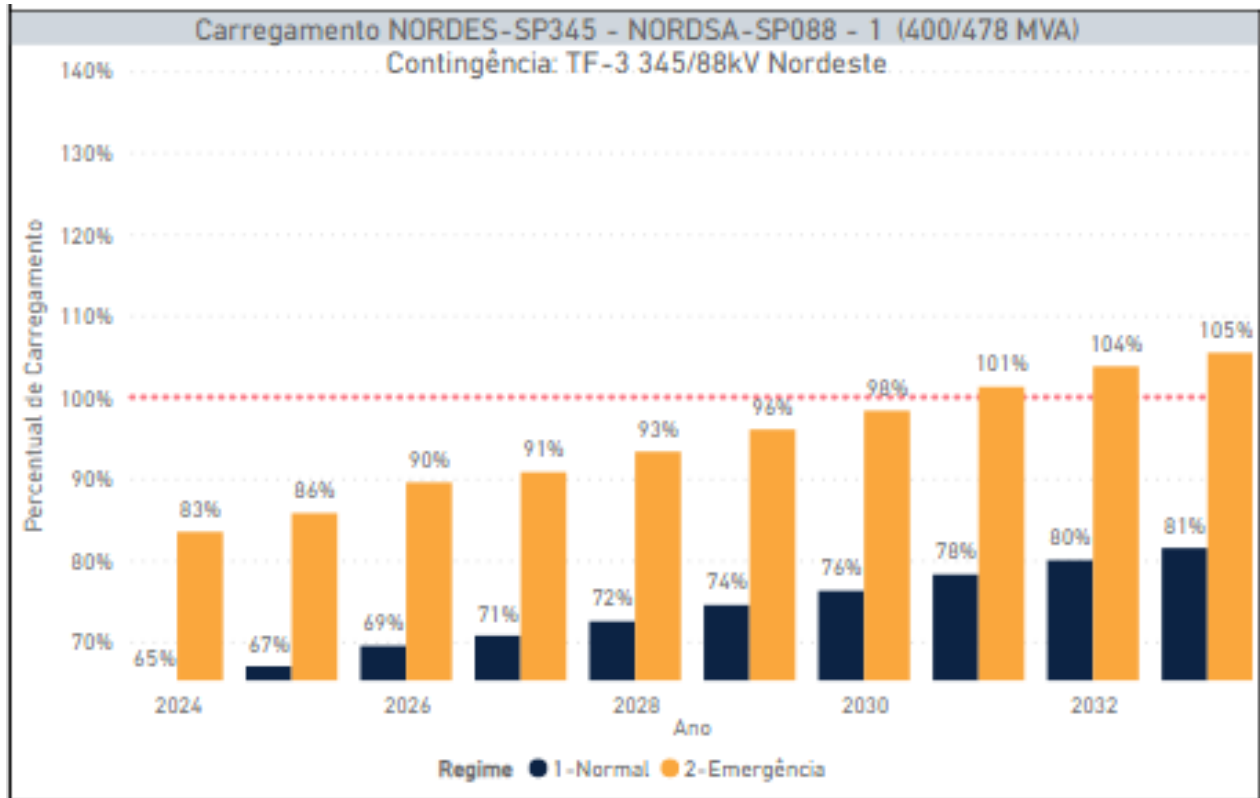


Figura 6.4- Carregamento do Transformador 345/88 kV SE Nordeste

O esgotamento detectado na transformação da SE Nordeste, a partir de 2031, será solucionado com a instalação do 4º banco de transformadores monofásicos 345/88 kV - 3x133,3 MVA, conforme recomendação indicativa do relatório EPE-DEE-RE-058/2012 – Estudo de Longo Prazo da região Metropolitana de São Paulo.

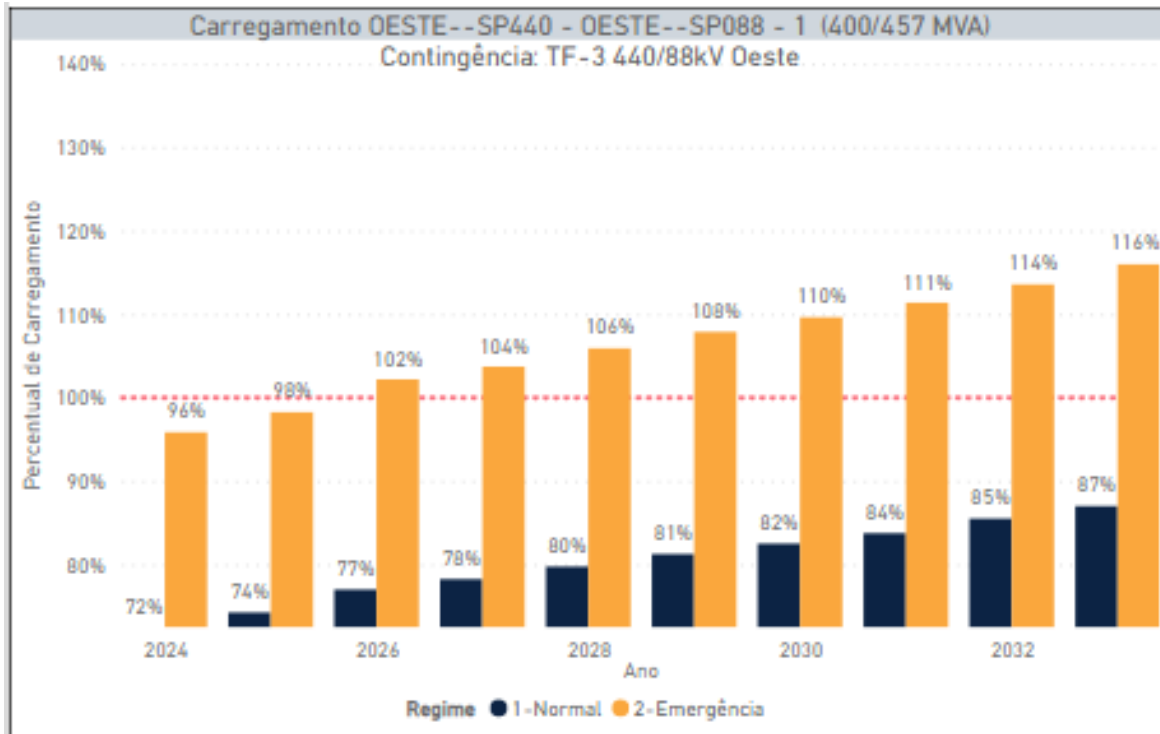


Figura 6.5- Carregamento do Transformador 345/88 kV SE Terminal Oeste

A SE Terminal Oeste é alimentada pelas linhas de transmissão vindas da SE Bauru e SE Embú. Responsável por atender a região de Sorocaba, a subestação Terminal Oeste apresentou sobrecarga em sua transformação 345/88 kV, em contingência, a partir de 2026. Desta maneira, este diagnóstico recomenda um estudo para apresentar uma solução estrutural para o atendimento à região de Sorocaba, eliminando a violação de carregamento encontrada nas simulações.

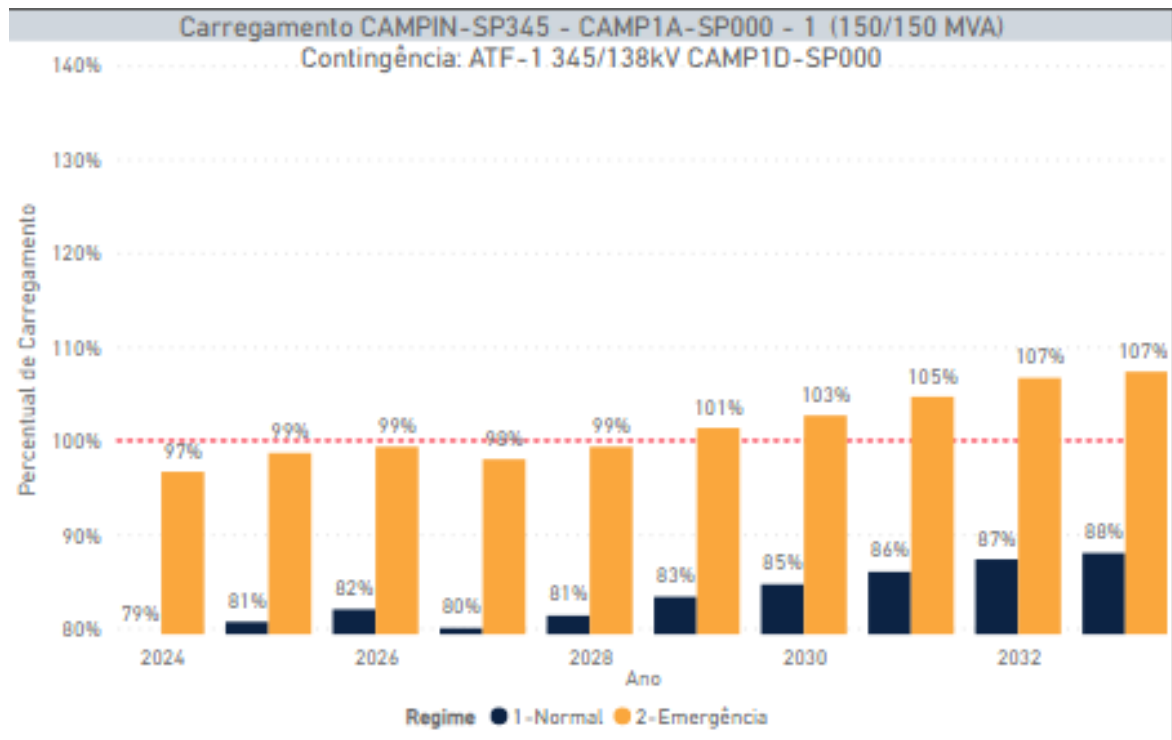


Figura 6.6- Carregamento do Transformador 345/138 kV SE Campinas

A transformação 345/138 kV da SE Campinas apresenta sobre carga, a partir de 2029, em contingência simples de um banco. Considerando que os equipamentos desta transformação encontra-se em final de sua vida útil, este documento recomenda um estudo para avaliar a substituição destes equipamentos de maneira que a violação de carregamento seja solucionada.

6.1.2 Violações de Tensão

Não foram identificadas violações de tensão relevantes em subestações de rede básica e rede básica de fronteira durante o período analisado para o estado do São Paulo.

7 REFERÊNCIAS

EPE, "Programação de Estudos Anual," 31 12 2021. [Online]. Available:

<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-547/Programa%C3%A7%C3%A3o%20Estudos%202021%20-%20final.pdf>.

EPE, "Dados para Simulações Elétricas do SIN," EPE, 18 01 2021. [Online]. Available:

<https://www.epe.gov.br/pt/areas-de-atuacao/energia-eletrica/expansao-da-transmissao/dados-para-simulacoes-eletricas-do-sin>.

Ministério de Minas e Energia, "PORTARIA Nº 215, DE 11 DE MAIO DE 2020," 11 05

2020. [Online]. Available: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-215-de-11-de-maio-de-2020-256596195>.

EPE, "PORTARIA EPE/DEE Nº 1, DE 12 DE JANEIRO DE 2021," 14 01 2021. [Online]. Available:

<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-epe/dee-n-1-de-12-de-janeiro-de-2021-298909367>.

Nota técnica conjunta ONS e EPE, "NT 0129/2020 / EPE-DEE-NT-085/2020" – "Análises de Médio Prazo do Grupo de Atendimento ao Litoral de São Paulo", Dezembro 2020.

EPE, "EPE-DEE-RE-047/2019-rev0 – "Estudo de atendimento à região metropolitana de São Paulo – Sub regiões Norte, Leste e Sul", Agosto 2019.

EPE, "EPE-DEE-RE-058/2012-rev0 – "Estudo de longo prazo da região metropolitana de São Paulo - RMSP", Setembro 2012.