



Empresa de Pesquisa Energética

DIAGNÓSTICO REGIONAL DA REDE ELÉTRICA - PDE 2032

VOLUME V – GET São Paulo

São Paulo

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

Alexandre Silveira de Oliveira

Secretário-Executivo do MME

Efrain Pereira da Cruz

Secretário de Planejamento e Transição Energética

Thiago Vasconcellos Barral Ferreira

Secretário de Energia Elétrica

Gentil Nogueira de Sá Júnior

Secretário de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis

Pietro Adamo Sampaio Mendes

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Vitor Eduardo de Almeida Saback

ESTUDOS PARA A LICITAÇÃO DA EXPANSÃO DA TRANSMISSÃO

DIAGNÓSTICO REGIONAL DA REDE ELÉTRICA – PDE 2032

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

Angela Regina Livino de Carvalho (interina)

Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais

Giovani Vitória Machado

Diretor de Estudos de Energia Elétrica

Giovani Vitória Machado (interino)

Diretor de Estudos de Petróleo, Gás e Biocombustíveis

Heloisa Borges Bastos Esteves

Diretor de Gestão Corporativa

Angela Regina Livino de Carvalho

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

Giovani Vitória Machado (interino)

Coordenação Executiva

Thiago de Faria Rocha Dourado Martins

Equipe Técnica

Daniel José Tavares de Souza (coordenação)
Fábio de Almeida Rocha
Paulo Fernando de Matos Araujo
Rodrigo Ribeiro Ferreira
Vanessa Stephan Lopes

Nº EPE-DEE-RE-028/2023-rev0

Data: 26/05/2023

(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 LICITAÇÃO DA 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-028/2023-rev0

VOLUME V – GET São Paulo

Revisões

Data

Descrição sucinta

rev0

26/05/2023

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 2026-2037. 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 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 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	1
SUMÁRIO	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE TABELAS	9
1 INTRODUÇÃO	10
2 CONCLUSÕES	12
3 RECOMENDAÇÕES	13
4 DESCRIÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO DE INTERESSE	14
4.1 Evolução da Expansão do Mercado	15
4.2 Evolução da Expansão da Geração	16
4.3 Evolução da Expansão da Transmissão	17
5 CENÁRIOS ANALISADOS	19
6 RESULTADOS DO DIAGNÓSTICO DA REDE	20
6.1 São Paulo	20
6.1.1 Violações de carregamento	20
6.1.2 Violações de tensão	29
7 ANEXOS	30
7.1 Anexo I - Empreendimentos Planejados	30
7.1.1 Expansão no Estado de São Paulo	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4-2 – Projeções de crescimento de carga para o estado de São Paulo	15
Figura 4-3 - Mapa geométrico do estado de São Paulo	17
Figura 4-4 - Mapa geométrico da região metropolitana de São Paulo	18
Figura 6-1 - Carregamento do Transformador 345/138 kV de Campinas	20
Figura 6-2 - Carregamento do Transformador 440/88 kV SE Oeste	21
Figura 6-3 - Carregamento do Transformador 440/88 kV SE Salto	21
Figura 6-4 - Carregamento do Transformador 230/138 kV SE Cerquilha	22
Figura 6-5 - Carregamento da Linha de Transmissão 230 kV São José – Taubaté.....	23
Figura 6-6 - Carregamento da LT 500 kV Campinas-Itatiba, na contingência de um circuito	23
Figura 6-7 - Carregamento do Transformador 765/500 kV SE Tijuco Preto	24
Figura 6-8 - Carregamento do Transformador 550/440 kV Fernão Dias	24
Figura 6-9 - Carregamento do Transformador 500/138 kV SE Itatiba	25
Figura 6-10 - Carregamento da LT 500 kV Itatiba-Ibiúna em regime normal.....	25
Figura 6-11 - Carregamento do Transformador 440/88 kV SE Bom Jardim.....	26
Figura 6-12 - Carregamento do Transformador 345/88 kV SE Nordeste.....	26
Figura 6-13 - Carregamento do Transformador 440/138 kV SE Ribeirão Preto	27
Figura 6-14 - Carregamento do Transformador 440/345 kV SE Santo Ângelo.....	27
Figura 6-15 - Carregamento do Transformador 440/138 kV SE Araras.....	28
Figura 6-16 - Carregamento do Transformador 440/138 kV SE Piracicaba	28
Figura 6-17 - Carregamento do Transformador 345/88 kV SE Norte.....	29

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 4-1 – Matriz energética do estado de São Paulo – Existente (*)	16
Tabela 4-2 - Matriz energética do estado de São Paulo – Expansão (*)	16
Tabela 10-1 - Expansão da transmissão planejada para o estado de São Paulo.....	30

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 a identificar a necessidade de novos estudos específicos de planejamento da expansão da rede elétrica brasileira, servindo de insumo para a Programação de Estudos Anual (EPE, 2021), 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 (EPE, 2021) disponibilizada pela EPE no âmbito do Plano Decenal de Energia - PDE 2032. O horizonte de diagnóstico se inicia no ano de 2026 – prazo mínimo para efetiva entrada em operação de reforços estruturais – e vai até o ano de 2037, permitindo uma visão de futuro três anos à frente do horizonte decenal e doze anos a partir do primeiro ano analisado.

A Portaria MME nº 215 (Ministério de Minas e Energia, 2020), de 11 de maio de 2020 instituiu os Grupos de Estudos de Transmissão – GETs, cuja abrangência eletrogeográfica¹, definida pela EPE, consta na Portaria EPE/DEE nº 1 (EPE, 2021), de 12 de janeiro de 2021. Visando a 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 | Mato Grosso | Rondônia | Goiás | DF
- **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

¹ Destaca-se, mais uma vez, que a divisão eletrogeográfica dos GETs aproxima-se da divisão geográfica do Brasil por região, mas difere em algumas situações por razões de simplificação e interconexões da rede de transmissão entre os estados

Dentro do processo cíclico dos estudos de planejamento, os novos estudos identificados, uma vez priorizados, passarão a ser desenvolvidos a partir do ano de 2023, realimentando as informações indicativas que constarão do próximo ciclo do PDE.

2 CONCLUSÕES

Foram realizadas as 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 2026-2037 mostrou que, devido a robustez do sistema, as condições de atendimento são, de forma geral, satisfatórias em todo o estado.

Algumas violações de carregamento nas transformações de fronteira e em linhas de transmissão foram detectadas e serão tratadas em estudos propostos para o GET São Paulo. Cabe destacar que não foram observados problemas de violação no nível de tensão em quaisquer das barras 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.

O mercado do estado de São Paulo apresentou uma leve retração, próximo a 1,7%, em relação ao ciclo anterior, quando considerados os patamares de carga média e pesada.

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.

Em função da retração da demanda, 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 2037.

Por fim, as análises efetuadas neste trabalho de avaliação e diagnóstico do sistema elétrico de São Paulo, no horizonte decenal 2026 a 2037, apontaram a necessidade de avaliação imediata para recomendar soluções para o atendimento à região de Campinas (SE Campinas e SE Bom Jardim) e região de Sorocaba (SE Oeste, SE Salto e SE Cerquilha).

3 RECOMENDAÇÕES

Considerando as análises de desempenho elétrico do sistema de transmissão da base de dados referente ao Plano Decenal de Energia 2032 para o GET São Paulo, bem como as ponderações efetuadas ao longo do capítulo 6, recomenda-se:

- 1) Realizar estudo de soluções estruturais para a região de Campinas. Em um primeiro momento, avaliar a substituição dos transformadores 345/138 kV de 150 MVA, em final de vida útil, por unidades de maior capacidade. Nesse estudo, avaliar também soluções para o esgotamento das transformações 500/138 kV da SE Itatiba (em 2034) e 440/88 kV da SE Bom Jardim (em 2035), além das sobrecargas nas LTs 500 kV Campinas-Itatiba e Itatiba-Ibiúna;
- 2) Avaliar e propor solução estrutural, no âmbito do estudo de atendimento à região de Sorocaba, para as sobrecargas nas transformações 440/88 kV da SE Oeste e da SE Salto;
- 3) Avaliar a viabilidade de ampliação da transformação 230/138 kV da SE Cerquilho, que apresenta sobrecarga a partir de 2028;
- 4) Avaliar o problema de carregamento da LT 230 kV Taubaté - São José, o diagnóstico apontou sobrecarga em contingência a partir de 2030;
- 5) Avaliar a implantação da nova SE Tijuco Preto II, com transformação 500/345 kV, conforme recomendado no relatório EPE-DEE-RE-029/2018-rev1 "Expansão do sistema de transmissão para escoamento do potencial termelétrico dos estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo". Essa nova subestação tem o potencial de solucionar a sobrecarga no transformador 765/500 kV da SE Tijuco Preto, identificada a partir do ano de 2030;
- 6) Avaliar a viabilidade de ampliação da transformação 500/440 kV da SE Fernão Dias, que apresenta indicação de sobrecarga na contingência de um banco transformador a partir de 2031; e
- 7) Acompanhar, durante as futuras avaliações, o desempenho das transformações: SE Ribeirão Preto 500/138 kV, SE Santo Ângelo 440/345 kV, SE Araras 440/138 kV, SE Piracicaba 440/138 kV e SE Norte 345/88 kV que, neste diagnóstico, apontaram sobrecargas no final do horizonte.

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 Belo Monte, cujas potências são transmitidas pelos bipolos em corrente contínua que chegam na SE Araraquara e na SE Estreito, respectivamente. Além disso, esses sistemas são bastante impactados pelos excedentes de geração renovável oriundos, predominantemente, da região Nordeste e do Norte de Minas Gerais, que escoam em direção aos pontos de maior concentração de carga 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 1,9% 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% nos patamares de carga pesada e média e 4,3% no patamar de carga leve.

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 2032. É importante destacar que esses casos de trabalho também contam com previsões de crescimento do mercado para os anos subsequentes ao horizonte de análise do Plano Decenal, no período de 2035 a 2037.

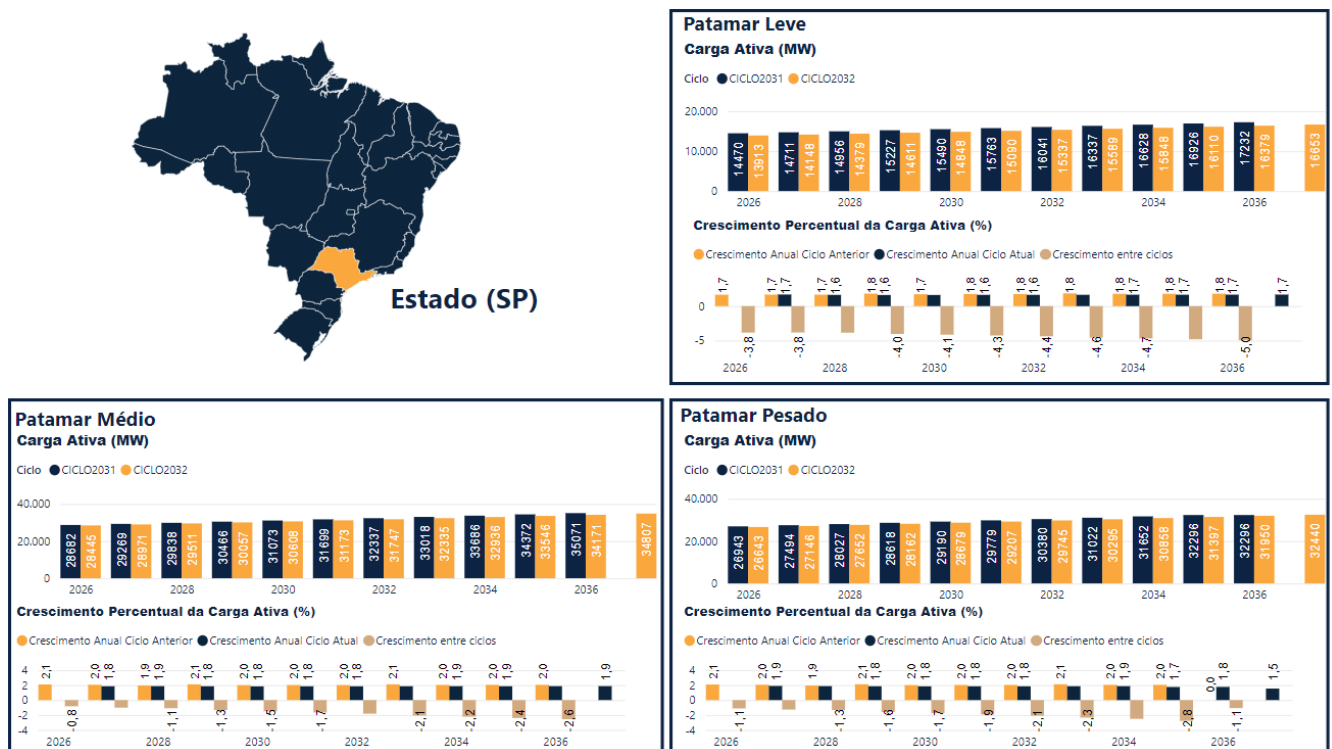


Figura 4-1 – Projeções de crescimento de carga para o estado de São Paulo

4.2 Evolução da Expansão da Geração

O parque gerador do estado de São Paulo possui um crescimento de cerca de 4% no período 2023-2037, ou aproximadamente 1 GW. O principal destaque é a expansão de aproximadamente 38% no parque de geração fotovoltaica. As usinas térmicas de geração a biomassa são as que mais contribuem para a expansão da geração de energia elétrica no estado com o incremento em torno de 600 MW.

A Tabela 4-1 ilustra a capacidade instalada de geração por fonte no estado no ano inicial e a **Erro! Fonte de referência não encontrada.** ilustra o montante, em MW, das usinas em construção.

Tabela 4-1 – Matriz energética do estado de São Paulo – Existente (*)

Fonte	SP [MW]
CGH/PCH	371,6
Eólica	0
Solar	891,4
UHE	14514,9
UTE	9491,3
UTN	0
Total	25269,2

Tabela 4-2 - Matriz energética do estado de São Paulo – Expansão (*)

Fonte	SP [MW]
CGH/PCH	22,1
Eólica	0
Solar	336,6
UHE	0
UTE	636,9
UTN	0
Total	995,6

(*) Fonte: Aneel – Acompanhamento da Implantação das Centrais Geradoras de Energia Elétrica

4.3 Evolução da Expansão da Transmissão

A Figura 4.3 a seguir apresenta a configuração da rede existente (linhas contínuas) e planejada (linhas tracejadas) no estado de São Paulo, com destaque para as linhas planejadas em 500 kV (Nova Ponte – Araraquara, Nova Ponte - Ribeirão Preto e Marimbondo – Campinas).



Figura 4-2 - Mapa geolétrico do estado de São Paulo

A Figura 4.4 apresenta com um maior detalhamento a configuração da rede existente e planejada na região metropolitana de São Paulo. Na expansão do sistema em 345 kV, a instalação das novas subestações São Miguel e São Caetano do Sul e novos circuitos subterrâneos aumenta a confiabilidade do atendimento a capital do estado. O detalhamento do conjunto de empreendimentos de transmissão previstos para os próximos anos e localizados no estado de São Paulo encontra-se no **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

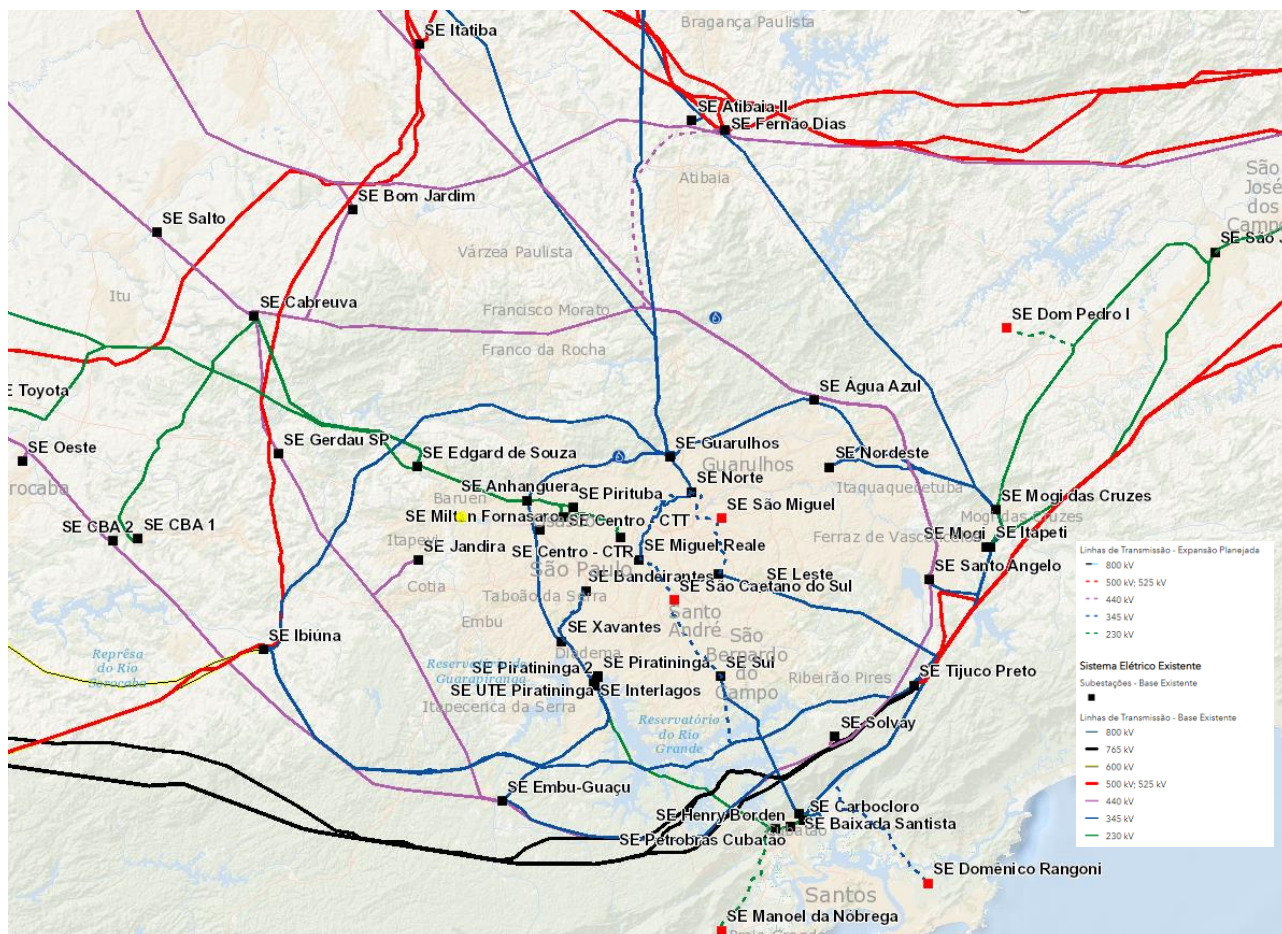


Figura 4-3 - Mapa geoeletrico da região metropolitana de São Paulo

5 CENÁRIOS ANALISADOS

Para a realização do diagnóstico do estado de São Paulo foram avaliados quatro cenários de geração e patamar de carga, que tiveram como ponto de partida os casos-base do PDE 2032, para os quais alterações no despacho regional foram implementados para obter condições mais críticas de desempenho da rede.

1. Cenário Norte Úmido - Carga Média

O primeiro cenário considerado é o caso Norte Úmido com Carga Média. No estado de São Paulo este cenário apresenta a carga mais severa, com as Usinas a Biomassa não despachadas devido ao período coincidente com a entressafra da cana de açúcar. Este caso foi utilizado, principalmente, para verificação de violações de carregamento nas linhas e transformadores e eventuais problemas de subtensão.

2. Cenário Norte Úmido (Geração crítica nos rios Pardo e Tietê) – Carga Média

Este segundo cenário é uma variação do primeiro em que as Usinas dos Rios Pardo e Tietê estão disponíveis para gerar apenas 15% de sua capacidade instalada. Este cenário crítico é utilizado para a verificação de violações de tensão, mas principalmente violações de fluxo nas transformações de fronteira.

3. 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, neste cenário as usinas fotovoltaicas não foram despachadas e as hidráulicas estão despachadas com 70% de sua capacidade.

4. Cenário Norte Úmido – Carga Leve

Neste cenário, que busca representar a operação do sistema durante os dias de finais de semana, as usinas hidráulicas estão com 20% de da capacidade e as fotovoltaicas estão com despacho máximo. Utilizamos este cenário para detectar eventuais problemas de subtensão e/ou fluxo inverso em algumas transformações de fronteira.

6 RESULTADOS DO DIAGNÓSTICO DA REDE

As figuras a seguir ilustram os carregamentos máximos em elementos do sistema de transmissão do sistema interligado do estado de São Paulo, em regime normal e nas perdas de linhas de transmissão e transformadores em cada cenário de geração analisado.

As violações detectadas serão analisadas em detalhe nos itens que se seguem.

6.1 São Paulo

6.1.1 Violações de carregamento

A Figura 6-1 ilustra sobrecarga em condição normal de operação no transformador da SE Campinas 345/138 kV já a partir de 2026, no patamar de carga média.

A transformação 345/138 kV de Campinas possui 5 bancos de transformadores com unidades monofásicas e algumas destas unidades estão em final de sua vida útil. A solução para a sobrecarga será a substituição dos transformadores de 150 MVA em final de vida útil por novos equipamentos com 300 MVA de capacidade.

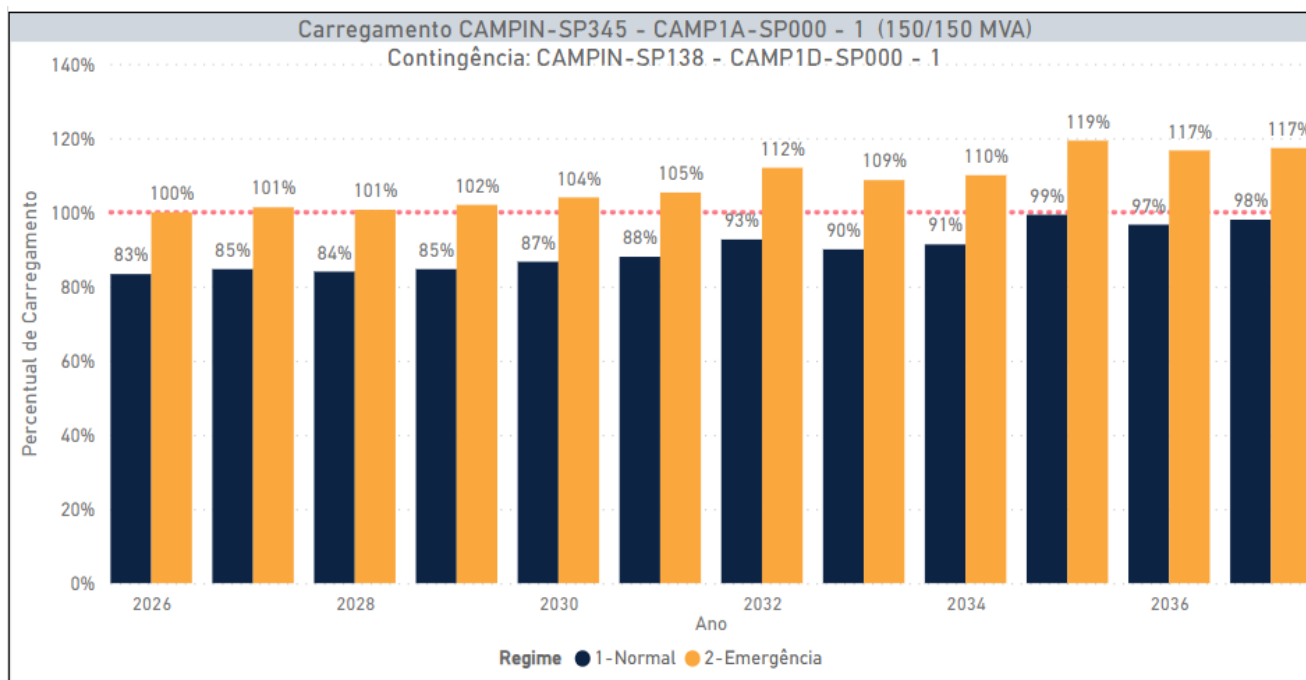


Figura 6-1 - Carregamento do Transformador 345/138 kV de Campinas

A SE Oeste é suprida pelas linhas de transmissão vindas da SE Bauru e SE Embu-Guaçu, responsável por atender a região de Sorocaba, o diagnóstico verificou a possibilidade de sobrecargas (no patamar de carga média), a partir de 2027, na transformação 440/88 kV da SE Oeste em caso de contingência de uma das unidades, conforme mostra a Figura 6-2.

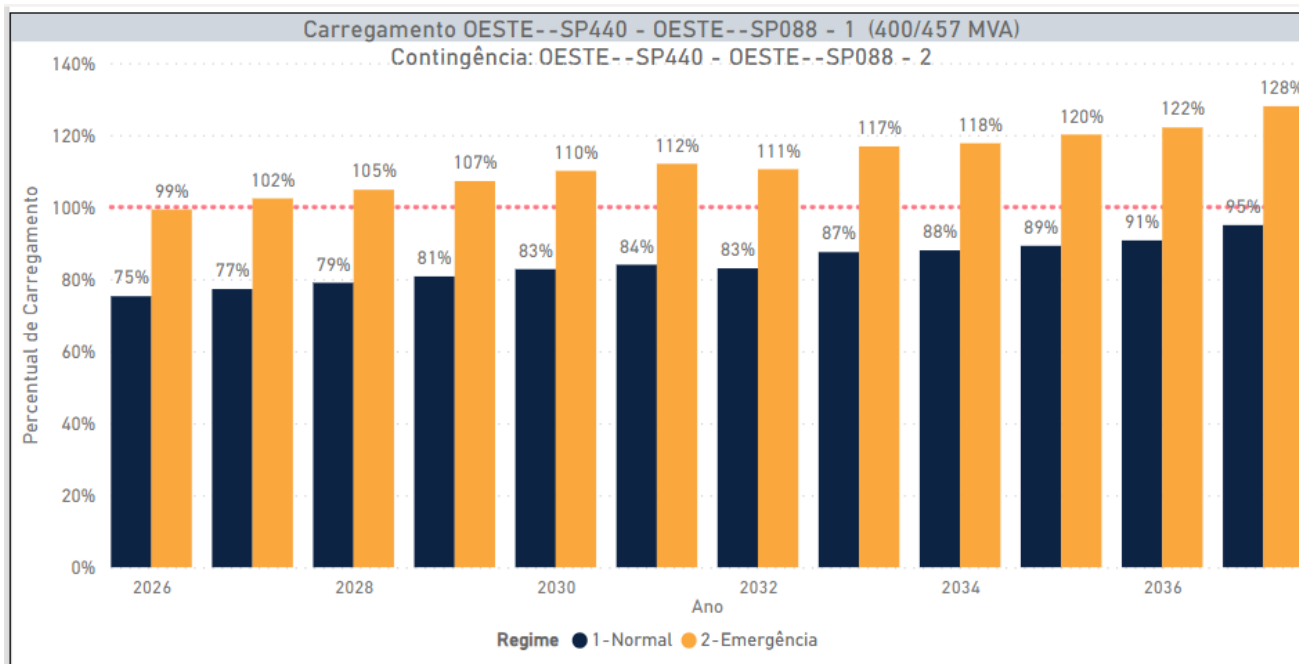


Figura 6-2 - Carregamento do Transformador 440/88 kV SE Oeste

A partir do ano de 2028, no patamar de carga média, o diagnóstico aponta sobrecarga, em emergência, na transformação 440/88 kV na SE Salto, conforme mostra a Figura 6-3.

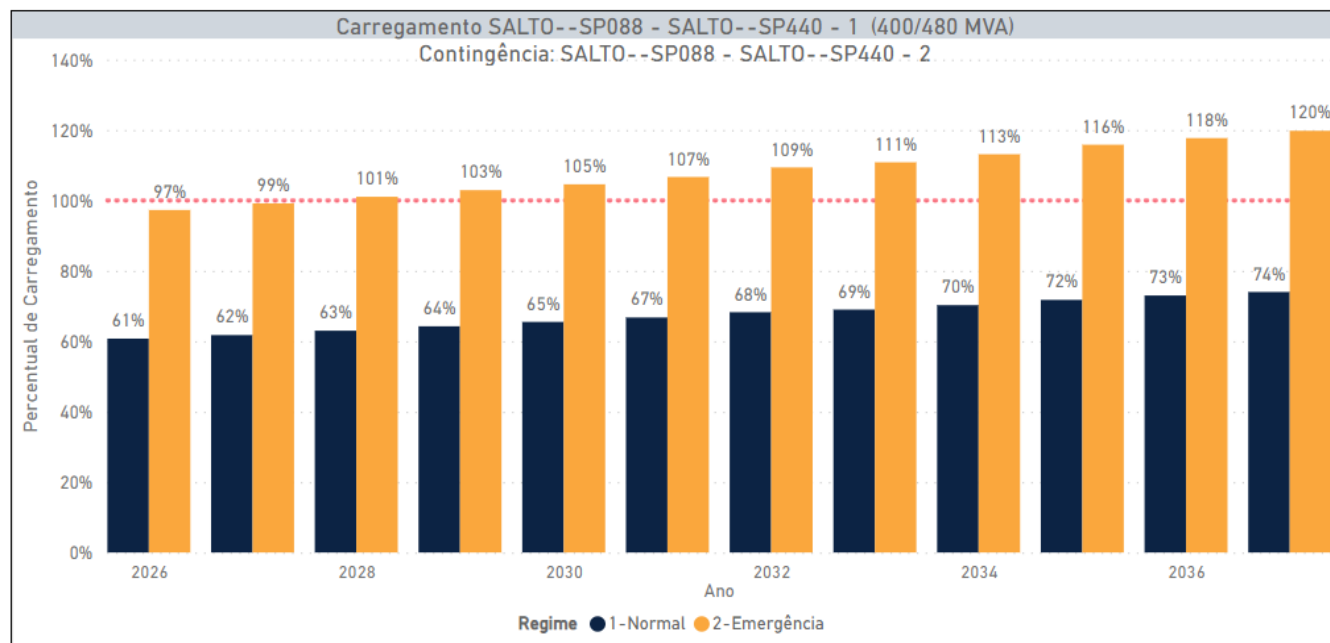


Figura 6-3 - Carregamento do Transformador 440/88 kV SE Salto

As soluções para o esgotamento das transformações 440/88 kV na SE Oeste e na SE Salto estão previstas para serem recomendadas no estudo de atendimento à região de Sorocaba.

A partir do ano de 2028, no cenário norte seco com carga pesada, o diagnóstico aponta sobrecargas em emergência na transformação 230/138 kV da SE Cerquilho, conforme Figura 6-4.

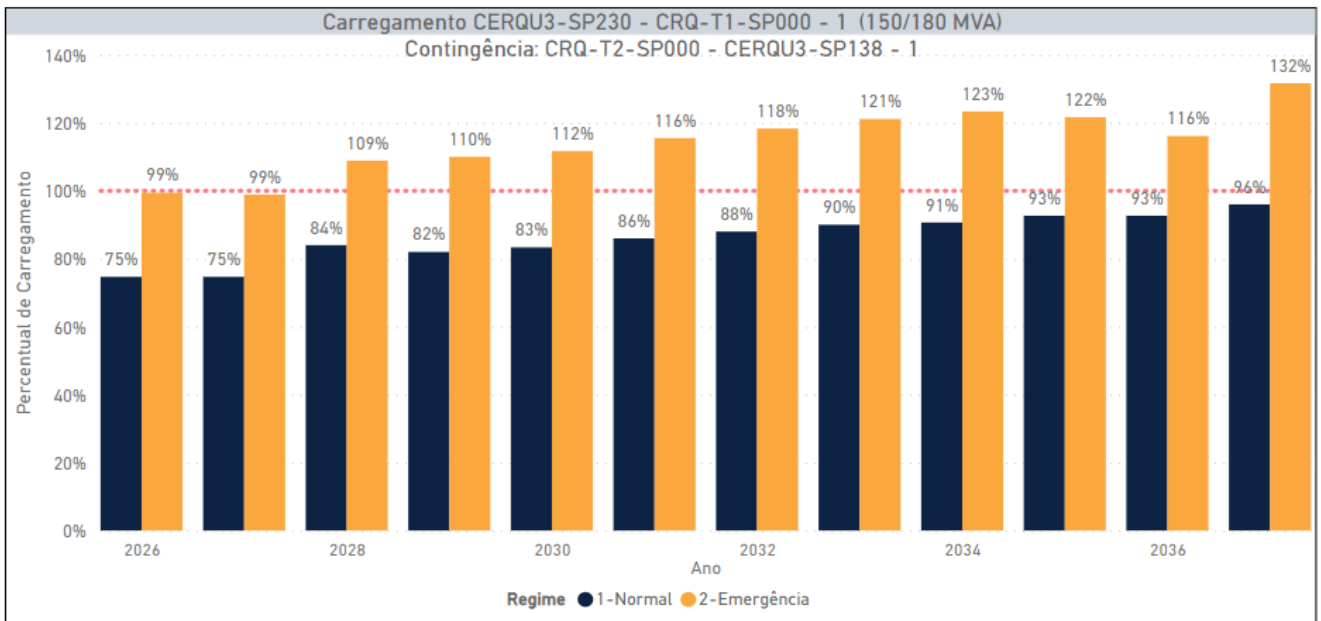


Figura 6-4 - Carregamento do Transformador 230/138 kV SE Cerquilho

Não há solução estrutural prevista para as sobrecargas na transformação da SE Cerquilho. Deverá ser avaliada a ampliação da transformação com a instalação de um terceiro banco de transformadores 230/138 kV.

No cenário norte úmido com geração crítica nas usinas dos rios Pardo e Tietê, a LT CD 230 kV São José – Taubaté apresenta sobrecarga, a partir de 2030, no circuito remanescente em contingência do outro circuito.

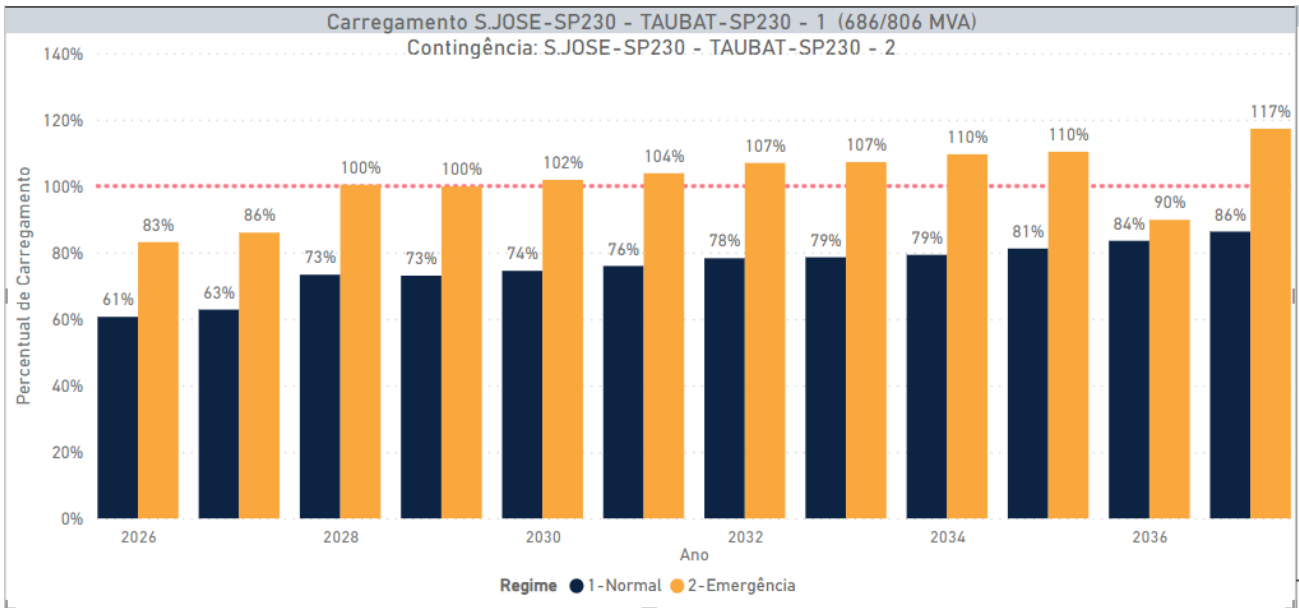


Figura 6-5 - Carregamento da Linha de Transmissão 230 kV São José – Taubaté

Conforme mostra a Figura 6-6, a LT CD 500 kV Campinas – Itatiba também apresentou sobrecarga na contingência de um de seus circuitos, a partir de 2030, no mesmo cenário norte úmido com geração crítica nas usinas dos rios Pardo e Tietê.

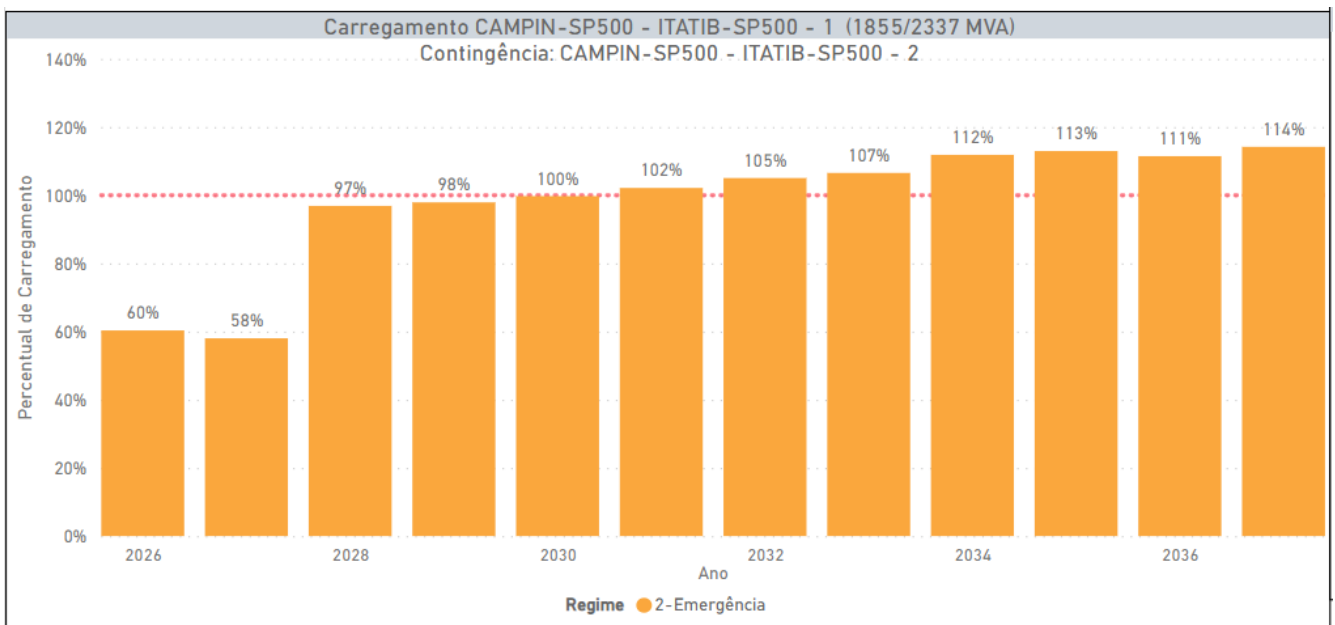


Figura 6-6 - Carregamento da LT 500 kV Campinas-Itatiba, na contingência de um circuito

A Figura 6-7 demonstra que, a partir de 2030, ocorre sobrecarga na transformação 765/500 kV na SE Tijuco Preto. Esta sobrecarga ocorre na contingência de um banco de transformadores, com fluxo seguindo da barra de 500 kV para a barra de 765 kV, no cenário norte úmido e patamar de carga média.

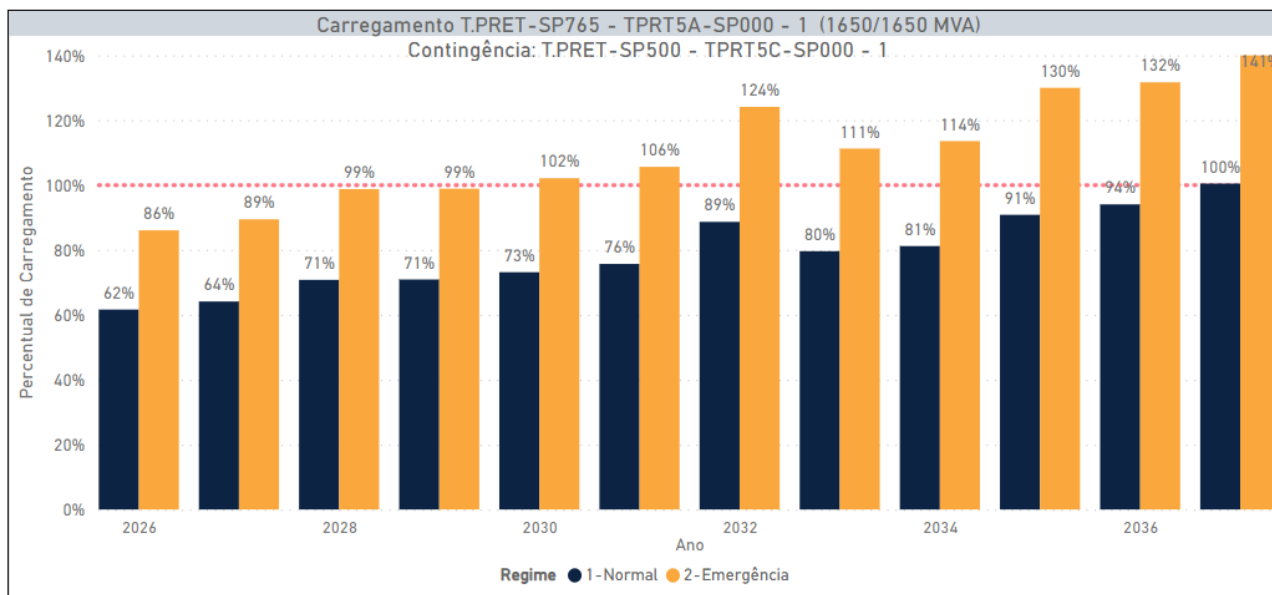


Figura 6-7 - Carregamento do Transformador 765/500 kV SE Tijuco Preto

Uma possível solução para a sobrecarga na transformação 765/500 kV da SE Tijuco Preto, prevista a partir de 2030, seria a implantação de uma nova SE Tijuco Preto II com transformação 500/345 kV, conforme recomendado no relatório EPE-DEE-RE-029/2018-rev1 "Expansão do sistema de transmissão para escoamento do potencial termelétrico dos estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo".

A Figura 6-8 mostra o carregamento do transformador 500/440 kV da SE Fernão Dias, onde é apontada a sobrecarga em emergência, no cenário norte úmido e geração restrita nas usinas dos rios Pardo e Tietê.

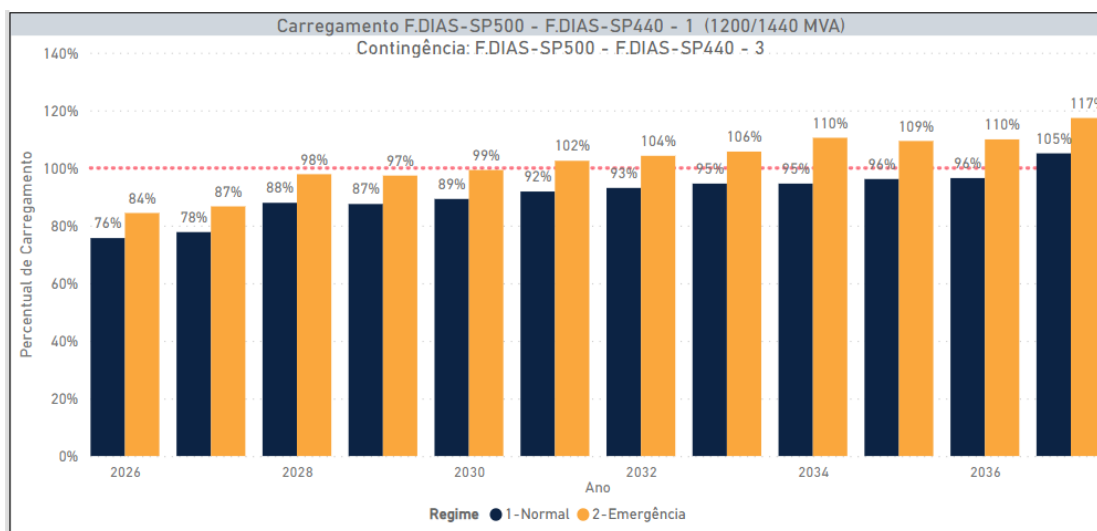


Figura 6-8 - Carregamento do Transformador 550/440 kV Fernão Dias

O diagnóstico também identificou que, a partir de 2034, a transformação 500/138 kV da SE Itatiba apresentará sobrecarga na operação em emergência. A restrição de despacho nas usinas da bacia do Tietê aumenta o fluxo na transformação, antecipando o seu esgotamento. A Figura 6-9 apresenta o carregamento da transformação 500/138 kV da SE Itatiba no cenário mais severo.

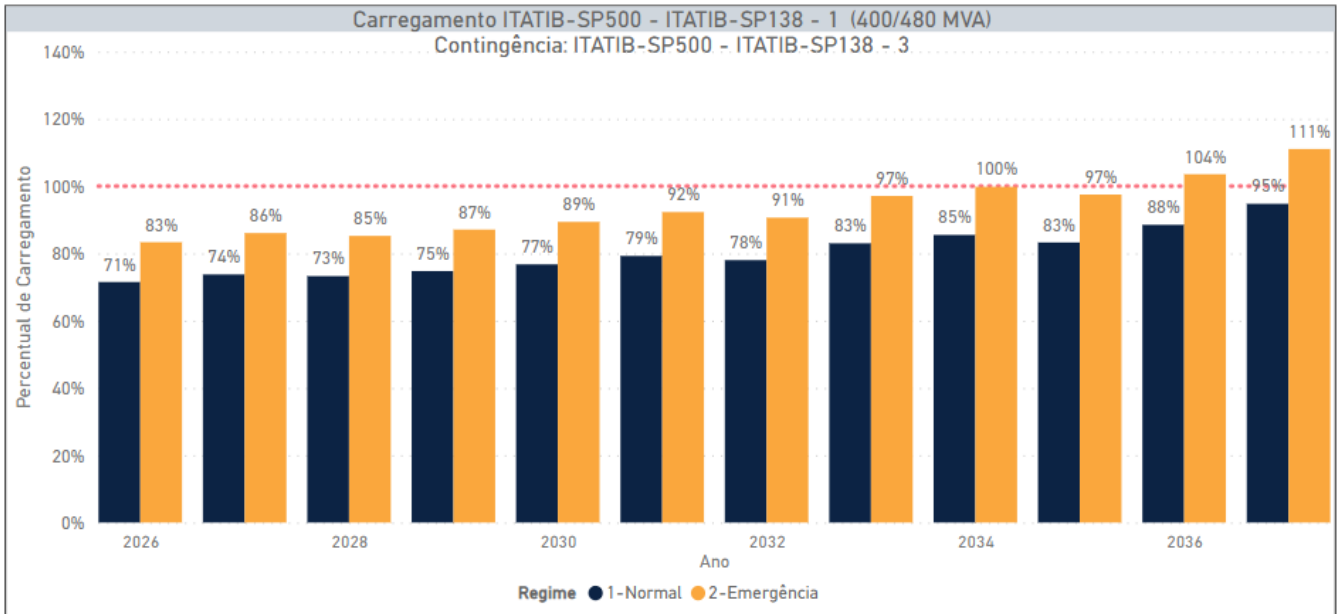


Figura 6-9 - Carregamento do Transformador 500/138 kV SE Itatiba

A LT 500 kV Itatiba-Ibiúna apresenta sobrecarga em condição normal de operação a partir do ano de 2035, no cenário norte úmido e com geração crítica nas usinas dos rios Pardo e Tietê, conforme mostra a Figura 6-10.

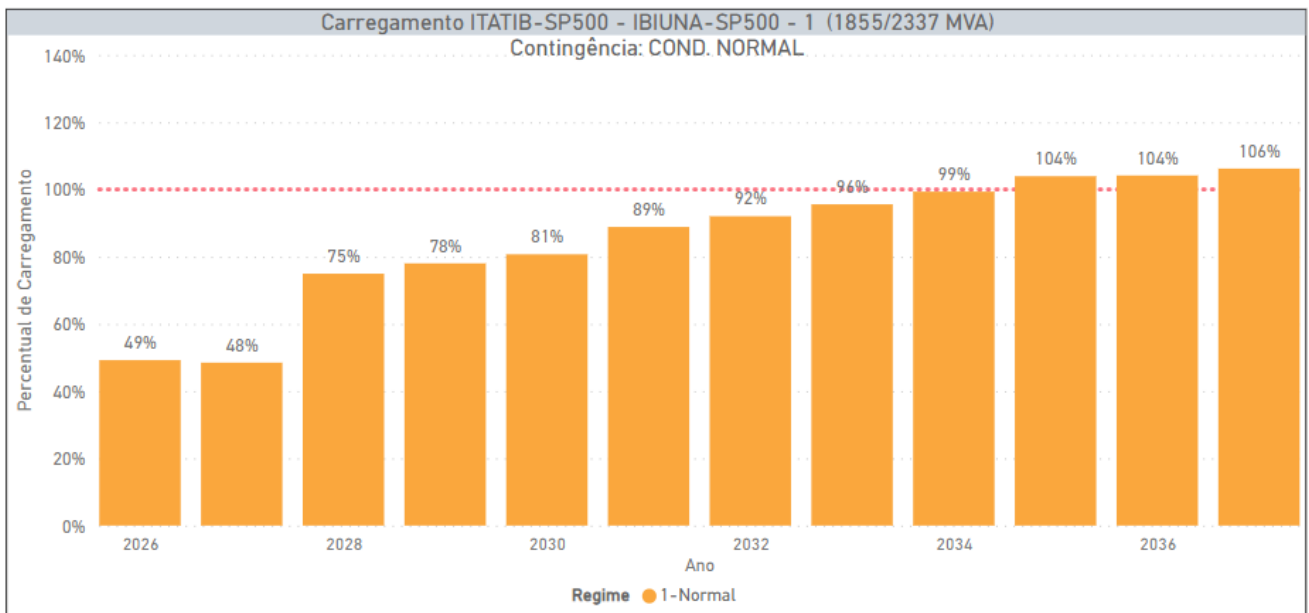


Figura 6-10 - Carregamento da LT 500 kV Itatiba-Ibiúna em regime normal

Em 2035, duas transformações apresentaram violações na capacidade de carregamento. As transformações 440/88 kV da SE Bom Jardim e 345/88 kV da SE Nordeste apresentam sobrecarga na contingência de um banco transformador. As figuras a seguir apresentam o carregamento das transformações com esgotamento previsto para 2035 no patamar de carga média.

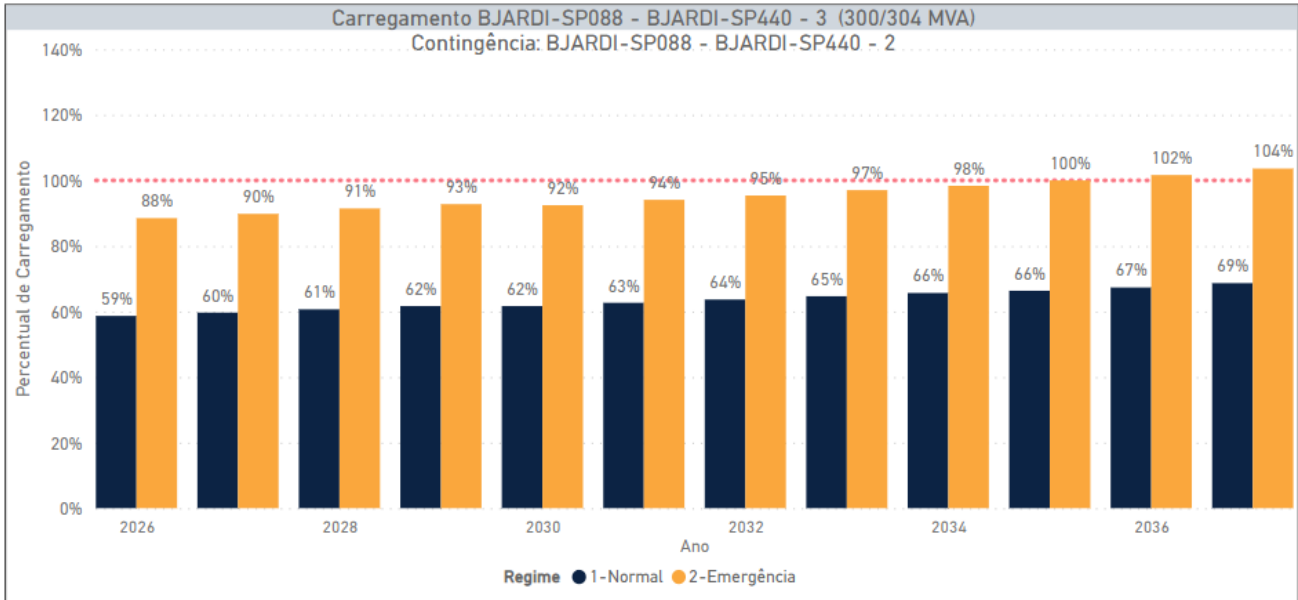


Figura 6-11 - Carregamento do Transformador 440/88 kV SE Bom Jardim

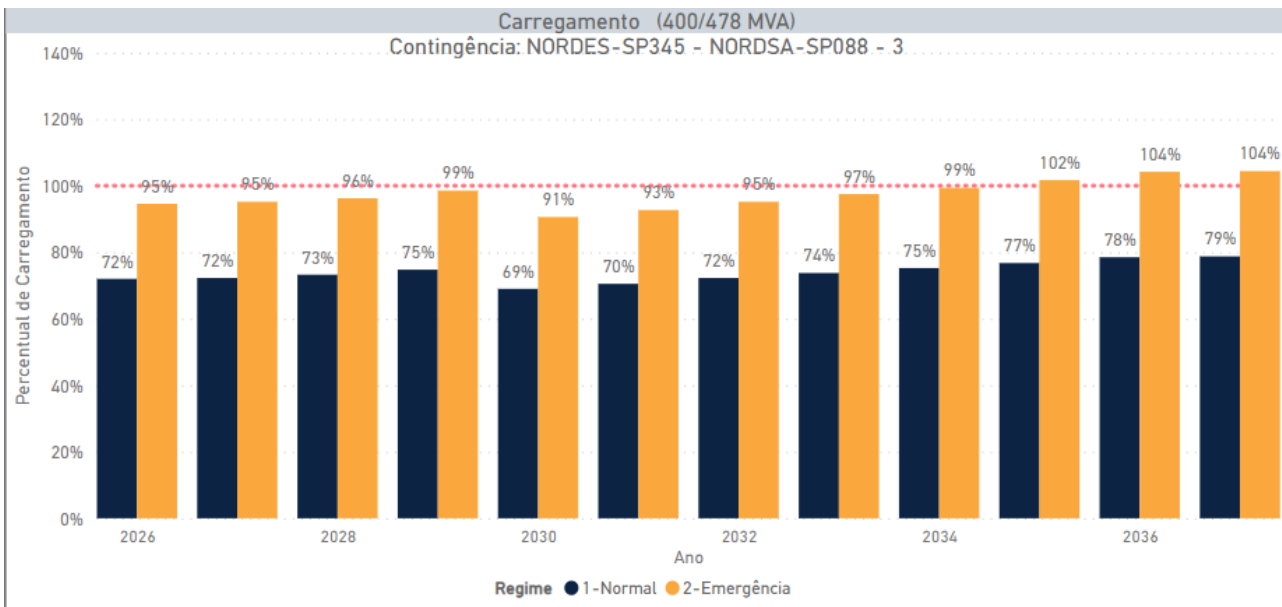


Figura 6-12 - Carregamento do Transformador 345/88 kV SE Nordeste

A transformação 440/138 kV da SE Ribeirão Preto apresenta sobrecarga, no patamar de carga média, na contingência de um banco transformador, a partir de 2036.

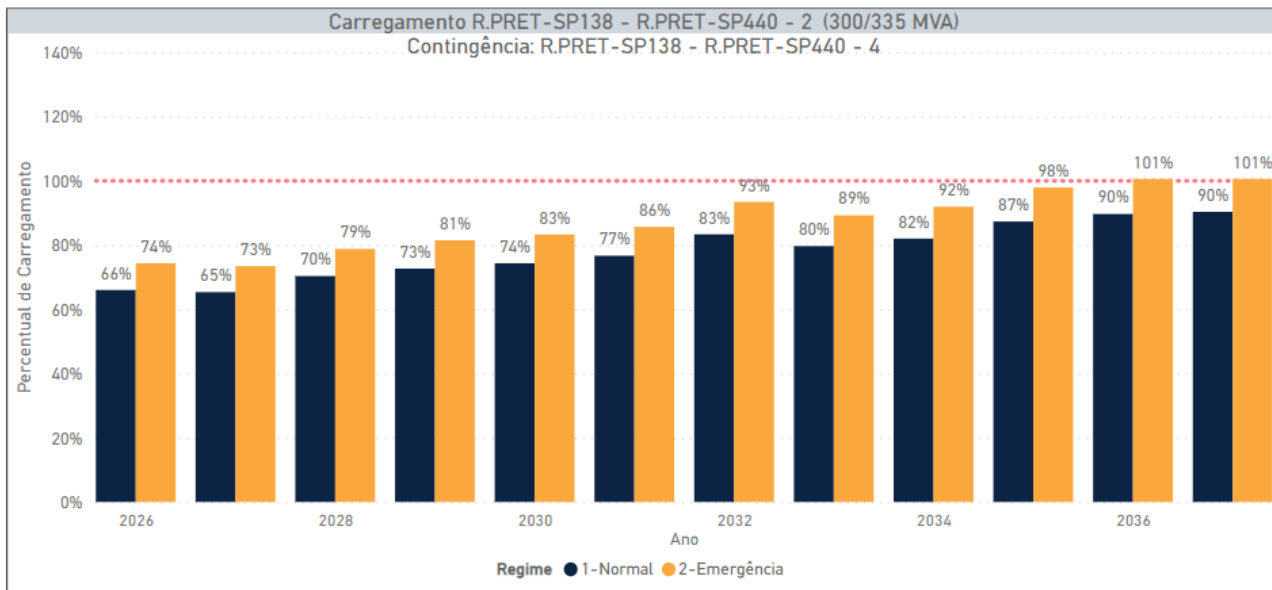


Figura 6-13 - Carregamento do Transformador 440/138 kV SE Ribeirão Preto

Para finalizar, quatro transformações apresentaram violações na capacidade de carregamento em 2037, último ano de diagnóstico. As transformações 440/345 kV SE Santo Ângelo, 440/138 kV da SE Araras, 440/138 kV da SE Piracicaba e 345/88 kV da SE Norte apresentam sobrecarga na contingência de um banco transformador. As figuras a seguir apresentam o carregamento das transformações com esgotamento previsto para 2037 no patamar de carga média.

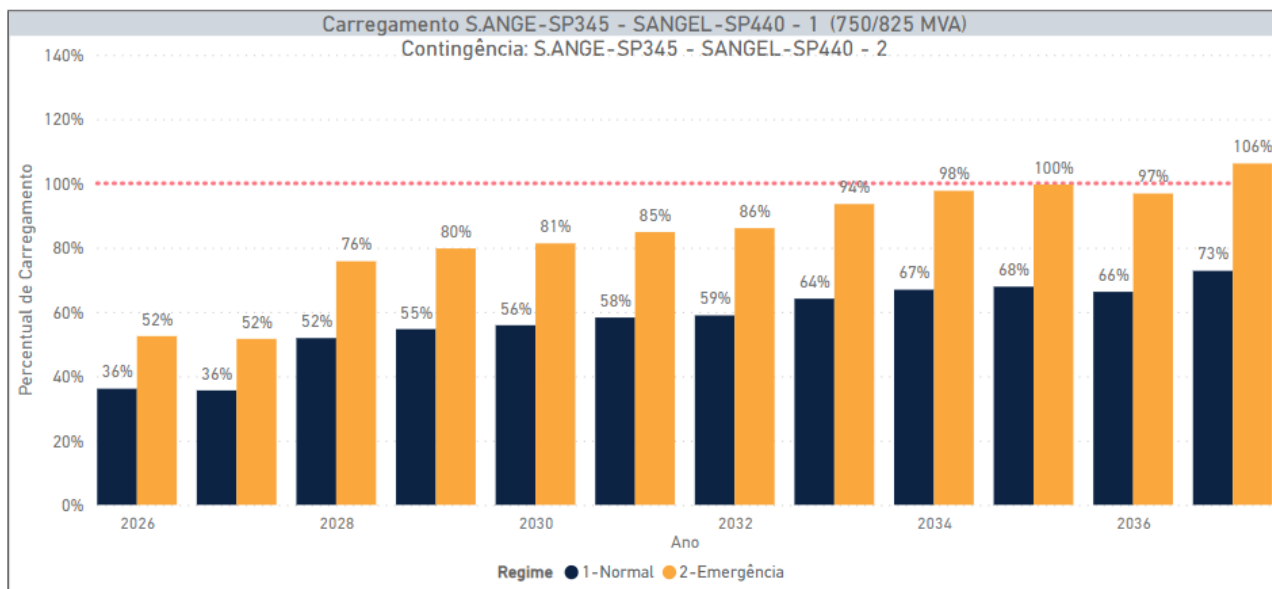


Figura 6-14 - Carregamento do Transformador 440/345 kV SE Santo Ângelo

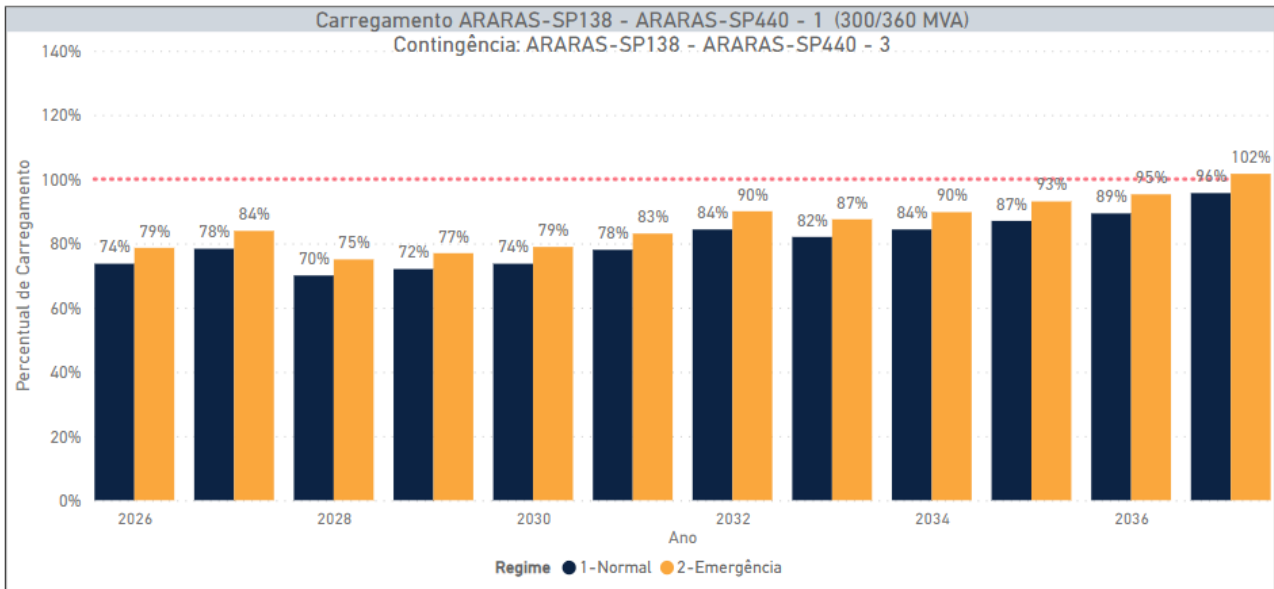


Figura 6-15 - Carregamento do Transformador 440/138 kV SE Araras

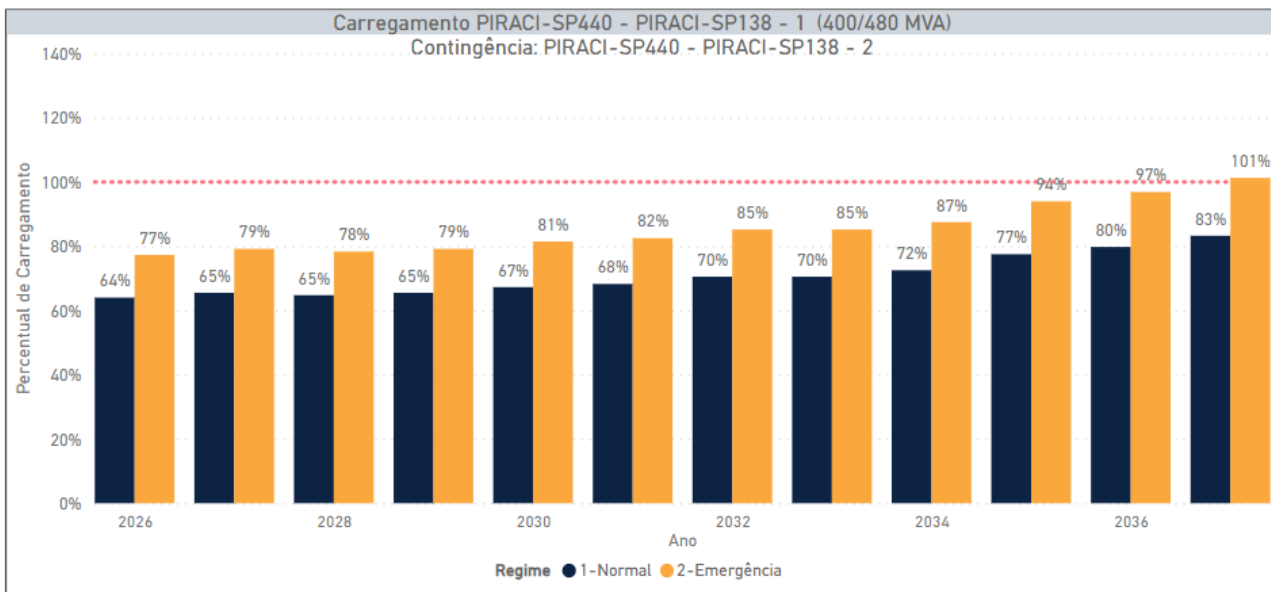


Figura 6-16 - Carregamento do Transformador 440/138 kV SE Piracicaba

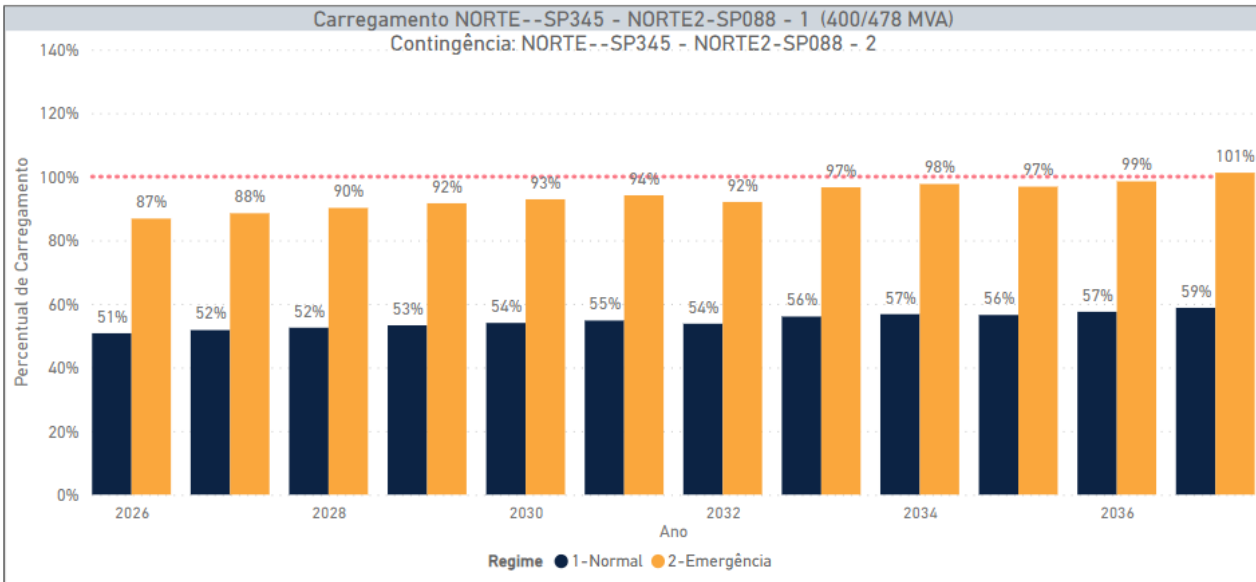


Figura 6-17 - Carregamento do Transformador 345/88 kV SE Norte

6.1.2 Violações de tensão

Durante as simulações de contingências realizadas nos casos para a elaboração deste diagnóstico, não foram detectadas violações dos limites de tensão na rede básica do sistema elétrico do estado de São Paulo.

7 ANEXOS

7.1 Anexo I - Empreendimentos Planejados

A tabela a seguir apresenta o conjunto de empreendimentos de transmissão localizados no estado de São Paulo, que influenciam diretamente o desempenho elétrico de seu sistema, e que estão representados nos casos base do Plano Decenal 2032.

7.1.1 Expansão no Estado de São Paulo

Tabela 7-1 - Expansão da transmissão planejada para o estado de São Paulo

Empreendimento	Itens de obra	Data de Necessidade Anterior	Data de Necessidade Atualizada
LT 230 kV Taubaté - São José dos Campos, C2 (CD)	Circuito Duplo (C2) 230 kV, 2 x 636.0 MCM (GROSBEAK), 35 km	2026	2026
SE 230/88 kV São José dos Campos	1º, 2º e 3º TF 230/138 kV, (9+1R) x 100 MVA 1Φ	2026	2026
SE 345/138 kV Atibaia II	2º ATF 345/138 kV, 3 x 133,33 MVA 1Φ	2026	2026
SE 500/440 kV Assis	2º ATF 500/440 kV, 3 x 500 MVA 1Φ	2026	2026
SE 440 kV Três Irmãos	1º TF 440/138 kV, 3 x 100 MVA 1Φ	2026	2026
SE 230/138 kV Capão Bonito	1º, 2º e 3º ATF 230/138 kV, (9+1R) x 50 MVA 1Φ	2026	2026
SE 500/138 kV Cachoeira Paulista	1º ATF 500/138 kV, (3 + 1R) x 83 MVA 1Φ 2º ATF 500/138 kV, 3 x 83 MVA 1Φ	2026	2026
SE 500/440/138 kV Araraquara 2	4º ATF 500/440 kV, 3 x 416,67 MVA 1 Φ	2027	2027
SE 230/138 kV GV Brasil	1º, 2º e 3º ATF 230/138 kV, (9+1R) x 100 MVA 1Φ	2028	2028
LT 500 kV Campinas - Marimbondo II, C1	Circuito Simples 500 kV, 4 x 954.0 MCM (RAIL), 388,389 km 1º Reator de Linha Fixo 500 kV, (3 + 1R) x 70 MVar 1Φ // SE Campinas 1º Reator de Linha Fixo 500 kV, (3 + 1R) x 70 MVar 1Φ // SE Marimbondo II	2029	2029
LT 230 kV Itararé II - Avaré Nova, C1	Circuito Simples 230 kV, 1 x 636 MCM (GROSBEAK), 145 km	2029	2029
SE 500 kV Ribeirão Preto	3º ATF 500/440 kV, 3 x 400 MVA 1Φ 2º Reator de Barra 500 kV, 3 x 60 MVar 1Φ	2029	2029
SE 500/138 kV Água Vermelha	1º TF 500/138 kV, (3 + 1R) x 133 MVA 1Φ	2029	2029
SE 500/345 kV Tijuco Preto 2*	1º, 2º e 3º ATF 500/345 kV, (9+1R) x 500 MVA 1Φ*	2029	2030
SECC LT 345 kV Tijuco Preto - Leste, C1 e C2 (CD), na SE Tijuco Preto 2*	Circuito Duplo 345 kV, 4 x 954 MCM (RAIL), 2 km*	2029	2030

	Circuito Duplo 345 kV, 4 x 954 MCM (RAIL), 2 km* Circuito Duplo 345 kV, 4 x 954 MCM (RAIL), 2 km*		
LT 345 kV Interlagos - Piratininga II, C3 e C4 (CD)	Circuito Duplo 345 kV, 3 x 954 MCM (Rail), 0,76 km (reconstrução)	2030	2030
SE 500/138 kV Morro Agudo	3º TF 500/138 kV, 3 x 133 MVA 1Φ	2030	2030
SE 345/88 kV Nordeste	4º TF 345/88 kV, 3 x 133 MVA 1Φ	2030	2035
SE 500/440/230 kV Taubaté	1º ATF 500/440 kV, 3 x 400 MVA 1Φ	2030	2030
SE 345/230/88 kV Itapeti	3º TF 345/138 kV, 3 x 133,33 MVA 1Φ	2030	2030
SE 230/88 kV Santa Cabeça	1º, 2º e 3º ATF 230/138 kV, (9+1R) x 100 MVA 1Φ	2030	2030
SE 500/345/138 kV Campinas	3º ATF 500/345 kV, 3 x 187 MVA 1Φ	2033	2037
SE 440/138 kV Piracicaba	3º TF 440/138 kV, 3 x 133 MVA 1Φ	2033	2037
SE 440/230 kV Cabreúva	4º ATF 440/230 kV, 3 x 250 MVA 1Φ	2033	2037
SE 230/88 kV Salto Grande	3º TF 230/88 kV, 1 x 75 MVA 3Φ	2033	2037
SE 440/138 kV Araraquara	4º TF 440/138 kV, 3 x 100 MVA 1Φ	2033	2037

Observação: *Expansão não representada na base de dados utilizada neste diagnóstico.