



## NOTA TÉCNICA

# ESTUDO DE ATENDIMENTO À REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ

**MAIO DE 2024**

## ■ Colaboradores

Relatório R1 EPE-DEE-NT-003/2024-rev0

### Coordenação Geral

Reinaldo da Cruz Garcia

### Coordenação Executiva

Thiago Dourado Martins

### Coordenação Técnica

Daniel José Tavares de Souza

### Equipe Técnica

Rodrigo Ribeiro Ferreira

João Alves da Silva Neto





## VALOR PUBLICO

A PRESENTE NOTA TÉCNICA VISA AVALIAR A NECESSIDADE, NO LONGO PRAZO, DE AUMENTO DA CAPACIDADE DO CORREDOR 230 kV APUCARANA – SARANDI – MARINGÁ C1, O QUAL SERÁ OBJETO DE REVITALIZAÇÃO POR FIM DE VIDA ÚTIL TÉCNICA E REGULATÓRIA, POR SOLICITAÇÃO DA CONCESSIONÁRIA COPEL-GT.

ESTA AVALIAÇÃO É DE SUMA IMPORTÂNCIA, TENDO EM VISTA A OPORTUNIDADE DE RECOMENDAR AUMENTO DE CAPACIDADE DAS LINHAS DE TRANSMISSÃO A SEREM REVITALIZADAS E, COM ISSO, POSTERGAR INVESTIMENTOS FUTUROS EM NOVAS LINHAS PARA SANAR EVENTUAIS PROBLEMAS DE CARREGAMENTO NO CORREDOR EM QUESTÃO.

MINISTÉRIO DE  
**MINAS E ENERGIA**



**Ministro de Estado**  
Alexandre Silveira de Oliveira

**Secretário-Executivo**

Arthur Cerqueira Valerio

**Secretário Nacional de Transição Energética e Planejamento**  
Thiago Vasconcellos Barral Ferreira



**Presidente**

Thiago Guilherme Ferreira Prado

**Diretor de Estudos Econômico-Energéticos  
e Ambientais**

Thiago Ivanoski Teixeira

**Diretor de Estudos de Energia Elétrica**  
Reinaldo da Cruz Garcia

**Diretor de Estudos do Petróleo, Gás e  
Biocombustíveis**

Heloisa Borges Bastos Esteves

**Diretor de Gestão Corporativa**

Angela Regina Livino de Carvalho

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

# SUMÁRIO

<b>SUMÁRIO</b> .....	<b>3</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>7</b>
1.1 Considerações iniciais.....	7
1.2 Objetivos gerais .....	7
1.3 Cenários analisados .....	7
<b>2 CONCLUSÕES</b> .....	<b>9</b>
<b>3 RECOMENDAÇÕES</b> .....	<b>10</b>
<b>4 PREMISSAS</b> .....	<b>20</b>
4.1 Limites de Carregamento .....	20
4.2 Topologia e Mercado.....	20
<b>5 DIAGNÓSTICO DO SISTEMA</b> .....	<b>21</b>
<b>6 DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS E PLANO DE OBRAS</b> .....	<b>23</b>
<b>7 ANÁLISE DO DESEMPENHO EM REGIME PERMANENTE</b> .....	<b>26</b>
<b>8 AVALIAÇÃO TÉCNICO-ECONÔMICA DE LINHAS DE TRANSMISSÃO AÉREAS</b> .....	<b>36</b>
8.1 Dados e Premissas .....	36
8.2 Critérios Para Análises Elétricas e Comparações Econômicas .....	37
8.3 Avaliações Econômicas.....	38
8.4 Características Técnicas da Solução de Referência.....	39
<b>9 ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL PRELIMINAR</b> .....	<b>41</b>
<b>10 REFERÊNCIAS</b> .....	<b>42</b>
<b>11 PARTICIPANTES</b> .....	<b>43</b>
<b>12 FICHAS PET/PELP</b> .....	<b>44</b>
<b>ANEXO 1 - PARÂMETROS ELÉTRICOS DAS INSTALAÇÕES NOVAS</b> .....	<b>48</b>
<b>ANEXO 2 - CARTAS E CONSULTAS DE VIABILIDADE DE ESPAÇO</b> .....	<b>49</b>
<b>NOTA TÉCNICA EPE/DEA/SMA 001/2024 - “ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL DO ESTUDO PARA REVITALIZAÇÃO DO CORREDOR APUCARANA – SARANDI – MARINGÁ</b> .....	<b>68</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 - Diagrama da SE 230/138 kV Maringá – configuração atual .....	7
Figura 3-2 - Diagrama da SE 230/138 kV Maringá – nova configuração .....	10
Figura 3-3 – Traçado urbano – LT 230 kV Sarandi – Maringá C1 e C2 .....	12
Figura 3-4 – Espaço restrito na área urbana para a construção das novas estruturas, delimitado de um lado pela LT 230 kV Sarandi – Maringá C2, da Eletrosul, e o do outro por vias urbanas.....	12
Figura 3-5 – Conexão dos circuitos C1 e C3 da LT 230 kV Maringá – Sarandi na Subestação Maringá .....	15
Figura 3-6 – Conexão dos circuitos C1 e C3 da LT 230 kV Maringá – Sarandi na Subestação Sarandi .....	16
Figura 5-7 – Carregamento da LT 230 kV Maringá – Sarandi C1, em regime normal e na contingência do circuito 2.....	21
Figura 5-8 – Carregamento da LT 230 kV Maringá – Sarandi C2, em regime normal e na contingência do circuito 1.....	21
Figura 5-9 – Carregamento da LT 230 kV Apucarana – Sarandi C1, em regime normal e na contingência da LT 230 kV Londrina Sul – Lodrina C1 .....	22
Figura 5-10 – Carregamento da transformação 230/138 kV de Maringá (ATF-B), em regime normal e em contingência.....	22
Figura 5-11 – Carregamento da transformação 230/138 kV de Maringá (ATF-C), em regime normal e em contingência.....	22
Figura 6-12 – Comparativo – Análise de Mínimo Custo Global .....	25
Figura 7-13 – Carregamento da LT 230 kV Maringá – Sarandi C1, em regime normal e na contingência do circuito 2 (ALT 1).....	26
Figura 7-14 – Carregamento da LT 230 kV Maringá – Sarandi C2, em regime normal e na contingência do circuito 1 (ALT 1).....	26
Figura 7-15 – Carregamento da LT 230 kV Maringá – Sarandi C3, em regime normal e na contingência do circuito 2 (ALT 1).....	27
Figura 7-16 – Carregamento da transformação 230/138 kV de Maringá (ATF-B), em regime normal e em contingência (ALT 1).....	27
Figura 7-17 – Carregamento da transformação 230/138 kV de Maringá (ATF-C), em regime normal e em contingência (ALT 1).....	27
Figura 7-18 – Carregamento da LT 230 kV Maringá – Sarandi C1, em regime normal e na contingência do circuito 2 (ALT 2).....	28
Figura 7-19 – Carregamento da LT 230 kV Maringá – Sarandi C2, em regime normal e na contingência do circuito 1 (ALT 2).....	28
Figura 7-20 – Carregamento da LT 230 kV Maringá – Sarandi C3, em regime normal e na contingência do circuito 2 (ALT 2).....	28
Figura 7-21 – Carregamento da transformação 230/138 kV de Maringá (ATF-B), em regime normal e em contingência (ALT 2).....	29
Figura 7-22 – Carregamento da transformação 230/138 kV de Maringá (ATF-C), em regime normal e em contingência (ALT 2).....	29
Figura 7-23 – Carregamento da LT 230 kV Maringá – Sarandi C1, em regime normal e na contingência do circuito 2 (ALT 3).....	30
Figura 7-24 – Carregamento da LT 230 kV Maringá – Sarandi C2, em regime normal e na contingência do circuito 1 (ALT 3).....	30
Figura 7-25 – Carregamento da LT 230 kV Maringá – Sarandi C3, em regime normal e na contingência do circuito 2 (ALT 3).....	30
Figura 7-26 – Carregamento da transformação 230/138 kV de Maringá (ATF-B), em regime normal e em contingência (ALT 3).....	31

Figura 7-27 – Carregamento da transformação 230/138 kV de Maringá (ATF-C), em regime normal e em contingência (ALT 3).....	31
Figura 7-28 – Carregamento da LT 230 kV Maringá – Sarandi C1, em regime normal e na contingência do circuito 2 (ALT 4).....	32
Figura 7-29 – Carregamento da LT 230 kV Maringá – Sarandi C2, em regime normal e na contingência do circuito 1 (ALT 4).....	32
Figura 7-30 – Carregamento da LT 230 kV Maringá – Sarandi C3, em regime normal e na contingência do circuito 2 (ALT 4).....	32
Figura 7-31 – Carregamento da transformação 230/138 kV de Maringá (ATF-B), em regime normal e em contingência (ALT 4).....	33
Figura 7-32 – Carregamento da transformação 230/138 kV de Maringá (ATF-C), em regime normal e em contingência (ALT 4).....	33
Figura 7-33 – Carregamento da LT 230 kV Maringá – Sarandi C1, em regime normal e na contingência do circuito 2 (ALT 5).....	34
Figura 7-34 – Carregamento da LT 230 kV Maringá – Sarandi C2, em regime normal e na contingência do circuito 1 (ALT 5).....	34
Figura 7-35 – Carregamento da LT 230 kV Maringá – Sarandi C3, em regime normal e na contingência do circuito 2 (ALT 5).....	34
Figura 7-36 – Carregamento da transformação 230/138 kV de Maringá (ATF-B), em regime normal e em contingência (ALT 5).....	35
Figura 7-37 – Carregamento da transformação 230/138 kV de Maringá (ATF-C), em regime normal e em contingência (ALT 5).....	35
Figura 8-38 Dados técnicos básicos da LT 230 kV Sarandi – Maringá, C1 e C3, CD.....	39

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3-1 – Subestações.....	11
Tabela 3-2 – Linhas de Transmissão .....	11
Tabela 3-3 – Sequenciamento de eventos.....	16
Tabela 6-4 – Plano de Obras das Alternativas .....	24
Tabela 8-5 Dados do ambiente .....	36
Tabela 8-6 Dados para avaliação econômica.....	37
Tabela 8-7 Dados do sistema – Fluxos para cálculo de perdas.....	37
Tabela 8-8 Dados do sistema – Fluxos máximos observados para diferentes condições de operação .....	37
Tabela 8-9 Configurações com menor custo total.....	38
Tabela 8-10 Características elétricas básicas da LT 230 kV Sarandi – Maringá, C1 e C3, CD .....	39
Tabela 8-11 Coordenadas da silhueta típica da LT 230 kV em CD.....	40
Tabela 8-12 Estimativas iniciais para faixa de segurança .....	40
Tabela 13 - Parâmetros elétricos dos seccionamentos de Rede Básica adotados.....	48

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Considerações iniciais

A COPEL-GT, nesse ciclo do PAR/PEL - ONS, cadastrou no SGPMR a necessidade de revitalização da LT 230 kV Apucarana – Sarandi C1 e da LT 230kV Sarandi – Maringá C1 (respectivamente pelos códigos n° 0000863/2023 e 0000864/2023). Considerando que será feita a revitalização, realizou-se uma análise do carregamento dessas linhas de transmissão no horizonte de longo prazo de forma a identificar se há necessidade de aumento da capacidade.

Destacamos que, atualmente, o barramento de 230 kV da SE Maringá possui arranjo barra principal e transferência (vide Figura 1-1) e não atende aos requisitos mínimos exigidos pelos Procedimentos de Rede do ONS (submódulo 2.6) [1].

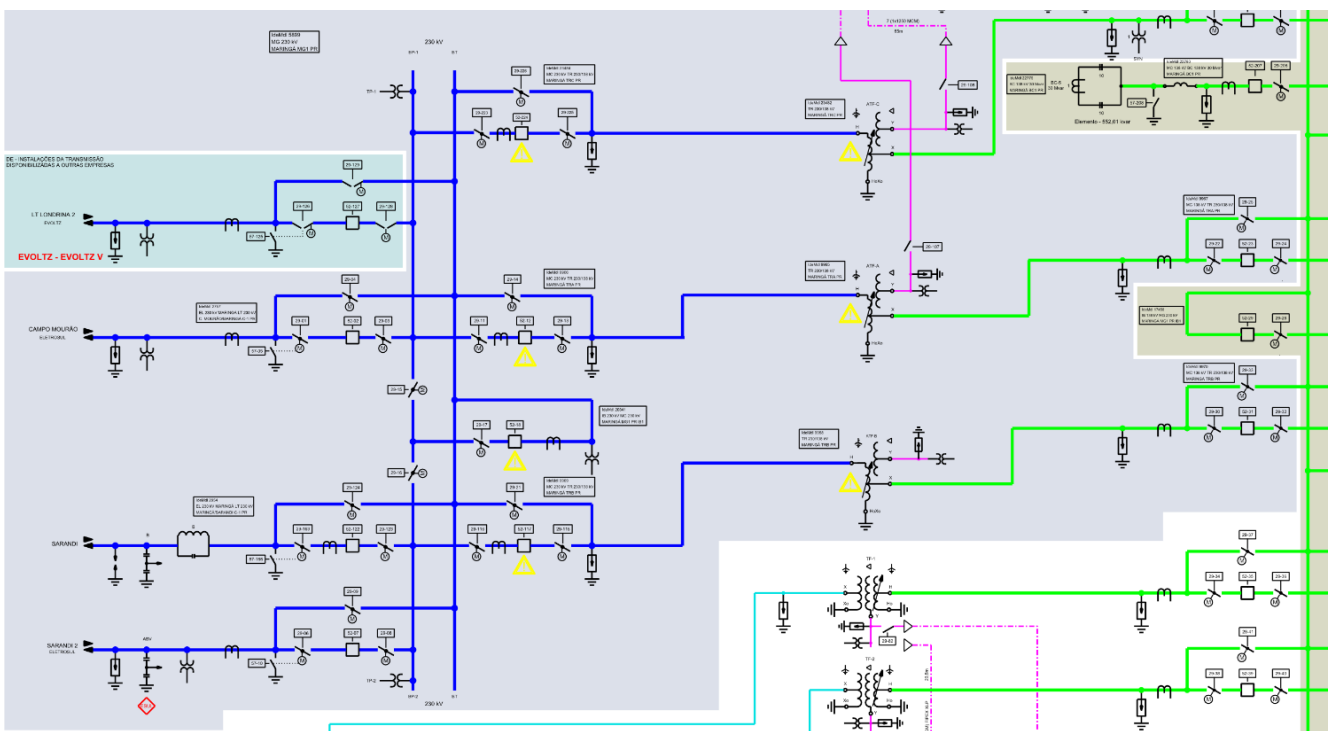


Figura 1-1 - Diagrama da SE 230/138 kV Maringá – configuração atual

## 1.2 Objetivos gerais

O objetivo deste estudo é analisar se há necessidade de aumento da capacidade da LT 230 kV Apucarana – Sarandi C1 e da LT 230 kV Sarandi – Maringá C1, além de eventuais adequações na subestação Maringá, tomando como base análise feita com horizonte do Plano Decenal 2032 [2].

## 1.3 Cenários analisados

Os cenários foram selecionados de forma a simular a situação de maior carregamento para o sistema elétrico da área de influência, portanto optou-se por dois cenários: (i) cenário Média

Norte Úmido, com reduzida geração na região sul e intercâmbio SE → Sul elevado e (ii) cenário Leve Norte Seco, com elevada geração na região sul e intercâmbio Sul → SE.

Para as análises em contingência, foram simuladas as seguintes perdas de equipamentos da Rede Básica:

- LT 230 kV Sarandi – Apucarana C1;
- LT 230 kV Sarandi – Maringá C1;
- LT 230 kV Sarandi – Maringá C2;
- LT 230 kV Sarandi – Londrina C1;
- LT 230 kV Sarandi – Paranavaí Norte C1/C2;
- LT 230 kV Maringá – Londrina C1;
- LT 230 kV Maringá – Campo Mourão C1;
- LT 230 kV Apucarana – Campo Mourão C1;
- LT 230 kV Apucarana – Londrina C1;
- LT 230 kV Apucarana – Londrina Sul C1;
- LT 230 kV Londrina Sul – Londrina C1;
- LT 230 kV Londrina – Figueira C1/C2;
- LT 230 kV Figueira – Chavantes C1;
- LT 230 kV Figueira – Mauá C1;
- LT 230 kV Figueira – Jaguariaíva C1;
- LT 230 kV Figueira – Klacel C1;
- LT 230 kV Klacel – Mauá C1;
- LT 230 kV Itararé II – Jaguariaíva C1;
- LT 525 kV Sarandi – Londrina C1/C2;
- LT 525 kV Guaíra – Sarandi C1/C2;
- ATF-1/2/3 525/230 kV Sarandi;
- ATF-1/2/3 525/230 kV Londrina;
- ATF-1/2/3 230/138 kV Sarandi;
- ATF-1/2/3 230/138 kV Maringá;
- ATF-1/2 230/138 kV Apucarana;

## 2 CONCLUSÕES

---

Nesta Nota Técnica foram analisados os maiores fluxos de potência na LT 230 kV Apucarana – Sarandi C1 e na LT 230kV Sarandi – Maringá C1, considerando os cenários mais críticos de operação. A análise teve como objetivo determinar se, com a revitalização necessária por fim de vida útil técnica e regulatória, as LTs devem ter suas capacidades aumentadas ou mantidas, tendo em vista as demandas no longo prazo.

Conforme resultados informados no capítulo 5, ocorre sobrecarga na LT 230 kV Maringá – Sarandi C1 e C2, respectivamente nos anos de 2028 e 2033, na contingência de um dos circuitos no cenário Média Norte Úmido. Neste caso, foram avaliadas diversas alternativas conforme capítulo 6, resultando na recomendação da reconstrução imediata (na mesma faixa de servidão) em circuito duplo com nova capacidade de 426/570 MVA, aproveitamento dos módulos de manobra existentes do circuito 1 e inclusão de novos módulos para o circuito 3.

A antiga LT 230 kV Apucarana – Maringá C1 tinha capacidade de 182/242 MVA (muito abaixo dos padrões adotados para redes de 230 kV atualmente) e foi seccionada na SE Sarandi resultando na LT 230 kV Apucarana – Sarandi C1 e na LT 230 kV Maringá – Sarandi C1. Mesmo que a LT 230 kV Apucarana – Sarandi C1 não tenha apresentado sobrecarga em nenhum dos cenários, aproveitou-se a necessidade de revitalização para solicitar a recapacitação para 237/298 MVA (circuito simples – compatibilizando com os níveis de capacidade adotados na região).

Visto que as análises foram feitas até o horizonte 2036, foi detectado carregamento elevado a partir de 2036 na transformação 230/138 kV da SE Maringá com recomendação da 4ª unidade 230/138 kV a partir desse período, como solução indicativa.

Também foi avaliada a necessidade de adequação do esquema de manobra dos barramentos existentes 230 kV para a configuração de barra dupla 4 chaves (BD4) na SE Maringá com intuito de atender aos padrões mínimos exigidos pelos procedimentos de rede do ONS. No entanto, a COPEL-GT informou que, devido às distâncias de isolamento e segurança da configuração existente, não é possível a instalação de pórticos intermediários, bem como a instalação de chaves seccionadoras adicionais. Dito isso, como solução intermediária foi recomendada a segregação em duas semibarras no arranjo BPT, de tal forma que aumente a confiabilidade na subestação.

### 3 RECOMENDAÇÕES

Devido à inviabilidade de adequação do esquema de manobra dos barramentos existentes 230 kV para a configuração de barra dupla 4 chaves (BD4) na SE Maringá, recomendamos a segregação em duas semibarras no arranjo BPT de tal forma que aumente a confiabilidade na subestação. Como solução são recomendadas as seguintes obras (vide Figura 3-2.):

- Instalação de um IB (interligador de barras) visando segregar o barramento principal 230 kV em duas semibarras (entre as ELs com destino para Campo Mourão e Sarandi C1);
- Deslocamento do IB existente para ponto do barramento (vão oposto a LT Sarandi C2);
- Instalação de um novo IB na outra semibarra (entre o ATF-A e o ATF-C);
- Abertura da barra de transferência no trecho que instalará o novo disjuntor na barra principal.

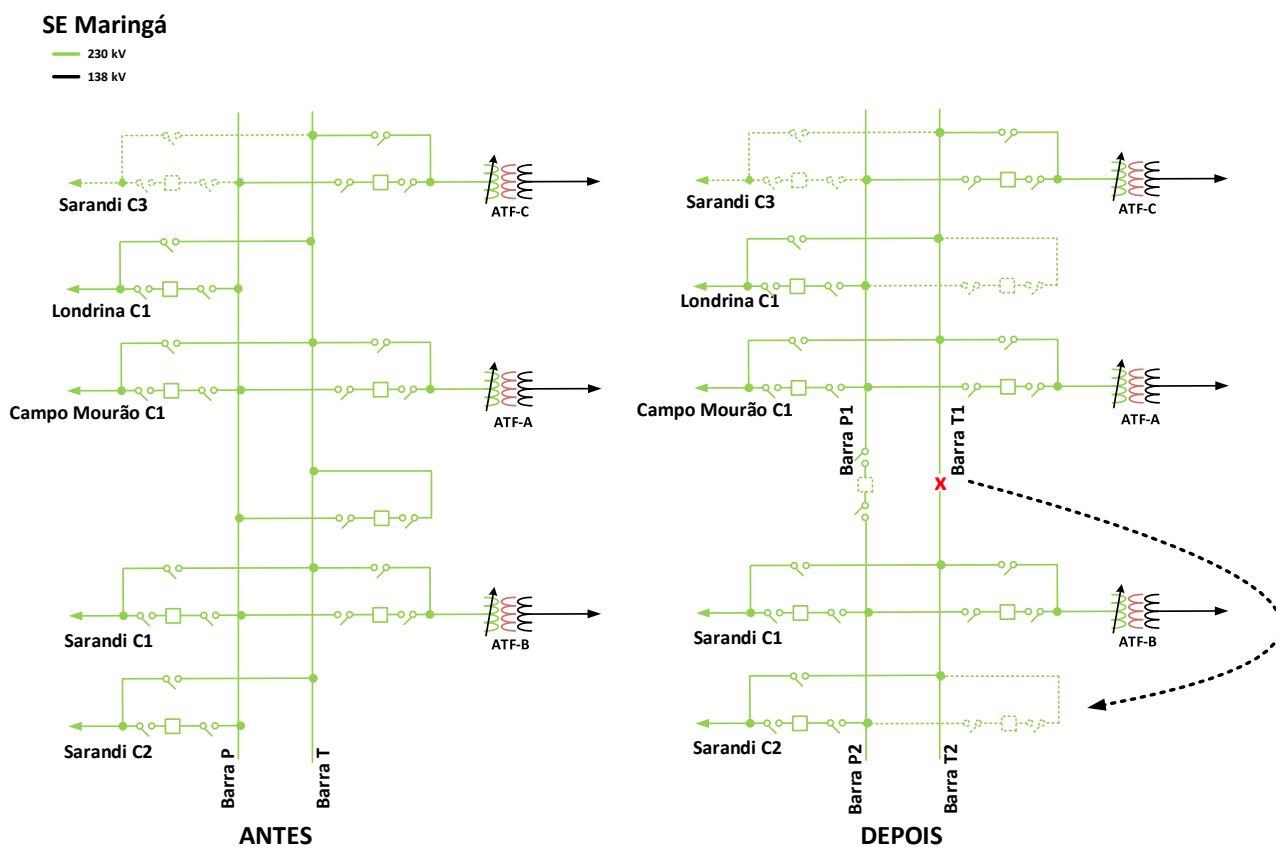


Figura 3-2 - Diagrama da SE 230/138 kV Maringá – nova configuração

As análises apresentadas nessa Nota Técnica demonstram a necessidade de elevação da capacidade da LT 230 kV Maringá – Sarandi C1, por meio de reconstrução em estruturas de circuito duplo, e da LT 230 kV Apucarana – Sarandi C1, bem como recomendam a 4ª unidade 230/138 kV de 150 MVA na SE Maringá.

**Tabela 3-1 – Subestações**

Subestação	Tensão	Arranjo	Equipamentos principais		Ano
			Qtde	Descrição	
Sarandi	230	BD4	1	EL (Entrada de Linha) 230 kV * Associado ao 2º circuito na torre de circuito duplo da LT 230 kV Maringá – Sarandi C1, constituindo o C3	O mais breve possível
			1	Módulo de Infraestrutura de Manobra 230 kV	
Maringá	230/138	BPT/BPT	2	IB (Interligador de Barra) 230 kV * Associado a adequação do arranjo de barra principal e transferência em duas semibarras para aumento de confiabilidade	O mais breve possível
			1	EL (Entrada de Linha) 230 kV * Associado ao 2º circuito do circuito duplo da LT 230 kV Maringá – Sarandi C1, constituindo o C3	
			1	Módulo de Infraestrutura de Manobra 230 kV	
			1	4º ATF 230/138 kV, 1 x 150 MVA 3Φ	2036
			1	CT (Conexão de Transformador) 230 kV	
			1	CT (Conexão de Transformador) 138 kV	
			1	Módulo de Infraestrutura de Manobra 230 kV	
			1	Módulo de Infraestrutura de Manobra 138 kV	

\* Considerar os comentários da COPEL-GT informado no box 1 a seguir.

**Tabela 3-2 – Linhas de Transmissão**

Linha de transmissão	Configuração	Extensão	Ano
LT 230 kV Apucarana - Sarandi C1 (Recapacitação)  SGPMR n° 0000863/2023	Circuito Simples 230 kV, 1 x 636 MCM (GROSBEAK)	41,52 km	O mais breve possível devido ao final de vida útil
LT 230 kV Sarandi – Maringá C1 e C3 (CD) (Reconstrução em circuito duplo na mesma faixa de servidão e aproveitamento dos módulos de manobra existentes)  SGPMR n° 0000864/2023	**Circuito Duplo 230 kV, 2 x CAL 559,5 MCM (DARIEN)  Descomissionamento da LT 230 kV Maringá - Sarandi C1 (circuito existente)	18,18 km	

\* Considerar os comentários da COPEL-GT informado no box 1 a seguir.

\*\* Feixe de referência: foram adotados 2 condutores CAL LIGA 6201 559,5 kcmil Darien por fase conforme resultados do Capítulo 8, no entanto, caso o cabo venha a ser alterado futuramente, não poderá ser inferior à capacidade mínima de 426/570 MVA e resistência de sequência positiva a 50 °C da Tabela 8-10.

Cabe destacar que a LT 230 kV Sarandi – Maringá C1 deverá ser reconstruída em postes de aço patinável, que apesar de mais caros que estruturas convencionais, compõem a melhor solução para que a obra seja feita com mínimo tempo de desligamento e maior segurança aos envolvidos, haja vista o espaço restrito para a construção das novas estruturas, delimitado de um lado pela LT 230 kV Sarandi – Maringá C2, da Eletrosul, e o do outro por vias urbanas (vide figuras a seguir).

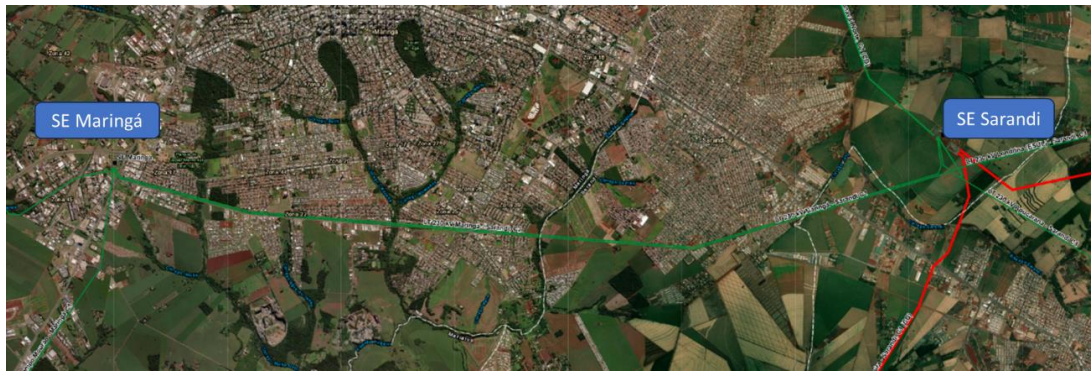


Figura 3-3 – Traçado urbano – LT 230 kV Sarandi – Maringá C1 e C2

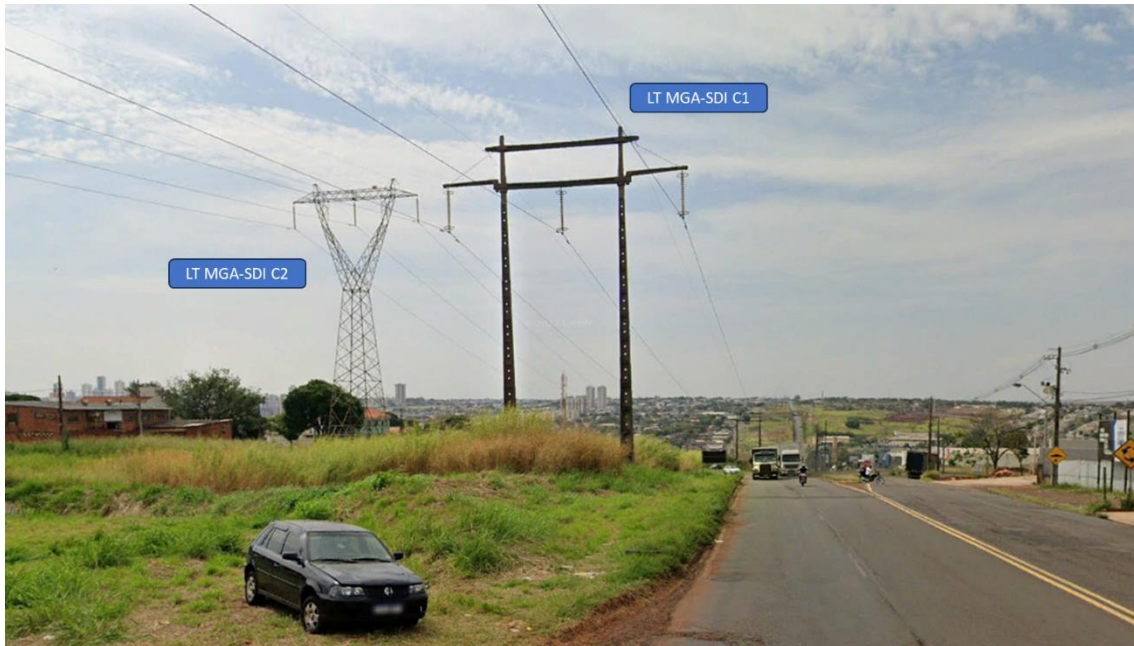


Figura 3-4 – Espaço restrito na área urbana para a construção das novas estruturas, delimitado de um lado pela LT 230 kV Sarandi – Maringá C2, da Eletrosul, e do outro por vias urbanas

## **Box 1 – Esclarecimentos dados pela COPEL-GT que se encontram no ANEXO 1 - PARÂMETROS ELÉTRICOS DAS INSTALAÇÕES NOVAS**

### **COPEL-GT - Carta SEI-GE-C/016/2023**

#### **LT 230kV Apucarana - Sarandi C1**

- Revitalização necessária
  - Substituição de 53 estruturas de concreto, reforço com concreto estrutural em 15 estruturas, reforma do sistema de aterramento, substituição de cadeias de isoladores, substituição do cabo para raios, substituição de 4,5 km de condutores para ajustes necessários à substituição de estruturas, instalação de cabo OPGW.
  - Sem necessidade de implantação de trechos subterrâneos / estruturas especiais em trechos urbanos.
  - Sem necessidade de uso de variantes na LT.
  - Os desligamentos deverão ocorrer na fase de finalização de montagem e lançamento de cabos, no período de inverno ou em finais de semana.
  - Nova capacidade – 237/298 MVA
  - Prazo estimado - 36 meses

#### **LT 230kV Maringá - Sarandi C1**

- Revitalização necessária
  - Reconstrução da LT em estruturas especiais de aço patinável (postes metálicos), para circuito duplo, com fundações flangeadas para rápida montagem viabilizando a reconstrução com desligamentos de curta duração, restritos aos finais de semana (Possibilidade de desligamento contínuo no período do inverno).
  - Aproveitamento da mesma faixa de servidão, reduzindo assim o impacto socioambiental e sem custo fundiário (região urbana e industrial).
  - Previsão de instalação de cabo OPGW (inexistente na LT atual).
  - Sem necessidade de implantação de estruturas especiais (variantes) para revitalização.
  - Será necessário considerar o custo de destinação de resíduos das estruturas de concreto (PGRCC) para atender questões de licenciamento ambiental.
  - SE Maringá - Será necessário recapacitação das conexões entre equipamentos e barramentos superiores e substituição dos TCs dos bays “Sarandi C1” e “Transferência”. Para o bay “Sarandi C1” será necessário substituir os centelhadores existentes por pára-raios.
  - SE Sarandi - Será necessário recapacitação das conexões entre equipamentos e barramentos superiores e substituição dos TCs do bay “Maringá C1”.
  - Nova capacidade – 426/570 MVA
  - Prazo estimado - 48 meses

**Box 1 – Esclarecimentos dados pela COPEL-GT que se encontram no ANEXO 1 - PARÂMETROS ELÉTRICOS DAS INSTALAÇÕES NOVAS**

**COPEL-GT - Carta SEI-GE-C/016/2023**

**4º ATF – SE Maringá**

- Para implantação do 4º ATF 230/138 kV, será necessário recapacitar o barramento superior existente no futuro bay geral 138 kV, bem como realizar a recapacitação dos serviços auxiliares para atendimento aos novos circuitos.

A LT 230 kV Sarandi – Maringá C1 deve ser reconstruída em circuito duplo resultando assim em uma nova entrada de linha (para o novo circuito 3) em cada uma das subestações terminais, Maringá e Sarandi. Neste caso, com intuito de reduzir os impactos das conexões do circuito 3 em vãos distantes do circuito 1 (existente), seguem adequações necessárias:

**SE Maringá**

Será construído um novo bay 230 kV à esquerda dos bays existentes para a conexão do segundo circuito da LT.

A partir da última estrutura de circuito duplo, serão lançados dois vãos de pórtico para encabeçamento dos circuitos C1 (linha verde) e C3 (linha amarela) da LT, conforme representado na Figura 3-5.

A conexão do circuito C1 da LT 230 kV Maringá – Sarandi será efetuada no pórtico existente, que deverá passar por revitalização para recapacitação de equipamentos, cabos e conexões em função da nova ampacidade da linha.

A conexão do circuito C3 da LT 230 kV Maringá – Sarandi no novo bay da SE Maringá será efetuada por meio de pingos aéreos a partir do vão entre a última estrutura de circuito duplo e o pórtico, utilizando-se de postes ou barramentos (linha vermelha) para cruzar por baixo das LTs 230 kV Maringá – Londrina C2 (Evoltz) e Campo Mourão – Maringá C1 (Eletrosul), devido às restrições de altura impostas pela proximidade com o aeroporto de Maringá.



Figura 3-5 – Conexão dos circuitos C1 e C3 da LT 230 kV Maringá – Sarandi na Subestação Maringá

### **SE Sarandi**

Será construído um novo bay 230 kV à esquerda dos bays existentes para a conexão do segundo circuito da LT.

A partir da última estrutura de circuito duplo (círculo cinza), os circuitos C1 (linhas verde e vermelha) e C3 (linha amarela) da LT serão separados para as conexões nos respectivos bays, conforme representado na figura esquemática.

A conexão do circuito C1 da LT 230 kV Maringá – Sarandi será efetuada no pórtico existente, que deverá passar por revitalização para recapacitação de equipamentos, cabos e conexões em função da nova ampacidade da linha. O trecho existente da LT (linha vermelha), em circuito duplo com a LT 230 kV Apucarana – Sarandi C1, deverá ser recapitado com a substituição dos cabos condutores e reforço das estruturas.

Para a conexão do circuito C3 da LT 230 kV Maringá – Sarandi no novo bay da SE Sarandi, será construído um trecho de LT em circuito simples com estruturas metálicas (linha amarela), paralela ao novo trecho da LT 230 kV Maringá – Sarandi C2 (Eletrosul), conforme figura 3-6, a seguir



Figura 3-6 – Conexão dos circuitos C1 e C3 da LT 230 kV Maringá – Sarandi na Subestação Sarandi

### Sequenciamento de eventos

Dada a complexidade da solução recomendada, que envolve além da implantação de novas linhas de transmissão a desativação e reconstrução de linhas utilizando a mesma faixa de servidão e adequações necessárias em sistemas de teleproteção, recomenda-se que os eventos obedeçam ao sequenciamento descrito na Tabela 3-3. O sequenciamento proposto levou em consideração as informações apresentadas pela COPEL-GT no âmbito das consultas efetuadas ao longo do presente estudo.

**Tabela 3-3 – Sequenciamento de eventos**

Etapa	Evento	Condicionante	Descrição
1	A	-	Execução, na conexão com a Subestação Sarandi, das fundações e montagem das novas estruturas metálicas convencionais para conexão do circuito C3.
	B	-	Execução do primeiro trecho, a partir da SE Sarandi, das fundações das novas estruturas tubulares modulares de aço patinável de circuito duplo.
	C	-	Execução do segundo trecho das fundações das novas estruturas tubulares modulares de aço patinável de circuito duplo.
	D	-	Execução do terceiro trecho das fundações das novas estruturas tubulares modulares de aço patinável de circuito duplo.
	E	-	Execução do quarto, e último trecho, das fundações das novas estruturas tubulares modulares de aço patinável de circuito duplo.
	F	-	Execução, na conexão com a Subestação Maringá, das fundações e montagem das novas estruturas (pórtico ou postes) para conexão do circuito C3, considerando as travessias com as LTs existentes.

Etapa	Evento	Condicionante	Descrição
2	G1	B	Desligamento da LT 230 kV Maringá - Sarandi C1 para montagem das novas estruturas tubulares modulares de aço patinável de circuito duplo do primeiro trecho da revitalização na faixa de servidão da LT existente. Desmontagem das estruturas de concreto.
	G2		Transferência provisória dos cabos existentes para as novas estruturas tubulares modulares de aço patinável de circuito duplo do primeiro trecho e reenergização da linha. Observação: o desligamento para execução dos itens G1 e G2 será de curta duração.
	H1	C	Desligamento da LT 230 kV Maringá - Sarandi C1 para montagem das novas estruturas tubulares modulares de aço patinável de circuito duplo do segundo trecho da revitalização na faixa de servidão da LT existente. Desmontagem das estruturas de concreto.
	H2		Transferência provisória dos cabos existentes para as novas estruturas tubulares modulares de aço patinável de circuito duplo do segundo trecho e reenergização da linha. Observação: o desligamento para execução dos itens H1 e H2 será de curta duração.
	I1	D	Desligamento da LT 230 kV Maringá - Sarandi C1 para montagem das novas estruturas tubulares modulares de aço patinável de circuito duplo do terceiro trecho da revitalização na faixa de servidão da LT existente. Desmontagem das estruturas de concreto.
	I2		Transferência provisória dos cabos existentes para as novas estruturas tubulares modulares de aço patinável de circuito duplo do terceiro trecho e reenergização da linha. Observação: o desligamento para execução dos itens I1 e I2 será de curta duração.
	J1	E	Desligamento da LT 230 kV Maringá - Sarandi C1 para montagem das novas estruturas tubulares modulares de aço patinável de circuito duplo do quarto trecho da revitalização na faixa de servidão da LT existente. Desmontagem das estruturas de concreto.
	J2		Transferência provisória dos cabos existentes para as novas estruturas tubulares modulares de aço patinável de circuito duplo do quarto trecho e reenergização da linha. Observação: o desligamento para execução dos itens J1 e J2 será de curta duração.
3	K	-	Desligamentos de curta duração da LT 230 kV Maringá - Sarandi C1 para recapacitação desse circuito nas estruturas existentes em circuito duplo compartilhadas com a LT 230 kV Apucarana-Sarandi.
4	L	G1	Desligamentos de curta duração da LT 230 kV Maringá - Sarandi C1 para lançamento dos novos cabos condutores dos dois circuitos, C1 e C3, do primeiro trecho da revitalização na faixa de servidão da LT existente.
	M	H1	Desligamentos de curta duração da LT 230 kV Maringá - Sarandi C1 para lançamento dos novos cabos condutores dos dois circuitos, C1 e C3, do segundo trecho da revitalização na faixa de servidão da LT existente.
	N	I1	Desligamentos de curta duração da LT 230 kV Maringá - Sarandi C1 para lançamento dos novos cabos condutores dos dois circuitos, C1 e C3, do terceiro trecho da revitalização na faixa de servidão da LT existente.

Etapa	Evento	Condicionante	Descrição
	O	J1	Desligamentos de curta duração da LT 230 kV Maringá - Sarandi C1 para lançamento dos novos cabos condutores dos dois circuitos, C1 e C3, do quarto trecho da revitalização na faixa de servidão da LT existente.
5	P	-	Substituição de TCs, barramentos, interligações entre equipamentos e de todas as conexões do circuito C1 da LT 230 kV Maringá - Sarandi no bay da Subestação Sarandi. Observação: este item poderá ser executado aproveitando os desligamentos da LT descritos nas etapas anteriores.
	Q	-	Substituição de centelhadores por para-raios, substituição de TCs, barramentos, interligações entre equipamentos e de todas as conexões do circuito C1 da LT 230 kV Maringá - Sarandi no bay da Subestação Maringá. Observação: este item poderá ser executado aproveitando os desligamentos da LT descritos nas etapas anteriores.
6	R	K, L, P	Conexão dos novos cabos do circuito C1 da LT 230 kV Maringá - Sarandi na Subestação Sarandi.
	S	O, Q	Conexão dos novos cabos do circuito C1 da LT 230 kV Maringá - Sarandi na Subestação Maringá.
7	T	-	Construção de novo bay 230 kV para conexão do circuito C3 da LT 230 kV Maringá - Sarandi, na Subestação Sarandi. Observação: este item poderá ser executado aproveitando os desligamentos da LT descritos nas etapas anteriores.
	U	-	Construção de novo bay 230 kV para conexão do circuito C3 da LT 230 kV Maringá - Sarandi, na Subestação Maringá. Observação: este item poderá ser executado aproveitando os desligamentos da LT descritos nas etapas anteriores.
8	V	A, L, T	Conexão dos novos cabos do circuito C3 da LT 230 kV Maringá - Sarandi na Subestação Sarandi.
	W	F, O, U	Conexão dos novos cabos do circuito C3 da LT 230 kV Maringá - Sarandi na Subestação Maringá.
9	X	V, W	Energização do circuito C3 da LT 230 kV Maringá - Sarandi.

Devido a indefinição nesta fase de planejamento se a obra relacionada a reconstrução da LT 230 kV Maringá – Sarandi em circuito duplo deverá ser considerada como reforço ou ampliação, avaliamos todos os dados possíveis que possam auxiliar no processo regulatório. Com isso, foi avaliado a necessidade de relatórios R2, R3, R4 e R5.

## **Relatório R2**

Neste caso, apresenta-se a seguir a avaliação quanto à elaboração ou dispensa de elaboração do relatório R2. As análises têm foco principal nas solicitações impostas pelos Transitórios Eletromagnéticos de Manobra (TEM) que fazem parte do escopo dos relatórios R2.

Essas recomendações levam em conta: (i) características de cada instalação avaliada e da elétrica adjacente; (ii) condicionantes impostos pelo sistema; (iii) análises de detalhamento realizadas neste relatório R1 (avaliação técnica de Linhas de Transmissão (LT)); e (iv) os resultados de relatórios R2 já realizados para instalações semelhantes [3].

LT aérea, compacta, circuito duplo, sem compensação reativa, com cerca de 18,2 km de extensão. Devido ao reduzido comprimento da nova LT, estudos de TEM não se justificam nesta fase de planejamento, logo recomenda-se dispensar a elaboração do relatório R2.

Entretanto, sugere-se que, caso sejam identificadas nos estudos desenvolvidos nas etapas posteriores ao certame licitatório elevadas sobretensões e/ou energias nos para-raios de óxido metálico, bem como algum fenômeno de interação relevante entre a LT objeto dos estudos e a rede elétrica adjacente e/ou equipamentos, seja considerada a adoção de medidas mitigatórias para redução dos impactos dos TEM como, por exemplo, dispositivos sincronizadores.

#### **Relatório R4**

Destaca-se que após análise técnica, caso a LT 230 kV Maringá – Sarandi C1 e C3 (CD) venha a ser licitada, optou-se pela necessidade de elaboração do Relatório R4 para os terminais de Maringá e Sarandi.

#### **Relatórios R3 e R5**

Destaca-se que após análise técnica, optou-se pela dispensa de elaboração dos Relatórios R3 e R5 para a LT 230 kV Maringá – Sarandi C1 e C3 (CD), caso a obra venha a ser licitada. A dispensa do R3 se justifica, tendo em vista que poderá ser aproveitada a mesma faixa de servidão da linha que será revitalizada. Quanto ao relatório R5, não são esperados custos fundiários, tendo em vista a implantação da LT em faixa de servidão já estabelecida.

## 4 PREMISSAS

---

Foi avaliado de 2028 até o ano 2036 (ano horizonte dos casos base do PD2032) com intuito de avaliar o comportamento de longo prazo do sistema para cada alternativa analisada. Os critérios e procedimentos adotados neste estudo também estão de acordo com o documento de critérios do CCPE [4].

### 4.1 Limites de Carregamento

Para os limites de carregamento das linhas e transformadores existentes, para as condições de operação normal e de emergência de curta duração, são os valores informados nos Contratos de Prestação de Serviços de Transmissão (CPST) e/ou Manual de Procedimentos da Operação (MPO).

### 4.2 Topologia e Mercado

As simulações de fluxo de potência foram atualizadas tomando como base os casos de fluxo de potência do Plano Decenal de Energia (PDE) 2032.

## 5 DIAGNÓSTICO DO SISTEMA

Conforme Figura 5-7 e Figura 5-8, ocorre sobrecarga na LT 230 kV Maringá – Sarandi C1 e C2, respectivamente nos anos de 2028 e 2033, na contingência de um dos circuitos no cenário Média Norte Úmido.

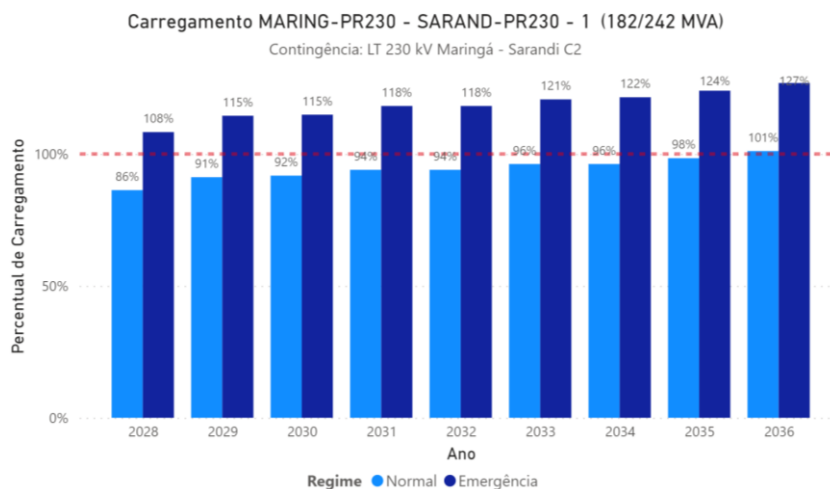


Figura 5-7 – Carregamento da LT 230 kV Maringá – Sarandi C1, em regime normal e na contingência do circuito 2

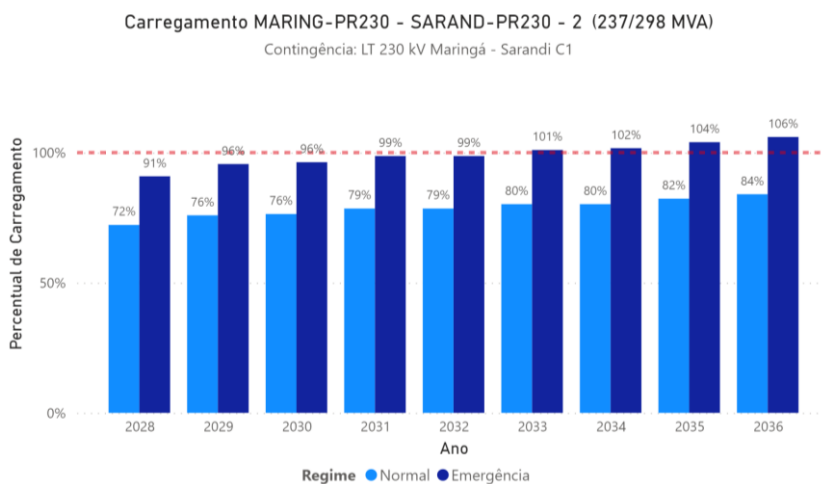
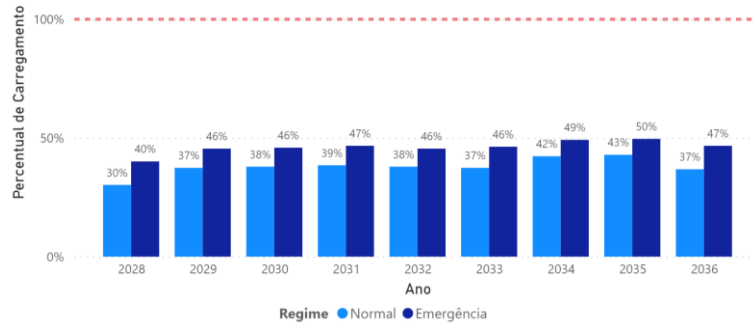


Figura 5-8 – Carregamento da LT 230 kV Maringá – Sarandi C2, em regime normal e na contingência do circuito 1

Conforme Figura 5-9, o carregamento da LT 230 kV Apucarana – Sarandi C1 não apresenta sobrecarga (maior carregamento no cenário Média Norte Úmido). No entanto, a capacidade da LT está bem abaixo dos níveis utilizados na região (em torno de 250 MVA) e poderá ser um fator limitante futuro.

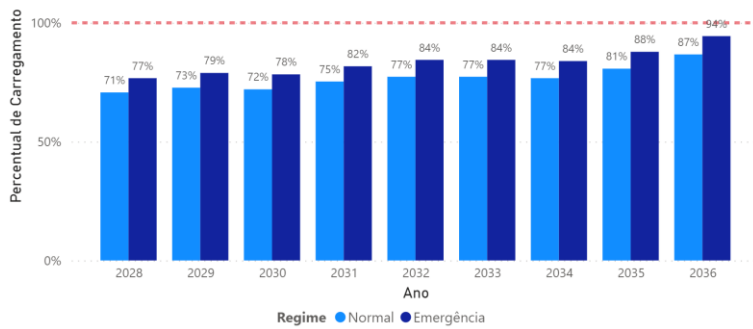
Carregamento SARAND-PR230 - APUCAR-PR230 - 1 (182/242 MVA)  
Contingência: LT 230 kV Londrina Sul - Londrina (ESUL) C1



**Figura 5-9 – Carregamento da LT 230 kV Apucarana – Sarandi C1, em regime normal e na contingência da LT 230 kV Londrina Sul – Lodrina C1**

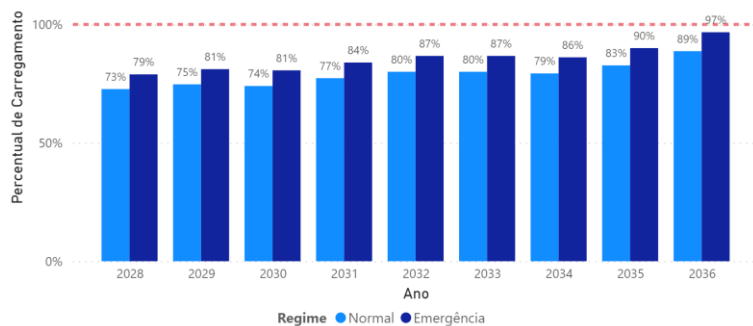
A SE Maringá possui três transformadores 230/138 kV (ATF-A e ATF-B – 2 x 150/187 MVA – 125% e ATF-C – 150/180 MVA – 120%) e, conforme Figura 5-11 e Figura 5-10, ocorre carregamento elevado no 2° e 3° TR (ATF-B e ATF-C) 230/138 kV da SE Maringá, em N-1, a partir de 2036.

Carregamento MARING-PR230 - MGA-T2-PR000 - 1 (150/180 MVA)  
Contingência: ATF-1 230/138kV MGA-T3-PR000



**Figura 5-10 – Carregamento da transformação 230/138 kV de Maringá (ATF-B), em regime normal e em contingência**

Carregamento MARING-PR230 - MGA-T3-PR000 - 1 (150/180 MVA)  
Contingência: ATF-1 230/138kV MGA-T1-PR000



**Figura 5-11 – Carregamento da transformação 230/138 kV de Maringá (ATF-C), em regime normal e em contingência**

## 6 DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS E PLANO DE OBRAS

---

A partir da análise do diagnóstico da região, as alternativas abaixo foram concebidas de forma a permitir o pleno atendimento do escoamento do fluxo na região em condição normal de operação e em situações de contingência simples.

Foram vislumbradas cinco alternativas:

### **LT 230 kV Maringá – Sarandi C1**

1. Recapacitação imediata da LT 230 kV Maringá – Sarandi C1 (circuito simples – compatibilizando a capacidade do circuito 2 – 237/298 MVA) e seccionamento da LT 230 kV Maringá – Londrina na SE Sarandi.
2. Reconstrução imediata da LT 230 kV Maringá – Sarandi em circuito duplo (com aproveitamento da faixa de passagem e módulos de manobra do circuito 1 – nova capacidade de 426/570 MVA).
3. Descomissionamento da LT 230 kV Maringá – Sarandi C1 e construção de nova LT 230 kV Maringá – Sarandi C1 e C3 (rota Sul – circuito duplo – nova capacidade de 426/570 MVA).
4. Descomissionamento da LT 230 kV Maringá – Sarandi C1, construção de nova LT 230 kV Maringá – Sarandi C1 (rota Sul – circuito simples - nova capacidade de 426/570 MVA) e seccionamento da LT 230 kV Maringá – Londrina na SE Sarandi.
5. Recapacitação imediata da LT 230 kV Maringá – Sarandi C1 (circuito simples – compatibilizando a capacidade do circuito 2 – 237/298 MVA) e construção de nova LT 230 kV Maringá – Sarandi (rota Sul – circuito simples - nova capacidade de 426/570 MVA).

Nota: nas alternativas 3 e 4 o descomissionamento só poderá ser feito após a entrada da nova LT.

### **Obras comuns:**

- (i) **LT 230 kV Apucarana – Sarandi C1:** Visto que originalmente a LT 230 kV Apucarana – Maringá C1 foi seccionada na SE Sarandi, as revitalizações necessárias no trecho Apucarana – Sarandi são similares ao trecho Maringá – Sarandi. Logo, solicitamos a recapacitação imediata da LT 230 kV Apucarana – Sarandi C1 (circuito simples – compatibilizando com a capacidade do trecho Maringá – Sarandi C2 – 237/298 MVA).
- (ii) **Fronteira 230/138 kV Maringá:** Neste caso, foi identificada necessidade do 4º ATF 230/138 kV de 150 MVA a partir de 2036.

Considerando as obras acima, foi avaliado o desempenho em regime permanente para cada uma das alternativas. Neste caso, a alternativa 1 e 4 foram descartadas pelo baixo desempenho e falta de robustez visto que o carregamento das LTs existentes (LT 230 kV Maringá – Sarandi C1 e C2) volta a ficar elevado no final do horizonte do estudo. Isto se deve ao fato da LT Maringá - Sarandi C3, a ser originada do proposto seccionamento da LT Maringá - Londrina em Sarandi, ter extensão muito superior à extensão do C1 e C2.

Logo, apresentamos o plano de obras das alternativas restantes (2, 3 e 5) na Tabela 6-4 e, conforme Figura 6-12, a alternativa 2 foi considerada como vencedora devido ao critério de mínimo custo global.

**Tabela 6-4 – Plano de Obras das Alternativas**

Plano de Obras - Alternativa 2									
Descrição	Terminal	Ano	Qtde.	Fator	Custo Unitário (sem fator)	Custo da Alternativa ( R\$ x 1000 )			
						Custo Total	VP	Parcela Anual	RN
						<b>143.310,88</b>	<b>87.209,93</b>	<b>12.729,94</b>	<b>38.323,28</b>
<b>LT 230 kV SARANDI - MARINGÁ, C1 e C3 (CD)   Reconstrução em CD (Ampliação/Adequação)</b>						<b>73.647,55</b>	<b>50.123,29</b>	<b>6.541,92</b>	<b>25.585,89</b>
Circuito Duplo 230 kV, 2 x Danen (556,5 MCM CAL 6201), 18,18 km (Reconstrução + desmonte da LT existente)									
		2028	18,18	1,5	1861,28	50.790,94	34.567,46	4.511,63	17.645,28
EL (Entrada de Linha) 230 kV, Arranjo BD4	Sarandi	2028	1,0	1,0	10523,65	10.523,65	7.162,22	934,79	3.656,02
EL (Entrada de Linha) 230 kV, Arranjo BPT	Maringá	2028	1,0	1,0	10064,44	10.064,44	6.849,69	894,00	3.496,49
MIM - 230 kV	Sarandi	2028	1,0	1,0	1134,26	1.134,26	771,96	100,75	394,05
MIM - 230 kV	Maringá	2028	1,0	1,0	1134,26	1.134,26	771,96	100,75	394,05
<b>LT 230 kV APUCARANA - SARANDI, C1   Recapacitação (Ampliação/Adequação)</b>						<b>21.567,56</b>	<b>14.678,52</b>	<b>1.915,79</b>	<b>7.492,79</b>
Circuito Simples 230 kV, 1 x 636 MCM (GROSBEAK), 41,52 km									
		2028	41,52	0,5	960,17	21.567,56	14.678,52	1.915,79	7.492,79
<b>SE 230/138 kV MARINGÁ (Ampliação/Adequação)</b>						<b>48.095,76</b>	<b>22.408,12</b>	<b>4.272,22</b>	<b>5.244,60</b>
IB (Interligação de Barras) 230 kV, Arranjo BD4									
		2028	2,0	1,0	7548,15	15.096,30	10.274,29	1.340,97	5.244,60
4° ATF 230/138 kV, 1 x 150 MVA 3φ		2036	1,0	1,0	15321,21	15.321,21	5.633,58	1.360,94	
CT (Conexão de Transformador) 230 kV, Arranjo BPT		2036	1,0	1,0	9064,99	9.064,99	3.333,18	805,22	
CT (Conexão de Transformador) 138 kV, Arranjo BPT		2036	1,0	1,0	6753,46	6.753,46	2.483,23	599,89	
MIM - 230 kV		2036	1,0	1,0	1134,26	1.134,26	417,07	100,75	
MIM - 138 kV		2036	1,0	1,0	725,54	725,54	266,78	64,45	
<b>Plano de Obras - Alternativa 3</b>									
Descrição	Terminal	Ano	Qtde.	Fator	Custo Unitário (sem fator)	Custo da Alternativa ( R\$ x 1000 )			
						Custo Total	VP	Parcela Anual	RN
						<b>197.720,84</b>	<b>124.240,44</b>	<b>17.563,03</b>	<b>57.225,85</b>
<b>LT 230 kV SARANDI - MARINGÁ, C1 e C3 (CD) (Nova)</b>						<b>128.057,52</b>	<b>87.153,79</b>	<b>11.375,02</b>	<b>44.488,45</b>
Circuito Duplo 230 kV, 2 x 477 MCM (HAWK), 18 km (trecho aéreo)									
		2028	18,0	1,0	1994,80	35.906,40	24.437,29	3.189,47	12.474,24
Circuito Duplo 230 kV, 1 x 1600 mm², 4 km (trecho subterrâneo)									
		2028	4,0	10,0	1609,51	64.380,32	43.816,16	5.718,74	22.366,36
EL (Entrada de Linha) 230 kV, Arranjo BD4	Sarandi	2028	1,0	1,0	10523,65	10.523,65	7.162,22	934,79	3.656,02
EL (Entrada de Linha) 230 kV, Arranjo BPT	Maringá	2028	1,0	1,0	10064,44	10.064,44	6.849,69	894,00	3.496,49
MIM - 230 kV	Sarandi	2028	1,0	1,0	1134,26	1.134,26	771,96	100,75	394,05
MIM - 230 kV	Maringá	2028	1,0	1,0	1134,26	1.134,26	771,96	100,75	394,05
Descomissionamento da LT 230 kV Maringá - Sarandi C1 (circuito exis									
		2028	1,0	1,0	4914,19	4.914,19	3.344,51	436,51	1.707,24
<b>LT 230 kV APUCARANA - SARANDI, C1   Recapacitação (Ampliação/Adequação)</b>						<b>21.567,56</b>	<b>14.678,52</b>	<b>1.915,79</b>	<b>7.492,79</b>
Circuito Simples 230 kV, 1 x 636 MCM (GROSBEAK), 41,52 km									
		2028	41,52	0,5	960,17	21.567,56	14.678,52	1.915,79	7.492,79
<b>SE 230/138 kV MARINGÁ (Ampliação/Adequação)</b>						<b>48.095,76</b>	<b>22.408,12</b>	<b>4.272,22</b>	<b>5.244,60</b>
IB (Interligação de Barras) 230 kV, Arranjo BD4									
		2028	2,0	1,0	7548,15	15.096,30	10.274,29	1.340,97	5.244,60
4° ATF 230/138 kV, 1 x 150 MVA 3φ		2036	1,0	1,0	15321,21	15.321,21	5.633,58	1.360,94	
CT (Conexão de Transformador) 230 kV, Arranjo BPT		2036	1,0	1,0	9064,99	9.064,99	3.333,18	805,22	
CT (Conexão de Transformador) 138 kV, Arranjo BPT		2036	1,0	1,0	6753,46	6.753,46	2.483,23	599,89	
MIM - 230 kV		2036	1,0	1,0	1134,26	1.134,26	417,07	100,75	
MIM - 138 kV		2036	1,0	1,0	725,54	725,54	266,78	64,45	

Plano de Obras - Alternativa 5													
Descrição	Terminal	Ano	Qtde.	Fator	Custo Unitário (sem fator)	Custo da Alternativa ( R\$ x 1000 )							
						Custo Total	VP	Parcela Anual	RN				
						<b>169.336,67</b>	<b>104.922,65</b>	<b>15.041,74</b>	<b>47.364,90</b>				
<b>LT 230 kV SARANDI - MARINGÁ, C1   Recapacitação (Ampliação/Adequação)</b>													
Circuito Simples 230 kV, 1 x 636 MCM (GROSBEAK), 18,18 km						2028	18,18	0,8	957,76	13.929,70	9.480,32	1.237,34	4.839,32
<b>LT 230 kV SARANDI - MARINGÁ, C3 (Nova)</b>													
Circuito Simples 230 kV, 2 x 477 MCM (HAWK), 18 km (trecho aéreo)						2028	18,0	1,0	1230,14	22.142,52	15.069,83	1.966,86	7.692,53
Circuito Simples 230 kV, 1 x 1600 mm², 4 km (trecho subterrâneo)						2028	4,0	10,0	1018,61	40.744,52	27.730,04	3.619,23	14.155,05
EL (Entrada de Linha) 230 kV, Arranjo BD4						2028	1,0	1,0	10523,65	10.523,65	7.162,22	934,79	3.656,02
EL (Entrada de Linha) 230 kV, Arranjo BPT						2028	1,0	1,0	10064,44	10.064,44	6.849,69	894,00	3.496,49
MIM - 230 kV						2028	1,0	1,0	1134,26	1.134,26	771,96	100,75	394,05
MIM - 230 kV						2028	1,0	1,0	1134,26	1.134,26	771,96	100,75	394,05
<b>LT 230 kV APUCARANA - SARANDI, C1   Recapacitação (Ampliação/Adequação)</b>													
Circuito Simples 230 kV, 1 x 636 MCM (GROSBEAK), 41,52 km						2028	41,52	0,5	960,17	21.567,56	14.678,52	1.915,79	7.492,79
<b>SE 230/138 kV MARINGÁ (Ampliação/Adequação)</b>													
IB (Interligação de Barras) 230 kV, Arranjo BD4						2028	2,0	1,0	7548,15	15.096,30	10.274,29	1.340,97	5.244,60
4º ATF 230/138 kV, 1 x 150 MVA 3Φ						2036	1,0	1,0	15321,21	15.321,21	5.633,58	1.360,94	
CT (Conexão de Transformador) 230 kV, Arranjo BPT						2036	1,0	1,0	9064,99	9.064,99	3.333,18	805,22	
CT (Conexão de Transformador) 138 kV, Arranjo BPT						2036	1,0	1,0	6753,46	6.753,46	2.483,23	599,89	
MIM - 230 kV						2036	1,0	1,0	1134,26	1.134,26	417,07	100,75	
MIM - 138 kV						2036	1,0	1,0	725,54	725,54	266,78	64,45	

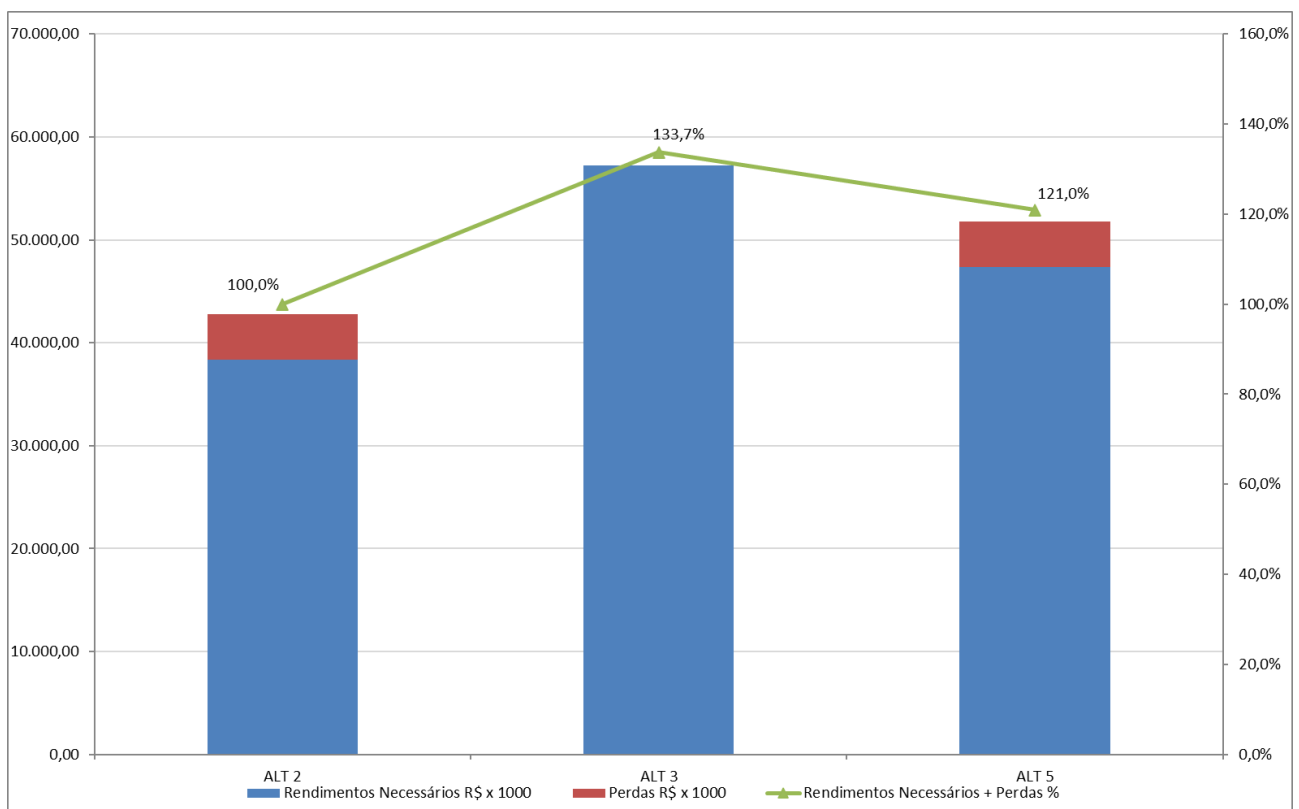


Figura 6-12 – Comparativo – Análise de Mínimo Custo Global

## 7 ANÁLISE DO DESEMPENHO EM REGIME PERMANENTE

Foram realizadas simulações em condição normal e em contingências simples dos elementos da rede básica e rede básica de fronteira para todas as alternativas apresentadas. As alternativas 1 e 4 não apresentaram desempenho satisfatório visto que a solução não foi robusta, dado que o carregamento das LTs existentes (LT 230 kV Maringá – Sarandi C1 e C2) volta a ficar elevado no final do horizonte do estudo. São apresentados a seguir os principais resultados dos fluxos de carga em condição normal e emergência para todas as alternativas.

### Alternativa 1

Carregamento MARING-PR230 - SARAND-PR230 - 1 (237/298 MVA)

Contingência: LT 230 kV Maringá - Sarandi C2

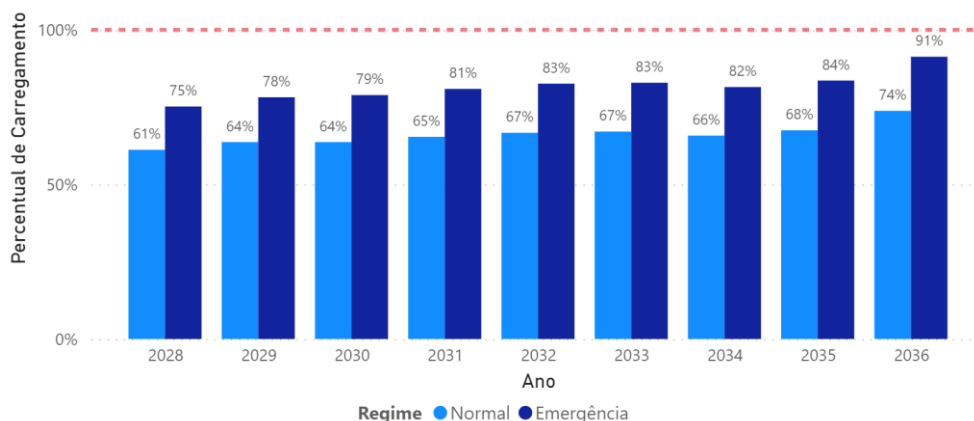


Figura 7-13 – Carregamento da LT 230 kV Maringá – Sarandi C1, em regime normal e na contingência do circuito 2 (ALT 1)

Carregamento MARING-PR230 - SARAND-PR230 - 2 (237/298 MVA)

Contingência: LT 230 kV Maringá - Sarandi C1

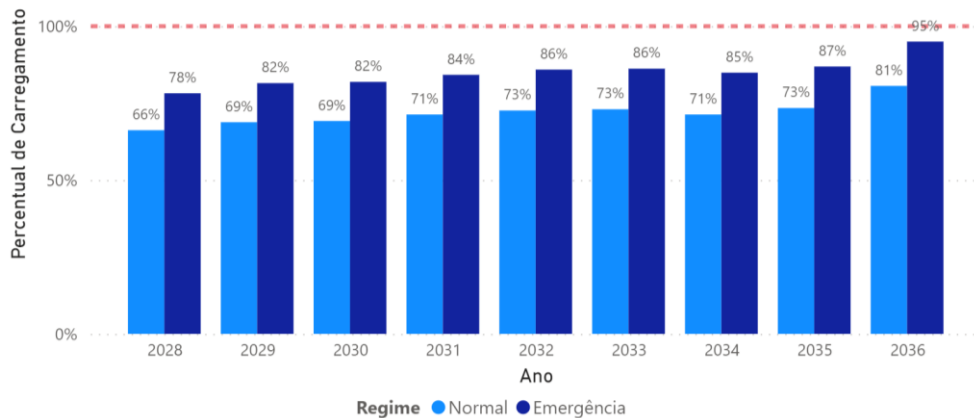


Figura 7-14 – Carregamento da LT 230 kV Maringá – Sarandi C2, em regime normal e na contingência do circuito 1 (ALT 1)

Carregamento MARING-PR230 - SARAND-PR230 - 3 (238/328 MVA)

Contingência: LT 230 kV Maringá - Sarandi C2

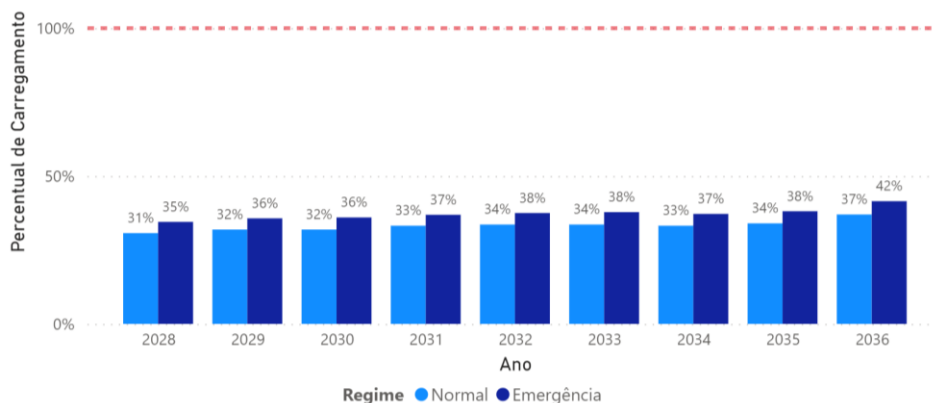


Figura 7-15 – Carregamento da LT 230 kV Maringá – Sarandi C3, em regime normal e na contingência do circuito 2 (ALT 1)

Carregamento MARING-PR230 - MGA-T2-PR000 - 1 (150/180 MVA)

Contingência: ATF-1 230/138kV MGA-T3-PR000

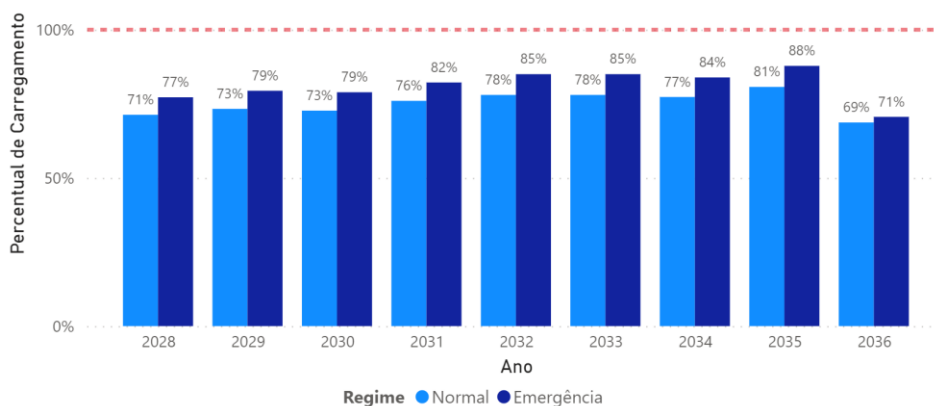


Figura 7-16 – Carregamento da transformação 230/138 kV de Maringá (ATF-B), em regime normal e em contingência (ALT 1)

Carregamento MARING-PR230 - MGA-T3-PR000 - 1 (150/180 MVA)

Contingência: ATF-1 230/138kV MGA-T1-PR000

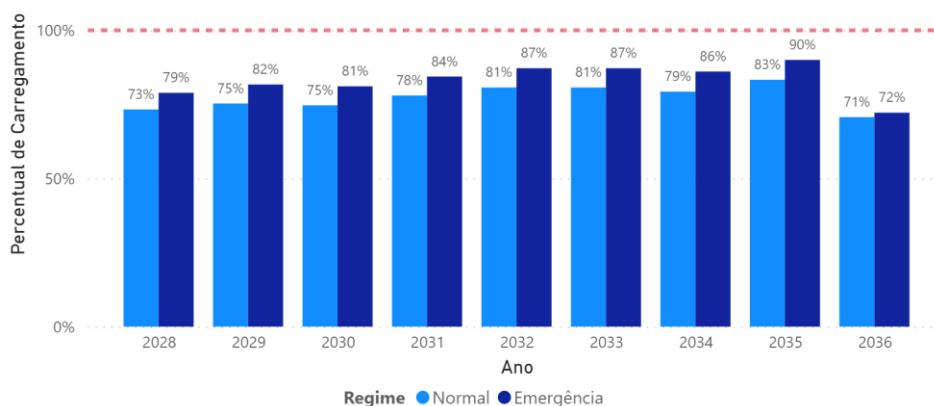


Figura 7-17 – Carregamento da transformação 230/138 kV de Maringá (ATF-C), em regime normal e em contingência (ALT 1)

## Alternativa 2

### Carregamento MARING-PR230 - SARAND-PR230 - 1 (426/570 MVA)

Contingência: LT 230 kV Maringá - Sarandi C3

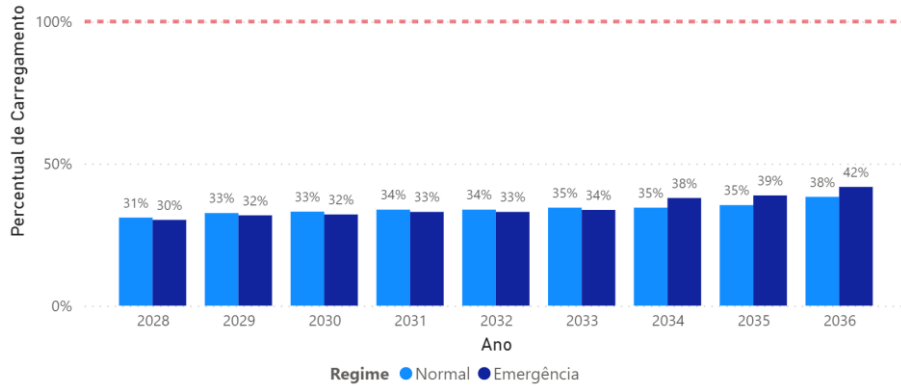


Figura 7-18 – Carregamento da LT 230 kV Maringá – Sarandi C1, em regime normal e na contingência do circuito 2 (ALT 2)

### Carregamento MARING-PR230 - SARAND-PR230 - 2 (237/298 MVA)

Contingência: LT 230 kV Maringá - Sarandi C3

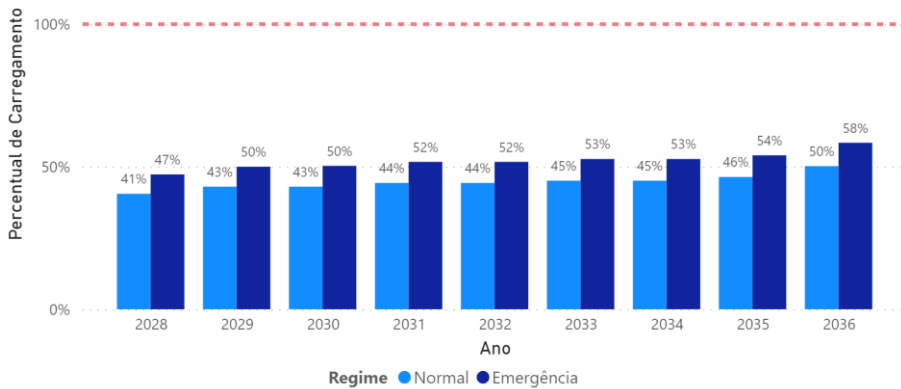


Figura 7-19 – Carregamento da LT 230 kV Maringá – Sarandi C2, em regime normal e na contingência do circuito 1 (ALT 2)

### Carregamento MARING-PR230 - SARAND-PR230 - 3 (426/570 MVA)

Contingência: LT 230 kV Maringá - Sarandi C1

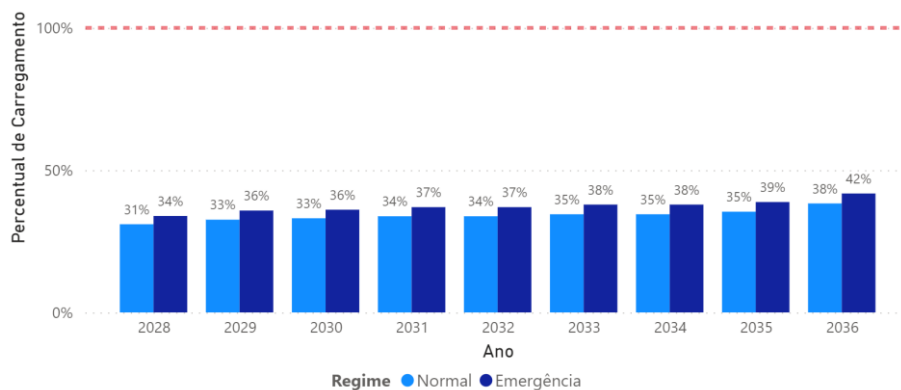


Figura 7-20 – Carregamento da LT 230 kV Maringá – Sarandi C3, em regime normal e na contingência do circuito 2 (ALT 2)

Carregamento MARING-PR230 - MGA-T2-PR000 - 1 (150/180 MVA)

Contingência: ATF-1 230/138kV MGA-T3-PR000

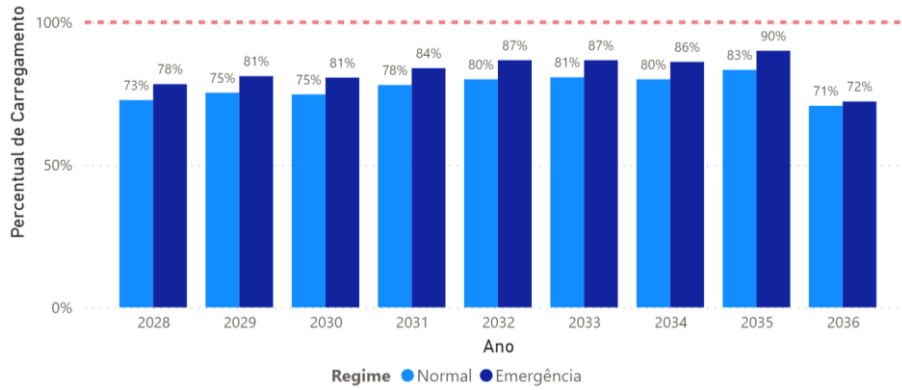


Figura 7-21 – Carregamento da transformação 230/138 kV de Maringá (ATF-B), em regime normal e em contingência (ALT 2)

Carregamento MARING-PR230 - MGA-T3-PR000 - 1 (150/180 MVA)

Contingência: ATF-1 230/138kV MGA-T1-PR000

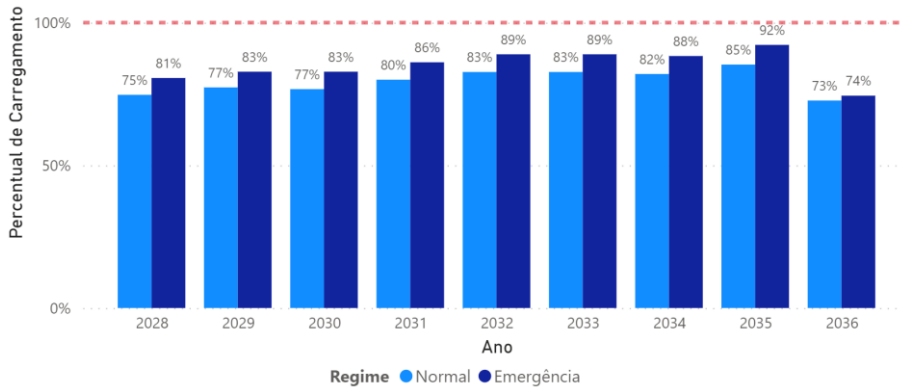


Figura 7-22 – Carregamento da transformação 230/138 kV de Maringá (ATF-C), em regime normal e em contingência (ALT 2)

### Alternativa 3

Carregamento MARING-PR230 - SARAND-PR230 - 1 (426/570 MVA)

Contingência: LT 230 kV Maringá - Sarandi C3

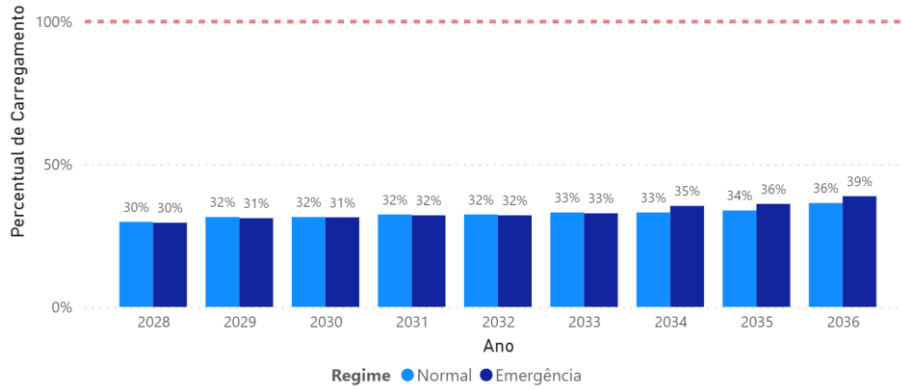


Figura 7-23 – Carregamento da LT 230 kV Maringá – Sarandi C1, em regime normal e na contingência do circuito 2 (ALT 3)

Carregamento MARING-PR230 - SARAND-PR230 - 2 (237/298 MVA)

Contingência: LT 230 kV Maringá - Sarandi C3

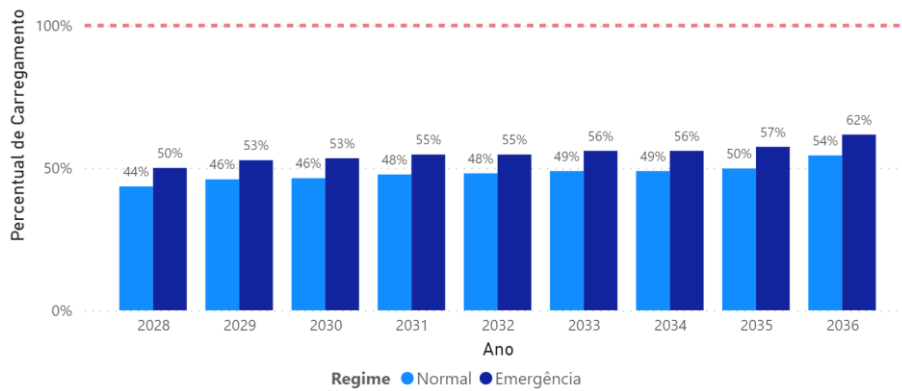


Figura 7-24 – Carregamento da LT 230 kV Maringá – Sarandi C2, em regime normal e na contingência do circuito 1 (ALT 3)

Carregamento MARING-PR230 - SARAND-PR230 - 3 (426/570 MVA)

Contingência: LT 230 kV Maringá - Sarandi C1

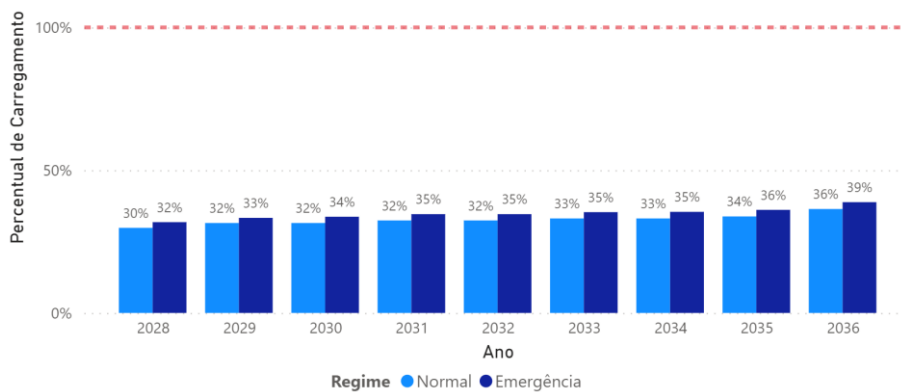


Figura 7-25 – Carregamento da LT 230 kV Maringá – Sarandi C3, em regime normal e na contingência do circuito 2 (ALT 3)

Carregamento MARING-PR230 - MGA-T2-PR000 - 1 (150/180 MVA)

Contingência: ATF-1 230/138kV MGA-T3-PR000

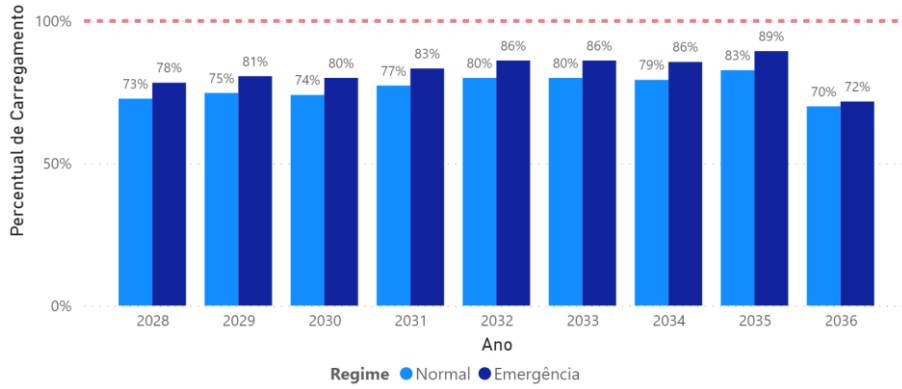


Figura 7-26 – Carregamento da transformação 230/138 kV de Maringá (ATF-B), em regime normal e em contingência (ALT 3)

Carregamento MARING-PR230 - MGA-T3-PR000 - 1 (150/180 MVA)

Contingência: ATF-1 230/138kV MGA-T1-PR000

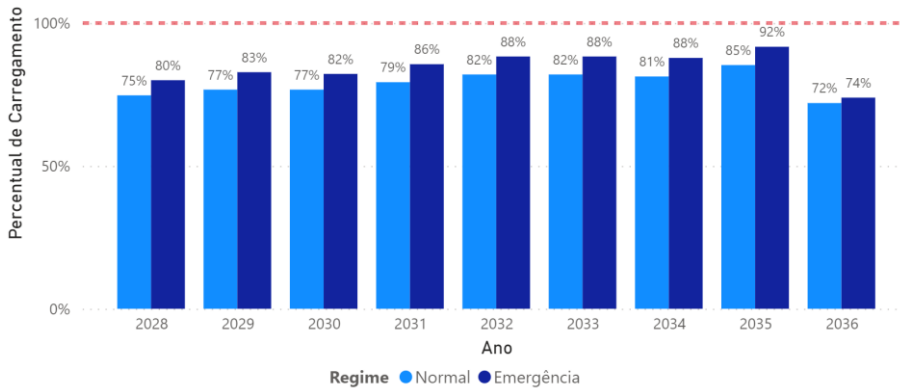
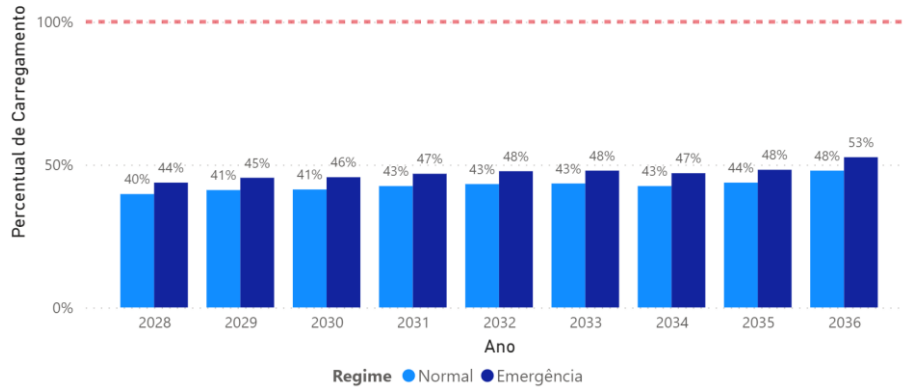


Figura 7-27 – Carregamento da transformação 230/138 kV de Maringá (ATF-C), em regime normal e em contingência (ALT 3)

## Alternativa 4

### Carregamento MARING-PR230 - SARAND-PR230 - 1 (426/570 MVA)

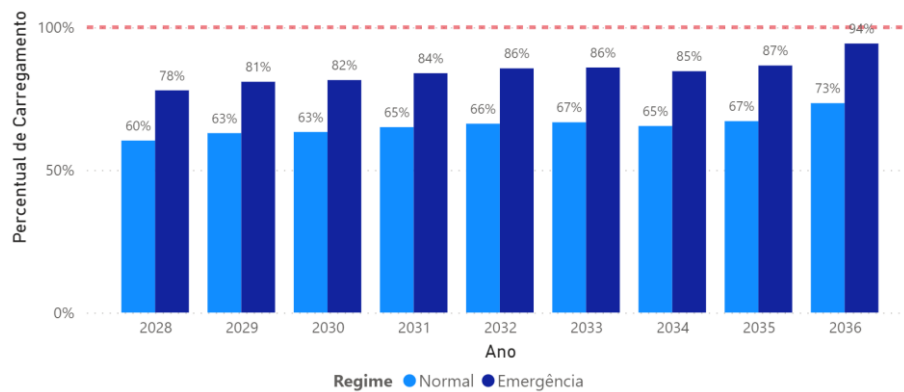
Contingência: LT 230 kV Maringá - Sarandi C2



**Figura 7-28 – Carregamento da LT 230 kV Maringá – Sarandi C1, em regime normal e na contingência do circuito 2 (ALT 4)**

### Carregamento MARING-PR230 - SARAND-PR230 - 2 (237/298 MVA)

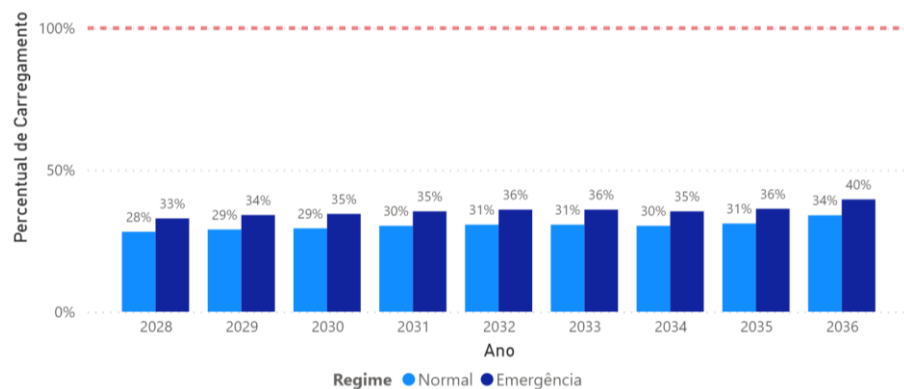
Contingência: LT 230 kV Maringá - Sarandi C1



**Figura 7-29 – Carregamento da LT 230 kV Maringá – Sarandi C2, em regime normal e na contingência do circuito 1 (ALT 4)**

### Carregamento MARING-PR230 - SARAND-PR230 - 3 (238/328 MVA)

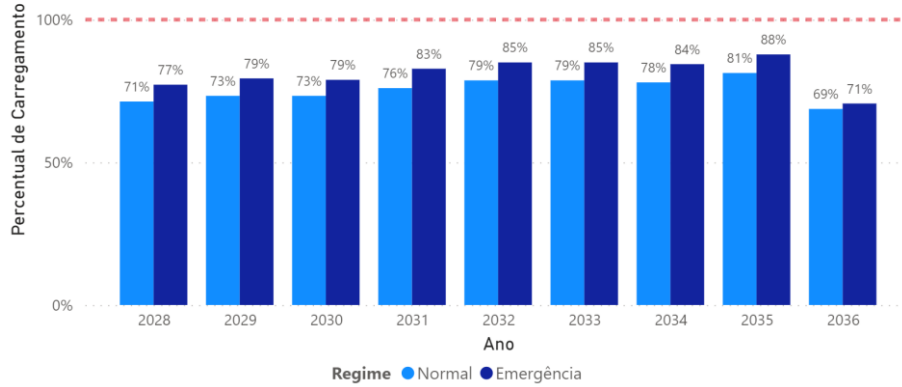
Contingência: LT 230 kV Maringá - Sarandi C1



**Figura 7-30 – Carregamento da LT 230 kV Maringá – Sarandi C3, em regime normal e na contingência do circuito 2 (ALT 4)**

Carregamento MARING-PR230 - MGA-T2-PR000 - 1 (150/180 MVA)

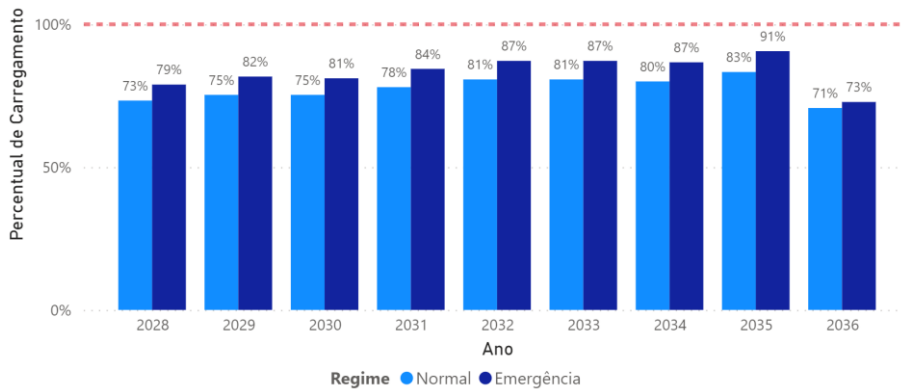
Contingência: ATF-1 230/138kV MGA-T3-PR000



**Figura 7-31 – Carregamento da transformação 230/138 kV de Maringá (ATF-B), em regime normal e em contingência (ALT 4)**

Carregamento MARING-PR230 - MGA-T3-PR000 - 1 (150/180 MVA)

Contingência: ATF-1 230/138kV MGA-T1-PR000



**Figura 7-32 – Carregamento da transformação 230/138 kV de Maringá (ATF-C), em regime normal e em contingência (ALT 4)**

## Alternativa 5

### Carregamento MARING-PR230 - SARAND-PR230 - 1 (237/298 MVA)

Contingência: LT 230 kV Maringá - Sarandi C3

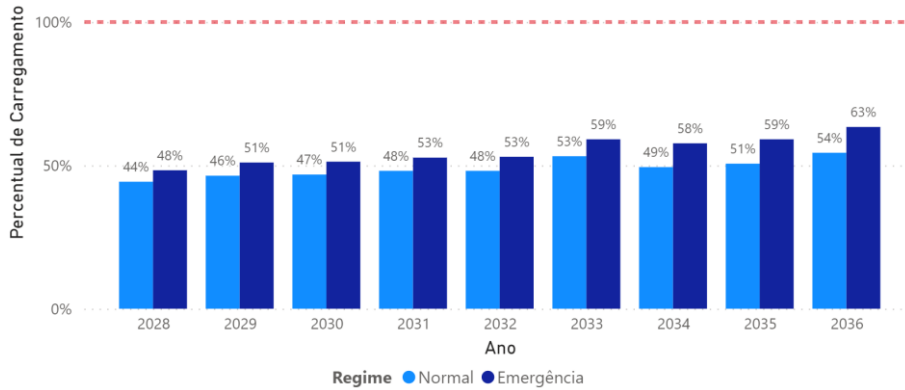


Figura 7-33 – Carregamento da LT 230 kV Maringá – Sarandi C1, em regime normal e na contingência do circuito 2 (ALT 5)

### Carregamento MARING-PR230 - SARAND-PR230 - 2 (237/298 MVA)

Contingência: LT 230 kV Maringá - Sarandi C3

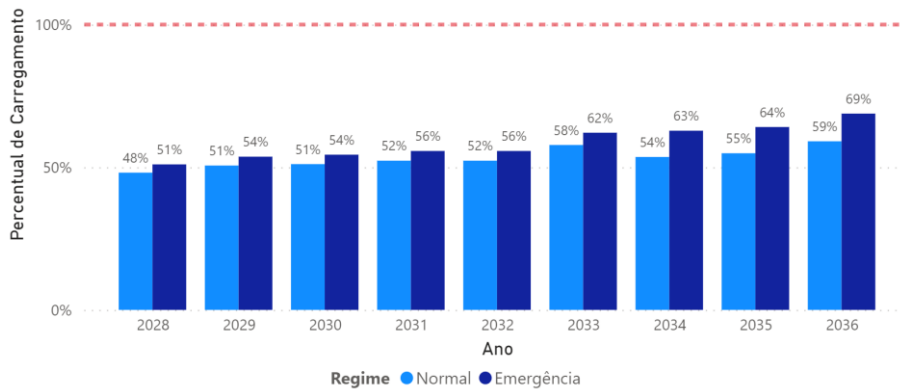


Figura 7-34 – Carregamento da LT 230 kV Maringá – Sarandi C2, em regime normal e na contingência do circuito 1 (ALT 5)

### Carregamento MARING-PR230 - SARAND-PR230 - 3 (426/570 MVA)

Contingência: LT 230 kV Maringá - Sarandi C2

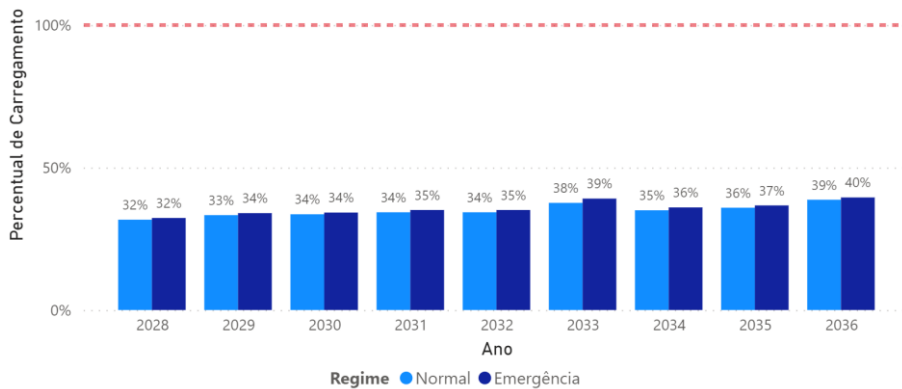


Figura 7-35 – Carregamento da LT 230 kV Maringá – Sarandi C3, em regime normal e na contingência do circuito 2 (ALT 5)

Carregamento MARING-PR230 - MGA-T2-PR000 - 1 (150/180 MVA)

Contingência: ATF-1 230/138kV MGA-T3-PR000

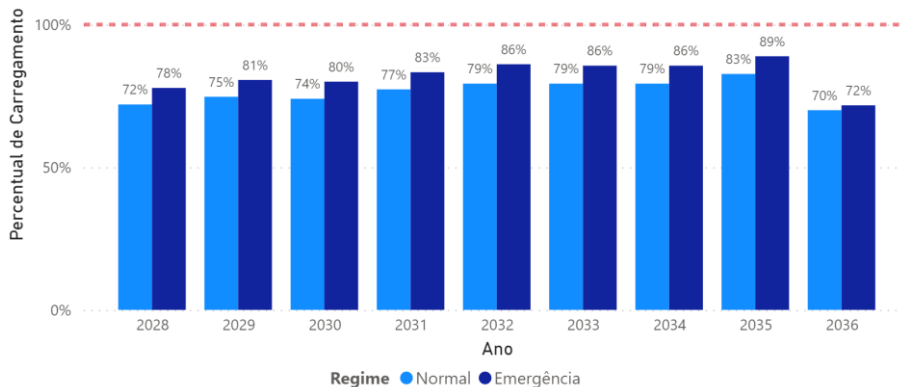


Figura 7-36 – Carregamento da transformação 230/138 kV de Maringá (ATF-B), em regime normal e em contingência (ALT 5)

Carregamento MARING-PR230 - MGA-T3-PR000 - 1 (150/180 MVA)

Contingência: ATF-1 230/138kV MGA-T1-PR000

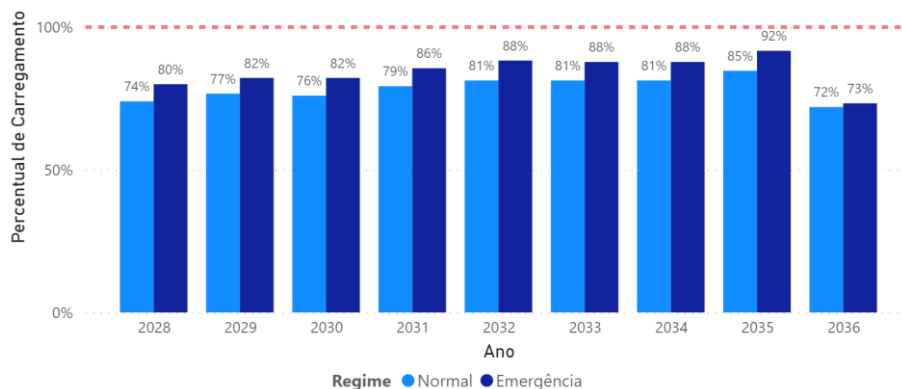


Figura 7-37 – Carregamento da transformação 230/138 kV de Maringá (ATF-C), em regime normal e em contingência (ALT 5)

## 8 AVALIAÇÃO TÉCNICO-ECONÔMICA DE LINHAS DE TRANSMISSÃO AÉREAS

Neste capítulo são apresentadas as análises técnicas e de otimização visando definir as especificações básicas da Linha de Transmissão (LT) aérea abaixo:

- LT 230 kV Sarandi – Maringá, C1 e C3, em Circuito Duplo (CD), com 18,18 km de comprimento;

Os resultados obtidos nas análises foram extraídos diretamente do programa ELEKTRA, desenvolvido pelo CEPEL [5].

### 8.1 Dados e Premissas

Os dados ambientais predominantes e preliminares para as análises técnicas e definição das capacidades de corrente estão dispostos na Tabela 8-5. Nota-se que a temperatura do ar corresponde à maior máxima média mensal registrada na estação de medição localizada em Maringá/PR [6].

**Tabela 8-5 Dados do ambiente**

Temperatura do ar [°C]	31
Vento p/ cálculo de temperatura [m/s]	1
Radiação solar [W/m <sup>2</sup> ]	1000
Altitude média [m]	535
Altitude máxima [m]	592
DRA <sup>(1)</sup> [p.u.]	0,92
Vento p/ balanço (50 anos, 30 s, 10 m) [km/h]	125

<sup>(1)</sup> Densidade Relativa do Ar adotada para verificação de efeito corona visual.

Na Tabela 8-6 estão apresentados os parâmetros econômicos considerados na otimização. Os fluxos e fatores de perdas utilizados estão apresentados na Tabela 8-7. Já a Tabela 8-8 apresenta os carregamentos máximos verificados nos estudos de fluxo de potência em condição normal de operação e em emergência, decorrente de contingência no sistema, conforme resultados apresentados no capítulo 7.

**Tabela 8-6 Dados para avaliação econômica**

<b>Custo das perdas de energia [R\$/MWh]</b>	205,11
<b>Período [anos]</b>	30
<b>Taxa de desconto anual [%]</b>	8
<b>Banco de preços</b>	Ref. ANEEL – 2023/03 <sup>1</sup>

**Tabela 8-7 Dados do sistema – Fluxos para cálculo de perdas**

Linha	Fluxo <sup>1</sup> [MVA]	Duração	Fator de perdas
		[Anos]	
LT 230 kV Sarandi – Maringá, C1 e C3, CD	131,99	1	0,56
	139,40	1	0,56
	140,72	1	0,58
	144,14	1	0,59
	144,36	1	0,61
	147,28	1	0,63
	147,23	1	0,65
	150,66	1	0,67
	164,24	22	0,67

<sup>(1)</sup> Fluxos verificados à tensão nominal.

**Tabela 8-8 Dados do sistema – Fluxos máximos observados para diferentes condições de operação**

Linha	Fluxo <sup>1</sup> [MVA]	
	Normal	Emergência Simples
LT 230 kV Sarandi – Maringá, C1 e C3, CD	162,9	241,4

<sup>(1)</sup> Fluxos verificados à tensão nominal.

Nessas análises adotou-se estruturas em circuito duplo, em configuração vertical. Na Seção 8.4 constam as coordenadas finais, após a otimização, dos cabos na torre e flechas para a silhueta típica. Para os cabos condutores, considerou-se nesta análise os tipos CAA, CAL1120 e CAL6201. Importante salientar que para os cabos CAA, o valor de tração EDS (*Every Day Stress*) foi igual a 10 %. Para os cabos CAL1120 e CAL6201, foi realizado um ajuste para que, na condição EDS, a relação entre as suas trações e pesos fosse mantida igual à do cabo CAA. Por fim, devido a reduzida extensão da linha, foram utilizados os cabos para-raios Dotterel e OPGW 15,5 mm.

## 8.2 Critérios Para Análises Elétricas e Comparações Econômicas

Na definição das capacidades de corrente, os valores a serem especificados devem atender minimamente aos fluxos observados no estudo, em condição normal e emergência.

<sup>1</sup> Atualizado pela EPE conforme (EPE, EPE-DEE-IT-052/2023 - Atualização dos Parâmetros Econômicos de Referência para os Estudos de Expansão da Transmissão do Ciclo de Planejamento 2023, 2023).

Adicionalmente, para as novas LT, deve-se buscar adotar 65 °C como limite superior de temperatura nos cabos condutores em condição normal de operação e 90 °C em condição de emergência. Com relação aos níveis de emissão eletromagnética, esses devem observar os requisitos mínimos definidos em [7]. Essas restrições, juntamente com o balanço dos cabos, devem ser observadas de forma a definir uma estimativa inicial para a faixa de segurança e o conjunto de cabos condutores tecnicamente viáveis.

As configurações com custos totais, de instalação e perdas, com diferenças de até 3% são consideradas economicamente equivalentes.

### 8.3 Avaliações Econômicas

#### Seleção dos cabos condutores

Inicialmente, cumpre destacar que foram avaliadas configurações possuindo um e dois cabos por fase. Quanto aos cabos CAA e CAL6201, em relação aos seus respectivos custos em R\$/kg, adotou-se os valores que constam no banco de preços supracitado. Em relação aos cabos CAL1120, na falta de informações, optou-se por adotar o mesmo valor dos cabos CAA.

Após as análises realizadas pelo programa ELEKTRA, identificou-se que as soluções economicamente equivalentes, dentre as soluções candidatas, são aquelas apresentadas na Tabela 8-9.

**Tabela 8-9 Configurações com menor custo total**

Cabo condutor		Nº de subcond . por fase	Custos (1000 x R\$/km)			Relação entre custo total e o menor custo total [%]
Nome	Tipo		Instalação	Perdas	Total	
NOBELIUM	CAL1120	2	1996,7	684,4	2681,1	100,0%
OXYGEN	CAL1120	2	2065,7	618,7	2684,4	100,1%
ELGIN	CAL6201	2	2020,5	696,8	2717,3	101,3%
FLINT	CAL6201	2	2119,8	605,8	2725,6	101,7%
NITROGEN	CAL1120	2	1917,9	818,8	2736,7	102,1%
<b>DARIEN</b>	<b>CAL6201</b>	<b>2</b>	<b>1918,1</b>	<b>824,1</b>	<b>2742,2</b>	<b>102,3%</b>

Desse modo, por estar dentro da faixa considerada economicamente equivalente, escolhe-se o cabo 2 x DARIEN como sendo a solução de referência. A justificativa dessa escolha é devido ao fato que essa alternativa possui um valor de instalação inferior às demais (apenas não é menor do que a alternativa 2 x NITROGEN, no entanto, a solução 2 X DARIEN possui uma melhor relação da tração de ruptura sobre o peso linear, proporcionando uma maior tração e menores valores de flecha).

Cumprir ressaltar que esse condutor faz parte de uma solução de referência, isto é, ele poderá ser alterado na etapa de projeto, desde que sejam respeitadas as capacidades de corrente e resistência de sequência positiva a 50 °C da Tabela 8-10.

#### 8.4 Características Técnicas da Solução de Referência

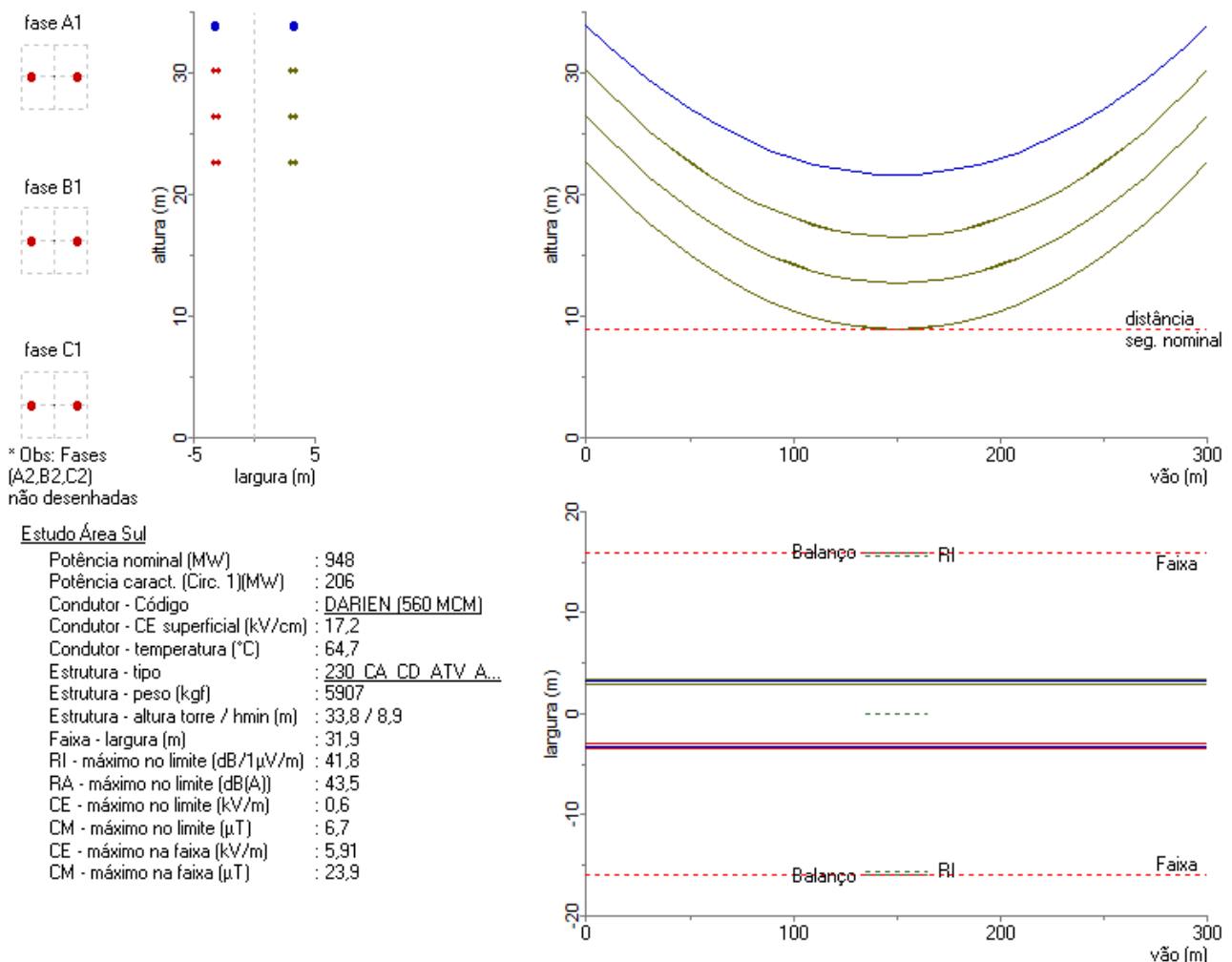
##### Características elétricas – LT 230 kV Sarandi – Maringá, C1 e C3, CD

Tendo em vista os resultados das análises realizadas, os parâmetros elétricos e capacidades de corrente especificadas para esta LT estão sumarizados na Tabela 8-10.

**Tabela 8-10 Características elétricas básicas da LT 230 kV Sarandi – Maringá, C1 e C3, CD**

Tipo	Cabo	Capacidade por circuito [A]		Parâmetros de sequência a 50 °C			
		Normal	Emerg.	seq.	r [ $\Omega$ /km]	x [ $\Omega$ /km]	b [ $\mu$ S/km]
Circuito Duplo	CAL6201 2 x DARIEN (559,5 MCM)	1190	1530	+	0,0663	0,3273	5,1157
				0	0,2868	1,0442	2,8035
				mut.0	-	-	-

A Figura 8-38, extraída do ELEKTRA, apresenta um sumário dos resultados técnicos da nova LT em CD, incluindo o vão médio de 300 m utilizado na análise referencial.



**Figura 8-38 Dados técnicos básicos da LT 230 kV Sarandi – Maringá, C1 e C3, CD**

### Características construtivas – LT 230 kV Sarandi – Maringá, C1 e C3, CD

Considerando os resultados das simulações realizadas e um espaçamento entre os subcondutores de 45,72 cm, dispostos na horizontal, as coordenadas da silhueta típica e as respectivas flechas estão apresentadas na Tabela 8-11.

**Tabela 8-11 Coordenadas da silhueta típica da LT 230 kV em CD**

Elemento	X [m]	Y [m]	Flecha [m]
Feixe A1	-3,2	22,6	13,7
Feixe B1	-3,2	26,4	13,7
Feixe C1	-3,2	30,2	13,7
Feixe A2	3,2	22,6	13,7
Feixe B2	3,2	26,4	13,7
Feixe C2	3,2	30,2	13,7
Para-raios 1	-3,2	33,8	12,2
Para-raios 2	3,2	33,8	12,2

### Estimativas iniciais para faixa de segurança

Com relação à faixa de segurança, a Tabela 8-12 apresenta os valores calculados pelo ELEKTRA e as suas respectivas condições de cálculo. Ressalta-se que esses valores são iniciativas iniciais e deverão ser revistos na etapa de projeto, conforme solução final a ser adotada.

**Tabela 8-12 Estimativas iniciais para faixa de segurança**

Linha	Faixa calculada [m]	Restrição
LT 230 kV Sarandi – Maringá, C1 e C3, CD	31,9	Balanço de Condutores
	31,2	Rádio Interferência

## **9 ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL PRELIMINAR**

---

As avaliações socioambientais preliminares referentes às novas instalações de Rede Básica recomendadas neste estudo foram objeto da NOTA TÉCNICA EPE/DEA/SMA 001/2024 - “Análise Socioambiental do Estudo para Revitalização do Corredor Apucarana – Sarandi – Maringá”, a qual está incorporada ao final deste relatório.

## 10 REFERÊNCIAS

---

- [1] ONS, “Submódulo 2.6 - Requisitos mínimos para subestações e seus equipamentos,” ONS, 2022. [Online].
- [2] EPE, “PLANO DECENAL DE EXPANSÃO DE ENERGIA 2032,” EPE, 2023. [Online].
- [3] EPE, “EPE-DEE-NT-100/2018-rev0 - Transitórios eletromagnéticos de manobra em linhas de transmissão CA: experiência dos Relatórios R2,” 2018.
- [4] CCPE/CTET, “Critérios e Procedimentos para o Planejamento da Expansão dos Sistemas de Transmissão,” Brasília, 2002.
- [5] CEPEL, “ELEKTRA,” [Online]. Available: <https://www.cepel.br/produtos/elektra/>.
- [6] INMET, “Normal Climatológico do Brasil 1991-2020: Temperatura Máxima,” [Online]. Available: <http://www.inmet.gov.br/portal/>.
- [7] ONS, “Procedimentos de Rede – Submódulo 2.7 – Requisitos Mínimos Para Linhas de Transmissão,” 2022.
- [8] *Resolução Normativa ANEEL nº 191*, 2005.
- [9] EPE, “EPE-DEE-IT-052/2023 - Atualização dos Parâmetros Econômicos de Referência para os Estudos de Expansão da Transmissão do Ciclo de Planejamento 2023,” 2023.

## **11 PARTICIPANTES**

---

Daniel José Tavares de Souza – EPE

Rodrigo Ribeiro Ferreira – EPE

João Alves da Silva Neto – EPE

Arlindo Fernandes Faria Neto – COPEL-GT

Rodrigo Feder Paraná – COPEL-GT

Wagner Rosa – COPEL-GT

Rafael Martins – COPEL-GT

# 12 FICHAS PET/PELP

## INSTALAÇÕES DE TRANSMISSÃO DE REDE BÁSICA

### Sistema Interligado da Região SUL

<b>Empreendimento:</b>	UF: <b>PR</b>
<b>SE 230/138 kV MARINGÁ (Ampliação/Adequação)</b>	DATA DE NECESSIDADE: <b>Jan/2028</b>
	PRAZO DE EXECUÇÃO: <b>36 meses</b>

#### Justificativa:

Confiabilidade

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

2x IBs (Interligação de Barras) 230 kV, Arranjo BPT 15.096,30

**Total de Investimentos Previstos: 15.096,30**

#### Situação atual:

#### Observações:

Aumento de confiabilidade por meio de segregação do barramento principal em duas semibarras.

#### Documentos de referência:

- [1] Custos Modulares da ANEEL – Março de 2023.
- [2] EPE-DEE-NT-003/2024 - Estudo de Atendimento à Região Noroeste do Paraná

**Sistema Interligado da Região SUL**

<b>Empreendimento:</b>	UF: <b>PR</b>
<b>LT 230 kV APUCARANA - SARANDI, C1 (Ampliação/Adequação)</b>	DATA DE NECESSIDADE: <b>Jun/2028</b>
Recapacitação	PRAZO DE EXECUÇÃO: <b>36 meses</b>

**Justificativa:**

Recapacitação – Final de vida útil

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

Circuito Simples 230 kV, 1 x 636 MCM (GROSBEAK), 41,52 km 21.567,65

**Total de Investimentos Previstos: 21.567,65**

**Situação atual:**

**Observações:**

**Documentos de referência:**

- [1] Custos Modulares da ANEEL – Março de 2023.
- [2] EPE-DEE-NT-003/2024 – Estudo de Atendimento à Região Noroeste do Paraná

**Sistema Interligado da Região SUL**

<b>Empreendimento:</b>	UF: <b>PR</b>
<b>LT 230 kV SARANDI - MARINGÁ, C1 e C3 (CD) (Ampliação/Adequação)</b>	DATA DE NECESSIDADE: <b>Jun/2028</b>
Reconstrução em CD	PRAZO DE EXECUÇÃO: <b>48 meses</b>

**Justificativa:**

Recapacitação – Final de vida útil

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

Circuito Duplo 230 kV, 2 x Darien (556,5 MCM CAL 6201), 18,18 km	
* Reconstrução + desmonte da LT existente	50.790,94
Descomissionamento da LT 230 kV Maringá - Sarandi C1 (circuito existente)	-
1x EL (Entrada de Linha) 230 kV, Arranjo BD4 // Sarandi	10.523,65
1x EL (Entrada de Linha) 230 kV, Arranjo BPT // Maringá	10.064,44
MIM - 230 kV // Sarandi	1.134,26
MIM - 230 kV // Maringá	1.134,26

**Total de Investimentos Previstos: 73.647,55**

**Situação atual:**

**Observações:**

Reconstrução na mesma faixa de servidão em estruturas de circuito duplo (postes de aço patinável) e aproveitamento dos módulos de manobra existentes.

Condutor de referência capacidade mínima 426/570 MVA.

**Documentos de referência:**

- [1] Custos Modulares da ANEEL – Março de 2023.
- [2] EPE-DEE-NT-003/2024 - Estudo de Atendimento à Região Noroeste do Paraná

**Sistema Interligado da Região SUL**

<b>Empreendimento:</b>	<b>UF: PR</b>
<b>SE 230/138 kV MARINGÁ (Ampliação/Adequação)</b>	<b>DATA DE NECESSIDADE: Jan/2036</b>
	<b>PRAZO DE EXECUÇÃO: 36 meses</b>

**Justificativa:**

Atendimento ao N-1

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

4° ATF 230/138 kV, 1 x 150 MVA 3Φ	15.321,21
1 CT (Conexão de Transformador) 230 kV, Arranjo BPT	9.064,99
1 CT (Conexão de Transformador) 138 kV, Arranjo BPT	6.753,46
MIM - 230 kV	1.134,26
MIM - 138 kV	725,54

**Total de Investimentos Previstos: 32.999,46**

**Situação atual:**

**Observações:**

**Documentos de referência:**

- [1] Custos Modulares da ANEEL – Março de 2023.
- [2] EPE-DEE-NT-003/2024 - Estudo de Atendimento à Região Noroeste do Paraná

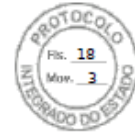
## ANEXO 1 - PARÂMETROS ELÉTRICOS DAS INSTALAÇÕES NOVAS

Tabela 13 - Parâmetros elétricos dos seccionamentos de Rede Básica adotados

Linha de transmissão	Tipo	Cabo	Capacidade por circuito [A]		Parâmetros de sequência a 50 °C			
			Normal	Emerg.	seq.	r [ $\Omega$ /km]	x [ $\Omega$ /km]	b [ $\mu$ S/km]
LT 230 kV Sarandi – Maringá C1 e C3 (CD)	Circuito Duplo	CAL6201 2 x DARIEN (559,5 MCM)	Normal	Emerg.	seq.	r [ $\Omega$ /km]	x [ $\Omega$ /km]	b [ $\mu$ S/km]
			1190	1530	+	0,0663	0,3273	5,1157
					0	0,2868	1,0442	2,8035
					mut. 0	-	-	-

## ANEXO 2 - CARTAS E CONSULTAS DE VIABILIDADE DE ESPAÇO

Carta SEI-GE-016\_2023



SEI-C/016/2023  
Curitiba, 03 out. 2023

Sr. Thiago Dourado Martins  
Superintendente de Transmissão de Energia  
Empresa de Pesquisa Energética - EPE  
Praça Pio X, 54 - 5º andar  
20091-040 Rio de Janeiro - RJ

CONSULTA SOBRE VIABILIDADE DE EXPANSÃO DE SEs E ALTERAÇÃO NOS LIMITES DE TRANSMISSÃO DE LTs NA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ: ENCAMINHAMENTO DE INFORMAÇÕES

Em resposta ao ofício nº 0484/2023/DEE/EPE, de 24.08.2023, enviamos anexos os quatro formulários que tratam da viabilidade de expansão das SEs Maringá e Sarandi, bem como da alteração dos limites de transmissão das LTs Apucarana-Sarandi e Maringá-Sarandi C1.

Para qualquer esclarecimento adicional, indicamos o eng. Rafael Martins, gerente da Divisão de Engenharia de Linhas e Planejamento de Transmissão – VLPT, pelo telefone (41) 3331-3632 ou pelo *e-mail* rafael.martins@copel.com.

Permanecendo à disposição, subscrevemo-nos

Atenciosamente,

Nilberto Lange Junior  
Superintendente de Engenharia e Implantação  
de Projetos de Geração e Transmissão

Anexos: citados



## Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações

Data: 24/08/2023

Revisão:

Página: 1 - 3



### INFORMAÇÕES SOLICITADAS (PREENCHIDAS PELA EPE)

**ESTUDO:** Estudo de Atendimento Elétrico ao Estado do Paraná: Região Noroeste

#### ALTERNATIVA DE PLANEJAMENTO

**Subestação:** Maringá

**Concessionária Proprietária:** COPEL-GT

#### 1. Módulos de Manobra

EL Quantidade: 1\* Tensão (kV): 230 Arranjo: BPT

CT Quantidade: 1 Tensão Prim./Sec./Ter (kV) 230/138 Arranjo Prim.: BPT Sec.: BPT Ter: \_\_\_\_\_

\* Nova EL 230 kV referente as possibilidades abaixo:

- 1 - Reconstrução da LT 230 kV Sarandi – Maringá C1 em circuito duplo (com lançamento do 1º circuito – D1) ou
- 2 – Nova LT 230 kV Maringá – Sarandi C3 (Rota Sul).

#### 2. Módulos de Equipamentos

AutoTransformadores Quantidade: 1\*\* Potência (MVA): 150 Tensão Prim./Sec. (kV) 230/138 Fase: 3

\*\* Refere-se ao 4º ATF de 150/180 MVA. Em caso de inviabilidade, solicito avaliar possibilidade de substituição por unidades de 225/270 MVA.

#### 3. Diagrama Unifilar

N/A

#### 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: 24/08/2023

Revisão:

Página: 2 - 3



### 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

- EL Quantidade: 1 Tensão (kV): 230 Arranjo: BPT
- CT Quantidade: 1 Tensão Prim/Sec/Ter (kV) 230/138-13,8 Arranjo Prim.: BPT Sec.: BPT Ter.: ---

#### 2. Módulos de Equipamentos

- Autotransformadores Quantidade: 1 Potência (MVA): 150 Tensão Prim./Sec. (kV) 230/138 Fase: 3

#### 3. Módulo de Infraestrutura Geral

- Há necessidade de aquisição de terreno?  Sim Área Prevista: \_\_\_\_\_
- Não

#### 4. Outros

- Há necessidade de adequação do arranjo?  Sim Equipamentos Necessários: \_\_\_\_\_
- Não \_\_\_\_\_



## Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações

Data: 24/08/2023

Revisão:

Página: 3 - 3



### INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Existe a possibilidade de cruzamentos de linhas para o acesso de linhas novas aos bays disponíveis na subestação?  Sim

Não

Caso positivo, caracterizar como é o acesso das linhas existentes / já planejadas e especificar como deveria ser o acesso das linhas novas para minimizar e, se possível, evitar o problema.

No caso da alternativa de nova LT 230 kV Maringá/E - Sarandi (Rota Sul), o acesso SE Maringá/E e ao v<sup>o</sup> da nova EL exigirá cerca de 4 km de linha de transmissão subterrânea, dada a impossibilidade de se chegar com linha aérea.

#### 5. Observações

Caso a LT 230kV Sarandi - Maringá C1 venha a ser recapitada para 426/570 MVA, será necessário realizar a recapitação das conexões entre equipamentos e barramentos superiores dos bays "Sarandi C1" e "Transferência" na subestação Maringá. Também será necessário realizar a substituição dos TCs dos bays "Sarandi C1" e "Transferência", pois os TCs existentes não atenderiam à nova corrente de emergência. Para o bay "Sarandi C1" será necessário também substituir os centelhadores existentes por pára-raios.

Para a implantação do 4º transformador 230/138-13,8 kV, será necessário recapitar o barramento superior existente no futuro bay geral 138 kV, bem como realizar a recapitação dos serviços auxiliares (potência dos TSAs, banco de baterias e etc) para atendimento aos novos circuitos.

24/08/2023

Data da Solicitação

Thiago de Faria Rocha  
Dourado Martins

Assinado de forma digital por  
Thiago de Faria Rocha Dourado  
Martins  
Dados: 2023.08.24 11:33:08 -03'00'

Thiago Dourado Martins  
Superintendente de Transmissão de Energia  
STE/DEE/EPE

02/10/2023

Data da Entrega do Formulário

JEFERSON  
SHIMOMURA:00819  
227951

Assinado de forma digital por  
JEFERSON  
SHIMOMURA:00819227951  
Dados: 2023.10.02 19:44:48 -03'00'

Assinatura do Responsável pelas Informações Solicitadas

Nome: Jeferson Shimomura  
Cargo: Gerente de Engenharia de SEs



Empresa de Pesquisa Energética

## Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações

Data: 24/08/2023

Revisão:

Página: 1 - 3



### INFORMAÇÕES SOLICITADAS (PREENCHIDAS PELA EPE)

**ESTUDO:** Estudo de Atendimento Elétrico ao Estado do Paraná: Região Noroeste

#### ALTERNATIVA DE PLANEJAMENTO

**Subestação:** Sarandi

**Concessionária Proprietária:** COPEL-GT

#### 1. Módulos de Manobra

EL Quantidade: 3\* Tensão (kV): 230 Arranjo: BD4

\* Novas ELs 230 kV referente as possibilidades abaixo:

- 1x EL 230 kV

1 - Reconstrução da LT 230 kV Sarandi – Maringá C1 em circuito duplo (com lançamento do 1º circuito – D1) ou

2 – Nova LT 230 kV Maringá – Sarandi C3 (Rota Sul).

- 2x ELs 230 kV

Seccionamento da LT 230 kV Londrina – Maringá na SE Sarandi

Dependendo das avaliações poderemos evoluir com a recomendação de ambas ou de uma das possibilidades acima.

#### 2. Módulos de Equipamentos

N/A

#### 3. Diagrama Unifilar

N/A

#### 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 Melo (DJM).



## Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações

Data: 24/08/2023

Revisão:

Página: 2 - 3



### 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

EL      Quantidade: 3      Tensão (kV): 230      Arranjo: BD4

#### 2. Módulos de Equipamentos

N/A

#### 3. Módulo de Infraestrutura Geral

Há necessidade de aquisição de terreno?       Sim      Área Prevista: \_\_\_\_\_  
 Não

#### 4. Outros

Há necessidade de adequação do arranjo?       Sim      Equipamentos Necessários: \_\_\_\_\_  
 Não      \_\_\_\_\_



## Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações

Data: 24/08/2023

Revisão:

Página: 3 - 3



### INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Existe a possibilidade de cruzamentos de linhas para o acesso de linhas novas aos bays disponíveis na subestação?  Sim

Não

Caso positivo, caracterizar como é o acesso das linhas existentes / já planejadas e especificar como deveria ser o acesso das linhas novas para minimizar e, se possível, evitar o problema.

---



---



---



---



---

#### 5. Observações

Caso a LT 230kV Sarandi - Maringá C1 venha a ser recapitada para 426/570 MVA, será necessário realizar a recapitação das conexões entre equipamentos e barramentos superiores do bay "Maringá C1" na subestação Sarandi. Também será necessário realizar a substituição dos TCs do bay "Maringá C1", pois os TCs existentes não atenderiam à nova corrente de emergência.

24/08/2023

Data da Solicitação

Thiago de Faria Rocha  
Dourado Martins

Assinado de forma digital por  
Thiago de Faria Rocha Dourado  
Martins  
Data: 2023.08.24 11:32:53 -0300

Thiago Dourado Martins  
Superintendente de Transmissão de Energia  
STE/DEE/EPE

02/10/2023

Data da Entrega do Formulário

JEFERSON  
SHIMOMURA:008  
19227951

Assinado de forma digital por  
JEFERSON  
SHIMOMURA:00816227951  
Data: 2023.10.02 15:47:55  
-0300

Assinatura do Responsável pelas Informações Solicitadas

Nome: Jeferson Shimomura

Cargo: Gerente de Engenharia de SEs



## Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Alteração dos Limites de Transmissão (MVA) de LTs

Data: 24/08/2023

Revisão:

Página: 1 - 3

### INFORMAÇÕES SOLICITADAS (PREENCHIDAS PELA EPE)

**ESTUDO:** Estudo de Atendimento Elétrico ao Estado do Paraná: Região Noroeste

#### ALTERNATIVA DE PLANEJAMENTO

**Linha de Transmissão:** LT 230kV Apucarana - Sarandi C1

**Concessionária Proprietária:** COPEL-GeT

1. Novos limites de transmissão requeridos:

Limite Normal (MVA) para cada circuito: 237

Limite de Emergência (MVA) para cada circuito: 298

Conforme cadastro no SGPMR n° 0000863/2023 foi solicitada a seguinte revitalização:

- Substituição de 82 estruturas que apresentam patologias ou foram reforçadas do total de 135 da LT;
- Reforma do sistema de aterramento;
- Substituição de cadeia de isoladores e arranjos devido ao final de vida útil;
- Substituição de cabo para-raios tipo cordoalha de aço 3/8";
- Substituição de trechos de cabo condutor da ordem de 4,5 km dos 41,4 km da LT para ajustes necessários (novas estruturas);
- Instalação de cabo OPGW para atendimento dos procedimentos de Rede.

Solicitamos a avaliação de viabilidade abaixo:

Revitalização (circuito simples) para nova capacidade mínima de 237/298 MVA – compatível com a revitalização da LT Maringá - Sarandi C1 (alternativa 1), uma vez que a LT original era Apucarana - Maringá.

Comentários gerais:

- Informar se deve ser considerado o uso de torres compactas ou subterrâneas nas regiões urbanizadas de Mandaguari e Apucarana.
- Destacar se haverá necessidade de uso de variantes para revitalização.
- Informar se haverá necessidade de desligamentos prolongados para avaliarmos se a rede tem condições de operar em N-1 por um certo período.

2. Diagrama Unifilar

N/A



**Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Alteração dos Limites de Transmissão (MVA) de LTs**

Data: 24/08/2023

Revisão:

Página: 2 - 3



**RESPOSTA ÀS INFORMAÇÕES SOLICITADAS (PREENCHIDA PELA PROPRIETÁRIA DA INSTALAÇÃO)**

**1. Informações atuais sobre a linha de transmissão**

- a) Nº de subcondutores/ fase: 1
- b) Cabo adotado: CAA 636 kcmil Grosbeak
- c) Temperatura de projeto: 56 / 70° C

**2. A alteração proposta pelo planejamento é:**

- Viável
- Inviável

**3. Caso a alteração proposta seja viável:**

a) Caracterizar as adequações necessárias (recondutoramento, elevação de estruturas...):

Substituição de 53 estruturas de concreto, reforço com concreto estrutural em 15 estruturas, reforma do sistema de aterramento, substituição de cadelas de isoladores, substituição do cabo para raios, substituição de 4.5 km de condutores para ajustes necessários à substituição de estruturas, instalação de cabo OPGW.

b) Informar os novos limites de transmissão relacionados à adequação descrita no item 3a:

237 / 298 MVA (Normal/Emergência).

c) Informar o custo estimado para a construção de uma nova linha de transmissão com as mesmas características da LT existente: 39.052 R\$x1000

d) Informar o custo estimado à adequação descrita no item 3a, de forma relativa ao custo apresentado no item 3c: 54,1 %

e) Informar o tempo estimado para a implantação das obras necessárias à adequação descrita no item 3a: 36 meses

**4. Caso a alteração proposta seja inviável, especificar o motivo impeditivo:**

---

---

---

---

---

---





## Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Alteração dos Limites de Transmissão (MVA) de LTs

Data: 24/08/2023

Revisão:

Página: 1 - 4



### INFORMAÇÕES SOLICITADAS (PREENCHIDAS PELA EPE)

**ESTUDO:** Estudo de Atendimento Elétrico ao Estado do Paraná: Região Noroeste

#### ALTERNATIVA DE PLANEJAMENTO

**Linha de Transmissão:** LT 230kV Sarandi - Maringá C1

**Concessionária Proprietária:** COPEL-GeT

1. Novos limites de transmissão requeridos:

Limite Normal (MVA) para cada circuito: 237/426

Limite de Emergência (MVA) para cada circuito: 298/570

Conforme cadastro na SGPMR n° 0000864/2023 foi solicitada a seguinte revitalização:

- Substituição de 60 estruturas, do total de 67 da LT, que atualmente apresentam manifestações patológicas, ou que foram submetidas a intervenções no passado para estabilização;
- Reforma do sistema de aterramento;
- Substituição de cadeia de isoladores e arranjos devido ao final de vida útil;
- Substituição dos cabos para-raios tipo cordoalha de aço 3"8";
- Substituição de trechos de condutor para ajustes necessários (novas estruturas);
- Instalação de cabo OPGW para atendimento dos procedimentos de Rede.

Visto que foi identificada sobrecarga na LT 230 kV Maringá – Sarandi C1 e C2, respectivamente nos anos de 2028 e 2035, na contingência de um dos circuitos (conforme EPE-DEE-RE-027/2023 - DIAGNÓSTICO REGIONAL DA REDE ELÉTRICA – PDE 2032 - VOLUME VI – GET Sul), vislumbramos as alternativas abaixo:

**Alternativa 1** – Revitalização (circuito simples) para nova capacidade de 237/298 MVA – similar ao circuito 2 (da CGT-Eletrosul).

- Esta solução resolveria somente a sobrecarga encontrada em 2028, no entanto visando resolver também a sobrecarga em 2035, esta solução estaria condicionada a viabilidade de uma das opções: (i) seccionamento da LT 230 kV Londrina – Maringá na SE Sarandi ou (ii) nova LT 230 kV Maringá – Sarandi C3. Com isso, haverá necessidade de confirmação de viabilidade de novas entradas de linha (EL) nos terminais de Sarandi e Maringá.
- Caso a revitalização seja considerada uma reconstrução, considerar capacidade de um novo circuito sem compatibilizar capacidade com circuito 2 (426/570 MVA) - Valor baseado conforme os dados típicos informados no documento EPE-DEE-NT-012/2018 - Definição de Parâmetros Iniciais Para o Planejamento de Linhas de Transmissão Aéreas.

**Alternativa 2** – Revitalização (circuito duplo com lançamento do primeiro circuito D1) para nova capacidade de 426/570 MVA.

- Circuito duplo com lançamento do primeiro circuito – D1 - mediante confirmação de viabilidade de nova entrada de linha (EL) nos terminais de Maringá e Sarandi.
- Neste caso, não haveria necessidade de obras adicionais em 2035 pois o lançamento do 2º circuito resolveria a sobrecarga em N-1.
- Devido a possível reconstrução em circuito duplo, foi considerada capacidade de um novo circuito (426/570 MVA) valor baseado conforme os dados típicos informados no documento EPE-DEE-NT-012/2018 - Definição de Parâmetros Iniciais Para o Planejamento de Linhas de Transmissão Aéreas.

**Comentários gerais (ambas as alternativas):**

- Informar se deve ser considerado o uso de torres compactas ou subterrâneas na região urbanizada de Maringá.
- Destacar se haverá necessidade de uso de variantes para revitalização e confirmar viabilidade visto que existe proximidade do circuito 1 nos trechos em paralelismo com o circuito 2.
- Informar se haverá necessidade de desligamentos prolongados para avaliarmos se a rede tem condições de operar em N-1 por um certo período.

2. Diagrama Unifilar

N/A



**Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Alteração dos Limites de Transmissão (MVA) de LTs**

Data: 24/08/2023

Revisão:

Página: 2 - 4



**RESPOSTA ÀS INFORMAÇÕES SOLICITADAS (PREENCHIDA PELA PROPRIETÁRIA DA INSTALAÇÃO)**

**1. Informações atuais sobre a linha de transmissão**

- a) Nº de subcondutores/ fase: 1
- b) Cabo adotado: CAA 636kcmil Grosbeak
- c) Temperatura de projeto: 56 / 70° C

**ALTERNATIVA 1**

**2. A alteração proposta pelo planejamento é:**

- Viável
- Inviável

**3. Caso a alteração proposta seja viável:**

**a) Caracterizar as adequações necessárias (recondutoramento, elevação de estruturas...):**

Substituição de 60 estruturas de concreto, substituição de cabo para raios, reforma do sistema de aterramento, substituição de cadelas de isoladores e arranjos, substituição de 1,15 km de cabos condutores para ajustes no lançamento (substituição de estruturas), instalação de cabo OPGW.

**b) Informar os novos limites de transmissão relacionados à adequação descrita no item 3a:**

237 / 298 MVA (Normal/Emergência).

**c) Informar o custo estimado para a construção de uma nova linha de transmissão com as mesmas características da LT existente: 17.127 R\$x1000**

**d) Informar o custo estimado à adequação descrita no item 3a, de forma relativa ao custo apresentado no item 3c: 79,8 %**

**e) Informar o tempo estimado para a implantação das obras necessárias à adequação descrita no item 3a: 36 meses**

**4. Caso a alteração proposta seja inviável, especificar o motivo impeditivo:**

---

---

---

---

---

---



## Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Alteração dos Limites de Transmissão (MVA) de LTs

Data: 24/08/2023

Revisão:

Página: 3 - 4



### INFORMAÇÕES ADICIONAIS

#### 5. Observações

Não haverá necessidade de estruturas especiais para a revitalização. Não serão necessárias variantes no traçado para implementar a revitalização. Serão necessários desligamentos em finais de semana para montagem da parte superior das estruturas substituídas e transferência dos cabos. Será necessário considerar o custo de destinação dos resíduos das estruturas de concreto (PGRCC) para atender questões do licenciamento ambiental.

#### ALTERNATIVA 2

2. A alteração proposta pelo planejamento é:

- Viável  
 Inviável

3. Caso a alteração proposta seja viável:

a) Caracterizar as adequações necessárias (recondutoramento, elevação de estruturas...):

Reconstrução da LT em estruturas especiais de aço galvanizado, para circuito duplo, com fundações flangeadas para rápida montagem, viabilizando a reconstrução com desligamentos de curta duração, restritos aos finais de semana. Foram adotados preliminarmente 2 condutores CAL 652,5 kcmil Elgin por fase para efeitos de orçamento. Será lançado inicialmente o primeiro circuito prevendo o lançamento do segundo oportunamente (2035 - conforme indicação da EPE). Prevista a instalação de cabo OPGW, inexistente na LT atual.

b) Informar os novos limites de transmissão relacionados à adequação descrita no item 3a:

426 / 570 MVA (Normal/Emergência).

c) Informar o custo estimado para a construção de uma nova linha de transmissão com as mesmas características da LT existente: 34.157 R\$x1000

d) Informar o custo estimado à adequação descrita no item 3a, de forma relativa ao custo apresentado no item 3c: 93,8 %

e) Informar o tempo estimado para a implantação das obras necessárias à adequação descrita no item 3a: 48 meses



**Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Alteração dos Limites de Transmissão (MVA) de LTs**

Data: 24/08/2023

Revisão:

Página: 4 - 4



**RESPOSTA ÀS INFORMAÇÕES SOLICITADAS (PREENCHIDA PELA PROPRIETÁRIA DA INSTALAÇÃO)**

4. Caso a alteração proposta seja inviável, especificar o motivo impeditivo:

---

---

---

---

---

5. Observações

O custo informado no item 3.c considera a substituição por uma nova linha convencional em torre de circuito duplo com lançamento do primeiro circuito, na faixa existente, e a instalação de 2 novas entradas de linha (1 em MGA e 1 em SDI). Para a faixa de passagem existente não haverá qualquer custo fundiário, o que representa um grande diferencial dessa alternativa, haja vista o elevado custo fundiário da região (urbana e industrial). Não foi necessária a utilização de trecho subterrâneo para acesso à SE Maringá, o que representa outro grande diferencial dessa alternativa frente as que consideram nova LT por nova rota. Não serão necessárias variantes no traçado da LT para implantar essa alternativa. Havendo a possibilidade de desligamento contínuo no período de inverno, o prazo e os custos dessa alternativa poderão ser reduzidos.

24/08/2023

Data da Solicitação

Thiago de Faria Rocha  
Dourado Martins

Assinado de forma digital por  
Thiago de Faria Rocha Dourado  
Martins  
Dados: 2023.08.24 11:33:30 -03'00'

Thiago Dourado Martins

Superintendente de Transmissão de Energia

STE/DEE/EPE

05/10/2023

Data da Entrega do Formulário

Rafael Martins

Assinado de forma digital  
por Rafael Martins  
Dados: 2023.10.05 18:54:44  
-03'00'

Assinatura do Responsável pelas Informações Solicitadas

Nome: Rafael Martins

Cargo: Gerente da Divisão de Linhas e  
Planejamento da Transmissão  
GET/DOMDGET/MLPT



SEI-C/002/2024  
Curitiba, 19 fev. 2024

Sr. Thiago Dourado Martins  
Superintendente de Transmissão de Energia  
Empresa de Pesquisa Energética - EPE  
Praça Pio X, 54 - 5º andar  
20091-040 Rio de Janeiro - RJ

CONSULTA SOBRE VIABILIDADE DE ADEQUAÇÃO DA SE MARINGÁ:  
ENCAMINHAMENTO DE INFORMAÇÕES

Em resposta ao Ofício n. 0040/2024/DEE/EPE, de 26.01.2024, enviamos anexos os três formulários que tratam da viabilidade de expansão das SEs Maringá e Sarandi, bem como da alteração dos limites de transmissão das LTs Apucarana-Sarandi e Maringá-Sarandi C1.

Para qualquer esclarecimento adicional, indicamos o eng. Rafael Martins, gerente da Divisão de Engenharia de Linhas e Planejamento de Transmissão – VLPT, pelo telefone (41) 3331-3632 ou pelo *e-mail* rafael.martins@copel.com.

Permanecendo à disposição, subscrevemo-nos

Atenciosamente,

Nilberto Lange Junior  
Superintendente de Engenharia e Implantação  
de Projetos de Geração e Transmissão

Anexos: citados

Protocolo 21.643.702-0

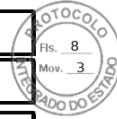


## Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações

Data: 26/01/2024

Revisão:

Página: 1 - 3



### INFORMAÇÕES SOLICITADAS (PREENCHIDAS PELA EPE)

**ESTUDO:** NT - Revitalização do corredor 230 kV Apucarana – Sarandi – Maringá

#### ALTERNATIVA DE PLANEJAMENTO

**Subestação:** Maringá

**Concessionária Proprietária:** COPEL-GT

#### 1. Módulos de Manobra

- EL Quantidade: 1\* Tensão (kV): 230 Arranjo: BD4\*\*
- CT Quantidade: 1 Tensão Prim/Sec/Ter (kV) 230/138 Arranjo Prim.: BD4\*\* Sec.: BPT Ter: \_\_\_\_\_
- Adequação do barramento de 230 kV para o padrão de barra dupla 4 chaves (BD4)\*\*

\* Nova EL 230 kV referente ao segundo circuito após a reconstrução da LT 230 kV Sarandi – Maringá em circuito duplo.

\*\* Alteração do barramento e módulos de manobra em 230 kV para Barra Dupla 4 Chaves (BD4) adequando este setor ao procedimento de rede do ONS. Em caso de inviabilidade, considerar os novos módulos de manobra na configuração do barramento atual (barra principal e transferência - BPT).

#### 2. Módulos de Equipamentos

- Autotransformadores Quantidade: 1\* Potência (MVA): 150 Tensão Prim./Sec. (kV) 230/138 Fase: 3

\* Refere-se ao 4º ATF de 150/180 MVA. Em caso de inviabilidade, solicito avaliar possibilidade de substituição por unidades de 225/270 MVA.

#### 3. Diagrama Unifilar

N/A

#### 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).



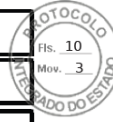


## Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações

Data: 26/01/2024

Revisão:

Página: 3 - 3



### INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Existe a possibilidade de cruzamentos de linhas para o acesso de linhas novas aos bays disponíveis na subestação?  Sim

Não

Caso positivo, caracterizar como é o acesso das linhas existentes / já planejadas e especificar como deveria ser o acesso das linhas novas para minimizar e, se possível, evitar o problema.

---

---

---

---

---

---

#### 5. Observações

O arranjo atual da SE Maringá (BPT), devido às distâncias de isolamento e segurança, não permitem a instalação de novos pórticos intermediários, bem como a instalação de seccionadores adicionais aos circuitos gerais de 230 kV, necessários para a transformação do arranjo de BPT para BD4.

Como alternativa ao arranjo BD4, pode-se instalar disjuntor na BP 230 kV, entre as seccionadoras existentes (15 e 16), deslocando-se o transferência para uma ponta do barramento (vão oposto ao SDI2), instalando-se um segundo transferência na outra semibarra (entre o ATF-A e ATF-C) e abrindo-se a BT 230 kV no trecho em que estará o novo disjuntor na BP.

A SE Maringá, no arranjo atual do setor 230 kV (BPT), permite a instalação de uma nova EL 230 kV (SE Sarandi) e a instalação de 1 (um) autotransformador 230/138 kV - 150 MVA e dos seus circuitos gerais de 230 kV e 138 kV.

26/01/2024

Data da Solicitação

Thiago de Faria  
Rocha Dourado  
Martins

Assinado de forma digital por  
Thiago de Faria Rocha Dourado  
Martins  
Dados: 2024.01.29 11:30:15 -03'00'

Thiago Dourado Martins

Superintendente de Transmissão de Energia  
STE/DEE/EPE

19/02/2024

Data da Entrega do Formulário

JEFERSON  
SHIMOMURA:00819227951

Assinado de forma digital por JEFERSON  
SHIMOMURA:00819227951  
Dados: 2024.02.16 16:10:37 -03'00'

Assinatura do Responsável pelas Informações Solicitadas

Nome: Jeferson Shimomura  
Cargo: Gerente de Engenharia de Subestações

## E-mail COPEL - Carta SEI-GE-016 2023

RE: Nota Técnica referente às recapitações do corredor Apucarana – Sarandi – Maringá

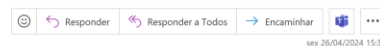


Rafael Martins <rafael.martins@copel.com>

Para: Daniel José Tavares de Souza

Cc: Rodrigo Ribeiro Ferreira; Paulo Fernando de Matos Araujo; Nilberto Lange Junior; Mauro Jose Bubniak

Se houver problemas com o modo de exibição desta mensagem, clique aqui para exibi-la em um navegador da Web.



sex 26/04/2024 15:30

Prezado Daniel,

após reavaliar a reconstrução da LT Maringá - Sarandi C1, recomendamos como melhor opção técnico-econômica, dentre as admitidas pela EPE nessa NT, a configuração de 2 condutores Darien (556,5 MCM CAL 6201) por fase, correspondendo a um investimento total de R\$ 50.785,00 mil, sem incluir os terminais, valor esse referente a março/2023.

Obrigado.

Atenciosamente.

Rafael Martins.

Gerente de Engenharia de Linhas e Planejamento da Transmissão - VLPT

Fone: (41) 3331-3632 ou Ramal 3632 - Cel: (41) 99213-8086

Email: [rafael.martins@copel.com](mailto:rafael.martins@copel.com)

# **NOTA TÉCNICA EPE/DEA/SMA 001/2024 - “ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL DO ESTUDO PARA REVITALIZAÇÃO DO CORREDOR APUCARANA – SARANDI – MARINGÁ**

---

A nota técnica a seguir apresenta a análise socioambiental preliminar das linhas de transmissão indicadas na Tabela 3-2.



Empresa de Pesquisa Energética

NOTA TÉCNICA EPE/DEA/SMA 001/2024

# Análise Socioambiental do Estudo para Atendimento à Região Noroeste do Paraná

**(Relatório R1)**



**GOVERNO FEDERAL**  
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA  
MME/SPE

**Ministério de Minas e Energia**

**Ministro**  
Alexandre Silveira de Oliveira

**Secretário Executivo**  
Arthur Cerqueira Valerio

**Secretário de Transição Energética e Planejamento**  
Thiago Vasconcellos Barral Ferreira



1Empresa 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 Guilherme Ferreira Prado

**Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais**  
Thiago Ivanoski Teixeira

**Diretor de Estudos de Energia Elétrica**  
Reinaldo da Cruz Garcia

**Diretor de Estudos de Petróleo, Gás e Biocombustível**  
Heloísa Borges Esteves

**Diretor de Gestão Corporativa**  
Angela Livino

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

**Sede**

Esplanada dos Ministérios Bloco "U" - Ministério de Minas e Energia - Sala 744 - 7º andar  
Brasília - DF - CEP: 70.065-900

**Escritório Central**

Praça Pio X, nº 54 - 5º Andar  
Rio de Janeiro - RJ - CEP: 20090-003

NOTA TÉCNICA EPE/DEA/SMA

001/2024

**Análise Socioambiental  
do Estudo para  
Atendimento à Região  
Noroeste do Paraná**

**(Relatório R1)**

**Coordenação Geral**

Thiago Guilherme Ferreira Prado

**Coordenação Executiva**

Elisângela Medeiros de Almeida

**Equipe Técnica**

Alfredo Lima Silva

Luciana Álvares da Silva

Paula Cunha Coutinho de Andrade

NT EPE/DEA/SMA 001/2024

07 de maio de 2024

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso - “*double sided*”)

## IDENTIFICAÇÃO DO DOCUMENTO E REVISÕES

<i>EXECUÇÃO</i>  Empresa de Pesquisa Energética		
<i>PROJETO</i> <b>ESTUDOS PARA A EXPANSÃO DA TRANSMISSÃO</b>		
<i>ÁREA DE ESTUDO</i> <b>ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL</b>		
<i>NOTA TÉCNICA</i> <b>NT EPE-DEA-SMA 001/2024</b>		
<i>PRODUTO</i> <b>ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL DO ESTUDO PARA ATENDIMENTO À REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ</b>		
<i>REVISÕES</i>	<i>DATA</i>	<i>DESCRIÇÃO SUCINTA</i>
<b>Rev0</b>	<b>07/05/2024</b>	<b>Emissão Original</b>

## SUMÁRIO

SIGLÁRIO _____	6
1 INTRODUÇÃO _____	7
2 PROCEDIMENTOS _____	9
2.1 BASE DE DADOS UTILIZADA _____	9
3 CARACTERIZAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA FAIXA DE SERVIDÃO _____	11
REFERÊNCIAS _____	18

## SIGLÁRIO

Anac	Agência Nacional de Aviação Civil
Aneel	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANM	Agência Nacional de Mineração
APP	Área de Preservação Permanente
Cecav	Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas
CNSA	Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos
Copel	Companhia Paranaense de Energia
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
C1	1º circuito
C2	2º circuito
Eletrobras	Centrais Elétricas Brasileiras
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
Funai	Fundação Nacional do Índio
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Iphan	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
Incra	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
Inpe	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
LT	Linha de Transmissão
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
NT	Nota Técnica
OSM	Open Street Map
R1	Viabilidade técnico-econômica e socioambiental
R3	Definição da diretriz de traçado e análise socioambiental para linhas de transmissão e subestações
R5	Estimativa de Custos Fundiários
SE	Subestação de Energia
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SIGEL	Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico
SMA	Superintendência de Meio Ambiente
STE	Superintendência de Transmissão de Energia Elétrica

## 1 INTRODUÇÃO

O presente documento apresenta a análise socioambiental da solução de transmissão indicada para atendimento à região noroeste do Paraná, sendo parte integrante do Relatório R1 EPE-DEE-NT-003\_2024-rev0 – Estudo para Atendimento à Região Noroeste do Paraná.

A solução indicada nos estudos de planejamento realizados pela Superintendência de Transmissão de Energia (STE) da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) foi a Revitalização do corredor Apucarana – Maringá – Sarandi, tendo em vista que a LT 230 kV Maringá – Sarandi C1 se encontra em final de vida útil e deverá ser revitalizada com aproveitamento de aumento de capacidade.

Entre as alternativas avaliadas, a solução recomendada foi a reconstrução da LT 230 kV Maringá – Sarandi C1, **em circuito duplo**, por meio de estruturas especiais de aço patinável (postes metálicos).

A Figura 1 apresenta da localização do empreendimento planejado nessa Nota Técnica (NT).

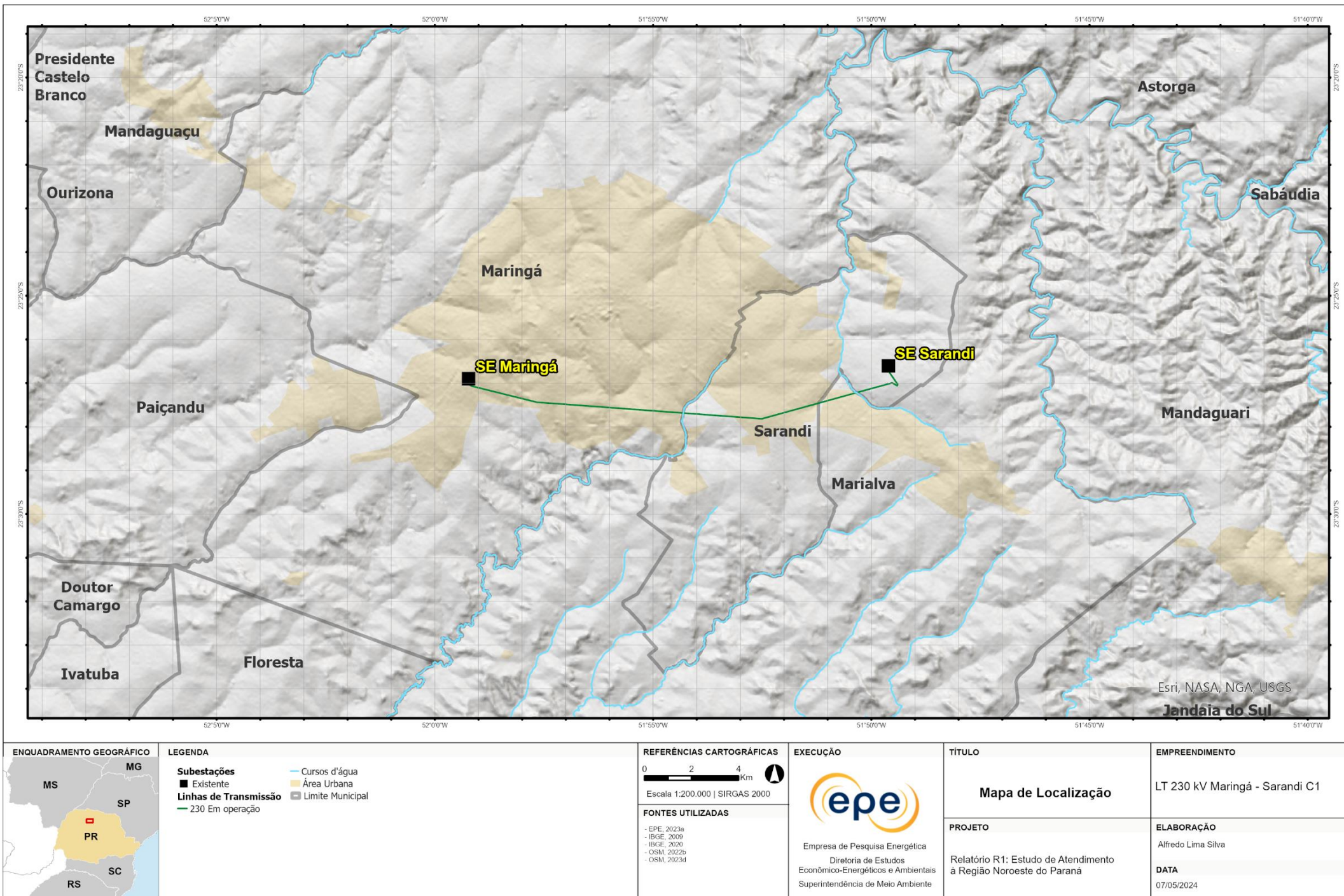


Figura 1 – Localização do empreendimento planejado

## 2 PROCEDIMENTOS

No relatório R1, as análises socioambientais têm caráter preliminar e destacam os temas mais relevantes na região de ocorrência dos empreendimentos, utilizando-se dados secundários como base para a **definição de corredores de estudo para LTs e de áreas referenciais circulares para Subestações (SEs)**.

No caso da LT 230 kV Maringá – Sarandi C1, optou-se por não delimitar um corredor de estudo e, sim, utilizar a mesma faixa de servidão dessa LT que será revitalizada, de forma a evitar e/ou reduzir novos impactos nas áreas urbanas de Maringá, Sarandi e Marialva.

Destaca-se que após análise da equipe técnica da EPE, optou-se pela dispensa de elaboração dos Relatórios R3 e R5 para a LT 230 kV Maringá – Sarandi C1, caso a obra venha a ser licitada. A dispensa do R3 se justifica, tendo em vista que poderá ser aproveitada a mesma faixa de servidão da linha que será revitalizada. Quanto ao relatório R5, não são esperados custos fundiários<sup>1</sup>, tendo em vista a implantação da LT em faixa de servidão já estabelecida.

Dessa forma, a caracterização socioambiental apresentada nesta NT contempla os aspectos mais relevantes e/ou restritivos na faixa de servidão para a implantação do empreendimento. Ao final, são apresentadas as recomendações para a etapa de implantação da LT.

### 2.1 Base de dados utilizada

Para a elaboração da análise socioambiental foram consultadas e/ou utilizadas informações das seguintes bases de dados:

- Aeródromos Públicos e Privados (Anac, 2022)
- Base Cartográfica Integrada do Brasil ao Milionésimo Digital, incluindo hidrografia, divisão territorial, áreas militares e sistema viário (IBGE, 2009)
- Base Map (ESRI, 2024)
- Cavidades Naturais Subterrâneas (ICMBio/Cecav/Canie, 2023)
- Declividade em Percentual do Relevo Brasileiro (CPRM, 2010)
- Curso d'água Detalhado (IBGE, 2017)

---

<sup>1</sup> O trecho da faixa de servidão atualmente ocupado pela LT 230 kV Maringá – Sarandi C1 encontra-se sob titularidade da Copel Geração e Transmissão S.A.

- Curso d'água (OSM, 2022a)
- Ferrovias (OSM, 2022c)
- Identificação, mapeamento e quantificação das áreas urbanas do Brasil (Embrapa, 2017)
- Limites Municipais e Estaduais Brasileiros (IBGE, 2021)
- Linhas de transmissão e subestações existentes e planejadas (EPE, 2024)
- Mapa da Área de Aplicação da Lei da Mata Atlântica (IBGE, 2008)
- Mapa de divisão regional do Brasil em regiões Intermediárias e Imediatas (IBGE, 2017)
- Massa d'água (OSM, 2022b)
- Potencialidade de Ocorrência de Cavernas no Brasil (Cecav, 2012)
- Processos Minerários (ANM, 2023)
- Projetos de Assentamento (Incra, 2023a)
- Rede Viária (OSM, 2022d)
- Relevo sombreado (Inpe, 2011)
- Sítios arqueológicos georreferenciados (Iphan, 2023a)
- Terras Indígenas (Funai, 2023)
- Terreno Sujeito à Inundação (IBGE, 2009)
- Territórios Quilombolas (Incra, 2023b)
- Unidades de Conservação Federais, Estaduais e Municipais (MMA, 2024; Eletrobras, 2019)
- Unidades de Geração Elétrica (Aneel/Sigel, 2023)

### 3 CARACTERIZAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA FAIXA DE SERVIDÃO

A ligação entre a SE Maringá (em operação) e a SE Sarandi (em operação) possui **18 km de extensão** e está prevista para ser realizada em **circuito duplo de 230 kV**.

#### Caracterização da faixa de servidão

Conforme mencionado no item 2, por se tratar de reconstrução da LT 230 kV Maringá – Sarandi C1, não foi delimitado um corredor de estudo e, sim, indicada a utilização da mesma faixa de servidão da linha a ser desmobilizada, de forma a evitar e/ou reduzir novos impactos nas áreas urbanas de Maringá, Sarandi e Marialva. Como essa LT atravessa trechos densamente ocupados, principalmente nas cidades de Maringá e Sarandi, com a presença de outras linhas de transmissão e distribuição, o espaço é restrito para implantação de uma nova LT (Figura 2). Além disso, por se tratar de área urbana, é possível que existam invasões na faixa de servidão existente, ainda que não tenham sido identificadas nas imagens do Google Earth.



(Fonte: Street View Google Earth Pro, 09/2023)

Figura 2 – Linhas de transmissão e distribuição na saída da SE Maringá

A faixa de servidão prevista para a LT 230 kV Maringá – Sarandi C1 possui cerca de **40 m de largura<sup>2</sup>**, e aproximadamente **18 km de extensão**. A LT será implantada integralmente na faixa de servidão existente, que está sob concessão da Copel Geração e Transmissão S.A.

De forma a preservar a faixa de servidão existente, recomenda-se que a desmobilização da LT 230 kV Maringá – Sarandi C1 seja feita concomitantemente com a implantação da nova LT. Dessa forma, a faixa de servidão seria preservada, evitando-se possíveis invasões.

### Infraestrutura e localização

A LT 230 kV Maringá – Sarandi C1 está inserida quase integralmente nas áreas urbanas das cidades de Maringá, Sarandi e Marialva, no estado do Paraná (Figura 3).

A SE Maringá está localizada em área com alta densidade urbana da cidade de Maringá, no entroncamento das rodovias estaduais PR-317 e PR-323, e a SE Sarandi na área rural de Sarandi. As coordenadas das subestações são apresentadas na Tabela 1 a seguir.

*Tabela 1 – Coordenadas da SE Maringá e da SE Sarandi*

Subestação	Status	Coordenadas		Município	Estado
		Latitude	Longitude		
Maringá	Existente	23°26'54.07"S	51°59'13.74"O	Maringá	PR
Sarandi	Existente	23°26'36.19"S	51°49'36.61"O	Sarandi	PR

A região possui bom apoio viário, com presença de rodovias federal (BR-376 e BR-343) e estadual (PR-317, PR-323 e PR-461) e estradas vicinais e vias secundárias, além de toda a infraestrutura das cidades próximas, que podem favorecer o acesso durante o processo de reconstrução da linha planejada.

A linha planejada atravessará a **Ferrovias Londrina - Cianorte**, entre as Avenidas Cuiabá e Maringá, ambas no município de Sarandi.

De acordo com a base de dados consultada, o Aeroporto Regional de Maringá dista cerca de 3 km da linha planejada. Não há registro de empreendimentos de geração ao longo da faixa de servidão existente.

<sup>2</sup> Conforme informações prestadas pela transmissora Copel-GT, a largura atual da faixa de servidão da LT 230 kV Maringá - Sarandi C1, da Copel, é de 40 metros, havendo uma sobreposição com a faixa de servidão da LT 230 kV Maringá - Sarandi C2, da Eletrosul, de cerca de 5 metros, na maior parte da linha. Além disso, a transmissora indicou que não há registro de invasões ao longo da faixa de servidão existente.



ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO	LEGENDA	REFERÊNCIAS CARTOGRÁFICAS	EXECUÇÃO	TÍTULO	EMPREENDIMENTO
	<p><b>Subestações</b>   Existente</p> <p><b>Linhas de Transmissão</b>   230 Em operação   500 Em operação</p> <p> Usina Termelétrica   Usina Fotovoltaica   Ferrovia   Limite Municipal</p> <p> Gasoduto</p> <p><b>Processos Minerários</b>   Concessão de lavra   Req. de lavra   Cursos d'água</p>	<p>0 0,5 1 1,5 Km</p> <p>Escala 1:75.000   SIRGAS 2000</p> <p><b>FONTES UTILIZADAS</b></p> <p>- Anac, 2022  - ANEEL, 2023  - OSM, 2021a  - OSM, 2021b  - OSM, 2022c  - OSM, 2023d</p> <p>- EPE, 2018  - EPE, 2023a  - EPE, 2023b  - IBGE, 2009  - IBGE, 2020  - Siget, 2022</p>	<p>Empresa de Pesquisa Energética  Diretoria de Estudos  Econômico-Energéticos e Ambientais  Superintendência de Meio Ambiente</p>	<p><b>Mapa de Infraestrutura e Localização do Corredor</b></p> <p><b>PROJETO</b>  Relatório R1: Estudo de Atendimento à Região Noroeste do Paraná</p>	<p>LT 230 kV Maringá - Sarandi C1</p> <p><b>ELABORAÇÃO</b>  Alfredo Lima Silva</p> <p><b>DATA</b>  07/05/2024</p>

Figura 3 – Infraestrutura e localização na faixa de servidão da LT 230 kV Maringá – Sarandi C1

## Vegetação e uso do solo

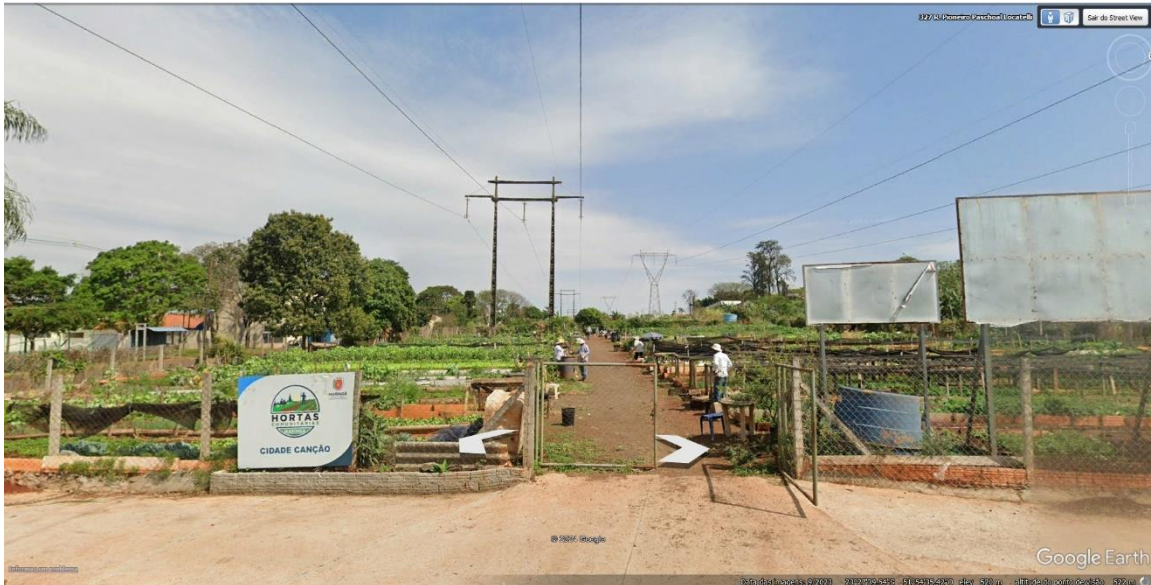
A LT 230 kV Maringá – Sarandi C1 está inserida no Bioma Mata Atlântica, no polígono de Floresta Estacional Semidecidual previsto na Lei da Mata Atlântica (Lei nº 11.428/06 e Decreto nº 6.660/08). Tendo em vista que a faixa de servidão para implantação dessa LT atravessa quase integralmente áreas urbanas consolidadas, possíveis interferências em remanescentes de vegetação nativa poderão ocorrer nos trechos em que não seja possível aproveitar a faixa de servidão existente e nas travessias das áreas de preservação permanente (APP) dos córregos Borba Gato, Cleópatra e Tahy e dos ribeirões Pinguim e Sarandi (Figura 4).

Segundo imagens disponíveis no Google Earth Pro, verificou-se a presença de benfeitorias não reprodutivas (hortas comunitárias) ao longo da LT 230 kV Maringá – Sarandi C1, que são compatíveis com a faixa de servidão (Figura 5).

As hortas comunitárias foram implantadas a partir do Programa Cultivar Energia, iniciativa da Copel em parceria com as prefeituras municipais, com objetivo de preservação da faixa de segurança da LT, disseminação de informações de segurança na convivência com o entorno, produção de alimentos orgânicos e fortalecimento de vínculos comunitários, evitando-se assim a ocupação irregular sob as LTs (Copel, 2022). A Copel conta com sete hortas implantadas, sendo duas no município de Maringá, uma em Ponta Grossa e quatro em Curitiba.



Figura 4 – Uso do solo na faixa de servidão da LT 230 kV Maringá – Sarandi C1



(Fonte: imagem Google Earth Pro, 09/2023)  
Figura 5 – Área de horticultura na faixa de servidão existente

## Meio físico

As unidades de relevo predominantes ao longo da faixa de servidão correspondem aos domínios de Colinas Dissecadas e Morros Baixos e de Morros e Serras Baixas, associadas a declividades variando de plano (0 a 3%) a suave ondulado (3 a 8%).

A LT 230 kV Maringá – Sarandi C1 atravessa os córregos Borba Gato, Cleópatra e Tahy e os ribeirões Pinguim e Sarandi, mas tais travessias não demandarão a implantação de torres especiais.

## Processos minerários

De acordo com a ANM (2023), foi identificada a travessia de um polígono de processo minerário, em fase de requerimento de lavra para extração de água mineral, no córrego Cleópatra (Figura 3).

## Áreas protegidas e com restrições legais

Em consulta à base de dados, não há registro de unidades de conservação, terras indígenas, territórios quilombolas, sítios arqueológicos, assentamentos do Incra ou cavernas ao longo da faixa de servidão existente.

Em relação à potencialidade de ocorrência de cavernas (Cecav, 2012), todo o trecho que será reconstruído está classificado com potencial baixo para a ocorrência de cavidades subterrâneas.

A LT 230 kV Maringá – Sarandi C1 atravessa o polígono de Floresta Estacional Semidecidual compreendido pela Lei da Mata Atlântica - Lei nº 11.428/06, regulamentada pelo Decreto nº 6.660/08, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do bioma Mata Atlântica. A referida lei estabelece que novos empreendimentos que impliquem corte ou supressão de vegetação do bioma Mata Atlântica deverão ser implantados, preferencialmente, em áreas já substancialmente alteradas ou degradadas. O polígono da Lei da Mata Atlântica abrange toda a área visível no mapa, e por isso não foi representado.

Como a LT 230 kV Maringá – Sarandi C1 está inserida predominantemente em área urbana, deve-se analisar a compatibilização do empreendimento com os zoneamentos e restrições de uso de ocupação do solo definidos nos Planos Diretores, caso existentes, de Maringá, Sarandi e Marialva.

### Recomendações para a etapa de implantação

- Avaliar a possibilidade da desmobilização da LT 230 kV Maringá – Sarandi C1 ser feita concomitantemente com a implantação da nova LT, de forma a preservar a faixa de servidão e evitar possíveis ocupações.
- Atentar para as restrições técnicas, espaciais e de segurança na travessia nas áreas urbanas de Maringá, Sarandi e Marialva.
- Levantar possíveis restrições nos Planos Diretores de Maringá, Sarandi e Marialva.
- Desviar, na medida do possível, dos remanescentes de vegetação nativa e evitar interferência em Áreas de Preservação Permanente, priorizando-se áreas já antropizadas, observando o disposto na Lei da Mata Atlântica (Lei nº 11.428/06 e Decreto nº 6.660/08).
- Atentar para a presença das hortas comunitárias existentes ao longo da faixa de servidão, que foram implantadas a partir do Programa Cultivar Energia da Copel em parceria com as prefeituras municipais.

## REFERÊNCIAS

Anac. Agência Nacional de Aviação Civil, 2023. Cadastro de Aeródromos públicos e privados. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/regulados/aerodromos/lista-de-aerodromos-civis-cadastrados>. Acesso em: janeiro de 2024.

Aneel. Agência Nacional de Energia Elétrica, 2024. Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico – SIGEL. Disponível em: <https://sigel.aneel.gov.br/Down/>. Acesso: janeiro de 2024.

ANM. Agência Nacional de Mineração, 2023. Processos Minerários (arquivos vetoriais). Disponível em: [https://app.anm.gov.br/dadosabertos/SIGMINE/PROCESSOS\\_MINERARIOS/BRASIL.zip](https://app.anm.gov.br/dadosabertos/SIGMINE/PROCESSOS_MINERARIOS/BRASIL.zip). Acesso em: agosto de 2023.

BRASIL, 2006. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm). Acesso em: julho de 2016.

BRASIL, 2008. Decreto nº 6.660, de 21 de novembro de 2008. Regulamenta dispositivos da Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2007-2010/2008/decreto/d6660.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2008/decreto/d6660.htm). Acesso em: julho de 2016.

Copel. Companhia Paranaense de Energia, 2022. Relatório de responsabilidade socioambiental e econômico-financeiro. Disponível em: <https://api.mziq.com/mzfilemanager/v2/d/16a31b1b-5ecd-4214-a2e0-308a2393e330/90683376-796d-efb6-27e2-bd64c8a8a7a2?origin=1>. Acesso em: janeiro de 2024.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil, 2012. Mapas de Geodiversidade Estaduais. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Gestao-Territorial/Mapas-de-Geodiversidade-Estaduais-1339.html>. Acesso em: março de 2023.

\_\_\_\_\_. Serviço Geológico do Brasil, 2010. Mapa de Declividade em Percentual do Relevo Brasileiro. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geodiversidade/Mapa-de-Declividade-em-Percentual-do-Relevo-Brasileiro-3497.html>. Acesso em: março de 2023.

Eletrobras. Centrais Elétricas Brasileiras, 2019. Mapoteca de Unidades de Conservação. [DG/GG/GGA]. Rio de Janeiro. versão: outubro de 2019.

Embrapa. Empresa de Pesquisa Agropecuária, 2017. Identificação, mapeamento e quantificação das áreas urbanas do Brasil. Campinas, Comunicado Técnico 4, maio de 2017. Disponível em: [http://www.sgte.embrapa.br/produtos/dados/COT04\\_Areas\\_Urbanas\\_Brasil.zip](http://www.sgte.embrapa.br/produtos/dados/COT04_Areas_Urbanas_Brasil.zip). Acesso em: agosto de 2023.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética, 2024a. Sistema de Informações Geográficas do Setor Energético Brasileiro - Web Map EPE. Linhas de transmissão e subestações existentes e planejadas. Disponível em: <https://gisepeprd.epe.gov.br/webmapepe/>.. Acesso em: janeiro de 2024.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética, 2024b. Sistema de Informações Geográficas do Setor Energético Brasileiro - Web Map EPE. Infraestrutura de Gás Natural. Disponível em: <https://gisepeprd.epe.gov.br/webmapepe/>.. Acesso em: janeiro de 2024.

ESRI. Environmental Systems Research Institute. Arcgis Desktop 10.8.2. Disponível em: <https://www.esri.com/legal/software-license>. Acesso em: agosto de 2023.

Funai. Fundação Nacional do Índio, 2023. Delimitação das Terras Indígenas do Brasil. Arquivos em formato WFS. Disponível em: <https://geoserver.funai.gov.br/geoserver/ows?service=wfs&version=2.0.0&request=GetCapabilities>. Acesso em: dezembro de 2023.

Google. Google Earth Pro 7.3.6.9345. Disponível em: <https://www.google.com/earth/>. Acesso em: janeiro de 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2008. Mapa da Área de Aplicação da Lei nº 11.248 de 2006 - 2ª edição. Disponível em: [https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes\\_ambientais/estudos\\_ambientais/biomas/mapas/lei\\_11428\\_mata\\_atlantica.pdf](https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/estudos_ambientais/biomas/mapas/lei_11428_mata_atlantica.pdf). Acesso em: outubro de 2021.

\_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2009. Base Cartográfica Integrada ao Milionésimo. Disponível em: [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). Acesso em: novembro de 2017.

\_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017. Arquivos vetoriais de Massas d'água e Drenagem do Brasil em escala 1:250.000. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas/15759-brasil.html?=&t=downloads>. Acesso em: setembro de 2018.

\_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2021. Limite de Estados e Municípios Brasileiros. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?=&t=acesso-ao-produto>. Acesso em: agosto de 2022.

ICMBio. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2012. Mapa de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas no Brasil. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/cecav/publicacoes/mapa-de-potencialidades-de-ocorrencia-de-cavernas-no-brasil/dados-mapa-de-potencialidades-de-ocorrencia-de-cavernas-no-brasil.zip/view>. Acesso em: agosto de 2023.

\_\_\_\_\_. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas – CANIE, 2023. Arquivos em formato shapefile. Disponível em: Disponível em: [https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/cecav/cadastro-nacional-de-informacoes-espeleologicas/cav\\_canie\\_geral\\_19122022.zip](https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/cecav/cadastro-nacional-de-informacoes-espeleologicas/cav_canie_geral_19122022.zip). Acesso em: maio de 2023.

Incra. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, 2023a. Projetos de Assentamento. Disponível em: [https://certificacao.incra.gov.br/csv\\_shp/zip/Assentamento%20Brasil.zip](https://certificacao.incra.gov.br/csv_shp/zip/Assentamento%20Brasil.zip). Acesso em: maio de 2023.

\_\_\_\_\_. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, 2023b. Terra Quilombola. Disponível em: [http://certificacao.incra.gov.br/csv\\_shp/export\\_shp.py](http://certificacao.incra.gov.br/csv_shp/export_shp.py). Acesso em: dezembro de 2023.

Inpe. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2011. Relevo sombreado. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>. Acesso: junho de 2021.

Iphan. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, 2023a. Centro Nacional de Arqueologia – Sítios Arqueológicos Georreferenciados. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/1701/>. Acesso: setembro de 2023.

\_\_\_\_\_. Instituto Nacional do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, 2023b. Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/1699/>. Acesso em: agosto de 2023.

MMA. Ministério do Meio Ambiente, 2024. Delimitação das Unidades de Conservação do Brasil. Arquivos em formato shapefile. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>. Acesso em: janeiro de 2024.

OSM. Open Street Map, 2022a. Massa d'água. Disponível em:  
[https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Pt:Bing\\_Maps](https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Pt:Bing_Maps). Acesso em: novembro de 2022.

OSM. Open Street Map, 2022b. Hidrografia. Disponível em:  
[https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Pt:Bing\\_Maps](https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Pt:Bing_Maps). Acesso em: novembro de 2022.

OSM. Open Street Map, 2022c. Rede Viária. Disponível em:  
[https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Pt:Bing\\_Maps](https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Pt:Bing_Maps). Acesso em: novembro de 2022.

OSM. Open Street Map, 2022d. Rede Ferroviária. Disponível em:  
[https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Pt:Bing\\_Maps](https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Pt:Bing_Maps). Acesso em: novembro de 2022.