



Relatório Ambiental Simplificado

Capítulo 2 – Caracterização do Empreendimento

Brasília

Setembro 2020

SUMÁRIO

2	DADOS DO EMPREENDIMENTO.....	1
2.1	IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	1
2.1.1	<i>Identificação do empreendimento.....</i>	1
2.1.2	<i>Localização e municípios abrangidos.....</i>	1
2.1.3	<i>Custo total do empreendimento</i>	1
2.1.4	<i>Justificativas.....</i>	1
2.2	ALTERNATIVAS E JUSTIFICATIVAS LOCACIONAIS PARA O TRAÇADO.....	1
2.2.1	<i>Durante os estudos iniciais de engenharia da LDAT Caseara foram analisados 3 traçados, conforme Alternativa 1.....</i>	1
2.2.2	<i>Alternativa 1 4</i>	
2.2.3	<i>Alternativa 2</i>	6
2.2.4	<i>Alternativa 3</i>	8
2.3	DESCRIÇÃO TÉCNICA DA LINHAS DE DISTRIBUIÇÃO	10
2.3.1	<i>Característica Geral da LD</i>	10
2.3.1.1	<i>Tensão Nominal (kV).....</i>	10
2.3.1.2	<i>Extensão total da diretriz preferencial das LTs.....</i>	10
2.3.1.3	<i>Largura da faixa de servidão e faixa de serviço</i>	10
2.3.1.4	<i>Torres.....</i>	12
2.3.1.5	<i>Série de estruturas</i>	20
2.3.1.6	<i>Tipo de fundações</i>	30
2.3.1.7	<i>Tipo e dimensões das bases</i>	31
2.3.1.8	<i>Premissa de projeto quanto ao alteamento de torres e tipos de estruturas a serem utilizadas em fragmentos florestais 32</i>	
2.3.2	<i>Distâncias de segurança</i>	32
2.3.2.1	<i>Sistema de aterramento de estruturas e cercas.....</i>	33
2.3.3	<i>Restrições de Uso na Faixa de Servidão.....</i>	33
2.3.4	<i>Suportabilidade contra descargas atmosféricas.....</i>	34
2.3.5	<i>Outras linhas de transmissão na mesma faixa de servidão.....</i>	34
2.3.6	<i>Travessias.....</i>	34
2.3.7	<i>Eletrodos de Terra.....</i>	36
2.4	. DESCRIÇÃO DAS SUBESTAÇÕES.....	37
2.4.1	<i>SE Santana do Araguaia.....</i>	37
2.4.1.1	<i>Localização.....</i>	37
2.4.1.2	<i>Informações Gerais.....</i>	37
2.4.1.3	<i>Posição dos Pórticos de entrada e saída.....</i>	38
2.4.2	<i>SE Caseara.....</i>	38
2.4.2.1	<i>Localização.....</i>	38
2.4.2.2	<i>Informações gerais</i>	39
2.4.2.3	<i>Posição dos Pórticos de entrada e saída.....</i>	40
2.4.2.4	<i>Volume de Terraplanagem</i>	40
2.5	ÁREAS DE APOIO	40
2.5.1	<i>Canteiros de obras</i>	40
2.5.2	<i>Quantitativo de pessoal envolvido.....</i>	40
2.5.3	<i>Áreas para armazenamento de materiais</i>	41
2.5.4	<i>Tanques de combustíveis</i>	41

2.6	ATIVIDADES GERAIS PARA A FASE DE PLANEJAMENTO	41
2.6.1	<i>Levantamento cadastral</i>	42
2.7	ATIVIDADES GERAIS PARA A FASE DE INSTALAÇÃO	42
2.7.1	<i>Supressão de vegetação</i>	42
2.7.2	<i>Abertura e melhorias de estradas de acesso</i>	43
2.7.3	<i>Implantação das torres</i>	43
2.7.3.1	Fundações.....	43
2.7.3.2	Montagem das torres e estruturas	44
2.7.4	<i>Lançamento dos cabos condutores, para-raios e acessórios</i>	44
2.7.5	<i>Desativação do canteiro</i>	44
2.7.6	<i>Logística do transporte de materiais e mão de obra</i>	45
2.7.7	<i>Recuperação de áreas afetadas pelas obras</i>	46
2.7.8	<i>Revisão final e comissionamento</i>	47
2.7.9	<i>Cronograma físico da implantação do empreendimento</i>	47
2.8	FASE DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	49
2.8.1	<i>Acessos permanentes</i>	49
2.8.2	<i>Manutenção da LD e restrições das faixas de servidão</i>	50
2.8.3	<i>Mão de obra</i>	51

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. IDENTIFICAÇÃO DA LD E MUNICÍPIOS INTERCEPTADOS.....	2
FIGURA 2. ALTERNATIVA 1 DO TRAÇADO DA LD.....	5
FIGURA 3. ALTERNATIVA 2 DE TRAÇADO DA LD.....	7
FIGURA 4. ALTERNATIVA 3 DO TRAÇADO VERSUS ALTERNATIVA 1.....	9
FIGURA 5. DESENHO ESQUEMÁTICO DAS FAIXAS DE SERVIDÃO E DE SERVIÇO DA LD 138 kV SANTANA DO ARAGUAIA - CASEARA.....	12
FIGURA 6. TRUSSPOLE TIPO MKSS1 – SILHUETA TÍPICA.....	22
FIGURA 7. TORRE TIPO MKSS3 – SILHUETA TÍPICA.....	23
FIGURA 8. TORRE TIPO MKSA1 – SILHUETA TÍPICA.....	24
FIGURA 9. TORRES TIPO MKSZ1 E MKST1 – SILHUETA TÍPICA.....	25
FIGURA 10. TORRE TIPO MKSSE – SILHUETA TÍPICA.....	28
FIGURA 11. TORRE TIPO MKSTE – SILHUETA TÍPICA.....	29
FIGURA 12: SAPATA COM FUSTE INCLINADO E BASE QUADRADA.....	30
FIGURA 13. TUBULÃO SEM BASE ALARGADA.....	31
FIGURA 14. TRAVESSIAS DE ÁGUAS NAVEGÁVEIS.....	33
FIGURA 15. ASPECTO GERAL DA TRAVESSIA DO RIO ARAGUAIA.....	35
FIGURA 16. LOCALIZAÇÃO SE CASEARA.....	39

ÍNDICE DE MAPAS

MAPA 1. LOCALIZAÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO.....	1
MAPA 2. ALTERNATIVAS LOCACIONAIS DE TRAÇADO DA LD.....	3

ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO 1. LISTA DE LOCAÇÃO LD 138 kV SANTANA DO ARAGUAIA - CASEARA.....	13
QUADRO 2. PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS.....	34

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1. INTERCEPTAÇÃO DA LD EM CADA MUNICÍPIO.	3
TABELA 2. COORDENADAS UTM (22L) DOS VÉRTICES DA LD 138 kV SANTANA DO ARAGUAIA – CASEARA, NO DATUM SIRGAS 2000.....	3
TABELA 3. COORDENADAS UTM (22L) DE LOCALIZAÇÃO DAS SUBESTAÇÕES, NO DATUM SIRGAS 2000.....	3
TABELA 4. VALORES ADOTADOS DE DISTÂNCIA DE SEGURANÇA.....	32
TABELA 5. TRAVESSIAS DE RODOVIAS NECESSÁRIAS À INSTALAÇÃO DA LD 230 kV SANTANA DO ARAGUAIA – CASEARA.	35
TABELA 6. QUANTITATIVO DE PESSOAL ENVOLVIDO.	40
TABELA 7. CRONOGRAMA DE INSTALAÇÃO DA LDAT CASEARA.	48

2 DADOS DO EMPREENDIMENTO

2.1 IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

2.1.1 Identificação do empreendimento

No presente capítulo, são apresentadas as informações técnicas da LD 138 kV Santana do Araguaia – Caseara. Apresentam-se aqui as premissas para construção da linha que será em circuito simples, com extensão aproximada de 57 km, localizada na divisa entre os estados do Pará e Tocantins, e que permitirá a conexão entre as duas novas subestações Santana do Araguaia/PA (230kV-138kV) e Caseara/TO (138kV-34,5kV-13,8kV).

Este projeto é correlacionado com o Leilão de Transmissão Nº 5/2016 - LOTE 26, promovido pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL.

Todas as informações aqui apresentadas foram disponibilizadas pela ENERGISA, com base no projeto básico de engenharia do empreendimento contido no memorial descritivo da LD (ANEXO I).

2.1.2 Localização e municípios abrangidos

A LD, com 57 km de extensão, interligará a SE Santana do Araguaia à SE Caseara. Apenas dois municípios serão abrangidos pelo empreendimento: Santana do Araguaia, no estado do Pará (52 km) e Caseara, no estado do Tocantins (5 km). A Figura 1 apresenta a relação aos municípios a serem interceptados pela LT.

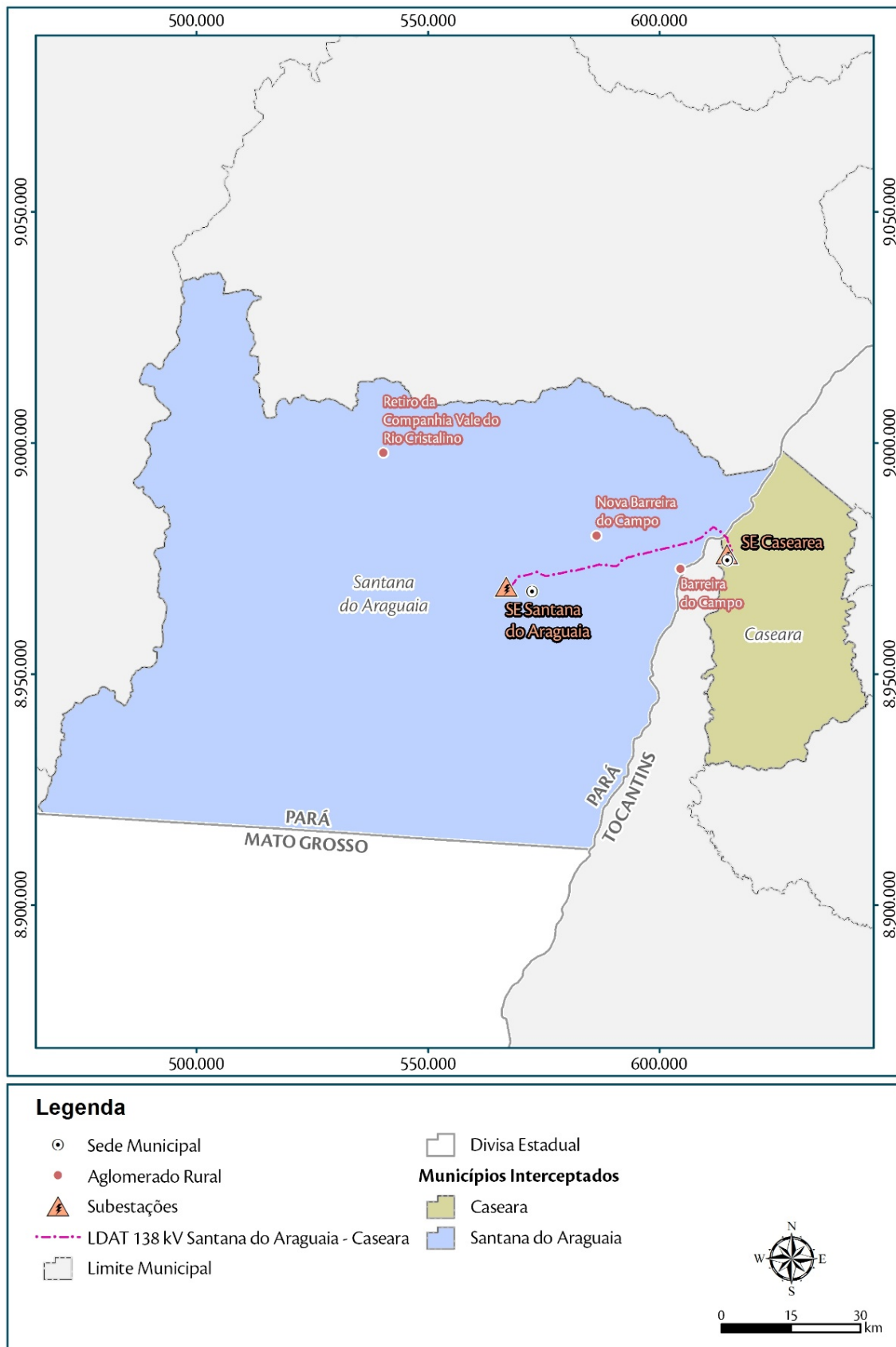


Figura 1. Identificação da LD e municípios interceptados.

A Tabela 1 apresenta a extensão em km da LD em cada município interceptado e o Mapa 1 apresenta a localização do empreendimento.

Tabela 1. Intercepção da LD em cada município.

Estado	Município Interceptado	Extensão (km)
PA	Santana do Araguaia	51,91
TO	Caseara	5,30

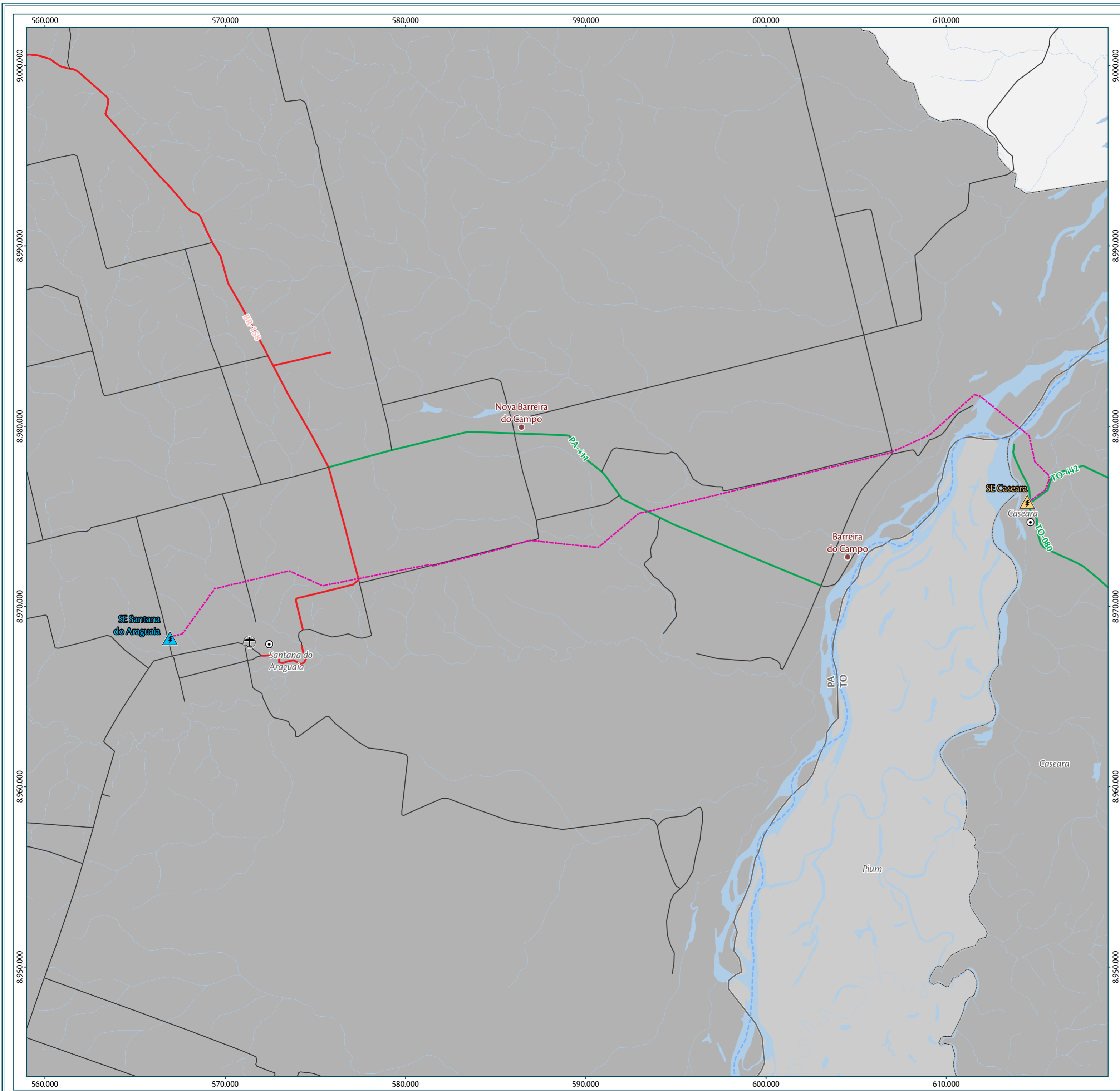
A seguir, são apresentadas as coordenadas dos vértices que compõem a LD (Tabela 2) e as coordenadas de localização das subestações (Tabela 3).

Tabela 2. Coordenadas UTM (22L) dos vértices da LD 138 kV Santana do Araguaia – Caseara, no Datum SIRGAS 2000.

Vértice	X	Y
MV-01	566.809,06	8.968749,88
MV-02	567.018,59	8.968.335,40
MV-03	567.602,26	8.968.467,72
MV-04	569.420,30	8.970.983,53
MV-05	573.548,39	8.971.974,38
MV-06	575.399,57	8.971.148,70
MV-07	581.283,51	8.972.320,52
MV-08	581.480,08	8.972.241,83
MV-09	585.866,62	8.973.340,64
MV-10	585.952,18	8.973.418,84
MV-11	586.920,59	8.973.660,81
MV-12	590.692,39	8.973.271,85
MV-13	592.960,35	8.975.179,59
MV-14	593.475,00	8.975.271,61
MV-15	606.831,74	8.978.504,34
MV-16	609.083,80	8.979.524,70
MV-17	611.552,15	8.981.750,68
MV-18	611.868,76	8.981.674,36
MV-19	614.603,62	8.979.470,14
MV-20	614.919,94	8.978.022,78
MV-21	615.658,66	8.977.315,66
MV-22	615.732,72	8.977.104,42
MV-23	615.505,95	8.976.472,74
MV-24	614.642,25	8.975.855,20
MV-25	614.515,82	8.975.816,82

Tabela 3. Coordenadas UTM (22L) de localização das subestações, no Datum SIRGAS 2000.

Subestação	X	Y
Santana do Araguaia	566794,99	8968804,36
Caseara	614476,59	8975757,89



Parâmetros Cartográficos

0 3 6 9 km

Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
Datum Horizontal: SIRGAS 2000
Meridiano Central: -51°
Fuso: 22 Sul

Legenda

- ⊙ Sede Municipal
- Aglomerados Rurais
- ⚡ SE Caseara
- ⚡ SE Santana do Araguaia
- LDAT 138 kV Santana do Araguaia - Caseara
- ~ Curso D'Água
- Massa D'Água
- Municípios Interceptados
- Limite Municipal
- Divisa Estadual

Sistema de Transporte

- ✈ Aeródromo Público
- Hidrovia de Navegação de Interior

Rodovias

Jurisdicção

- Desconhecida
- Estadual
- Federal



Fonte

Base Cartográfica Contínua do Brasil (1:250.000) - IBGE Geociências, 2019; Aeródromos: ANAC, 2020; Hidrovias: ANTAQ, 2018; Rodovias: DNIT, 2018.

Empreendedor/Cliente		Execução	
Projeto			
Licenciamento Ambiental da LDAT 138 kV Santana do Araguaia - Caseara			
Tema			
Localização Geral			
Escala	Responsável Técnico		Produto
1:150.000	Raiane Machado Geóloga		MAPA-01/A2
Data	CREA: 29.176/D-DF		
Agosto/2020			

2.1.3 Custo total do empreendimento

O custo total do empreendimento previsto será de R\$ 32.803.546,61.

2.1.4 Justificativas

Em 2009, estudos realizados pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE)¹ indicavam que o suprimento de energia elétrica à região do Sul do Pará era feito através de 10.469 kW instalados em três usinas térmicas. Essas usinas produziram cerca de 37.501.640 kWh de energia elétrica no ano de 2012, consumindo 11.103.901 litros de óleo diesel. Com base nessa situação, ficou evidenciada a necessidade de alternativas para a transmissão e distribuição de energia produzida por outras fontes na região Sudeste do Pará e Centro-Oeste do Tocantins.

A Linha de Transmissão – LT 230kV Xingarará II e Santana do Araguaia está sendo instalada em instalação, objeto do Leilão de Transmissão Aneel Nº 5/2016 - Lote 26. Após sua conclusão, haverá a possibilidade de reforço de energia na região e sua distribuição para outras localidades.

Nesse contexto, justifica-se a construção da LD 138 kV Santana do Araguaia – Caseara, pois faz-se necessário o fornecimento de energia para a região de Caseara/TO, visando a expansão da malha rural no estado do Tocantins.

2.2 ALTERNATIVAS E JUSTIFICATIVAS LOCACIONAIS PARA O TRAÇADO

2.2.1 Durante os estudos iniciais de engenharia da LDAT Caseara foram analisados 3 traçados, conforme Alternativa 1

Esse traçado tem 60,3 km de distância. A SE Santana do Araguaia está localizada a cerca de 4km de Santana do Araguaia, em área rural, definida nos estudos ambientais e de engenharia de outro empreendimento (não objeto deste relatório). A partir da posição dessa SE, foi possível contornar a sede de Santana do Araguaia, minimizando os impactos ambientais (principalmente sociais) sobre a população (Figura 2). Entretanto, a Alternativa 1 previu a chegada na SE de Caseara passando pelo núcleo urbano Barreira do Campo e por duas APPs. Este traçado aumentaria o trajeto da LD, e passaria por 8 Reservas Legais o que aumentaria consideravelmente os custos de construção da LD inviabilizando esta alternativa.

¹ Empresa de Pesquisa Energética – EPA: Relatório EPE-DEE-RE-004-2009-r2 - "Estudo de Atendimento a Região Sudeste do Pará, Nordeste do. Mato Grosso e Centro-Oeste do Tocantins".

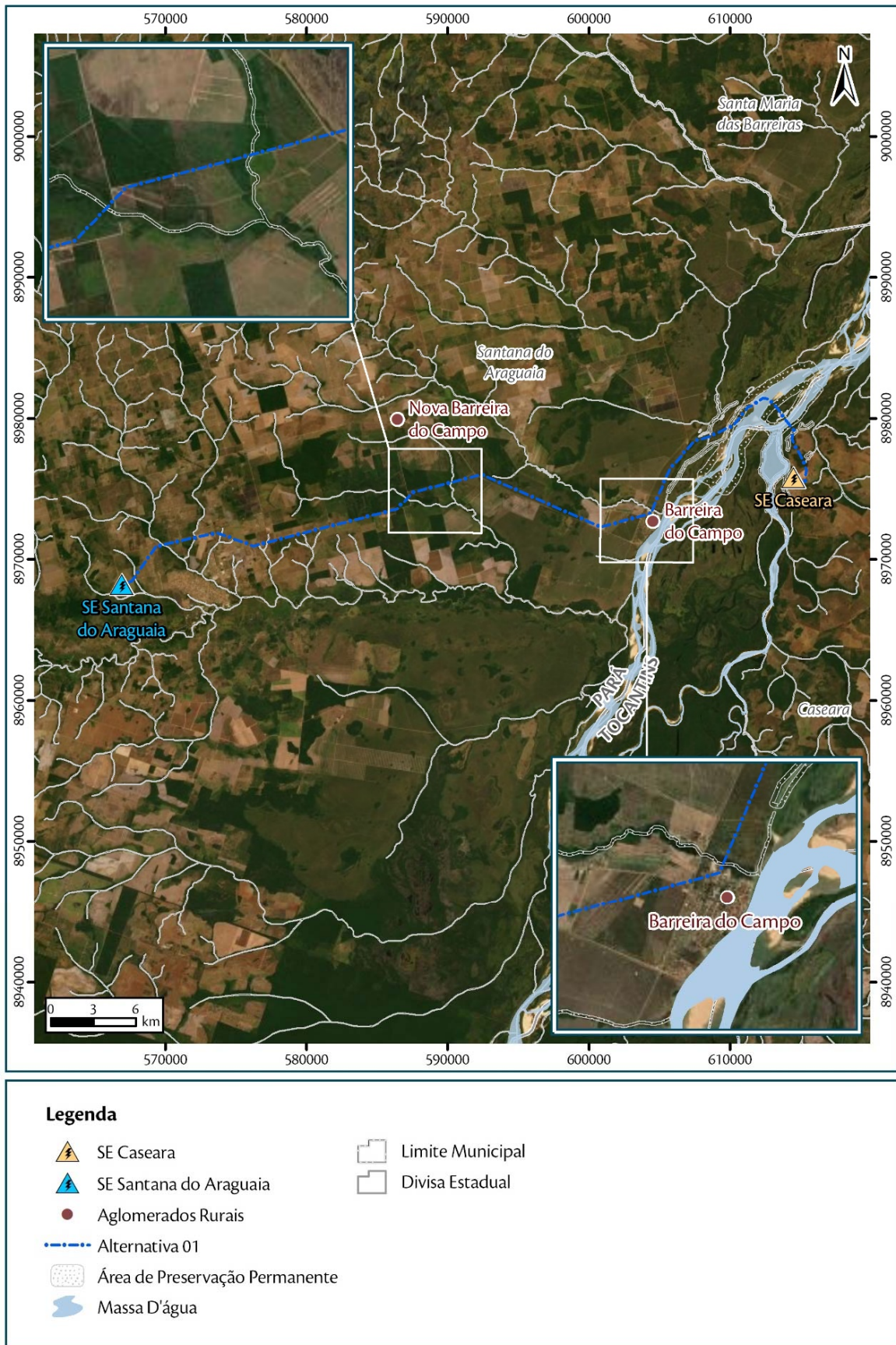


Figura 2. Alternativa 1 do traçado da LD



Parâmetros Cartográficos

0 2,5 5 7,5 km

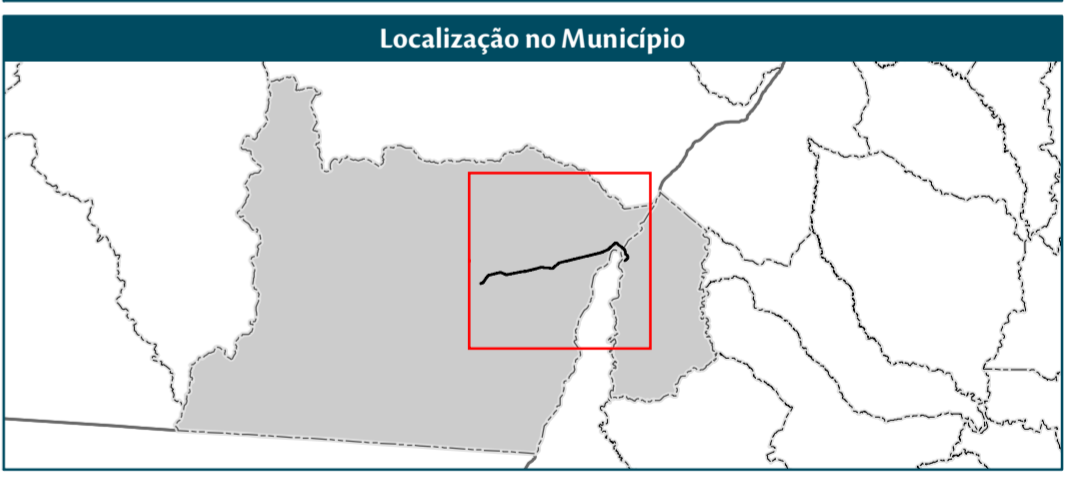
Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
Datum Horizontal: SIRGAS 2000
Meridiano Central: -51°
Fuso: 22 Sul

Legenda

- Sedes Municipais
- ⚡ SE 138 kV Caseara
- ⚡ SE 138 kV Santana do Araguaia
- Aglomerados Rurais
- ~ Curso D'Água
- ☁ Massa D'Água
- ▭ Limite Municipal
- ▭ Divisa Estadual

LDAT 138 kV Santana do Araguaia-Caseara

- Alternativa 01
- Alternativa 02
- Alternativa 03 (Escolhida)



Fonte

Limite Estadual e Limite Municipal (1:250.000): IBGE Geociências, 2019; Base Cartográfica Contínua do Brasil (1:250.000) IBGE Geociências, 2019; Imagem: World Imagery fornecida pela galeria Basemap do ArcGis 10 (ESRI).

Empreendedor/Cliente		Execução	
Projeto			
Licenciamento Ambiental da Linha de Transmissão LDAT 138 kV Santana do Araguaia - Caseara			
Tema			
Alternativas Locacionais			
Escala	Responsável Técnico		Produto
1:150.000	Raiane Machado Geóloga		MAPA-01
Data	CREA 29.176/D-DF		
Agosto/2020			

2.2.2 Alternativa 1

Esse traçado tem 60,3 km de distância. A SE Santana do Araguaia está localizada a cerca de 4km de Santana do Araguaia, em área rural, definida nos estudos ambientais e de engenharia de outro empreendimento (não objeto deste relatório). A partir da posição dessa SE, foi possível contornar a sede de Santana do Araguaia, minimizando os impactos ambientais (principalmente sociais) sobre a população (Figura 2). Entretanto, a Alternativa 1 previu a chegada na SE de Caseara passando pelo núcleo urbano Barreira do Campo e por duas APPs. Este traçado aumentaria o trajeto da LD, e passaria por 8 Reservas Legais o que aumentaria consideravelmente os custos de construção da LD inviabilizando esta alternativa.

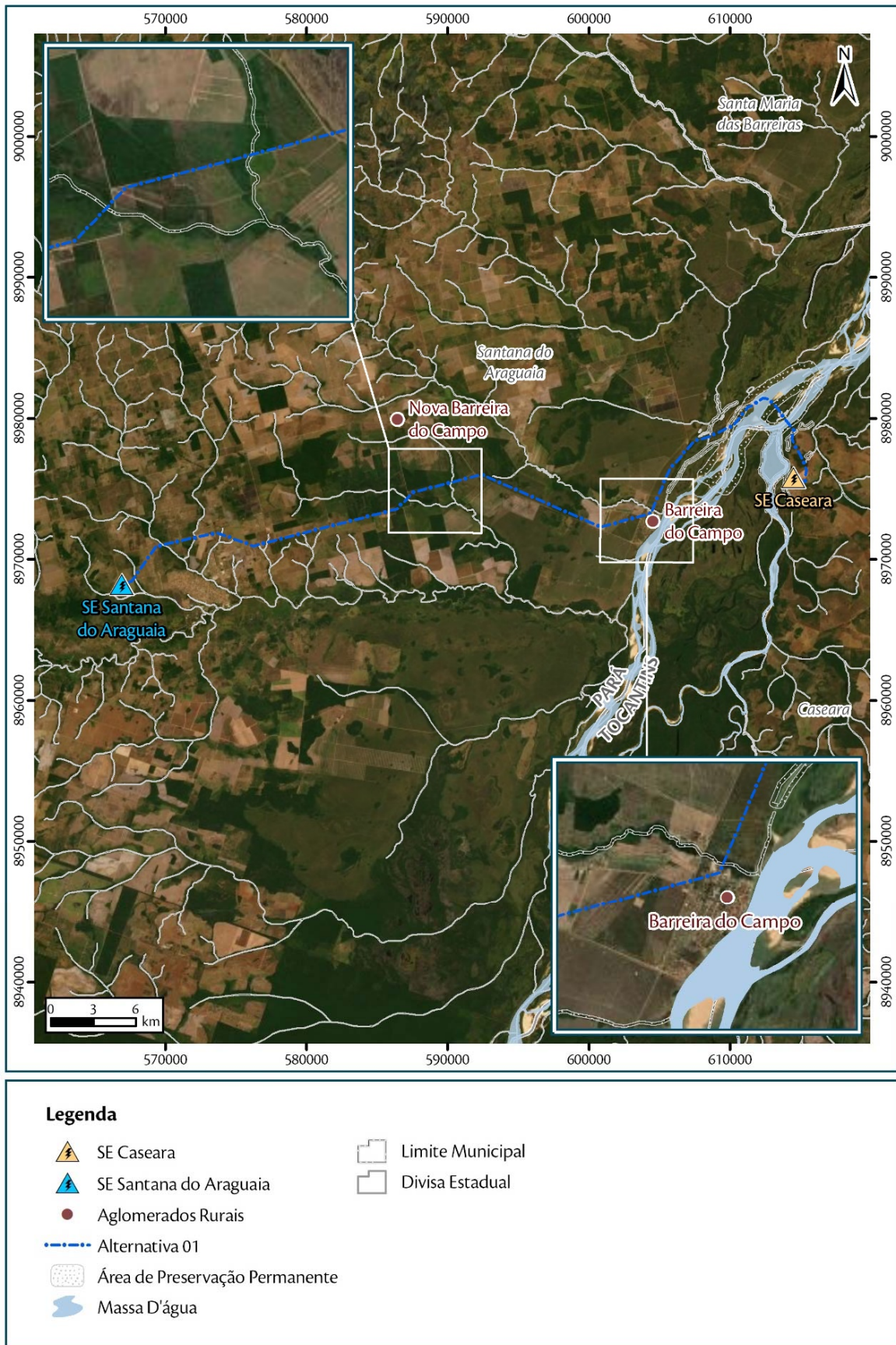


Figura 2. Alternativa 1 do traçado da LD

2.2.3 Alternativa 2

A Alternativa 2 tem 80,2 km de extensão. Em relação aos custos, quanto mais extensa uma LD maior o seu custo. Outro aspecto a ser considerado é a necessidade de estruturas (torres) especiais visando à travessia de pontos notáveis. No caso deste projeto, a travessia do rio Araguaia é o maior limitante técnico-financeiro.

Dessa forma, a Alternativa 2 com traçado similar ao da Alternativa 1, consideraria um traçado que diminuiria a travessia do Rio Araguaia propriamente dito e aumentaria consideravelmente a extensão da LD em 32,77 km. Esse traçado cruzaria 14 Reservas Legais e atravessaria uma área de assentamento rural (Figura 3). Dessa forma, a Alternativa 2 foi descartada.

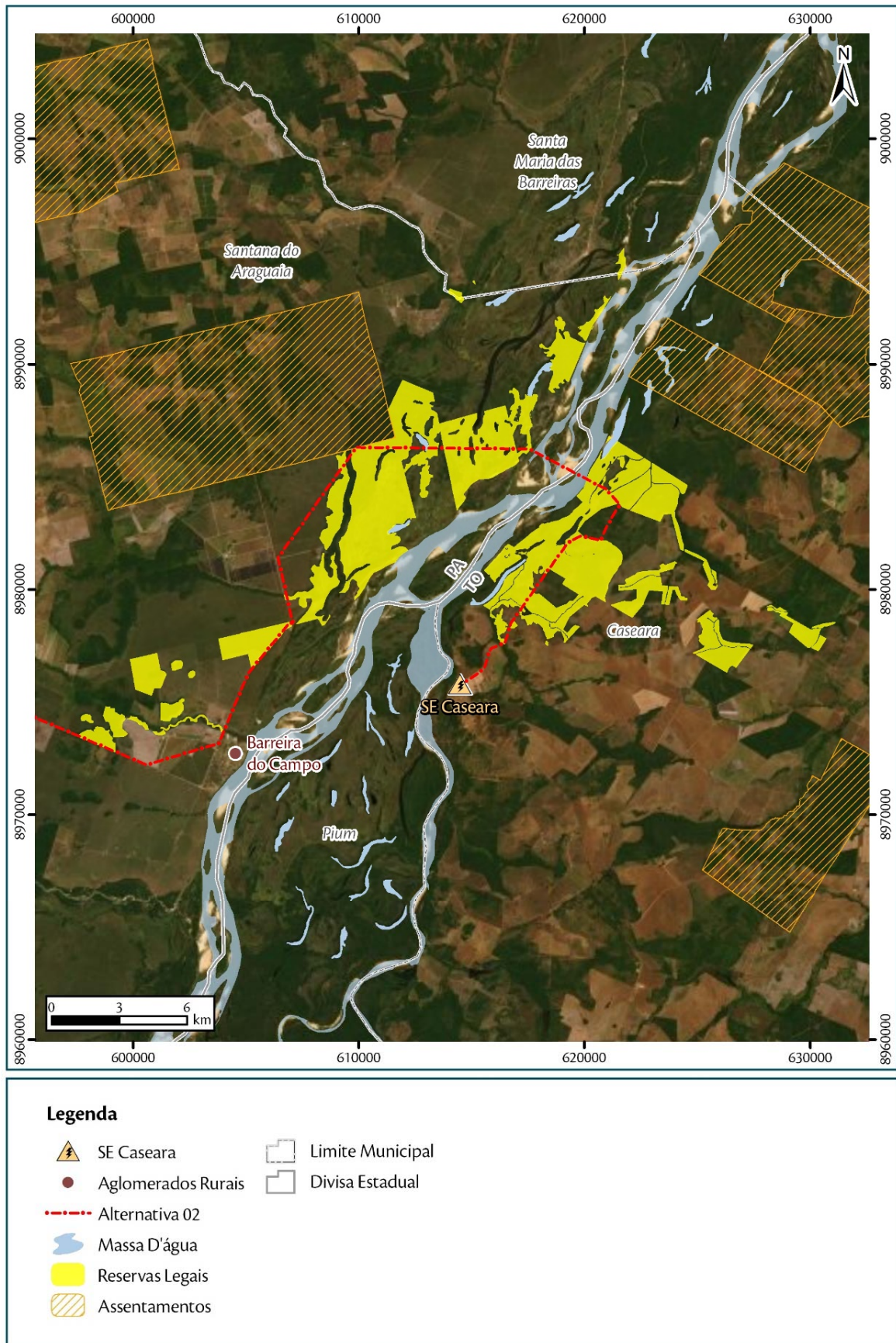


Figura 3. Alternativa 2 de traçado da LD

2.2.4 Alternativa 3

A Alternativa 3 tem 57,2 km de extensão. A partir da saída da LD da SE Santana do Araguaia, o parâmetro principal utilizado para a definição do traçado apresentado neste estudo foi sua localização preferencial seguindo, de maneira paralela, estradas, vias internas de fazendas ou acessos pré-existentes. Com isso, buscou-se minimizar o impacto sobre o uso do solo local e possíveis supressões de vegetação em uma região onde essas áreas de florestas são raras.

Já próximo ao distrito de Barreira do Campo, a LD foi derivada para Nordeste, excluindo dessa forma, a Alternativa 1 para não atingir os moradores da região (Figura 2). Nesse contexto, a ilha existente ao Norte dos limites do PE do Cantão mostrou-se como a melhor opção para a instalação das torres especiais a serem construídas para a travessia do rio Araguaia. Ressalta-se que o maior trecho de rio a ser transposto é de cerca de 1000m e, para isso, foi necessário plotar uma torre em uma pequena ilha próxima ao terminal da balsa que faz a travessia entre os municípios de Santana do Araguaia e Caseara.

A partir da definição dessa torre, optou-se por um traçado em linha reta até a margem direita do rio Araguaia, impactando a menor área possível. Isso só foi possível devido ao dimensionamento de quatro torres especiais, sendo duas com 73,4m e duas com 56,3m, cujas características técnicas são apresentadas mais à frente neste estudo. Ressalta-se que a média de altura das demais torres da LD é de 27,3m.

Após a travessia do rio Araguaia, optou-se por um traçado que evitasse áreas habitadas e fragmentos de vegetação. Dessa forma, ao invés de seguir próximo à região onde se localiza o terminal de balsa, optou-se por seguir margeando acessos existentes no local até a estrada TO-442, por onde a LD segue até a SE Caseara (Figura 4).

Face ao exposto, considerando as características da região onde se pretende instalar a LD 138 kV Santana do Araguaia-Caseara, e também os desafios técnicos envolvidos na travessia do rio Araguaia, percebe-se que o traçado apresentado - e já estudado em nível de projeto básico – é o que melhor atende aos critérios ambientais e financeiros, sendo, então, escolhido para ser licenciado.

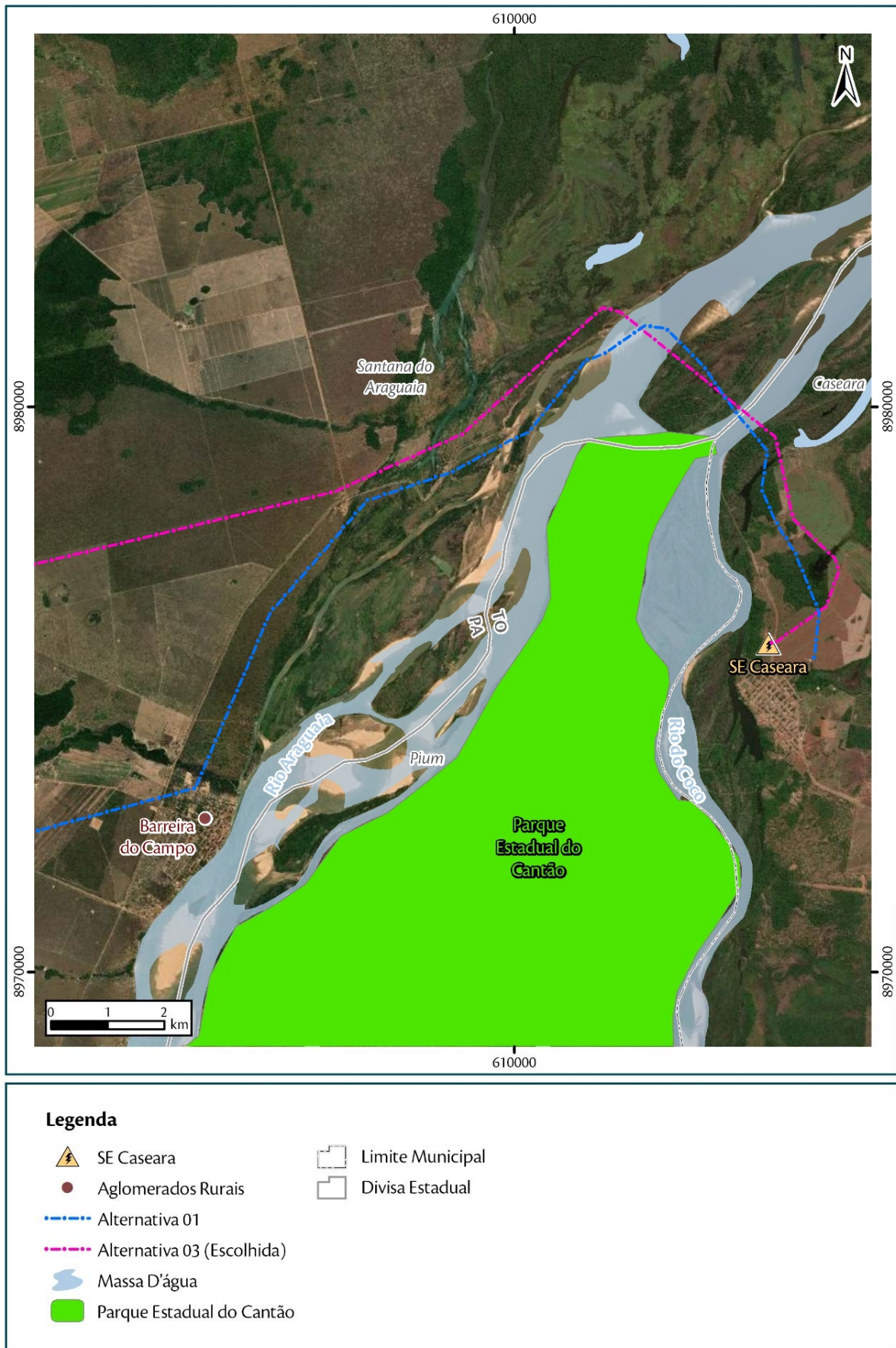


Figura 4. Alternativa 3 do traçado versus alternativa 1.

2.3 DESCRIÇÃO TÉCNICA DA LINHAS DE DISTRIBUIÇÃO

2.3.1 Característica Geral da LD

2.3.1.1 Tensão Nominal (kV)

A LD 138 kV Santana do Araguaia – Caseara possuirá tensão máxima de operação (V_{max}) de 138 kV e tensão nominal (V) de 138 kV.

2.3.1.2 Extensão total da diretriz preferencial das LTs

A extensão total da diretriz será de, aproximadamente, 60 km, com saída na SE Santana do Araguaia e chegada na SE Caseara.

2.3.1.3 Largura da faixa de servidão e faixa de serviço

➤ Faixa de Servidão

A faixa de servidão da LD terá a largura de 20m, determinados ao se considerar o balanço dos cabos devido à ação do vento e efeitos elétricos. Os respectivos cálculos são apresentados a seguir:

No caso de uma única linha, a largura mínima deve ser calculada pela fórmula do item 12.4 da Figura 21 da norma NBR 5422.

$L2 = b1 + d + D1$ - Entre eixo e o limite da faixa da LD 138 kV

Onde:

b1	- distância horizontal do eixo do suporte ao ponto de fixação do condutor mais afastado deste eixo, em metros; ($b1 = 2,44m - 138kV$);
d	- soma das projeções horizontais da flecha do condutor e do comprimento da cadeia de isoladores, em metros, após seu deslocamento angular β devido à ação do vento;
D1	- $D1 = Du / 150$ em metros onde Du é um valor numericamente igual a tensão da LD em kV no limite da faixa, $D1 = Du / 150 = 0,92 m$;
β	- ângulo de balanço da cadeia e do condutor

- Ângulo de Balanço da Cadeia de Isoladores Devido à Ação do Vento Sobre os Cabos (item 10.1.4.3 da NBR-5422):

β - ângulo de balanço da cadeia e do condutor

Vp - vão de peso, em metros

$$\beta = \text{tg}^{-1} (k \cdot \text{tg} \beta_r)$$

Sendo:

K - 0,42, valor lido na figura 7 da NBR-5422 (ABNT)

β_r - ângulo de balanço teórico dado pela expressão:

$$\operatorname{tg} \beta_r = \frac{q_0 \times d}{p \times \left(\frac{V_p}{V_v} \right)}$$

Onde:

q_0 - pressão dinâmica de referência, em N/m²

d - diâmetro do condutor, em metros

p - peso unitário do condutor, em N/m

V_v - vão de vento, em metros

Assim:

$$\operatorname{tg} \beta_r = \frac{240 \times 0,01829}{6,883 \times 0,50} = 1,27$$

$$\operatorname{logo} \beta = \operatorname{tg}^{-1} (0,42 \cdot 1,27) = 28^\circ$$

- Entre eixo e limite da faixa da LD 138 kV

$$L_2 = b_1 + d + D_1$$

$$L_2 = (2,44) + (9,11 + 1,9) \operatorname{sen} 28^\circ + 0,92$$

$$L_2 = 8,53 \text{ m}$$

Pelos valores calculados, recomenda-se para largura da faixa o seguinte valor:

- Entre eixo e limite da faixa da LD 138 kV - L₂ = 10 m

Logo, a faixa de servidão (L) será de 20 m.

➤ **Faixa de Serviço**

A faixa de serviço será utilizada com largura suficiente para permitir a instalação, operação e manutenção segura da LD. Em trecho de fragmentos florestais, haverá a necessidade de se realizar a supressão de vegetação em uma faixa de 5 m entre as torres. Já para a abertura de acessos, será adotada a faixa de 4 m de largura. Em Áreas de Preservação Permanente – APP, entretanto, a largura da faixa de serviço será de, no máximo 3m. Ressalta-se que, em todos os casos, será priorizado o emprego da técnica de “corte seletivo”.

A figura a seguir ilustra as faixas de servidão e de serviço.

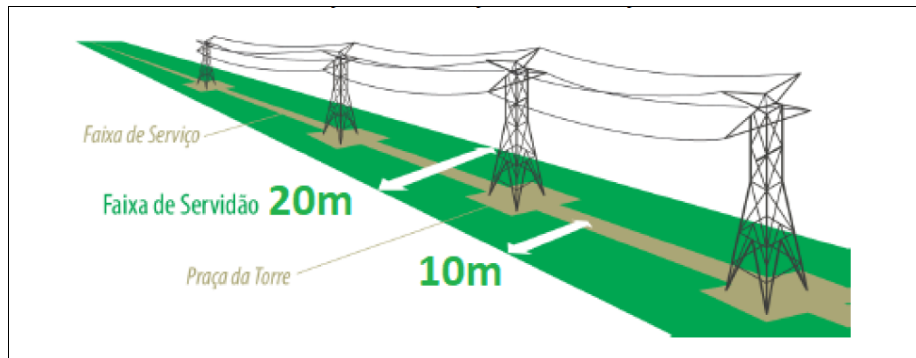


Figura 5. Desenho esquemático das faixas de servidão e de serviço da LD 138 kV Santana do Araguaia - Caseara.

2.3.1.4 Torres

Considerando a extensão da LD, em sua concepção atual, o número estimado de torres é de 160. A distância média entre as torres será de 355 metros. O quadro a seguir apresenta a lista de locação das estruturas.

Quadro 1. Lista de Locação LD 138 kV Santana do Araguaia - Caseara

Número da Estrutura		Distância Acumulada (m)	Deflexão da Linha	Vão à Vante	Coordenadas UTM			Tipo	Altura Útil (m)	Altura Total (m)
Proj.	Oper.				X	Y	Z			
PORT	PÓRTICO	0,000		56,200	566794,994	8968804,365	163,654	Pórtico	13,0	18,3
0/1	1	133,834	D 31°29'47"	300,166	567018,590	8968335,400	164,649	mksz.130	13,0	18,3
0/2	2	434,000		298,320	567311,326	8968401,764	163,052	mkss0.189	18,9	24,5
0/3	3	732,320	E 41°22'23"	279,680	567601,999	8968467,000	161,890	mksz.140	14,0	19,3
1/1	4	1012,000		380,000	567766,076	8968694,407	158,661	mkss0.179	17,9	23,5
1/2	5	1392,000		350,000	567988,647	8969002,404	160,751	mkss0.219	21,9	27,5
1/3	6	1742,000		350,000	568193,648	8969286,085	163,190	mkss0.179	17,9	23,5
2/1	7	2092,000		390,000	568398,648	8969569,766	164,631	mkss0.219	21,9	27,5
2/2	8	2482,000		370,000	568627,077	8969885,867	167,758	mkss0.219	21,9	27,5
2/3	9	2852,000		360,000	568843,792	8970185,758	169,709	mkss0.209	20,9	26,5
3/1	10	3212,000		340,000	569054,649	8970477,545	168,454	mkss0.199	19,9	25,5
3/2	11	3552,000		284,276	569253,792	8970753,120	165,150	mkss0.179	17,9	23,5
3/3	12	3836,276	D 40°38'58"	299,724	569419,999	8970983,000	161,714	mksz.130	13,0	18,3
4/1	13	4136,000		350,293	569711,743	8971053,485	155,975	mkss0.179	17,9	23,5
4/2	14	4486,293		369,707	570052,361	8971135,242	156,564	mkss0.199	19,9	25,5
4/3	15	4856,000		370,000	570411,858	8971221,531	157,363	mkss0.209	20,9	26,5
5/1	16	5226,000		376,000	570771,639	8971307,887	158,675	mkss0.209	20,9	26,5
5/2	17	5602,000		370,000	571137,255	8971395,644	158,849	mkss0.219	21,9	27,5
5/3	18	5972,000		374,000	571497,036	8971482,001	157,879	mkss0.199	19,9	25,5
6/1	19	6346,000		390,000	571860,707	8971569,291	157,048	mkss0.219	21,9	27,5
6/2	20	6736,000		330,000	572239,935	8971660,316	160,170	mkss0.189	18,9	24,5
7/1	21	7066,000		340,000	572560,821	8971737,336	165,249	mkss0.179	17,9	23,5
7/2	22	7406,000		370,000	572891,431	8971816,691	169,180	mkss0.209	20,9	26,5

Número da Estrutura		Distância Acumulada (m)	Deflexão da Linha	Vão à Vante	Coordenadas UTM			Tipo	Altura Útil (m)	Altura Total (m)
Proj.	Oper.				X	Y	Z			
7/3	23	7776,000		305,619	573251,212	8971903,048	170,353	mkss0.209	20,9	26,5
8/1	24	8081,619	D 37°32'7"	300,381	573547,999	8971974,000	170,682	mksz.130	13,0	18,3
8/2	25	8382,000		420,000	573822,721	8971852,019	169,645	mkss0.199	19,9	25,5
8/3	26	8802,000		340,000	574206,296	8971680,933	170,609	mkss0.189	18,9	24,5
9/1	27	9142,000		330,000	574516,808	8971542,435	178,058	mkss0.179	17,9	23,5
9/2	28	9472,000		340,000	574818,189	8971408,010	173,551	mkss0.219	21,9	27,5
9/3	29	9812,000		296,590	575128,702	8971269,512	179,763	mkss0.179	17,9	23,5
10/1	30	10108,590	E 35°18'6"	280,410	575399,000	8971148,000	182,696	mksz.140	14,0	19,3
10/2	31	10389,000		300,000	575674,578	8971203,467	183,693	mkss0.159	15,9	21,5
10/3	32	10689,000		310,000	575968,800	8971262,063	182,084	mkss0.179	17,9	23,5
10/4	33	10999,000		385,000	576272,829	8971322,613	178,499	mkss0.189	18,9	24,5
11/1	34	11384,000		375,000	576650,414	8971397,811	176,316	mkss0.219	21,9	27,5
11/2	35	11759,000		364,000	577018,191	8971471,057	174,634	mkss0.219	21,9	27,5
12/1	36	12123,000		385,562	577375,181	8971542,154	174,167	mkss0.219	21,9	27,5
12/2	37	12508,562		330,438	577753,316	8971617,462	185,908	mkss0.169	16,9	22,5
12/3	38	12839,000		330,000	578077,390	8971682,003	185,132	mkss0.179	17,9	23,5
13/1	39	13169,000		360,000	578401,034	8971746,459	190,674	mkss0.179	17,9	23,5
13/2	40	13529,000		380,000	578754,100	8971816,775	189,991	mkss0.219	21,9	27,5
13/3	41	13909,000		370,000	579126,781	8971890,997	187,544	mkss0.209	20,9	26,5
14/1	42	14279,000		390,000	579489,655	8971963,266	184,503	mkss0.219	21,9	27,5
14/2	43	14669,000		370,000	579872,143	8972039,441	182,820	mkss0.199	19,9	25,5
15/1	44	15039,000		390,000	580235,017	8972111,710	183,718	mkss0.219	21,9	27,5
15/2	45	15429,000		370,000	580617,505	8972187,885	185,038	mkss0.219	21,9	27,5
15/3	46	15799,000		309,083	580980,378	8972260,154	185,135	mkss0.199	19,9	25,5

Número da Estrutura		Distância Acumulada (m)	Deflexão da Linha	Vão à Vante	Coordenadas UTM			Tipo	Altura Útil (m)	Altura Total (m)
Proj.	Oper.				X	Y	Z			
16/1	47	16108,083	D 33°4'53"	211,739	581282,999	8972320,000	185,908	mksz.140	14,0	19,3
16/2	48	16319,822	E 35°52'52"	285,178	581479,999	8972241,000	187,552	mksz.140	14,0	19,3
16/3	49	16605,000		345,000	581756,711	8972311,124	188,195	mkss0.179	17,9	23,5
16/4	50	16950,000		370,000	582091,371	8972394,955	188,270	mkss0.209	20,9	26,5
17/1	51	17320,000		360,000	582450,282	8972484,861	187,090	mkss0.209	20,9	26,5
17/2	52	17680,000		370,000	582799,493	8972572,337	184,271	mkss0.199	19,9	25,5
18/1	53	18050,000		350,000	583158,403	8972662,242	180,713	mkss0.219	21,9	27,5
18/2	54	18400,000		390,000	583497,914	8972747,288	176,560	mkss0.179	17,9	23,5
18/3	55	18790,000		368,000	583876,225	8972842,054	172,156	mkss0.209	20,9	26,5
19/1	56	19158,000		360,000	584233,196	8972931,474	172,624	mkss0.219	21,9	27,5
19/2	57	19518,000		384,000	584582,406	8973018,949	169,894	mkss0.189	18,9	24,5
19/3	58	19902,000		330,000	584954,897	8973112,257	169,742	mkss0.189	18,9	24,5
20/1	59	20232,000		320,000	585275,007	8973192,443	172,807	mkss0.179	17,9	23,5
20/2	60	20552,000		289,892	585585,416	8973270,200	174,293	mkss0.179	17,9	23,5
20/3	61	20841,892	E 28°21'54"	115,914	585865,999	8973340,000	174,386	mksz.220	22,0	27,3
20/4	62	20957,806	D 28°23'57"	315,794	585951,999	8973418,000	173,260	mksz.260	26,0	31,3
21/1	63	21273,600		331,170	586258,554	8973495,395	170,645	mkss3.289	28,9	35,9
21/2	64	21604,770		351,220	586579,847	8973575,674	167,803	mkss3.289	28,9	35,9
21/3	65	21955,990	D 19°54'60"	380,010	586919,999	8973660,000	162,905	mksa.260	26,0	31,3
22/1	66	22336,000		380,000	587298,596	8973621,831	160,629	mkss0.219	21,9	27,5
22/2	67	22716,000		380,000	587676,592	8973582,851	157,872	mkss0.219	21,9	27,5
23/1	68	23096,000		380,000	588054,587	8973543,870	156,745	mkss0.209	20,9	26,5
23/2	69	23476,000		380,000	588432,583	8973504,890	156,336	mkss0.219	21,9	27,5
23/3	70	23856,000		380,000	588810,578	8973465,909	155,273	mkss0.219	21,9	27,5

Número da Estrutura		Distância Acumulada (m)	Deflexão da Linha	Vão à Vante	Coordenadas UTM			Tipo	Altura Útil (m)	Altura Total (m)
Proj.	Oper.				X	Y	Z			
24/1	71	24236,000		380,000	589188,573	8973426,929	154,768	mkss0.219	21,9	27,5
24/2	72	24616,000		380,000	589566,569	8973387,948	154,562	mkss0.219	21,9	27,5
24/3	73	24996,000		380,000	589944,564	8973348,968	154,851	mkss0.219	21,9	27,5
25/1	74	25376,000		371,792	590322,560	8973309,987	155,657	mkss0.219	21,9	27,5
25/2	75	25747,792	E 45°57'27"	370,208	590692,000	8973271,000	155,109	mkss0.200	20,0	25,3
26/1	76	26118,000		380,000	590975,697	8973510,159	152,492	mkss0.219	21,9	27,5
26/2	77	26498,000		380,000	591266,497	8973754,771	152,043	mkss0.199	19,9	25,5
26/3	78	26878,000		370,000	591557,297	8973999,384	155,702	mkss0.209	20,9	26,5
27/1	79	27248,000		370,000	591840,444	8974237,559	158,409	mkss0.219	21,9	27,5
27/2	80	27618,000		370,000	592123,592	8974475,735	160,432	mkss0.209	20,9	26,5
27/3	81	27988,000		380,000	592406,739	8974713,910	161,252	mkss0.219	21,9	27,5
28/1	82	28368,000		343,424	592697,539	8974958,523	160,730	mkss0.219	21,9	27,5
28/2	83	28711,424	D 29°55'56"	279,576	592959,999	8975179,000	159,267	mkss0.170	17,0	22,3
28/3	84	28991,000		243,240	593235,560	8975228,799	157,566	mkss0.209	20,9	26,5
29/1	85	29234,240	E 3°28'6"	389,760	593475,000	8975271,000	155,978	mkss3.239	23,9	30,9
29/2	86	29624,000		370,000	593853,825	8975363,298	154,464	mkss0.209	20,9	26,5
29/3	87	29994,000		380,000	594213,442	8975450,336	153,846	mkss0.209	20,9	26,5
30/1	88	30374,000		360,656	594582,779	8975539,726	160,013	mkss0.149	14,9	20,5
30/2	89	30734,656		389,344	594933,314	8975624,566	157,393	mkss0.169	16,9	22,5
31/1	90	31124,000		380,000	595311,732	8975716,155	151,101	mkss0.219	21,9	27,5
31/2	91	31504,000		370,000	595681,068	8975805,545	150,814	mkss0.209	20,9	26,5
31/3	92	31874,000		360,000	596040,685	8975892,583	150,876	mkss0.209	20,9	26,5
32/1	93	32234,000		360,000	596390,583	8975977,269	150,604	mkss0.199	19,9	25,5
32/2	94	32594,000		359,000	596740,481	8976061,954	150,501	mkss0.199	19,9	25,5

Número da Estrutura		Distância Acumulada (m)	Deflexão da Linha	Vão à Vante	Coordenadas UTM			Tipo	Altura Útil (m)	Altura Total (m)
Proj.	Oper.				X	Y	Z			
32/3	95	32953,000		360,000	597089,406	8976146,404	149,948	mkss0.179	17,9	23,5
33/1	96	33313,000		381,000	597439,304	8976231,090	150,800	mkss0.219	21,9	27,5
33/2	97	33694,000		380,000	597809,612	8976320,716	151,406	mkss0.209	20,9	26,5
34/1	98	34074,000		380,000	598178,949	8976410,106	152,375	mkss0.219	21,9	27,5
34/2	99	34454,000		350,000	598548,285	8976499,496	152,374	mkss0.219	21,9	27,5
34/3	100	34804,000		350,000	598888,463	8976581,829	151,062	mkss0.189	18,9	24,5
35/1	101	35154,000		370,000	599228,642	8976664,163	149,920	mkss1.219	21,9	28,3
35/2	102	35524,000		380,000	599588,259	8976751,200	149,263	mkss0.209	20,9	26,5
35/3	103	35904,000		380,000	599957,595	8976840,591	148,300	mkss0.219	21,9	27,5
36/1	104	36284,000		370,000	600326,931	8976929,981	148,369	mkss0.209	20,9	26,5
36/2	105	36654,000		370,000	600686,549	8977017,019	148,187	mkss0.209	20,9	26,5
37/1	106	37024,000		380,000	601046,166	8977104,057	148,017	mkss0.209	20,9	26,5
37/2	107	37404,000		380,000	601415,502	8977193,447	147,565	mkss3.259	25,9	32,9
37/3	108	37784,000		360,000	601784,838	8977282,838	147,295	mkss3.259	25,9	32,9
38/1	109	38144,000		370,000	602134,736	8977367,523	147,016	mkss3.249	24,9	31,9
38/2	110	38514,000		380,000	602494,353	8977454,561	146,750	mkss3.249	24,9	31,9
38/3	111	38894,000		380,000	602863,689	8977543,951	146,894	mkss3.259	25,9	32,9
39/1	112	39274,000		380,000	603233,026	8977633,342	146,437	mkss3.259	25,9	32,9
39/2	113	39654,000		380,000	603602,362	8977722,732	146,579	mkss3.259	25,9	32,9
40/1	114	40034,000		380,000	603971,699	8977812,122	147,145	mkss3.259	25,9	32,9
40/2	115	40414,000		380,000	604341,035	8977901,513	146,134	mkss3.259	25,9	32,9
40/3	116	40794,000		370,000	604710,371	8977990,903	145,905	mkss3.259	25,9	32,9
41/1	117	41164,000		380,000	605069,988	8978077,941	145,913	mkss3.259	25,9	32,9
41/2	118	41544,000		380,000	605439,325	8978167,331	145,899	mkss3.259	25,9	32,9

Número da Estrutura		Distância Acumulada (m)	Deflexão da Linha	Vão à Vante	Coordenadas UTM			Tipo	Altura Útil (m)	Altura Total (m)
Proj.	Oper.				X	Y	Z			
41/3	119	41924,000		370,000	605808,661	8978256,722	145,836	mkss3.259	25,9	32,9
42/1	120	42294,000		370,000	606168,278	8978343,760	145,818	mkss3.259	25,9	32,9
42/2	121	42664,000		312,613	606527,895	8978430,798	145,742	mkss3.259	25,9	32,9
42/3	122	42976,613	E 10°46'8"	299,984	606830,999	8978504,000	145,709	mksa.200	20,0	25,3
43/1	123	43276,597		360,403	607104,981	8978628,138	145,613	mkss0.219	21,9	27,5
43/2	124	43637,000		380,000	607433,261	8978776,876	145,702	mkss3.249	24,9	31,9
44/1	125	44017,000		380,000	607779,391	8978933,701	144,137	mkss3.259	25,9	32,9
44/2	126	44397,000		370,000	608125,521	8979090,526	143,788	mkss3.279	27,9	34,9
44/3	127	44767,000		359,560	608462,542	8979243,224	142,356	mkss3.289	28,9	35,9
45/1	128	45126,560		322,490	608790,054	8979391,613	144,832	mkss3.279	27,9	34,9
45/2	129	45449,050	E 17°40'12"	339,950	609082,999	8979524,000	142,166	mksa.250	25,0	30,3
45/3	130	45789,000		350,000	609336,255	8979752,371	143,026	mkss3.289	28,9	35,9
46/1	131	46139,000		380,000	609596,174	8979986,768	142,252	mkss3.289	28,9	35,9
46/2	132	46519,000		370,000	609878,372	8980241,257	143,153	mkss3.289	28,9	35,9
46/3	133	46889,000		370,000	610153,143	8980489,049	144,426	mkss3.289	28,9	35,9
47/1	134	47259,000		380,000	610427,915	8980736,840	143,479	mkss3.289	28,9	35,9
47/2	135	47639,000		412,430	610710,112	8980991,329	141,934	mkss3.289	28,9	35,9
48/1	136	48051,430		380,002	611016,393	8981267,536	143,529	mkss3.289	28,9	35,9
48/2	137	48431,432		341,428	611298,592	8981522,026	143,162	mksa.260	26,0	31,3
48/3	138	48772,860	D 55°35'50"	325,682	611551,999	8981750,000	145,948	mksz.260	26,0	31,3
49/1	139	49098,542	D 25°18'54"	361,698	611867,999	8981674,000	143,330	mksz.260	26,0	31,3
49/2	140	49460,240		805,660	612150,375	8981447,386	144,240	especial1	68,0	73,4
50/1	141	50265,900		373,780	612777,657	8980941,813	143,438	especial1	68,0	73,4
50/2	142	50639,680		376,400	613068,680	8980707,256	144,031	mksa.260	26,0	31,3

Número da Estrutura		Distância Acumulada (m)	Deflexão da Linha	Vão à Vante	Coordenadas UTM			Tipo	Altura Útil (m)	Altura Total (m)
Proj.	Oper.				X	Y	Z			
51/1	143	51016,080		380,000	613361,743	8980471,055	143,106	mkss3.289	28,9	35,9
51/2	144	51396,080		351,840	613657,609	8980232,595	142,379	mksa.260	26,0	31,3
51/3	145	51747,920		571,530	613931,550	8980011,805	140,933	especial2	50,9	56,3
52/1	146	52319,450		291,648	614376,541	8979653,155	144,198	especial2	50,9	56,3
52/2	147	52611,098	D 38°48'14"	316,093	614603,000	8979470,000	143,046	mksz.200	20,0	25,3
52/3	148	52927,191		408,809	614671,106	8979161,334	142,742	mkss3.289	28,9	35,9
53/1	149	53336,000		365,000	614758,392	8978761,952	153,398	mkss3.239	23,9	30,9
53/2	150	53701,000		391,622	614836,324	8978405,369	159,367	mkss0.219	21,9	27,5
54/1	151	54092,622	E 33°55'26"	360,378	614918,999	8978022,000	163,962	mksz.250	25,0	30,3
54/2	152	54453,000		320,000	615180,275	8977773,582	159,324	mkss0.179	17,9	23,5
54/3	153	54773,000		342,226	615411,440	8977552,307	152,280	mkss0.179	17,9	23,5
55/1	154	55115,226	D 26°55'59"	223,850	615658,000	8977315,000	148,255	mksz.130	13,0	18,3
55/2	155	55339,077	D 39°4'1"	319,923	615731,999	8977104,000	151,912	mksz.140	14,0	19,3
55/3	156	55659,000		351,224	615624,624	8976803,309	152,488	mkss0.219	21,9	27,5
56/1	157	56010,224	D 34°41'16"	329,776	615504,999	8976472,000	154,479	mksz.170	17,0	22,3
56/2	158	56340,000		350,000	615237,694	8976280,936	156,002	mkss0.179	17,9	23,5
56/3	159	56690,000		381,987	614952,983	8976077,369	157,931	mkss0.219	21,9	27,5
57/1	160	57071,987	D 18°40'49"	132,123	614642,250	8975855,200	158,476	mksz.200	20,0	25,3
PORT	PORTICO	57204,110			614476,591	8975757,889	157,172	mksz.130	13,0	18,3

2.3.1.5 Série de estruturas

Conforme o projeto básico do empreendimento (Anexo I), as estruturas podem ser divididas em dois grupos: normal e especial (que visa à travessia do rio Araguaia).

a) Torres da série normal

Caracterizam-se por estruturas Trusspole tipo MKSS1 e torres tipos MKSS3, MKSA1, MKSZ1 e MKST1, cujas definições preliminares básicas são apresentadas a seguir:

➤ Características dos cabos

- CABO CONDUTOR (1 cabo / fase):
 - CAA "LINNET", 3364 MCM (Classe A)
 - A = área da seção transversal = 19838 cm²
 - Ø = diâmetro = 18310 cm
 - p = peso = 0,6899 kgf/m
 - CR = carga de ruptura = 6393 kgf
 - Ei = módulo de elasticidade inicial = 0,5660 x 10⁶ kgf/cm²
 - Ef = módulo de elasticidade final = 0,7593 x 10⁶ kgf/cm²
 - ai = coeficiente de dilatação térmica linear inicial = 1,8400 x 10⁻⁵/°C
 - af = coeficiente de dilatação térmica linear final = 1,8900 x 10⁻⁵/°C

- CABO PR:
 - cabo OPGW Ø 13,4 mm
 - A = área da seção transversal = 10300 cm²
 - Ø = diâmetro = 13400 cm
 - p = peso = 0,6820 kgf/m
 - CR = carga de ruptura = 9477 kgf
 - Ei = módulo de elasticidade inicial = 1,3800 x 10⁶ kgf/cm²
 - Ef = módulo de elasticidade final = 1,3800 x 10⁶ kgf/cm²
 - ai = coeficiente de dilatação térmica linear inicial = 1,3200 x 10⁻⁵/°C
 - af = coeficiente de dilatação térmica linear final = 1,3200 x 10⁻⁵/°C

➤ Cadeia de isoladores

- CADEIA DE SUSPENSÃO:
 - peso = 50 kgf
 - Ae = área exposta ao vento 0,334 m²

- CADEIA DE ANCORAGEM:
 - peso = 50 kgf
 - Ae = área exposta ao vento 0,371 m²

➤ Tipos e aplicações das estruturas

CARACTERÍSTICA	MKSS1 (Trusspole de Suspensão)	
	Ângulo de deflexão	0°
Vão médio	385 m	315m
Vão gravante	210 a 500 m	
Alturas úteis	13.0 a 20.0 m (variação de 1.0 m)	

CARACTERÍSTICA	MKSS3 (Autoportante de Suspensão)	
	Ângulo de deflexão	0°
Vão médio	600 m	430 m
Vão gravante	250 a 750 m	
Alturas úteis	10.0 a 27.0 m (variação de 1.0 m)	

CARACTERÍSTICA	MKSA1 (Autoportante de Ancoragem Meio de Linha)	
	Ângulo de deflexão	25°
Vão médio	350 m	
Vão gravante	-300 a 600 m	
Alturas úteis	13.0 a 26.0 m (variação de 1.0 m)	

CARACTERÍSTICA	MKSZ1 e MKST1 (Autoportante de Ancoragem Meio de Linha e Ancoragem Fim de Linha)		
	Meio de Linha (Torre Tipo MKSZ1)		Fim de Linha (Torre Tipo MKST1)
	Ângulo de deflexão	55°	17.5° (LT)
Vão médio	350 m		
Vão gravante	-300 a 600 m		
Alturas úteis	13.0 a 26.0 m (variação de 1.0 m)		

As figuras a seguir ilustram as silhuetas típicas dessas estruturas. Informações complementares podem ser obtidas no Anexo I.

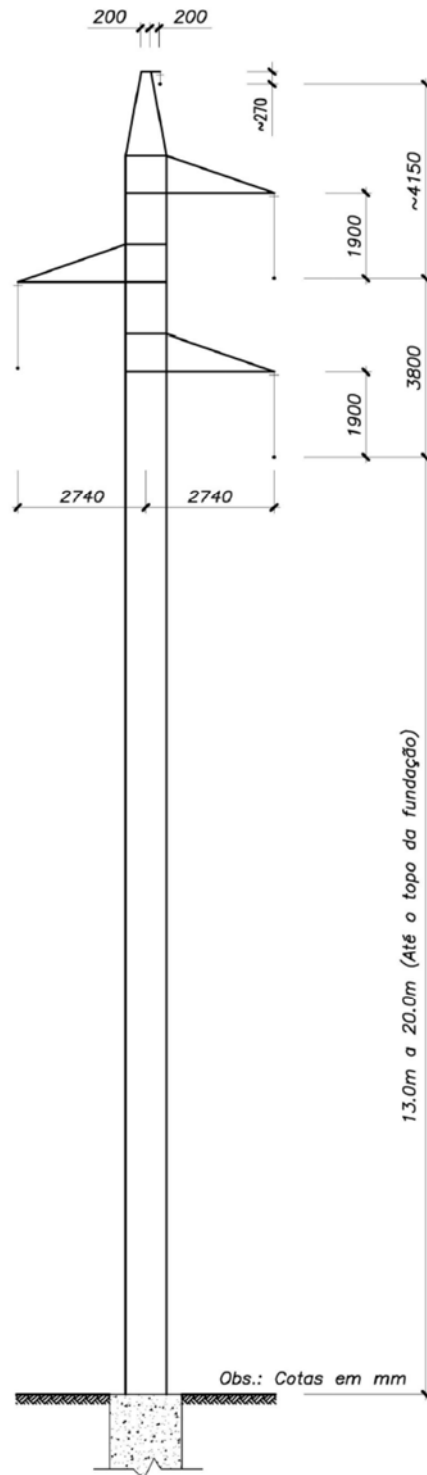


Figura 6. TRUSSPOLE TIPO MKSS1 – Silhueta típica.

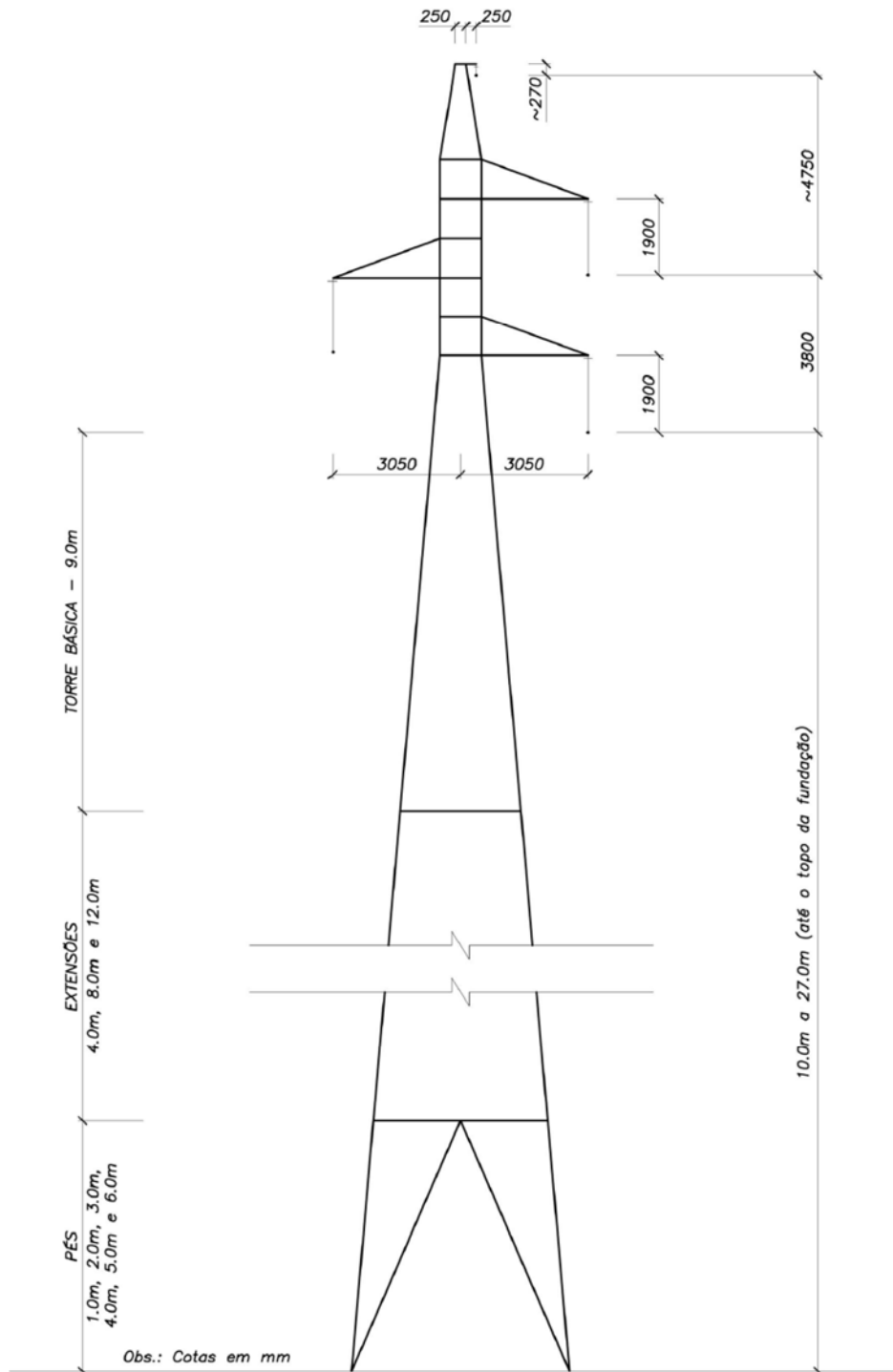


Figura 7. TORRE TIPO MKSS3 – Silhueta típica.

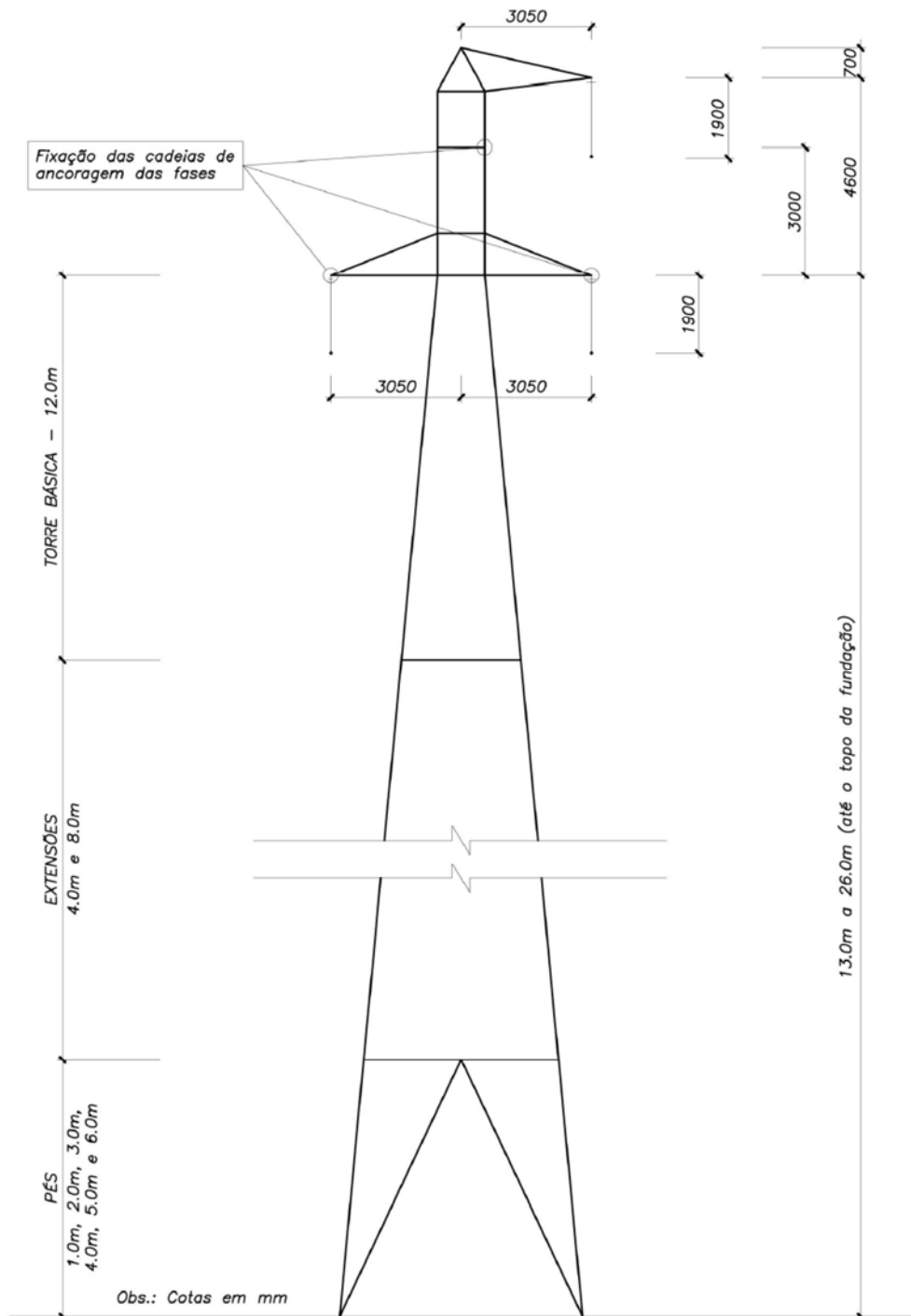


Figura 8. TORRE TIPO MKSA1 – Silhueta típica.

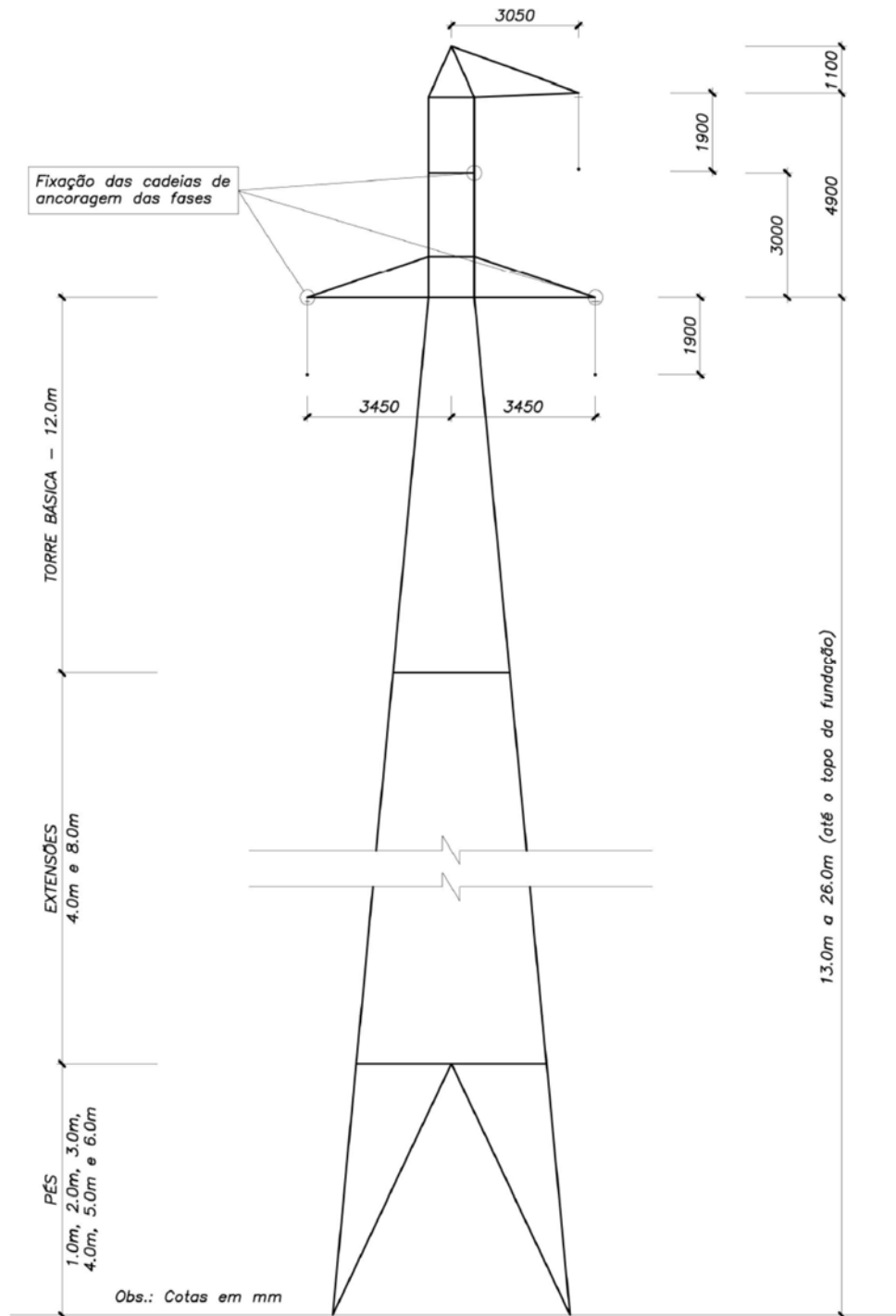


Figura 9. TORRES TIPO MKSZ1 E MKST1 – Silhueta típica.

b) Torres para a travessia do rio Araguaia

Caracterizam-se por torres tipos MKSSE e MKSTE, cujas definições preliminares básicas são apresentadas a seguir:

➤ Características dos cabos

- CABO CONDUTOR 1 (1 cabo / fase):
 - CAL "CANTON", 3945 MCM
 - A = área da seção transversal = 19990 cm²
 - Ø = diâmetro = 18300 cm
 - p = peso = 0,5485 kgf/m
 - CR = carga de ruptura = 6009 kgf
 - Ei = módulo de elasticidade inicial = 0,5655 x 10⁶ kgf/cm²
 - Ef = módulo de elasticidade final = 0,6398 x 10⁶ kgf/cm²
 - ai = coeficiente de dilatação térmica linear inicial = 23000 x 10⁻⁵/°C
 - af = coeficiente de dilatação térmica linear final = 23000 x 10⁻⁵/°C

- CABO CONDUTOR 2 (1 cabo / fase):
 - CAA "LINNET", 3364 MCM (Classe A)
 - A = área da seção transversal = 19838 cm²
 - Ø = diâmetro = 18310 cm
 - p = peso = 0,6899 kgf/m
 - CR = carga de ruptura = 6393 kgf
 - Ei = módulo de elasticidade inicial = 0,5660 x 10⁶ kgf/cm²
 - Ef = módulo de elasticidade final = 0,7593 x 10⁶ kgf/cm²
 - ai = coeficiente de dilatação térmica linear inicial = 18400 x 10⁻⁵/°C
 - af = coeficiente de dilatação térmica linear final = 18900 x 10⁻⁵/°C

- CABO PR:
 - cabo OPGW Ø 13,4 mm
 - A = área da seção transversal = 10300 cm²
 - Ø = diâmetro = 13400 cm
 - p = peso = 0,6820 kgf/m
 - CR = carga de ruptura = 9477 kgf
 - Ei = módulo de elasticidade inicial = 1,3800 x 10⁶ kgf/cm²
 - Ef = módulo de elasticidade final = 1,3800 x 10⁶ kgf/cm²
 - ai = coeficiente de dilatação térmica linear inicial = 13200 x 10⁻⁵/°C
 - af = coeficiente de dilatação térmica linear final = 13200 x 10⁻⁵/°C

➤ Cadeia de isoladores

- CADEIA DE SUSPENSÃO:
 - peso = 50 kgf
 - Ae = área exposta ao vento 0,334 m²

- CADEIA DE ANCORAGEM:

- peso = 50 kgf
- A_e = área exposta ao vento 0,371 m²

➤ **Tipos e aplicações das estruturas**

CARACTERÍSTICA	MKSSE (Autoportante de Suspensão Especial)
Ângulo de deflexão	0°
Vão médio	600 m
Vão gravante	700 a 1200 m
Alturas úteis	51.0 e 66.0 m

CARACTERÍSTICA	MKSTE (Autoportante de Ancoragem Meio de Linha e Ancoragem Fim de Linha Especial)	
	Meio de Linha	Fim de Linha
Ângulo de deflexão	60°	20° (TRAVESSIA) 20° (LT)
Vão médio	350 m	
Vão gravante	-300 a 600 m	
Alturas úteis	13.0 a 26.0 m (variação de 1.0 m)	

As figuras a seguir ilustram as silhuetas típicas dessas estruturas. Informações complementares podem ser obtidas no ANEXO I.

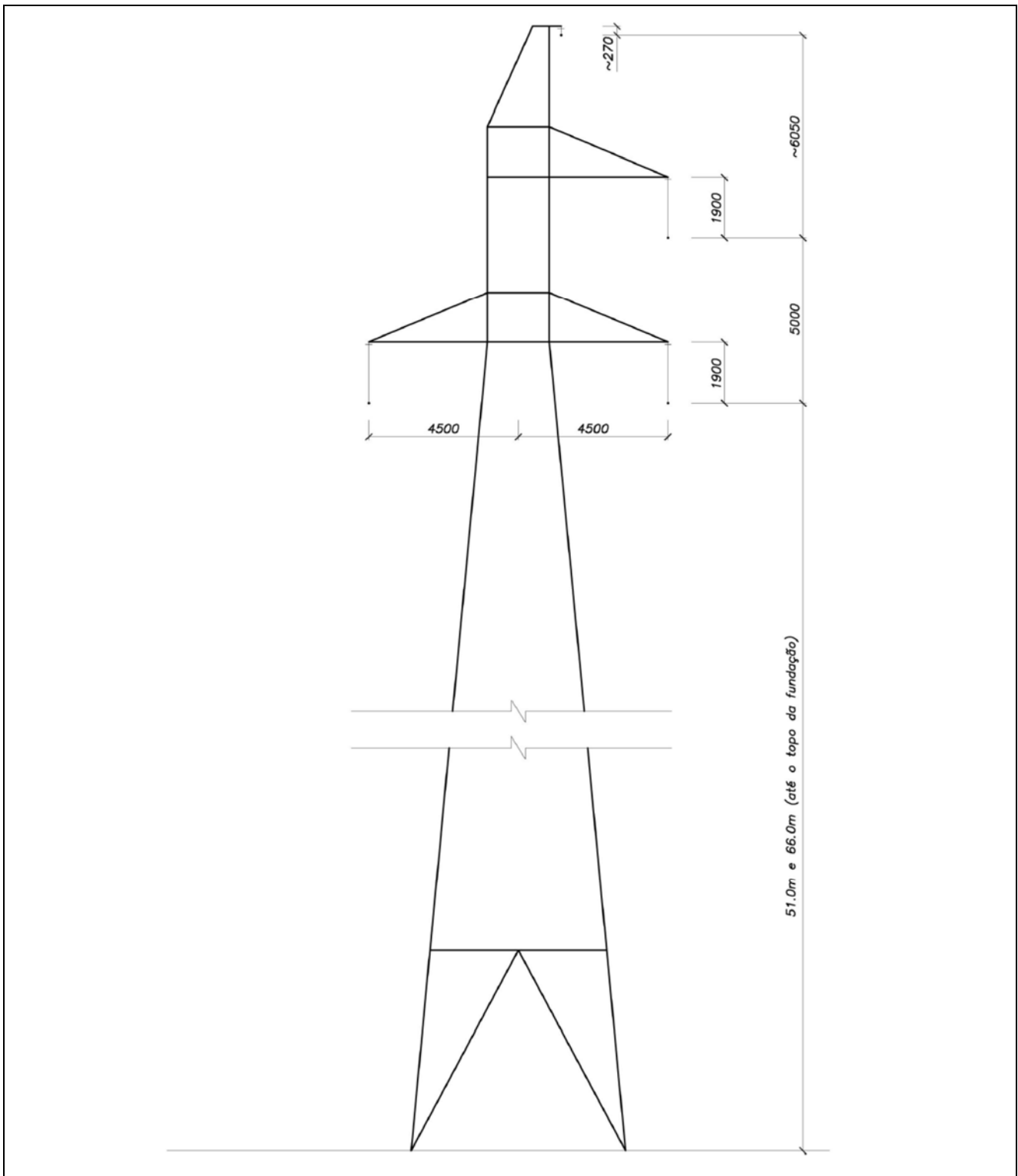


Figura 10. TORRE TIPO MKSSE – Silhueta típica.

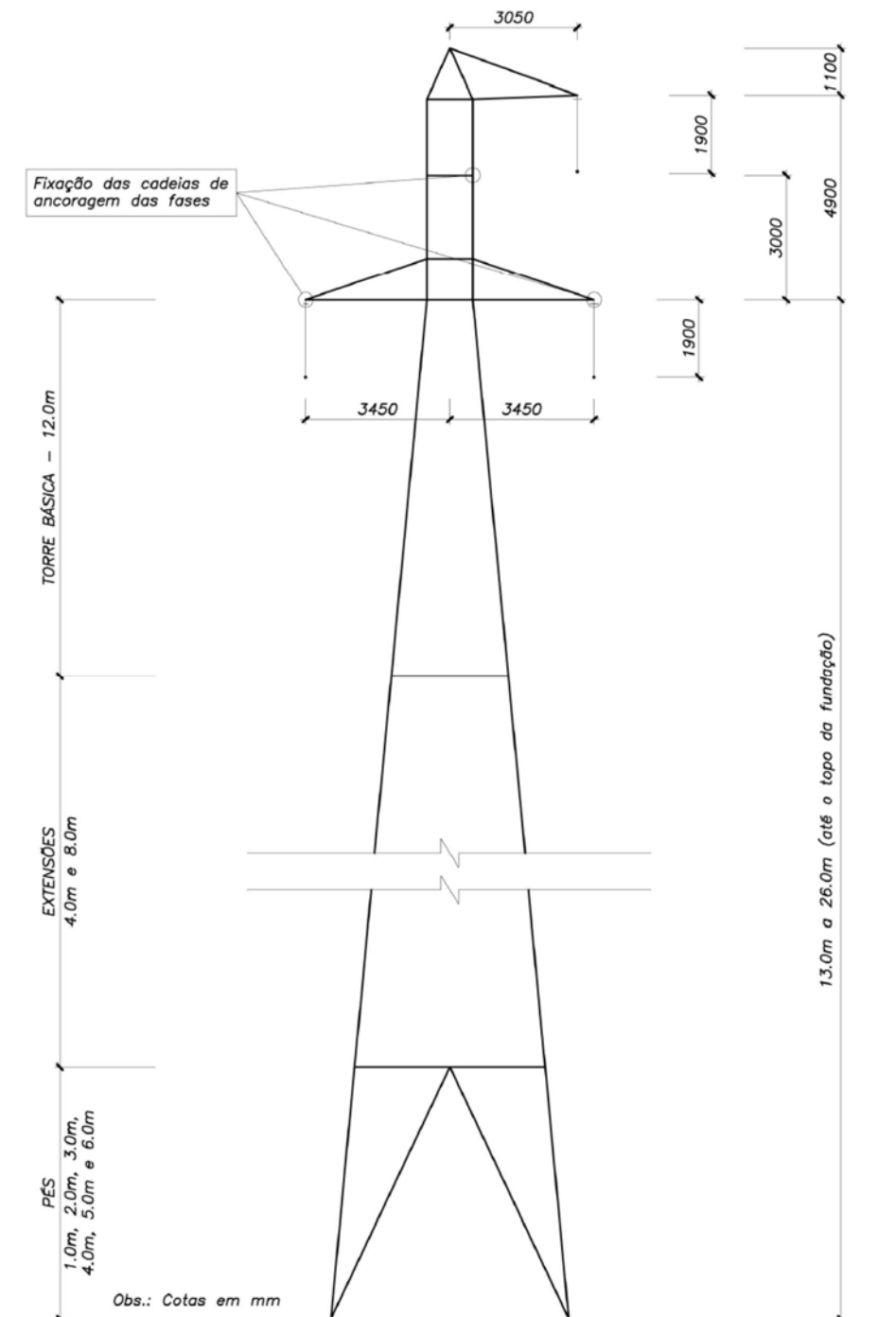


Figura 11. TORRE TIPO MKSTE – Silhueta típica.

2.3.1.6 Tipo de fundações

Os equipamentos a serem utilizados pelo FORNECEDOR na execução das fundações deverão estar em perfeitas condições técnicas, de modo a permitir a construção da infraestrutura, que obedecerá às condições básicas descritas na NBR 6122, da ABNT.

As fundações serão projetadas e executadas de acordo com as Normas NBR 6118 e 6122, além das demais normas gerais da ABNT para cada particularidade.

Considerando as cargas e as condições geotécnicas do local onde serão implantadas as torres, o Projeto prevê os seguintes tipos de fundação:

- Fundação constituída de uma sapata com fuste inclinado e base quadrada.

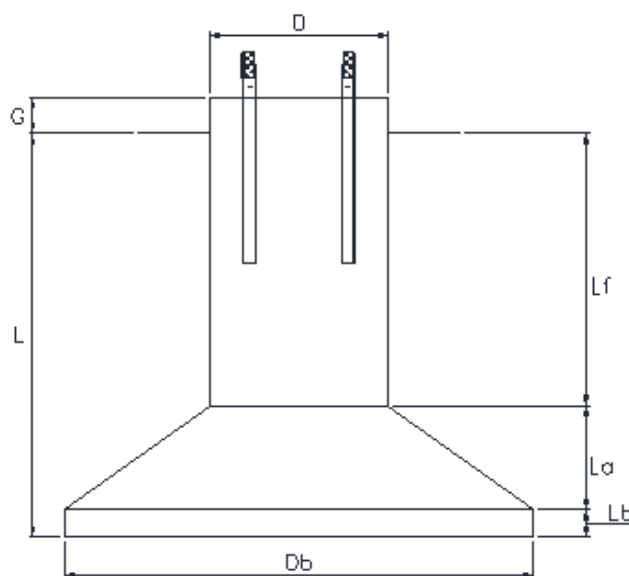


Figura 12: Sapata com fuste inclinado e base quadrada.

- Fundação constituída de tubulão sem base alargada.

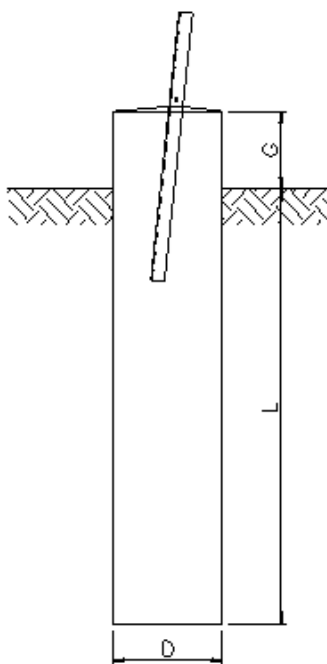


Figura 13. Tubulão sem base alargada

Durante a escavação das fundações deve-se evitar a utilização de máquinas pesadas e a abertura de praças de trabalho, sendo que, nos locais mais críticos, as escavações deverão ser feitas manualmente, a fim de preservar ao máximo as condições naturais do terreno e sua vegetação. Todo o material escavado e que será utilizado como reaterro das fundações, deve ser acondicionado de maneira a preservar a vegetação nas imediações da fundação. O material escavado e não utilizado deve ser espalhado pelas imediações, não deixando acúmulo de terra fofa. Quando for necessário buscar terra de empréstimo para reaterro das fundações, o local escolhido para a retirada do material deve ser tal que os cortes no terreno não venham a provocar futuras erosões. Deve-se verificar a necessidade de proteção desses cortes. O reaterro das canaletas executadas no terreno para a instalação do fio contrapeso, deverá ser bem compactado para evitar que as primeiras chuvas provoquem recalques no material reaterado, reabrindo as canaletas e dirigindo as águas de forma contra-indicada. Nos locais onde houver probabilidade de ocorrência de erosão, quando da reconstituição do terreno, após a instalação das fundações, deverá ser feito plantio de grama em toda superfície em que for cortado o terreno. De um modo geral não deverão ser construídas torres em locais onde o relevo for acentuado e a inclinação dos taludes favoreça o aparecimento de processos de erosão.

2.3.1.7 Tipo e dimensões das bases

As dimensões das cavas possuem, à medida do possível, as mesmas das fundações para que haja um máximo aproveitamento da consistência natural do solo. As fundações constituídas de uma sapata e base quadrada as dimensões da base variam de 1,60m a 3,20m e nas fundações do tipo tubulão variam de 80 cm a 1m.

2.3.1.8 *Premissa de projeto quanto ao alteamento de torres e tipos de estruturas a serem utilizadas em fragmentos florestais*

O projeto adotará como premissa o alteamento de torres sempre que possível para reduzir a interferência na cobertura vegetal, especialmente situações com o objetivo de evitar a supressão vegetal.

2.3.2 **Distâncias de segurança**

Para determinação da distância de segurança entre condutor ao solo e obstáculos, o projeto final irá adotar o método convencional de cálculo para essas distâncias, onde se utiliza a seguinte equação básica:

$$D = a + 0,01 \left(\frac{DU}{\sqrt{3}} - 50 \right)$$

Onde:

D = distância de segurança em metros;

DU= distância, em metros, numericamente igual a U;

U = tensão máxima de operação da linha, valor eficaz fase-fase, em kV;

Os valores a serem adotados são apresentados na Tabela 4 e a Figura 14 a seguir.

Tabela 4. Valores adotados de distância de segurança

Natureza da região ou obstáculos atravessados pela linha ou que se aproxime	Distância básica (m)	Seção de Referência - NBR-5422
Locais acessíveis apenas a pedestres	6,0	
Locais onde circulam máquinas agrícolas	6,5	
Rodovia, ruas e avenidas	8,0	
Ferrovias não eletrificadas	9,0	
Ferrovias eletrificadas ou com previsão de eletrificação	12,0	
Suporte de linha pertencente à ferrovia	4,0	
Águas navegáveis	H+2,0	10.3.1.4
Águas não navegáveis	6,0	
Linhas de energia elétrica	1,2	10.3.1.5
Linhas de telecomunicações	1,8	
Telhados e terraços	4,0	10.3.1.6
Paredes	3,0	10.3.1.7
Instalações transportadoras	3,0	
Veículos rodoviários e ferroviários	3,0	10.3.1.9

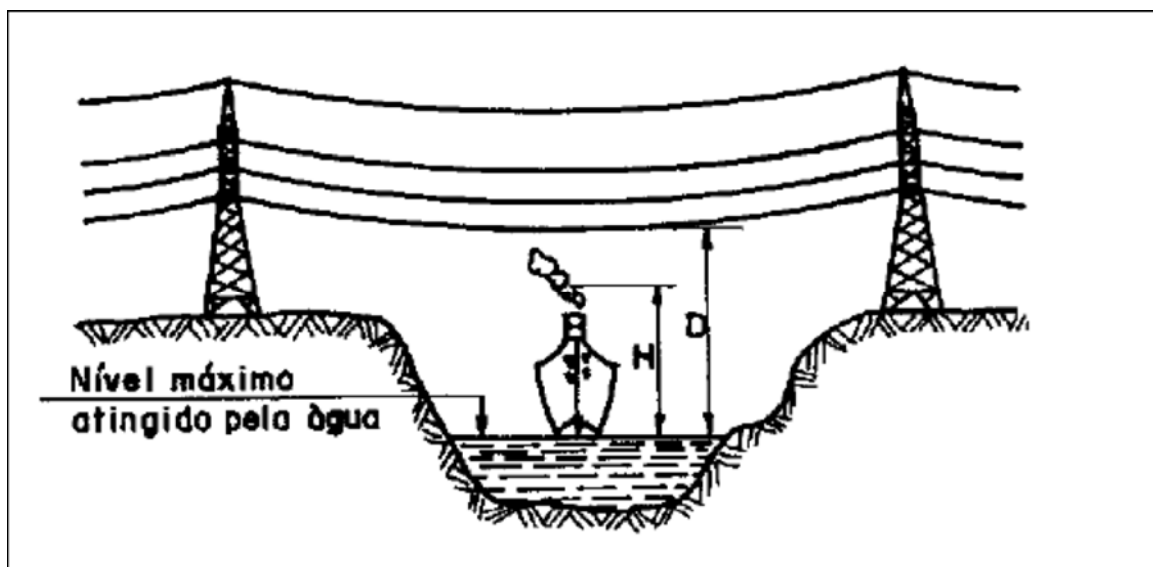


Figura 14. Travessias de águas navegáveis.

2.3.2.1 Sistema de aterramento de estruturas e cercas

No projeto os aterramentos das estruturas serão especificados de forma que a resistência média dos aterramentos seja de 20Ω , no máximo, conforme recomenda a NTU 004.

É importante destacar que, como se deseja que o valor médio de 20Ω seja obtido e os valores de resistividade de solo medidos ficaram abaixo de $867 \Omega.m$, será considerada a Fase I para todas as estruturas da LDAT. Sendo assim, será aplicada a Fase I em todas as estruturas.

2.3.3 Restrições de Uso na Faixa de Servidão

As restrições de uso da faixa de servidão estão associadas aos riscos relacionados às suas interferências. A eventual interferência da vegetação nos condutores poderá acarretar em desligamento do sistema por curto-circuito. Dessa forma, durante a operação do empreendimento, a manutenção realizada prevê o roço da rebrota da vegetação, constituído o serviço de manutenção da faixa de servidão.

Da mesma forma, as árvores que estejam fora do limite da faixa de servidão, mas que apresentem riscos para a operação, devido à queda ou ao próprio balanço do condutor, deverão ser cortadas.

Outras interferências na faixa de servidão também podem representar riscos para a operação da LD, sendo aplicáveis medidas restritivas para as atividades a serem realizadas nessa área, conforme preconizado na norma ABNT NRB 5422:1985, a saber:

- Plantio de árvores de grande porte;
- Silvicultura;

- Construções e benfeitorias;
- Utilização de arados ou quaisquer apetrechos agrícolas de grande porte;
- Realização de queimadas ou fogueiras;
- Utilização de pivô central para irrigação; e
- Instalação de bombas ou equipamentos eletromecânicos.

A área da faixa de servidão poderá retomar seu uso, nos casos de culturas rasteiras e de pequeno porte, pecuária, árvores frutíferas de pequeno porte e vegetação nativa, desde que respeitadas as distâncias de segurança definidas.

As inspeções e manutenções das estruturas e da faixa de servidão serão realizadas durante o ano todo, de forma rotineira. Também está prevista a realização de uma verificação e manutenção anual de detalhe, que irá abranger todo o empreendimento.

2.3.4 Suportabilidade contra descargas atmosféricas

Para proteção dos cabos condutores da LDAT contra descargas atmosféricas será instalado um cabo para-raios, tipo OPGW com as seguintes características elétricas:

Quadro 2. Principais características elétricas

Resistência elétrica (20 °C)	Ω/km	0.60
Temperatura inicial de curto-circuito	°C	50
Curto-circuito	KA ² S	56.3
Curto-circuito em 0.5 s	KA	10.6
Descarga atmosférica	C	150

2.3.5 Outras linhas de transmissão na mesma faixa de servidão

Não há compartilhamento de faixa de servidão para o traçado eleito.

2.3.6 Travessias

A diretriz final da LD será definida levando em conta a as travessias sobre obstáculos de importância tais como linhas de transmissão, rodovias, grandes cursos d'água, etc. O memorial descritivo da travessia do Rio Araguaia pode ser visualizado na íntegra no Anexo II.

No caso de travessias sobre linhas elétricas ou de telecomunicações, vias de transporte, edificações e vegetação considerada de preservação permanente, o projeto executivo incluirá a verificação do atendimento aos requisitos do capítulo 11 da NBR 5422.

Serão também verificadas as exigências específicas do proprietário ou concessionário do obstáculo atravessado, sempre que respaldadas pela legislação vigente.

Os desenhos e memórias de cálculo serão submetidos aos órgãos responsáveis pela aprovação final das travessias, antes do início da construção da LD.

Dentre os obstáculos de importância a serem transpostos, destacam-se a LT 230 kV Xinguara II - Santana do Araguaia, rodovias (Tabela 5) e o rio Araguaia, conforme ilustrado na Figura 15.

Tabela 5. Travessias de rodovias necessárias à instalação da LD 230 kV Santana do Araguaia – Caseara.

Origem	Estado	Código	Superfície
Rodovias Estaduais	PA	PA-411	Pavimentada
	PA	PA-463	Implantada
	TO	TO-412	Implantada
	TO	TO-180	Pavimentada
Rodovias Federais	PA	BR-158	Pavimentada



Figura 15. Aspecto geral da travessia do rio Araguaia.

A extensão total da travessia do rio Araguaia é 3,5 km, em função da extensão da travessia e da ilha que fica entre os 2 pontos de cruzamento com o Rio Araguaia, serão implantadas 7 estruturas dentro da parte alagável pelo Rio Araguaia, sendo que estas estruturas possuirão fundações submersas e elevadas acima do nível máximo do Rio, de modo a manter todos os componentes metálicos das torres fora d' água.

A LDAT138 kV Santana do Araguaia – Caseara cruza com o Rio Araguaia com ângulos aproximados de 90° em relação ao eixo do rio em cada ponto de cruzamento.

A localização das estruturas da travessia são as seguintes:

- T.49/2(E- 612.150,37; N- 8.981.447,39); Condutor inferior= 66,00m e Para-raios= 77,32m;
- T.50/1(E- 612.777,66; N- 8.980.941,81); Condutor inferior= 66,00m e Para-raios= 77,32m;
- T.51/3(E- 613.931,55; N- 8.980.011,81); Condutor inferior= 51,00m e Para-raios= 62,32m;
- T.52/1(E- 614.376,54; N- 8.979.653,15); Condutor inferior= 51,00m e Para-raios= 62,32m;

No local da travessia, a diretriz da LDAT está posicionada no centro de uma faixa de servidão com 24 m de largura.

Os vãos horizontais entre as estruturas da travessia são os seguintes:

- T- 49/2 / T- 50/1 = 805,66m;
- T- 51/3 / T- 52/1 = 571,53m;

As estruturas utilizadas na travessia são do tipo, metálicas, treliçadas, autoportantes, construídas com perfis e chapas de aço com ligações aparafusadas, conforme normas ASTM A-36 e ASTM A-572, com todas as peças zincadas por imersão à quente.

Seu dimensionamento (projeto estrutural) foi feito de acordo com o Procedimento IEC-826, utilizado no que se refere à metodologia de confiabilidade de LDATs, e com o Manual ASCE 52, o qual foi empregado para definição dos critérios de cálculo das estruturas.

Foram também utilizados os critérios gerais constantes da norma ABNT NBR 5422.

Em função das características do subsolo dos locais onde serão implantadas, as fundações das torres T-49/2 a T-50/1 e T-51/3 a T-52/1 da travessia, serão em concreto armado com pilares aflorando até 4,8 m acima do nível d' água máximo do Rio. A cota máxima considerada foi de 149,95 m.

Os projetos STA-CSA-138-500 R0 e STA-CSA-138-501 R0 que detalham a travessia no rio Araguaia encontram-se no Anexo II.

2.3.7 Eletrodos de Terra

O projeto não prevê a existência de eletrodos de terra.

2.4. DESCRIÇÃO DAS SUBESTAÇÕES

2.4.1 SE Santana do Araguaia

2.4.1.1 Localização

A implantação da SE Santana do Araguaia faz parte do escopo do contrato de concessão nº 43/2017-ANEEL, para o Lote 26 do Edital do Leilão nº 005/2016, pertencente à ENERGISA. A SE será implantada no município de Santana do Araguaia-PA, em atendimento ao escopo do Lote 26. A subestação estará localizada nas proximidades das coordenadas: E = 566.794,994 m/ S = 8.968.804,365 m (Projeção UTM, Sistema de Referência SIRGAS 2000, Fuso 22, Zona L, Hemisfério Sul). Para a implantação da SE Santana do Araguaia, prevê-se uma área total em torno de 77 mil m², sendo 22 m², aproximadamente, de pátio energizado

2.4.1.2 Informações Gerais

A SE Santana do Araguaia, essa também é do tipo não abrigada, com setores para as tensões de 230kV e 138kV. No setor de 230 kV, o arranjo é do tipo Barra Dupla 4 Chaves e possui os seguintes módulos:

- 1 Módulo de Entrada de Linha – BD4 – LT Xinguara II C1 com um reator de linha trifásico não manobrável 15MVAr;
- 1 Módulo de Entrada de Linha – BD4 – LT Xinguara II C2 com um reator de linha trifásico não manobrável 15MVAr;
- 2 Módulos de Conexão de Reatores de Barra – BD4 – Reator trifásico 10Mvar;
- 2 Módulos de conexão de Transformadores 230/138kV - 150MVA – BD4;
- 1 Módulo de Interligação de Barras – BD4.

E, nesta etapa para o setor 138kV, o arranjo será Barra Dupla 4 Chaves e os módulos a serem instalados são:

- 1 Módulo de Entrada de Linha – BD4 – LT Santana do Araguaia C1 (CELPA);
- 1 Módulo de Entrada de Linha – BD4 – LT Caseara (ENERGISA);
- 1 Módulo de Entrada de Linha – BD4 – LT Vila Rica C1 (ENERGISA) com um reator de linha trifásico não manobrável 5MVAr;
- 1 Módulo de Entrada de Linha – BD4 – LT Vila Rica C2 (ENERGISA) com um Reator de Linha Trifásico não manobrável 5MVAr;
- 2 Módulos de Conexão – BD4 - de Transformador Trifásico 230/138kV e Transformador Defasador 138/138kV em série, ambos de 150MVA;
- 1 Módulo de Interligação de Barras – BD4.

Ademais, a instalação completar-se-á com a casa de controle, os serviços auxiliares e demais elementos necessários para o empreendimento nas SEs associadas, de acordo com os procedimentos de rede em vigor no momento do Leilão ANEEL nº 005/16.

2.4.1.3 Posição dos Pórticos de entrada e saída

Os pórticos estarão situados nas seguintes coordenadas planas (Datum SIRGAS 2000) Pórtico de entrada na SE Santana do Araguaia para C1 e C2: E = 566.794,994 m/ S = 8.968.804,365 m

2.4.2 SE Caseara

A implantação da SE Caseara faz parte do escopo do parecer de Acesso da ENERGISA-TO no setor de 138 kV da futura SE Santana do Araguaia 230/138 kV, TO – NOS Carta nº ONS DTA-2019-PA-0229-R0. A SE será implantada no município de Caseara-TO e não faz parte desse licenciamento. A subestação estará localizada nas proximidades das coordenadas: E = 614515.00 m/ S = 8975816.00 m (Projeção UTM, Sistema de Referência SIRGAS 2000, Fuso 22, Zona L, Hemisfério Sul). Para a implantação da SE Caseara, prevê-se uma área total em torno de 9 mil m², sendo 3 m², aproximadamente, de pátio energizado.

2.4.2.1 Localização

A Figura 16 apresenta a localização da SE Caseara (AE=614515.00m/S=8975816.00m).

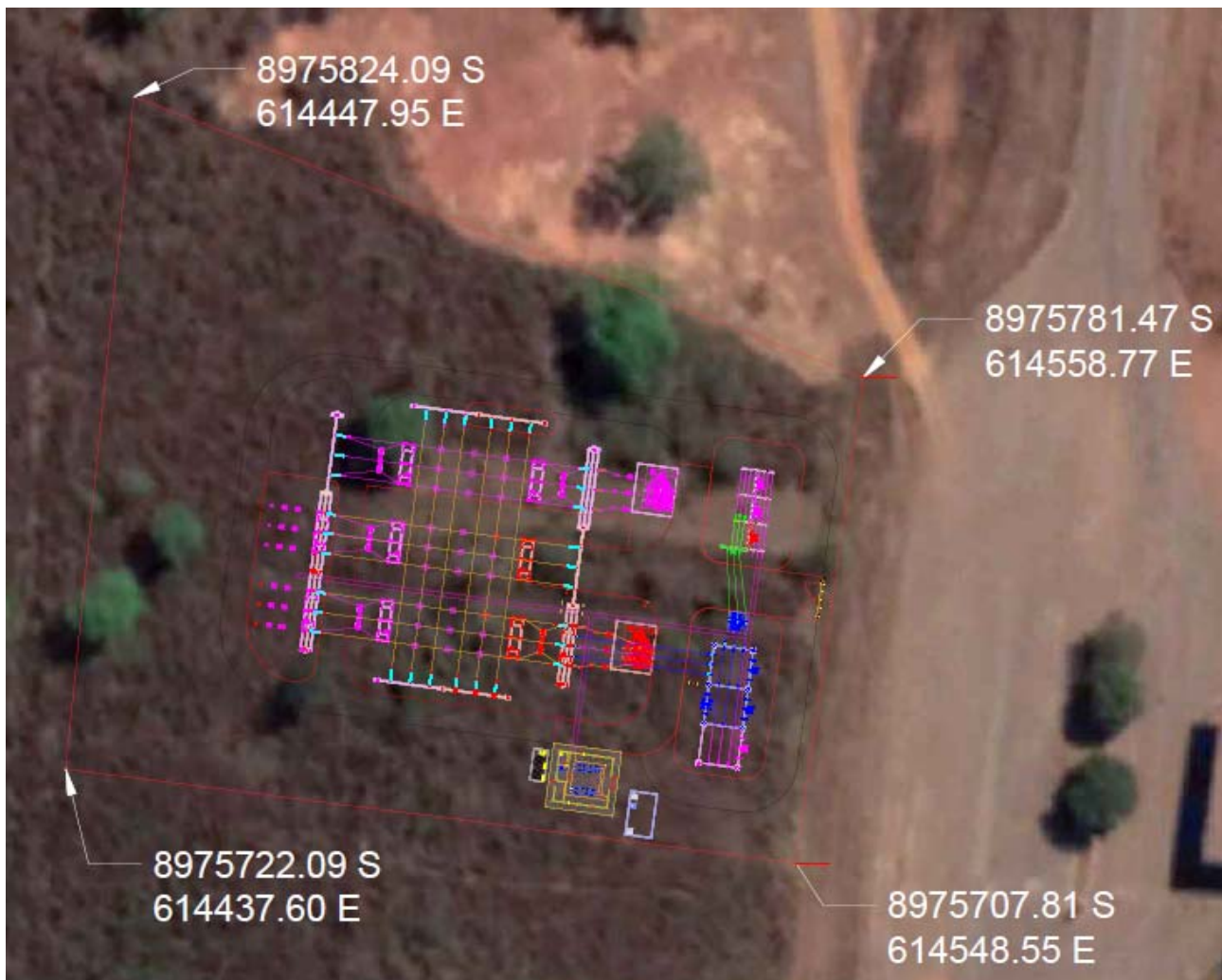


Figura 16. Localização SE Caseara

2.4.2.2 Informações gerais

A SE Caseara, também é do tipo não abrigada, com setores para as tensões de 138kV, 34,5kV e 13,8kV.

No 138kV, o arranjo será BPT – Barramento principal e transferência e os módulos a serem instalados são:

- 1 Módulo de Entrada de Linha – BS – LDAT SANTANA DO ARAGUAIA;
- 1 Módulo de Entrada de Linha – BS – com um reator de linha trifásico não manobrável 5MVAR;
- 1 Módulo de Entrada de Linha – BS – SE MÓVEL;
- 1 Módulos de Conexão – BS - de Transformador Trifásico 138kV/34,5kV de 30MVA;

No 34,5kV, o arranjo será Barra Principal + Transferência 3 Chaves e os módulos a serem instalados são:

- 1 Módulo de Entrada de Linha – BS – LD 1;

- 1 Módulo de Entrada de Linha – BS – LD 2;
- 1 Módulo de Entrada de Linha – BS – LD 3;
- 1 Módulo de Transferência – BS – com um disjuntor de transferência e 2 chaves;
- 1 Módulos de Conexão – BS - de Transformador Trifásico 34,5kV/13,8kV de 3MVA;

No 13,8kV o módulo a ser instalados é:

- 1 Módulo de Entrada de Linha – BS – RDU CASEARA;

Ademais, a instalação completar-se-á com a casa de controle, os serviços auxiliares e demais elementos necessários para o empreendimento nas SEs associadas, de acordo com os procedimentos de rede em vigor.

2.4.2.3 Posição dos Pórticos de entrada e saída

Os pórticos estarão situados nas seguintes coordenadas planas (Datum SIRGAS 2000) Pórtico de entrada na SE Santana do Araguaia para C1 e C2: E = 566.803,00 m/ S = 8.968.721,00 m S (Zona 22 L).

2.4.2.4 Volume de Terraplanagem

Terreno com estimativa de terraplanagem de 4.453,33 m³.

2.5 ÁREAS DE APOIO

2.5.1 Canteiros de obras

Nos municípios onde será instalado o empreendimento, serão alugadas áreas em terrenos baldios, galpões e/ou escritórios desocupados, que servirão como base administrativa da empresa e locais de guarda e acondicionamento dos materiais da obra.

Dessa forma, com o aproveitamento para uso de espaços e estruturas já existentes (com fornecimento de energia e água já disponíveis) não será necessária a construção de canteiro de obras e instalação de alojamentos.

2.5.2 Quantitativo de pessoal envolvido

O total de pessoal envolvido durante os meses de instalação do empreendimento é apresentado na Tabela 6. Estima-se a contratação de cerca de 120 empregados diretos nos meses de pico de obra.

Tabela 6. Quantitativo de pessoal envolvido.

	Mês									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ADMINISTRATIVO	1	2	3	3	3	3	3	3	3	1
AJUDANTE	0	0	10	30	50	50	50	50	40	20
CARPINTEIRO	0	0	5	5	5	5	5	5	5	0
ENCARREGADO	2	2	3	3	6	6	6	3	3	2

ENGENHEIRO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MONTADOR	0	0	25	25	42	42	42	35	25	5
MOTORISTA	2	2	6	6	6	6	6	6	6	2
PEDREIRO	0	1	5	5	5	5	5	5	3	1
TST	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2
TOTAL	6	10	60	80	120	120	120	110	88	34

2.5.3 Áreas para armazenamento de materiais

As áreas para armazenamento estão consideradas juntas aos canteiros de obras.

2.5.4 Tanques de combustíveis

A Resolução CONAMA n° 273/00 estabelece que, em casos em que sejam previstas instalações de tanque de combustíveis com capacidade superior a 15.000 m³, todos os documentos e informações elencados no Art. 5º dessa norma devem ser apresentados.

No projeto em questão, não serão utilizados tanques com capacidade superior a 15.000 m³, implicando assim na utilização da rede de abastecimento existente nas cidades.

2.6 ATIVIDADES GERAIS PARA A FASE DE PLANEJAMENTO

A etapa de planejamento compreende a execução de diversas ações capazes de reduzir de maneira significativa os impactos ambientais e de potencializar o custo/benefício socioeconômico-ambiental, sendo realizadas concomitantemente com o projeto do empreendimento.

A otimização ambiental do Projeto Executivo inicia-se ainda na proposição inicial do empreendimento, contando com a participação de especialistas na área de meio ambiente na assessoria ao desenvolvimento do Projeto, de modo a garantir a incorporação de diretrizes ambientais.

Para a definição do local de construção da SE são levantadas e mapeadas as interferências nos componentes dos meios físico, biótico e antrópico que podem resultar em restrições à área definida. Tais procedimentos visam garantir a minimização dos impactos negativos atribuíveis à sua instalação.

Após a definição do local da SE e do traçado da LD, ainda é possível que suas posições sejam ligeiramente adequadas, de modo a reduzir ainda mais os impactos ambientais do empreendimento. A necessidade de ajuste na realocação das torres será avaliada com o detalhamento do projeto eletromecânico, apoiado pelos levantamentos topográfico, geotécnico e cadastral e após existirem as informações sobre a locação precisa das interferências em fragmentos florestais, áreas de drenagem, áreas úmidas e equipamentos de infraestrutura.

Entende-se que a incorporação das variáveis ambientais na consolidação e definição do local de implantação da SE e do traçado da LD, na fase de detalhamento do Projeto Executivo, permite que sejam ainda mais minimizados os impactos resultantes da implantação do empreendimento. Esse detalhamento do Projeto

Executivo de engenharia poderá alterar marginalmente o layout proposto, sem que, entretanto, as diretrizes ambientais explicitadas neste RAS sofram modificações significativas.

A seguir são resumidos os levantamentos e estudos realizados no âmbito da fase de planejamento, buscando subsidiar o Projeto Básico do empreendimento.

2.6.1 Levantamento cadastral

Com o objetivo de buscar a determinação das situações acerca das propriedades interceptadas pelo local de implantação da SE e interceptadas pelas torres e transpostas pelo traçado da LD, ainda na fase de planejamento, é necessária a realização do levantamento cadastral das áreas de interesse do empreendimento. O cadastro também é de fundamental importância para o estudo de alternativas, avaliação de impactos e proposição de programas ambientais, uma vez que fornece dados socioeconômicos relevantes. Essa metodologia possibilita ainda o estabelecimento de uma comunicação direta entre o empreendedor e os proprietários ou ocupantes dos lotes interferidos pelo empreendimento.

O levantamento busca a aquisição de informações por meio de consulta aos órgãos municipais responsáveis, bem como levantamentos de campo para verificação das condições atuais das propriedades levantadas. Essas estratégias permitem não só o cadastro dos proprietários, mas o levantamento de informações acerca das ocupações de forma geral, incluindo até mesmo as de caráter irregular.

As informações obtidas no levantamento cadastral são amplamente difundidas nos estudos e utilizadas nas definições técnico-financeiras do empreendimento. Esses dados permitem a definição da viabilidade econômica das áreas, tanto no cenário da aquisição de propriedades quanto para desapropriações, realocações e indenizações necessárias, uma vez que fornece informações relevantes sobre as ocupações encontradas na área de implantação do empreendimento, assim como os possíveis impactados causados pelo mesmo.

2.7 ATIVIDADES GERAIS PARA A FASE DE INSTALAÇÃO

Para a instalação do empreendimento, inicialmente haverá a mobilização para execução dos trabalhos preliminares, que darão suporte ao desenvolvimento dos serviços principais. Essas tarefas consistirão em preparar a logística, contratação de mão de obra, instalação das áreas de canteiro de obras, liberação da faixa de servidão e de serviço, construção das vias de acesso, montagem das torres, lançamento dos cabos, comissionamento e em demais providências necessárias.

2.7.1 Supressão de vegetação

A supressão de vegetação para a área do empreendimento será a mínima possível, visto que, a área de implantação não inclui grandes fragmentos florestais. Na região ocorrem espécies isoladas e em sua maioria, exóticas.

As vias de acessos serão dimensionadas com a largura aproximada de 10 metros. Os demais procedimentos adotados, bem como de melhorias das vias já existentes, serão apresentados adiante, em item específico.

O empreendimento compreende três tipologias de torres com praças de dimensões diferentes, a saber:

- Torres Autoportantes - Praça de 10m x 10m = 100 m²;
- Torres Trusspole - Praça de 2m x 2m = 4m²;
- Torres Travessia - Praça de 20m x 20m = 400m²;
- Praça de Lançamentos - Praça de 50m x 50m = 2.5000m².

Poderão haver, ainda, cortes pontuais na vegetação, visando possíveis riscos e danos à LD devido a tombamento de indivíduos. Todos os volumes e áreas de supressão serão devidamente identificados e catalogados pelo inventário florestal. A definição efetiva destes valores subsidiará o requerimento da Autorização de Supressão Vegetal, a ser emitida pelo órgão ambiental licenciador, sendo que as atividades de supressão de vegetação só terão início após a emissão.

Antes da entrega final da obra, será feita a revisão da faixa, no momento do comissionamento, a fim de avaliar a necessidade de recuperação de áreas degradadas e também da supressão de indivíduos arbóreos que ofereçam risco para a LD.

2.7.2 Abertura e melhorias de estradas de acesso

Os acessos a serem utilizados na instalação do empreendimento serão vias já existentes na região e, sempre que possível, a própria faixa de serviço a ser formada para a instalação de torres e cabos. Apenas quando extremamente necessário serão abertos novos acessos.

Para facilitar a localização das estruturas durante a construção d alinha, serão instaladas placas indicativas no início das vias de acesso, com os números das respectivas estruturas. As estradas, vicinais, de acesso às frentes de serviço serão sinalizadas convenientemente, alertando seus usuários dos riscos existentes, sempre que necessário.

2.7.3 Implantação das torres

2.7.3.1 Fundações

Serão aplicadas fundações em concreto armado, do tipo Tubulão e Sapata nas Estruturas Metálicas.

Durante a escavação das fundações será evitada a utilização de máquinas pesadas e a abertura de praças de trabalho, sendo que, nos locais mais críticos, as escavações deverão ser feitas manualmente, a fim de preservar ao máximo as condições naturais do terreno e sua vegetação. Todo o material escavado e que será utilizado como reaterro das fundações vai ser acondicionado de maneira a preservar a vegetação nas imediações da fundação. O material escavado e não utilizado será espalhado pelas imediações, não deixando acúmulo de terra fofa. Quando for necessário buscar terra de empréstimo para reaterro das fundações, o local escolhido para a retirada do material deve ser tal que os cortes no terreno não venham a provocar futuras erosões.

2.7.3.2 Montagem das torres e estruturas

O local onde serão montadas as torres será preparado para sua instalação, preservando as condições naturais do terreno, especialmente no que diz respeito a sua drenagem, evitando o acúmulo de água nas proximidades das torres. As praças, caso possível e necessário, serão preparadas para que permitam a movimentação dos equipamentos, dentro das melhores condições de técnica e segurança. A eventual raspagem do solo, para a preparação dessas praças será feita, visando somente o necessário ao atendimento das condições citadas, evitando-se assim a provocação de maiores estragos e erosões.

Nos casos em que a limpeza do local da torre possa dar origem a processos de erosão, deverá ser recomposta a vegetação rasteira. Será dada especial atenção quando da existência de blocos soltos de rocha em locais próximos às torres e que possam causar danos às mesmas. A montagem das torres só será iniciada 7 dias após a conclusão das fundações. As torres poderão ser montadas por armação parcial de seções no solo e depois içadas e colocadas em seus lugares definitivos, ou pela colocação peça a peça já na posição final, quando houver dificuldade de montagem das seções no solo.

2.7.4 Lançamento dos cabos condutores, para-raios e acessórios

Antes do lançamento dos cabos, deve ser feita uma inspeção das torres, para assegurar que não foi cometido qualquer erro na montagem, que todas as peças e parafusos estão em seu lugar e que as porcas estão adequadamente apertadas e com palnuts.

O lançamento dos cabos pára-raios deverá ser feito antes do lançamento dos cabos condutores. Durante o lançamento, as roldanas eventualmente submetidas a arrancamentos deverão ser ancoradas diretamente no solo e não a elementos da torre. Não será admitida qualquer operação que ocasione arranhões, nós, sulcos, torceduras ou quaisquer outros danos aos cabos. A fixação dos estais de ancoragem nas torres somente poderá ser feita nos pontos de fixação das cadeias ou nos furos de serviço das torres.

O lançamento deverá ser feito sem pré-esticamento dos cabos. As operações de lançamento devem ser feitas cuidadosamente e dentro de um ritmo regular, de maneira a evitar sobrecargas que possam ocasionar deformação ou pré-tensionamento dos cabos, causando alongamento ("creep") prematuro. A operação de lançamento simultâneo deve ser feita no mesmo sentido, não sendo permitida a situação de ter-se 2 fases sendo tracionadas num sentido e a terceira fase no sentido oposto. Durante o lançamento deverá ser mantida uma distância mínima de 4 m entre os cabos e qualquer obstáculo que possa danificá-los.

2.7.5 Desativação do canteiro

A desmobilização e desativação do canteiro de obras ocorrerão após a finalização das atividades de implantação do empreendimento. Para esta atividade, deverá ser feita a retirada de equipamentos, materiais e mão de obra da área do canteiro, com processo semelhante ao descrito no item de logística de transporte de materiais e mão de obra, apresentado adiante no presente capítulo.

Após a desmobilização, a área correspondente ao canteiro de obras deverá ser recuperada com o plantio de gramíneas. O detalhamento das atividades de recuperação de áreas afetadas pelas obras, o que inclui o local correspondente ao canteiro de obras, é apresentado em item específico adiante no presente capítulo.

2.7.6 Logística do transporte de materiais e mão de obra

O presente item descreve as práticas de transporte e logística básica prevista tanto para os equipamentos necessários para a implantação do empreendimento, quanto para a mão de obra que atuará efetivamente nessas atividades.

- Transporte de materiais

O transporte do material deve ser feito com equipamentos e veículos adequados, operados por pessoal devidamente treinado, a fim de que sejam evitados danos aos materiais ou mesmo acidentes acarretados por inexperiência neste tipo de atividade. Deve ainda ser coordenado com a montagem e armazenagem, para que não falem materiais na obra, bem como seja evitada a permanência dos mesmos fora das condições de armazenagem exigidas.

O transporte de estruturas metálicas deve ser feito em veículos de tamanho apropriado, de modo que todas as peças fiquem sobre o estrado da carroceria. Devem ser tomadas precauções para que não sejam causados danos a galvanização das peças. Em nenhuma hipótese a movimentação das peças deve ser efetuada utilizando estropos metálicos nus, ou ser arrastada sobre qualquer superfície.

As bobinas de cabos devem ser transportadas com seus eixos na horizontal e paralelos aos eixos do veículo. Seu travamento na carroceria deve ser feito por meio de calços longitudinais e laterais firmemente fixados. Em nenhuma hipótese as bobinas devem ser pregadas a carroceria do veículo, pois este expediente pode vir a danificar os cabos. A carga e descarga das bobinas deve ser feita com cuidados especiais e por guindaste, empilhadeira ou talha. As bobinas devem ser suspensas pelo seu eixo por meio de correntes ou cabos de aço providos de barra separadora, que impeça a ocorrência de esforços laterais capazes de danificar os flanges das bobinas. As correntes ou cabos de aço, usados para içamento, nunca devem ser passados envolvendo as tábuas de fechamento das bobinas. Por ocasião da descarga das bobinas, deve ser evitado que as mesmas sofram impactos sobre o solo, os quais podem danificar a embalagem e o cabo.

O transporte de isoladores, ferragens e acessórios deve ser efetuado nas embalagens originais dos mesmos, admitindo-se sua substituição, apenas, por outras embalagens mais reforçadas. Os volumes devem ser manuseados adequadamente, não sendo permitida a formação de pilhas capazes de danificar as embalagens situadas em sua base. Devem ser tomados cuidados especiais para a proteção do acabamento utilizado nas ferragens para extra - alta tensão, durante o manuseio e transporte das mesmas. Nas operações de descarga, os volumes contendo isoladores e ferragens não devem ser manuseados grosseiramente, devendo ser evitado que caiam ou sejam lançados ao solo.

- Transporte de Pessoal

As carrocerias dos caminhões deverão ser dotadas de bancos, coberturas e caixas apropriadas para ferramentas, peças, etc.

O acesso à carroceria deverá ser através de escadas apropriadas.

Os veículos deverão ser mantidos em perfeito estado mecânico de funcionamento, passando por revisões preventivas periódicas.

Não serão admitidas improvisações de veículos para execução de trabalhos inadequados ao seu tipo.

Deverá ser utilizado transporte especial para explosivos e inflamáveis.

Além das recomendações aqui citadas, deverão ser obedecidas todas as exigências impostas pela legislação vigente e higiene e medicina do trabalho.

Durante a realização das fases de construção da linha de transmissão, a CONTRATADA deverá observar todas as exigências legais, com a finalidade de preservar a integridade física e mental do trabalhador, promovendo a sua saúde, bem como a melhoria das condições e do ambiente de trabalho.

A CONTRATADA deverá contar com elementos especializadas em Segurança e Medicina do Trabalho, com o conhecimento, no mínimo, do especificado na Norma NR-4 do Ministério do Trabalho.

Todos os veículos deverão estar equipados, com uma caixa de medicamentos para pronto-socorro.

Em cada turma deverá existir uma pessoa com conhecimentos rudimentares para prestar os primeiros socorros aos acidentados.

2.7.7 Recuperação de áreas afetadas pelas obras

À medida que as atividades construtivas e de infraestrutura forem sendo concluídas, deverão ser tomadas as devidas providências técnicas para evitar o desencadeamento de processos erosivos em taludes, acessos, praças de montagem de torres e de lançamento de cabos, bem como ao longo da faixa de servidão.

As ações preferenciais são as que utilizam proteção com camada vegetal (gramíneas, leguminosas forrageiras e essências arbustivas e/ou arbóreas – espécies nativas). A vegetação rasteira tem importância fundamental na proteção do terreno, pois forma uma rede impedindo o desgaste da camada superficial, além de facilitar a absorção gradual da água pelo solo (infiltração gradativa).

Uma das maneiras mais rápidas de proteger o terreno sem vegetação é recobrir o solo exposto com a camada orgânica, previamente retirada e armazenada, e executar o plantio de gramíneas e/ou leguminosas forrageiras. Se o terreno estiver compactado, este deverá ser escarificado antes do plantio. No caso do plantio de espécies arbóreas deverão ser utilizadas espécies do bioma da região.

Os taludes das estradas de acesso serão recuperados quando necessário, devendo ser adotado processo de revegetação. O mais comum é o plantio das sementes nas plataformas e a utilização de grama em placas nos taludes.

A área das bases das torres será recomposta tão logo as fundações sejam concluídas, com a recomposição do perfil do terreno, recolocação da camada de matéria orgânica e posterior revegetação com gramíneas. A área utilizada para praças de lançamento dos cabos será recuperada de forma similar às bases das torres, por meio da recomposição do perfil do terreno, recolocação da camada de matéria orgânica e revegetação.

Todas as áreas alteradas durante a implantação do empreendimento deverão ser revegetadas, conforme metodologia a ser definida no Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD).

2.7.8 Revisão final e comissionamento

Após a construção das torres e lançamento dos condutores e para-raios, a concessionária fará a revisão final e comissionamento do sistema, para que a ANEEL autorize a entrada em operação. No comissionamento são verificados todos os quesitos técnicos do empreendimento, incluindo a distância entre os condutores e a vegetação. Caso seja evidenciada a necessidade de corte seletivo, esse será feito sobre a vegetação, evitando dessa forma que a LD seja desligada pelo contato dos cabos condutores com as árvores.

2.7.9 Cronograma físico da implantação do empreendimento

O cronograma físico da implantação do empreendimento é apresentado na Tabela 7. A previsão é de que as atividades de implantação tenham duração de 12 meses.

Tabela 7. Cronograma de instalação da LDAT Caseara.

Item	Descrição das Atividades	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Data
1	Mobilização de Empresa	█	█												08/jan 01/mar
2	Locações de Estruturas			█	█										11/mar 25/abr
3	Limpeza de Faixa			█	█	█									26/mar 09/jun
4	Abertura de Cavas			█	█	█	█								05/abr 19/jun
5	Execução de fundações				█	█	█	█							14/abr 13/jul
6	Implantação e Montagem de Estruturas					█	█	█	█	█					14/mai 12/ago
7	Realização de Aterramento						█	█	█	█					29/mai 12/ago
8	Lançamento de Cabos Para Raio							█	█	█	█				21/jun 13/set
9	Lançamento de Cabos Condutores								█	█	█				21/jun 13/set
10	Acabamento									█	█				14/ago 25/set
11	Comissionamento										█	█			06/set 18/out
12	Energização													█	17/jan 27/jan

2.8 FASE DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

As principais ações a serem realizadas durante a fase de operação e manutenção da LD estão associadas às inspeções periódicas aéreas e terrestres, com o propósito de verificar a integridade das estruturas metálicas, as cadeias de isoladores que suportam os cabos para-raios e condutores, as condições dos seccionamentos e os aterramentos das estruturas e dos cabos condutores, assim como as condições dos acessos e processos erosivos que possam vir a comprometer as estruturas.

Toda irregularidade que venha a ser identificada nessas inspeções será retificada na manutenção corretiva, realizada por equipes especializadas que acessam, por terra, o local em que foi encontrado o dano.

Toda vegetação presente na faixa de servidão poderá ser alvo de cortes seletivos, toda vez que o seu crescimento possa colocar a LD em risco de desligamento por curto-circuito.

Sempre que houver a necessidade de realizar alguma dessas atividades de manutenção, estas serão precedidas de contato prévio com os proprietários das áreas interceptadas pela LD.

De forma semelhante à LD, as principais ações realizadas durante a operação e manutenção da SE Caseara também se referem às inspeções periódicas que buscam verificar a integridade de todos seus equipamentos.

Dentre os procedimentos de manutenção, destacam-se, a seguir, os principais que poderão causar interferência com o meio ambiente.

2.8.1 Acessos permanentes

Embora não haja a previsão de abertura de novos acessos, essa poderá sofrer alterações em função de eventuais condições locais que possam restringir o acesso ou trazer futuras modificações do caminhamento. A topografia do terreno permite a utilização da faixa de servidão para chegar até as estruturas, bem como, as estradas vicinais aos imóveis rurais viabiliza atingir a faixa de servidão e a linha. Eventualmente, as alterações realizadas no imóvel rural, por seu proprietário contribuem com a manutenção. Não está previsto manter acessos para fins de manutenção da LD.

Apesar de não fazer parte do escopo deste licenciamento, o acesso à SE Caseara, que está ao lado da rodovia, é considerado permanente, visto que esta receberão periodicamente funcionários da operação e manutenções preventivas, diferente da Linha de Distribuição que ocorrerá de forma remota (drone) sendo o acesso somente da necessidade de manutenção.

Para o acesso à SE Caseara, deverão ser mantidas as condições mínimas de tráfego de veículos, como:

- Pouca ou nenhuma vegetação;
- Terreno firme e sem a presença de focos erosivos; e
- Drenagem adequada nas vias, por meio de bueiros, pontes ou canalizações.

Ressalta-se que estas condições de manutenção deverão ser previamente acordadas com o proprietário.

2.8.2 Manutenção da LD e restrições das faixas de servidão.

Dentre as atividades que deverão ser realizadas na fase de operação, no âmbito da manutenção da LD, destacam-se aquelas vinculadas às fundações e ao aterramento das torres, bem como à faixa de servidão.

A porção das estruturas das torres correspondente a suas fundações encontra-se enterrada. Por vezes, essas fundações demandam manutenções para evitar problemas de sustentação. Para esta manutenção é necessária a escavação junto ao pé das torres para acessar essas estruturas.

De forma semelhante, os contrapesos que compõem o sistema de aterramento das torres também poderão apresentar problemas ao longo da operação da LD. Como essas estruturas também se encontram enterradas, nesses casos haverá a necessidade de escavação no local para se ter acesso ao contrapeso, viabilizando a manutenção.

Apesar das manutenções de fundações e aterramentos, a problemática comumente evidenciada na operação das linhas de transmissão relaciona-se à faixa de servidão da LD. Para esta faixa, a eventual interferência da vegetação nos condutores poderá acarretar em desligamento do sistema por curto-circuito.

Dessa forma, durante a operação do empreendimento, a manutenção a ser realizada incluirá, se necessário, a execução do corte seletivo da área da faixa, na forma da poda de vegetação que ultrapasse os limites das distâncias de segurança.

No mesmo sentido, árvores que estejam fora do limite da faixa de servidão, mas que apresentem riscos para a operação devido à queda ou ao próprio balanço do condutor também deverão ser cortadas.

Outras interferências na faixa de servidão também poderão representar riscos para a operação da LD, sendo aplicáveis medidas restritivas para as atividades a serem realizadas nessa área, conforme preconizado na norma ABNT NRB 5422:1985, a saber:

- Plantio de árvores de grande porte;
- Silvicultura;
- Construções e benfeitorias;
- Utilização de arados ou quaisquer apetrechos agrícolas de grande porte;
- Realização de queimadas ou fogueiras;
- Utilização de pivô central para irrigação; e
- Instalação de bombas ou equipamentos eletromecânicos.

A área da faixa de servidão poderá retomar seu uso, nos casos de culturas rasteiras e de pequeno porte, pecuária, árvores frutíferas de pequeno porte e vegetação nativa, desde que respeitadas as distâncias de segurança definidas.

As inspeções e manutenções das estruturas e da faixa de servidão serão realizadas durante o ano todo, de forma rotineira, sendo realizada também anualmente uma verificação e manutenção de detalhe que deverá abranger todo o empreendimento. Durante as inspeções, as escavações são realizadas apenas em casos corretivos tais como, correção por vandalismo, final de vida útil ou corrosões naturais.

2.8.3 Mão de obra

Após finalizar a implantação do empreendimento, haverá uma necessidade menos expressiva de mão de obra a ser mantida para a fase de operação. De maneira geral, estima-se a necessidade de 5 colaboradores como mão de obra para a fase de operação do empreendimento, trabalhando em caráter esporádico na área da LDAT conforme plano de manutenção, utilizando veículo 4x4 e equipamentos como drones e termo visores.