

ESTUDO COMPLEMENTAR AO EIA/RIMA

Linha de Transmissão 525 kV Capivari do Sul -
Siderópolis 2

Capítulo 04 - Caracterização Técnica e Aspectos
Construtivos da LT



JULHO/2023



Soluções Ambientais & Tecnológicas

SUMÁRIO

4. CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA E ASPECTOS CONSTRUTIVOS DA LT.....	8
4.1 CONFIGURAÇÃO BÁSICA DO EMPREENDIMENTO.....	9
4.2 DETALHAMENTO DA LINHA DE TRANSMISSÃO.....	13
4.2.1 Características Técnicas Gerais.....	13
4.2.2 Faixas de Servidão e Serviço.....	13
4.2.3 Estruturas das Torres.....	15
4.2.4 Fundação das Torres.....	20
4.2.5 Cabos, Isoladores e Fios Contrapeso.....	27
4.2.6 Distâncias de Segurança.....	28
4.2.7 Distúrbios e Interferências.....	28
4.2.8 Travessias sobre Instalações de Infra-estrutura.....	28
4.3 DETALHAMENTO DAS SUBESTAÇÕES.....	33
4.3.1 Subestação Capivari do Sul.....	33
4.3.2 Subestação Siderópolis 2.....	34
4.4 MEDIDAS DE SEGURANÇA.....	35
4.4.1 Restrições de Uso e Ocupação do Solo.....	35
4.4.2 Acidentes e Medidas de Segurança Relacionados à Implantação do Empreendimento.....	36
4.4.3 Acidentes e Medidas de Segurança Relacionados à Operação do Empreendimento.....	37
4.4.4 Aterramento de Estruturas e Cercas.....	38
4.4.5 Sinalizadores.....	40
4.5 PLANEJAMENTO E IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	40
4.5.1 Levantamento Topográfico e Cadastral.....	40
4.5.2 Delimitação da Faixa de Servidão.....	40
4.5.3 Contratação de Mão-de-Obra.....	41
4.5.4 Mobilização.....	46
4.5.5 Abertura de Acessos.....	46
4.5.6 Supressão de Vegetação.....	47
4.5.7 Implantação das Praças de Torres e Praças de Lançamento de Cabos.....	48
4.5.8 Implantação das Torres.....	49
4.5.9 Lançamento dos Cabos.....	52

4.5.10	Comissionamento	53
4.5.11	Desmobilização de Acessos, Canteiros de Obras e Alojamentos	53
4.5.12	Recuperação de Áreas Degradadas	53
4.6	ASPECTOS LOGÍSTICOS DA IMPLANTAÇÃO DA LT	54
4.6.1	Cronograma de atividades.....	54
4.6.2	Canteiros de Obras	56
4.7	OPERAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	62
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
	APÊNDICES.....	65
	ANEXOS.....	66

Lista de Figuras

Figura 4.1. Localização da LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2.....	10
Figura 4.2. Esquema da faixa de servidão administrativa e faixa de serviço.	15
Figura 4.4. Silhueta das torres do tipo KSEL (à esquerda) e KSEP (à direita).	16
Figura 4.5. Silhueta das torres do tipo KSSL (à esquerda) e KSSP (à direita).....	17
Figura 4.6. Silhueta das torres do tipo KSA1 (à esquerda) e KSA2 (à direita).	18
Figura 4.7. Silhueta das torres do tipo KSAT (à esquerda) e KSTR (à direita).....	19
Figura 4.8. Tipos de fundação: sapata pré-moldada (à esquerda) e tubulão sem base alargada (à direita).	21
Figura 4.9. Tipos de fundações: bloco ancorado em rocha (à esquerda) e estaca raiz (à direita).....	21
Figura 4.10. Viga pré-moldada para os estais com vista em planta.	22
Figura 4.11. Viga pré-moldada para os estais com vista em corte.....	23
Figura 4.12. Barra sem tricône (à esquerda) e tubulão (à direita) para estais.....	24
Figura 4.13. Fundação para estais em tubulão sem base alargada.....	25
Figura 4.14. Fundação para estais em sapata (à esquerda) e bloco ancorado em rocha (à direita).	26
Figura 4.15. Fundação para estais com estaca raiz.	26
Figura 4.16. Empacadura utilizada durante o procedimento de lançamento de cabos.	29
Figura 4.17. Registro das LTs (paralelas) que serão atravessadas pela LT 525 kV em Osório/RS. Fonte: Google Earth (2023).....	31
Figura 4.18. Registro da LT que será atravessada pela LT 525 kV em Osório/RS. Fonte: Google Earth (2023). ...	31
Figura 4.19. Registro da LT que será atravessada pela LT 525 kV em Osório/RS. Fonte: Google Earth (2023). ...	31
Figura 4.20. Registro da LT que será atravessada pela LT 525 kV em Ermo/SC. Fonte: Google Earth (2023).	31
Figura 4.21. Registro da LT que será atravessada pela LT 525 kV em Siderópolis/SC. Fonte: Google Earth (2023).	32
Figura 4.22. Registro da LT que será atravessada pela LT 525 kV em Siderópolis/SC. Fonte: Google Earth (2023).	32
Figura 4.23. Seccionador e fio de aterramento em cerca (à esquerda) e aplicação das estruturas (à direita). ...	39
Figura 4.24. Histograma de mão-de-obra da LT 525 kV Capivari do Sul – Siderópolis 2.....	42
Figura 4.25. Uso de técnicas construtivas em áreas úmidas, inundáveis ou alagáveis.....	51
Figura 4.26. Arranjo básico de canteiro de obras para área de aproximadamente 11 ha.....	58

Figura 4.27. Arranjo básico para canteiro de obras para área de aproximadamente 5 ha.....	58
Figura 4.28. Localização das áreas pretendidas à instalação dos canteiros de obras.....	60
Figura 4.29. Indicação da área prevista para o Canteiro de Obras de Osório/RS.	61
Figura 4.30. Indicação da área prevista para o Canteiro de Obras de São João do Sul/SC. Fonte: Google Earth (2023).	61
Figura 4.31. Indicação da área prevista para o Canteiro de Obras de Forquilha/SC. Fonte: Google Earth (2023).	62

Lista de Quadros

Quadro 4.1. Municípios interceptados pela LT 525 kV Capivari do Sul – Siderópolis 2.	10
Quadro 4.2. Coordenadas dos vértices da LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2.	11
Quadro 4.3. Especificações técnicas gerais da LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2.	13
Quadro 4.4. Efeitos elétricos na faixa de servidão, de acordo com ABNT NBR 5.422:1985.	14
Quadro 4.5. Especificações técnicas dos cabos condutores da LT 525 kV Capivari do Sul – Siderópolis 2.....	27
Quadro 4.6. Especificações técnicas dos cabos para-raios da LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2.	27
Quadro 4.7. Distâncias de segurança adotadas na LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2, de acordo com a NBR 5.422/1985.	28
Quadro 4.8. Travessias sobre instalações de infra-estrutura previstas pela LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2.....	29
Quadro 4.9. Principais travessias da LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 sobre cursos d'água.....	32
Quadro 4.10. Critérios de projeto para cruzamento de interferências.	33
Quadro 4.11. Potenciais acidentes relacionados à fase de implantação do empreendimento.....	36
Quadro 4.12. Previsão de efetivo para cada função ao longo da implantação da LT.	43
Quadro 4.13. Cronograma de implantação da LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2.....	55
Quadro 4.14. Localização das áreas previstas para instalação dos canteiros de obras.	59

Lista De Anexos

Anexo 4.1. Licença de Operação da SE Capivari do Sul.....	67
Anexo 4.2. Arranjo da Subestação 525 kV Capivari do Sul.....	68
Anexo 4.3. Licença Ambiental de Operação da SE Siderópolis 2.	69
Anexo 4.4. Arranjo geral da Subestação 525 kV Siderópolis 2.....	70

4. CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA E ASPECTOS CONSTRUTIVOS DA LT

O conteúdo apresentado neste capítulo foi elaborado com base nos documentos e Projeto Básico de engenharia preliminares do empreendimento, de modo que o Projeto Executivo consolidado somente será apresentado na fase de solicitação da Licença Ambiental de Instalação.

Registra-se que empreendimentos lineares de transmissão de energia estão sujeitos a ajustes de projeto ao longo do processo de licenciamento ambiental em decorrência da análise técnica de engenharia (sondagens, vistorias de campo, negociação fundiária etc.), bem como da avaliação socioambiental da região pretendida à sua instalação. Os resultados obtidos e apontados neste Estudo Complementar ao EIA deverão ser utilizados como fonte de dados para refinamento de traçado, sendo, portanto, esse um dos principais objetivos dos estudos aplicáveis ao processo de licenciamento ambiental.

Por fim, é importante destacar que o texto descrito acima é amparado legalmente pela na Resolução CONAMA nº 6, de 16 de setembro de 1987 (“Dispõe sobre o licenciamento ambiental de obras do setor de geração de energia elétrica”):

Art. 6º No licenciamento de subestações e linhas de transmissão, **a LP deve ser requerida no início do planejamento do empreendimento, antes de definida sua localização, ou caminhamento definitivo**, a LI, depois de concluído o projeto executivo e antes do início das obras e a LO, antes da entrada em operação comercial (grifo nosso).

4.1 CONFIGURAÇÃO BÁSICA DO EMPREENDIMENTO

A LT 525 kV Capivari do Sul – Siderópolis 2 consiste em uma linha de transmissão com extensão pelo litoral dos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, interligando as subestações Capivari do Sul, no município riograndense homônimo e Siderópolis 2, em Siderópolis/SC. O trecho da LT 525 kV no Rio Grande do Sul apresenta 123,41km, interceptando 13 municípios, enquanto em Santa Catarina 10 municípios são interceptados ao longo de 96,82km, perfazendo 220,23km de extensão total (Figura 4.1 e Quadro 4.1).

No caderno de mapas é disponibilizado o Mapa de Localização do Empreendimento, onde é detalhada a localização da LT 525kV.

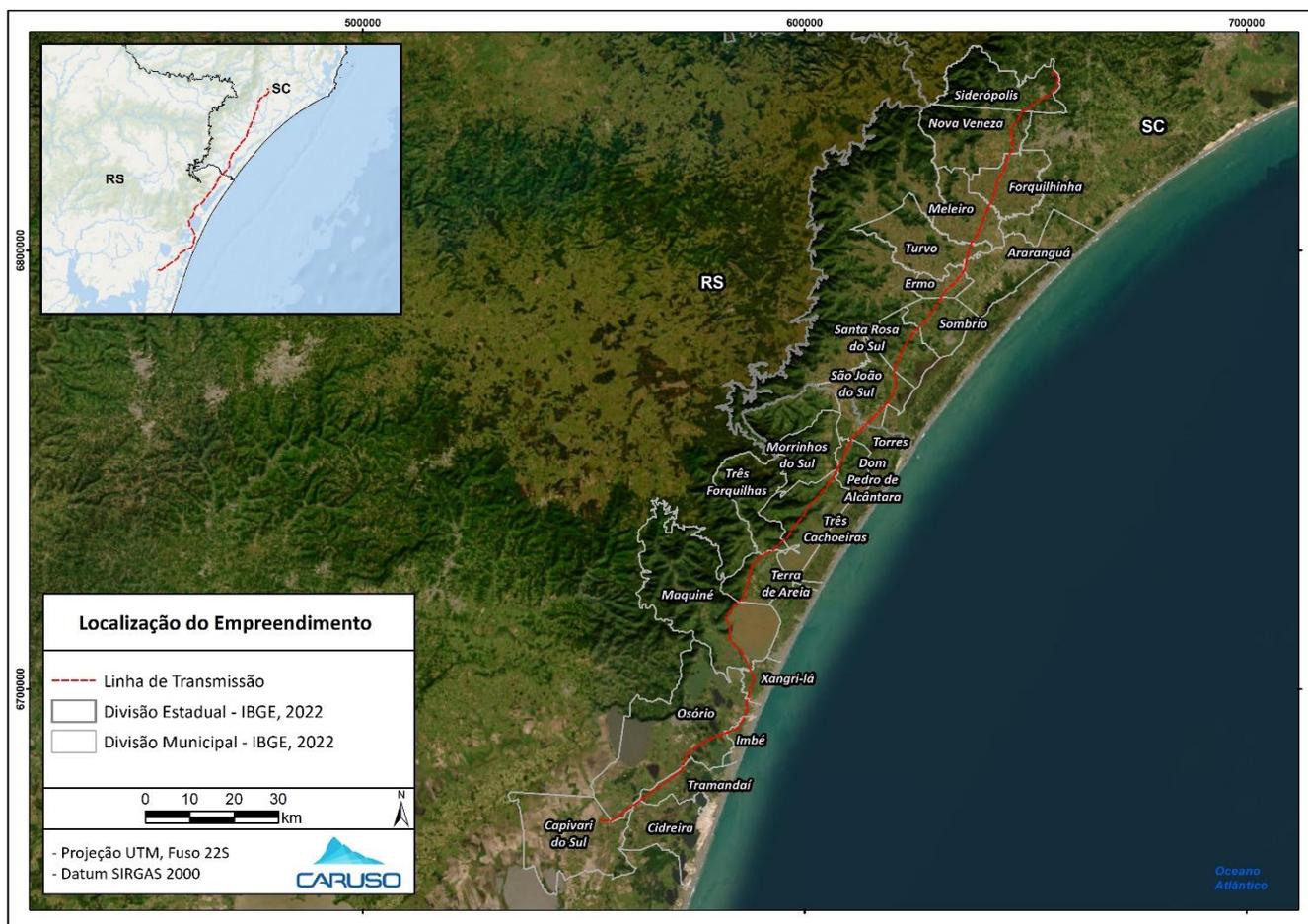


Figura 4.1. Localização da LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2.

Quadro 4.1. Municípios interceptados pela LT 525 kV Capivari do Sul – Siderópolis 2.

Município	Estado	Extensão
Capivari do Sul	Rio Grande do Sul	2,30 km
Cidreira		2,10 km
Dom Pedro de Alcântara		6,74 km
Imbé		5,92 km
Maquiné		18,43 km
Morrinhos do Sul		0,25 km
Osório		23,13 km
Terra de Areia		14,74 km
Torres		5,60 km
Tramandaí		12,39 km
Três Cachoeiras		20,65 km
Três Forquilhas		3,65 km
Xangri-Lá		7,51 km
Araranguá		Santa Catarina
Ermo	8,16 km	
Forquilha	12,62 km	
Meleiro	9,73 km	
Nova Veneza	11,00 km	
Santa Rosa do Sul	11,71 km	
São João do Sul	14,33 km	

Município	Estado	Extensão
Siderópolis		14,34 km
Sombrio		8,40 km
Turvo		3,90 km
Total		220,23 km

O Quadro 4.2 a seguir apresenta as coordenadas dos vértices da diretriz de traçado litorânea abordada neste Estudo Complementar. A confirmação da localização dos vértices deve ser realizada no desenvolvimento do Projeto Executivo do empreendimento.

Quadro 4.2. Coordenadas dos vértices da LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2.

Vértice	Coordenadas Planas (UTM 22S)		Município
	X	Y	
SE-CPS	554070,869	6669913,121	Capivari do Sul/RS
0/1	554012,000	6669994,000	
0/2	554052,321	6670085,927	
0/3	554301,000	6670114,000	
2/1	556284,000	6669943,000	Osório/RS
7/1	560179,319	6672743,265	
7/2	560380,152	6672917,077	
7/3	560716,340	6673129,351	
21/2	572081,842	6681300,456	Tramandaí/RS
26/1	573531,898	6685440,603	Osório/RS
31/2	577993,528	6688466,924	
39/1	584939,822	6691072,642	Imbé/RS
43/1	586936,547	6694627,641	Osório/RS
45/3	586990,781	6697362,787	Xangri-Lá/RS
51/2	588539,751	6702875,942	
58/1	585638,171	6708736,258	Maquiné/RS
62/1	582787,240	6711572,798	
64/2	583205,208	6714208,764	
65/1	582917,935	6714862,957	
66/2	582353,577	6715838,979	
67/1	582173,690	6716313,927	
71/1	584543,206	6719547,271	
73/1	586190,913	6720729,566	
77/1	587257,837	6724488,908	
80/2	588116,986	6728141,356	
83/1	589714,893	6729989,714	Terra de Areia/RS
87/1	592971,570	6731799,373	
91/2	596558,169	6735074,193	Três Forquilhas/RS
93/1	597028,924	6736246,679	
94/1	597722,679	6737085,491	
94/2	597777,019	6737527,422	
95/1	598261,911	6737812,314	
96/2	599376,251	6739056,519	
100/1	601143,803	6741872,818	
102/2	602814,510	6743582,681	
106/2	605458,664	6746792,394	
109/2	607186,907	6749346,607	
118/1	610642,348	6756948,263	Torres/RS
130/2	619502,043	6765906,405	São João do Sul/SC
134/1	620561,732	6769086,912	

Vértice	Coordenadas Planas (UTM 22S)		Município
	X	Y	
135/2	620686,260	6770472,360	Santa Rosa do Sul/SC
136/5	620249,196	6771744,027	
139/1	620537,226	6773771,580	
140/1	621352,830	6774976,587	
142/1	622015,558	6776746,381	
145/1	623392,668	6779516,034	
146/1	623788,875	6780025,133	
146/2	624068,558	6780332,182	
148/2	625463,147	6782095,611	
151/1	627149,266	6783673,071	
153/1	628285,834	6785421,020	Sombrio/SC
153/2	628471,041	6785522,367	
154/2	629243,001	6786709,588	
155/1	629770,455	6787141,609	
156/1	629973,310	6787832,753	
157/2	630891,439	6789244,772	Ermo/SC
158/1	631146,646	6789550,945	
159/1	631648,674	6790409,349	
159/2	631964,806	6790895,538	
162/2	634152,666	6792711,027	
166/1	636203,536	6795490,695	Araranguá/SC
172/1	637509,116	6801279,109	Turvo/SC
175/1	639243,387	6803730,582	Meleiro/SC
179/2	640802,950	6807903,696	
184/1	642700,576	6811966,570	Forquilha/SC
188/1	643733,000	6816051,000	
190/4	645217,593	6818359,163	
194/1	645883,816	6821369,195	
196/1	647219,554	6822967,828	
197/1	647244,814	6823906,404	Nova Veneza/SC
200/1	646798,643	6826805,955	
201/1	646877,516	6827952,941	
203/4	648552,231	6829950,826	
204/3	648886,122	6830837,946	
205/1	648914,593	6831223,458	
205/3	649348,160	6831718,150	
206/4	650325,835	6831987,390	
208/2	651537,224	6833207,520	Siderópolis/SC
210/2	653292,120	6834433,210	
211/1	653688,000	6834523,000	
211/2	653809,000	6834702,000	
212/1	654972,698	6835061,639	
215/2	657187,109	6837239,964	
217/2	657357,929	6839521,594	
219/1	656252,000	6840585,000	
219/2	655792,000	6840652,000	
220/1	655664,000	6840576,000	
SE-SID2	655650,000	6840358,000	

4.2 DETALHAMENTO DA LINHA DE TRANSMISSÃO

Na sequência é apresentado o detalhamento das estruturas do empreendimento. No caderno de mapas é disponibilizado o Mapa das Estruturas do Empreendimento, onde são apresentadas e identificadas todas as estruturas que compõem o empreendimento.

4.2.1 Características Técnicas Gerais

O empreendimento consiste em uma linha de transmissão com tensão de 525 kV, concebida em circuito simples com três fases, cabos condutores do tipo CAL (AAAC) 1120 – 998,7 kCM (61 fios), instalados em um feixe de 4 condutores por fase. As características adotadas no projeto da LT configuram-se conforme as indicações e recomendações do Projeto Básico e a norma NBR 5.422/1985 – Projeto de Linhas Aéreas de Transmissão de Energia Elétrica da ABNT. O Quadro 4.3 aponta as especificações técnicas gerais da LT 525 kV, que serão abordadas nos próximos tópicos.

Quadro 4.3. Especificações técnicas gerais da LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2.

LT 525 kV Capivari do Sul – Siderópolis 2	
Comprimento (km)	220,23km
Cabo Conductor	CAL (AAAC) 998,7 kcmil – 61 Fios / Al Liga 1120
Contrapeso – aterramento	Aço galvanizado 3/8" SM
Estruturas	
Tipos	KSEL, KSEP, KSSL, KSSP, KSA1, KSA2, KSAT e KSTR
Altura das torres (m)	Mínima: 22m Máxima: 69m
Vão médio (m)	500m
Quantidade de torres estimada/km	2
Dimensão das bases (m)	Estaiada – 60m x 38m (máxima) Autoportante – 19m x 13m (máxima)
Largura da faixa de servidão	60m
Isoladores	
Tipo	Vidro
Carga de ruptura mínima	Cadeias de suspensão: $\geq 210\text{kN}$; Cadeias de ancoragem: $\geq 480\text{kN}$
Passo (mm)	170mm
Distância de escoamento (mm)	$\geq 380\text{mm}$
Comprimento da cadeira de isoladores (m)	5,1m
Área de limpeza para implantação de cada torre (praça de trabalho) ¹	Estaiada – 60 x 60m Autoportantes – 60 x 40m

¹ De acordo com medida prevista para implantação da praça de torre, utilizando-se de espaço para manobra de grandes equipamentos e área de trabalho para montagem das torres.

4.2.2 Faixas de Servidão e Serviço

A faixa de servidão corresponde a um corredor de largura pré-definida, cujo centro é definido pela diretriz do traçado da linha de transmissão a que se refere, onde são aplicáveis restrições de uso por razões de segurança e confiabilidade do sistema elétrico. Esta faixa corresponde à área na qual deve ser instituída a

servidão administrativa por utilidade pública, a ser declarada pela ANEEL conforme autoridade delegada pela Lei 9.074, de 7 de julho de 1995.

A ABNT NBR 5.422:1985 – Projeto para linhas de transmissão de energia elétrica especifica as condições básicas para o projeto de linhas aéreas de transmissão com tensão máxima, valor eficaz fase-fase, acima de 138kV e não superiores a 800kV, de modo a garantir níveis mínimos de segurança e limitar perturbações em instalações próximas.

A faixa de servidão de uma linha de transmissão é determinada considerando os critérios de balanço de cabos condutores devido à ação do vento, ao campo elétrico, à rádio interferência, ao ruído e ao posicionamento das fundações, de forma que não venham a se tocar entre si e não atinjam obstáculos vizinhos. O Quadro 4.4 apresenta os parâmetros para o dimensionamento da faixa de servidão.

Quadro 4.4. Efeitos elétricos na faixa de servidão, de acordo com ABNT NBR 5.422:1985.

Efeitos elétricos	Máximo Limite da Faixa	Máximo Interior da Faixa
Campo elétrico	4,17kV/m	8,33 kV/m
Campo magnético	200 μ T	1000 μ T
Ruído audível	58 dB	-
Rádio interferência	42 dB	-
Faixa de servidão de 60m		

A LT 525 kV prevê a instalação de uma faixa de servidão de 60m (30m para cada lado do eixo da diretriz), devidamente dimensionada conforme normas técnicas regulamentadoras vigentes. A adoção da medida de 60m para a extensão total de 220,23km da LT implica em 13,21 km² ou 1.321,38 ha para valores de área da faixa de servidão. Ainda é previsto o uso da faixa de serviço, com largura de 6m no centro da faixa de servidão (Figura 4.2).

Na faixa de serviço, está previsto o corte raso de vegetação, ou seja, a remoção total da vegetação. Para o restante da faixa de servidão, será realizado o corte seletivo (poda arbórea), que consiste na remoção apenas das árvores de maior porte, que possam oferecer riscos à integridade e funcionamento da LT 525 kV. Para o projeto, está previsto uma faixa de serviço de 4m de extensão ao longo do traçado da LT 525 kV.

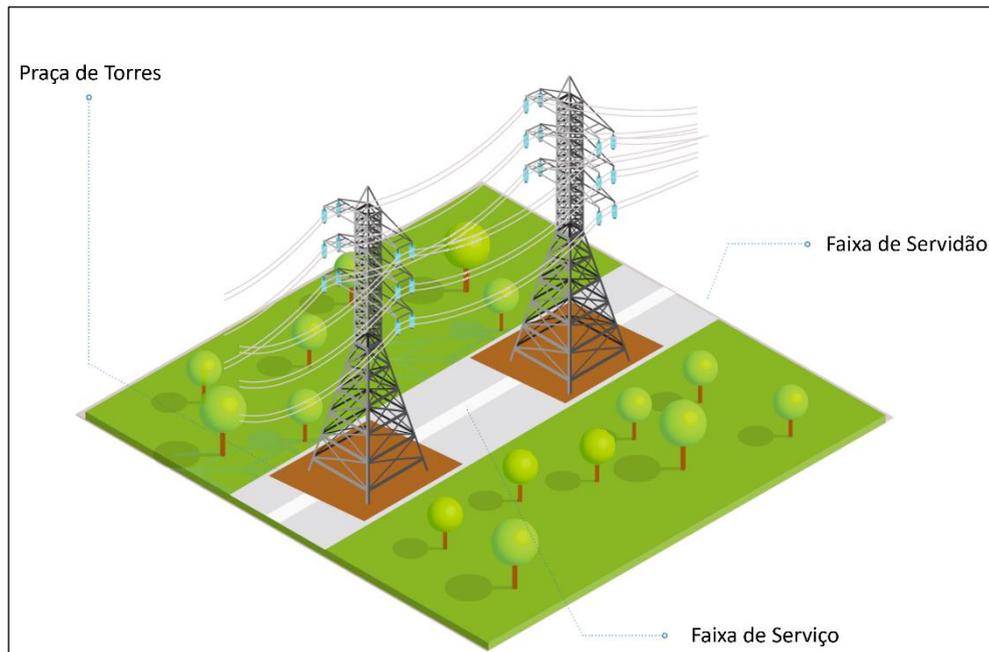


Figura 4.2. Esquema da faixa de servidão administrativa e faixa de serviço.

4.2.3 Estruturas das Torres

A escolha da estrutura a ser alocada em cada local do empreendimento depende de uma série de variáveis, minuciosamente ponderadas, das quais as principais referem-se aos esforços atuantes nos cabos e nas próprias estruturas. Para a LT 525 kV, o projeto estrutural do empreendimento prevê como principais estruturas do empreendimento os cabos condutores e as torres, sendo compostas por estruturas metálicas treliçadas classificadas por dois grandes grupos, a saber:

- **Torres Estaiadas:** possuem um mastro central e são ancoradas por estaiamento, sendo utilizadas para a sustentação dos cabos em trechos sem deflexões (Figura 4.3);
- **Autoportantes:** suas fundações consideram a instalação de 4 mastros e são utilizadas para suportar o efeito de tração dos cabos, comuns em travessias, final de linha, pontos de deflexão e em terrenos acidentados. Para este projeto, as torres autoportantes previstas serão utilizadas como estruturas de suspensão, vértice e ancoragem em ângulo (Figura 4.4 à Figura 4.6).

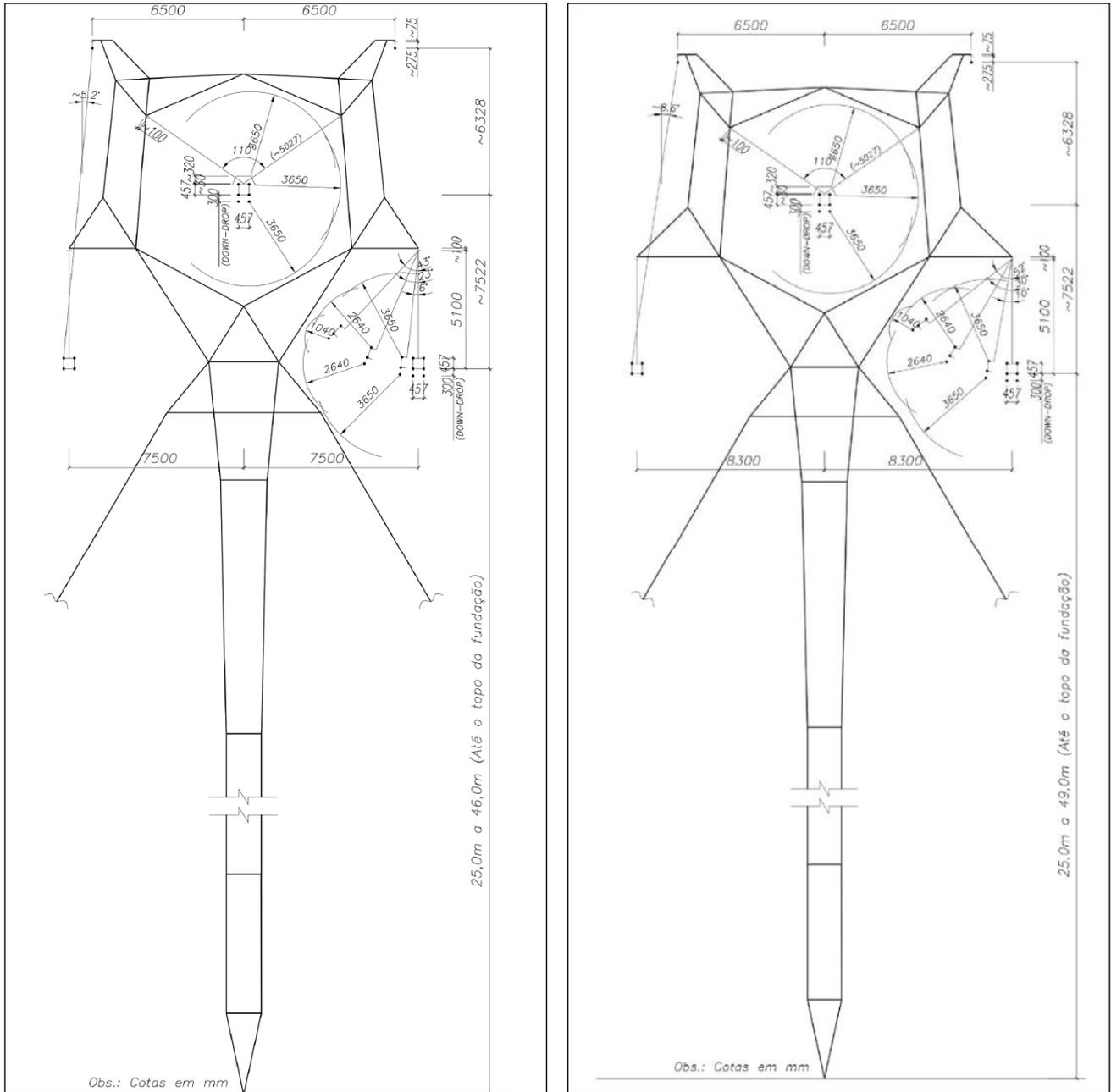


Figura 4.3. Silhueta das torres do tipo KSEL (à esquerda) e KSEP (à direita).

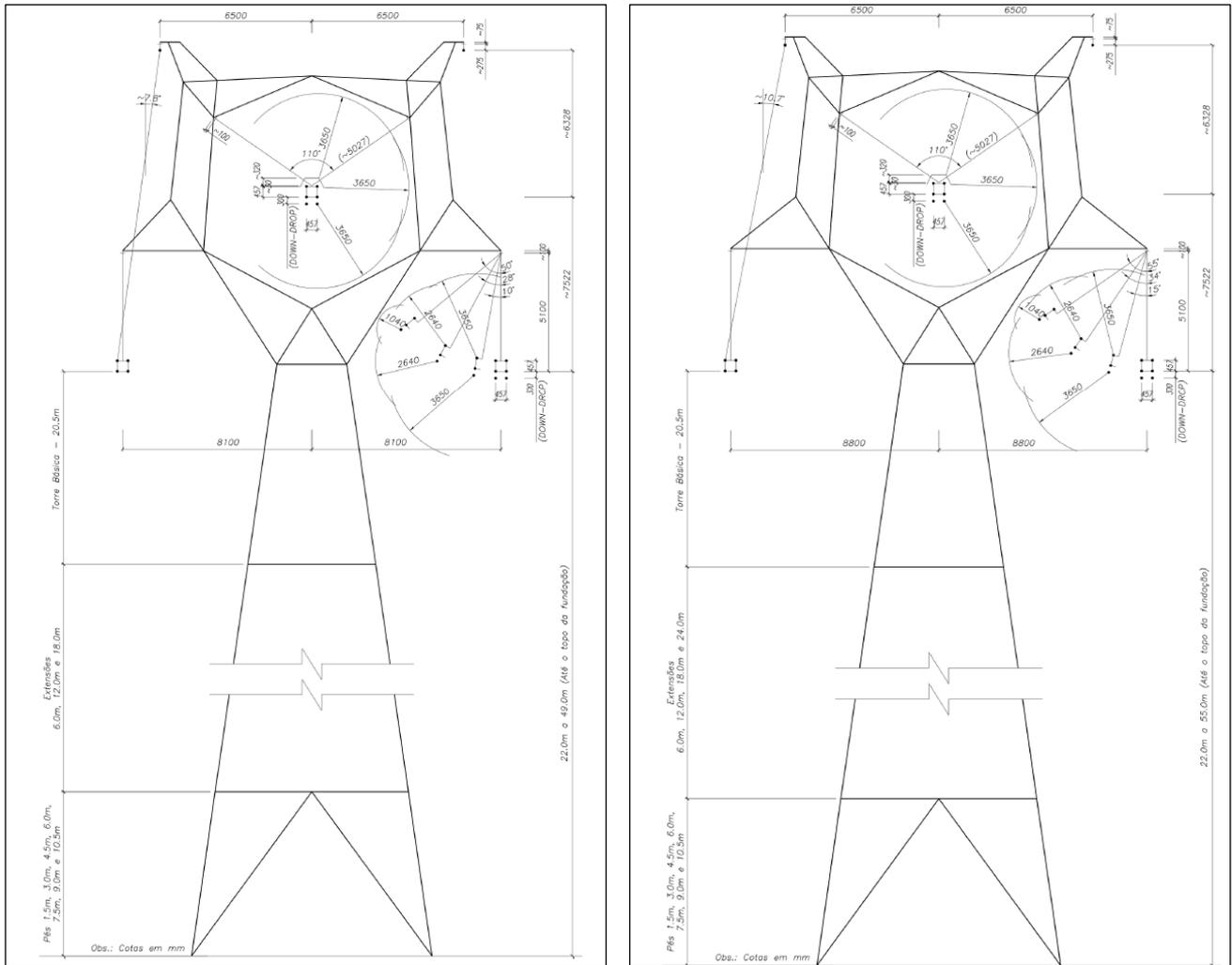


Figura 4.4. Silhueta das torres do tipo KSSL (à esquerda) e KSSP (à direita).

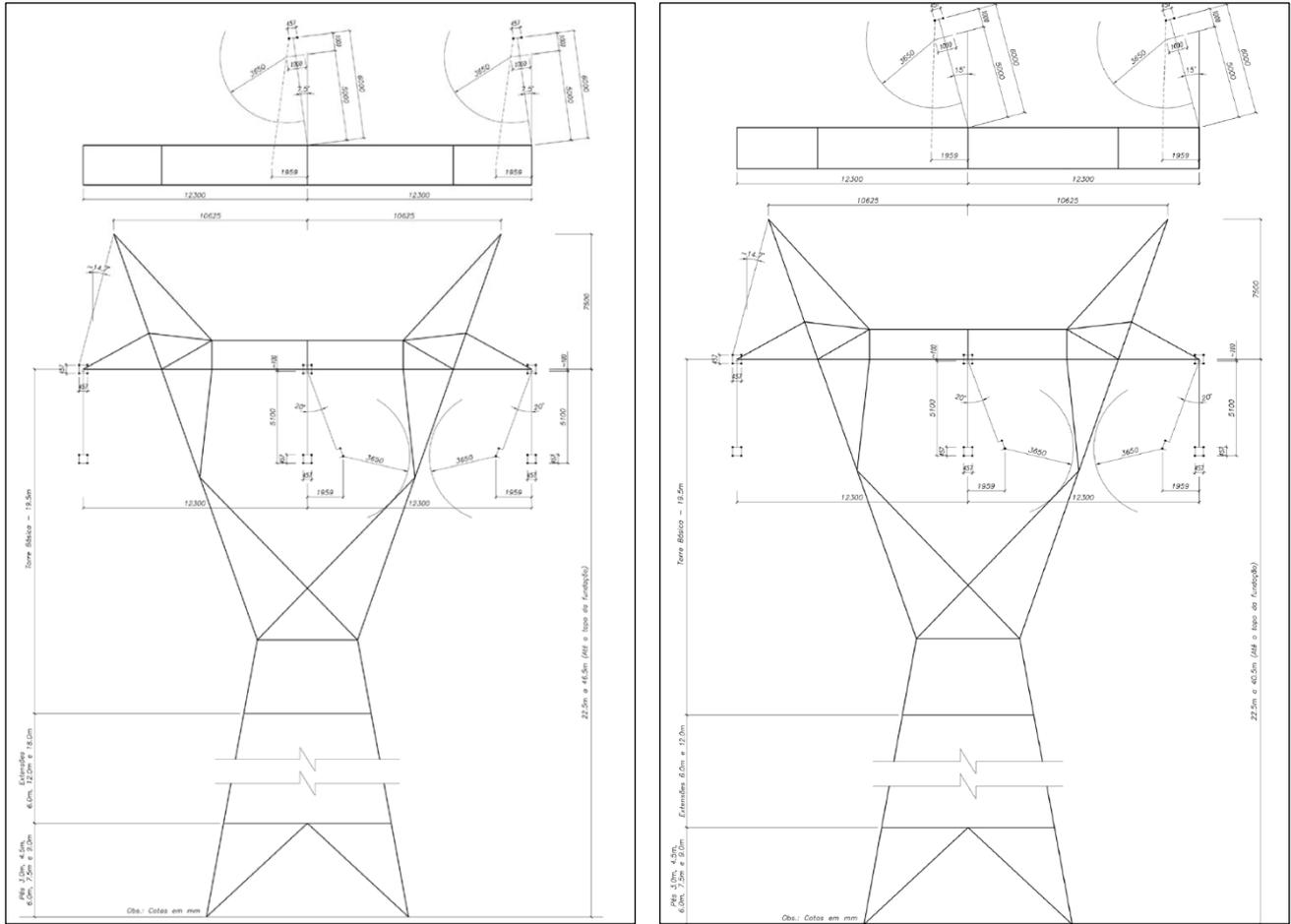


Figura 4.5. Silhueta das torres do tipo KSA1 (à esquerda) e KSA2 (à direita).

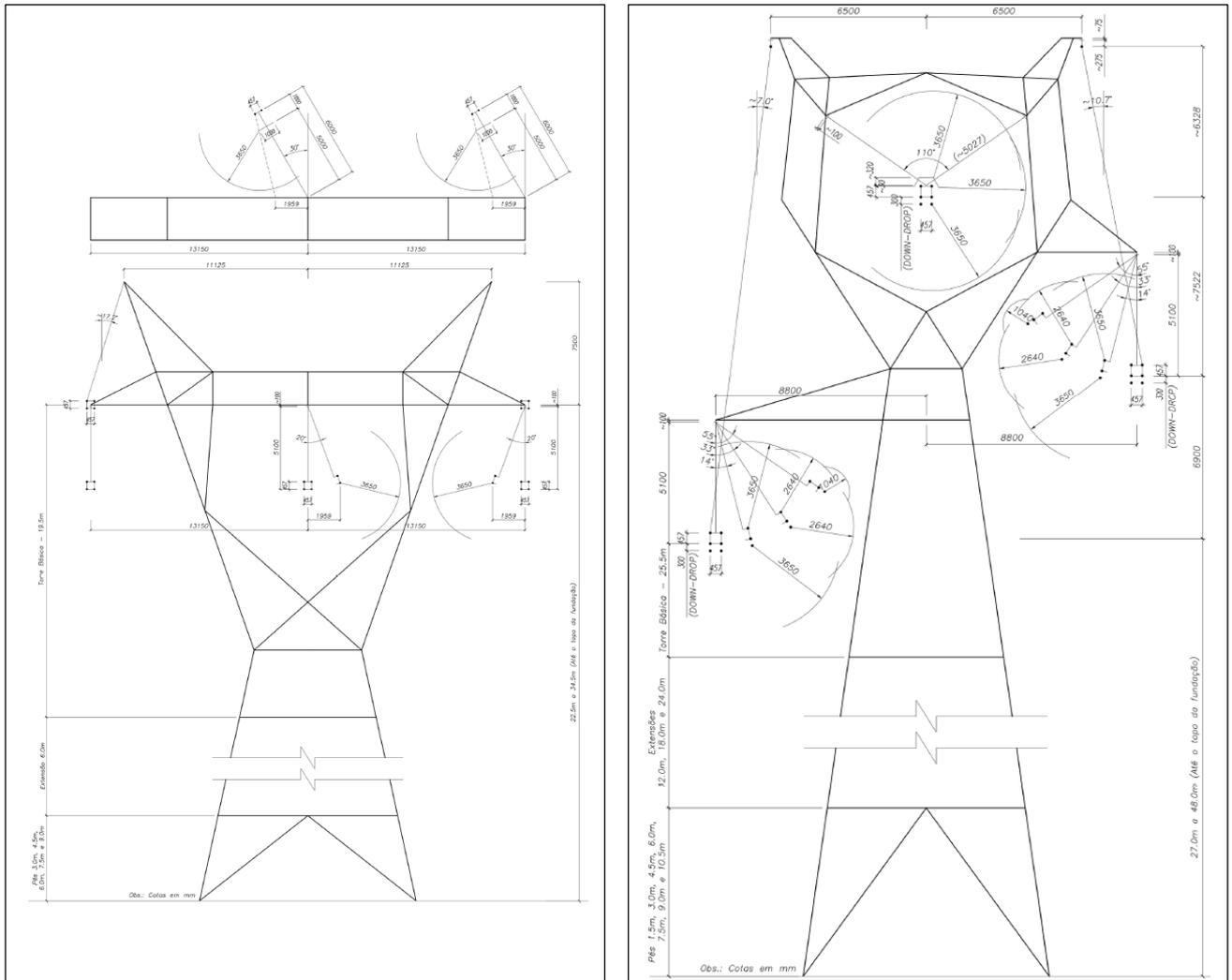


Figura 4.6. Silhueta das torres do tipo KSAT (à esquerda) e KSTR (à direita).

O projeto tem previsão estimada de construção de 469 torres de aço galvanizado, considerando que 64% serão do tipo estaiada (cerca de 299 torres) e 36% serão autoportantes (cerca de 170 torres). O vão médio entre torres será de 500m, sendo que o maior vão será de 994,89m, entre as torres 61/1 e 61/2, e o menor vão de 100,38m, entre as torres 0/1 e 0/2. A dimensão das bases de cada torre é de 19 x 13m para torres autoportantes, totalizando área de 247 m² cada, e de 60m x 38m e área de 2280 m² para torres estaiadas.

Com relação à altura, estima-se 38 a 60m para as torres estaiadas, 35 a 63m para as torres de suspensão autoportante leve, 35 a 69m para as torres de suspensão autoportante pesada e 30 a 48m para as torres autoportantes de ancoragem. As silhuetas dos diferentes tipos de torres previstos para o empreendimento constam no Projeto Básico e são apresentadas entre a Figura 4.3 e a Figura 4.6.

O alteamento de torres será adotado em pontos de maior sensibilidade em relação à vegetação, considerando a distância de segurança cabo-vegetação de 7m, conforme cálculos do Projeto Básico do empreendimento. O reposicionamento de torres de acordo com o traçado aprovado de forma a reduzir as interferências em fragmentos de vegetação mais preservada também poderá ser avaliado.

A localização precisa de cada torre será determinada na ocasião do Projeto Executivo, na fase de Requerimento de Licença de Instalação (LI), de acordo com levantamentos topográficos, condicionantes ambientais verificadas e normas técnicas, visando a menor interferência ambiental possível.

4.2.4 Fundação das Torres

A definição do tipo de fundação a ser utilizado é realizada com base nas características dos solos encontrados no local onde a estrutura será construída, previamente identificados nos ensaios geotécnicos realizados na fase de planejamento ao longo de todo eixo da LT. A seguir são apresentados modelos de fundações, considerando as estruturas estaiadas e autoportantes.

4.2.4.1 Estruturas Estaiadas

Para os mastros centrais das estruturas estaiadas, as fundações poderão ser executadas em sapatas pré-moldadas, em tubulão, em bloco com chumbadores e com estaca raiz.

As sapatas pré-moldadas (Figura 4.7) apresentam geometria única, variando as dimensões da placa pré-moldada de acordo com as características do solo. A solução em tubulão (Figura 4.7) constitui-se em elementos cilíndricos moldados *in loco*, em concreto armado, com dimensões e profundidades determinadas de acordo com as características do solo. Os blocos com chumbadores (Figura 4.8) são moldados *in loco* em concreto armado, com dimensões e profundidades determinadas de acordo com as características da rocha. Por sua vez, a solução em estaca raiz (Figura 4.8) é aplicada em solos de baixa capacidade de suporte. O bloco de coroamento da estaca é constituído por elementos moldados *in loco* em concreto armado, com o fuste acompanhando o ângulo de inclinação dos *stubs*. As dimensões do bloco variam por torre e a quantidade e profundidade de estacas são determinadas de acordo com as características do solo.

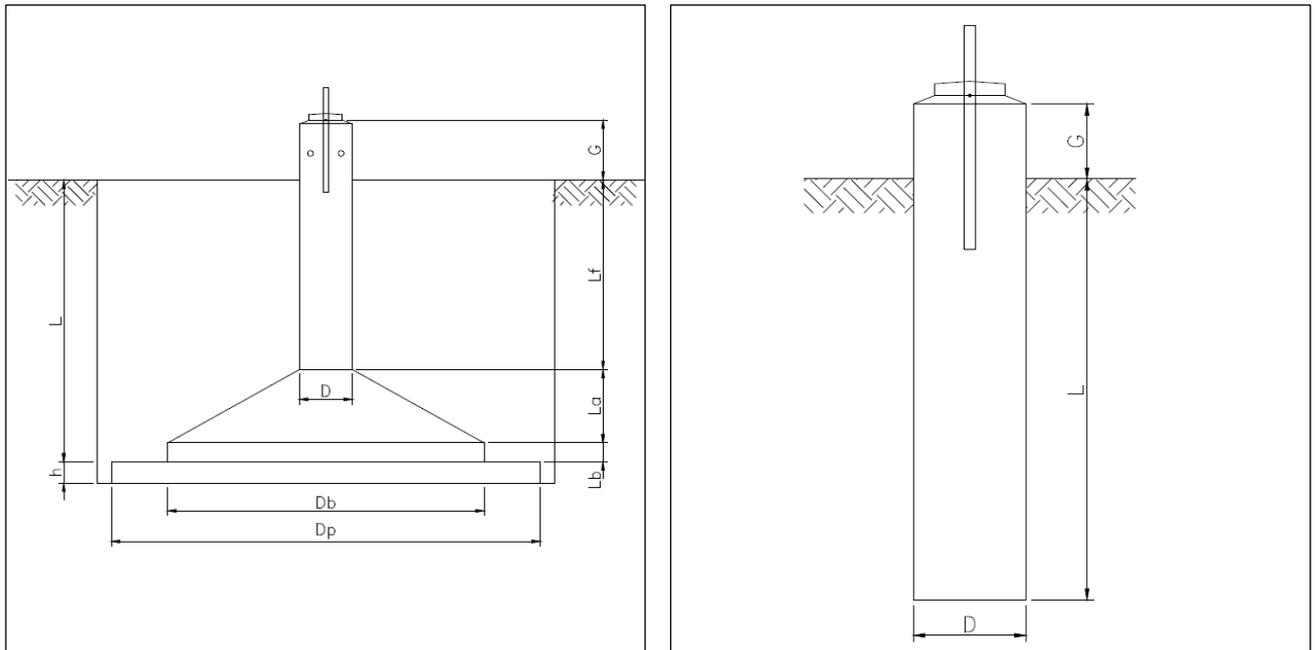


Figura 4.7. Tipos de fundação: sapata pré-moldada (à esquerda) e tubulão sem base alargada (à direita).

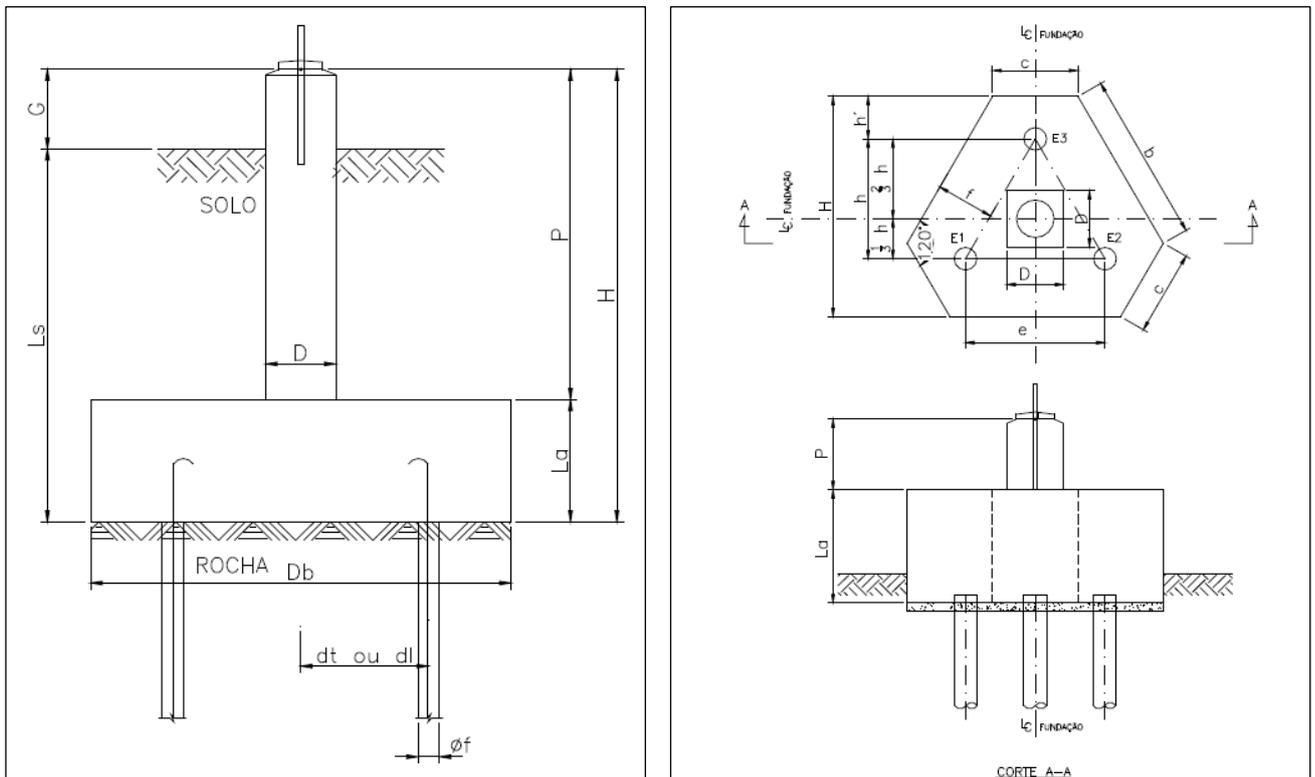


Figura 4.8. Tipos de fundações: bloco ancorado em rocha (à esquerda) e estaca raiz (à direita).

Além disso, para os estais deverão ser executadas fundações em vigas pré-moldadas e barra sem tricône. Os estais serão fixados às fundações por meio de sistema de ancoragem apropriado.

A solução em viga pré-moldada é constituída por um pré-moldado armado em formato de “L”, com dimensões e profundidades racionalmente determinadas e envolto em camada de regeneração de solo-cimento (Figura 4.9 e Figura 4.10). A solução em barra é ancorada na rocha com profundidades determinadas em função das características do elemento rochoso (Figura 4.11). A solução em tubulão constitui-se em elementos cilíndricos moldados *in loco*, em concreto armado, com dimensões e profundidades determinadas em função das características do solo, onde são fixadas as ancoragens (Figura 4.11).

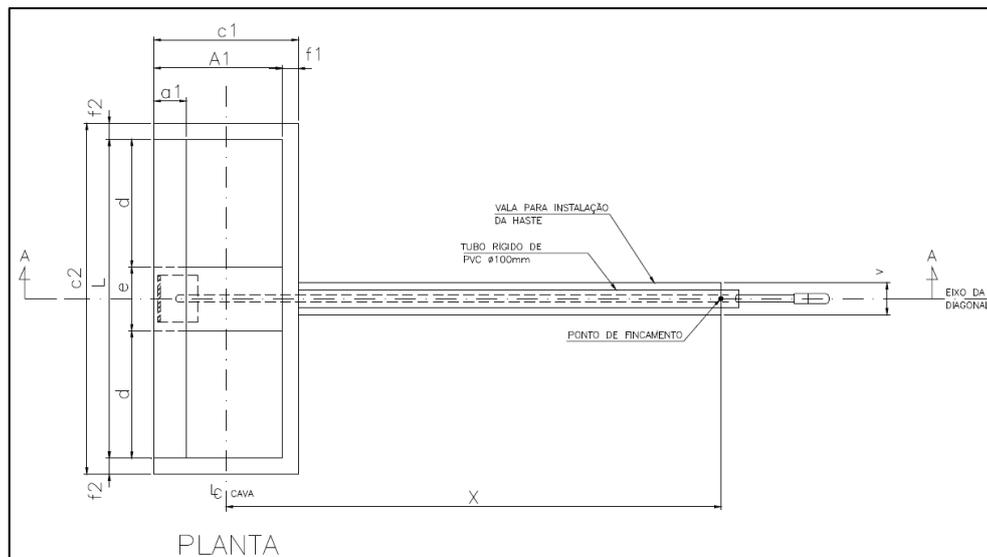


Figura 4.9. Viga pré-moldada para os estais com vista em planta.

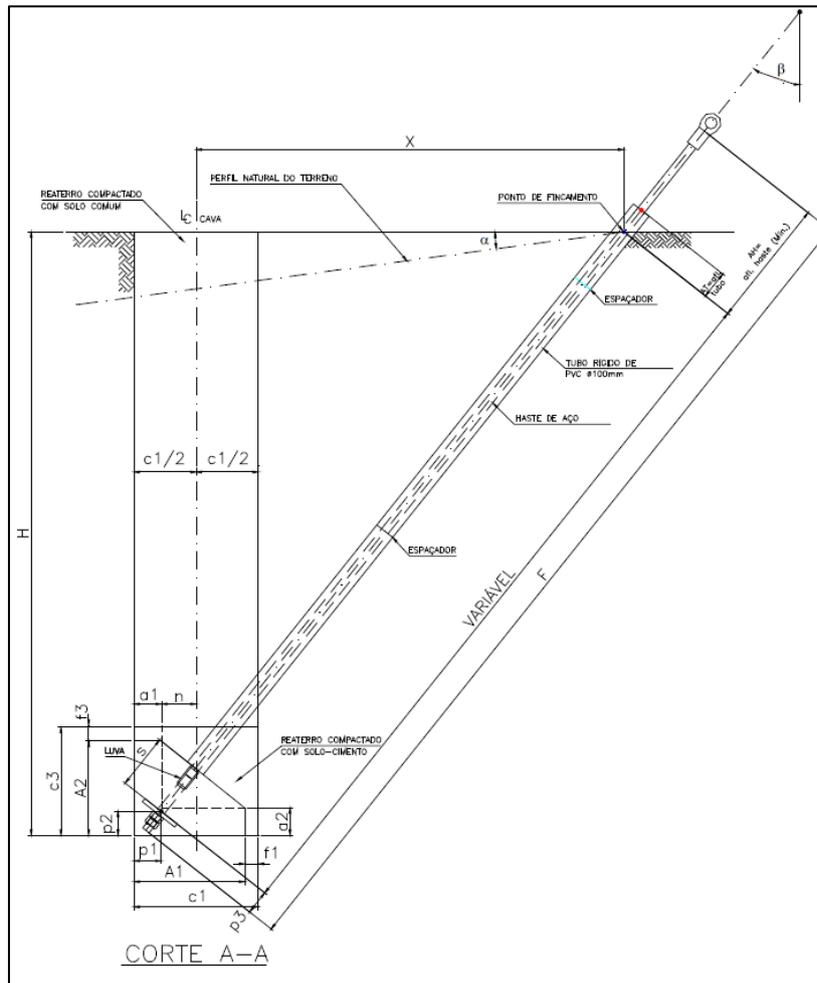


Figura 4.10. Viga pré-moldada para os estais com vista em corte.

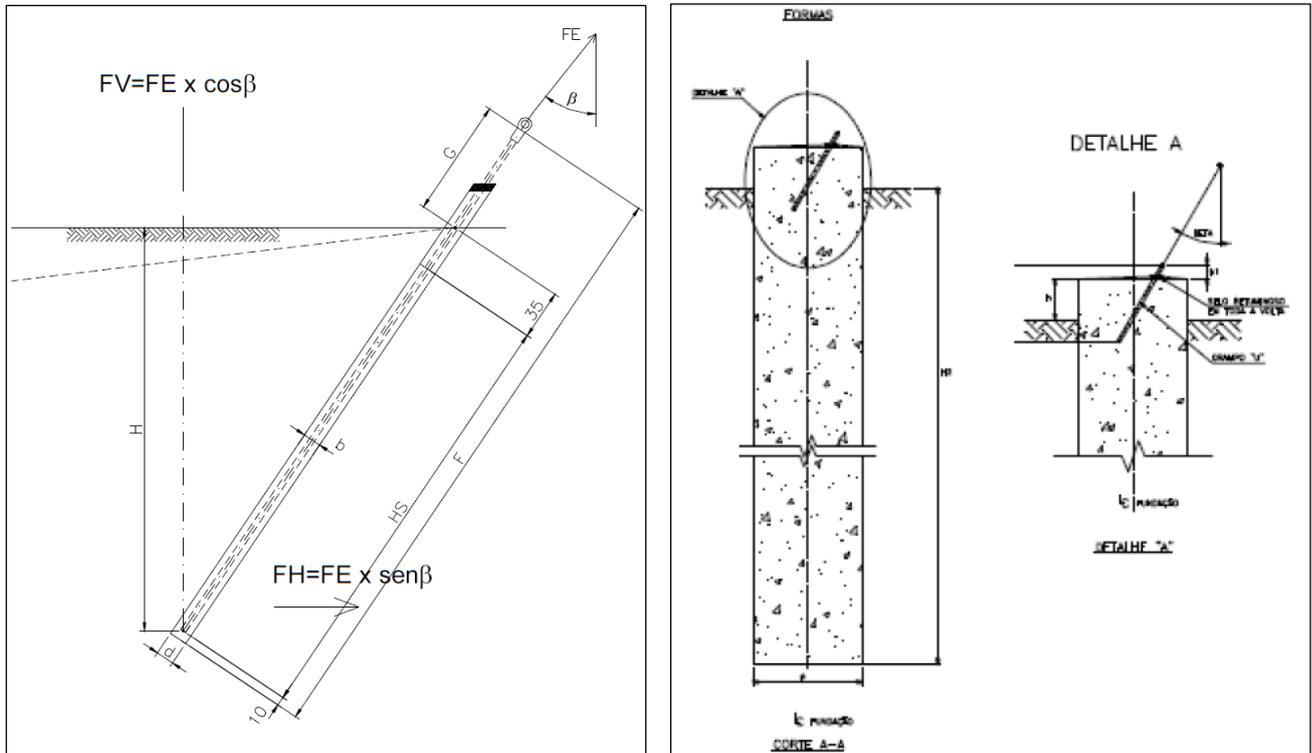


Figura 4.11. Barra sem tricô (à esquerda) e tubo (à direita) para estais.

4.2.4.2 Estruturas Autoportantes

As estruturas autoportantes previstas serão de suspensão e ancoragem. Suas fundações serão executadas em tubulões, sapatas, blocos ancorados em rocha ou estacas raiz. A escolha de cada tipo será definida em função das características do solo.

A solução em tubulões (Figura 4.12) é constituída por elementos moldados *in loco*, em concreto armado, com dimensões e profundidades racionalmente determinadas, onde são fixados os *stubs*. Os tubulões são cilíndricos, com dimensões e profundidades determinadas em função das características do solo.

A solução em sapatas (Figura 4.13) é constituída por elementos moldados *in loco*, em concreto armado, com o fuste acompanhando o ângulo de inclinação dos *stubs*. As dimensões e profundidades são determinadas em função das características do solo.

A solução em bloco com chumbadores (Figura 4.13) é moldada *in loco* em concreto armado, com dimensões e profundidades determinadas em função das características da rocha.

Por sua vez, a solução em estaca raiz (Figura 4.14) é adotada em solos de baixa capacidade de suporte. O bloco de coroamento da estaca é constituído por elementos moldados *in loco*, em concreto armado,

com o fuste acompanhando o ângulo de inclinação dos *stubs*. As dimensões do bloco variam por torre e, a quantidade e profundidade de estacas são determinadas em função das características do solo.

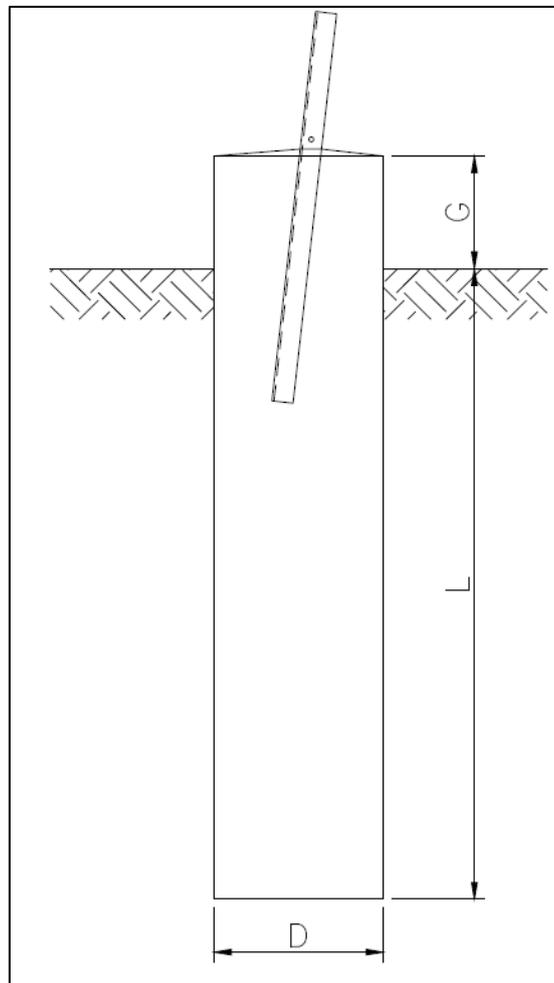


Figura 4.12. Fundação para estais em tubulão sem base alargada.

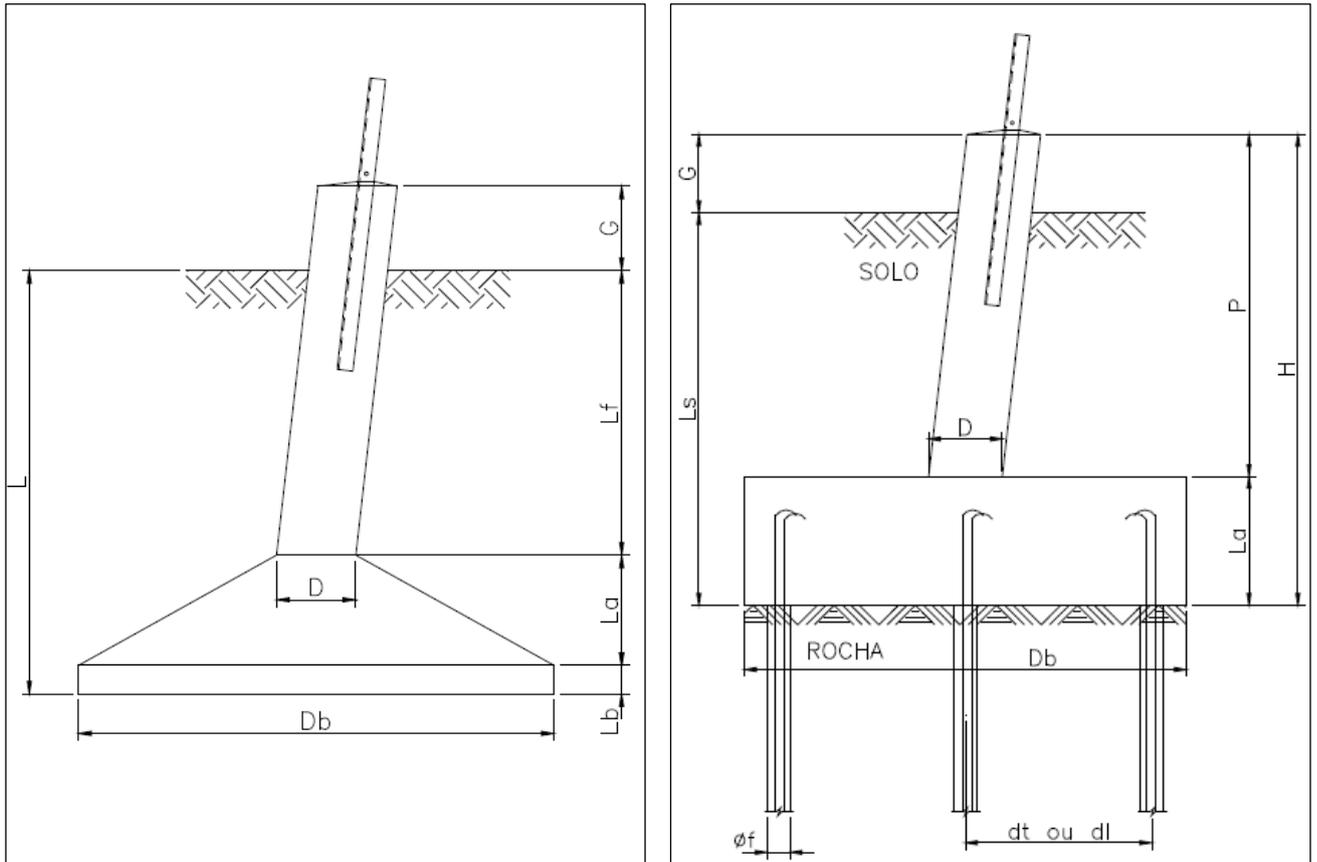


Figura 4.13. Fundação para estais em sapata (à esquerda) e bloco ancorado em rocha (à direita).

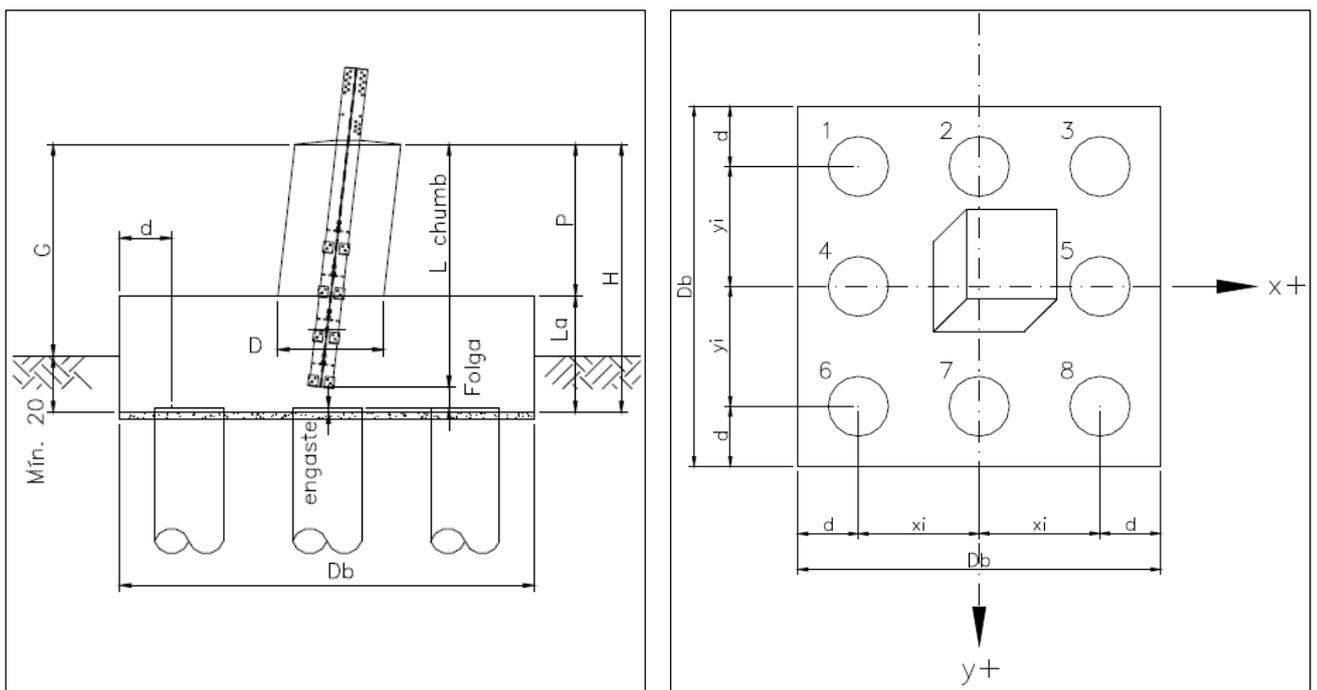


Figura 4.14. Fundação para estais com estaca raiz.

4.2.5 Cabos, Isoladores e Fios Contrapeso

Para a LT 525 kV será utilizado cabo condutor tipo CAL 998,7 kcmil / 61 Fios de Al Liga 1120 – 4 condutores por fase. As especificações técnicas para esses componentes são apresentadas no Quadro 4.5.

Quadro 4.5. Especificações técnicas dos cabos condutores da LT 525 kV Capivari do Sul – Siderópolis 2.

Característica	LT 525 kV Capivari do Sul – Siderópolis 2
Tipo	CAL (AAAC) - 4 por fase
Bitola (MCM)	998,7 kcmil
Formação	61 fios
Área total (mm ²)	506,04
Peso unitário (kgf/m)	1,394
Diâmetro (mm)	29,25
Carga de ruptura (GA) (kgf)	11.625

A principal função do cabo para-raios é assegurar o bom desempenho da transmissão em caso de descargas atmosféricas incidentes na linha. Os para-raios serão aterrados em todas as estruturas e conectados às malhas de terra das Subestações. Os dados técnicos desses cabos estão apresentados no Quadro 4.6.

Quadro 4.6. Especificações técnicas dos cabos para-raios da LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2.

Descrição	Unidade	Cabo de Aço 3/8 SM
Formação	fios	7
Diâmetro Nominal do Cabo	mm	9,52
Área	mm ²	51,14
Peso	kg/m	0,407
Carga Mínima de Ruptura	Kgf	6990
Classe de Galvanização	-	B
Módulo de Elasticidade Final	kgf/cm ²	16988
Coefficiente de Dilatação Térmica Final	°C-1	0,1152e-4

Os condutores de energia necessitam de isolamento elétrico de seus suportes e do solo, o que, nas linhas aéreas de transmissão, é feito basicamente pelo ar, auxiliado por isoladores. Na LT 525 kV serão utilizados isoladores de vidro, com carga de ruptura eletromecânica de 210 kN.

O sistema de aterramento a ser utilizado será constituído por 4 cabos contrapesos em disposição radial, de aço galvanizado 3/8" SM, com comprimento total de cabos contrapeso igual a 100 m.

A finalidade do fio contrapeso é proporcionar um caminho de escoamento para a terra das descargas atmosféricas ou sobre-tensões decorrentes da operação do sistema. O aterramento constitui um fator primordial para a melhor operação dos sistemas elétricos e sua segurança.

4.2.6 Distâncias de Segurança

Em conformidade com a ABNT NBR 5422:1985 – Projeto de Linhas Aéreas de Transmissão de Energia Elétrica, os afastamentos de segurança a serem adotados na LT 525 kV são apresentados no Quadro 4.7 a seguir.

Quadro 4.7. Distâncias de segurança adotadas na LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2, de acordo com a NBR 5.422/1985.

Natureza da região ou obstáculo atravessado pela linha ou que dela se aproxime	Distância básica “a” (m)	Distância adotada
Locais acessíveis apenas a pedestres	6,0	11,5
Locais onde circulam máquinas agrícolas	6,5	11,5
Rodovias, ruas e avenidas	8,0	11,5
Ferrovias não eletrificadas	9,0	12,0
Ferrovias eletrificadas ou com previsão de eletrificação	12,0	15,0
Suporte de linha pertencente à ferrovia	4,0	7,0
Águas navegáveis ¹	H+2	H + 4,7
Águas não navegáveis	6,0	11,5
Linhas de energia elétrica (cabo para-raios)	1,2	4,0
Linhas de telecomunicações	1,8	5,0
Telhados e terraços	4,0	7,0
Paredes	3,0	6,0
Paredes cegas	-	6,0
Instalações transportadoras	3,0	6,0
Veículos rodoviários e ferroviários	3,0	6,0
Vegetação de preservação ²	4,0	7,0

¹ H = Altura máxima autorizada da embarcação. ² Distância a ser medida do ponto mais alto da copa das árvores.

4.2.7 Distúrbios e Interferências

De acordo com os campos eletromagnéticos gerados pelas linhas de transmissão, podem ocorrer distúrbios como rádio interferência e ruídos audíveis. Esse fenômeno afeta a qualidade de recepção de sinal de equipamentos como rádios e televisores, causando zumbidos e estalos. Para evitar ou minimizar tais interferências, o dimensionamento da faixa de servidão é realizado de acordo com a tensão da linha, compatibilizando o alcance de tais distúrbios às áreas atingidas e aos níveis permitidos pelas normas técnicas (Quadro 4.4).

4.2.8 Travessias sobre Instalações de Infra-estrutura

Todas as travessias ou interferências transpostas pelas linhas são realizadas mediante construção de empancadura (Figura 4.15), ou seja, de estrutura constituída por suporte de madeira tipo jirau usada para proteger e não prejudicar a operação de ferrovias, rodovias ou outras linhas de transmissão e distribuição durante a construção da LT.



Figura 4.15. Empacadura utilizada durante o procedimento de lançamento de cabos.

O empreendimento prevê a travessia sobre rodovias, estradas vicinais, linhas de transmissão de energia, bem como sobre oleodutos, gasodutos e uma ferrovia. As travessias sobre instalações de infra-estrutura previstas para a LT 525 kV são detalhadas no Quadro 4.8.

Quadro 4.8. Travessias sobre instalações de infra-estrutura previstas pela LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2.

Instalação identificada	Trecho da LT		Município	UF	Coordenadas UTM – 22S	
	Início	Final			E	N
Rodovia RS-101	1/1	1/2	Capivari do Sul	RS	555544	6670006
Linha de Transmissão (Figura 4.16)	7/1	7/2	Osório	RS	560271	6672822
Linha de Transmissão (Figura 4.16)	7/1	7/2	Osório	RS	560312	6672858
Linha de Transmissão 230 kV Osório 2 - Atlântica C1	9/2	10/1	Cidreira	RS	562824	6674644
Linha de Transmissão 230 kV Capivari do Sul - Osório 3 C1	17/1	17/2	Tramandaí	RS	568344	6678615
Oleoduto OSCAN 22	22/2	22/3	Osório	RS	572523	6682558
Oleoduto OSCAN 16	22/2	22/3	Osório	RS	572530	6682581
Linha de Transmissão (Figura 4.17)	23/1	23/2	Osório	RS	577545	6688159
Rodovia RS-030	26/1	26/2	Osório	RS	573899	6685684
Linha de Transmissão (Figura 4.18)	31/1	31/2	Osório	RS	586838	6694450
Linha de Transmissão 230 kV Atlântida 2 - Gravataí 3 C1	42/2	43/1	Osório	RS	586794	6694373
Linha de Transmissão 230 kV Atlântida 2 - Osório 2 C1	42/2	43/1	Osório	RS	586802	6694386
Rodovia RS-389	43/1	43/2	Osório	RS	586941	6694863
Rodovia RS-407	54/1	55/1	Maquiné	RS	587093	6705795
Rodovia BR-101	66/2	67/1	Maquiné	RS	582305	6715962
Rodovia RS-486	83/1	84/1	Terra de Areia	RS	589860	6730068
Rodovia RS-417	87/1	87/2	Três Forquilhas	RS	593582	6732355
Rodovia RS-494	106/2	107/1	Três Cachoeiras	RS	605535	6746904
Rodovia BR-453	122/2	123/1	Torres	RS	613828	6760169
Rodovia SC-290	129/1	129/2	São João do Sul	SC	618668	6765062
Linha de Transmissão 230 kV Torres 2 - Forquilha	129/2	130/1	São João do Sul	SC	618894	6765290
Linha de Transmissão 230 kV Torres 2 - Forquilha	136/2	136/3	São João do Sul	SC	620440	6771185

Instalação identificada	Trecho da LT		Município	UF	Coordenadas UTM – 22S	
	Início	Final			E	N
Rodovia SC-449	150/1	150/2	Sombrio	SC	626580	6783143
Linha de Transmissão 230 kV Torres 2 - Forquilha	153/1	153/2	Sombrio	SC	628378	6785468
Rodovia SC-285	160/2	161/1	Ermo	SC	632761	6791555
Linha de Transmissão (Figura 4.19)	161/2	162/1	Ermo	SC	633431	6792113
Linha de Transmissão 69 kV SE-Turvo - SE-Araranguá (Celesc)	171/2	172/1	Turvo	SC	637426	6800911
Rodovia SC-447	176/1	176/2	Meleiro	SC	639600	6804685
Rodovia SC-108	187/3	187/4	Forquilha	SC	643647	6815707
Linha de Transmissão 138 kV SE-Forquilha 2 - SE-Forquilha (Celesc)	190/1	190/2	Forquilha	SC	644949	6817939
Rodovia Vicente Langer	190/3	190/4	Forquilha	SC	645162	6818269
Rodovia dos Imigrantes Poloneses	190/4	191/1	Forquilha	SC	645257	6818535
Linha de Transmissão 69 kV CD - Coopera	192/3	192/4	Forquilha	SC	645573	6819964
Rodovia Linha Eyng	194/1	194/3	Forquilha	SC	646072	6821595
Rodovia SC-443	196/3	196/4	Nova Veneza	SC	647231	6823382
Rodovia Giacom Destro	202/1	202/2	Nova Veneza	SC	647488	6828679
Gasoduto (SCGÁS)	202/1	202/2	Nova Veneza	SC	647668	6828889
Rodovia SC-446	202/1	202/2	Nova Veneza	SC	647673	6828893
Gasoduto GASBOL (Siderópolis – Porto Alegre)	204/3	205/1	Nova Veneza	SC	648905	6831081
Rodovia Ângelo Moro	206/4	207/1	Siderópolis	SC	650598	6832256
Linha de Transmissão 230 kV Forquilha - Siderópolis C1	211/1	211/2	Siderópolis	SC	653765	6834637
Rodovia SC-445	211/1	211/2	Siderópolis	SC	653770	6834644
Gasoduto (SCGÁS)	211/1	211/2	Siderópolis	SC	653773	6834650
Ferrovia Rio Fiorita	211/3	211/4	Siderópolis	SC	654097	6834787
Linha de Transmissão	212/1	213/1	Siderópolis	SC	655138	6835221
Rodovia SC-445	214/1	214/2	Siderópolis	SC	656213	6836274
Linha de Transmissão (Figura 4.20)	214/1	214/2	Siderópolis	SC	656321	6836385
Linha de Transmissão 230 kV Siderópolis 2 - Siderópolis C1 C2 (CD)	214/2	215/1	Siderópolis	SC	656624	6836688
Linha de Transmissão (Figura 4.21)	215/3	216/1	Siderópolis	SC	657233	6837864

Algumas das linhas de transmissão indicadas no Quadro 4.8, com denominação não identificada, estão apresentadas na Figura 4.16 à Figura 4.21.



Figura 4.16. Registro das LTs (paralelas) que serão atravessadas pela LT 525 kV em Osório/RS. Fonte: Google Earth (2023).



Figura 4.17. Registro da LT que será atravessada pela LT 525 kV em Osório/RS. Fonte: Google Earth (2023).



Figura 4.18. Registro da LT que será atravessada pela LT 525 kV em Osório/RS. Fonte: Google Earth (2023).



Figura 4.19. Registro da LT que será atravessada pela LT 525 kV em Ermo/SC. Fonte: Google Earth (2023).



Figura 4.20. Registro da LT que será atravessada pela LT 525 kV em Siderópolis/SC. Fonte: Google Earth (2023).

Figura 4.21. Registro da LT que será atravessada pela LT 525 kV em Siderópolis/SC. Fonte: Google Earth (2023).

As principais travessias da LT 525 kV sobre cursos d'água são indicadas no Quadro 4.9 a seguir.

Quadro 4.9. Principais travessias da LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 sobre cursos d'água.

Curso d'água identificado	Município	UF	Coordenadas UTM – 22S	
			E	N
Rio Tramandaí/Rio Três Forquilhas	Imbé	RS	582246	6690060
Rio Tramandaí/Rio Três Forquilhas	Imbé	RS	582387	6690114
Rio Tramandaí/Rio Três Forquilhas	Xangri-Lá/Maquiné	RS	587782	6704405
Rio Forqueta/Rio Maquiné	Maquiné	RS	582988	6711371
Rio Sanga Funda	Terra de Areia	RS	586501	6721823
Rio Três Forquilhas	Terra de Areia	RS	590291	6730306
Rio Três Forquilhas	Terra de Areia	RS	591788	6731138
Rio Três Forquilhas	Terra de Areia	RS	592512	6731538
Rio Cardoso	Três Cachoeiras	RS	601736	6742480
Rio das Pacas	Morrinhos do Sul/Dom Pedro de Alcântara	RS	607656	6750376
Rio do Forno	Dom Pedro de Alcântara/Torres	RS	610459	6756539
Rio do Forno	Torres	RS	612130	6758447
Rio do Forno	Torres	RS	612290	6758608
Rio Verde	Torres/São João do Sul	RS/SC	614247	6760590
Rio do Sertão	São João do Sul	SC	616698	6763068
Rio Sanga da Madeira	São João do Sul	SC	618744	6765134
Rio da Laje	Sombrio	SC	627799	6784671
Rio Itoupava	Araranguá	SC	636756	6797927
Rio Jundiá	Meleiro/Turvo	SC	637751	6801619
Rio Manoel Alves	Meleiro	SC	640054	6805894
Rio do Cedro	Meleiro/Forquilha	SC	641959	6810375
Rio São Bento	Forquilha	SC	646329	6821901
Rio Mãe Luzia	Nova Veneza	SC	647518	6828711

Nota: Nomenclatura dos cursos d'água segundo bases vetoriais de hidrografia da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

Os critérios de projeto adotados para minimizar a interferência direta sobre as instalações são apresentados no Quadro 4.10.

Quadro 4.10. Critérios de projeto para cruzamento de interferências.

Interferências	Critério de projeto
Estradas de rodagem e linhas de transmissão	Ângulo mínimo de cruzamento: 15º
Ferrovias, linhas telefônicas, de rádio, televisão ou telefonia, canalizações subterrâneas	Ângulo mínimo de cruzamento: 60º
Cursos d'água navegáveis	Afastamento mínimo 20,0 m da borda

Com relação a pivôs centrais de irrigação, em consulta à base de dados georreferenciada “Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil”, escala 1:50.000, da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA (2019), não ocorrem áreas de irrigação com uso de pivôs centrais na área de abrangência do empreendimento.

Quanto à intervenção em aeródromos registra-se que, embora esteja a uma distância de cerca de 9km do Aeroporto de Torres, a LT intercepta a Superfície Horizontal Externa, conforme registros georreferenciados do DECEA – Departamento de Controle do Espaço Aéreo¹. A representação gráfica das áreas de interferência relacionadas a aeródromos na área consta no capítulo de diagnóstico socioambiental do meio socioeconômico. De acordo com o MINISTÉRIO DA DEFESA COMANDO DA AERONÁUTICA/DCEA (2020): “A superfície horizontal externa tem por finalidade identificar objetos localizados nas vizinhanças de um aeródromo que possam oferecer perigo às operações sob regras de voo por instrumentos”. Portanto, vale ressaltar, nesse caso, que as devidas restrições deverão ser verificadas junto aos órgãos responsáveis pelo controle do espaço aéreo, principalmente em relação às restrições e sinalizações nas referidas áreas.

4.3 DETALHAMENTO DAS SUBESTAÇÕES

4.3.1 Subestação Capivari do Sul

A Subestação Capivari do Sul localiza-se no município homônimo, no estado do Rio Grande do Sul e prevê operação nas tensões de 500 kV, 230 kV e 138 kV. O principal objetivo dessa subestação é a integração do potencial eólico do Rio Grande do Sul, gerando condições de qualidade e confiabilidade ao Sistema Interligado Nacional – SIN.

A SE integrou o Lote 13 do Leilão nº 004/2018 da ANEEL, juntamente com outras três linhas de transmissão, cujo vencedor foi a Sterlite Brasil Projetos de Transmissão de Energia. A SE encontra-se em

¹ Portal GEOAISWEB, disponível em: <https://geoaisweb.decea.mil.br/>.

operação, com licença concedida em 28/12/2022 pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM), sob LO nº 04457/2022, ao empreendedor Pampa Transmissão de Energia S.A, válida até 28/12/2027. A LO é apresentada no Anexo 4.1.

Conforme a licença de operação supracitada,

o Projeto está inserido na área de 90.625 m² para SE Capivari do Sul, localizada no ponto - 30,10499400° -50,43615100°, com a operação de 04 (quatro) Reatores Monofásicos de Linha de 33,3 Mvar, 07 (sete) Reatores Monofásicos de Barra de 33,3 Mvar, 07 (sete) Unidades de Transformação de 224 MVA cada no setor de 525 kV e 02 (duas) Unidades de Transformação de 100 MVA cada no setor 230kV, em área energizada de 90.625 m², em terreno com 312.860 m².

Nessa SE, será realizada a implantação de *bay* referente à LT 525 kV Capivari do Sul – Siderópolis 2, compreendendo os seguintes equipamentos principais:

- 1 Módulo de Interligação de Barras;
- 1 Módulo de Entrada de Linha – DJM;
- 4 Reatores de Linha Monofásicos de 33,3 MVAR; e
- 1 Módulo de Conexão de Reator de Linha 525kV sem disjuntor.

A planta geral e arranjo da subestação Capivari do Sul, com destaque às áreas de intervenção relacionadas à implantação da LT 525 kV proveniente do Lote 14 do Leilão nº 04/2018 da ANEEL encontra-se no Anexo 4.2.

4.3.2 Subestação Siderópolis 2

A SE Siderópolis 2 é integrante do Lote 21 do Leilão nº 005/2016 da ANEEL, de responsabilidade da EDP Transmissão Aliança SC, composta pela EDP – Energias do Brasil e da Celesc Geração S.A. Localizada no município de Siderópolis/SC, a subestação foi alvo de licenciamento ambiental via IMA – Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina, sob Licença Ambiental de Operação nº 7967/2021, apresentada no Anexo 4.3.

A SE tem área de 18,50ha e opera nas tensões 500 e 230 kV, com capacidade de transformação de 672 MW, proporcionando uma nova interligação do estado de Santa Catarina à malha elétrica de 500 kV, o segmento elétrico mais importante do SIN (EDP, 2021).

Similarmente à SE Capivari do Sul, nessa SE deve ser instalado o *bay* de conexão à LT 525 kV Capivari do Sul – Siderópolis 2. Para tanto, estão previstas as seguintes intervenções, com obras a serem realizadas na área licenciada como parte do Lote 21 do Leilão nº 005/2016 da ANEEL:

- 1 Módulo de Entrada de Linha – DJM em 525kV;
- 4 Reatores de Linha Monofásica de 33,3 MVar em 525kV;
- 1 Módulo de Conexão de Reator de Linha 525kV com disjuntor.

A planta geral e arranjo da subestação Siderópolis 2, com destaque às áreas de intervenção relacionadas à implantação da LT 525 kV proveniente do Lote 14 do Leilão nº 04/2018 da ANEEL encontra-se no Anexo 4.4.

4.4 MEDIDAS DE SEGURANÇA

4.4.1 Restrições de Uso e Ocupação do Solo

Na faixa de servidão, alguns usos devem ser restritos, de forma que seja garantida a segurança das instalações da linha e das pessoas que convivem com ela. Nesse viés, são aplicáveis medidas restritivas para as atividades a serem realizadas nessa área, conforme preconizado na Norma ABNT NBR 5.422/1985, a saber:

- Plantio de árvores de grande porte, como silvicultura (eucaliptos, pinos, entre outras) e frutíferas como mangueira e abacateiro, por exemplo;
- Agricultura de culturas que facilitem a ocorrência de queimadas, como cana-de-açúcar;
- Construções e benfeitorias;
- Utilização de arados ou quaisquer apetrechos agrícolas de grande porte;
- Realização de queimadas ou fogueiras;
- Utilização de pivô-central de irrigação;
- Instalação de bombas ou equipamentos eletromecânicos; e
- Depósito de materiais inflamáveis sob a LT.

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. São atividades permitidas nos limites da faixa de servidão:

- Criação de gado e de pastagem;
- Cultivo de lavouras de pequeno porte;
- Construção de porteiros e cercas, desde que aterradas; e
- Plantação de árvores de pequeno porte.

4.4.2 Acidentes e Medidas de Segurança Relacionados à Implantação do Empreendimento

A fase de obras é considerada a de maior potencial de risco de ocorrência de acidentes devido ao número de trabalhadores e da demanda de serviços. Nesta fase, poderão ocorrer acidentes laborais e acidentes ambientais, uma vez que trabalhadores, insumos, máquinas e equipamentos serão transportados diariamente até a frente de obras. Além dos trabalhadores, tais acidentes podem afetar diretamente a fauna e flora local, o solo e os recursos hídricos. Portanto, nesta fase deverão ser previstos maiores esforços relacionados à saúde e segurança do trabalhador, além de recursos contra acidentes relacionados ao meio ambiente.

Diante da modalidade das obras previstas, é possível a ocorrência dos seguintes tipos de acidentes: queda de altura; queda de objetos; lesão por esforço repetitivo; atropelamento; impacto e colisões causadas por veículos e equipamentos; choques elétricos; tombos; cortes e lacerações; ofidismo e dermatoses, alergias e complicações (contato com produtos químicos).

Com relação a ocorrências envolvendo emergências ambientais, para as obras previstas poderão ocorrer derramamento e vazamento de produtos químicos e oleosos. Estes cenários são previstos durante a execução de atividades envolvendo o manuseio de equipamentos, a exemplo de abastecimento, transporte de produtos perigosos e manutenção de veículos e equipamentos. Outros eventos inesperados também poderão culminar na ocorrência de acidentes ambientais, como, por exemplo, colisões de veículos e rompimento de mangueiras de equipamentos movidos à óleo hidráulico (retroescavadeira, caminhão basculante etc.).

Os principais riscos potenciais relacionados a acidentes de trabalho na fase de implantação do empreendimento são apresentados no Quadro 4.11 a seguir.

Quadro 4.11. Potenciais acidentes relacionados à fase de implantação do empreendimento.

Atividades/Situações	Riscos	Medidas Preventivas
Atividades construtivas em geral.	Quedas, fraturas, ferimentos, mutilações, lesões permanentes e óbito do trabalhador.	- Utilização de EPIs; - Treinamentos de conscientização dos trabalhadores no que se refere aos cuidados com sua própria saúde/segurança.
Acidente de trânsito - durante o transporte de funcionários ou de insumos do canteiro ou pontos de apoio às frentes	Fraturas, ferimentos, lesões permanentes e óbito do trabalhador.	- Treinamentos de direção defensiva; - Treinamentos de conscientização; - Fiscalização no controle de velocidade.

Atividades/Situações	Riscos	Medidas Preventivas
de obra.		
Abastecimento e manutenção de veículos - Vazamento de produtos perigosos (óleo lubrificante, combustível).	- Intoxicação específica de acordo com o produto manipulado. - Contaminação de solo e/ou corpos hídricos.	- Treinamento e material de divulgação com instruções para realizar a manutenção dos equipamentos, de modo a evitar o vazamento de produtos perigosos; - Treinamento sobre as leis, regras e regulamentos de controle de poluição relacionados aos produtos utilizados; - Supervisão da manutenção dos equipamentos para garantir a eficiência dos serviços; - Armazenamento dos produtos perigosos em áreas apropriadas e isoladas da rede de drenagem através de barreiras físicas.
Gerenciamento de resíduos perigosos.	Intoxicação específica de acordo com o produto manipulado.	- Os resíduos perigosos, principalmente, deverão receber atenção especial para garantir a qualidade necessária à sua destinação (reciclagem, incineração ou disposição em aterros especiais) e assegurar que o meio ambiente não sofra nenhum dano em função do gerenciamento inadequado destes resíduos.
Atividades construtivas em geral/supressão de vegetação - Ataques de insetos (abelhas e marimbondos) podem ocorrer na execução de serviços em torres, subestações, serviços de supressão de árvores e outros.	Reações alérgicas, comprometimento de funções vitais e óbito do trabalhador.	- Utilização de EPIs; - Treinamentos de conscientização dos trabalhadores no que se refere aos cuidados com sua própria saúde/segurança.
Atividades construtivas em geral - Ataque de animais silvestres ou domésticos, sobretudo em regiões silvícolas e florestais.	Reações alérgicas, ferimentos, comprometimento de funções vitais e óbito do trabalhador.	- Utilização de EPIs; - Treinamentos de conscientização dos trabalhadores no que se refere aos cuidados com sua própria saúde/segurança.
Choque elétrico durante a travessia de cabos condutores sobre linhas existentes e energizadas.	Contrações musculares/tetanização, queimaduras (internas e externas), parada respiratória, parada cardíaca, eletrólise de tecidos, fibrilação cardíaca e óbito, quedas, batidas e queimaduras.	- Utilização de EPIs; - Desligamento da linha energizada; - Utilização de empancaduras.

4.4.3 Acidentes e Medidas de Segurança Relacionados à Operação do Empreendimento

Durante a fase operacional os riscos serão menores se comparados à fase de instalação, devido à redução substancial dos serviços e da mão de obra necessária. Durante a referida fase, os principais riscos de acidentes estão associados à queda de nível, choques elétricos e acidentes de trânsito. Acidentes ambientais durante a fase operacional de empreendimento voltados à transmissão de energia apresentam baixo potencial de ocorrência.

As principais medidas preventivas para esses potenciais acidentes são o uso de EPIs, treinamentos de conscientização com os trabalhadores e manutenção e fiscalização periódica de peças e acessórios da LT.

Ademais, além do respeito às distâncias elétricas apontadas no item 4.2.6, como medidas de segurança serão instalados sinalizadores e sistema de aterramento das estruturas.

4.4.4 Aterramento de Estruturas e Cercas

Todas as estruturas metálicas possuirão sistemas de aterramento, dimensionados para que os eventuais fluxos de corrente para a terra sejam dissipados adequadamente. Estes fluxos de corrente são originados por descargas atmosféricas ou mesmo pela ocorrência de curtos-circuitos ao longo da LT, embora, neste último caso, o sistema de proteção da LT elimine o curto-circuito rapidamente. Para a avaliação da suportabilidade contra descargas atmosféricas, foram feitos estudos específicos que são consolidados no Projeto Básico.

O dimensionamento do aterramento das estruturas é calculado a partir da instalação de dispositivos específicos junto às estruturas, considerando as características do solo. Os estudos da resistividade do solo são feitos simultaneamente aos estudos de solo relativos ao projeto de fundações. O sistema de aterramento dimensionado propiciará o desempenho adequado das instalações quando da ocorrência de eventos, mas, principalmente, garantirá a segurança para seres humanos e animais que se encontrem na faixa de servidão da LT em caso de ocorrência de curto-circuito ou de surtos atmosféricos.

O sistema de aterramento será constituído por ramais de fios contrapeso, de aço. De acordo com os resultados de medidas de resistividade oriundas do estudo dos solos, o material pode ser arranjado com a configuração A ou B, de 04 ou 06 ramais respectivamente. Os cabos contrapesos são conectados às cantoneiras de ancoragem dos pés das estruturas autoportantes e aos mastros e estais das estruturas estaiadas. Os ramais afastam-se das estruturas em formação radial até o limite da faixa de servidão, passando em seguida a correr paralelo aos limites da faixa.

Os cabos serão enterrados no solo com profundidade mínima de 50cm ou, em caso de terrenos sujeitos a agricultura mecanizada, a 80cm. Quando em locais de alta resistividade, os ramais de fio contrapeso podem ser complementados com hastes de aterramento, enterradas a uma profundidade de cerca de 3m.

Após a concretagem e cura das fundações, deve ser monitorada a resistência de aterramento de cada estrutura por pelo menos três dias após sua instalação, com condições climáticas favoráveis e solo seco. Esse monitoramento tem a finalidade de verificar se a resistividade do solo está adequada de acordo com os parâmetros do projeto para o correto funcionamento do sistema de aterramento.

As subestações terão sistema de proteção controlado por relés de proteção diferencial de linha, relés de proteção diferencial de barra, relés de tensão e relés de corrente, todos programados para a realização de testes em tempo real para identificação e correção de falhas devido a surtos de manobra, impulsos ou condições atmosféricas.

Além dos sistemas de aterramentos ligados às estruturas, inclui-se o aterramento de todas as cercas situadas no interior da faixa de servidão, como segue: i) ao longo e no interior da faixa de servidão as cercas deverão ser seccionadas e aterradas em intervalos regulares; ii) as cercas transversais à linha de transmissão serão seccionadas e aterradas nos limites da faixa de servidão; e iii) as cercas situadas entre o limite da faixa de servidão e 50m do eixo da LT serão seccionadas a intervalos máximos de 300m e aterradas nos pontos médios dos seccionamentos. Caso as cercas estejam seccionadas por porteiros ou outros tipos de passagem, estes dispositivos também deverão ser aterrados sob a LT.

Usualmente, o seccionamento é feito pela instalação de equipamento plástico no trecho de cerca interrompido, conforme Figura 4.22. Para o aterramento das cercas, após as amarrações com os arames da cerca, a extremidade do fio de aterramento deverá ser conectada a uma haste de aterramento por meio de parafuso e chapa de fixação, ou presilha bifilar.

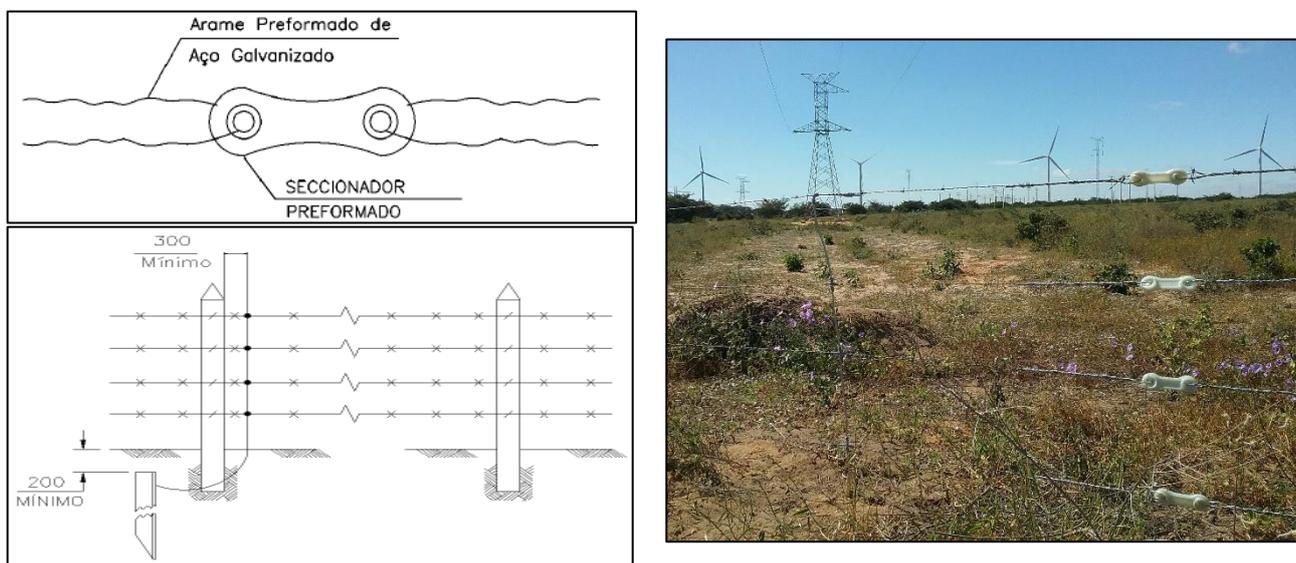


Figura 4.22. Seccionador e fio de aterramento em cerca (à esquerda) e aplicação das estruturas (à direita).

A instalação dos cabos contrapeso do sistema de aterramento deverá ser feita antes do lançamento dos cabos para-raios. Os suportes da linha deverão ser aterrados de maneira a tornar a resistência de aterramento compatível com o desempenho desejado e a segurança de terceiros. O aterramento deverá se restringir à faixa de segurança da LT e não interferir com outras instalações existentes e com atividades

desenvolvidas dentro da faixa. O lançamento dos cabos condutores somente deverá ocorrer após a instalação dos cabos para-raios.

4.4.5 Sinalizadores

O uso de esferas de sinalização está previsto nos trechos de travessias de rodovias, linhas de transmissão e rios, com indicação de locais específicos a partir do projeto de sinalização. As esferas serão de resina de poliéster reforçada com fibra de vidro, com acabamento em esmalte poliuretânico alifático e devem resistir ao tempo, poluição e absorver os raios ultravioleta. Terão diâmetro de 600 mm, nas cores Laranja FAB (ref. Munsell 2,5 YR 6/14) ou Vermelha (ref. Munsell 5R 4/14).

4.5 PLANEJAMENTO E IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

As principais atividades relacionadas ao planejamento e implantação da LT 525 kV, bem como aspectos construtivos e métodos executivos, serão abordados nos tópicos a seguir.

4.5.1 Levantamento Topográfico e Cadastral

O levantamento topográfico contempla, principalmente, a localização de áreas para construção das torres, considerando diversos aspectos construtivos, estruturais, operacionais e socioambientais. Além disso, os serviços topográficos incluem os levantamentos de campo necessários à locação definitiva do eixo da linha de transmissão e posicionamento das torres.

O cadastro fundiário, por sua vez, consiste no levantamento dos proprietários dos imóveis abrangidos pelo empreendimento e sua faixa de servidão, para fins de realização de acordo para arrendamento nas áreas abrangidas pelas estruturas do empreendimento.

4.5.2 Delimitação da Faixa de Servidão

Para a implantação da faixa de servidão é necessária a liberação fundiária do corredor de 60m de largura. As áreas localizadas na projeção da faixa de servidão serão consideradas em regime de servidão e terão sua demarcação estabelecida por Decreto de Utilidade Pública (DUP). Os proprietários afetados serão contatados para solicitação de Autorização de Passagem para a Linha de Transmissão e serão indenizados de acordo com o tipo de servidão, que poderá ser de passagem da linha, ou permanente, no caso das torres.

Ressalta-se que a negociação com os proprietários deverá transcorrer de forma direta com cada um, adotando-se sempre o diálogo e a busca de acordos amigáveis. Todos os bens existentes na faixa de servidão, compreendendo as terras e benfeitorias, cuja permanência seja incompatível com o empreendimento, são avaliados e indenizados pelos preços de mercado. O valor médio da terra nua (sem benfeitorias) será pesquisado em todos os municípios por onde a LT deverá passar.

Adota-se a ABNT NBR 14.653:2004 – Avaliação de Bens Imóveis, pela qual se apura o preço médio local do hectare. A partir das pesquisas realizadas, deverão ser estabelecidos valores mínimos, máximos e médios para a terra nua (VTN). Calculam-se então os valores, considerando os eventuais danos e restrições de uso do solo a serem causados pela LT. No caso de benfeitorias e de alterações que possam vir a ocorrer nas lavouras, todas são quantificadas e indenizadas. O valor da produção agrícola existente na faixa de servidão será calculado de acordo com a produtividade de cada cultura e os preços médios praticados em cada município.

No caso de a LT passar por Projetos de Assentamentos, os assentados que tiverem a titularidade da terra firmarão os contratos de servidão administrativa diretamente com o empreendedor, mas sempre com a devida ciência do INCRA. Já no caso do assentado que não tenha a titulação da terra, o contrato deverá ser firmado com o INCRA. Portanto, as regras de restrições ao uso do solo serão as mesmas para todos os residentes no entorno da linha de transmissão e das torres.

O projeto de implantação da faixa de servidão é de responsabilidade do empreendedor e compreende as seguintes etapas: definição da faixa de servidão; realização de cadastros topográficos e cadastrais; pesquisa sobre valores imobiliários da região; avaliação das indenizações junto aos proprietários; realização de acordos com os proprietários ou Ação Judicial; emissão de Decreto de Utilidade Pública; registro de escritura pública de servidão de passagem por propriedade.

4.5.3 Contratação de Mão-de-Obra

A quantidade de mão de obra estimada para a implantação da LT será de 387 trabalhadores por mês em média, com previsão de 635 trabalhadores no mês 10, correspondente ao pico das obras, conforme o histograma das obras (Figura 4.23). Do total, estima-se que 50% dos trabalhadores consistirão em mão de obra especializada e 50% não especializada. Contudo, o somatório corresponde ao total de postos de trabalho disponíveis. Dessa forma, um mesmo trabalhador, ao finalizar uma atividade, pode exercer outro serviço em etapa posterior da implantação da LT. A previsão de efetivo para as atividades de implantação da LT é apresentada no Quadro 4.12.

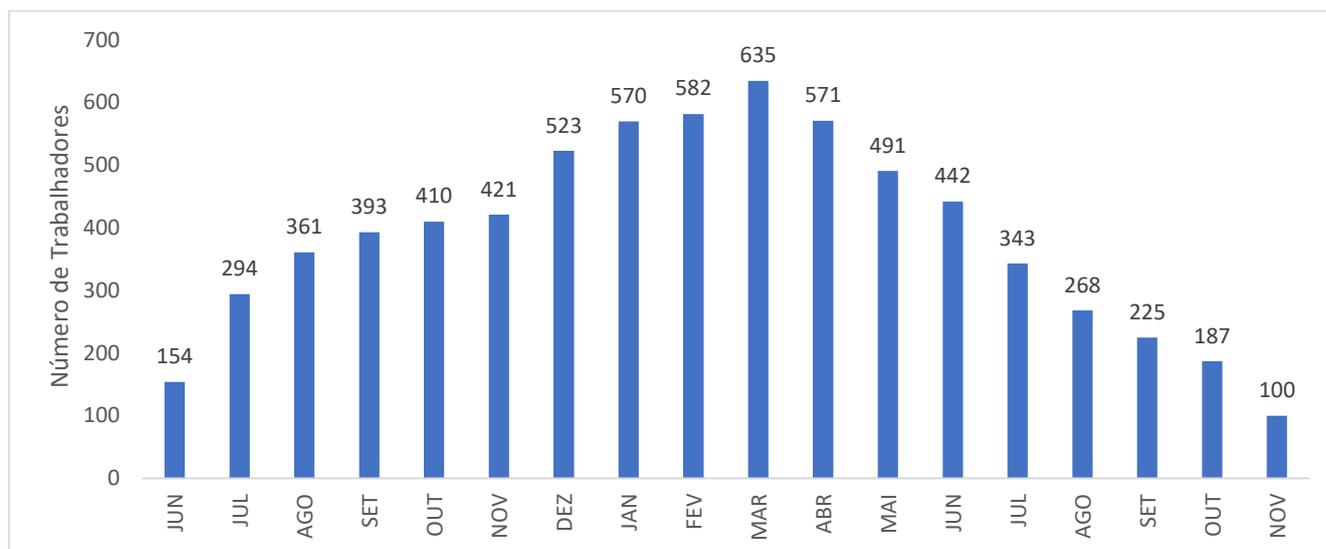


Figura 4.23. Histograma de mão-de-obra da LT 525 kV Capivari do Sul – Siderópolis 2.

A mão de obra local será priorizada para a formação da equipe não especializada, com a finalidade de minimizar a instalação de trabalhadores oriundos de outras localidades e de maximizar a geração de empregos na região do empreendimento. As Prefeituras dos municípios interceptados pela LT serão contatadas na fase de mobilização, a fim de identificar as potencialidades de contratação em cada local. Caso a mão-de-obra local seja insuficiente para suprir as demandas de trabalhos não especializados previstos para o empreendimento, será necessária a aquisição de mão-de-obra de outras regiões. Para os trabalhos especializados, funcionários fixos das construtoras serão alocados para as frentes de obras independente de sua região de origem.

Todos os trabalhadores serão submetidos a treinamentos adequados, com a finalidade de realização de suas tarefas e conscientização quanto às medidas preventivas visando a integridade do meio ambiente e da saúde e segurança do trabalho.

Quadro 4.12. Previsão de efetivo para cada função ao longo da implantação da LT.

	Função	Meses																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	Gerente De Contrato	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	Gerente De Produção	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	Coordenador Administrativo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	Coordenador De Planejamento	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	Coordenador De SSMAT	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	Engenheiro De Planejamento	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	Engenheiro De Produção	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
8	Ajudante Geral	50	126	133	146	123	132	141	157	137	122	100	82	72	58	43	39	33	21
9	Armador	3	12	19	19	19	21	20	10	8	4	2	2	0	0	0	0	0	0
10	Assistente Administrativo	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
11	Assistente De Almoxarifado	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
12	Assistente Técnico	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
13	Auxiliar Administrativo	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	2	2	2	1	1
14	Auxiliar De Almoxarifado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15	Auxiliar De Topografia	1	4	4	4	4	3	3	3	3	1	1	1	1	0	0	0	0	0
16	Auxiliar Serviços Gerais	3	4	5	5	5	5	5	4	4	3	3	3	1	1	0	0	0	0
17	Auxiliar Técnico	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	0
18	Carpinteiro	4	8	8	12	12	12	10	8	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	Eletricista	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	2	1	0	0	0	0	0
20	Encarregado Administrativo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21	Encarregado De Frota	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
22	Encarregado De Logística De Pessoal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23	Encarregado De Pátio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
24	Encarregado De Turma	6	19	24	28	28	28	34	32	23	28	28	24	24	19	19	15	15	5

	Função	Meses																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
25	Esporeiro	0	0	0	0	0	0	0	12	12	12	12	12	12	12	12	10	10	0
26	Mecânico De Manutenção	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0
27	Montador De Estrutura	8	8	10	12	42	48	132	167	220	310	287	245	222	156	112	85	67	32
28	Motorista	8	22	28	28	33	33	40	42	37	34	31	27	24	22	17	17	12	8
29	Motorista De Carreta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
30	Motorista De Ambulância	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
31	Motorista De Caminhão Comboio AB	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
32	Motorista De Carreta Prancha	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	2	1	0	0	0	0	0
33	Motorista/Operador De Betoneira	0	0	3	3	3	3	3	3	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0
34	Motorista/Operador De Munck	4	8	8	12	16	19	19	15	13	13	13	11	11	10	9	9	8	2
35	Nivelador	0	0	0	0	0	0	2	3	5	5	5	5	5	5	3	2	2	2
36	Operador De Escavadeira	0	3	7	8	8	8	8	8	7	7	5	3	3	1	1	1	0	0
37	Operador De Guindaste	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	1	1	0	0	0	0
38	Operador De Perfuratriz	0	1	1	2	2	2	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
39	Operador De Martelete Rompedor	0	0	3	3	5	5	5	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	Operador De Motosserra	4	4	6	7	7	5	5	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	Operador De Puller/Freio	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8	8	6	6	6	6	4	3	0
42	Operador De Retroescavadeira	4	4	8	8	10	10	13	14	14	10	10	10	8	8	5	4	4	1
43	Operador De Trator De Esteira	1	1	2	2	3	3	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44	Operador De Trator	2	2	4	4	4	6	6	8	8	8	6	4	4	3	3	3	2	1
45	Pedreiro	10	22	38	38	32	24	18	14	8	8	4	4	4	2	0	0	0	0
46	Supervisor De Obras	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
47	Supervisor De Pátio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
48	Supervisor Geral	0	0	0	0	2	2	2	4	4	4	4	4	2	2	2	0	0	0
49	Técnico De Enfermagem Do Trabalho	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1

	Função	Meses																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
50	Técnico Ambiental	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
51	Técnico De Qualidade	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
52	Técnico De Segurança Do Trabalho	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	2	2	2	2	2
53	Topografo De Obras	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Total	154	294	361	393	410	421	523	570	582	635	571	491	442	343	268	225	187	100

4.5.4 Mobilização

A etapa de mobilização compreende o transporte de máquinas, equipamentos, instalações provisórias, pessoal e insumos necessários para a execução das obras.

4.5.5 Abertura de Acessos

Os caminhos de acesso têm por objetivo servir às necessidades da construção da obra e à operação da futura LT 525 kV, possibilitando o tráfego de veículos e atividades de manutenção. Assim, serão utilizados prioritariamente os caminhos já existentes na região e somente na ausência ou inviabilidade de uso, novos caminhos poderão ser abertos. No caso de utilização parcial ou total de estradas e acessos já existentes, serão providenciadas as melhorias necessárias para que possam ser utilizadas durante a execução do projeto. Após o término da obra, as estradas devem estar no seu estado original ou melhoradas.

A utilização prioritária de caminhos existentes ou na faixa de serviço e a minimização da abertura de novos acessos tem a finalidade de reduzir os impactos relacionados à supressão de vegetação e aos recursos hídricos, como erosão e assoreamento de cursos d'água.

Os caminhos de acessos serão abertos sempre respeitando as curvas de nível, bem como as obras de drenagem serão executadas de forma a captar e conduzir o escoamento superficial, a partir de bueiros, canaletas, valetas etc., evitando a erosão nos terrenos adjacentes ao serviço e na própria estrada. A implantação dos acessos poderá demandar, ainda, serviços de terraplanagem e regularização dos taludes através de corte/aterro, assegurando a adequada configuração geométrica dos acessos, bem como sua compactação. Assim, quando necessário, serão utilizados equipamentos como tratores de esteira, pás-carregadeiras e caminhões basculantes.

Todos os taludes de cortes e/ou aterros necessários à abertura dos acessos deverão ser devidamente protegidos, em tempo hábil, a fim de preservar as instalações e o terreno contra a erosão, com o plantio de grama (revegetação) e dispositivos de drenagem e contenção.

Para o projeto da LT 525 kV, estão previstos 150 km de trechos de acessos a construir. A largura dos acessos a construir será de 4m. Deste total, aproximadamente 40% (cerca de 60km) será compartilhado com a faixa de serviço.

4.5.6 Supressão de Vegetação

O projeto do empreendimento prevê, dentro do possível, que intervenções decorrentes das etapas de instalação e operação do empreendimento priorizem áreas sem restrições e com as menores interferências socioambientais. Todavia, para empreendimentos lineares muitas vezes se torna inviável do ponto de vista técnico, operacional e econômico evitar a interferência em algumas dessas áreas. Contudo, apesar de inevitável, busca-se reduzir ao máximo as interferências, mantendo sobre essas áreas apenas estruturas ou intervenções para as quais inexista alternativa locacional.

De forma a minimizar o impacto sobre a fauna e flora locais, tem-se como premissas para a elaboração do Projeto Executivo do empreendimento:

- Reduzir ao máximo as interferências com vegetação nativa que apresente restrições à supressão;
- Evitar ao máximo os percursos longitudinais em Áreas de Preservação Permanente;
- Evitar o isolamento de pequenos fragmentos de vegetação nativa que impossibilitem a permanência da fauna residente ou visitante;
- Evitar o corte raso de vegetação em áreas que funcionem como corredores de fauna entre fragmentos maiores.

A supressão de vegetação consiste no corte de árvores e arbustos de qualquer porte, roçada e remoção de galhos. Tais atividades são realizadas com a finalidade de liberar áreas para implantação da faixa de serviço, praças de torres e lançamento dos cabos, novos acessos, e, quando necessário, canteiros de obras.

A supressão de vegetação das faixas de servidão deverá ser realizada com a largura suficiente para permitir a implantação, a operação e a manutenção da LT, conforme indicado nas diretrizes apresentadas a seguir:

- Supressão total (corte raso): ocorrerá nas faixas de serviço, com largura de 6m, devendo ser o suficiente para a colocação do cabo-guia e passagem dos cabos, trânsito de veículos, transporte de materiais e lançamento de cabos. Também ocorrerá a supressão necessária para a instalação das bases das torres, montagem e içamento das torres (praça das torres); e
- Supressão parcial (corte seletivo): a supressão parcial será realizada de forma seletiva, segundo o critério da ABNT NBR 5.422/1985, que divide a faixa de servidão em três

zonas, onde, em cada uma delas, determinam-se as alturas máximas que a vegetação remanescente poderá ficar em relação ao condutor e seus acessórios energizados.

Como especificado anteriormente no item 4.2.3, o projeto da LT prevê uma variação na altura das estruturas (torres autoportantes que variam de 35 a 69m e estaiadas entre 38 a 60m), de acordo com a situação encontrada em campo e com o trecho transposto, justamente para contemplar o referido alteamento, conservando a cobertura vegetal e reduzindo a necessidade de supressão.

Todas as áreas de supressão e seus respectivos volumes em cada fitofisionomia interceptada serão devidamente identificados e estimados pelo inventário florestal. A definição efetiva destes valores subsidiará o requerimento da Autorização de Supressão Vegetal, a ser emitida pelo Ibama, sendo que as atividades de supressão de vegetação só terão início após a emissão.

As atividades de supressão serão executadas por equipes das empreiteiras (motoserristas e operadores), devidamente treinados e sob a supervisão do Coordenador Ambiental, com os necessários registros das motosserras e demais equipamentos (Licença para Porte e Uso de Motosserra), e seguindo disposições do Programa de Supressão de Vegetação a ser detalhado no Projeto Básico Ambiental (PBA), a ser apresentado ao Ibama na fase de pré-instalação. Este projeto visa minimizar a vegetação a ser suprimida, com a aplicação de medidas de controle e acompanhamento eficientes, atendendo a critérios técnicos e de segurança para a instalação e operação da LT, realizando os cortes raso e seletivo, de acordo com as normas vigentes, em especial a ABNT NBR 5.422:1985.

4.5.7 Implantação das Praças de Torres e Praças de Lançamento de Cabos

A implantação das praças de torres depende do tipo de estrutura a ser adotada em cada ponto. Para torres autoportantes, a base tem dimensões de 19 x 13m, enquanto as estaiadas apresentam medidas de 60m x 38m. Contudo, para a implantação da praça das torres estão previstas dimensões de 60 x 60m para torres estaiadas e 60 x 40m para as estruturas autoportantes.

A alocação das praças de torres e de lançamento é realizada ao longo da faixa de servidão, considerando sempre os aspectos físicos e bióticos da região, como relevo, vegetação e viabilidade de transporte de equipamentos e bobinas de cabos, buscando sempre a definição da área com menor prejuízo ambiental, com menor volume de supressão vegetal, necessidade de corte/aterro e abertura de vias de acesso. Serão evitadas também áreas com terrenos que exijam altos custos com fundações especiais ou em encostas de inclinação elevada.

Para o lançamento de cabos, inicialmente é prevista a elaboração de um Plano de Lançamento, contemplando a localização das praças de lançamento, os cruzamentos encontrados no lançamento (rodovias, ferrovias, LTs), a escolha de materiais e ancoragens. Quando da elaboração dessas folhas, serão verificadas e estudadas alternativas para a localização das praças de lançamento, com a preocupação de evitar que as estruturas extremas dos tramos sejam submetidas a esforços excessivos por ocasião do lançamento dos condutores; e emendas em vãos de cruzamentos com rodovias, ferrovias ou linhas de transmissão.

Uma vez escolhido o local das praças de torres e de lançamento de cabos, estas deverão ser devidamente demarcadas em campo, previamente ao início das atividades. Esta prática busca prevenir a realização de atividades além dos limites previstos. Para a abertura/limpeza das áreas a serem utilizadas para a instalação das torres e dos equipamentos de lançamento de cabos, quando necessária, será realizada a supressão de vegetação. Tanto quanto possível, a vegetação rasteira será mantida intacta.

Para as praças onde estão instalados os freios, procura-se otimizar o processo, possibilitando o seu deslocamento em 180°, para que ele possa atender a vante e ré. As praças de lançamentos de cabos têm caráter provisório e localizar-se-ão preferencialmente dentro da faixa de servidão da LT.

No preparo das praças, serão tomadas as medidas cabíveis para evitar que processos de erosão ocorram após a conclusão dos trabalhos. Cuidados especiais serão tomados na execução das praças junto a cursos d'água e nascentes, visando não provocar qualquer alteração ou interrupção no sistema de drenagem natural. De modo a evitar o transporte de sedimentos para o corpo d'água, serão implantadas as contenções que se façam necessárias.

4.5.8 Implantação das Torres

A implantação das torres contempla a execução das fundações e a montagem das estruturas metálicas e fixação dos estais.

O tipo de fundação para cada torre é condicionado, principalmente, pelo tipo de solo local e pelos esforços solicitantes pela estrutura. A execução das fundações compreende as etapas principais de escavação, reaterro, implantação de drenagens e, por fim, execução das estacas pré-moldadas, tubulões e sapatas e blocos de coroamento das estacas. Nessa fase o controle tecnológico que garante a boa qualidade e a durabilidade do empreendimento tem papel fundamental.

A escavação das valas varia de acordo com as dimensões das bases das estruturas e a topografia do terreno. O procedimento é realizado removendo-se o solo desde a superfície do terreno até a cota de projeto

indicada. O material escavado que for passível de aproveitamento para reaterro será estocado na lateral da cava, a uma distância de 2m. Os materiais não utilizados para reaterro serão espalhados na própria faixa de servidão, visando à eliminação da necessidade de bota-fora. A vala deve ser cercada ou coberta até a etapa de concretagem, para evitar a queda de espécimes da fauna.

Em pontos em que o solo local não apresente boa capacidade de suporte para as paredes de escavação, exibindo solos de baixa coesão ou próximos do lençol freático, será realizado o escoramento com pranchas de madeira. Ao atingir-se o nível d'água pela escavação, será realizada a drenagem da vala a partir da implantação de valetas, que terão inclinação para um poço drenante onde haverá uma bomba de esgotamento submersível. A bomba será responsável pela retirada do excesso d'água através de tubulação flexível.

De forma a resguardar as estruturas de possíveis danos, deve ser executado o reaterro. O material utilizado deverá ser homogêneo e isento de material orgânico ou micáceo, compactado de acordo com as especificações previstas nos projetos de engenharia.

O processo executivo da fundação irá variar de acordo com o tipo de fundação, bem como o tipo de concretagem e equipamentos a serem utilizados por cada uma, a saber sapatas e blocos de coroamento das estacas, estacas pré-moldadas e tubulões.

A montagem da estrutura das torres é realizada de acordo com o tipo de torre, como segue:

- Torres estaiadas: a montagem deste tipo de estrutura poderá ser realizada manualmente, peça por peça, por seções ou ainda realizando-se a pré-montagem completa da estrutura no solo, seguida de seu içamento, com a utilização de equipamento de içamento tipo guindaste. Para a pré-montagem no solo, deve-se certificar que a praça de montagem seja plana para proceder ao alinhamento da estrutura, utilizando apoios de madeira para evitar o contato com o solo e carrinhos especiais na parte inferior de cada mastro para evitar o arrasto durante o içamento. A montagem manual peça a peça, por sua vez, evita o uso de guindaste e a área de pré-montagem no solo, podendo ser uma solução em áreas de maior sensibilidade ambiental ou difícil acesso.
- Torres autoportantes: a montagem das torres autoportantes também pode ser feita com uso de guindaste ou de forma manual. Ambas iniciam a partir da montagem das porções inferiores (sapatas) com suas correspondentes treliças. Na montagem manual, o restante da torre é pré-montado por partes, que serão içadas através de mastro de cargas e utilização de roldanas e cordas. Na montagem com guindaste, a pré-

montagem também é realizada no solo, contudo o içamento é executado com uso do maquinário.

Para ambos os tipos de estruturas, pequenas obras de drenagem devem ser realizadas concomitantemente à implantação, como valetas de escoamento de água pluvial, de modo a minimizar os efeitos da erosão. Além disso, o entorno imediato das torres deve ser revegetado com espécies herbáceas.

Quanto à segurança dos trabalhadores, se prevê a utilização obrigatória de equipamentos de proteção individual (EPIs) específicos para o serviço em altura, assim como a habilitação de todos os envolvidos na Norma Regulamentadora (NR) n° 35 (Trabalho em Altura).

4.5.8.1 Aspectos construtivos em áreas inundáveis

Os canais de drenagem e áreas úmidas que poderão ser interceptados pelo empreendimento deverão ser protegidos para que as intervenções resultem o menor impacto ambiental possível. As medidas preventivas mais apropriadas deverão ser definidas pela construtora considerando as características (volume, fluxo, temporalidade etc.) do deflúvio do local, podendo incluir a construção de aduelas de concreto, instalação de estruturas para contenção das margens através de paliçada ou ainda aplicação de agregados para passagem molhada de pequenos canais de drenagem. Em todos os casos, deve-se garantir que o fluxo de água não seja interrompido, bem como instalar dispositivos (Figura 4.24) que mitiguem o carreamento de sólidos ao leito de drenagem, evitando o seu assoreamento.



Figura 4.24. Uso de técnicas construtivas em áreas úmidas, inundáveis ou alagáveis.

Como premissas de projeto para essas áreas, tem-se:

- As obras realizadas nos trechos sujeitos a inundações sazonais devem ser executadas prioritariamente durante o período de estiagem.
- A diretriz a ser adotada nestas áreas sensíveis será sempre a de menor percurso, considerando, para tanto, os pontos de acesso, o traçado da LT e a locação das torres;
- As fundações das torres nestas áreas sensíveis serão executadas sempre adotando a alternativa que, além de tecnicamente recomendável, seja a de menor impacto e que apresente a menor necessidade de movimentação de maquinário, insumos e pessoal;
- Os escoramentos em fundações nestas áreas sensíveis serão metálicos, tanto para os blocos de coroamento das estacas como para os tubulões. Esses escoramentos serão executados na medida em que o solo for sendo escavado, para evitar possíveis desmoronamentos;
- De forma geral, não deverão ser estocados combustíveis, lubrificantes ou outros produtos nas frentes de serviço, especialmente nestas áreas sensíveis;
- Em caso de armazenamento temporário de insumos de concreto nas frentes de serviço próximas a estas áreas sensíveis, deverão ser armazenados em área com cobertura contra chuvas e com contenção, para evitar o carreamento do material para cursos d'água; e
- As frentes de serviço nestas áreas deverão conter material absorvente (estopas para o recolhimento de óleo combustível) e barreiras de contenção para cercamento das plumas de óleos em corpos d'água, para serem aplicados na ocorrência de algum vazamento.

4.5.9 Lançamento dos Cabos

A atividade de lançamento de cabos se inicia com o lançamento do cabo piloto por trator de esteiras, que deverá movimentar-se somente na faixa de lançamento, de forma a evitar intervenções em áreas externas. Após os lançamentos, os cabos são nivelados e concatenados conforme o projeto, grampeados e ancorados. O grampeamento e a ancoragem consistem em fixar os cabos nas torres.

A sinalização de segurança do trabalho adequada par cada frente de trabalho será adotada e, para o lançamento de cabos em pontos de travessias de empreendimentos lineares como rodovias e linhas de

transmissão, serão utilizadas empancaduras como medidas de segurança (Figura 4.15). Após a utilização da área pela frente de lançamento, serão reestabelecidas as condições originais do local.

4.5.10 Comissionamento

Na fase de comissionamento, toda a extensão da LT 525 kV será vistoriada visando à identificação de possíveis não conformidades técnicas e ambientais ou situações que possuem potencial para causar danos, seja à própria LT ou à população. O comissionamento gera um relatório técnico onde são apontados os desvios identificados (caso haja), prazo de adequação e responsável pela execução das pendências identificadas. Na fase de comissionamento deverão ser inspecionados, além dos critérios técnicos:

- Áreas florestais remanescentes;
- Preservação das culturas;
- Vãos livres de segurança, verticais e laterais, entre árvores e a LT;
- Limpeza de proteção contrafogo;
- Proteção contra erosão e ação das águas pluviais;
- Reaterro das bases das estruturas;
- Condições dos corpos d'água; e
- Recomposição de áreas degradadas.

4.5.11 Desmobilização de Acessos, Canteiros de Obras e Alojamentos

A desmobilização de acessos, canteiros de obras e alojamentos compreende a remoção de todas as estruturas temporárias instaladas para a implantação do empreendimento quando do término das obras. Posteriormente, serão realizadas a recuperação das áreas degradadas e a manutenção dos acessos definitivos, que serão utilizados também na etapa de operação da LT 525 kV.

4.5.12 Recuperação de Áreas Degradadas

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, nos acessos, nas praças de torre e de lançamento de cabos e ao longo da faixa de serviço.

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. Uma das maneiras mais rápidas de proteger o terreno sem vegetação é recobrir o solo exposto com a camada orgânica, previamente retirada e armazenada na escavação das torres e executar o plantio de gramíneas e/ou leguminosas forrageiras, ou mesmo um consórcio de técnicas que sejam julgadas, para cada caso, mais adequadas.

Os taludes das estradas de acesso serão recuperados quando necessário, devendo ser adotado processo de revegetação e de drenagem apropriados.

A área das bases das torres será recomposta, tão logo as atividades sejam concluídas, com a recomposição do perfil do terreno, recolocação da camada de matéria orgânica e posterior revegetação herbácea-arbustiva. A área utilizada para praças de lançamento dos cabos será recuperada com a recomposição do perfil do terreno, recolocação da camada de matéria orgânica e revegetação.

Todas as áreas alteradas durante a construção da linha de transmissão deverão ser revegetadas conforme metodologia a ser definida no PBA do empreendimento, a ser elaborado e submetido ao Ibama na fase de pré-instalação do empreendimento.

4.6 ASPECTOS LOGÍSTICOS DA IMPLANTAÇÃO DA LT

4.6.1 Cronograma de atividades

As obras de implantação da LT 525 kV Capivari do Sul – Siderópolis 2 serão realizadas em 18 meses, conforme cronograma apresentado no Quadro 4.13 a seguir.

Quadro 4.13. Cronograma de implantação da LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2.

Descrição	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12	Mês 13	Mês 14	Mês 15	Mês 16	Mês 17	Mês 18
Mobilização e Instalação de Canteiro	█	█	█															
Conferência Topográfica			█	█	█	█	█	█										
Supressão de Vegetação			█	█	█	█	█	█	█									
Estradas de Acesso			█	█	█	█	█	█	█	█								
Escavação				█	█	█	█	█	█	█	█	█						
Forma e Armação			█	█	█	█	█	█	█	█	█	█						
Concreto				█	█	█	█	█	█	█	█	█	█					
Reaterro					█	█	█	█	█	█	█							
Aterramento					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█				
Montagem de Torres								█	█	█	█	█	█	█				
Lançamento de Cabos Para Raios e OPGW										█	█	█	█	█	█	█		
Lançamento de Cabos Condutores											█	█	█	█	█	█	█	
Revisão Final e Comissionamento													█	█	█	█	█	█

4.6.2 Canteiros de Obras

O canteiro de obras se configura como a principal estrutura de apoio à instalação do empreendimento. São locais de execução das atividades de apoio técnico e administrativo ao desenvolvimento das obras de implantação do empreendimento e preveem também o fornecimento das estruturas e serviços necessários às atividades construtivas e para oferecer bem-estar aos colaboradores.

As estruturas previstas para os canteiros de obras são:

- Guarita para controle de entrada e saída de veículos e pessoal;
- Estrutura completa para escritórios administrativos;
- Estacionamento de veículos;
- Almojarifado;
- Baia de resíduos comuns;
- Baia de resíduos perigosos;
- Local para armazenamento de produtos químicos, de acordo com a ABNT NBR 17.505/2006;
- Coleta seletiva;
- Espaço para corte de dobra de armação;
- Espaço para montagem de formas (Carpintaria);
- Área para estoque de bobinas de cabos;
- Área para estoque de estruturas metálicas;
- Área para armazenamento de eletroferragens;
- Tendões para armazenamento de elementos de fixação (porcas, parafusos, etc)
- Área para preparação e corte de estais;
- Central de concreto e área para lavagem de Betoneiras (Poço de Decantação);
- Área de vivência;
- Área para pequenos reparos em Máquinas e Equipamentos;
- Refeitório;

- Sanitários;
- Vestiários;
- Ambulatório;
- Reservatórios de abastecimento de água; e
- Sistema de Gerenciamento de Efluentes.

Os efluentes sanitários serão direcionados para a rede pública, se houver, ou para sanitários móveis (banheiros químicos) ou sistema próprio de tratamento de efluentes. As instalações prediais de esgotos sanitários deverão ser concebidas, dimensionadas e executadas em plena conformidade com as prescrições da ABNT NBR 8160:1999 e suas referências normativas. Do mesmo modo, em caso do emprego de tanques sépticos, os mesmos deverão ser concebidos, dimensionados e executados em plena conformidade com as prescrições das normas ABNT NBR 7229:1993 e ABNT NBR 13969:1997 e suas referências normativas.

Quanto aos efluentes oleosos, estes deverão ser direcionados à caixas separadoras de água e óleo (CSAO), de forma a abranger as áreas de abastecimento, manutenção de máquinas e equipamentos e a baía de produtos químicos. Além disso, essas áreas devem ser impermeabilizadas e conter canaletas coletoras para direcionamento de eventuais efluentes potencialmente poluidores para as CSAO.

O manejo de resíduos deve assegurar as ações necessárias ao gerenciamento de resíduos em seus aspectos intra e extra estabelecimento, desde sua geração até a disposição final. As etapas de segregação, acondicionamento, coleta interna e armazenamento temporário correspondem àquelas que ocorrem intraestabelecimento, ou seja, no espaço físico interno da instituição geradora. Enquanto a coleta externa (transporte), tratamento e destinação final ocorrem extra estabelecimento, isto é, no espaço físico externo ao local gerador.

Ademais, o abastecimento de água potável e energia elétrica deverá ser estável e prover o canteiro continuamente das condições adequadas de operação. Na ausência de sistema público local de abastecimento de água e energia, deverão ser adotadas alternativas para essas, como abastecimento por caminhão-pipa ou poço artesiano, e geradores de energia, respectivamente.

O *layout* básico proposto para os canteiros de obras é apresentado na Figura 4.25 e na Figura 4.26.



Figura 4.25. Arranjo básico de canteiro de obras para área de aproximadamente 11 ha.

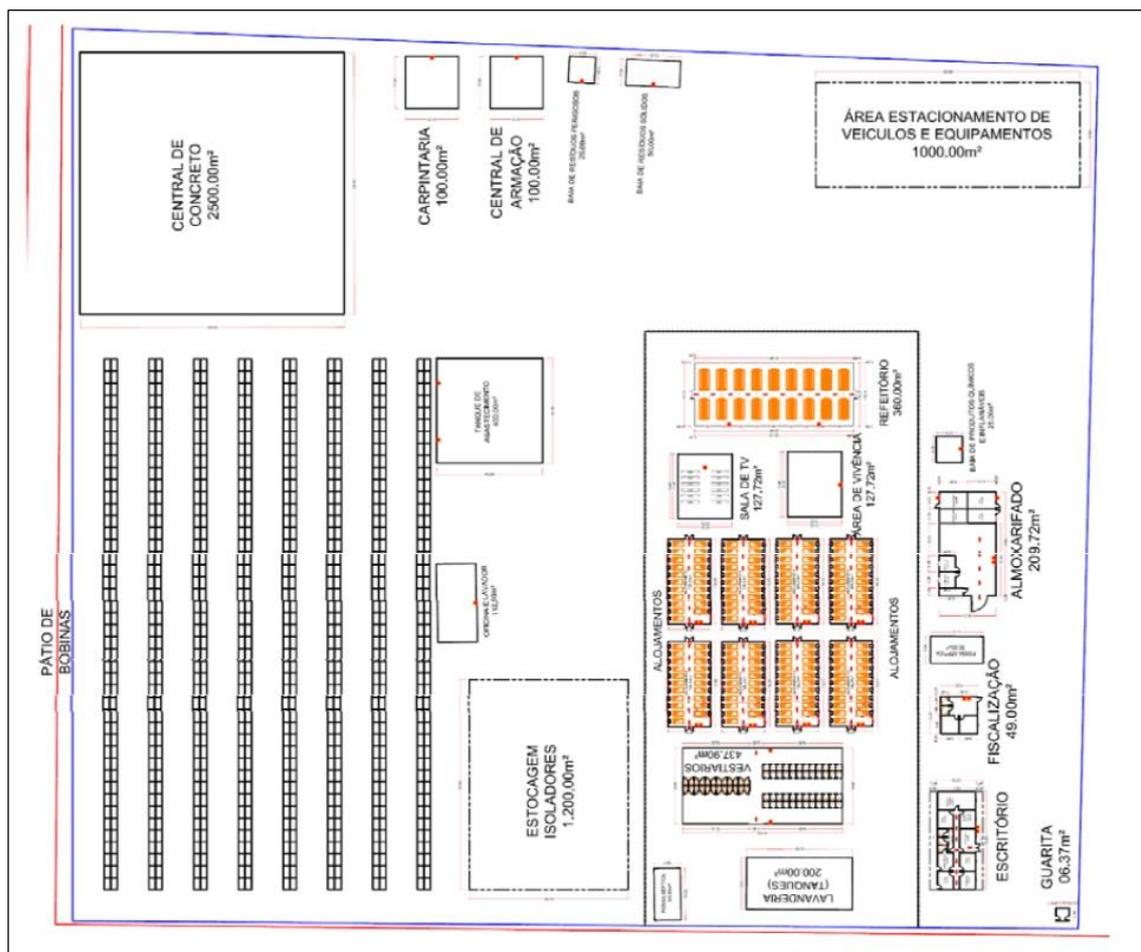


Figura 4.26. Arranjo básico para canteiro de obras para área de aproximadamente 5 ha.

A locação e caracterização precisa das estruturas dos canteiros de obras será definitiva na fase de requerimento de Licença de Instalação. Contudo, nesta etapa três áreas são vislumbradas como elegíveis para a instalação dos canteiros de obras, localizados nos municípios de Forquilha/SC, São João do Sul/SC e Osório/RS (Quadro 4.14). A localização dos canteiros de obras previstos é apontada na Figura 4.27.

A indicação dos locais de instalação dos canteiros deve levar em consideração aspectos referentes a todos os meios, como a proximidade de cursos hídricos e áreas alagadas; remanescentes de vegetação nativa e áreas protegidas; áreas com declividades acentuadas; e proximidade de escolas, centros de saúde e áreas urbanizadas; de forma a evitar essas áreas.

Diante dos critérios expostos, foram prospectadas três áreas para instalação e operação do canteiro de obras durante a fase de instalação do empreendimento (Quadro 4.14 e Figura 4.27). Os Mapas de Localização dos Canteiros de Obras de Forquilha/SC, São João do Sul/SC e de Osório/RS, disponibilizados no caderno de mapas.

Quadro 4.14. Localização das áreas previstas para instalação dos canteiros de obras.

Canteiro de Obras	Município/UF	Coordenadas UTM - Fuso 22S	
		X	Y
Canteiro de Obras de Forquilha	Forquilha/SC	647627.00 m E	6819594.00 m S
Canteiro de Obras de São João do Sul	São João do Sul/SC	616558.00 m E	6765547.00 m S
Canteiro de Obras de Osório	Osório/RS	572324.00 m E	6687728.00 m S

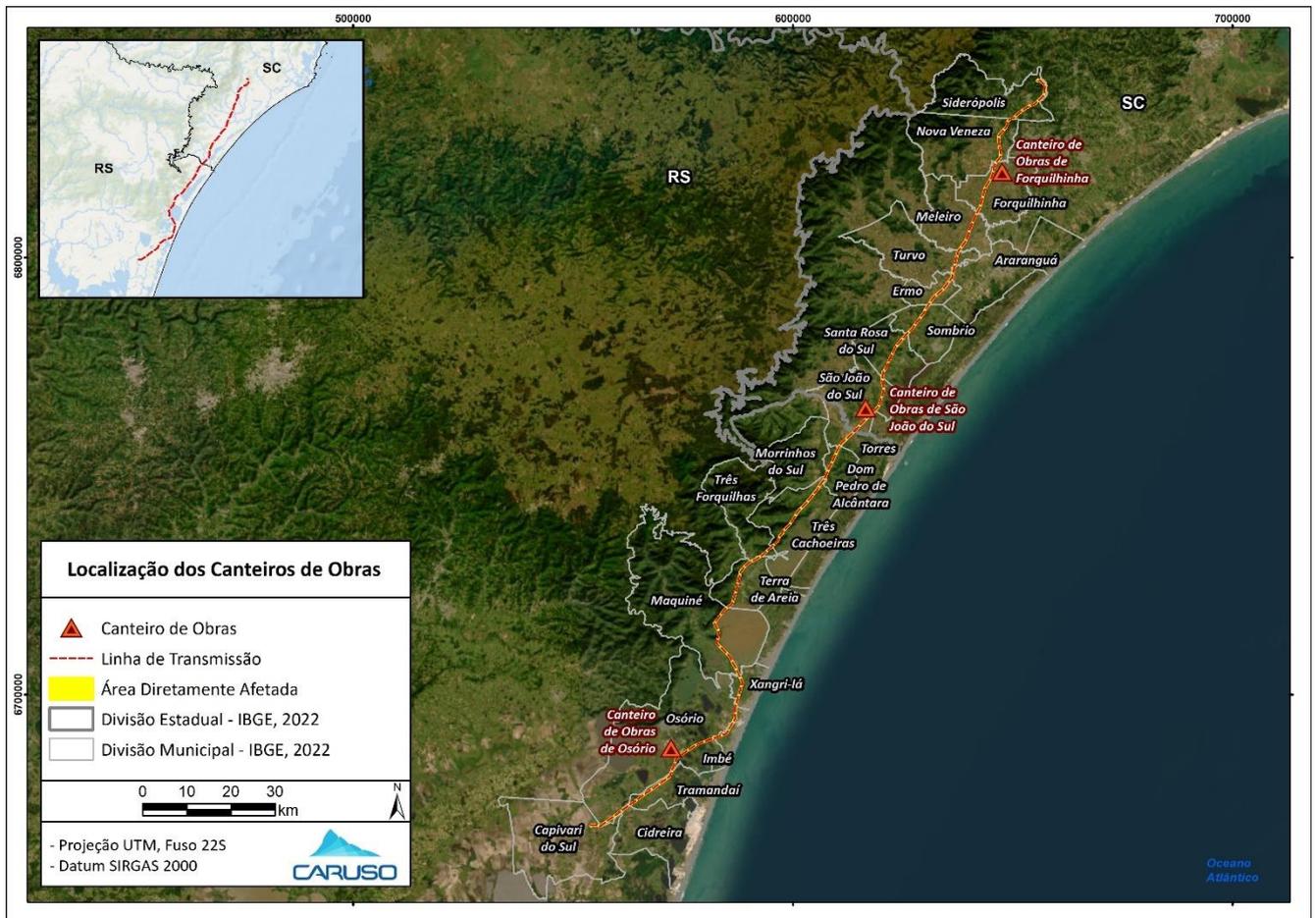


Figura 4.27. Localização das áreas pretendidas à instalação dos canteiros de obras.

O canteiro de obras de Osório/RS (Figura 4.28) está distante 2,5km do traçado da LT 525 kV, em uma área distante de grandes centros urbanos (aproximadamente 3km da cidade de Osório). As principais rotas entre a LT 525 kV e o Canteiro de Obras de Osório serão Estrada Tramandaí-Osório (Rod. RS 030); Estrada José de Ouriques, bem como uma estrada vicinal derivada da referida rodovia; e Estrada do Mar (Rod. RS 389).

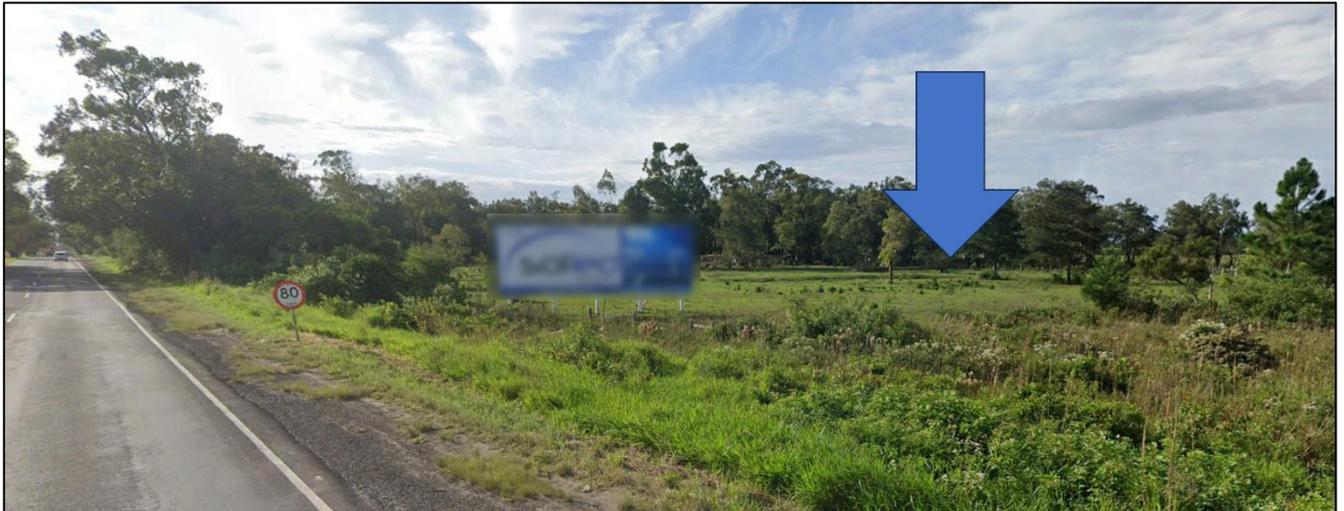


Figura 4.28. Indicação da área prevista para o Canteiro de Obras de Osório/RS.

Quanto ao canteiro de obras de São João do Sul/SC (Figura 4.29), sua localização dista (em linha reta) 1,6km do traçado da LT 525 kV e cerca de 1km da cidade de São João do Sul. O principal eixo de acesso entre o canteiro de obras e a LT 525 kV é a Rodovia SC 290, bem como uma estrada vicinal derivada da referida rodovia.

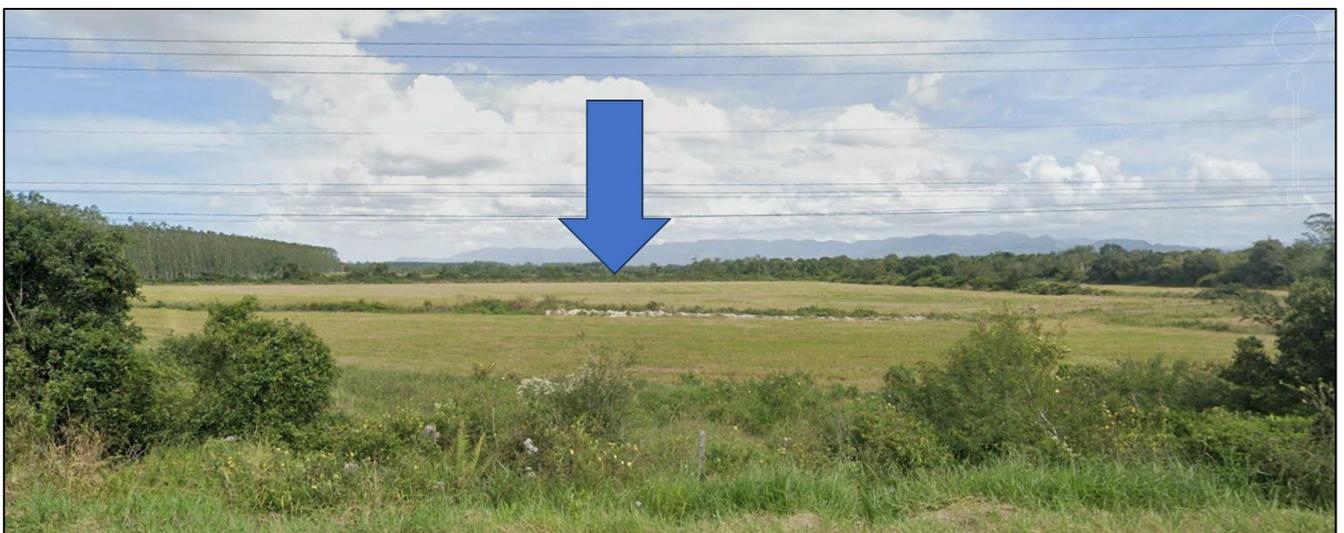


Figura 4.29. Indicação da área prevista para o Canteiro de Obras de São João do Sul/SC. Fonte: Google Earth (2023).

O canteiro de obras de Forquilha/SC (Figura 4.30) dista aproximadamente 500m do centro urbano de Forquilha/SC. Os principais acessos entre o canteiro de obras e a LT 525 kV serão o Anel Viário Norte; Rodovia Imigrantes Poloneses; Rodovia Linha Eyng e estradas vicinais derivadas da referida rodovia.



Figura 4.30. Indicação da área prevista para o Canteiro de Obras de Forquilha/SC. Fonte: Google Earth (2023).

O detalhamento em relação a localização dos canteiros e os aspectos ambientais são apresentadas no capítulo de Diagnóstico Ambiental.

4.7 OPERAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

A fase de operação consiste em uma etapa em que os impactos ambientais são reduzidos, quando comparado à fase de instalação do empreendimento. Para essa etapa, estão previstas atividades como manutenção da vegetação nas praças de torres e faixa de servidão, quando necessário; manutenção dos acessos; vistorias preventivas; e manutenção estrutural de rotina.

Nas inspeções da LT, deverão ser observadas as condições de acesso às torres e a situação da faixa de servidão, visando preservar as instalações e a operação do sistema, com destaque para os itens a seguir relacionados:

- Estradas de acesso: Focos de erosão; drenagem da pista; condições de trafegabilidade; porteiras e colchetes; e outros aspectos relevantes.
- Faixa de servidão: cruzamentos com rodovias; travessias de rios de grande porte; tipos de atividades agrícolas praticadas; construções de benfeitorias; controle da altura da vegetação na faixa de servidão e nas áreas de segurança; manutenção das estruturas das torres; preservação da sinalização (telefones de contato, em casos emergenciais); e anormalidades nas instalações.

Como exemplos de atividades e ações de manutenção, podem ser citados:

- Torque em parafusos;
- Instalação de conectores nos para-raios;
- Reparos em cabos contrapesos e estais;
- Seccionamento e aterramento de cercas;
- Desvio de águas pluviais nos acessos à LT;
- Reconstrução de vias de acesso;
- Substituição de isoladores; e
- Emenda de cabos condutores e/ou para-raios.

De fato, o principal alvo de monitoramento e manutenção na fase de operação é a faixa de servidão e as restrições de uso a ela impostas, visto que a eventual interferência da vegetação nos condutores poderá acarretar o desligamento do sistema por curto-circuito.

Desta forma, durante a operação do empreendimento, a manutenção realizada prevê o eventual corte seletivo da área da faixa, na forma da poda de vegetação que ultrapasse os limites das distâncias de segurança. Da mesma forma, árvores que estejam fora do limite da faixa de servidão, mas que apresentarem riscos para a operação devido ao critério de tombamento estabelecido deverão ser cortadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil**. 2019. Escala 1:50.000. Disponível em <<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/e2d38e3f-5e62-41ad-87ab-990490841073>>.

DECEA – Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **GeoAISWEB**. Disponível em: <<https://geoaisweb.decea.mil.br/>>. Acesso em maio de 2023.

EDP. EDP conclui primeiro trecho do Lote 21 em Santa Catarina e entrega subestação de Siderópolis 2. 2021. Disponível em: <<https://brasil.edp.com/pt-br/edp-conclui-primeiro-trecho-do-lote-21-em-santa-catarina-e-entrega-subestacao-de-sideropolis-2>>. Acesso em maio de 2023.

MINISTÉRIO DA DEFESA COMANDO DA AERONÁUTICA. DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO. PLANEJAMENTO: RESTRIÇÕES AOS OBJETOS PROJETADOS NO ESPAÇO AÉREO QUE POSSAM AFETAR ADVERSAMENTE A SEGURANÇA OU A REGULARIDADE DAS OPERAÇÕES AÉREAS. 2020.

APÊNDICES

Não foram produzidos documentos apêndices para elaboração do presente capítulo.

ANEXOS

Anexo 4.1. Licença de Operação da SE Capivari do Sul.

Anexo 4.2. Arranjo da Subestação 525 kV Capivari do Sul.

Anexo 4.3. Licença Ambiental de Operação da SE Siderópolis 2.

Anexo 4.4. Arranjo geral da Subestação 525 kV Siderópolis 2.