



Relatório Ambiental Simplificado

**Linha de Transmissão (LT) 500 kV SE Serra das Almas I – SE
Serra das Almas II e subestações associadas**

Capítulo 2 – Caracterização do Empreendimento

Brasília

Março de 2022

SUMÁRIO

2	DADOS DO EMPREENDIMENTO	1
2.1	IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	1
2.1.1	<i>Identificação do empreendimento</i>	1
2.1.2	<i>Localização e municípios abrangidos</i>	1
2.1.3	<i>Custo total do empreendimento</i>	4
2.1.4	<i>Justificativas</i>	4
2.2	ALTERNATIVAS E JUSTIFICATIVAS LOCACIONAIS PARA O TRAÇADO.....	4
2.2.1	<i>Alternativa 1</i>	7
2.2.2	<i>Alternativa 2</i>	7
2.2.3	<i>Alternativa 3 – ALTERNATIVA SELECIONADA</i>	7
2.3	ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS.....	7
2.4	DESCRIÇÃO TÉCNICA DA LINHA DE TRANSMISSÃO	8
2.4.1	<i>Característica Geral da LT</i>	8
2.4.1.1	<i>Tensão Nominal</i>	9
2.4.1.2	<i>Extensão total da Diretriz Preferencial da LT</i>	9
2.4.1.3	<i>Largura da Faixa de Servidão e Faixa de Serviço</i>	9
2.4.1.4	<i>Torres</i>	11
2.4.1.5	<i>Série de Estruturas</i>	11
2.4.1.6	<i>Tipo de Fundações</i>	17
2.4.1.7	<i>Premissa de projeto quanto ao alteamento de torres e tipos de estruturas a serem utilizadas em fragmentos florestais</i>	17
2.4.1.8	<i>Sistema de Aterramento de estruturas</i>	18
2.4.1.9	<i>Aterramento e seccionamento de cercas</i>	19
2.4.2	<i>Distâncias de Segurança</i>	20
2.4.3	<i>Restrições de Uso da Faixa de Servidão</i>	20
2.4.4	<i>Supportabilidade Contra Descargas atmosféricas</i>	21
2.5	DESCRIÇÃO TÉCNICA DA SUBESTAÇÃO	24
2.5.1	<i>SE Serra das Almas II</i>	24
2.5.1.1	<i>Localização</i>	24
2.5.1.2	<i>Sistema de drenagem pluvial</i>	25
2.5.1.3	<i>Terraplenagem</i>	26
2.5.1.4	<i>Posição dos pórticos de entrada</i>	26
2.6	ÁREAS DE APOIO.....	26
2.6.1	<i>Canteiro de obra</i>	26
2.6.2	<i>Quantitativo de pessoal envolvido</i>	27
2.6.3	<i>Áreas para armazenamento de materiais</i>	29
2.6.4	<i>Tanques de combustíveis</i>	29
2.7	ATIVIDADES GERAIS PARA A FASE DE PLANEJAMENTO	29
2.7.1	<i>Levantamento Cadastral, Negociação e indenizações</i>	30
2.8	ATIVIDADES GERAIS PARA A FASE DE INSTALAÇÃO	30
2.8.1	<i>Levantamento Topográfico</i>	30
2.8.2	<i>Supressão de Vegetação</i>	31
2.8.3	<i>Abertura e melhoria de Estradas e Acessos</i>	31
2.8.4	<i>Implantação das torres</i>	32
2.8.4.1	<i>Fundações</i>	32
2.8.4.2	<i>Içamento das torres e montagem de estruturas</i>	33
2.8.5	<i>Praças de montagem e lançamento dos cabos</i>	33
2.8.6	<i>Logística do Transporte de Materiais e Mão de obra</i>	34

2.8.6.1	Transporte de materiais	34
2.8.6.2	Transporte de Pessoal	35
2.8.7	<i>Revisão Final e Comissionamento</i>	35
2.8.8	<i>Cronograma Físico de Implantação do Empreendimento</i>	36
2.9	FASE DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	38
2.9.1	<i>Manutenção da LT e Restrições das Faixas de Servidão</i>	38
2.9.2	<i>Mão de Obra</i>	39

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. CROQUI DA FAIXA DE SERVIDÃO.	11
FIGURA 2. ESTRUTURA DO TIPO SAEL.	13
FIGURA 3. ESTRUTURA DO TIPO SASM.	14
FIGURA 4. ESTRUTURA DO TIPO SAAA/SAAT.	15
FIGURA 5. CONFIGURAÇÃO PARA ESTRUTURAS AUTOPORTANTES.	18
FIGURA 6. CONFIGURAÇÃO PARA ESTRUTURAS ESTAIADAS.	18
FIGURA 7. ESQUEMA TÍPICO DE ATERRAMENTO E SECCIONAMENTO DAS CERCAS.	19
FIGURA 8. CONFIGURAÇÃO DE INSTALAÇÃO DOS CABOS PARA-RAIOS.	22
FIGURA 9. ESQUEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE CORRENTE EM CASO DE CURTO CIRCUITO FASE-TERRA NA ESTRUTURA ADJACENTE À SE SERRA DAS ALMAS I.	23
FIGURA 10. ESQUEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE CORRENTE EM CASO DE CURTO CIRCUITO FASE-TERRA NA ESTRUTURA ADJACENTE À SE DE SECCIONAMENTO (SE SERRA DAS ALMAS II).	23
FIGURA 11. LOCALIZAÇÃO DA SE SERRA DAS ALMAS II.	25

ÍNDICE DE MAPAS

MAPA 1. LOCALIZAÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO.	3
--	---

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1. INTERCEPTAÇÃO DA LT EM CADA MUNICÍPIO.	1
TABELA 2. COORDENADAS UTM (23L) DOS VÉRTICES DA LT 500 KV SERRA DAS ALMAS E SES ASSOCIADAS, NO DATUM SIRGAS 2000.	2
TABELA 3. DADOS PARA CÁLCULO DA FAIXA DE SERVIDÃO	9
TABELA 4. CÁLCULO DA FAIXA DE SERVIDÃO.	10
TABELA 5. APLICAÇÃO DAS ESTRUTURAS METÁLICAS.	12
TABELA 6. DADOS DOS CABOS CONDUTORES E PARA-RAIOS.	16
TABELA 7. CARACTERÍSTICAS DOS ISOLADORES.	16
TABELA 8. ARRANJOS – CARGAS DE RUPTURA.	16
TABELA 9. COMPRIMENTOS DOS CABOS DE ATERRAMENTO.	19
TABELA 10. DISTÂNCIAS DE SEGURANÇA.	20
TABELA 11. DADOS PARA DIMENSIONAMENTO DOS CABOS PARA-RAIOS.	22
TABELA 12. CABOS PARA-RAIOS DEFINIDOS.	22
TABELA 13. CORRENTES ICC CRÍTICAS CIRCULANTES NOS CABOS PARA-RAIOS.	24
TABELA 14. SE SERRA DAS ALMAS II: COORDENADAS DE LOCALIZAÇÃO.	24
TABELA 15. ESTRUTURAS PREVISTAS PARA O CANTEIRO DE OBRAS.	26
TABELA 16. HISTOGRAMA DE MÃO DE OBRA PARA A IMPLANTAÇÃO DA LT 500 KV SERRA DAS ALMAS I - SERRA DAS ALMAS II E SES ASSOCIADAS.	28
TABELA 17. CRONOGRAMA FÍSICO DE IMPLANTAÇÃO DA LT 500 KV SERRA DAS ALMAS I - SERRA DAS ALMAS II E SES ASSOCIADAS.	37

2 DADOS DO EMPREENDIMENTO

2.1 IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

2.1.1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

No presente item, são apresentadas as informações técnicas do empreendimento objeto do presente estudo, que consiste na Linha de Transmissão (LT) 500 kV SE Serra das Almas I – SE Serra das Almas II, seccionamento da LT 500 kV Igaporã III – Janaúba 3 C1, subestação seccionadora Serra das Almas II e bay de entrada à SE elevadora Serra das Almas I. Apresentam-se aqui as premissas para construção da linha de transmissão e seccionamento que serão em circuito simples, com extensão aproximada de 21,3 km, que permitirão a conexão entre a Subestação Seccionadora - SE Serra das Almas II e a SE Serra das Almas I, interligando o Complexo Eólico Serra das Almas ao Sistema Interligado Nacional - SIN.

Todas as informações apresentadas neste item foram disponibilizadas pela empresa Parque Eólico Serra das Almas I S.A, empresa controlada pela EDF EN do Brasil, com base no projeto básico de engenharia do empreendimento (Anexo I).

2.1.2 LOCALIZAÇÃO E MUNICÍPIOS ABRANGIDOS

O empreendimento localiza-se entre os estados da Bahia e de Minas Gerais (Mapa 1) e é composto pelas seguintes estruturas:

- Linha de Transmissão (LT) 500 kV SE Serra das Almas I – SE Serra das Almas II: localizada entre os municípios de Urandi/BA e Espinosa/MG
- Seccionamento da LT 500 kV Igaporã III – Janaúba 3 C1: localizada no município de Espinosa/MG.
- Subestação seccionadora (SE SECC) Serra das Almas II: localizada no município de Espinosa/MG.
- Bay de entrada à SE elevadora Serra das Almas: localizada no município de Urandi/BA.

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

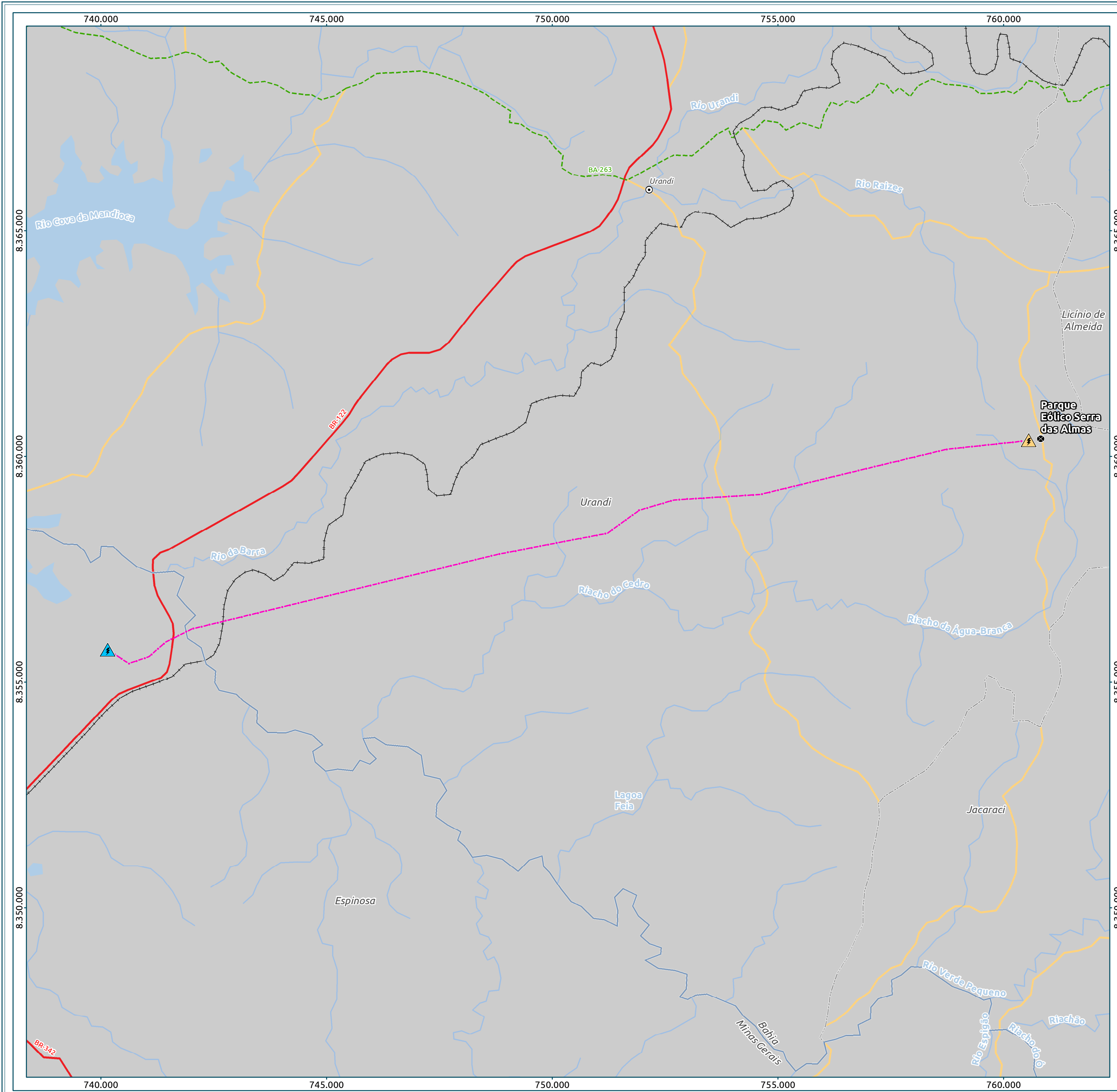
Tabela 1. Interceptação da LT em cada município.

Estado	Município	Extensão (km)
BA	Urandi	19,3
MG	Espinosa	2,0

A seguir, são apresentadas as coordenadas dos vértices que compõem a linha de transmissão, seccionamento e subestações associadas.

Tabela 2. Coordenadas UTM (23L) dos vértices da LT 500 kV Serra das Almas e SEs associadas, no Datum SIRGAS 2000.

LT 500 kV SE Serra das Almas I - SE Serra das Almas II			
Vértice	Sistema Geodésico de Referência SIRGAS 2000		Município
	Projeção UTM - Fuso 23		
	Este	Norte	
VS1A	739.565,68	8.355.981,67	Espinosa (MG)
VS2A	739.935,81	8.355.780,11	
VS1B	739.784,62	8.355.122,10	
VS2A	739.963,34	8.355.821,85	
SE SECC	740.144,62	8.355.718,89	
V01	740.232,60	8.355.661,59	
V02	740.612,97	8.355.409,37	
V03	741.066,71	8.355.561,74	
V04	741.426,01	8.355.878,61	
V05	742.009,71	8.356.171,85	
V06	748.773,30	8.357.823,14	
V07	751.224,21	8.358.297,37	
V08	751.922,73	8.358.801,67	
V09	752.695,24	8.359.031,17	
V10	754.598,77	8.359.152,67	
V11	758.718,63	8.360.152,54	
V12	760.477,20	8.360.340,81	
SE SERRAS DAS ALMAS	760.553,82	8.360.363,85	



Parâmetros Cartográficos

0 1 2 3 km

Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM

Datum Horizontal: SIRGAS 2000

Meridiano Central: -39°

Fuso: 23 S

Legenda

- SE Serra das Almas II
- Sedes Municipais
- LT 500 kV Serra das Almas
- Curso d'água
- Massa d'água
- Municípios Interceptados
- Limite Municipal

Empreendimentos que não fazem parte do licenciamento

- Parque Eólico Serra das Almas
- SE Serra das Almas I

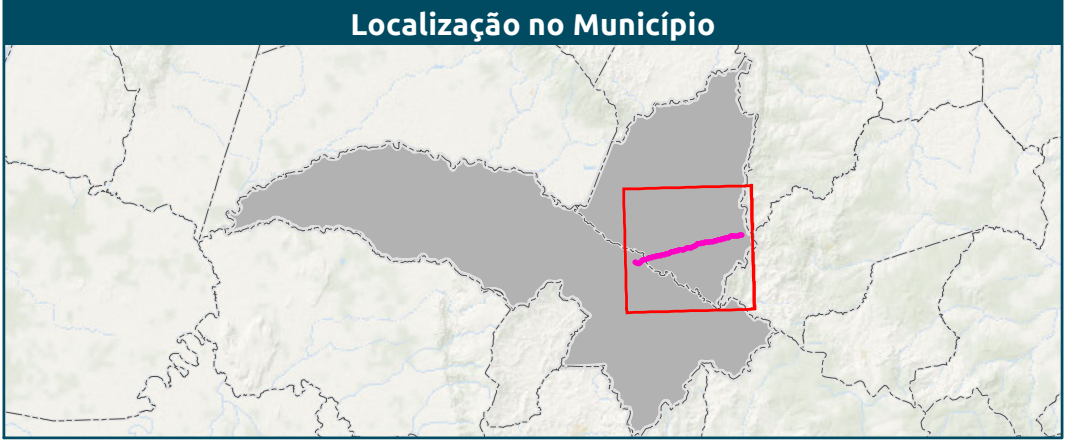
Sistema Viário

- Trecho Ferroviário

Trecho Rodoviário

Jurisdicao, Revestimento

- Federal, Pavimentado
- Estadual/Distrital, Revestimento primário
- Desconhecida, Sem revestimento/Revestimento primário



Fonte

Base Cartográfica Contínua do Brasil (1:250.000) IBGE Geociências, 2019; World Ocean Base fornecida pela galeria Basemap do ArcGis 10 (ESRI).

Empreendedor/Cliente		Execução	
Projeto			
Licenciamento Ambiental da LT 500kV Serra das Almas			
Tema			
Localização			
Escala	Responsável Técnico		Produto
1:60.000	Raiane Machado		Folha A2
Data	Geóloga		
Fevereiro/2022	CREA: 29.176/D-DF		

2.1.3 CUSTO TOTAL DO EMPREENDIMENTO

O custo total do empreendimento previsto será de R\$ 71.238.849,72.

2.1.4 JUSTIFICATIVAS

A empresa Parque Eólico Serra das Almas I S.A, empresa controlada pela EDF EN do Brasil Participações Ltda. (a EDF EN do Brasil), é proprietária do Complexo Eólico Serra das Almas, um empreendimento a ser instalado em Urandi (BA), composto por seis centrais geradoras eólicas que totalizam 58 aerogeradores e 261 MW de potência instalada. Essa energia precisa ser conectada ao Sistema Interligado Nacional – SIN, conforme detalhado a seguir, e ao longo do desenvolvimento do projeto, foram feitas diversas análises dos possíveis pontos de conexão do SIN, nas quais a EDF EN do Brasil buscou a solução mais estratégica. A localização do Complexo Eólico permite a conexão direta ao mercado sudeste, onde estão localizados os maiores consumidores, trazendo uma importante vantagem competitiva para o projeto e, por isso, optou-se pelo seccionamento da LT 500 kV Igaporã III – Janaúba 3 C1.

Além disso, a subestação seccionadora será transferida de forma não onerosa à concessionária da LT 500 kV Igaporã III – Janaúba 3 C1, após o início da fase operacional do projeto. Isto é, configura um ativo de uso público através do qual qualquer agente de geração poderá escoar energia no Sistema Interligado Nacional, representando benefício social e à população quanto ao acesso à energia elétrica. Após o início da operação do complexo, a energia gerada e escoada por este sistema de transmissão estará à disposição do SIN.

Foram também levados em consideração os estudos de planejamento da Rede Básica da região, elaborados no âmbito da EPE - Empresa de Pesquisa Energética e consolidados nos relatórios “Estudo para Escoamento do Potencial Eólico da Região Central da Bahia (Nº EPE-DEE-DEA-RE-001/2014-rev0) e “Aumento da Capacidade de Transmissão da Interligação Nordeste-Sudeste (Nº EPE-DEE-RE-148/2014-rev1)”, os quais tiveram como premissa o atendimento à expansão da transmissão na região sul da Bahia e interligação Nordeste-Sudeste e a possibilidade de agregar novos eixos e instalações à Rede Básica, que reforçam a estrutura de escoamento da energia do Complexo.

2.2 ALTERNATIVAS E JUSTIFICATIVAS LOCACIONAIS PARA O TRAÇADO

O projeto básico de engenharia foi elaborado e desenvolvido com base nas premissas, características e requisitos estabelecidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS e Empresa de Pesquisa Energética – EPE.

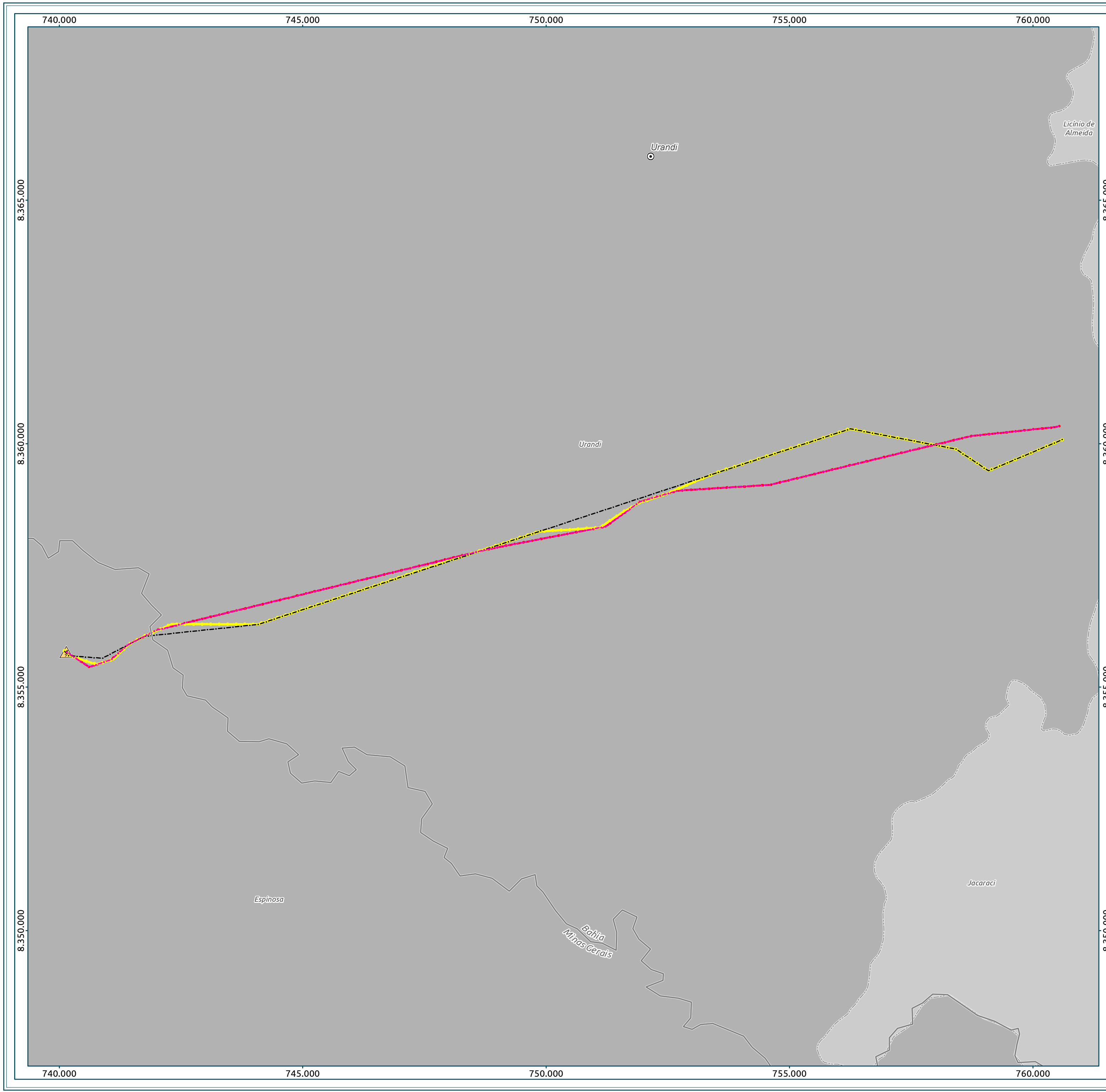
Durante os estudos iniciais de engenharia, foram avaliados três traçados para a instalação do empreendimento, conforme o Mapa 2. Cabe ressaltar que a definição e escolha do

ponto de seccionamento e do local da subestação seccionadora se deu em função das restrições de relevo, visando áreas com menor impacto ambiental negativo e resultando na melhor alternativa de traçado escolhida.

Para a escolha da melhor alternativa foram considerados uma série de critérios técnicos de engenharia e socioambientais para a elaboração do projeto básico. Estes critérios adotados encontram-se listados abaixo:

- Tangentes mais longas, evitando-se grandes ângulos de deflexão;
- Posicionamento da LT próximo a estradas ou acessos existentes;
- Afastamento da vizinhança de aeródromos;
- Buscar os melhores ângulos de travessias como, por exemplo, rodovias, ferrovias, rios e outras linhas de transmissão;
- Afastar, quando possível, de encostas dos terrenos com declividade superior a 45°;
- Evitar a passagem nas imediações de núcleos residenciais habitados;
- Evitar remoção de população que implique inviabilização da comunidade e/ou sua completa remoção;
- Evitar a interferência em unidades de conservação de proteção integral e de uso sustentável;
- Evitar a passagem em sítios de: reprodução e descanso identificados nas rotas de aves migratórias; endemismo restrito ou com espécies ameaçadas de extinção reconhecidas oficialmente;
- Evitar a intervenção em terra indígena;
- Evitar a intervenção em território quilombola;
- Evitar a intervenção em assentamentos rurais;
- Evitar a intervenção física em cavidades naturais subterrâneas;
- Evitar a supressão de vegetação nativa arbórea acima de 30% da área total da faixa de servidão, além de supressão de grandes fragmentos florestais.

No próximo item serão descritas as três alternativas locais avaliadas, considerando os aspectos de engenharia e meios físicos, bióticos e socioeconômicos de cada uma.



Parâmetros Cartográficos

0 1 2 3 km

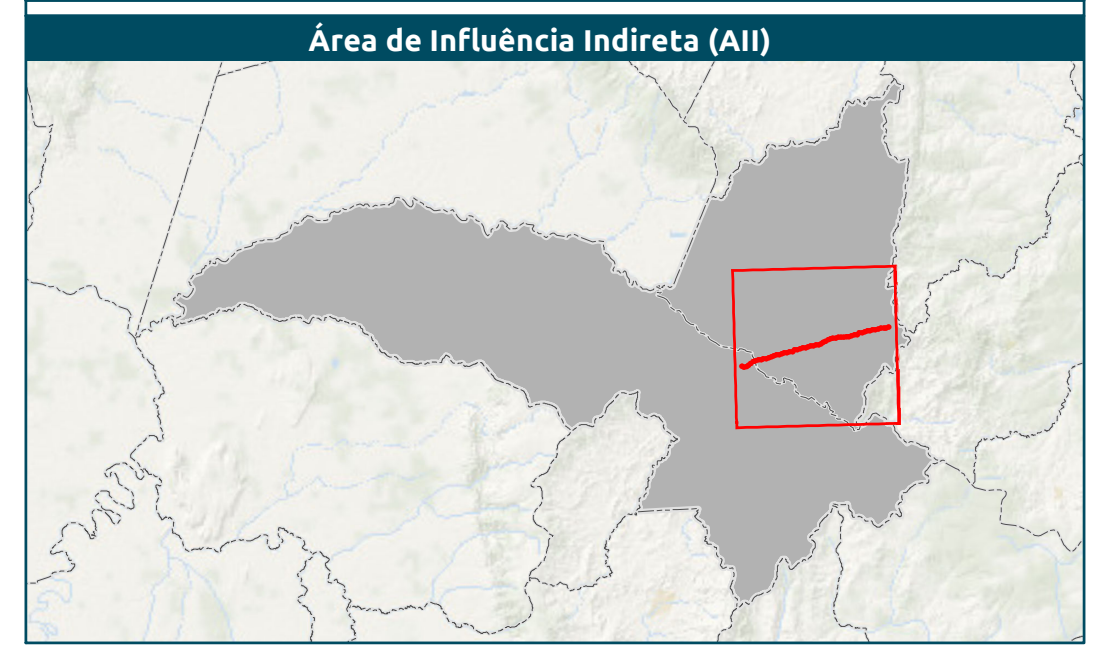
Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
 Datum Horizontal: SIRGAS 2000
 Meridiano Central: -39°
 Fuso: 23 S

Legenda

- SE Serra das Almas II
- Sedes Municipais
- Municípios Interceptados pelo Empreendimento
- Limite Municipal
- Divisa Estadual

LT 500 kV Serra das Almas

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



Fonte

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

Empreendedor/Cliente	Execução

Projeto

Licenciamento Ambiental da LT 500 kV Serra das Almas

Tema

Alternativas Locacionais

Escala	Responsável Técnico	Produto
1:55.000	Raiane Machado Geóloga	Folha A2
Data	CREA: 29.176/D-DF	
Março/2022		

2.2.1 ALTERNATIVA 1

A Alternativa 1, representada pela cor preta no Mapa 2, foi estabelecida pela equipe de engenharia, tendo sido elaborada em escritório a partir de dados secundários, utilizando parâmetros técnicos de engenharia e a verificação de interferências ambientais e fundiárias identificadas de forma preliminar.

2.2.2 ALTERNATIVA 2

A Alternativa 2, representada pela cor amarela no Mapa 2, foi estabelecida após a realização de novas análises, atualização e constatação, através da primeira vistoria em campo pela equipe de desenvolvimento de projetos, onde verificou-se que o traçado da Alternativa 1 estava intervindo em ocupações humanas, em áreas de reservas legais propostas e um fragmento florestal. Por esses motivos, foi elaborada a Alternativa 2 para que essas interferências fossem eliminadas.

2.2.3 ALTERNATIVA 3 – ALTERNATIVA SELECIONADA

Após nova campanha de campo de engenharia e de meio ambiente, que percorreram todo o traçado proposto, foi verificada a proximidade em relação às ocupações humanas e travessias de reservas legais da Alternativa 2. Identificou-se que o traçado poderia ser otimizado melhorando os ângulos de saída das SEs, travessias de rodovias, corpos d'água e reservas legais, diminuindo ainda o número de vértices da alternativa anterior. Sendo assim, após estes ajustes no traçado, foi elaborada a Alternativa 3, representada em rosa no Mapa 2.

A alternativa selecionada foi considerada a melhor opção para o empreendimento como um todo, considerando os aspectos socioambientais, fundiários e de engenharia de projeto, definindo assim um projeto viável sob estes aspectos.

2.3 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

Do ponto de vista de alternativas tecnológicas e construtivas, com o objetivo de minimizar os impactos socioambientais negativos das subestações e Linhas de Transmissão, alguns estudos e práticas vêm sendo desenvolvidos, inclusive no que diz respeito à alterações de Projeto de Engenharia e adoções de práticas construtivas menos impactantes.

Ressalta-se que, para a definição da melhor alternativa da subestação Serra das Almas II, bem como da LT 500 kV Serra das Almas, além das análises locais e suas interferências nos aspectos socioambientais, foram considerados, também, os seguintes parâmetros estruturais e geotécnicos:

- Estudos da topografia, altimetria, perfil, tangentes e locação de piquetes;
- Definição do melhor processo para montagem de estruturas, limpeza de faixa, sistema de aterramento, estruturas metálicas, estruturas de concreto armado e cadeias de isoladores; e

- Definição e planejamento de lançamento de cabos (de tensão e para-raios), emenda de cabos, regulagem de cabos (nivelamento), grampeação, ancoragem e elaboração do plano de lançamento.

Salienta-se, também, que, para lidar com situações não convencionais de projeto e construção de LTs, objetivando, especialmente, a minimização da supressão de vegetação em fragmentos preservados, foram considerados:

- Priorização da utilização de torres autoportantes, onde poderiam ser usadas torres estaiadas;
- Priorização da locação de praças de lançamento de cabos fora de áreas de vegetação nativa, sempre que possível;
- Alçamento das estruturas nos locais para evitar a supressão de vegetação; e
- Transporte de material (torres, isoladores, ferragens, amortecedores, etc.) em caminhões de porte tal que minimize a eventual abertura de novos acessos.

2.4 DESCRIÇÃO TÉCNICA DA LINHA DE TRANSMISSÃO

2.4.1 CARACTERÍSTICA GERAL DA LT

Na sequência, serão descritas as principais características técnicas da LT 500 kV Serra das Almas I – Serra das Almas II e do seccionamento da LT 500 kV Igaporã III – Janaúba 3 C1.

- Tensão: 500 kV;
- Potência: 1000MW;
- Extensão: 21,3 km;
- Vão médio estimado: 410 metros;
- Atura média estimada das torres de ancoragem: 24 metros;
- Altura média estimada das torres de suspensão: 35 metros;
- Número de circuitos: 1;
- Número de cabos condutores por fase: 3;
- Cabo condutor: CAL - Liga 1120 - 993 MCM;
- Perdas máximas permitidas: 0,4% (p/ FC = 100%);
- Perdas calculadas: 0,21%;
- Cabos Pára-Raios: PR 1 OPGW 16,75mm e PR 2 OPGW 16,75mm;
- Estruturas: metálicas, treliçadas, estaiadas e autoportantes;
- Isoladores: vidro temperado 160 kN;
- Aterramento: radial do tipo convencional para linhas de transmissão, com utilização de cabo 3/8" SM;
- Temperatura de Projeto – Condição Normal (Longa Duração): 60°C;
- Temperatura de Projeto – Condição de Emergência (Curta Duração): 65°C.

2.4.1.1 Tensão Nominal

A LT 500 kV SE Serra das Almas I – Serra das Almas II e o seccionamento da LT 500 kV Igarorã III – Janaúba 3 C1 possuem tensão nominal de 500 kV.

2.4.1.2 Extensão total da Diretriz Preferencial da LT

A extensão total aproximada da diretriz será de 21,3 km, interligando a SE Serra das Almas I e a SE Serra das Almas II (SE Seccionadora).

2.4.1.3 Largura da Faixa de Servidão e Faixa de Serviço

➤ Faixa de Servidão

Conforme as Diretrizes para a Elaboração de Projetos Básicos para Empreendimentos de Transmissão, redigidas pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), a faixa de servidão de uma linha de transmissão deve ser dimensionada de forma a manter uma distância segura entre os condutores das fases externas da linha e o limite da faixa de passagem; assegurar que os níveis de rádio interferência e ruído audível estarão dentro do limite da faixa de passagem; e garantir que os níveis de campo elétrico e campo magnético, dentro e fora da faixa, atendam aos limites estabelecidos.

Para efetuar o cálculo, foram considerados o balanço máximo do condutor; os valores dos campos elétrico e magnético; as avaliações de rádio interferência e ruído audível. A estrutura típica considerada foi a do tipo SAEL, tendo em vista que esta será a de maior incidência no projeto da linha de transmissão.

Os dados gerais utilizados no cálculo da faixa de servidão são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Dados para Cálculo da Faixa de Servidão

Variável	Descrição	LT 500 kV Serra das Almas
DU	Tensão (kV)	500
-	Cabo Condutor	3 x CAL 1120 - 993 MCM / fase
d	Diâmetro (mm)	29,30
p	Peso (kg/m)	1,384
-	Esticamento EDS	20% da Carga de Ruptura
-	Temperatura EDS (°C)	22
-	Temperatura Coincidente (°C)	14
F	Flecha Temp. Coincidente (m)	23,26
ρ	Massa específica do ar (kgf/m³)	1,092
-	Altura média dos condutores (m)	27
-	Vento - 50 anos, 30s, 10 m (m/s)	29,17
V	Vento - 50 anos, 30s, altura do condutor (m/s)	34,19
K	K - Figura 7 da referência [5]	0,32

Variável	Descrição	LT 500 kV Serra das Almas
V / H	Relação Vão Peso / Vão de Vento	0,7
c	Comprimento Cadeia Isoladores (m)	5
b	Maior distância Eixo - Fase (m)	7,5

Fonte: Ecotechne (2022).

Na sequência são apresentadas as fórmulas para o cálculo da faixa de servidão, extraídas da ABNT NBR 5422 – Projeto de Linhas Aéreas de Transmissão de Energia Elétrica:

Cálculo da largura da faixa de servidão (L):

$$L = 2 \times (D + d_1 + b)$$

Cálculo da distância de segurança (D)

$$D = (DU \times 1,05) / 150$$

Cálculo da distância de projeção do cabo balançando (d1)

$$d_1 = (c + F) \times \text{sen } \beta$$

Cálculo da pressão dinâmica de referência (q0)

$$q_0 = 0,5 \times \rho (V)^2 / 9,81$$

Cálculo do ângulo de balanço (β):

$$\beta = \text{tg}^{-1}(k_x \text{tg}(\beta_R))$$

$$\text{tg}(\beta_R) = (q_0 \times d) / (\rho \times V / H)$$

Ao substituir os valores das fórmulas acima com os fornecidos na Tabela 3, foram obtidos os seguintes resultados (Tabela 4):

Tabela 4. Cálculo da Faixa de Servidão.

Variável	Descrição	Resultados
q0	Pressão dinâmica de referência (kgf/m²)	65,1
β	Ângulo de balanço (°)	32,2
d1	Distância de projeção do cabo balançando (m)	15,06
D	Distância de segurança (m)	3,5
L	Largura mínima da faixa de servidão (m)	52,1

Fonte: Ecotechne (2022).

Com o objetivo de se utilizar um valor padronizado para linhas de transmissão similares, foi considerada uma faixa de servidão com largura total de 60m (30m para cada lado, com

a LT no eixo da faixa) (Figura 1). Ressalta-se que, além da utilização do critério de balanço de cabos, este espaçamento foi confirmado pelos cálculos eletromagnéticos.

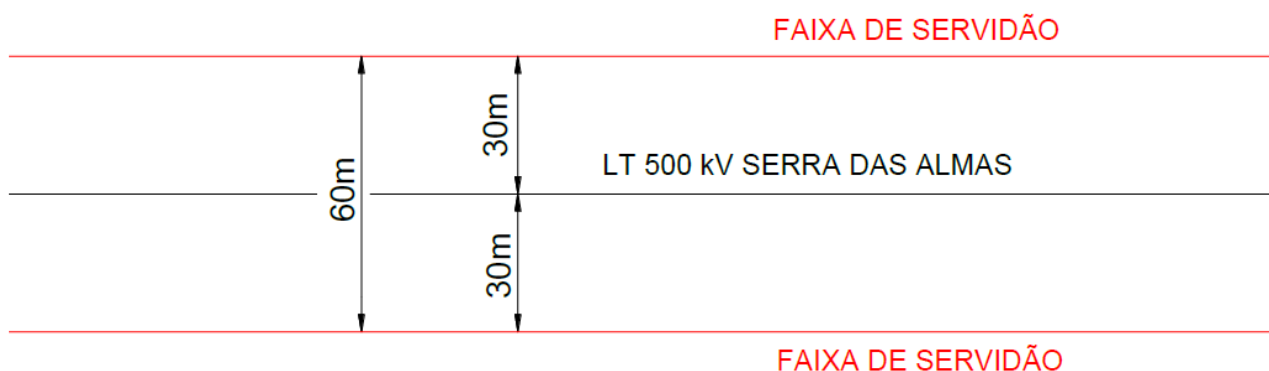


Figura 1. Croqui da Faixa de Serviço.

Fonte: Ecotechne (2022).

➤ **Faixa de Serviço**

A faixa de serviço será utilizada com largura suficiente para permitir a instalação, operação e manutenção segura da LT. A faixa de serviço e os acessos serão aproximadamente 5m de largura.

2.4.1.4 Torres

Considerando a extensão da LT, em sua concepção atual, o número estimado de torres é de 58, sendo 12 estruturas de vértices e 46 estruturas intermediárias. O vão médio entre as torres será de 410m. Na atual fase de desenvolvimento do projeto não há a locação das estruturas.

2.4.1.5 Série de Estruturas

Estão previstos quatro tipos de estruturas para utilização na LT, a saber:

- SAEL - Estrutura estaiada de suspensão para ângulos até 1°;
- SASM - Estrutura de suspensão para ângulos até 4°;
- SAAA - Estrutura de ancoragem intermediária para ângulos até 25°;
- SAAT - Estrutura de ancoragem terminal e intermediária para ângulos até 55°.

As aplicações mecânicas das estruturas estão listadas na Tabela 5.

Tabela 5. Aplicação das estruturas metálicas.

Aplicação Estruturas	SAEL	SASM	SAAA	SAAT
Ângulo Máximo	2°	4°	25°	55°
Vão Médio p/ Alinhamento	550	630	-	-
Vão Médio ângulo máximo	510	470	300	400
Vão Gravante Máximo	800	800	1000	1000
Altura Útil Mínima	26,0	23,0	22,5	22,5
Altura Útil Máxima	44,0	51,5	40,5	34,5

Fonte: Ecotechne (2022).

a) Estrutura do tipo SAEL

A altura útil máxima das torres do tipo SAEL será de 44 m. A silhueta básica dessas estruturas é apresentada na Figura 2.

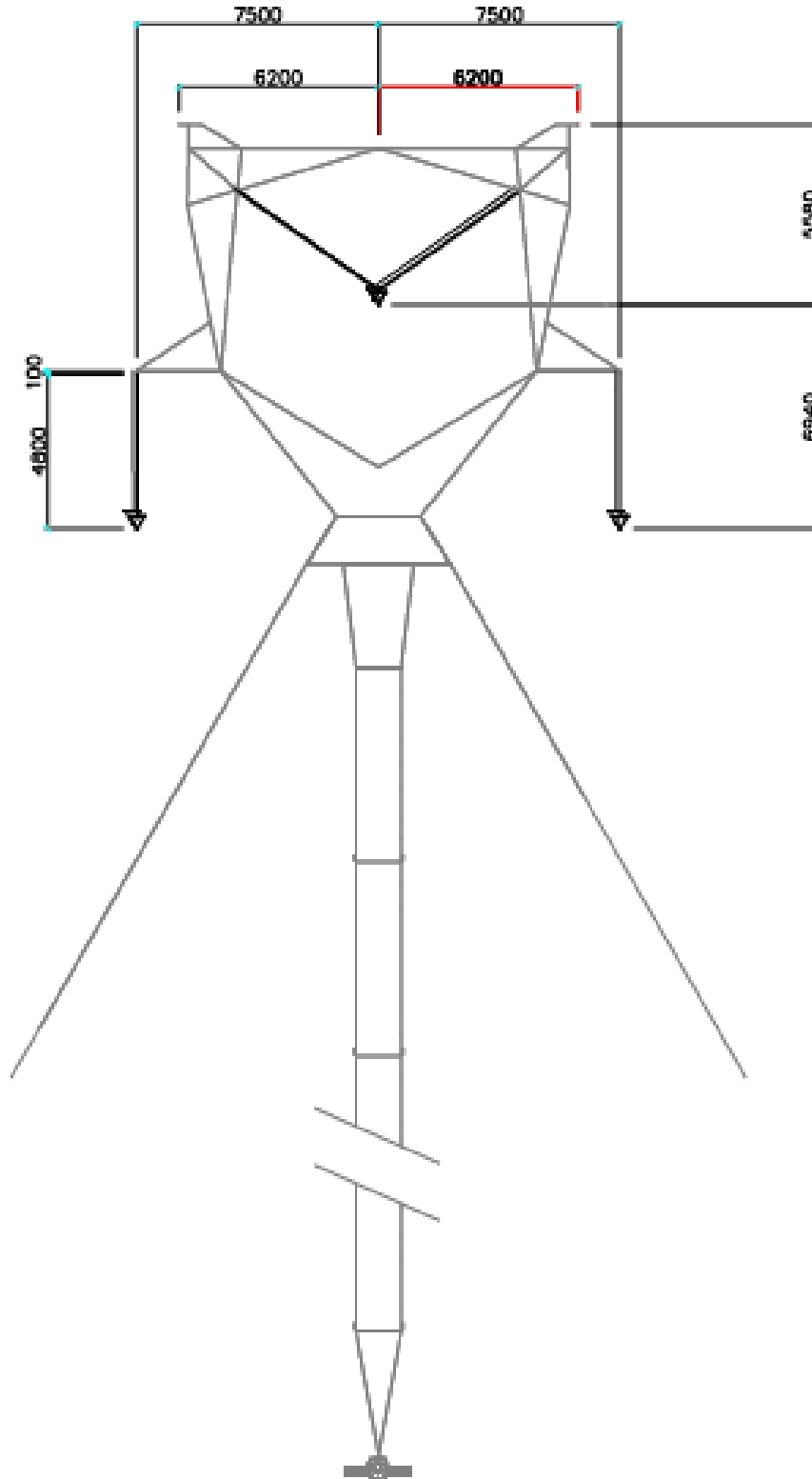


Figura 2. Estrutura do tipo SAEL.

Fonte: Ecotechne (2022).

b) Estrutura do tipo SASM

A altura útil máxima das torres do tipo SASM será de 51,5 m. A silhueta básica dessa estrutura é apresentada na Figura 3.

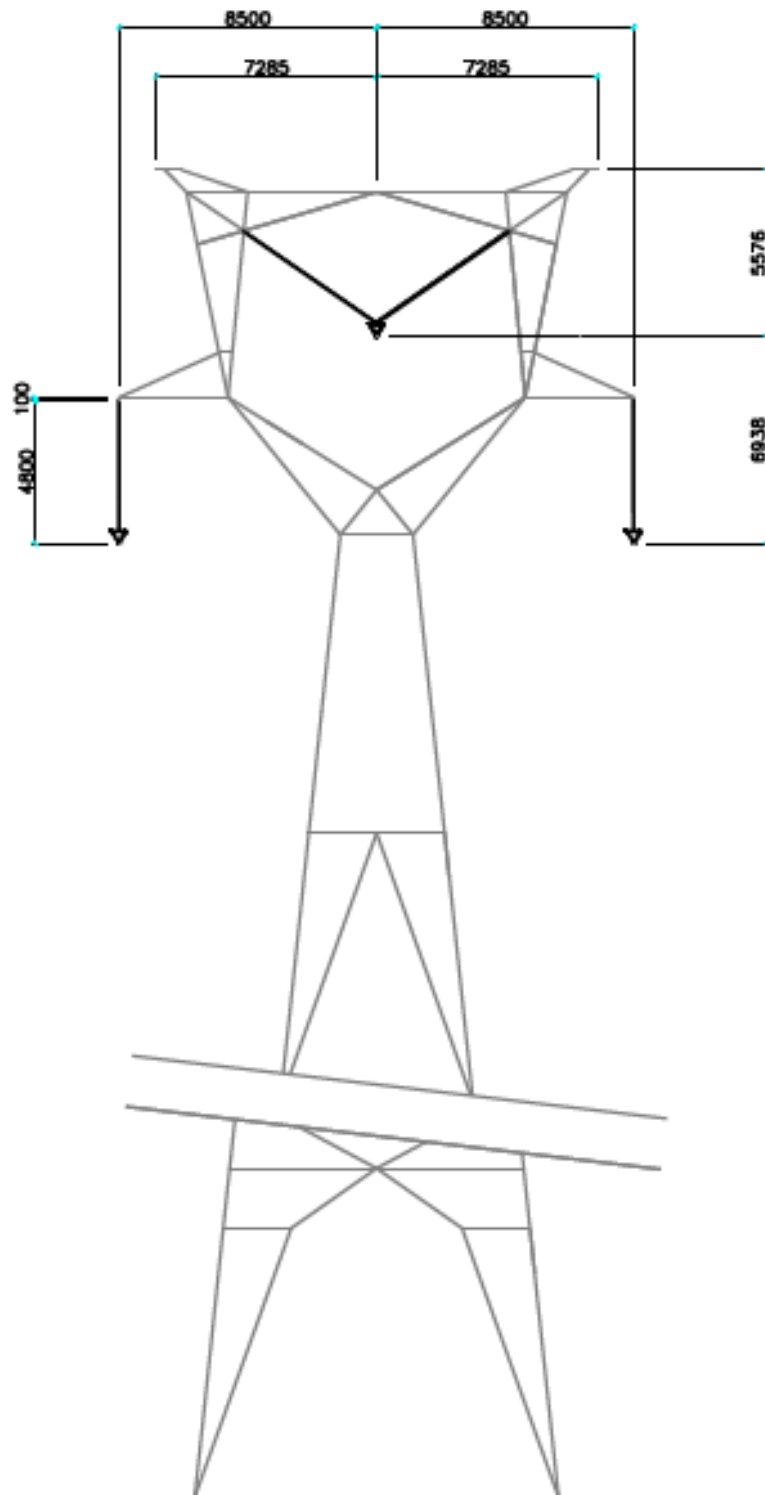


Figura 3. Estrutura do tipo SASM.

Fonte: Ecotechne (2022).

c) Estrutura do tipo SAAA/SAAT

A altura útil máxima das torres do tipo SAAA será de 40,5m. Já torres do tipo SAAT terão altura máxima de 34,5m. A silhueta básica desses tipos de estruturas é similar, apresentada na Figura 4.

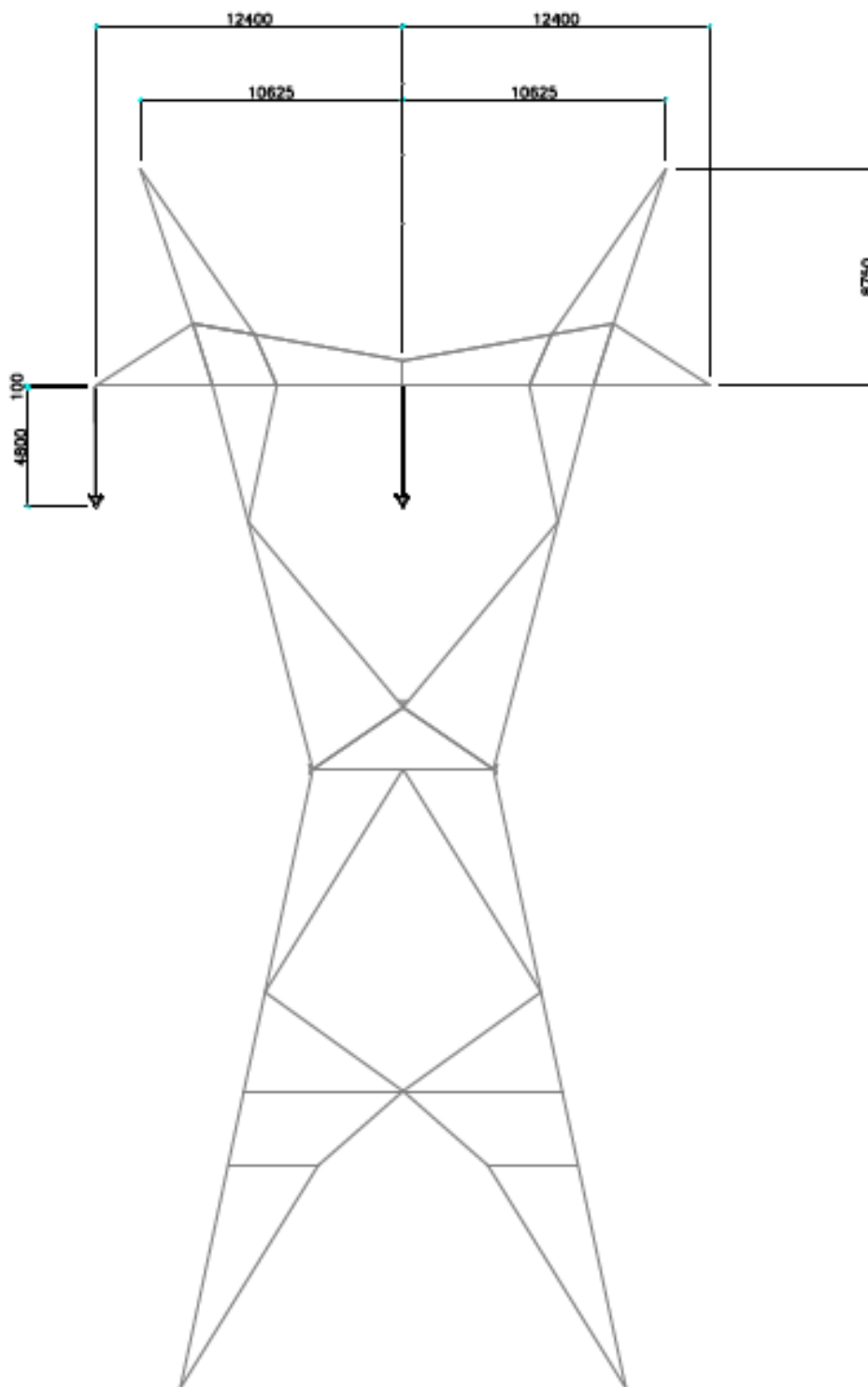


Figura 4. Estrutura do tipo SAAA/SAAT.

Fonte: Ecotechne (2022).

d) Cabos Utilizados

Na Tabela 6 são apresentadas as características dos cabos condutores e para-raios que serão utilizados no empreendimento.

Tabela 6. Dados dos cabos condutores e para-raios.

CARACTERÍSTICA	UNID.	CONDUTOR 3 CABOS POR FASE	PARA-RAIOS
Tipo	-	CAL 1120	OPGW
Código	-	-	OPGW 159 mm ² (24 FO)
Bitola	-	993 MCM	-
Formação	-	61 fios	6 + 12 fios de Aço Alumínio
Galvanização	-	-	-
Área Total	mm ²	502,93	159
Peso Unitário	kgf/m	1,384	0,768
Diâmetro	mm	29,30	16,75
Carga de Ruptura	kgf	11624	9891,3

Fonte: Ecotechne (2022).

e) Isoladores e Ferragens

Na Tabela 7 e Tabela 8 são apresentadas informações dos isoladores e ferragens previstos para uso na LT.

Tabela 7. Características dos Isoladores.

DESCRIÇÃO	CARACTERÍSTICA DOS ISOLADORES
Carga mecânica de ruptura	160 kN
Engate	Concha Bola / IEC 60120 – 20
Diâmetro	280 mm
Passo	146 mm
Distância de Escoamento	380 mm
Resistência ao Impacto	45 Nm
Peso líquido aproximado	6 kg
Tensão mantida sob chuva em F.I.	45 kV
Tensão suportável de Impulso Atmosférico	110 kV

Fonte: Ecotechne (2022).

Tabela 8. Arranjos – Cargas de Ruptura.

ITEM	DESCRIÇÃO	CARGA DE RUPTURA
1	Cadeia de Suspensão do Cabo Condutor	-
1.1	Todos os componentes, exceto grampo	160 kN
1.2	Grampos de suspensão	60% da carga de ruptura do cabo
2	Cadeia de ancoragem do cabo condutor	-
2.1	Componentes ligados aos dois cabos	320 kN

ITEM	DESCRIÇÃO	CARGA DE RUPTURA
2.2	Componentes ligados a apenas um cabo	160 kN
2.3	Grampos de ancoragem	95% da carga de ruptura do cabo
3	Arranjos de suspensão - Pára-Raios	
3.1	Todos os componentes, exceto grampo	120 kN
3.2	Grampos de suspensão	60% da carga de ruptura do cabo
4	Arranjos de ancoragem - Pára-Raios	
4.1	Todos os componentes, exceto grampo	120 kN
4.2	Grampos de suspensão	95% da carga de ruptura do cabo

Fonte: Ecotechne (2022).

2.4.1.6 Tipo de Fundações

As fundações serão dimensionadas e detalhadas futuramente na fase de projeto executivo. Na fase em que se encontra o projeto, estão previstas as seguintes estruturas:

a) Sapatas pré-moldadas para mastros centrais

As fundações para mastros centrais serão executadas em sapatas pré-moldadas, com dimensões variáveis em função das características do solo.

b) Blocos ou tubulões para estais

As fundações para os estais deverão ser executadas em blocos ou tubulões. Os estais serão fixados às fundações por meio de sistema de ancoragens apropriado. A solução em blocos refere-se a elementos tetraédricos, moldados "in loco", em concreto simples ou armado, com dimensões e profundidades racionalmente determinadas, onde são fixadas as ancoragens. Já a solução em tubulão é formada por elementos cilíndricos moldados "in loco", em concreto armado, com dimensões e profundidades racionalmente determinadas, onde são fixadas as ancoragens.

c) Tubulões para estruturas autoportantes

Assim como os tubulões para estais, no caso de estruturas autoportantes, os elementos cilíndricos também serão moldados "in loco", em concreto armado, com dimensões e profundidades racionalmente determinadas, onde são fixadas as ancoragens.

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

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

2.4.1.8 Sistema de Aterramento de estruturas

Estão previstas duas configurações de aterramento, a serem executadas conforme o tipo de estrutura: autoportante (Figura 5) ou estaiada (Figura 6).

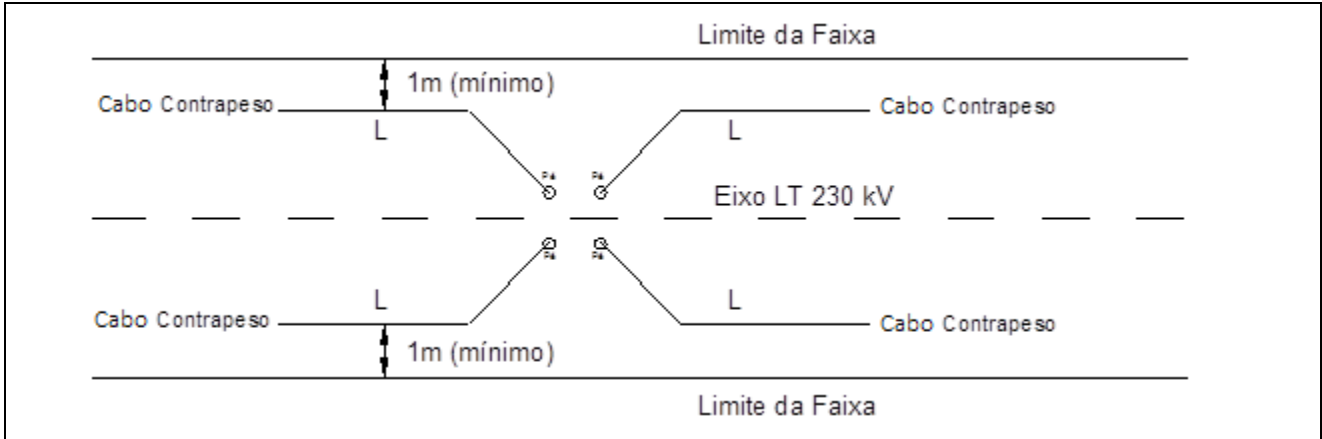


Figura 5. Configuração para estruturas autoportantes.

Fonte: Ecotechne (2022).

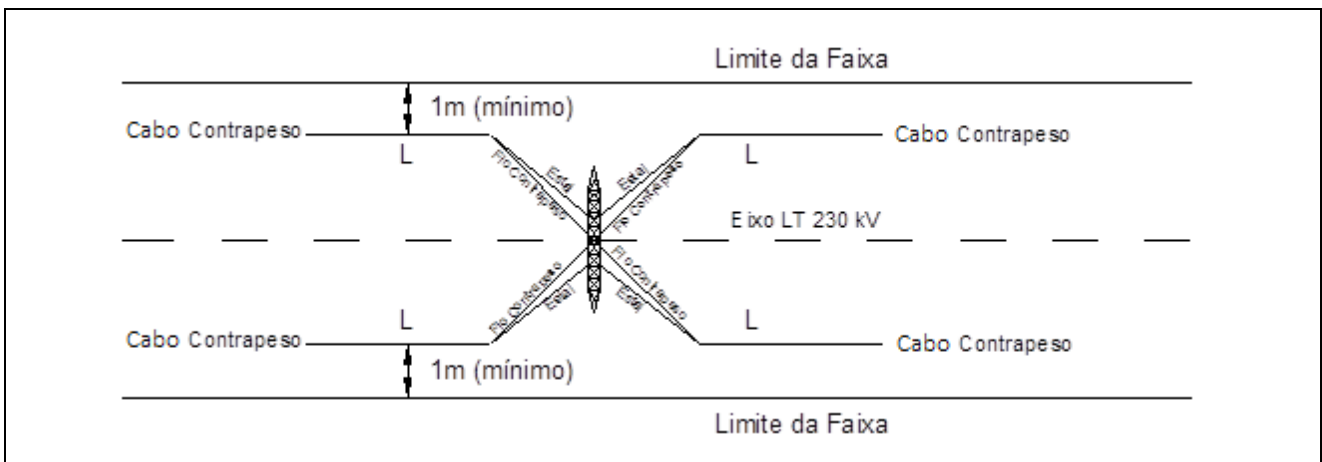


Figura 6. Configuração para estruturas estaiadas.

Fonte: Ecotechne (2022).

A fase de aterramento a ser instalada em cada estrutura será definida na fase de projeto executivo com base nos níveis de resistividade encontrados nas medições de resistividade de solo. Será utilizado o cabo contrapeso de aço galvanizado 3/8"SM, instalado a uma profundidade de 50 cm.

Na Tabela 9 são apresentados os comprimentos dos cabos contrapesos para cada fase de aterramento.

Tabela 9. Comprimentos dos cabos de aterramento.

FASE DE ATERRAMENTO	COMPRIMENTO TOTAL DE CABOS CONTRAPESOS
Fase I	4 x 30 m
Fase II	4 x 50 m
Fase III	4 x 70 m
Fase IV	4 x 90 m

Fonte: Ecotechne (2022).

2.4.1.9 Aterramento e seccionamento de cercas

A Figura 7 ilustra o sistema típico a ser adotado no aterramento e seccionamento das cercas da LT objeto deste licenciamento.

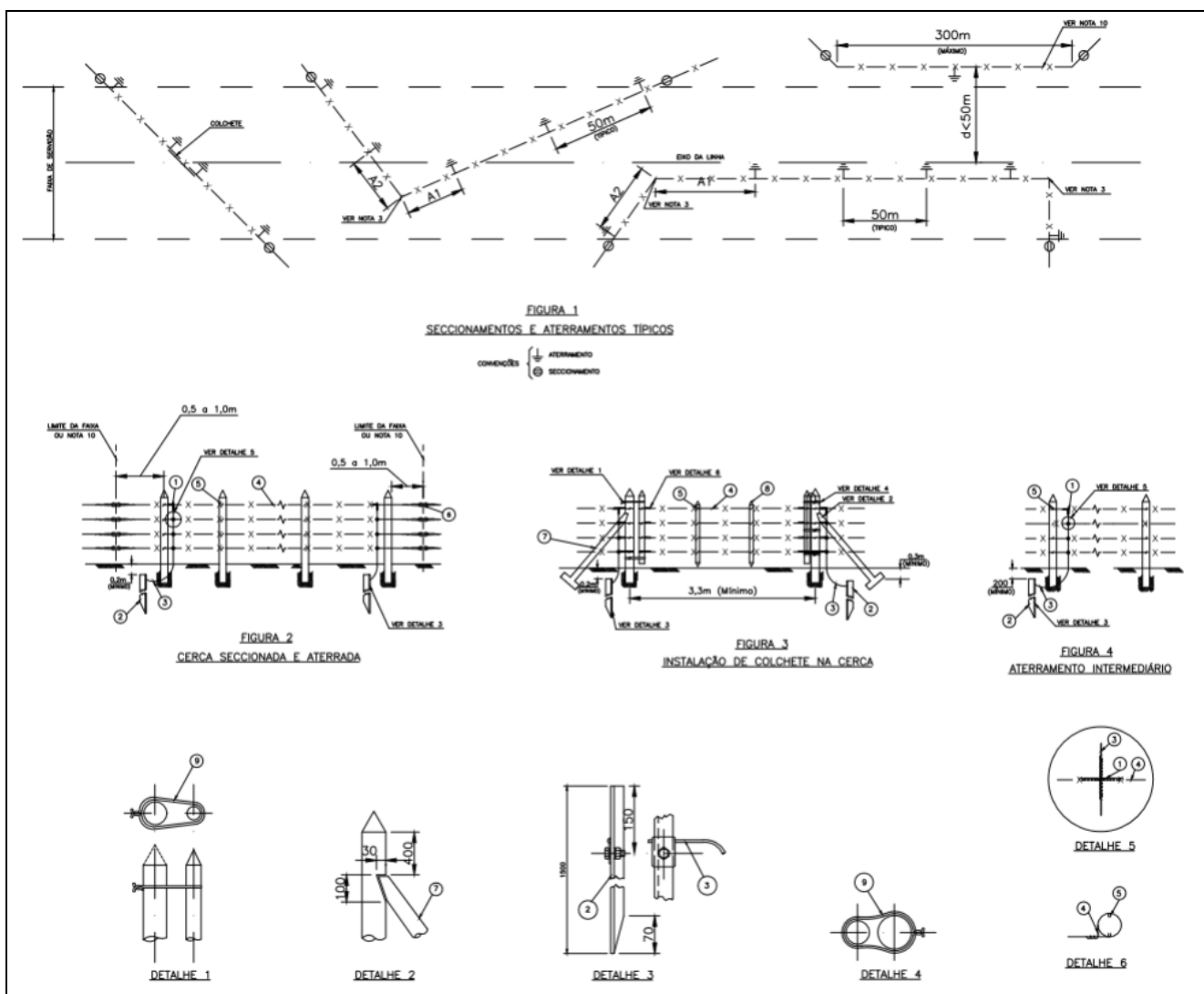


Figura 7 . Esquema Típico de Aterramento e Seccionamento das Cercas.

Fonte: Ecotechne (2022).

2.4.2 DISTÂNCIAS DE SEGURANÇA

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

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

Onde:

D = distância de segurança em metros;

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

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

Após os cálculos, respeitando-se as distâncias mínimas exigidas pela norma legal de referência (NBR 5422), os valores a serem adotados, para a condição de longa duração, são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10. Distâncias de segurança.

Item	Natureza da região ou obstáculo atravessado pela linha ou que dela se aproxime	Distância calculada (m)	Distância adotada (m)
1	Locais acessíveis apenas a pedestres	8,68	12,00
2	Locais onde circulam máquinas agrícolas	9,18	12,00
3	Vegetação de preservação permanente	6,68	6,70
4	Rodovias, ruas e avenidas	10,68	12,00
5	Ferrovias não eletrificadas	11,68	12,00
6	Ferrovias eletrificadas ou com previsão de eletrificação	14,68	15,00
7	Suporte de linha pertencente à ferrovia	6,68	7,00
8	Águas não navegáveis	8,68	12,00
9	Linhas de energia elétrica Condutores com tensão até 87 kV ou Para-raios de LTs com tensão superior a 87 kV	3,88	4,00
10	Linhas de telecomunicações	4,48	4,50
11	Veículos rodoviários e ferroviários	5,68	12,00

Fonte: Ecotechne (2022).

2.4.3 RESTRIÇÕES DE USO DA FAIXA DE SERVIDÃO

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

faixa, na forma da poda dos indivíduos cujas estruturas (ramos, galhos etc.) ultrapassem os limites das distâncias de segurança.

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

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

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

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

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

2.4.4 SUPORTABILIDADE CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

As máximas correntes de curto circuito em uma linha de transmissão concentram-se principalmente nas proximidades das subestações e são proporcionais aos níveis de curto circuito nas mesmas. Em virtude disso, é comum a utilização de cabos com maior suportabilidade nos trechos inicial e final e cabos mais leves no meio da linha.

As correntes de curto circuito assumem valores expressivamente menores a cerca de 8 ou 10 km das SEs. Tendo em vista a curta extensão da LT, não será considerada a troca de cabos.

Dessa forma, com se trata de uma LT de 500 kV, foram considerados dois cabos para-raios a serem instalados lado a lado, ambos do tipo OPGW, adequados às condições apresentadas na Tabela 11.

Tabela 11. Dados para dimensionamento dos cabos para-raios.

DESCRIÇÃO	SE SERRA DAS ALMAS I	SE SERRA DAS ALMAS II
Corrente de Curto Circuito (I _{cc}) Fase-Terra na barra de 500 kV	50 kA	50 kA
Tempo de atuação da proteção	0,35 s	0,35 s

Fonte: Ecotechne (2022).

Os níveis de curto circuito nas duas SE foram estimados iguais a 50 kA. Na Tabela 12 é apresentada a definição dos cabos para-raios bem como os dados que comprovam a compatibilidade dos mesmos às condições apresentadas na Tabela 11.

Tabela 12. Cabos para-raios definidos.

DESCRIÇÃO	CABO PR1	CABO PR2
Cabo definido	OPGW 159mm ² 16,75 mm FURUKAWA	OPGW 159mm ² 16,75 mm FURUKAWA
Suportabilidade I ² t	190 kA ² s	190 kA ² s
Corrente de curto circuito máxima (I _{cc}) em 0,35 s Calculada pela Fórmula $I = \sqrt{\frac{\text{Suportabilidade}}{t}}$	23,3 kA	23,3 kA
Resistência 20°C	0,272 Ω/km	0,272 Ω/km
Corrente circulante em cada cabo em caso de curto circuito (fase-terra)	20,1 kA	20,1 kA

Fonte: Ecotechne (2022).

Os dados referentes ao cabo OPGW foram obtidos através de datasheet de cabo homologado do fabricante Furukawa.

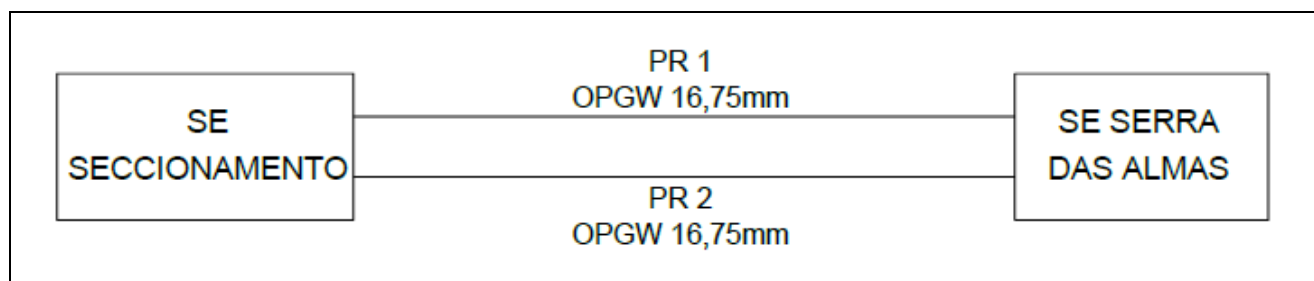


Figura 8. Configuração de Instalação dos Cabos Para-Raios.

Fonte: Ecotechne (2022).

Os trechos em que os cabos para-raios são mais solicitados são nos vãos mais próximos das SEs. O pior cenário é quando ocorre um curto circuito fase-terra nas estruturas adjacentes às SEs.

As Figura 9 e Figura 10, bem como a Tabela 13 ilustram essa situação e indicam as correntes mais críticas que devem ser suportadas pelos cabos para-raios.

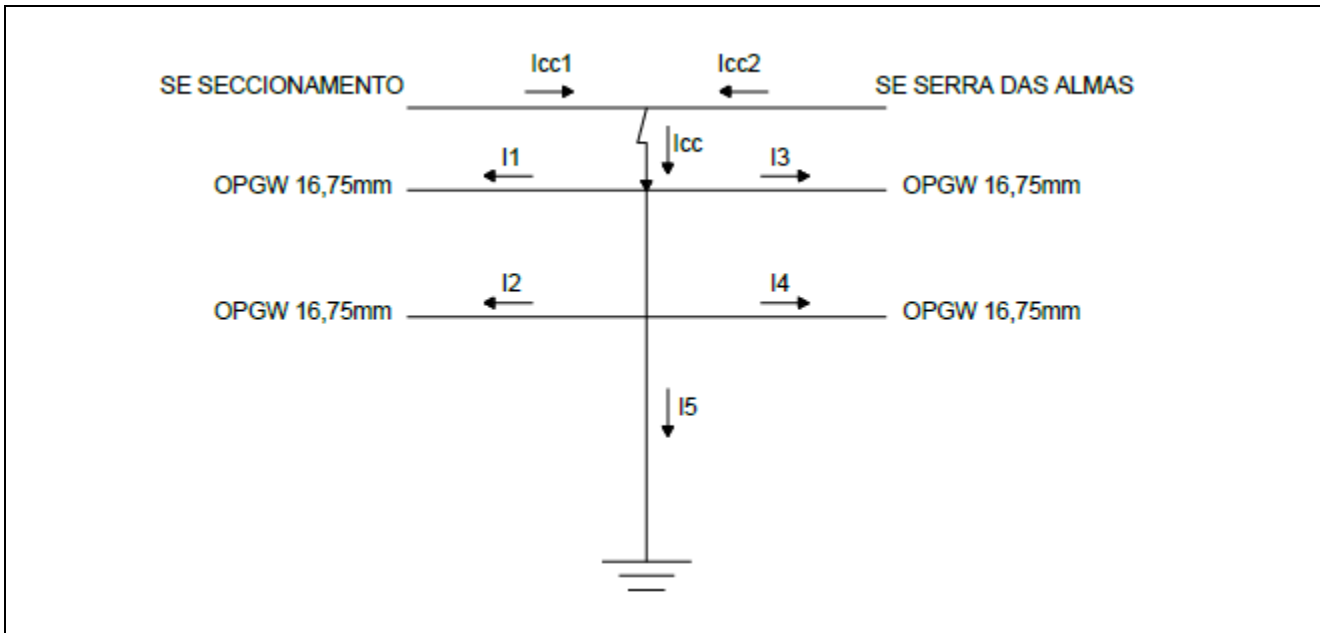


Figura 9. Esquema de distribuição de corrente em caso de curto circuito fase-terra na estrutura adjacente à SE Serra das Almas I.

Fonte: Ecotechne (2022).

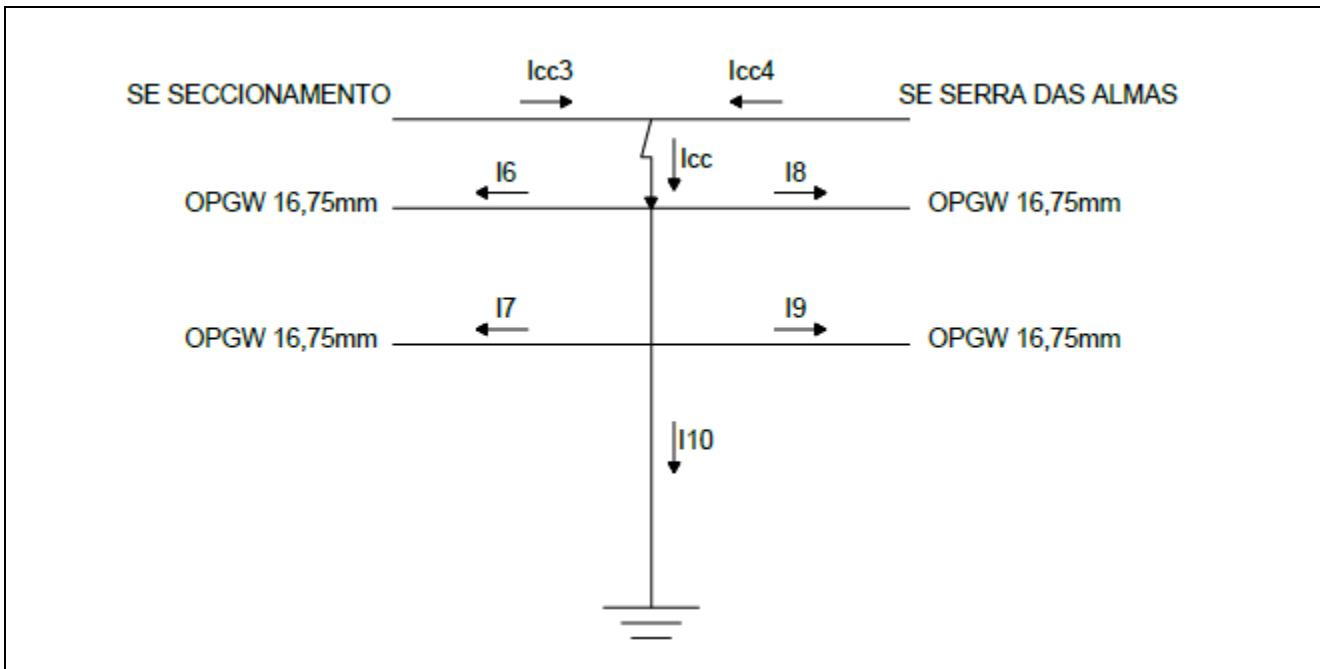


Figura 10. Esquema de distribuição de corrente em caso de curto circuito fase-terra na estrutura adjacente à SE de seccionamento (SE Serra das Almas II).

Fonte: Ecotechne (2022).

Tabela 13. Correntes Icc críticas circulantes nos cabos para-raios.

Estrutura	Corrente (kA)							
	Icc1	Icc2	Icc	I1	I2	I3	I4	I5
Estrutura adjacente à SE Serra das Almas I	42	8	50	20,1	20,1	4,8	4,8	0,2

Estrutura	Corrente (kA)							
	Icc3	Icc4	Icc	I6	I7	I8	I9	I10
Estrutura adjacente à SE Seccionamento (SE Serra das Almas II)	8	42	50	4,8	4,8	20,1	20,1	0,2

Fonte: Ecotechne (2022).

2.5 DESCRIÇÃO TÉCNICA DA SUBESTAÇÃO

2.5.1 SE SERRA DAS ALMAS II

2.5.1.1 Localização

A SE Serra das Almas II (também referenciada no projeto de engenharia como “Subestação Seccionadora”) será construída em Espinosa/MG e terá cerca de 140.000 m² de área total, além de possuir a função de receber a energia transmitida pela LT Serra das Almas e conectá-la ao SIN por meio do seccionamento da LT 500 kV Igaporã III – Janaúba 3.

A Tabela 14 e Figura 11 apresentam, respectivamente, as coordenadas da poligonal e a localização da SE Serra das Almas II.

Tabela 14. SE Serra das Almas II: coordenadas de localização.

PONTO	COORDENADAS UTM (23L)	
	X	Y
P1	760489.4024	8360419.6635
P2	760774.6987	8360512.4321
P3	760814.8984	8360388.8037
P4	760529.6021	8360296.0351

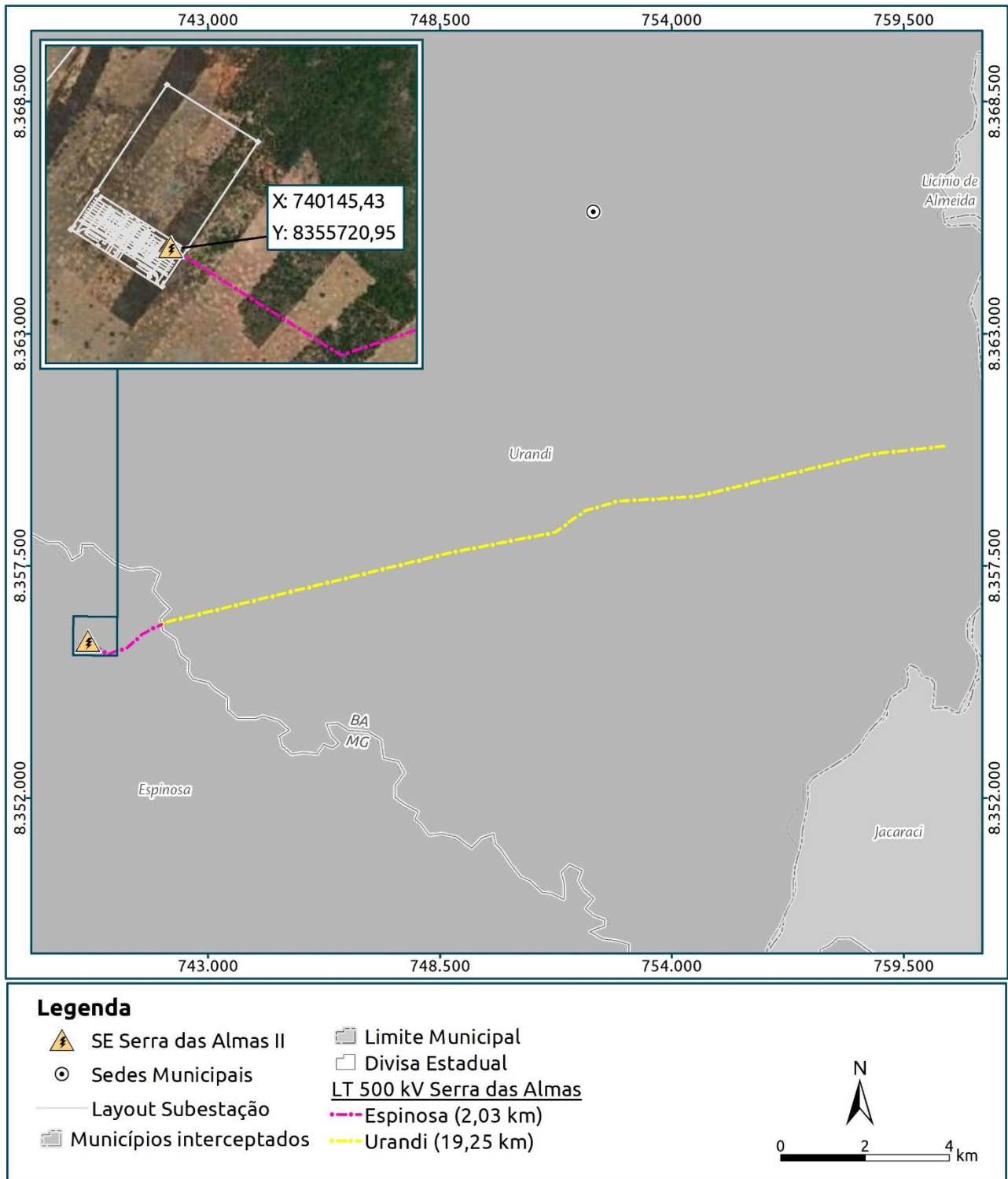


Figura 11. Localização da SE Serra das Almas II.

Fonte: Ambientare Soluções em Meio Ambiente (2022)

2.5.1.2 Sistema de drenagem pluvial

Deverá ser executado sistema de drenagem profunda, com dispositivos como bueiros e drenagem superficial com dispositivos como drenos, calhas, valetas, sarjetas, etc.

2.5.1.3 Terraplenagem

2.5.1.4 Posição dos pórticos de entrada

Os pórticos estarão situados nas seguintes coordenadas planas (Datum SIRGAS 2000)

Pórtico de entrada na SE Serra das Almas II: E = 740.144,62N = 8.355.718,89 m.

2.6 ÁREAS DE APOIO

2.6.1 CANTEIRO DE OBRA

Para a instalação deste empreendimento, será necessária a construção de um canteiro de obra, localizado na região próxima do local onde será construída a SE Serra das Almas II.

As estruturas previstas para o canteiro são apresentadas a seguir:

Tabela 15. Estruturas previstas para o canteiro de obras.

INSTALAÇÃO	ÁREA (m ²)
Portaria	6,90
Apoio à Administração	13,80
Almoxarifado	100,00
Sanitários	41,40
Refeitório	160,00
Sanitário / Chuveiro / Vestiário	13,80
Apoio à produção / Reunião de torre	13,80
Controle dos pátios	13,80
Pátio de estoque de bobinas e cabos condutores	1.144,44
Enfermagem	13,80
Depósito de reciclagem	20,00
Pátio de estoque	329,00
Casa de parafusos	100,00
Tanque de cura de corpos de prova (CPS)	29,12
Tendas para armação e carpintaria	200,00
Pátio de montagem	159,62
Depósito de cimento	13,80
Pátio de Estoque	2.679,20
Reservatórios d'água: 2x5.000 L	25,00
Poço artesiano	-
Fossa séptica	-
Estacionamento de veículos leves	194,85
Bebedouros e gelo	24,00
Tenda de apoio para pintura e montagem dos <i>Stubs</i>	100,00
Baia de <i>stock</i> de agregados	165,00
Baia de produtos químicos	7,0

INSTALAÇÃO	ÁREA (m ²)
Acessos	1.600,94
Pátio de estacionamento de ônibus	196,00

Fonte: Ecotechne (2022).

A desmobilização e desativação do canteiro de obras ocorrerá após a finalização das atividades de implantação do empreendimento. Para esta atividade, deverá ser feita a retirada de equipamentos, materiais e mão de obra do local. Após a desmobilização, a área correspondente ao canteiro de obras será utilizada de acordo com o projeto apresentado no momento de solicitação da Licença de Instalação do empreendimento.

2.6.2 QUANTITATIVO DE PESSOAL ENVOLVIDO

O total de pessoal envolvido durante os meses de instalação do empreendimento é apresentado na Tabela 16. Estima-se a contratação de cerca de 95 empregados diretos nos meses de pico de obra.

Tabela 16. Histograma de mão de obra para a implantação da LT 500 kV Serra das Almas I - Serra das Almas II e SEs associadas.

Atividades	HISTROGRAMA DE MÃO DE OBRA														
	LINHA DE TRANSMISSÃO (LT) 500 KV SE SERRA DAS ALMAS I – SE SERRA DAS ALMAS II E SUBESTAÇÕES ASSOCIADAS														
	2023												2024		
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar
Equipe Civil	30	30	30	30	30	45	45	45	45	25	10	10	0	0	0
Equipe de Montagem									40	50	50	50	40	20	20
Equipe Elétrica													10	10	5
Comissionamento da LT												5	15	15	15
Mão de Obra Indireta	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Total Efetivo	40	40	40	40	40	55	55	55	95	85	70	75	75	55	50

Fonte: EDF Renováveis (2022).

2.6.3 ÁREAS PARA ARMAZENAMENTO DE MATERIAIS

Os materiais necessários à instalação do empreendimento serão armazenados no pátio existente no canteiro de obras a ser construído.

2.6.4 TANQUES DE COMBUSTÍVEIS

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

No projeto em questão, não serão utilizados tanques com capacidade superior a 15.000 m³, implicando assim na utilização da rede de abastecimento existente na sede municipal de Espinosa/MG.

2.7 ATIVIDADES GERAIS PARA A FASE DE PLANEJAMENTO

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

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

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

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

Entende-se que a incorporação das variáveis ambientais na consolidação e definição do local de implantação da SE e do traçado da LT, na fase de detalhamento do Projeto Executivo, permite que sejam ainda mais minimizados os impactos resultantes da implantação do empreendimento. Esse detalhamento do Projeto Executivo de engenharia poderá alterar marginalmente o layout proposto, sem que, entretanto, as diretrizes ambientais explicitadas neste RAS sofram modificações significativas.

2.7.1 LEVANTAMENTO CADASTRAL, NEGOCIAÇÃO E INDENIZAÇÕES

Ao longo da etapa de planejamento do projeto, isto é, antes de sua implantação, os proprietários dos imóveis afetados pelo empreendimento serão contatados por equipes especializadas, contratadas pelo empreendedor, que são responsáveis pela liberação fundiária da faixa de servidão. Neste momento inicia-se o levantamento cadastral das propriedades interceptadas pelo empreendimento. O cadastro também é de fundamental importância para o estudo de alternativas, avaliação de impactos e proposição de programas ambientais, uma vez que fornece dados socioeconômicos relevantes. Essa metodologia possibilita ainda o estabelecimento de uma comunicação direta entre o empreendedor e os proprietários ou ocupantes dos lotes interferidos pelo empreendimento.

O levantamento cadastral busca a aquisição de informações por meio de consulta aos cartórios locais de registro de imóveis, órgãos municipais responsáveis, bem como levantamentos de campo para verificação das condições atuais das propriedades levantadas, coletando as informações dos proprietários e propriedades, possibilitando o levantamento de informações de forma geral, incluindo até mesmo as propriedades não regularizadas.

Após a realização do levantamento cadastral, é solicitada uma autorização de entrada no imóvel, que possibilita o acesso à propriedade para a realização dos demais estudos referentes à liberação fundiária, dentre eles o levantamento topográfico e o processo de avaliação, que segue a metodologia prevista na norma ABNT NBR 14.653. Neste momento é feita uma avaliação da área quanto ao uso tipo de uso da terra na propriedade e benfeitorias existentes, e ofertada uma indenização junto aos proprietários, visando a instituição da servidão de uso e passagem para implantação e operação do empreendimento, sendo formalizada com a celebração de escritura pública ou instrumento particular de servidão.

2.8 ATIVIDADES GERAIS PARA A FASE DE INSTALAÇÃO

2.8.1 LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

Após a consolidação do Projeto Executivo de engenharia é iniciada a locação nas bases das torres, feita a partir do levantamento topográfico, dando início à implantação da linha de transmissão. Neste momento a equipe que realiza esta etapa recebe um treinamento adequado ministrado por profissionais habilitados, conscientizando os trabalhadores sobre a importância minimizar os impactos ambientais destes serviços. Outros pontos abordados são os seguintes:

- Não pode haver, nesse momento, corte de árvores e utilização de motosserras. A supressão da vegetação somente é permitida após as concessões da LI e da Autorização para Supressão de Vegetação (ASV), e o uso de motosserra somente

com treinamento adequado e emissão de Licença para porte e uso de motosserra (LPU)

- Antes do início dos serviços topográficos, deve ser verificado o levantamento cadastral, se houve a comunicação junto ao proprietário sobre o início dos serviços de implantação da LT, pois a entrada das equipes em qualquer propriedade só poderá ocorrer com a devida autorização de passagem por parte do proprietário.

2.8.2 SUPRESSÃO DE VEGETAÇÃO

A supressão de vegetação para a área do empreendimento será a mínima possível, visto que, a área de implantação não inclui grandes fragmentos florestais.

As vias de acessos serão dimensionadas com a largura de 5 m. O empreendimento compreende duas tipologias de torres com praças de dimensões diferentes, a saber:

- Torres autoportantes dos vértices: praça de 60m x 60m = 3.600 m²;
- Torres estaiadas e autoportantes intermediárias: praça de 60m x 120m = 7.200m²;

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

Antes da entrega final da obra, será feita a revisão da faixa, no momento do comissionamento, a fim de avaliar a necessidade de supressão de indivíduos arbóreos que ofereçam risco para a LT.

2.8.3 ABERTURA E MELHORIA DE ESTRADAS E ACESSOS

Antes da definição de abertura de novos acessos, deve-se priorizar a utilização de vias já existentes. Caso haja necessidade, a abertura de vias deverá ocorrer prioritariamente em terreno antropizado, de modo a ter o mínimo impacto possível. Futuras vias abertas poderão ser utilizadas para as atividades de manutenção da linha. Ressalta-se que o acesso principal às estruturas priorizará a utilização da faixa de servidão.

As estradas serão planejadas de modo a minimizar o movimento de terra (corte e aterro), de modo a evitar cenários que contemplem áreas de empréstimo e bota-foras. Os traçados das vias (rampas, raios de curvatura e larguras) serão dados de modo a acompanhar as curvas de nível, evitando-se travessias de cursos d'água e terrenos com baixa resistência, bem como um padrão compatível com os veículos e equipamentos de construção da LT.

Para as aberturas, deverão ser considerados os seguintes pontos:

- Evitar cortes próximos aos locais previstos para a instalação de torres, que possam causar instabilidade da encosta ou abertura de sulcos de erosão;
- Evitar cortes acima ou abaixo das estradas de acesso existentes e que estejam próximos às mesmas;
- Verificar se a drenagem das estradas de acesso existentes (ou a própria estrada) está conduzindo as águas pluviais para os locais nos quais serão montadas as novas torres e providenciar as correções adequadas;
- Sempre que houver necessidade de construção de acessos fora da faixa de servidão, é indispensável à obtenção da autorização prévia dos proprietários.

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

2.8.4 IMPLANTAÇÃO DAS TORRES

A seguir, serão apresentadas informações gerais sobre os procedimentos para a instalação das estruturas necessárias à operação da LT. Destaca-se que os detalhamentos serão apresentados posteriormente, no momento da solicitação da Licença de Instalação do empreendimento.

2.8.4.1 Fundações

As escavações das bases ou fundações das estruturas serão feitas nos pontos informados pela locação e sempre que possível de forma mecanizada com retroescavadeiras, caminhão-perfuratriz ou brocas. Em alguns casos, a escavação é feita manualmente com a utilização de ferramentas manuais, tais como: martelo, picaretas, enxadecos, alavancas ou ferro de cova, dragas, etc. As escavações manuais normalmente ocorrem em terrenos rochosos ou alagados (sem acesso ao maquinário).

Poderão ser utilizados dois padrões de fundação: concreto simples ou concreto armado. No primeiro padrão, a após a instalação do poste, a cava é enchida com concreto usinado. No segundo, são montadas armações de ferragens de aço que são colocadas na escavação. Caso necessário, são utilizadas fôrmas de madeira ou aço no caso de afloramento da fundação em níveis acima do solo e, por último, é despejado o concreto usinado até encher toda a fôrma. Todas as fundações de estruturas com torres metálicas são de concreto armado. E alguns casos, como em terrenos alagados ou com material muito frágil, são utilizadas manilhas de concreto na escavação para evitar desmoronamento.

O local da abertura das cavas das fundações é sempre aceirado para que não haja detritos misturados à terra escavada que servirá de enchimento para as cavas. As dimensões das cavas possuem, à medida do possível, as mesmas das fundações para que haja um máximo aproveitamento da consistência natural do solo. Em média, as fundações possuem as seguintes medidas: 1 m (largura) x 1 m (comprimento) x 2 m (profundidade).

Até a instalação da estrutura, todas as cavas abertas são protegidas com cercas de arame, cerquite e/ou cobertas com tablados de madeira para se evitar acidentes com pessoas e/ou animais que venham a transitar pelo local.

2.8.4.2 Içamento das torres e montagem de estruturas

Após a etapa das fundações, serão feitas as implantações das estruturas metálicas. São três as maneiras de montagem de torres metálicas. Na primeira, a torre é montada peça por peça diretamente sobre os *stubs* instalados. Na segunda, é feita a pré-montagem total da torre no solo com içamento por caminhão *munck*. Na terceira, partes da torre são montadas no solo e içadas por meio de um pau de carga, modalidade conhecida por “montagem no facão”, ou com a utilização de caminhão *munck* ou guindaste.

Após a instalação das torres, serão feitas as montagens das cadeias de suspensão e ancoragem dos cabos condutores e do para-raios por montadores especializados. As cadeias serão compostas por ferragens de aço galvanizado que são fixadas às estruturas, seguidas pelo isolador (equipamento que fará a isolação elétrica entre o cabo energizado e a estrutura), seguido pela ferragem que sustenta o cabo.

2.8.5 Praças de montagem e lançamento dos cabos

Após a implantação das estruturas e montagem das cadeias de ancoragem e suspensão dos cabos, inicia-se a fase de lançamento de cabos condutores e para-raios com a montagem – dentro da faixa da linha já aberta anteriormente – de uma praça de lançamento contendo os cavaletes de suporte montados com as bobinas dos cabos.

Os cabos serão puxados na modalidade de arrasto por máquinas (trator de pneu, retroescavadeira, etc.). Na praça de lançamento, ficarão os operadores das bobinas que se comunicarão com os demais membros da equipe através de rádios de comunicação. Esses operadores são responsáveis por observar o descaimento dos cabos e parar a operação, quando necessário. Os cabos serão elevados para cima das estruturas através de roldanas, também chamadas de bandolas, que são içadas por cordas até seu ponto de instalação.

Na travessia de corpos hídricos tem-se algumas peculiaridades para se fazer o lançamento de cabos. Quando o corpo hídrico é estreito é utilizada uma corda que fica com um lado amarrada ao cabo. O outro lado da corda é levado à outra margem de canoa ou pelos operários pelo próprio rio, desde que a profundidade permita; feita esta travessia o processo segue igual com o trator puxando a corda e o cabo. No caso de rios maiores, além da corda, são utilizadas boias para manter a corda e o cabo flutuando até alcançar a margem, sendo levado numa embarcação motorizada, daí em diante, o serviço discorre como já foi descrito.

Após o lançamento dos cabos procede-se com o tensionamento e grampeamento. O tensionamento é a atividade de “esticar” os cabos até a tração determinada pelo projeto,

de modo que os mesmos fiquem com a altura cabo-solo dentro dos limites de segurança estabelecidos. O tensionamento é feito usando um equipamento chamado de guincho de alavanca ou tifor. Este tem uma de suas extremidades fixada a um ponto de ancoragem no solo e a outra extremidade é presa ao cabo através de garras apropriadas, sendo que, entre o cabo e o tifor é instalado um dinamômetro que dará ao operador a informação da tração ao qual o cabo está sendo submetido. Conforme o cabo vai sendo esticado o operador faz a leitura no dinamômetro até que se chegue à tração determinada no projeto. Além do dinamômetro, o operador faz a leitura da temperatura ambiente através de um termômetro, assim, é possível verificar qual tração deve ser dada ao cabo naquela temperatura, conforme a Tabela de Esticamento (ou tensionamento) do projeto.

Após os cabos serem colocados nas trações estabelecidas no projeto, ocorre a etapa de grampeamento. O grampeamento é a atividade de fixação efetiva dos cabos nas cadeias de isoladores. Os grampeamentos serão feitos por ferragens de aço galvanizado chamadas de grampos, sendo que, podem ser de suspensão ou ancoragem. Os grampos possuem parafusos e/ou armaduras que, quando apertados, garantem a fixação mecânica dos cabos nas estruturas sem risco de queda por deslizamento.

2.8.6 LOGÍSTICA DO TRANSPORTE DE MATERIAIS E MÃO DE OBRA

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

2.8.6.1 Transporte de materiais

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

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

As bobinas de cabos serão transportadas com seus eixos na horizontal e paralelos aos eixos do veículo. Seu travamento na carroceria será feito por meio de calços longitudinais e laterais firmemente fixados. Em nenhuma hipótese as bobinas devem ser pregadas a carroceria do veículo, pois este expediente pode vir a danificar os cabos.

A carga e descarga das bobinas será feita com cuidados especiais e por guindaste, empilhadeira ou talha. As bobinas serão suspensas pelo seu eixo por meio de correntes ou cabos de aço providos de barra separadora, que impeçam a ocorrência de esforços laterais capazes de danificar os flanges das bobinas. As correntes ou cabos de aço, usados para içamento, nunca devem ser passados envolvendo as tábuas de fechamento das bobinas. Por ocasião da descarga das bobinas, deve ser evitado que as mesmas sofram impactos sobre o solo, os quais podem danificar a embalagem e o cabo.

O transporte de isoladores, ferragens e acessórios será efetuado nas embalagens originais dos mesmos, admitindo-se sua substituição, apenas, por outras embalagens mais reforçadas. Os volumes serão manuseados adequadamente, não sendo permitida a formação de pilhas capazes de danificar as embalagens situadas em sua base. Nas operações de descarga, os volumes contendo isoladores e ferragens não devem ser manuseados grosseiramente, devendo ser evitado que caiam ou sejam lançados ao solo.

2.8.6.2 Transporte de Pessoal

As seguintes práticas serão seguidas para o transporte de pessoal:

- Os veículos deverão ser mantidos em perfeito estado mecânico de funcionamento, passando por revisões preventivas periódicas.
- Não serão admitidas improvisações de veículos para execução de trabalhos inadequados ao seu tipo.
- Deverá ser utilizado transporte especial para explosivos e inflamáveis.
- Deverão ser obedecidas todas as exigências impostas pela legislação vigente e higiene e medicina do trabalho.
- Durante a realização das fases de construção da linha de transmissão, a empreiteira contratada deverá observar todas as exigências legais, com a finalidade de preservar a integridade física e mental do trabalhador, promovendo a sua saúde, bem como a melhoria das condições e do ambiente de trabalho.
- A empreiteira contratada deverá contar com elementos especializadas em Segurança e Medicina do Trabalho, com o conhecimento, no mínimo, do especificado na Norma NR-4 do Ministério do Trabalho.
- Todos os veículos deverão estar equipados com uma caixa de medicamentos para pronto-socorro.
- Em cada turma deverá existir uma pessoa com conhecimentos rudimentares para prestar os primeiros socorros aos acidentados.

2.8.7 REVISÃO FINAL E COMISSIONAMENTO

Após a construção das SEs e LT, será realizada a revisão final e comissionamento do sistema para a entrada em a operação do empreendimento. No comissionamento, são verificados todos os quesitos técnicos do projeto, incluindo a distância entre os condutores e a vegetação. Caso seja evidenciada a necessidade de corte seletivo, esse

será feito sobre a vegetação, evitando dessa forma que a LT seja desligada pelo contato dos cabos condutores com as árvores.

2.8.8 CRONOGRAMA FÍSICO DE IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

A Tabela 17 apresenta o cronograma geral de implantação do empreendimento. Ressalta-se que a concretização deste cronograma está condicionada à obtenção das licenças necessárias junto ao IBAMA

Tabela 17. Cronograma físico de implantação da LT 500 kV Serra das Almas I - Serra das Almas II e SEs associadas.

Atividades	CRONOGRAMA GERAL														
	LINHA DE TRANSMISSÃO (LT) 500 KV SE SERRA DAS ALMAS I – SE SERRA DAS ALMAS II E SUBESTAÇÕES ASSOCIADAS														
	2023												2024		
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar
Terraplanagem da SE Serra das Almas II	█	█													
Construção da SE Serra das Almas II			█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Mobilização para construção e montagem da LT			█												
Investigação do subsolo				█	█										
Abertura e limpeza da faixa de servidão					█	█	█	█							
Acessos						█	█	█	█						
Montagem das estruturas							█	█	█	█					
Lançamento de cabos										█	█	█	█		
Comissionamento da LT												█	█	█	█

Fonte: EDF Renováveis (2022).

2.9 FASE DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

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

Toda irregularidade que venha a ser identificada nessas inspeções será retificada na manutenção corretiva, realizada por equipes especializadas que acessam, por terra, o local em que foi encontrado o dano. As estradas de acesso às torres também podem passar por manutenções preventivas e corretivas periodicamente.

Toda vegetação presente na faixa de servidão poderá ser alvo de cortes seletivos, toda vez que o seu crescimento possa colocar a LT em risco de desligamento por curto-circuito. Sempre que houver a necessidade de realizar alguma dessas atividades de manutenção, estas serão precedidas de contato prévio com os proprietários das áreas interceptadas pela LT.

De forma semelhante à LT, as principais ações realizadas durante a operação e manutenção das subestações também se referem às inspeções periódicas com objetivo de verificar a integridade de todos os seus equipamentos.

2.9.1 MANUTENÇÃO DA LT E RESTRIÇÕES DAS FAIXAS DE SERVIDÃO

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

As fundações, apesar de enterradas, demandam manutenções para evitar problemas de sustentação. Dessa forma, será necessária a escavação junto ao pé das torres para acessar e avaliar a integridade dessas estruturas.

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

Apesar das manutenções de fundações e aterramentos, os problemas corriqueiros associados à operação de linhas de transmissão relacionam-se à faixa de servidão. Para essa faixa, a eventual interferência da vegetação nos condutores poderá acarretar em desligamento do sistema por curto-circuito. Dessa forma, durante a operação do empreendimento, a manutenção a ser realizada incluirá, se necessário, a execução do corte seletivo da área da faixa, na forma da poda de vegetação que ultrapasse os limites das distâncias de segurança.

2.9.2 MÃO DE OBRA

Após finalizar a implantação do empreendimento, haverá uma necessidade menos expressiva de mão de obra a ser mantida para a fase de operação.