

EIA

Estudo de Impacto Ambiental

6 Caracterização Técnica e Aspectos
Construtivos da LT

LT 525 kV AREIA·JOINVILLE SUL

Outubro, 2019



NEOENERGIA

SUMÁRIO

6	CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA E ASPECTOS CONSTRUTIVOS DA LT.....	6-1
6.1	LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	6-1
6.2	OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA DO EMPREENDIMENTO.....	6-4
6.3	CRONOGRAMA FÍSICO E CUSTO GLOBAL DO PROJETO.....	6-5
6.3.1	<i>Sistema interligado Nacional e Declaração de Utilidade Pública.....</i>	<i>6.3-8</i>
6.4	ETAPAS E ATIVIDADES DE PLANEJAMENTO E IMPLANTAÇÃO.....	6.4-9
6.5	DESCRIÇÃO DO PROJETO.....	6.5-10
6.5.1	<i>Estruturas.....</i>	<i>6.5-11</i>
6.5.1.1	Características Gerais da LT 525 kV Areia – Joinville Sul C1; CS.....	6.5-11
6.5.1.2	Características Gerais da LT 525 kV Areia – Joinville Sul C1; CD.....	6.5-12
6.5.2	<i>Cabo Condutor.....</i>	<i>6-27</i>
6.5.3	<i>Cabo Contrapeso.....</i>	<i>6-28</i>
6.5.4	<i>Cabo Para-raios.....</i>	<i>6-28</i>
6.5.5	<i>Ferragens.....</i>	<i>6-28</i>
6.5.6	<i>Isoladores.....</i>	<i>6-30</i>
6.5.6.1	Isoladores LT 525 kV.....	6-30
6.5.7	<i>Isolamento a Descargas Atmosféricas.....</i>	<i>6-30</i>
6.5.8	<i>Acessórios – Esferas de Sinalização.....</i>	<i>6-31</i>
6.5.9	<i>Contrapinos.....</i>	<i>6-32</i>
6.5.10	<i>Luvas de Emenda e Reparo.....</i>	<i>6-32</i>
6.5.10.1	Emendas para Cabos CAL e CAA.....	6-32
6.5.10.2	Luvas de Emenda para Cabo de Aço.....	6-32
6.5.10.3	Emenda para Cabo OPGW.....	6-33
6.5.10.4	Reparos para Cabos CAL e CAA.....	6-33
6.5.10.5	Reparos para Cabos OPGW.....	6-33
6.5.11	<i>Conectores.....</i>	<i>6-33</i>
6.5.11.1	Conectores para Emenda em "Jumper".....	6-33
6.5.11.2	Conectores para Sistema de Para-raios e Aterramento.....	6-33
6.5.12	<i>Procedimento para aterramento e seccionamento de cercas.....</i>	<i>6-33</i>
6.5.13	<i>Sistemas de Amortecimento.....</i>	<i>6-35</i>
6.5.14	<i>Fundações.....</i>	<i>6-35</i>
6.5.14.1	Estruturas Autoportantes.....	6-35
6.5.14.2	Estruturas Estaiadas.....	6-36
6.5.15	<i>Técnicas Construtivas em Áreas Inundáveis.....</i>	<i>6-38</i>
6.5.16	<i>Sistema Anti -Vibração Eólica.....</i>	<i>6-40</i>
6.5.17	<i>Sistema de Aterramento nas Linhas de Transmissão.....</i>	<i>6-40</i>

6.5.18	<i>Subestação (SE)</i>	6-45
6.5.18.1	Subestação Areia 525/230/138 kV	6-45
6.5.18.2	Estruturas Suporte de Barramentos e de Equipamentos	6-48
6.5.18.3	Espaçamentos Elétricos.....	6-48
6.5.18.4	Blindagem contra Descargas Atmosféricas	6-49
6.5.18.5	Aterramento.....	6-49
6.5.18.6	Canaletas e Caixas de Passagem.....	6-50
6.5.18.7	Iluminação e Tomadas Externas	6-50
6.5.18.8	Cargas de Projeto	6-50
6.5.18.9	Cargas Devidas ao Vento e Curto-Circuito.....	6-51
6.5.18.10	Estruturas Metálicas.....	6-51
6.6	DETERMINAÇÕES DO PROJETO	6-52
6.6.1	<i>Distâncias de Segurança</i>	6-52
6.6.1.1	Distâncias para Obstáculos na Condição Operativa de Longa Duração	6-52
6.6.1.2	Distâncias para Obstáculos na Condição Operativa de Curta Duração	6-53
6.6.1.3	Distâncias para Matas Ciliares e de Preservação Permanente.....	6-54
6.6.2	<i>Largura e Área Total da Faixa de Servidão</i>	6-54
6.6.3	<i>Compartilhamento de Faixa de Servidão</i>	6-55
6.6.4	<i>Principais Restrições ao Uso da Faixa de Servidão</i>	6-55
6.6.5	<i>Interferências com Travessias</i>	6-57
6.6.5.1	Rodovias.....	6-57
6.6.5.2	Ferrovias.....	6-57
6.6.5.3	Linhas de Transmissão.....	6-57
6.6.5.4	Dutos	6-58
6.6.5.5	Recursos Hídricos	6-58
6.6.6	<i>Interferências Eletromagnéticas</i>	6-60
6.6.6.1	Rádio Interferência (Rádio e TV).....	6-61
6.6.6.2	Ruído Audível	6-61
6.6.6.3	Campo Elétrico e Magnético	6-62
6.6.6.4	Corona Visual	6-62
6.6.6.5	Escoamento de correntes elétricas	6-63
6.6.7	<i>Tipos de Acidentes</i>	6-63
6.7	IMPLANTAÇÃO DO PROJETO.....	6-68
6.7.1	<i>Aspectos Gerais para Linhas de Transmissão</i>	6-68
6.7.1.1	Definição do Traçado	6-68
6.7.1.2	Técnicas de Lançamento dos Cabos.....	6-69
6.7.1.3	Levantamento Topográfico.....	6-69
6.7.1.4	Levantamento Cadastral (Fundário)	6-70
6.7.1.5	Avaliação e Indenização ou Aquisição de Propriedades e Benfeitorias	6-70
6.7.1.6	Geração e Destinação de Resíduos e Efluentes	6-72

6.7.2	<i>Aspectos Gerais para Subestação</i>	6-73
6.7.2.1	Serviços Topográficos	6-74
6.7.2.2	Sondagem	6-74
6.7.2.3	Ensaio de Compactação	6-74
6.7.2.4	Terraplenagem	6-74
6.7.2.5	Drenagem	6-75
6.7.2.6	Fundações.....	6-75
6.7.2.7	Formas	6-76
6.7.2.8	Barras e Armaduras de Aço	6-76
6.7.2.9	Chumbadores.....	6-76
6.7.2.10	Concreto.....	6-76
6.7.2.11	Recobrimento de Brita	6-77
6.7.2.12	Canaletas para Cabos, Caixas de Passagem e Tampas.....	6-77
6.7.2.13	Rede de Dutos.....	6-77
6.7.2.14	Edificações.....	6-78
6.7.2.15	Iluminação, Tomadas e Telefones.....	6-79
6.7.2.16	Sistema de Abastecimento de Água e Esgoto	6-79
6.7.2.17	Urbanização	6-79
6.7.2.18	Cercas e Portões.....	6-79
6.7.2.19	Vias internas de Acesso.....	6-79
6.7.2.20	Sistema de Proteção Contra Incêndio	6-80
6.7.2.21	Campos Eletromagnéticos na Subestação	6-80
6.7.2.22	Limpeza e Desmobilização Final da Obra	6-80
6.7.2.23	Inspeção e Testes	6-81
6.7.3	<i>Aspectos Construtivos</i>	6-81
6.7.3.1	Acessos	6-81
6.7.3.2	Canteiro de Obras.....	6-82
6.7.3.3	Infraestrutura Básica de Serviços.....	6-87
6.7.3.4	Escritório	6-88
6.7.3.5	Refeitório	6-88
6.7.3.6	Almoxarifado	6-88
6.7.3.7	Vestiários/Sanitários	6-88
6.7.3.8	Abastecimento de Água.....	6-88
6.7.3.9	Resíduos Sólidos e Resíduos Perigosos	6-88
6.7.3.10	Área coberta para armazenamento de resíduos (Central de Resíduos)	6-89
6.7.3.11	Atividades dos canteiros.....	6-89
6.7.3.12	Controles ambientais aplicáveis aos canteiros de obras e frentes de trabalho.....	6-90
6.7.3.13	Equipamentos e Materiais de Construção	6-93
6.7.4	<i>Intervenções no Ambiente Natural</i>	6-93
6.7.4.1	Estimativa das Áreas de Supressão de Vegetação.....	6-93

6.7.5	<i>Estimativa de Contratação de Mão de Obra</i>	6-96
6.7.6	<i>Acessos</i>	6-97
6.7.7	<i>Fluxo de tráfego</i>	6-99
6.8	OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	6-100
6.8.1	<i>Manutenção das estruturas do empreendimento</i>	6-100
6.8.1.1	Subestações	6-100
6.8.1.2	Linha de Transmissão	6-101
6.8.1.3	Interferências, incômodos e riscos	6-102
6.8.2	<i>Infraestrutura básica</i>	6-103
6.8.3	<i>Contingente de Mão de Obra Necessário</i>	6-103

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 6-1: MUNICÍPIOS INTERCEPTADOS PELA LT 525 KV AREIA - JOINVILLE SUL.	6-4
FIGURA 6-2: SILHUETA DA ESTRUTURA N5SEL.	6-15
FIGURA 6-3: SILHUETA DA ESTRUTURA N5SSL.	6-16
FIGURA 6-4: SILHUETA DA ESTRUTURA N5SSP.	6-17
FIGURA 6-5: SILHUETA DA ESTRUTURA N5SST.	6-18
FIGURA 6-6: SILHUETA DA ESTRUTURA N5SAA.	6-19
FIGURA 6-7: SILHUETA DA ESTRUTURA N5SAT.	6-20
FIGURA 6-8: SILHUETA DA ESTRUTURA N5DEL.	6-21
FIGURA 6-9: SILHUETA DA ESTRUTURA N5DSL.	6-22
FIGURA 6-10: SILHUETA DA ESTRUTURA N5DSP.	6-23
FIGURA 6-11: SILHUETA DA ESTRUTURA N5DAA.	6-24
FIGURA 6-12: SILHUETA DA ESTRUTURA N5DAT.	6-25
FIGURA 6-13: SILHUETA DA ESTRUTURA N5SSLE.	6-26
FIGURA 6-14: CONSTRUÇÃO DE PASSAGEM SOBRE CURSO D'ÁGUA.	6-39
FIGURA 6-15: ESQUEMA DA FASE DE ATERRAMENTO DAS ESTRUTURAS AUTOPORTANTES (FASE I A VI).	6-41
FIGURA 6-16: ESQUEMA DAS FASES DE ATERRAMENTO DAS ESTRUTURAS ESTAIADAS (FASE I A VI).	6-42
FIGURA 6-17: VISTA AÉREA DO TERRENO DA SUBESTAÇÃO DE AREIA.	6-46
FIGURA 6-18: ARRANJO FÍSICO DA SE AREIA RETIRADO DO R4 DO LEILÃO 004/18.	6-47
FIGURA 6-19: ESCALADA COM TALABARTE “Y” (A) E ESCALADA DA TORRE COM TRAVA QUADRADA (C). FONTE: ELETRONORTE. ..	6-64
FIGURA 6-20: LAYOUT GERAL PROPOSTO PARA OS CANTEIROS DE OBRAS.	6-87

LISTA DE FOTOS

FOTO 6-1: EXEMPLO DE ESFERA DE SINALIZAÇÃO. FONTE: GOOGLE (2017).	6-32
FOTO 6-2: EXEMPLO DE ESFERA DE SINALIZAÇÃO. FONTE: GOOGLE (2017).	6-32

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 6-1 - HISTOGRAMA ESTIMADO DE TRABALHADORES LT 525 KV AREIA - JOINVILLE SUL.....	6-96
---	------

LISTA DE TABELAS

TABELA 6-1: MUNICÍPIOS INTERCEPTADOS PELA FUTURA LT.	6-1
TABELA 6-2: COORDENADAS DOS VÉRTICES (CONCEPÇÃO ATUAL).	6-2
TABELA 6-3: ORÇAMENTO SIMPLIFICADO DA LT.	6-6
TABELA 6-4: CRONOGRAMA FÍSICO DO TRECHO T1.	6-7
TABELA 6-5: OBRAS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO.	6.5-11
TABELA 6-6: MEDIDAS E ÁREAS DAS BASES DAS TORRES DA LT 525 kV CIRCUITO SIMPLES (CS).....	6.5-11
TABELA 6-7: MEDIDAS E ÁREAS DAS BASES DAS TORRES DA LT 525 kV CIRCUITO DUPLO (CD).....	6.5-12
TABELA 6-8: SÉRIE DE ESTRUTURAS DA LT 525 kV CIRCUITO SIMPLES (CS) – TIPO, APLICAÇÃO E ALTURA (PROJETO BÁSICO).	6-13
TABELA 6-9: SÉRIE DE ESTRUTURAS DA LT 525kV CIRCUITO DUPLO (CD)– TIPO, APLICAÇÃO E ALTURA (PROJETO BÁSICO).....	6-14
TABELA 6-10: CARACTERÍSTICAS DOS CABOS CONDUTORES PARA A LT DE 525 kV.	6-27
TABELA 6-11: CARACTERÍSTICAS DO CABO CONTRAPESO.....	6-28
TABELA 6-12: CARACTERÍSTICAS DOS CABOS PARA-RAIOS.	6-28
TABELA 6-13: DADOS DE ENTRADA PARA OS CÁLCULOS.	6-30
TABELA 6-14: DADOS DE ENTRADA PARA OS CÁLCULOS.	6-31
TABELA 6-15: COMPRIMENTOS DOS CABOS DE ATERRAMENTO DAS FASES PARA AS ESTRUTURAS AUTOPORTANTES.	6-42
TABELA 6-16: COMPRIMENTOS DOS CABOS DE ATERRAMENTO DAS FASES PARA AS ESTRUTURAS AUTOPORTANTES.	6-43
TABELA 6-17: RESISTÊNCIA DOS ATERRAMENTOS DAS ESTRUTURAS AUTOPORTANTES DA INSTALAÇÃO EM UM SOLO DE RESISTIVIDADE UNIFORME DE 1000 Ω .M.	6-43
TABELA 6-18: RESISTÊNCIA DOS ATERRAMENTOS DAS ESTRUTURAS ESTAIADAS DA INSTALAÇÃO EM UM SOLO DE RESISTIVIDADE UNIFORME DE 1000 Ω .M.	6-43
TABELA 6-19: RESISTIVIDADE DE UM SOLO UNIFORME PARA A QUAL CADA FASE DAS ESTRUTURAS AUTOPORTANTES IMPLICARÁ EM UMA RESISTÊNCIA DE ATERRAMENTO IGUAL OU INFERIOR A 20 Ω	6-43
TABELA 6-20: RESISTIVIDADE DE UM SOLO PARA A QUAL CADA FASE DAS ESTRUTURAS ESTAIADAS IMPLICARÁ EM UMA RESISTÊNCIA DE ATERRAMENTO IGUAL OU INFERIOR A 20 Ω	6-44
TABELA 6-22: DISTÂNCIA DOS OBSTÁCULOS NA LT DE 525kV.	6-52
TABELA 6-23: DISTÂNCIA DE LT DE 525kV COM CABOS PARA-RAIOS.	6-53
TABELA 6-24: DISTÂNCIA PARA OBSTÁCULOS NA CONDIÇÃO OPERATIVA DE CURTA DURAÇÃO DA LT DE 525kV.....	6-53
TABELA 6-25: EFEITOS ELÉTRICOS NO INTERIOR E LIMITE DA FAIXA LT 525 kV.....	6-62
TABELA 6-26: DIMENSÕES MÉDIAS DAS ESTRUTURAS DO EMPREENDIMENTO.....	6-95
TABELA 6-27: NÚMERO ESTIMADO DE TRABALHADORES CONTRATADOS PARA CADA ATIVIDADE DA FASE DE INSTALAÇÃO DA LT....	6-96
TABELA 6-28: QUANTIDADE DE ACESSOS EXISTENTES PARA CADA VÉRTICE.....	6-97

LISTA DE QUADROS

QUADRO 6-1: EQUIPAMENTOS A SEREM INSTALADOS NA SE AREIA.	6-48
QUADRO 6-2. CARACTERÍSTICAS DAS FUNDAÇÕES UTILIZADAS.	6-51
QUADRO 6-3. USOS E RESTRIÇÕES DA FAIXA DE SERVIDÃO.	6-55
QUADRO 6-4: TRAVESSIAS COM RODOVIAS FEDERAIS E ESTADUAIS.	6-57
QUADRO 6-5: TRAVESSIAS COM FERROVIAS.	6-57
QUADRO 6-6: TRAVESSIAS COM LINHAS DE TRANSMISSÃO.	6-57
QUADRO 6-7. DUTOS QUE DEVERÃO SER INTERCEPTADOS PELA LT.	6-58
QUADRO 6-8. CURSOS D'ÁGUA QUE DEVERÃO SER INTERCEPTADOS PELA LT.	6-58
QUADRO 6-9. POSSÍVEIS ACIDENTES RELACIONADOS AO EMPREENDIMENTO NAS FASES DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO, SUAS CONSEQUÊNCIAS, MÉTODOS E MEIOS DE INTERVENÇÃO.....	6-66
QUADRO 6-10. LOCAIS ELEGÍVEIS À INSTALAÇÃO DE CANTEIROS DE OBRAS PARA À IMPLANTAÇÃO DA LT E DA SE A SER AMPLIADA. ...	6-86

6 CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA E ASPECTOS CONSTRUTIVOS DA LT

Este item apresenta os dados gerais e a caracterização técnica do projeto da Linha de Transmissão 525 kV Areia - Joinville Sul, objeto de licenciamento ambiental junto ao IBAMA, por meio do rito ordinário de licenciamento ambiental, com base na elaboração de Estudo de Impacto Ambiental e seu respectivo Relatório (EIA/RIMA), fundamentado legalmente pela Portaria MMA nº 421/2012.

A Neoenergia S.A. arrematou o lote 1 do Leilão nº 004/2018, promovido pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) em 20 de dezembro de 2018, e para fins de execução do licenciamento ambiental e da gestão do projeto, foi constituída a Sociedade de Propósito Específico (SPE) denominada EKT 11 SERVICOS DE TRANSMISSAO DE ENERGIA ELETRICA SPE S.A, cujo contrato de concessão assinado junto à ANEEL estabelece a responsabilidade à esta SPE de construção, operação e manutenção por 30 anos, a contar da assinatura deste contrato em 22 de março de 2019.

A caracterização apresentada a seguir baseia-se principalmente nas informações técnicas disponibilizadas pela EKT 11 para este fim. Esses dados foram consolidados no Projeto Básico de Engenharia (**Anexo VII - Projeto Básico de Engenharia**). Os itens a seguir apresentam as características técnicas da LT 525 kV Areia - Joinville Sul.

6.1 Localização do Empreendimento

A LT 525 kV Areia – Joinville Sul intercepta 15 municípios, nos quais nove são de Santa Catarina e seis do Paraná, sendo eles: Canoinhas (SC), Corupá (SC), Cruz Machado (PR), Guaramirim (SC), Jaraguá do Sul (SC), Joinville (SC), Mafra (SC), Mallet (PR), Paulo Frontin (PR), Pinhão (PR), Rio Negrinho (SC), São Bento do Sul (SC), São Mateus do Sul (PR), Schroeder (SC), Três Barras (SC) e União da Vitória (PR) (Tabela 6-1, Figura 6-1), ao longo de aproximadamente 278,45 km de extensão. Na Tabela 6-2 apresentamos as coordenadas dos vértices da futura LT Areia - Joinville Sul, na concepção atual.

Tabela 6-1: Municípios interceptados pela futura LT.

MUNICÍPIOS	UF	EXTENSÃO DA LT NOS MUNICÍPIOS (KM)	PERCENTUAL DO TOTAL DA EXTENSÃO DA LT EM CADA MUNICÍPIO (%)
Canoinhas	SC	16,4	5,88974681
Corupá	SC	8,41	3,0202909
Cruz Machado	PR	36,29	13,0328605
Jaraguá do Sul	SC	7,87	2,82636021
Joinville	SC	5,83	2,09373317
Mafra	SC	56,7	20,3627222
Mallet	PR	5,26	1,88902855
Paulo Frontin	PR	27,21	9,77195188
Pinhão	PR	23,85	8,56527204
Rio Negrinho	SC	16,33	5,86460765
São Bento do Sul	SC	21,45	7,70335787

MUNICÍPIOS	UF	EXTENSÃO DA LT NOS MUNICÍPIOS (KM)	PERCENTUAL DO TOTAL DA EXTENSÃO DA LT EM CADA MUNICÍPIO (%)
São Mateus do Sul	PR	14,47	5,19662417
Schroeder	SC	11,5	4,13000539
Três Barras	SC	17,33	6,22373855
União da Vitória	PR	9,56	3,43329143
TOTAL		278,45	100

Tabela 6-2: Coordenadas dos Vértices (concepção atual).

LT	VÉRTICES	PROGRESSIVA	COORDENADAS	
			LESTE (E)	SUL (S)
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	SE AREIA	412,02	439924,2	7127698,7
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V01	1951,00	439949,5	7127765,4
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V02	3994,89	440182,0	7128060,0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V03	6858,44	442190,7	7130514,1
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V03A	8595,58	442795,2	7130438,2
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V04	9987,16	444065,0	7131263,6
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V05	13276,95	447880,3	7132673,1
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V06	14456,22	450370,2	7133659,9
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V07	15831,40	451826,4	7134424,1
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V08	17085,58	452894,0	7134420,4
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V09	18486,02	463132,4	7133023,2
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V10	21284,63	474401,8	7131516,3
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V11	22220,81	477713,3	7130103,4
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V12	25356,82	480251,9	7129587,1
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V13	28979,41	483507,4	7128961,8
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V14	30253,89	488626,0	7127400,3
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V14A	31819,19	493419,6	7126269,7
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V14A1	34197,55	494786,3	7125822,3
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V14B	39878,20	499683,0	7125791,8
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V15	42607,52	505476,7	7124809,8
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V16	51267,07	508666,1	7124222,1
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V17	60431,23	516203,8	7122467,4
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V18	61778,02	518160,7	7121666,8
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V19	64276,38	519517,5	7121296,6
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V20	72532,63	522684,1	7121551,3
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V21	75919,84	524521,7	7121453,8
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V22	82084,64	528606,1	7121093,0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V23	85541,93	533170,5	7119247,1
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V24	92722,10	541506,4	7118108,6
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V25	94459,99	550060,7	7116970,5
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V26	106189,32	555955,6	7116750,2
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V26A	107661,38	556966,0	7117544,2
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V26B	110115,85	558286,4	7117689,9
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V26C	111583,47	561281,8	7115809,8
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V27	119976,01	565453,4	7113976,5
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V28	121807,29	569706,1	7113319,5

LT	VÉRTICES	PROGRESSIVA	COORDENADAS	
			LESTE (E)	SUL (S)
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V29	124997,36	570892,1	7112228,6
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V30	130796,00	572436,4	7112113,9
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V31	132023,33	574756,6	7110877,9
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V31A	134627,14	577384,3	7110608,0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V31B	137268,71	579919,0	7110012,0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V31C	139897,60	581136,1	7110170,1
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V31D	141446,14	586839,8	7109124,9
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V32	143057,51	589756,5	7107832,8
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V33	147360,69	591444,5	7107122,9
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V34	151917,39	599494,2	7104748,6
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V35	155453,97	600804,0	7104086,4
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V36	156782,33	602974,6	7102940,7
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V37	158067,37	604438,6	7102786,8
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V38	163966,37	615845,9	7100057,1
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V39	172596,08	617386,8	7099253,5
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V40	181009,30	624560,0	7098936,3
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V41	185932,83	627984,7	7098463,1
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V42	190033,20	633434,4	7095581,1
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V43	191873,35	636517,9	7094179,2
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V44	195050,16	644215,1	7091192,9
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V45	196456,62	646705,0	7090987,0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V46	198570,97	648046,5	7090868,1
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V47	206310,15	656250,0	7086783,4
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V48	209553,21	663927,4	7082777,7
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V49	215429,57	666545,2	7082005,6
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V50	220326,38	672182,3	7081303,6
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V51	221764,44	674479,8	7080688,6
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V52	226689,61	675799,3	7079846,5
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V53	232041,08	677069,8	7079746,8
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V54	235356,03	680630,7	7079080,9
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V55	237946,59	683758,2	7079312,1
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V56	241546,96	684631,0	7078973,3
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V57	252916,65	687112,7	7080266,8
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V58	263249,94	688513,0	7080243,6
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V59	264317,53	689754,4	7080421,6
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V60	265962,17	690948,0	7081104,7
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V61	268640,48	692073,3	7080752,2
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V62	272707,70	695280,9	7081483,0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V63	274222,27	696518,6	7080846,9
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V64	274831,49	698051,7	7081663,9
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V65	278002,87	702814,8	7080482,3
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V66	278378,17	704344,2	7080310,8
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V67	278449,51	704756,2	7080314,6

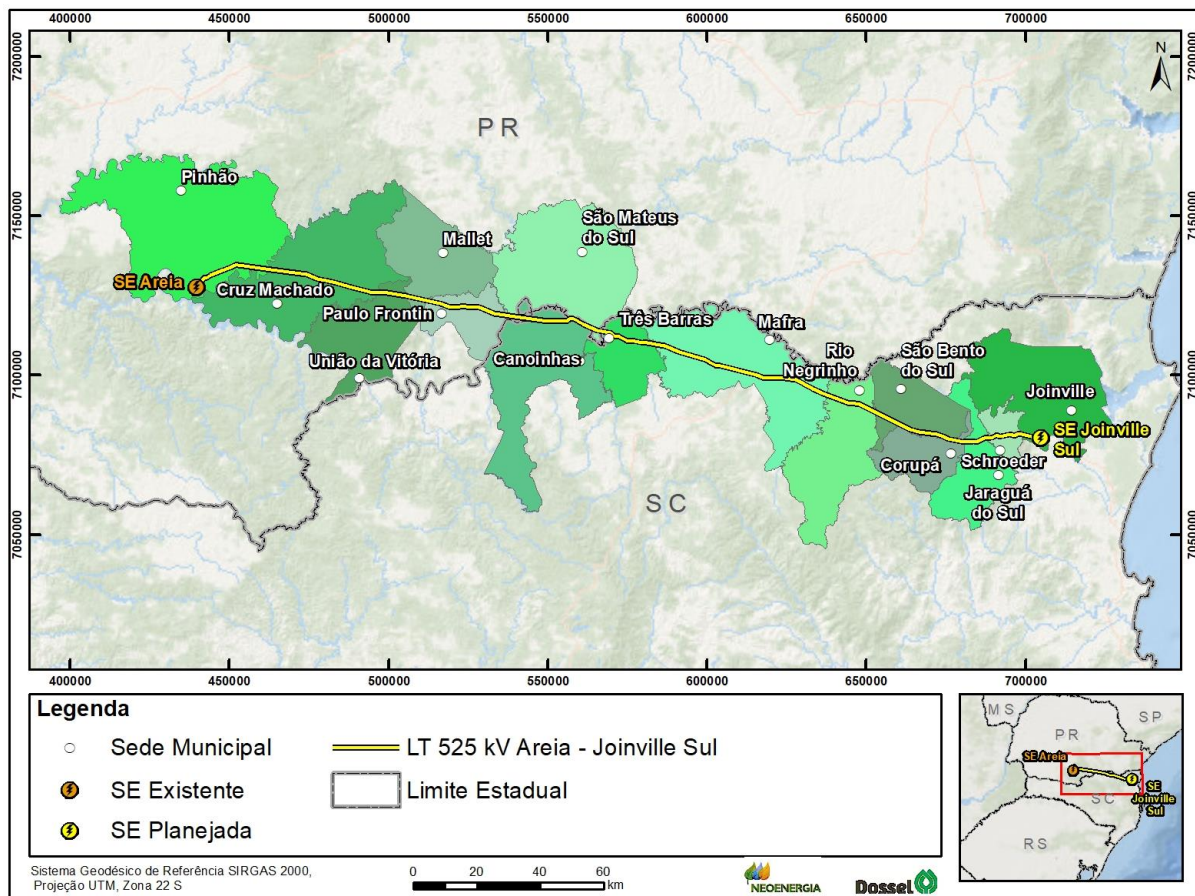


Figura 6-1: Municípios interceptados pela LT 525 kV Areia - Joinville Sul.

6.2 Objetivos e Justificativa do Empreendimento

A região Norte do estado de Santa Catarina está localizada na fronteira com o estado do Paraná e é delimitada pelas cidades de Porto União e São Francisco do Sul, no litoral do estado. Por sua vez, a região do Vale do Itajaí localiza-se na região nordeste do estado: ao norte, essa região se estende desde a cidade de Barra Velha até Joinville, enquanto, à leste, compreende a área entre a cidade de Rio Pouso Redondo até o litoral, na cidade de Itajaí.

O estudo EPE-DEE-RE-132-2015 abrange uma área localizada entre os estados do Paraná e Santa Catarina (Região Norte e Vale do Itajaí) e visa reforçar o Sistema Interligado Nacional (SIN). Uma das fontes de suprimento à região é a subestação (SE) 525/230/138 kV de Blumenau, que, além do atendimento local, supre ainda as cidades de Brusque, Pomerode, Gaspar e Jaraguá do Sul. Essas regiões são atendidas ainda pelas SEs Joinville, Joinville Norte, Itajaí, Gaspar II e Rio do Sul, nos níveis de tensão de 230, 138 e 69 kV.

Atualmente, com o crescimento da carga nessas regiões foram previstas necessidades no seu atendimento elétrico para os próximos anos. Diante disso, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) procedeu por meio do Leilão nº 04/2018, realizado em 20/12/2018, a licitação pública de

concessões na área de transmissão de energia elétrica de 16 (dezesesseis) lotes, incluindo Subestações de Energia (SEs) e linhas de transmissão (LTs) por vários estados do país.

Os vencedores de cada lote serão responsáveis, ou seja, terão o direito e os deveres relativos a todas as etapas de um empreendimento – planejar, implantar, operar e manter as estruturas em bom funcionamento por um período mínimo de 30 (trinta) anos consecutivos.

A NEOENERGIA sagrou-se vencedora do Lote 1 do Leilão ANEEL nº 04/2018, instituiu a Sociedade de Propósito Específico EKT 11 SERVIÇOS DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA SPE S.A., (NEOENERGIA S.A.) e firmou, em 22/03/2019, o Contrato de Concessão nº 01/2019-ANEEL (Processo nº 48500.002605/2018-68), **que segue no Anexo VIII – Contrato de Concessão, deste capítulo**, e que corresponde à implantação, operação e manutenção das Linhas de Transmissão (LT) e Subestações (SE) da região Norte e do Vale do Itajaí, sendo: 07 (sete) Linhas de Transmissão (LT), 11 (onze) seccionamentos de linhas de transmissão (LT), 04 (quatro) novas subestações (SE) e 01 (uma) ampliação de subestação (SE).

O empreendimento do Lote 1 foi subdividido em trechos, conforme a necessidade das instalações de transmissão e Receita Anual Permitida (RAP) definida no contrato de concessão ANEEL nº 04/2018. Para o processo de licenciamento em questão, estaremos tratando do empreendimento LT 525 kV Areia - Joinville Sul – C1 que faz parte do Trecho T1.

6.3 Cronograma físico e custo global do projeto

O cronograma físico apresentado no Contrato de Concessão nº 01/2019-ANEEL discrimina todas as etapas de implantação do empreendimento, abrangendo a elaboração do projeto básico, assinatura de contrato, declaração de utilidade pública, licenciamento ambiental, aquisição de equipamentos e material, obras civis, montagem e comissionamento, totalizando 34 (trinta e quatro) meses até a operação comercial para os empreendimentos que compõem o Trecho T1.

O custo global do empreendimento é de R\$ 2.010.166.147,28 (Dois bilhões e dez milhões, cento e sessenta e seis mil, cento e quarenta e sete reais e vinte e oito centavos), para a instalação de todas as LTs e SEs do Lote 1.

Para os empreendimentos que compõem o processo de licenciamento em questão, o custo é de R\$ 345.787.355,06 (Trezentos e quarenta e cinco milhões, setecentos e oitenta e sete mil, trezentos e cinquenta e cinco reais e seis centavos). Faz parte deste processo o empreendimento apresentado na Tabela 6-3. A Tabela 6-4 apresenta o cronograma físico.

Tabela 6-3: Orçamento simplificado da LT.

LINHA DE TRANSMISSÃO E SUBESTAÇÃO	ORÇAMENTO (R\$)
LT 525 kV Areia - Joinville Sul CS/CD	345.787.355,06

Fonte: Contrato de Concessão nº 01/2019-ANEEL, de 22/03/2019.

6.3.1 Sistema interligado Nacional e Declaração de Utilidade Pública

O Relatório R1 elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), esclarece que atualmente, com o crescimento da carga nas regiões do Paraná e de Santa Catarina foram previstas necessidades no seu atendimento elétrico para os próximos anos, visando reforçar o Sistema Interligado Nacional (SIN) na região. Uma das fontes de suprimento à região é a subestação (SE) 525/230/138 kV de Blumenau, que, além do atendimento local, supre ainda as cidades de Brusque, Pomerode, Gaspar e Jaraguá do Sul.

Sendo assim, a Superintendência de Transmissão de Energia (STE) da EPE identificou, a necessidade de implantação de todo o Lote 1, que é constituído de sete Linhas de Transmissão (LTs), 12 seccionamentos e seis novas SEs. A Política de Energética Nacional, instituída pela Lei nº 9.478/1997, tem como objetivos:

- preservar o interesse nacional;
- promover o desenvolvimento, ampliar o mercado de trabalho e
- valorizar os recursos energéticos;
- proteger o meio ambiente e promover a conservação de energia; identificar as soluções mais adequadas para o suprimento de energia.

Para o alcance destes objetivos, foi criada, por meio da Lei nº 10.847/2004, a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME), com a finalidade de prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, dentre eles energia elétrica, fontes energéticas renováveis e eficiência energética.

A Lei nº 12.783/2013 trata das concessões de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, sobre a redução dos encargos setoriais e sobre a modicidade tarifária. Desde 12 de setembro de 2012, as concessões de transmissão de energia elétrica integrantes da rede básica, puderam ser prorrogadas, a critério do poder concedente, uma única vez, pelo prazo de até 30 anos. A justificativa e o objetivo principal do empreendimento é apresentado no Capítulo 1 Apresentação.

A Declaração de Utilidade Pública (DUP) é um ato administrativo do poder executivo, que dispõe sobre instituição de servidão administrativa e desapropriação, se necessário, para a prestação de serviços (Decreto-lei nº 3.365;1941). A competência de DUP de empreendimentos de transmissão de energia elétrica é da ANEEL.

Assim sendo, a empresa Neoenergia já solicitou a ANEEL a emissão da DUP por meio das correspondências ST 157/2019; ST 170/2019; ST 171/2019; ST 173/2019 e ST 178/2019, em 11 de junho de 2019, como pode ser observado no **Anexo IX Solicitação da DUP.**

6.4 Etapas e atividades de planejamento e implantação

A seguir serão descritas sucintamente as etapas e atividades de planejamento e implantação do empreendimento:

- **Levantamento topográfico:** levantamento realizado na fase de planejamento necessário a definição das alocações das estruturas das torres.
- **Levantamento cadastral:** levantamento realizado na fase de planejamento a fim de conhecer as situações acerca das propriedades, benfeitorias e atividades produtivas a serem transpostas pelo traçado da linha.
- **Estabelecimento da faixa de servidão:** A largura da faixa de servidão é definida de forma a garantir a segurança da população e o bom funcionamento da LT.
- **Critérios e procedimentos para levantamento, avaliação e indenização ou aquisição de propriedades e benfeitorias:** A servidão administrativa pode ser instituída por acordo entre as partes ou através de sentença judicial. A pesquisa de preço é fundamental para a realização de uma boa avaliação, que será realizada no município onde está localizado o imóvel avaliado. A Avaliação patrimonial realizada no Brasil segue normas técnicas definidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT através da NBR 14.653.
- **Contratação de mão-de-obra, e previsão de efetivo para cada atividade:** serão contratados até 800 trabalhadores diretos no pico de obras, com média mensal de 495 trabalhadores. A estimativa de trabalhadores contratados em cada atividade segue na
- Tabela 6-26.
- **Mobilização:** fase que antecede o início das obras para mobilização de serviços preliminares, aquisição de materiais e planejamento das logísticas das futuras atividades.
- **Abertura de estradas de acesso:** fase em que serão abertos novos acessos, conforme real necessidade da LT, bem como, possível limpeza e preparo das vias já existentes que forem úteis para acesso as frentes de serviço. Vale ressaltar que será priorizado, o máximo possível, o uso de acessos já existentes, visando minimização de impactos ao meio.
- **Supressão de vegetação:** fase em que ocorrerá a supressão de vegetação na faixa de servidão sendo a menor possível, restringindo-se à faixa de serviço, às áreas estritamente necessárias para as praças de montagem das torres e de lançamento dos cabos e à eventual necessidade da abertura de novos acessos em área de vegetação nativa, a qual será adotada apenas em última instância.
- **Implantação das praças de montagem de torres e praças de lançamento de cabos:** fase em que serão preparadas as áreas das praças de montagem de torres ($60 \times 60 = 3.600 \text{ m}^2$ para CS e $72 \times 72 = 5.184 \text{ m}^2$ para CD) e praças de lançamento de cabos ($60 \times 80 = 4.800 \text{ m}^2$ para CD e

CS). Além disso serão priorizadas áreas com ausência de vegetação ou antropizadas e, sempre que possível, será mantida a camada vegetal superior do solo das mesmas.

- **Implantação das torres:** fase de implantação das fundações, de concretagem e de montagem das estruturas das torres.
- **Lançamento dos cabos condutores:** fase de lançamento de cabos para-raios, piloto e condutores, o qual será executado de acordo com as normas e especificações técnicas de segurança para LT. Os cabos serão lançados a partir das suas respectivas praças, sob tensão mecânica controlada automaticamente, até ser obtido o fechamento recomendado pelo projeto para cada vão da LT, seguindo-se do grampeamento deles.
- **Desmobilização de acesso, canteiro de obras e alojamentos:** Após a conclusão dos trabalhos de construção, os acessos provisórios passarão por uma limpeza local e, caso necessário, por ações de controle de processos erosivos e regeneração natural. Da mesma forma, os canteiros de obras também passarão por limpeza do terreno (incluindo retirada de equipamentos, resíduos e materiais) e, caso necessário, passarão por ações de recuperação previstas no Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD).
- **Recuperação de áreas degradadas:** após a desmobilização dos acessos provisórios, canteiros de obras e áreas de apoio, seus terrenos serão avaliados quanto a necessidade de regeneração natural, controle de processos erosivos, bem como, ações de recuperação de áreas degradadas (conforme PRAD).
- **Cronograma de atividades:** Considerando apenas a fase de implantação da LT e ampliação da SE o tempo estimado é de 15 meses. A Tabela 6-4 apresenta o cronograma físico do empreendimento e discrimina todas as etapas de implantação do empreendimento, abrangendo a elaboração do projeto básico, assinatura de contrato, declaração de utilidade pública, licenciamento ambiental, aquisição de equipamentos e material, obras civis, montagem e comissionamento, totalizando 34 (trinta e quatro) meses até a operação comercial.

6.5 Descrição do Projeto

O empreendimento é constituído pelas seguintes obras, conforme descrito abaixo, (Tabela 6-5).

- **LT 525 kV Areia – Joinville Sul CS (Circuito simples)** – apresenta três fases e tensão de 525kV. Extensão aproximada de 278,45 km, atravessando nove municípios de Santa Catarina (Canoinhas, Corupá, Jaraguá do Sul, Joinville, Mafra, Rio Negrinho, São Bento do Sul, Schroeder e Três Barras) e seis do Paraná (Cruz Machado, Mallet, Paulo Frontin, Pinhão, São Mateus do Sul e União da Vitória). Tendo origem na SE Areia, no município de Pinhão – PR seguindo em direção à SE Joinville Sul, no município de Joinville - SC;

- **LT 525 kV Areia – Joinville Sul CD (Circuito Duplo)**, com extensão aproximada de 4 km, na chegada da LT à SE Joinville Sul, no município de Joinville - SC; e
- **SE Areia** - O empreendimento abrange ainda a ampliação da Subestação Areia, já existente e localizada no município de Pinhão – PR, com as seguintes coordenadas (UTM/ DATUM SIRGAS): 7127697.05 m S; 439925.15 m E – Zona 22J.

Vale ressaltar que a implantação da SE Joinville Sul, prevista no município de Joinville-SC, está sendo licenciada junto a LT 525/230/138 kV Joinville Sul – Itajaí II - Biguaçu, pelo Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (Processo IMA FCEI 510480).

Tabela 6-5: Obras de Linhas de Transmissão.

LT	ORIGEM	DESTINO	CIRCUITO	TENSÃO	EXTENSÃO	MUNICÍPIOS
LT 525 kV Areia – Joinville Sul (CS/CD)	SE Areia (Pinhão – PR)	SE Joinville Sul (Joinville – SC)	CD/CS	525 kV	278,45 km *CD = 4KM	Pinhão - PR, Mallet - PR, Mafra - SC, Corupá - SC, Canoinhas - SC, São Bento do Sul - SC, Joinville - SC, Paulo Frontin - PR, Três Barras - SC, Schroeder - SC, Cruz Machado - PR, União da Vitória - PR, São Mateus do Sul - PR, Jaraguá do Sul - SC, Rio Negrinho - SC

6.5.1 Estruturas

6.5.1.1 Características Gerais da LT 525 kV Areia – Joinville Sul C1; CS

- Vão médio aproximado da LT: 403 m;
- Vão inicial junto à SE: 100 m;
- Número estimado de torres: 710;
- Estimativa de tipos de torres: Estaiada (60%) e autoportante (40%);
- Número estimado de praças de lançamento de cabos: 72;
- Resistência de aterramento da malha de terra das SE: 1 Ω;
- Resistência de aterramento das estruturas: 19 Ω;
- Altura média das Torres: 54 m;
- Somente a estrutura do tipo N5SSLE é especial, as demais torres são padrão.

Segue abaixo as áreas das bases de cada tipo de estrutura de torre:

Tabela 6-6: Medidas e áreas das bases das torres da LT 525 kV Circuito Simples (CS)

LT 525kV – CS			
	T (m)	L (m)	ÁREA (m²)
N5SEL	61.44	53.52	3288.27
N5SSL	16.28	9.67	157.33
N5SSLE	19.63	11.78	231.24
N5SSP	18.50	11.10	205.35
N5SST	16.10	9.66	155.47

LT 525kV – CS			
	T (m)	L (m)	ÁREA (m ²)
N5SAA	14.30	14.30	204.49
N5SAT	14.30	14.30	204.49

6.5.1.2 Características Gerais da LT 525 kV Areia – Joinville Sul C1; CD

- Vão médio aproximado da LT: 400 m;
- Vão inicial junto à SE: 100 m;
- Número estimado de torres: 11;
- Estimativa de tipos de torres: Estaiada (40%) e autoportantes (60%);
- Número estimado de praças de lançamento de cabos: 1;
- Resistência de aterramento da malha de terra das SE: 1 Ω ;
- Resistência de aterramento das estruturas: 19 Ω ;
- Altura média das Torres: 54 m;
- Torres tipo padrão.

Segue na Tabela 6-7 as áreas das bases de cada tipo de estrutura de torre:

Tabela 6-7: Medidas e áreas das bases das torres da LT 525 kV Circuito Duplo (CD)

LT 525kV – CD			
	T (m)	L (m)	ÁREA (m ²)
N5DEL	26.92	22.52	606.24
N5DSL	16.00	12.00	192.00
N5DSP	17.77	13.32	236.70
N5DST	16.00	12.00	192.00
N5DAA	20.21	20.21	408.44
N5DAT	19.15	19.15	366.72

Tabela 6-8: Série de estruturas da LT 525 kV Circuito Simples (CS) – tipo, aplicação e altura (Projeto Básico).

LINHAS DE CIRCUITO SIMPLES CARACTERÍSTICAS	N5SEL	N5SSL	N5SSLE	N5SSP		N5SST	N5SAA	N5SAT	
	SUSPENSÃO ESTAIADA LEVE	SUSPENSÃO AUTOPORTANTE LEVE	SUSPENSÃO AUTOPORTANTE ESPECIAL	SUSPENSÃO AUTOPORTANTE PESADA APLICAÇÃO GERAL	APLICAÇÃO (2)	TRANSPOSIÇÃO EM SUSPENSÃO	ANCORAGEM EM ÂNGULO	ANCORAGEM EM ÂNGULO	ANCORAGEM TERMINAL
Vão de vento	550 m	550 m	550 m	750 m	600	600 m	400 m	400 m	400 m
Deflexão máxima	1°	1°	1°	7°	0°	4° (3)	30°	55°	20° (4)
Vão de Peso Condutor	800 m	800 m	800 m	1200 m		950 m	1300 m	1400 m	1000 m
Vão de Peso Para-raios	850 m	850 m	850 m	1300 m		1000 m	1400 m	1500 m	1100 m
Alturas		25,2 a 52,2 m	49,2 a 64,2 m	34,5 a 61,5 m		25,5 a 52,5 m	22,5 a 40,5 m	22,5 a 40,5 m	
Mastro (1)	26 a 44 m								
Torre básica (1)		23,7 m	23,7 m	33 m		24 m	19,5 m	19,5 m	
Extensões		6/12/18m	24/30m	6/12/18 m		6/12/18 m	6/12 m	6/12 m	
Pés (1)		1,5 a 10,5 m	1,5 a 10,5 m	1,5 a 10,5 m		3 a 9 m	3 a 9 m	3 a 9 m	

Notas:

- (1) Os pés e os mastros têm alturas variando em intervalos de 1,5 m. A altura do mastro é referida ao nível do subcondutor mais baixo (altura útil). A altura da torre básica é referida ao nível da face inferior da mísula mais baixa (altura nominal).

Tabela 6-9: Série de estruturas da LT 525kV Circuito Duplo (CD)– tipo, aplicação e altura (Projeto Básico).

Linhas de circuito duplo Características	N5DSL	N5DSP		N5DAA	N5DAT	
	Suspensão autoportante leve	Suspensão autoportante pesada		Ancoragem em ângulo	Ancoragem em ângulo	Ancoragem terminal
		Aplicação geral	Aplicação ⁽²⁾			
Vão de vento	490 m, a 0°	750 m, a 0°	600, a 0°	400 m, a 24°	400 m, a 43°	400 m, a 20°
Deflexão máxima	0,5°	4°	0°	24°	43°	20° (4)
Vão de Peso Condutor	740 m	1400 m		950 m	950 m	800 m
Vão de Peso Para-raios	800 m	1450 m		1000 m	1000 m	850 m
Alturas	21,5 a 48,5 m	21,5 a 54,5 m		16,5 a 40,5 m	16,5 a 34,5 m	
Torre básica ⁽¹⁾	20 m	20 m		12 m	12 m	
Extensões	6/12/18 m	6/12/18/24 m		6/12/18 m	6/12 m	
Pés ⁽¹⁾	1,5 a 10,5 m	1,5 a 10,5 m		4,5 a 10,5 m	4,5 a 10,5 m	

Notas:

- (1) Os pés têm alturas variando em intervalos de 1,5 m. A altura da torre básica é referida ao nível da face inferior da mísula mais baixa (altura nominal).
- (2) A torre pesada é usada para transição de cabos para-raios, deve ser aplicada conforme orientado acima.
- (3) A torre de transposição (autoportante de transposição) deve ser locada em alinhamento. O ângulo indicado, de um só lado da torre, decorre do giro das fases.
- (4) O ângulo indicado para a torre terminal de aplica-se ao lado com cabos em tração plena e o com o mesmo valor indicado para o lado de tração reduzida simultaneamente.

As silhuetas típicas que compõem a série de estruturas da LT de 525kV são apresentadas a seguir:

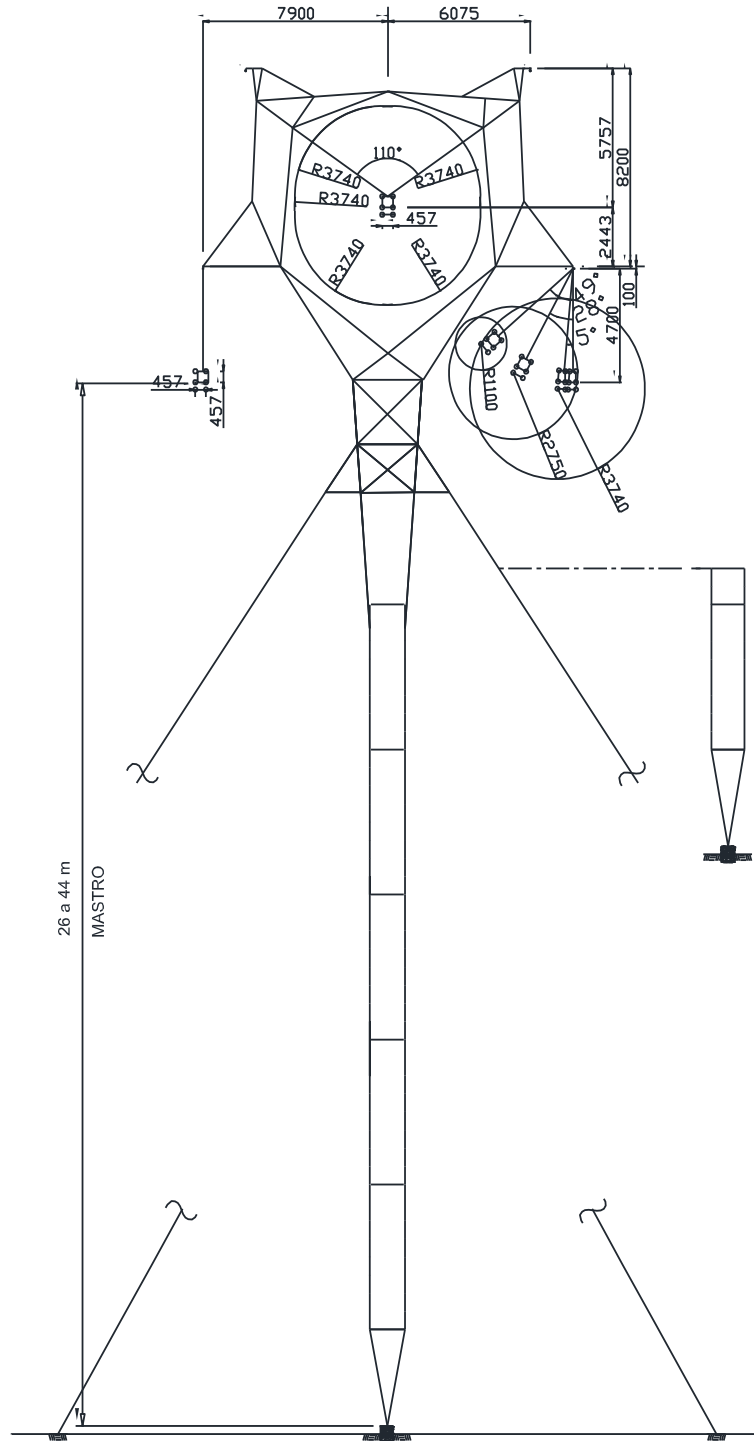


Figura 6-2: Silhueta da estrutura N5SEL.

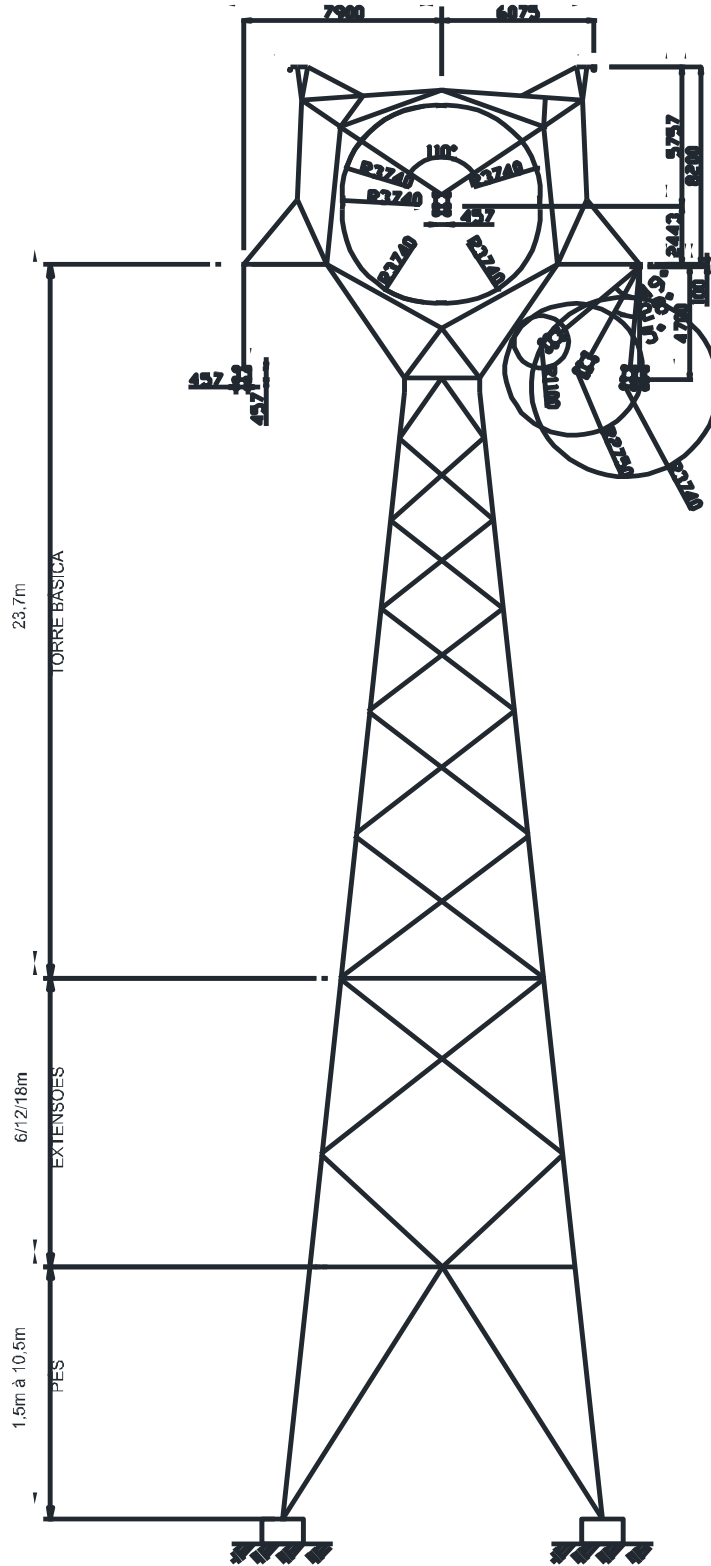


Figura 6-3: Silhueta da estrutura N5SSL.

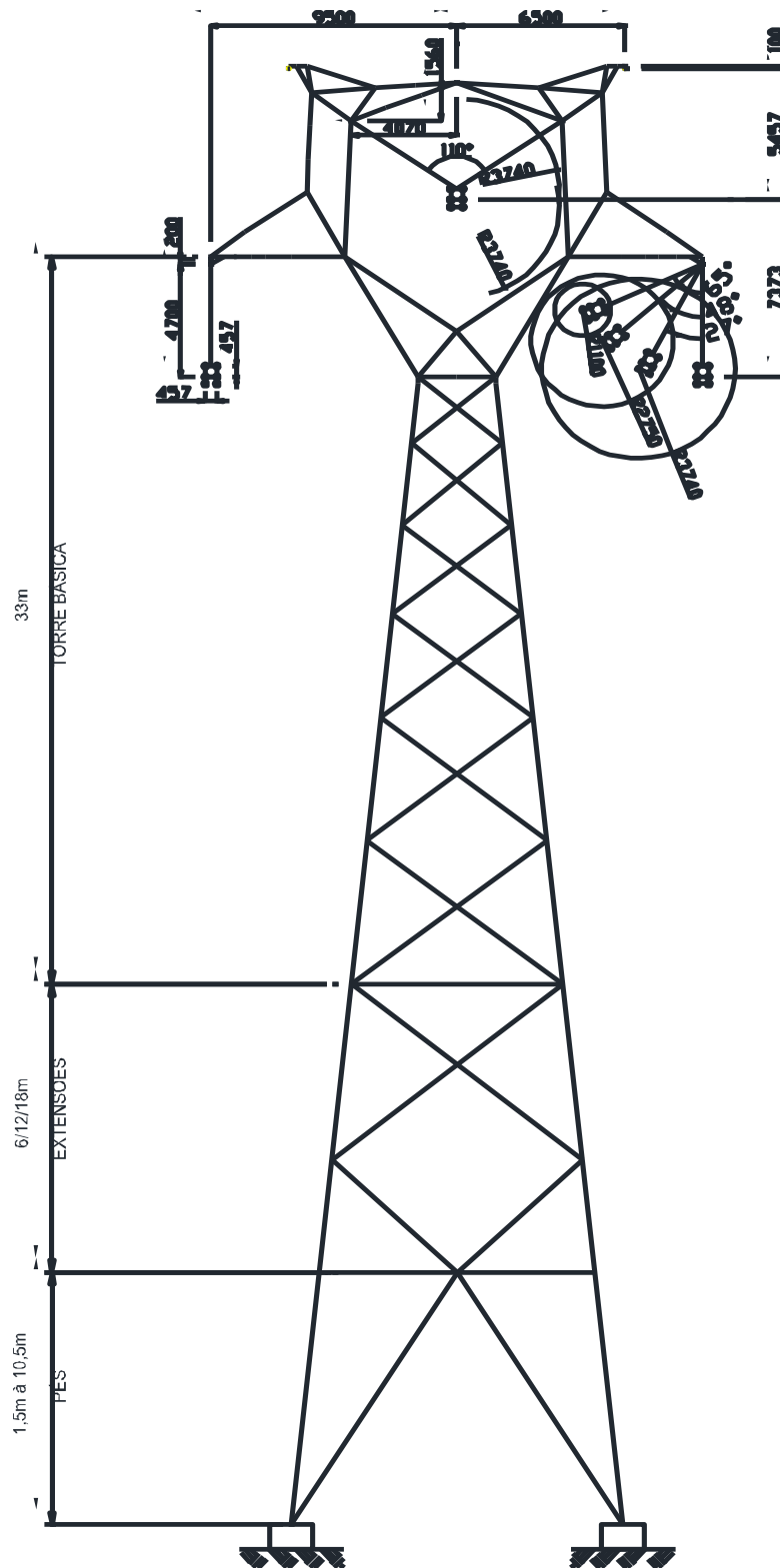


Figura 6-4: Silhueta da estrutura N5SSP.

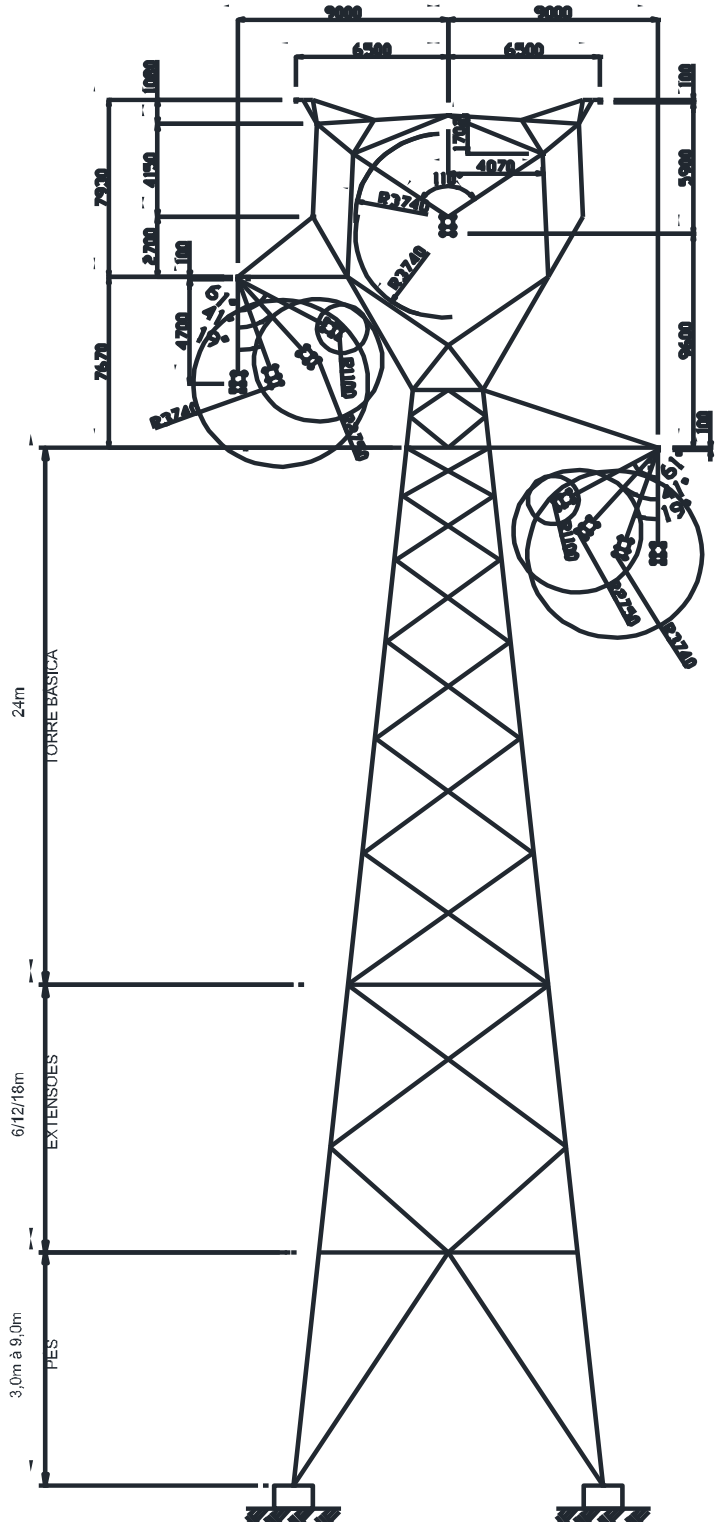


Figura 6-5: Silhueta da estrutura N5SST.

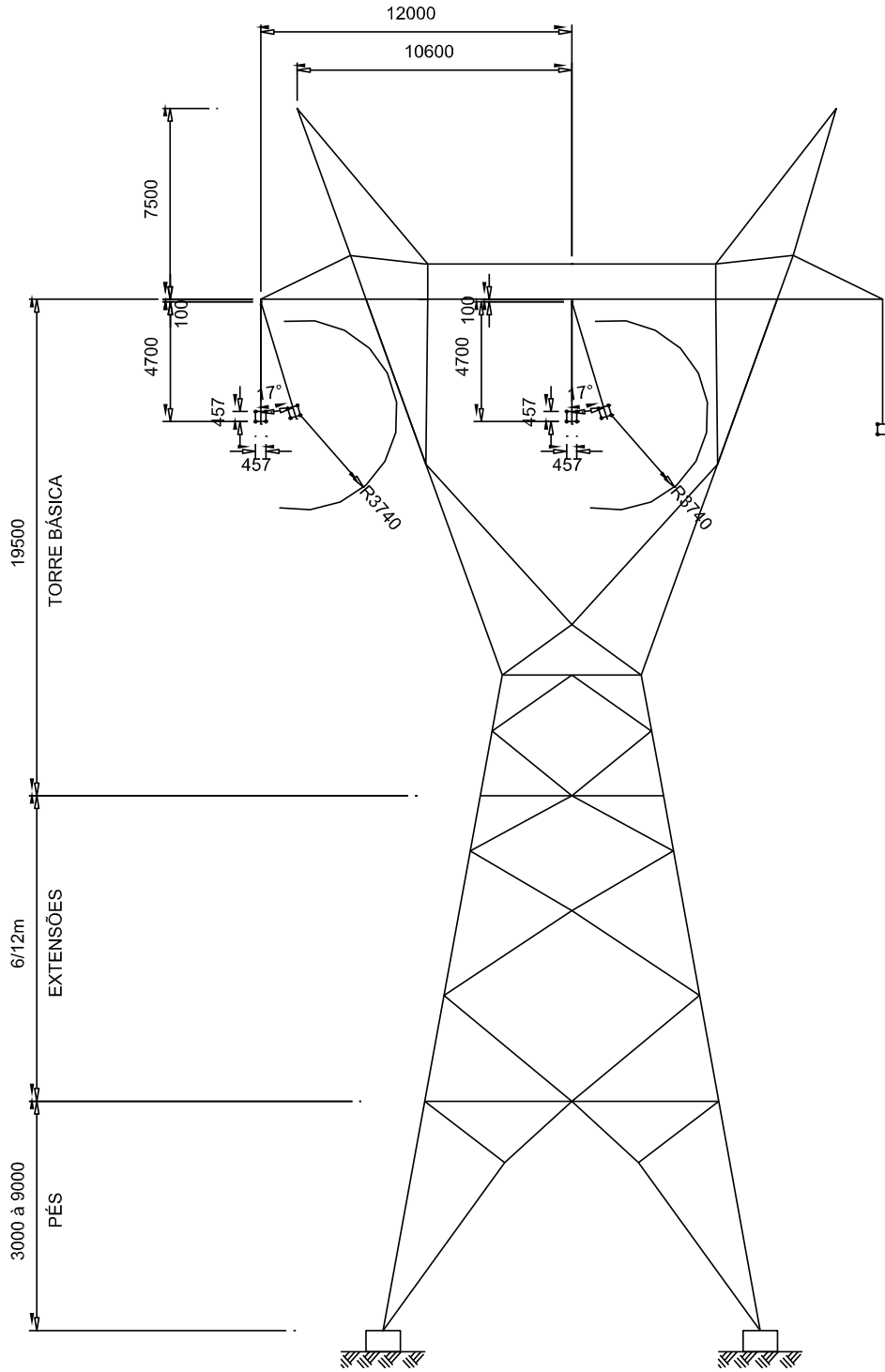


Figura 6-6: Silhueta da estrutura N5SAA.

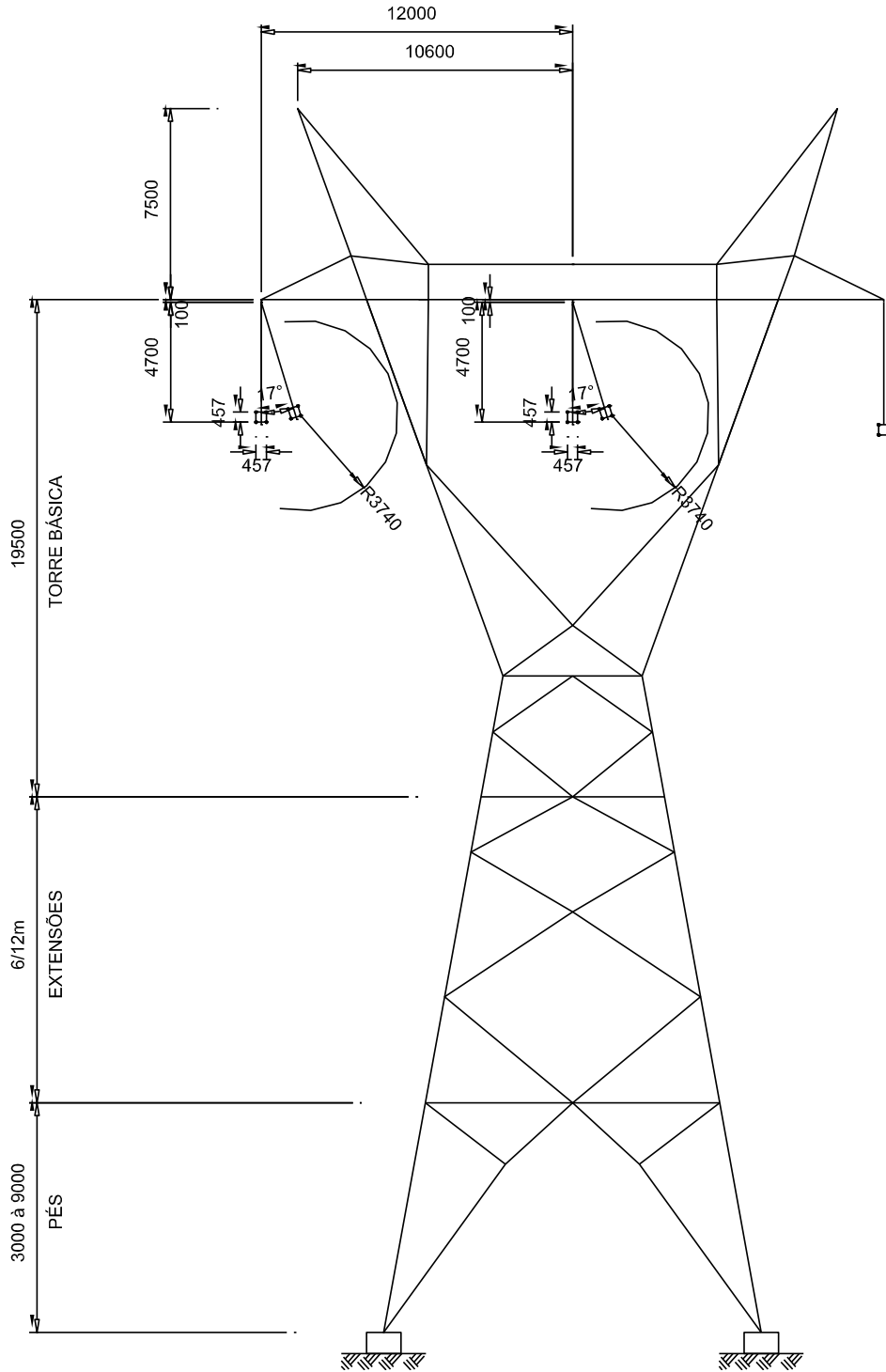


Figura 6-7: Silhueta da estrutura N5SAT.

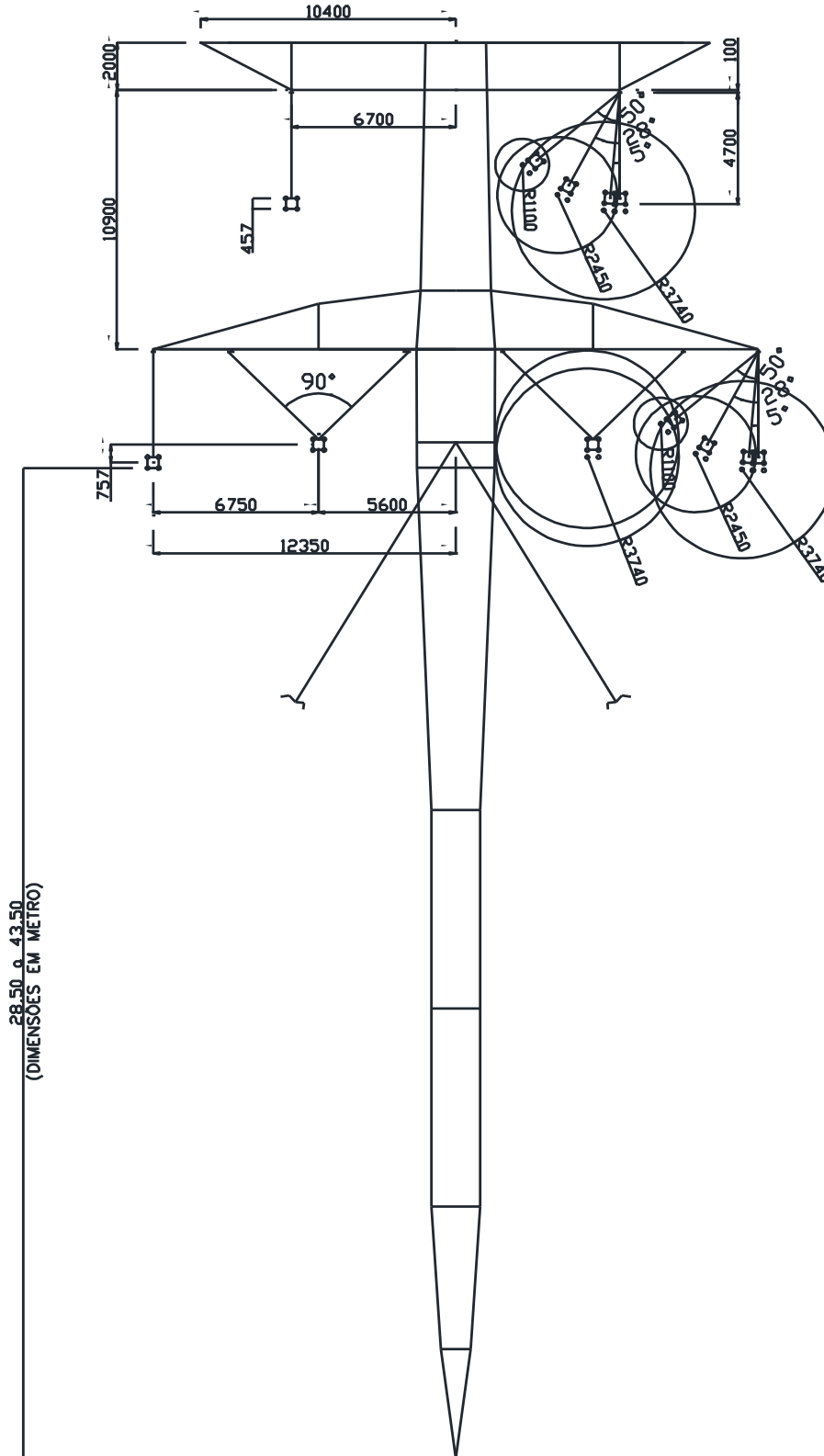


Figura 6-8: Silhueta da estrutura N5DEL.

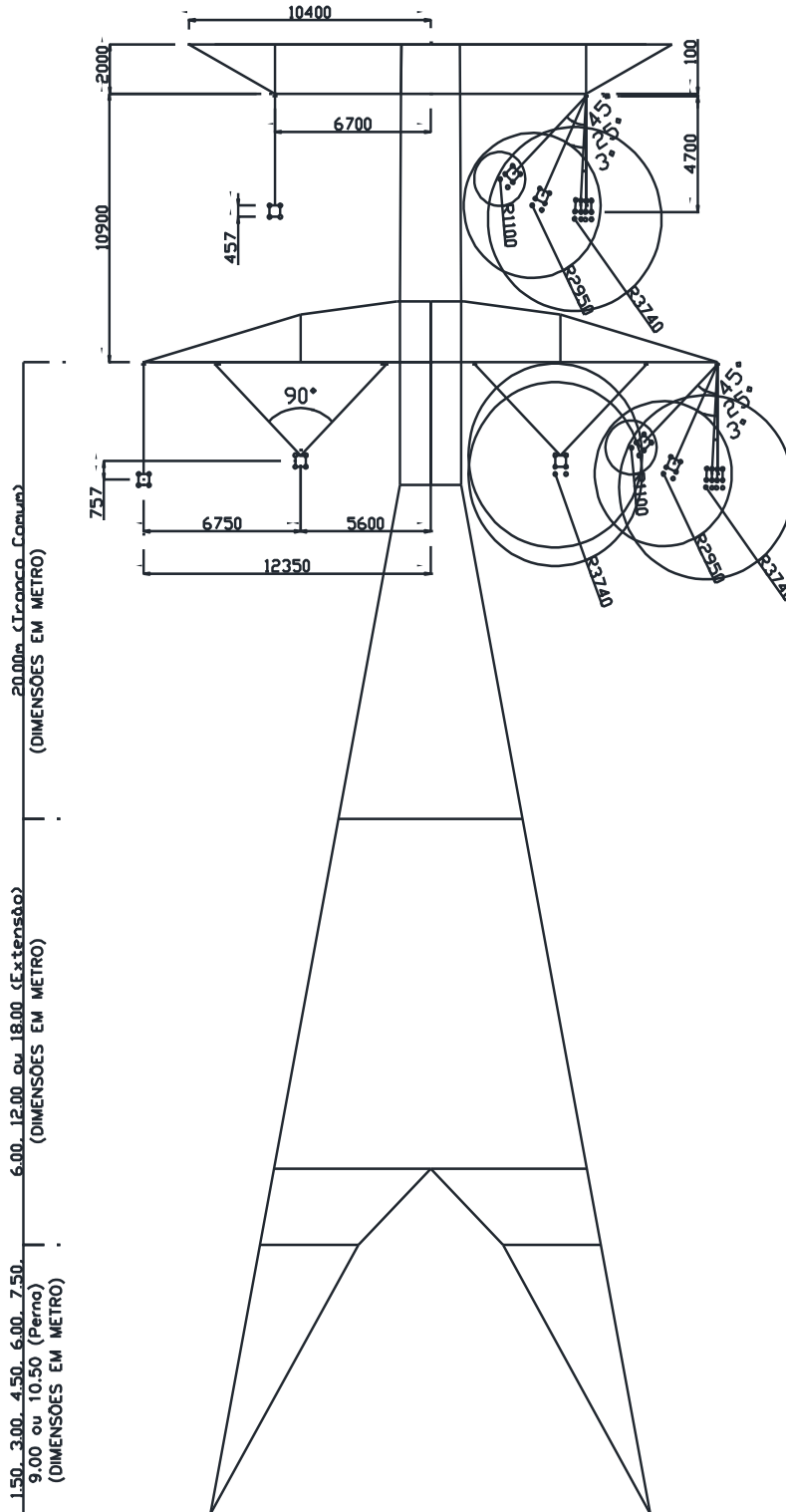


Figura 6-9: Silhueta da estrutura N5DSL.

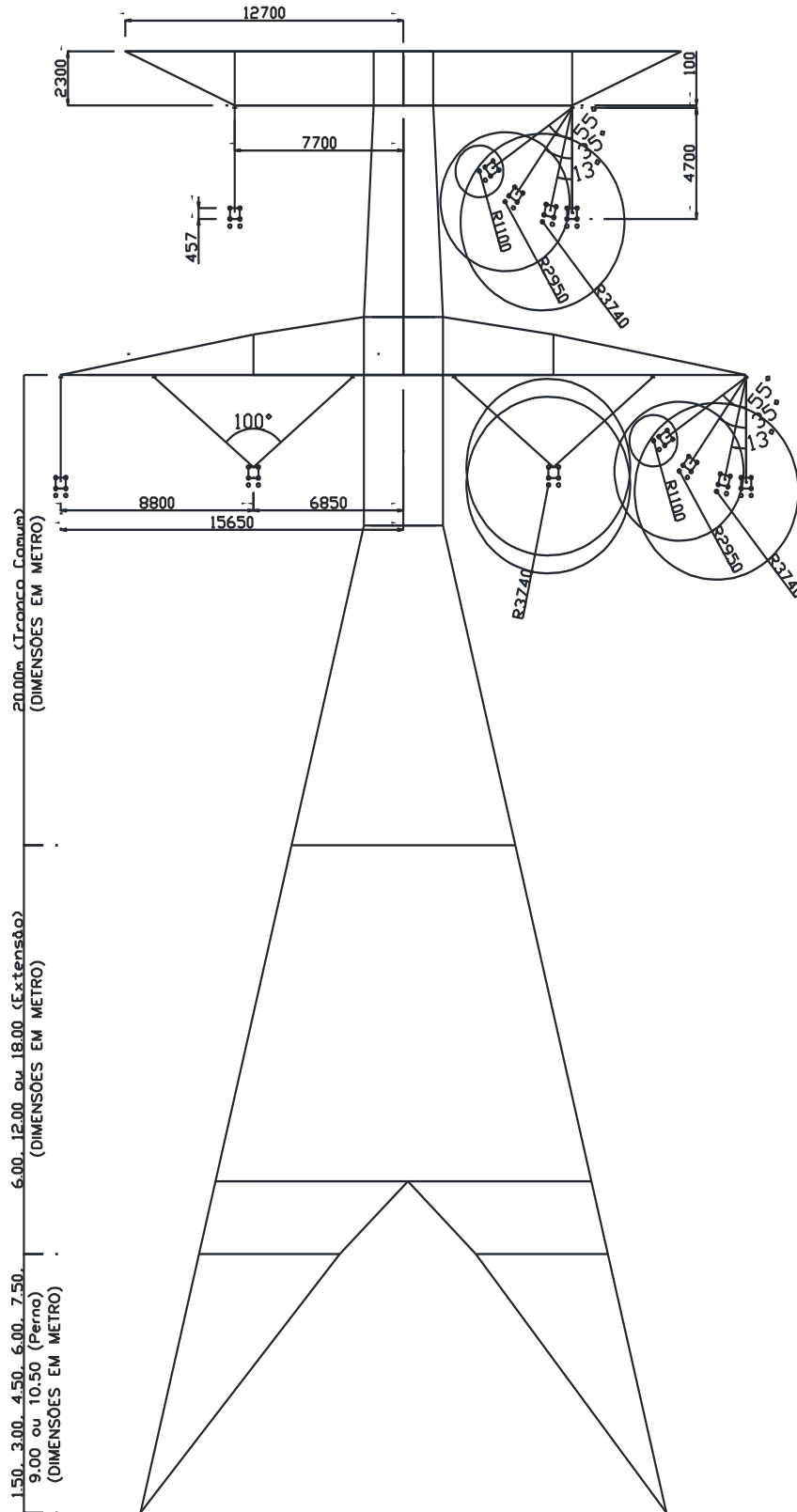


Figura 6-10: Silhueta da estrutura N5DSP.

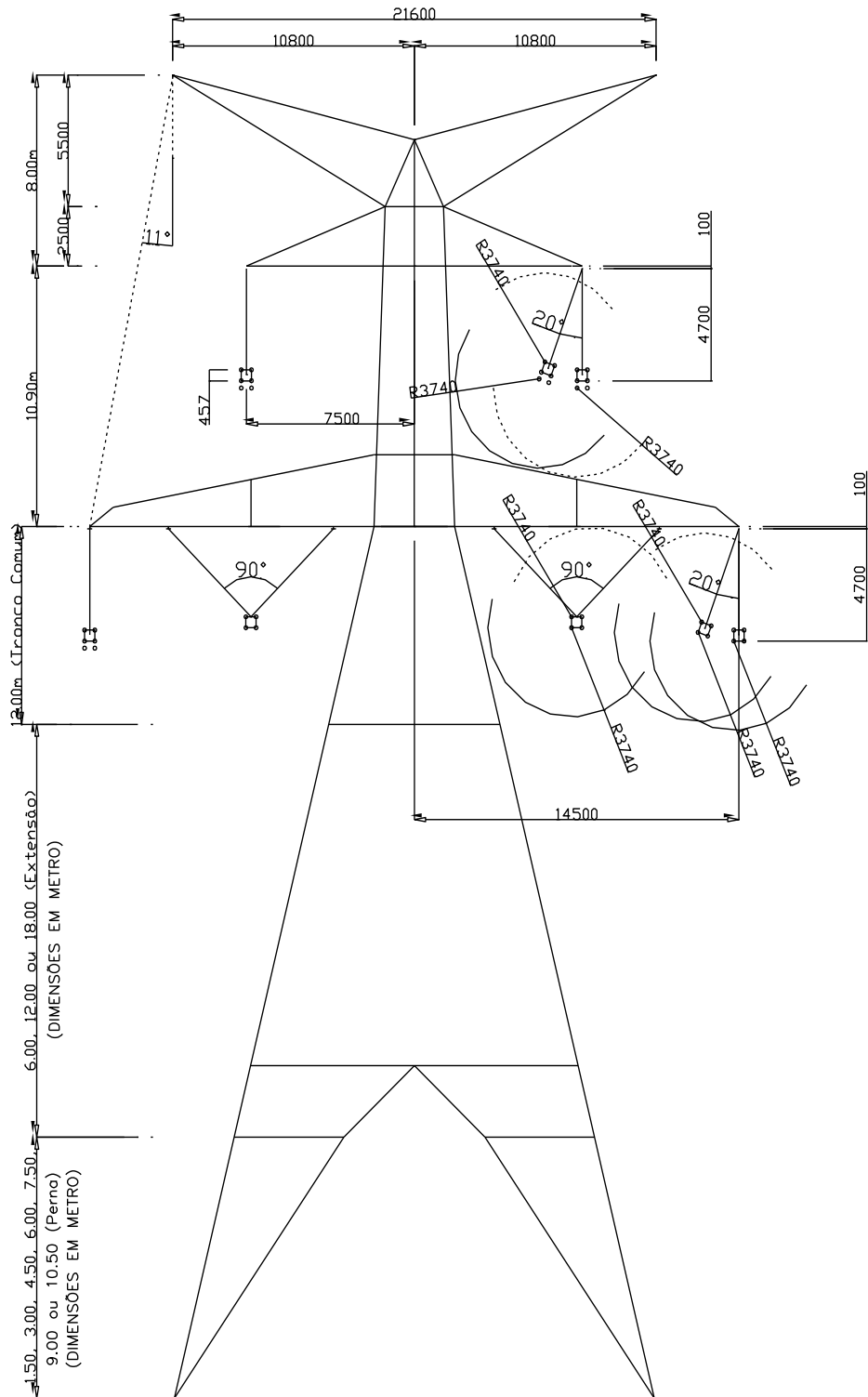


Figura 6-11: Silhueta da estrutura N5DAA.

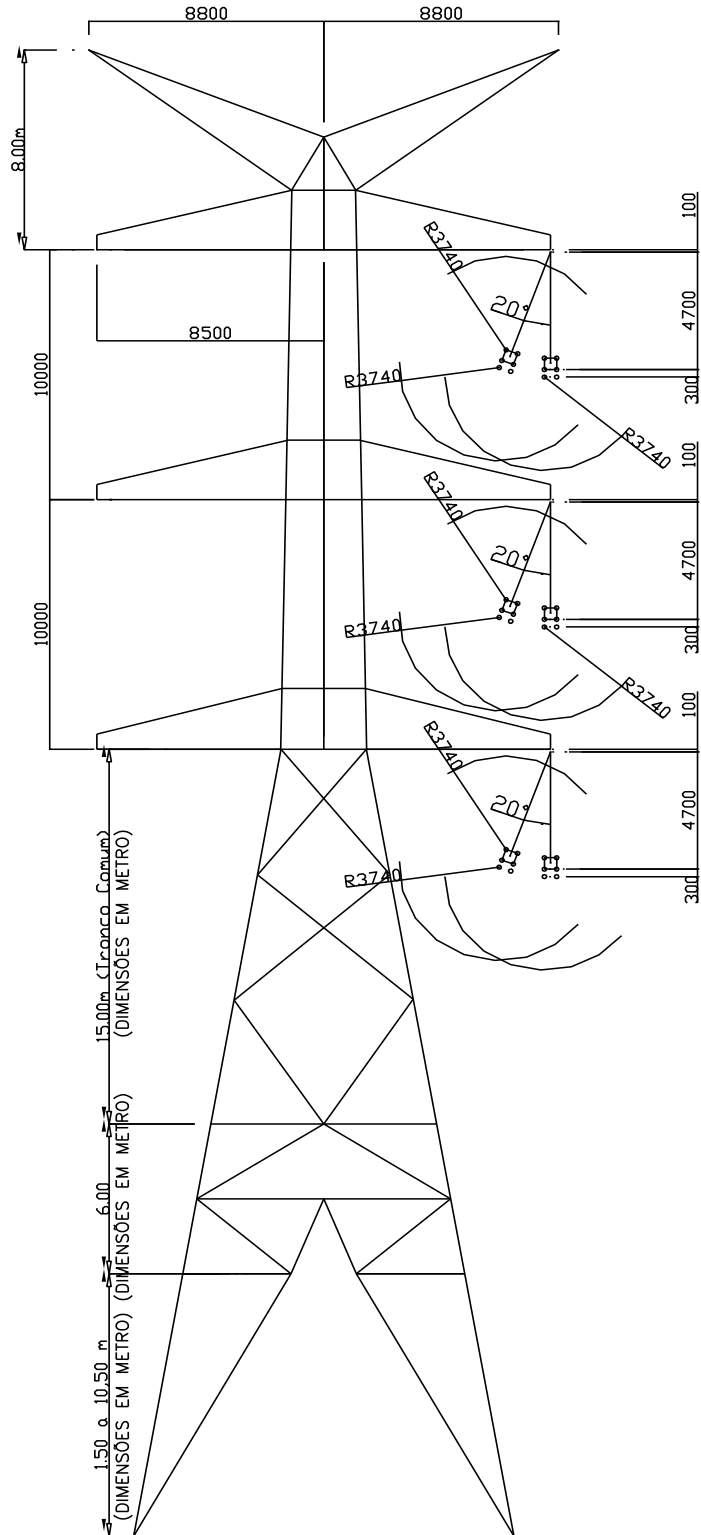


Figura 6-12: Silhueta da estrutura N5DAT.

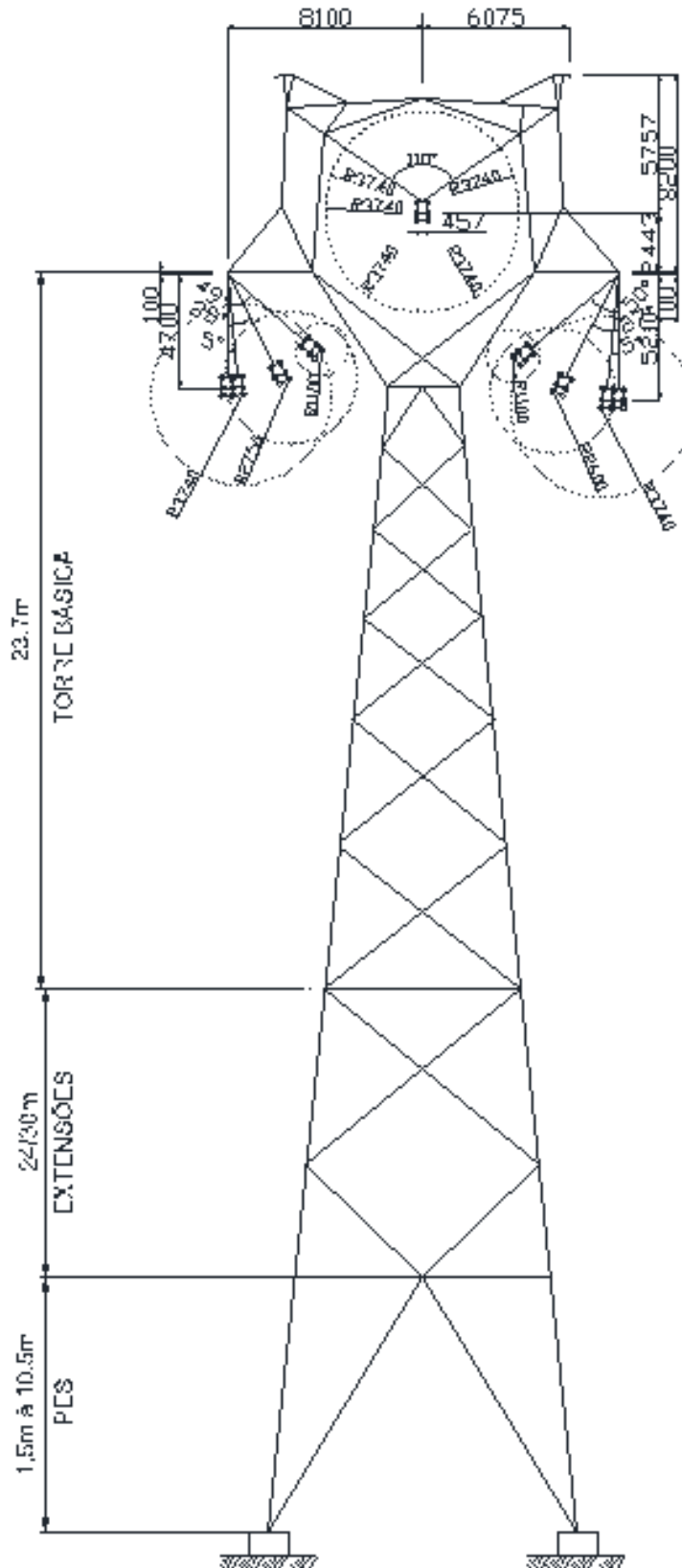


Figura 6-13: Silhueta da estrutura N5SSLE.

Ressalta-se que a adoção desses diferentes tipos de torres vem ocorrendo desde o primeiro contato com as especificações técnicas de projeto constantes do Edital do Leilão-Aneel, ao serem analisadas e definidas durante a elaboração do Projeto Básico de Engenharia, que será submetido à Aneel.

Esse Projeto também foi apresentado ao Setor de Meio Ambiente, para o seu enquadramento socioambiental, que ocorre por meio da indicação de medidas que irão minimizar os impactos socioambientais, tais como a escolha da série de estruturas (torres) para os diferentes tipos de esforços atuantes nos cabos, o que possibilita a criação de vértices, para desviar dos obstáculos socioambientais (fragmentos florestais, áreas urbanas, Unidades de Conservação, comunidades remanescentes de quilombolas, terras indígenas, projetos de assentamos rural, áreas sujeitas à inundação ou alagadas, entre outras também sensíveis).

Quando não foi possível o desvio, foram adotadas medidas mitigadoras como a técnica de alteamento das torres, que permite termos cabos-condutores entre 12 e 51 m de distância do solo, possibilitando a existência de vegetação nativa de porte considerável dentro da faixa de servidão com vãos entre torres mais extensos (na média são 480 m, mas podendo chegar à mais de 1.500 m de vão em situações específicas, a saber no Projeto Executivo). A definição dos locais e dos tipos de torre somente será feita na fase de projeto executivo, no documento de solicitação da Licença de Instalação (LI).

Além disso, auxilia na redução do número de torres, o que implica na redução da quantidade de acessos existentes e novos a serem utilizados, na quantidade de funções (escavação e concretagem), como também na adoção de estruturas mais leves e modernas, reduzindo o peso sobre o solo.

6.5.2 Cabo Condutor

A Linha de Transmissão deverá ser constituída por um feixe com 4 cabos condutores CAL liga 1120 1010 kcmil por fase para a LT 525 kV Areia – Joinville Sul, de acordo com as características apresentadas na Tabela 6-10.

Tabela 6-10: Características dos cabos condutores para a LT de 525 kV.

CARACTERÍSTICAS DO CABO CONDUTOR	
Tipo	CAL liga 1120
Bitola	1010 kcmil
Quantidade por fase	4 cabos espaçados de 457 mm
Diâmetro	2,934 cm
Área Total	5,0916 cm ²
Peso Próprio	1,405 kgf/m
Carga de Ruptura	11.217,83 kgf

6.5.3 Cabo Contrapeso

Serão utilizados os cabos contrapeso, Aço Galvanizado 3/8” de bitola e 9,52 mm de diâmetro. A Tabela 6-11, apresenta as características do cabo contrapeso.

Tabela 6-11: Características do cabo contrapeso.

CARACTERÍSTICAS DO CABO CONTRAPESO	
Tipo	Aço Galvanizado SM
Bitola	3,8”
Diâmetro	9,52 mm
Seção Nominal	51,14 mm ²
Massa Nominal Total	0,406 kg/m
Carga de Ruptura	3.160 kgf

6.5.4 Cabo Para-raios

Serão utilizados os cabos para-raios CAA DOTTEREL, Aço Zincado 3/8” EAR, OPGW 13,4 mm e OPGW 14,4 mm nas LT. A Tabela 6-12 traz a seguir as características dos cabos para-raios que serão utilizados.

Tabela 6-12: Características dos Cabos Para-raios.

CARACTERÍSTICAS				
Tipo	CAA	OPGW 13,4 mm	OPGW 14,4 mm	Aço Zincado
Código	DOTTEREL	LOOSE	LOOSE	EAR
Bitola	176,9 MCM	103 mm ²	120 mm ²	
Diâmetro	15,42 mm	13,4 mm	14,4 mm	9,15 mm
Área Total	141,94 mm ²	103 mm ²	120 mm ²	
Peso Próprio	656,8 kg/km	682 kgf/km	0,700 kgf/km	407,0 kg/km
Carga de Ruptura	7.834 kgf	9.477 kgf	11.310 kgf	6.985 kgf

6.5.5 Ferragens

As ferragens deverão ser fabricadas com os seguintes materiais:

- a) manilhas, olhais, elos, garfos, prolongadores e mancais: aço forjado;
- b) balancins: aço forjado ou chapa de aço laminado;
- c) engates tipo concha: aço forjado;
- d) engates tipo bola: aço forjado; e
- e) grampos de suspensão:
 - para cabos de alumínio: liga de alumínio; e
 - para cabos de aço: aço forjado ou ferro fundido nodular.
- f) Conectores paralelos e similares:

- para cabos de alumínio: liga de alumínio; e
- para cabos de aço: aço forjado ou laminado ou ferro fundido.

g) Armaduras preformadas:

- para cabos de alumínio: liga de alumínio; e
- para cabos de aço: aço galvanizado.

h) Chifres e raquetes: aço galvanizado;

i) Anéis: tubo de aço galvanizado ou tubo de liga de alumínio;

j) Grampos de ancoragem à compressão:

- terminal em aço forjado galvanizado;
- corpo e jumper em alumínio extrudado; e
- parafusos, porcas e arruelas: aço galvanizado.

k) Luvas de emenda à compressão:

- luva externa em alumínio extrudado; e
- luva interna em aço galvanizado.

l) Luvas de reparo à compressão: corpo em liga de alumínio.

m) Amortecedor de vibração:

- garra: alumínio fundido; e
- contrapeso: zamak ou chumbo.

n) Espaçador amortecedor: corpo, grampos completos e elementos de fixação dos braços ao corpo: liga de alumínio.

o) Espaçador rígido: corpo, grampos completos e elementos de fixação dos braços ao corpo: liga de alumínio.

p) Esfera de sinalização:

- semiesferas: fibra de vidro ou polietileno;
- mancal: liga de alumínio fundido.

6.5.6 Isoladores

6.5.6.1 Isoladores LT 525 kV

O Procedimento de Rede do ONS determina um valor mínimo de 14 mm/kV na determinação do número de isoladores, que corresponde ao valor aproximado de 24,25 mm/kV referido à tensão fase-terra. Para a os traçados da LT de 525 kV em pauta será considerado o mínimo de 14 mm/kV.

Deverá ser considerado o isolador 210 kN ou 240 kN, Ø280x170mm (Distância de escoamento de 380 mm).

Com os níveis de distância de escoamento específica indicado acima, será adotada a alternativa de isolamento com isoladores 170 X 280 mm, distância de escoamento de 380 mm, classe 210 kN ou 240 kN para as cadeias de suspensão da LT 525 kV. Para tanto, o número de isoladores será, no mínimo:

$$N = (550 * 14) / 380 = 20,26$$

Serão utilizados 22 isoladores (210 kN ou 240 kN– 170 X 280 mm - distância de escoamento de 380 mm) nas cadeias de suspensão “I”, 44 (2 x 22 isoladores), (210 kN ou 240 kN– 170 X 280 mm - distância de escoamento de 380 mm) nas cadeias de suspensão em “V”, 26 isoladores (120 kN – 146 X 254 mm - distância de escoamento de 320 mm) nas cadeias Jumper em “I” e 52 (2 x 26 isoladores), (120 kN – 146 X 254 mm - distância de escoamento de 320 mm) nas cadeias Jumper em “V”, o que dimensiona esta LT de 525 kV em pauta para um nível de poluição de aproximadamente 15,2 mm/kV, referido à tensão entre fase, o que permitirá a obtenção de um adequado desempenho sob descargas atmosféricas, além de prover uma boa margem de segurança.

As cadeias de ancoragem serão duplas e terão 46 (2 X 23 isoladores), (2 X 240 kN, 170 X 280 mm, distância de escoamento de 380 mm).

6.5.7 Isolamento a Descargas Atmosféricas

Para avaliação do desempenho da LT quando submetida a surtos atmosféricos foi utilizado o programa FLASH. Os dados de entrada adotados para o cálculo são reproduzidos na Tabela 6-13.

Tabela 6-13: Dados de entrada para os cálculos.

LT 525 kV AREIA – JOINVILLE SUL C1; CS	
Vão médio	500 m
Altura da torre monomastro estaiada	47,12 m
Espaçamento horizontal entre fases	7,90m
Espaçamento horizontal entre cabos para-raios	12,15 m
Altura do condutor ao solo, na torre, fases inferiores	41,592 m
Altura do condutor ao solo, na torre, fase superior	34,348 m
Altura do cabo para-raios ao solo, na torre	47,02 m
Distância fase-terra para cálculo do nível de isolamento (item 2.1)	3,74 m
Flecha do cabo condutor na temperatura de locação	21,62 m
Flecha do cabo para-raios na temperatura máxima	18,16 m

LT 525 kV AREIA – JOINVILLE SUL C1; CS	
Nível cerâmico da região atravessada pelas LTs	77
Resistência de aterramento média das LTs	19 ohm

Tabela 6-14: Dados de entrada para os cálculos.

LT 525 kV AREIA – JOINVILLE SUL C1; CD	
Vão médio	500 m
Altura da torre tipo “Danúbio”	51,82 m
Espaçamento horizontal entre fases superiores e o eixo da estrutura	6,70 m
Espaçamento horizontal entre centrais inferior e o eixo da estrutura	5,60 m
Espaçamento horizontal entre fases laterais inferiores	6,75 m
Espaçamento horizontal entre cabos para-raios	20,80 m
Altura do condutor ao solo, na torre, fase superior	45,248 m
Altura do condutor ao solo, na torre, fase inferiores próximas a estrutura	35,105 m
Altura do condutor ao solo, na torre, fases laterais	34,348 m
Altura do cabo para-raios ao solo, na torre	51,72 m
Distância fase-terra para cálculo do nível de isolamento (item 2.1)	3,74 m
Flecha do cabo condutor na temperatura de locação	21,62 m
Flecha do cabo para-raios na temperatura máxima	18,16 m
Nível cerâmico da região atravessada pelas LTs	77
Resistência de aterramento média das LTs	19 ohm

6.5.8 Acessórios – Esferas de Sinalização

As esferas de sinalização serão utilizadas conforme a norma brasileira NBR-8664, sendo que o número de esferas e seus posicionamentos na LT serão definidos na fase de projeto executivo de acordo com as características dos vãos de travessia (Foto 6-1 e Foto 6-2).

As principais características das esferas deverão ser alta resistência ao impacto, alta resistência à fadiga, alta resistência às intempéries, imutabilidade das cores e fixação adequada aos cabos, sem danificá-los ou permitir o escorregamento.

A esfera deverá ter um diâmetro mínimo de 60 cm e deverá ter 10 furos com cerca de 5 mm de diâmetro, igualmente espaçados em um plano perpendicular ao eixo longitudinal do cabo, para drenagem de água das chuvas.

As esferas de sinalização deverão ser de fibra de vidro e o vidro deverá ter a composição química de 56% de SiO₂: 7,62% de Al₂O₃: 12, 25% de CaO: 16, 13% de B₂O₃: 8% de Mg. O fabricante poderá utilizar outros tipos de materiais, desde que estejam conforme a Norma Técnica - NBR 15237.



Foto 6-1: Exemplo de esfera de sinalização. Fonte: Google (2017).



Foto 6-2: Exemplo de esfera de sinalização. Fonte: Google (2017).

6.5.9 Contrapinos

Os contrapinos deverão ser de aço inoxidável, tipo AISI 304, e projetados de forma a tornar desnecessário dobrar suas pontas após a instalação. Todos os contrapinos deverão ser de latão extra-duro ou aço inoxidável, estirados a frio, do tipo autotravante. Conforme o caso, deverão satisfazer os requisitos da ABNT-NBR-7107 (cupilhas para conchas) ou da ABNT-NBR-9893 (cupilhas para parafusos).

6.5.10 Luvas de Emenda e Reparo

6.5.10.1 Emendas para Cabos CAL e CAA

As emendas para cabos CAL e CAA poderão ser feitas por meio de emendas pré-formadas ou luvas de emenda a compressão, sendo que todas devem resistir à carga de ruptura do cabo. As luvas de emenda a compressão devem ser fornecidas com luva de aço galvanizado para a alma de aço e possuir dispositivos limitadores tanto na parte do condutor como na parte da alma de aço. Todas as emendas devem resistir à carga de ruptura do cabo.

6.5.10.2 Luvas de Emenda para Cabo de Aço

As luvas de emenda para cabo de aço galvanizado serão do tipo "à compressão". Devem possuir a mesma classe de galvanização do cabo de aço, possuir dispositivo limitador de curso e resistir à carga de ruptura do cabo.

6.5.10.3 Emenda para Cabo OPGW

As emendas para cabo OPGW serão feitas em caixas especiais a prova d'água e não são tensionadas.

6.5.10.4 Reparos para Cabos CAL e CAA

Os reparos dos cabos CAL e CAA poderão ser realizados por meio de reparos pré-formados de alumínio.

6.5.10.5 Reparos para Cabos OPGW

Os reparos dos cabos OPGW poderão ser realizados por meio de reparos pré-formados de alumínio.

6.5.11 Conectores

6.5.11.1 Conectores para Emenda em "Jumper"

Os conectores para emenda do cabo em jumper serão do tipo paralelo, anticorona, com 3 parafusos e corpo em liga de alumínio.

6.5.11.2 Conectores para Sistema de Para-raios e Aterramento

Os conectores para ligação do cabo para-raios à estrutura serão em aço forjado ou ferro fundido nodular galvanizado ou liga de alumínio. Os conectores para ligação do fio contrapeso à estrutura e ao estai serão de aço galvanizado.

6.5.12 Procedimento para aterramento e seccionamento de cercas

Para todas as cercas que cruzarem com o eixo da LT, serão efetuados os seccionamentos nas extremidades do limite da faixa de servidão. Já nos casos em que a cerca coincide com o sentido da LT, deverá seccionar de 20 m em 20 m para a LT. Para o aterramento, é utilizado arame de aço galvanizado no 6 ou 8 AWG, interligado à cerca por meio de alça preformada tipo "L" ou arame galvanizado no 18 BWG, a ser definido.

O aterramento é realizado por meio de haste de aço galvanizado tipo cantoneira, cravada ao solo, de forma que sua extremidade superior fique, aproximadamente, 30 cm abaixo da superfície. Referente aos aterramentos e seccionamentos apresentados, destacam-se ainda as seguintes notas:

- as dimensões estão em milímetros, exceto onde indicado;

- sempre que possível, as cercas existentes no interior da faixa de servidão da LT deverão ser remanejadas para o limite da faixa. Os remanejamentos somente deverão ser executados após a concordância, por escrito, do proprietário da cerca e conhecimento prévio da fiscalização;
- as cercas situadas dentro da faixa de servidão, cujo remanejamento não tenha sido possível, deverão ser seccionadas e aterradas no ponto de cruzamento com o limite da faixa de servidão (30 m no circuito simples). No interior da faixa, as cercas deverão ter ainda aterramentos intermediários preferencialmente nas distâncias especificadas anteriormente, mas limitados a intervalos máximos de 50 m;
- os cantos de cercas situados dentro dos limites do faixa de servidão só deverão ser aterrados quando a soma das distâncias desses cantos aos aterramentos adjacentes for superior a 50 m ($A1+A2 > 50$ m);
- as cercas transversais à faixa de servidão deverão ser aterradas e seccionadas nos limites da faixa;
- toda cerca que cruzar a faixa de servidão deverá possuir uma porteira ou uma passagem, exceto quando a fiscalização determinar o contrário;
- as porteiras ou passagens deverão se situar aproximadamente no eixo da faixa de servidão, salvo se houver obstáculos no terreno, e serão aterradas nos seus extremos;
- o cabo de aço do aterramento da cerca deverá ser conectado diretamente nos fios da cerca, de maneira a obter um bom contato elétrico;
- o seccionamento de cercas de arame farpado deverá ser feito com seccionador pré-formado;
- o(s) aterramento(s) deverá (ão) ser instalado(s) no vão entre dois mourões da cerca, porém próximo de um deles;
- em hipótese alguma, o aterramento das cercas deverá ser interligado aos contrapesos do sistema de aterramento das estruturas;
- as cercas situadas fora da faixa de servidão, porém a uma distância até 50 m do eixo da LT, deverão ser seccionadas a intervalos máximos de 300 m e aterradas nos pontos médios dos seccionamentos feitos;
- caso seja necessário, o cabo para aterramento de cercas (aço galvanizado $\varnothing 1/4''$ SM) poderá ser substituído pelo Fo 4BWG, adequando-se o conector da haste de aterramento ao novo fio utilizado; e
- a aplicação dos arames de ferro nº 12 BWG deve sempre formar um ângulo de 90° entre o cabo de aço $\varnothing 1/4''$ e o arame farpado.

6.5.13 Sistemas de Amortecimento

Os cabos para-raios de aço e CAA utilizarão armaduras pré-formadas nas suspensões ou grampo de suspensão armado. De acordo com a referência, a utilização de armaduras pré-formadas nos pontos de suspensão de cabos de pequeno diâmetro acarreta um aumento pequeno, mas consistente, na resistência à fadiga. Já o cabo OPGW utilizará grampo de suspensão armado.

A experiência de operação e as recomendações atuais para a utilização de cabos CAA sem amortecedores indicam que, para a carga de tração de maior duração prevista para o cabo para-raios DOTTEREL, será necessária a utilização de amortecedores.

Com relação ao cabo para-raios de aço 3/8" EAR, a carga de tração de maior duração prevista indica a necessidade de utilização de amortecedores. Portanto, em princípio, está prevista a utilização de amortecedores do tipo "*stockbridge*", para os dois tipos de cabos. Para os cabos OPGW serão utilizados amortecedores do tipo SVD, ou similar, como tem sido empregado no Brasil nas LT com cabos OPGW.

6.5.14 Fundações

As Fundações são essenciais no processo de construção e têm a finalidade de transmitir as cargas de uma edificação para uma camada resistente do solo. A sondagem do terreno identifica as camadas do solo e sua resistência, informações fundamentais para que as fundações sejam realizadas adequadamente. Os itens abaixo detalham os tipos de fundações utilizadas no projeto.

6.5.14.1 Estruturas Autoportantes

6.5.14.1.1 Fundação em Tubulão

Consiste numa fundação profunda de concreto armado de forma cilíndrica escavada a céu aberto ou mecanicamente com ou sem base alargada e profundidade variável. Deve ser utilizada nos solos profundos desde que não ocorra variação do lençol freático que dificulte a escavação ou instabilidade das paredes da cava com risco de desmoronamento.

Esta fundação dispensa reaterro e compactação após sua execução e nos locais íngremes permite uma variação dos afloramentos das pernas da estrutura adaptando-as à inclinação do terreno diminuindo o impacto ambiental e em casos de surgimento de rocha facilita a substituição do tipo de fundação. Poderá ser feita escavação mecânica nas regiões planas ou pouco onduladas.

As escavações dos fustes dos tubulões deverão ser protegidas mecanicamente, por dispositivos que garantam a segurança física dos trabalhadores. Poderá ser utilizada em locais com nível d'água (NA) elevado desde que a escavação e concretagem sejam feitas em período seco e levando-se em conta no seu

dimensionamento as características geotécnicas para solo submerso. Preferencialmente serão projetados tubulões sem base alargada.

6.5.14.1.2 Fundação em Sapata

Consiste numa fundação rasa de concreto armado, executada com escavação total, isto é, retirada de todo o terreno localizado acima da cota de assentamento da fundação. Deve ser utilizada em locais em que fundação tipo tubulão não for exequível devido a problemas de instabilidade das paredes da cava, nível d'água elevado ou rocha a pouca profundidade. Há necessidade de reaterro compactado da fundação. O fuste deverá ser inclinado, conforme inclinação do Stub.

6.5.14.1.3 Fundação em Bloco Chumbado em Rocha

Fundações chumbadas na rocha poderão ser empregadas quando houver rochas a pequenas profundidades que inviabilize o emprego de tubulões ou mesmo de sapatas. Consiste na ancoragem do bloco de fundação no substrato rochoso por meio de chumbadores, constituídos normalmente por barras de aço CA-50, com bitolas de 16 mm ou superiores.

Para a sua execução é necessária a perfuração da rocha para a inserção dos chumbadores. Os furos são feitos por meio de equipamentos pneumáticos, sendo posteriormente preenchidos com argamassa e um aditivo expansivo (Intraplast N, da Sika ou similar) para fixação dos chumbadores.

6.5.14.2 Estruturas Estaiadas

6.5.14.2.1 Fundação em Sapata para os Mastros

Para o mastro central a fundação em sapata é mais indicada, desde que o solo e a inclinação do terreno adjacente assim o permitam. Não precisa ser profunda pois basicamente a carga predominante no dimensionamento é de compressão e este tipo de fundação favorece a distribuição da pressão no solo a pouca profundidade.

A sapata terá o fuste inclinado e poderá ser de concreto pré-moldado ou concretada "in loco". Para solos mais fracos poderá ser utilizada como apoio da sapata uma laje de concreto pré-moldada ou também poderá ser realizada uma regeneração do solo na base da fundação.

6.5.14.2.2 Fundação em Bloco Pré-moldado (Viga L) para os Estais – Haste de âncora

Consiste numa fundação em bloco de concreto armado pré-moldado, assentado em uma profundidade tal que atenda as solicitações da estrutura e a inclinação do estai. Deverá ser escavada uma canaleta ou feito um furo para colocação e fixação da haste a qual deverá ser posicionada de modo a obedecer rigorosamente à inclinação indicada no projeto. A camada de reaterro inicial poderá ser feita com solo cimento ou areia devidamente compactados.

6.5.14.2.3 Fundação em Tubulão para os Estais – Grampo Assimétrico ou Stub

Consiste numa fundação alternativa para os estais em tubulão circular de concreto armado, assentado em uma profundidade tal que atenda as solicitações da estrutura, concretado “*in loco*”. Deverá ser posicionado o grampo assimétrico no centro da cava do tubulão de modo a obedecer rigorosamente a inclinação indicada no projeto. Poderão ser utilizadas em locais íngremes ou que necessitem de afloramentos especiais.

Em locais submersos poderá ser utilizado tubulão revestido por manilha desde que apresente dimensões compatíveis com a resistência necessária do solo e características do solo que não dificultem a execução da fundação.

A fundação em tubulão encamisado é utilizada em solos que ocorrem em áreas baixas de baixa capacidade de suporte superficial exigindo a escavação mais profunda e sujeitas a flutuações do lençol freático e onde a utilização de fundação em estacas é antieconômica devido à quantidade de estacas. O afloramento do tubulão deverá ser, no mínimo, de 20 cm.

6.5.14.2.4 Fundação com Haste Ancorada em Rocha ou em Solo para os Estais

Consiste em barra metálica (haste) introduzida em furo na rocha sã ou pouco fraturada e posterior preenchimento com argamassa ou nata de cimento sob pressão num comprimento e diâmetro tal que atenda aos esforços máximos no estai. Sua aplicação se dará nos locais onde a rocha se encontra a pouca profundidade.

Esta alternativa também poderá ser utilizada em solo com pedregulhos e rochas fraturadas e sã, com auxílio de brocas auto perfurantes adaptadas na extremidade da barra (“ischibeck”), desde que sejam feitos ensaios de arrancamento que garantam a sua eficiência e segurança.

6.5.14.2.5 Fundação em Bloco Chumbado em Rocha para os Estais – Grampo Assimétrico ou Stub

Consiste em um bloco de concreto armado assentado sobre rocha sã ou pouco fraturada. O grampo assimétrico poderá ser posicionado diretamente sobre o bloco, para rochas afloradas em pouca profundidade ou sobre um fuste apoiado no bloco de ancoragem.

Deverão ser utilizados chumbadores para ancorar o bloco à rocha com posterior preenchimento com calda de cimento sob pressão num comprimento e diâmetro tal que atenda aos esforços máximos no estai. Sua aplicação se dará nos locais onde a rocha se encontra a pouca profundidade.

6.5.14.2.6 Fundação Estacas Helicoidal para os Estais

Consiste numa fundação em estacas metálicas com hélices com objetivo de atingir o solo com capacidade de suporte a tração adequada. Usualmente, são utilizadas em solos sujeitos a elevação dos lençóis freáticos com baixa capacidade de suporte a tração.

6.5.15 Técnicas Construtivas em Áreas Inundáveis

Nos casos em que as implantações das torres tenham necessidade de ocorrer em solos com nível de água elevado, levando em consideração a realidade do local e as condições de temporal (chuvas ou seca), serão adotados algumas técnicas apropriadas, tais como uso de fundações do tipo Sapata, Tubulão e Estacas Helicoidais (conforme descrições do Item 6.5.15). Além disso poderão ser construídas passagens sobre o curso d'água, conforme detalhado no layout a seguir (Figura 6-14).

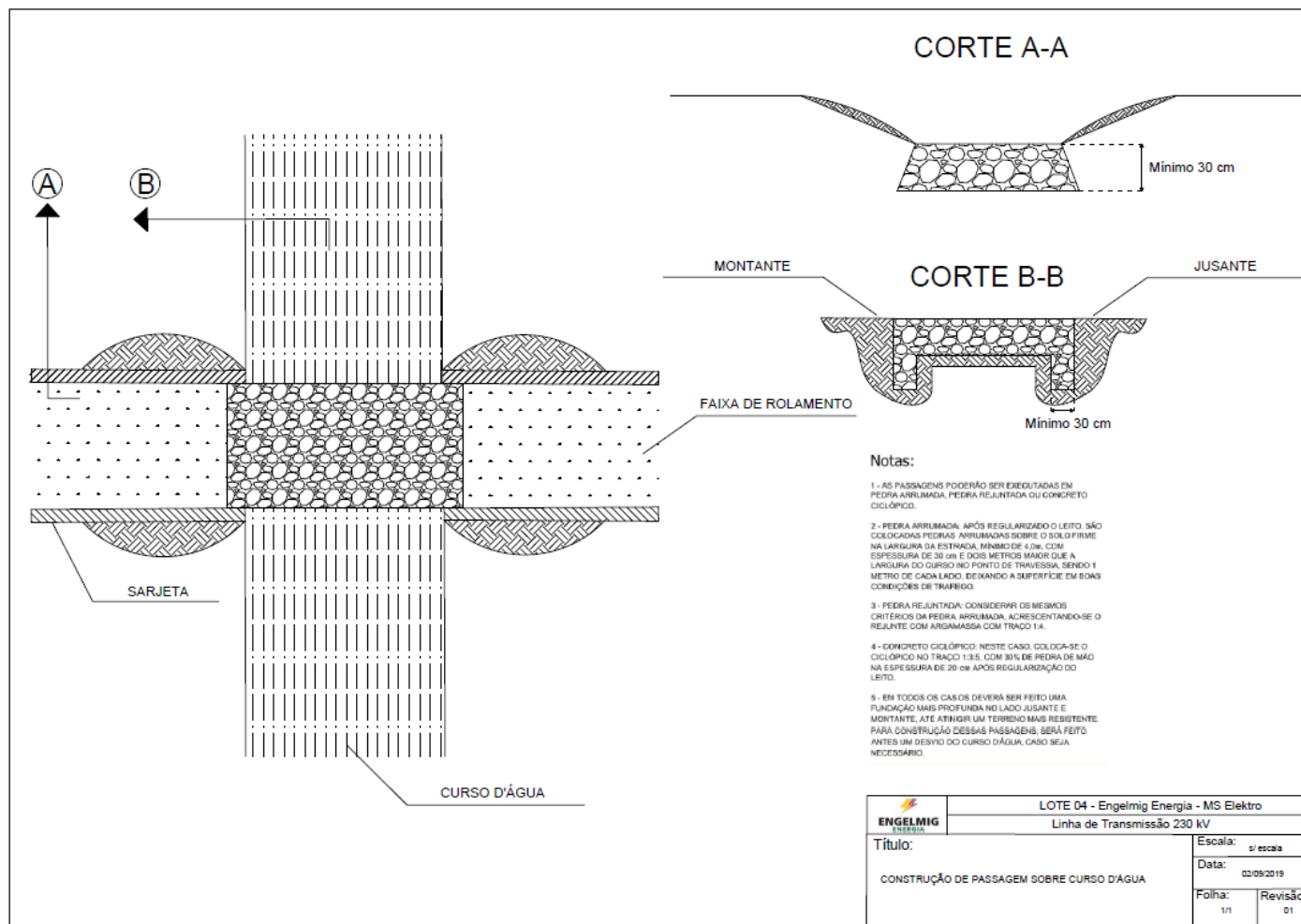


Figura 6-14: Construção de Passagem sobre curso d'água.

6.5.16 Sistema Anti -Vibração Eólica

Um sistema de amortecimento consiste no número de espaçadores amortecedores ou amortecedores necessários para cada vão e o seu posicionamento no mesmo. Serão estudados e definidos dois sistemas de amortecimento:

- a) para o feixe de cabos condutores; e
- b) para os cabos para-raios.

O conhecimento atual com relação às LT com feixes de condutores, mostra que para a proteção do feixe contra oscilações de sub-vão, o requisito principal é o correto posicionamento dos espaçadores amortecedores ao longo do vão. Para este efeito, o amortecimento propiciado pelos espaçadores amortecedores tem efeito secundário, podendo ser utilizados espaçadores rígidos;

Para a proteção do feixe contra vibrações eólicas, a melhor solução é a utilização de espaçadores amortecedores. Pelos motivos explicitados acima, serão utilizados espaçadores amortecedores para a proteção do feixe de condutores contra vibrações eólicas e oscilações de sub-vão.

As características exatas do sistema, como curvas de dissipação, tabela de quantidade de espaçadores e amortecedores, tabela de posicionamento e outras somente serão definidas na fase executiva do projeto uma vez conhecido o fabricante do sistema e os vãos reais da linha.

6.5.17 Sistema de Aterramento nas Linhas de Transmissão

Todos os cabos contrapeso serão considerados enterrados a uma profundidade média de 0,8 m. Em terrenos sujeitos a agricultura mecanizada, o cabo contrapeso deverá ser enterrado a uma profundidade de 1,0 m. A redução das resistências de aterramento das estruturas de uma linha de transmissão constitui um dos meios efetivos de controlar as sobretensões provocadas pelas descargas atmosféricas.

Essa redução deve obedecer a um compromisso econômico entre o custo do sistema de aterramento e a performance desejada da LT. A expectativa é de que a região a ser atravessada pelas linhas de transmissão apresente resistividades elétricas do solo da ordem de 1000 Ω .m.

Na fase do projeto definitivo, deverão ser feitas medições de resistividade em todos os pontos onde serão montadas as torres e, a partir delas e das configurações de aterramento aqui indicadas, deverá ser feita a identificação da fase de aterramento mais adequada para cada torre.

O sistema de aterramento consistirá na instalação de 4 ou 6 cabos contrapesos em disposição radial, sendo adotada uma das fases de acordo com as resistividades efetivamente obtidas no local de cada estrutura e o tipo de estrutura.

Os comprimentos propostos dos cabos contrapesos para as diversas fases de aterramento estão indicados na Tabela 6-15 e Tabela 6-16. Para efeito de definição do sistema de aterramento foram analisadas diversas configurações de contrapeso. Em todos os casos considerou-se a utilização das seguintes premissas:

- cabo de aço galvanizado 3/8" SM de diâmetro 9,525 mm;
- profundidade de instalação do cabo: 0,8 m;

resistividade do solo: 1000 Ω .m (valor utilizado no cálculo da resistência dos aterramentos, para efeito de comparação de valores apresentados por cada um deles).

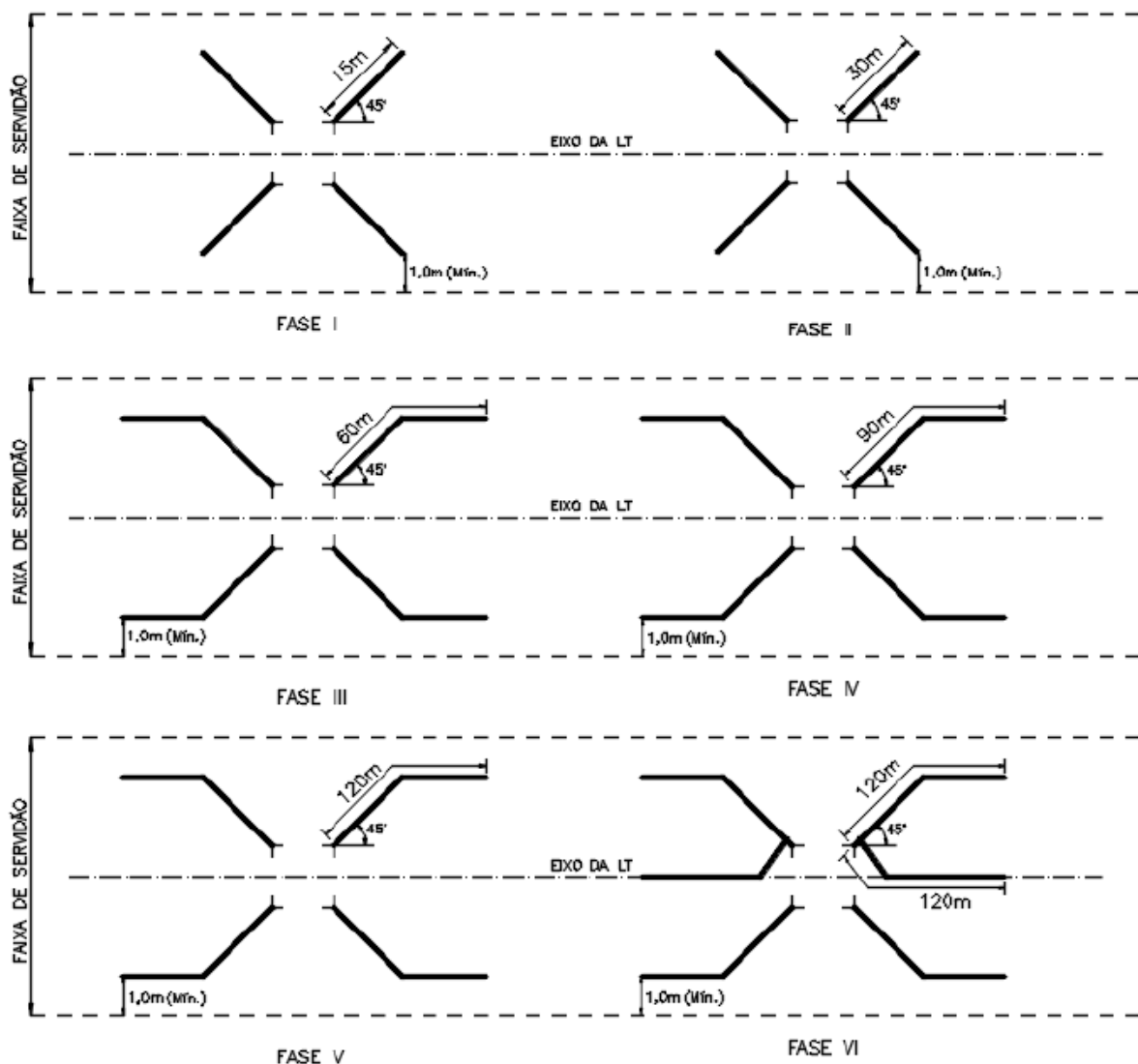


Figura 6-15: Esquema da fase de aterramento das estruturas autoportantes (Fase I a VI).

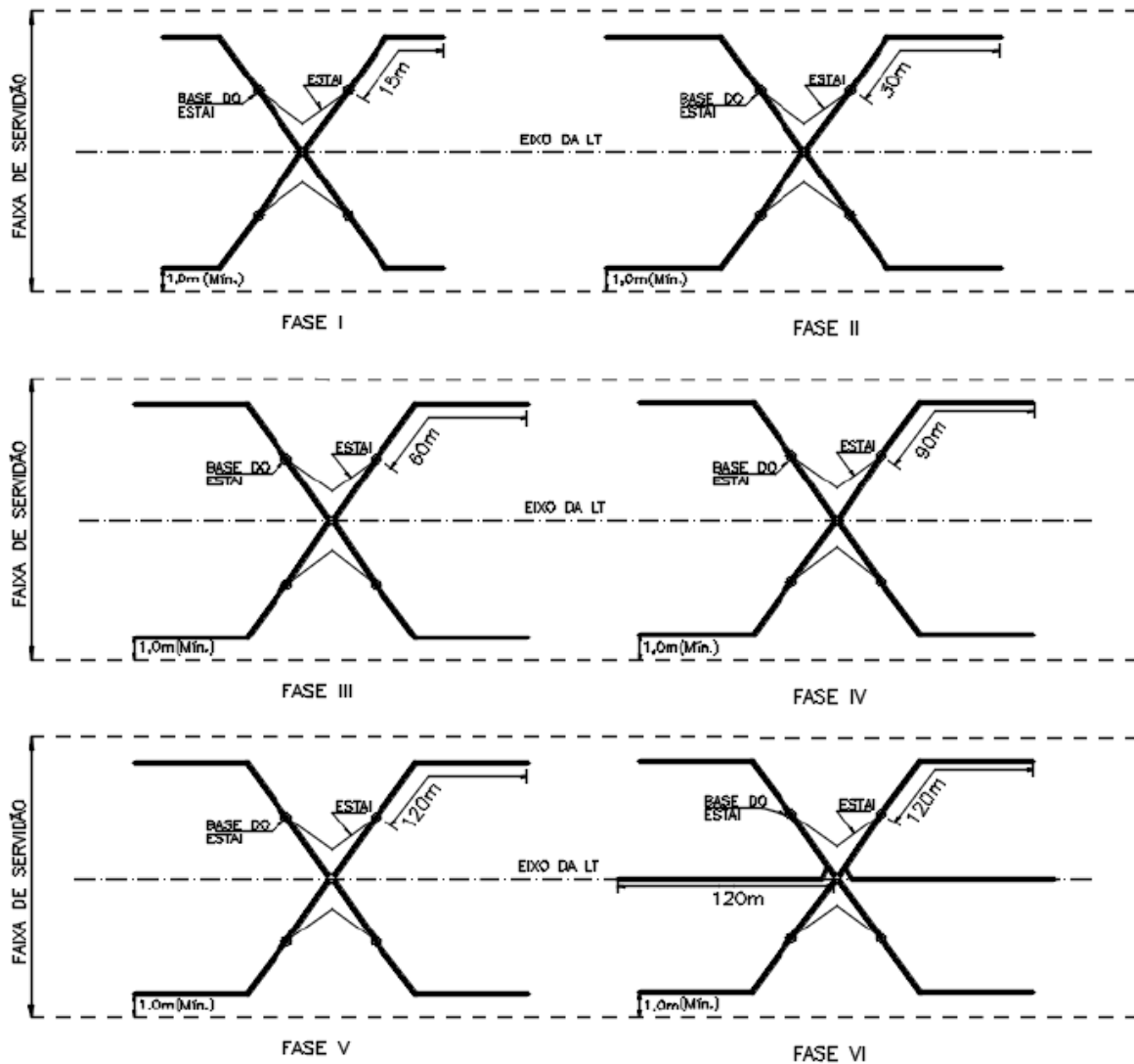


Figura 6-16: Esquema das fases de aterramento das estruturas estaiadas (Fase I a VI).

Tabela 6-15: Comprimentos dos cabos de aterramento das fases para as estruturas autoportantes.

FASE DE ATERRAMENTO	COMPRIMENTO DOS CABOS CONTRAPESOS
Fase I	4 X 15 m
Fase II	4 X 30 m
Fase III	4 X 60 m
Fase IV	4 X 90 m
Fase V	4 X 120 m
Fase VI	6 X 120 m

Tabela 6-16: Comprimentos dos cabos de aterramento das fases para as estruturas autoportantes.

FASE DE ATERRAMENTO	COMPRIMENTO DOS CABOS CONTRAPESOS ⁽¹⁾
Fase I	4 X Lm-e + 4 X 15m
Fase II	4 X Lm-e + 4 X 30m
Fase III	4 X Lm-e + 4 X 60m
Fase IV	4 X Lm-e + 4 X 90m
Fase V	4 X Lm-e + 4 X 120m
Fase VI	4 X Lm-e + 6 X 120m

(1) O comprimento dos cabos de conexão entre o mastro central e os estais (Lm-e) irá variar em função da altura das estruturas.

Tabela 6-17: Resistência dos aterramentos das estruturas autoportantes da instalação em um solo de resistividade uniforme de 1000 Ω .m.

FASE DE ATERRAMENTO	COMPRIMENTO DOS CABOS CONTRAPESOS	RATERRAMENTO (Ω)
		525 KV
Fase I	4 X 15 m	31,5
Fase II	4 X 30 m	18,4
Fase III	4 X 60 m	10,6
Fase IV	4 X 90 m	7,6
Fase V	4 X 120 m	6,0
Fase VI	6 X 120 m	5,0

Tabela 6-18: Resistência dos aterramentos das estruturas estaiadas da instalação em um solo de resistividade uniforme de 1000 Ω .m.

FASE DE ATERRAMENTO	COMPRIMENTO DOS CABOS CONTRAPESOS	RATERRAMENTO (Ω)
		525 KV
Fase I	4 X Lm-e + 4 X 15 m	15,9
Fase II	4 X Lm-e + 4 X 30 m	12,1
Fase III	4 X Lm-e + 4 X 60 m	8,4
Fase IV	4 X Lm-e + 4 X 90 m	6,5
Fase V	4 X Lm-e + 4 X 120 m	5,3
Fase VI	4 X Lm-e + 6 X 120 m	4,6

(1) O comprimento dos cabos de conexão entre o mastro central e os estais (Lm-e) variará em função da altura das estruturas. Para efeito do cálculo das estruturas das LT de 525kV considerou-se Lm-e = 25 m.

A Tabela 6-19 e Tabela 6-20 apresentam os valores de resistividade do solo (uniforme) para os quais as diversas fase de aterramento implicarão em um valor de resistência igual ou inferior a 20 Ω .

Tabela 6-19: Resistividade de um solo uniforme para a qual cada fase das estruturas autoportantes implicará em uma resistência de aterramento igual ou inferior a 20 Ω .

FASES DE ATERRAMENTO	COMPRIMENTO DOS CABOS CONTRAPESOS	MÁXIMA RESISTIVIDADE DO SOLO PARA SE OBTER $R_{\text{ATERRAMENTO}}$ DE ATÉ 20 Ω (Ω .M)
		525 KV
Fase I	4 X 15 m	634
Fase II	4 X 30 m	1089
Fase III	4 X 60 m	1887
Fase IV	4 X 90 m	2621

FASES DE ATERRAMENTO	COMPRIMENTO DOS CABOS CONTRAPESOS	MÁXIMA RESISTIVIDADE DO SOLO PARA SE OBTER $R_{\text{ATERRAMENTO}}$ DE ATÉ 20 Ω ($\Omega \cdot M$)
		525 KV
Fase V	4 X 120 m	3317
Fase VI	6 X 120 m	4032

Tabela 6-20: Resistividade de um solo para a qual cada fase das estruturas estaiadas implicará em uma resistência de aterramento igual ou inferior a 20 Ω .

FASES DE ATERRAMENTO	COMPRIMENTO DOS CABOS CONTRAPESOS ⁽¹⁾	MÁXIMA RESISTIVIDADE DO SOLO PARA SE OBTER $R_{\text{ATERRAMENTO}}$ DE ATÉ 20 Ω ($\Omega \cdot M$)
		525 KV
Fase I	4 X Lm-e + 4 X 15 m	1258
Fase II	4 X Lm-e + 4 X 30 m	1649
Fase III	4 X Lm-e + 4 X 60 m	2389
Fase IV	4 X Lm-e + 4 X 90 m	3091
Fase V	4 X Lm-e + 4 X 120 m	3759
Fase VI	4 X Lm-e + 6 X 120 m	4357

(1) O comprimento dos cabos de conexão entre o mastro central e os estais (Lm-e) variará em função da altura das estruturas. Para efeito do cálculo das estruturas das LT de 525kV considerou-se Lm-e = 25 m.

Os comprimentos de cabo e o tipo de configuração a serem utilizados em cada fase de aterramento são escolhidos de forma a otimizar a quantidade de cabo contrapeso empregado na LT.

Na fase do projeto definitivo, a identificação da fase de aterramento a ser adotada será feita da seguinte forma:

- deverão ser feitas medições de resistividade em todos os pontos onde serão montadas as torres;
- para cada local de medição (local de montagem de uma torre) deverá ser feita a estratificação do solo em camadas;
- a fase a ser instalada em um dado local será aquela que apresentar uma resistência igual ou inferior a 19 Ω , no solo estratificado do local, e que possua o menor comprimento de cabo.

Além deste processo, recomenda-se que durante a construção da LT, após a instalação das fases identificadas no processo citado acima, sejam feitas medições de resistência de aterramento em cada torre. Caso em uma dada torre seja encontrada uma resistência superior a 20 Ω , um comprimento adicional de cabo contrapeso deverá ser instalado, de forma a se passar para a fase seguinte à já instalada (processo a ser feito até se instalar a Fase VI).

Em solos de altíssimas resistividades ou quando a estrutura for instalada em um maciço rochoso, haverá uma grande dificuldade de se obter valores baixos de resistência de aterramento. Como o aumento do comprimento dos cabos contrapesos muito acima de 120 m é ineficiente para reduzir a impedância de surto apresentada pelo sistema de aterramento, em tais situações poderá não ser viável a obtenção de resistências de aterramento iguais ou inferiores a 19 Ω (mesmo considerando a possibilidade de utilização de maiores comprimentos de cabos contrapesos).

Por outro lado, o fato das resistências de aterramento de algumas estruturas apresentarem valores superiores a 20Ω em um pequeno percentual da LT não deverá alterar de forma significativa o desempenho final da mesma, desde que a média seja igual ou inferior a 20Ω , não podendo ocorrer resistências de aterramento altas para estruturas sequenciais em trechos longos, bem como para torres localizadas em regiões críticas de incidência de descargas atmosféricas.

Assim, na fase de projeto definitivo, só se justificará o projeto de sistemas de aterramento especiais para algumas torres (onde não seja possível obter valores aceitáveis de resistência) caso se identifique que, ao se instalar apenas as fases de aterramento citadas nos itens anteriores, não será obtido um valor médio de resistência igual ou inferior a 19Ω ao longo da LT.

6.5.18 Subestação (SE)

O projeto prevê a ampliação da SE Areia. Conforme comentado anteriormente, vale lembrar que a implantação da SE Joinville Sul, prevista no município de Joinville-SC, está sendo licenciada junto a LT 525/230/138 kV Joinville Sul – Itajaí II, pelo Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (Processo IMA FCEI 510480).

Os itens abaixo apresentam o detalhamento da ampliação da Subestações.

6.5.18.1 Subestação Areia 525/230/138 kV

A SE Areia que será ampliada está localizada no município de Pinhão/PR, a cerca de 33 km da sede deste município, acessando pela Rodovia PR - 170.

- Local: Pinhão (PR);
- Coordenadas subestação: Latitude = $26^{\circ}52'22.62''S$; - Longitude = $49^{\circ}1'29.72''O$.
- Proprietário: Empresa de Transmissão Serrana S.A. – ETSE;
- Situação: Já instalada e em operação. Sua ampliação está em licenciamento ambiental (solicitação da LP);
- Área total do terreno a ser comprado: Não adquirido;
- Área aproximada do pátio a ser energizado: 4,67 há;
- Previsão de terraplenagem: sim.

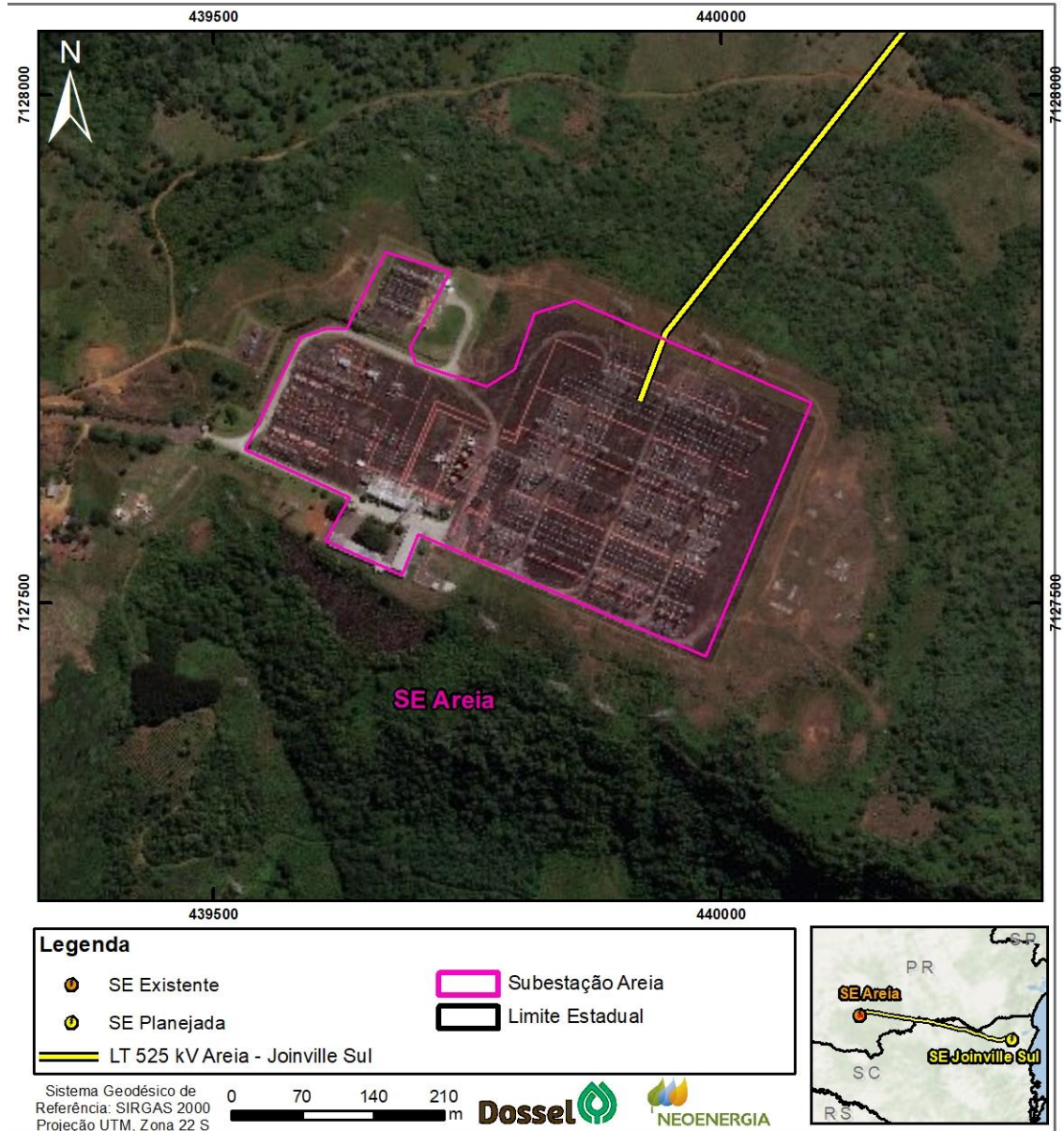


Figura 6-17: Vista aérea do terreno da Subestação de Areia.

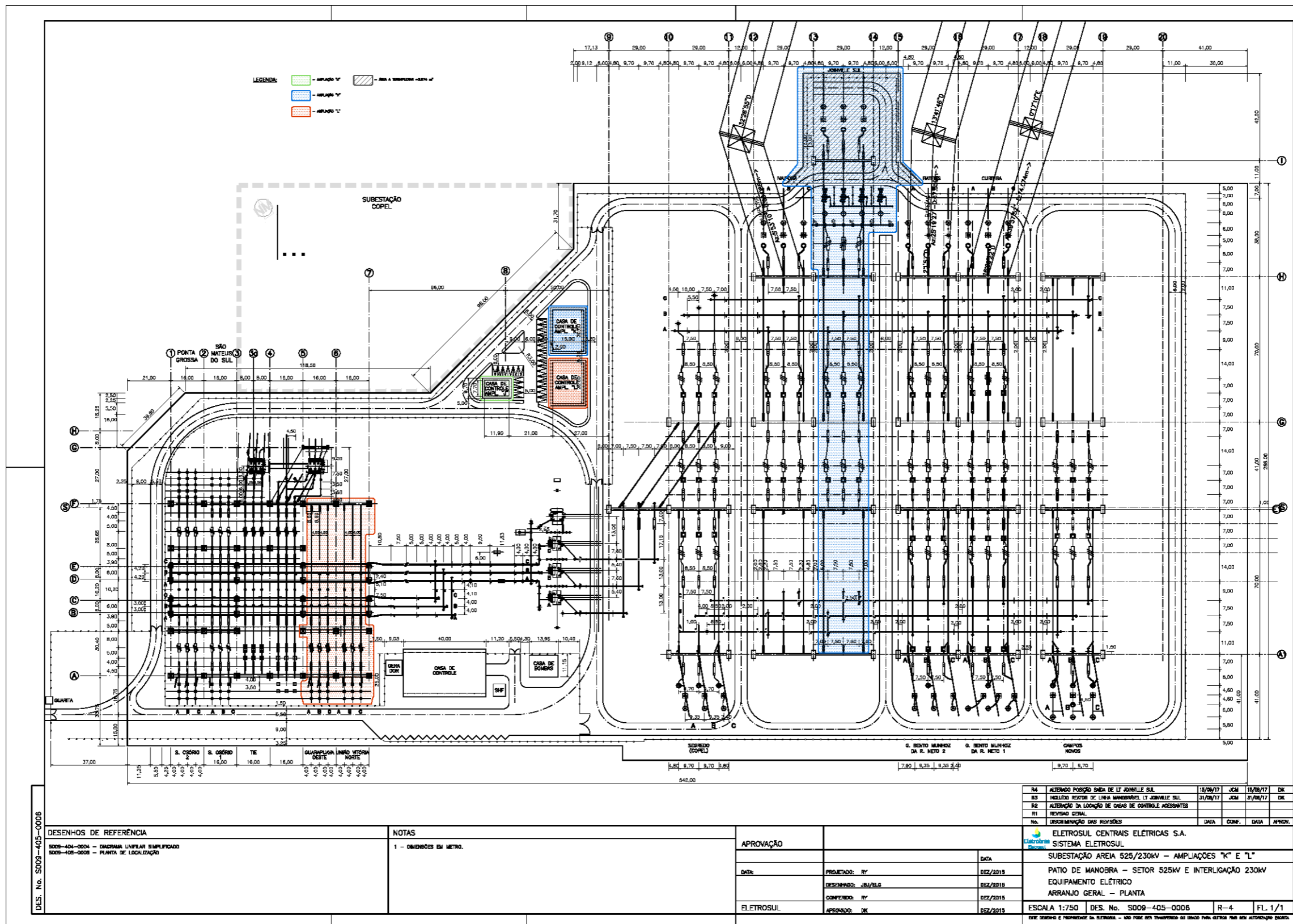


Figura 6-18: Arranjo físico da SE Areia retirado do R4 do Leilão 004/18.

Quadro 6-1: Equipamentos a serem instalados na SE Areia.

SUBESTAÇÃO	TENSÃO (kV)	EQUIPAMENTOS
SE Areia	525 (DJM)	Módulo de Infraestrutura Geral
		4 Módulos de Interligação de Barras
		2 Módulos de Conexão de Transformador
		1 Módulo de Conexão de Reator de Barra
		4 Unidades Monofásicas de Reator de Barra de 50 Mvar
		7 Unidades de Transformação Monofásica 525/√3-230/√3 kV, 224 MVA
		4 Módulos de Entrada de Linha (Seccionamento de Linhas)

6.5.18.2 Estruturas Suporte de Barramentos e de Equipamentos

Os barramentos dos pátios serão constituídos de condutores flexíveis e tubos de alumínio conforme indicado em projeto. Em cada vão de barramentos flexíveis serão utilizados tensores em ambas as extremidades, para facilitar o ajuste da flecha.

Será apresentada uma tabela de tensões e flechas para cada vão de barramentos flexíveis, para as temperaturas definidas no projeto em graus centígrados. Condições extremas serão verificadas. Com o objetivo de manter os barramentos flexíveis estáveis e uma instalação coesa, são previstos espaçadores rígidos nos feixes dos condutores de uma mesma fase.

Nas ligações entre os barramentos flexíveis de níveis diferentes ou entre barramentos flexíveis e terminais fixos com cabos aéreos flexíveis, é previsto um comprimento de cabo com folga suficiente, para evitar maiores esforços e arrancamento do cabo devido ao vento.

As curvaturas das descidas dos barramentos flexíveis de interligação entre barramentos intermediários e barramentos inferiores ou equipamentos serão, sempre que possível, idênticas para as três fases do mesmo vão. A conexão do para-raios terá flexibilidade suficiente para retirada do equipamento em um mínimo de tempo, sem afetar as conexões adjacentes.

Sempre que necessário, as descidas de interligação dos barramentos flexíveis de níveis diferentes e/ou conexão entre equipamentos serão dotadas de espaçador rígido. Sua localização ideal será definida no projeto específico.

6.5.18.3 Espaçamentos Elétricos

Para a ampliação da SE Areia serão adotados os espaçamentos existentes nas instalações.

6.5.18.4 Blindagem contra Descargas Atmosféricas

O sistema de Blindagem contra descargas atmosféricas consiste em uma rede formada por cabos e hastes, ligadas à malha de aterramento da subestação, visando proporcionar proteção contra incidência direta de descargas atmosféricas.

6.5.18.5 Aterramento

É considerada malha de aterramento todo o sistema associado ao aterramento dos equipamentos, painéis, estruturas, pórticos, postes, cercas, portões, interligação ao cabo para-raios das linhas de transmissão etc., existentes na subestação.

No caso de novas instalações o sistema de aterramento deverá ser elaborado visando à segurança das pessoas e a adequada operação dos equipamentos. Para os casos de ampliações, as extensões das malhas serão coerentes com as instalações existentes. Os condutores de aterramento são constituídos de cabos de cobre nu e/ou hastes de aterramento.

Na execução da malha de aterramento, todos os cruzamentos de cabos entre si ou hastes, trilhos etc. deverão ter conexões executadas por meio de soldas exotérmicas, por pessoal treinado neste processo, utilizando-se moldes, cartuchos, acendedores, etc., ou conectores a compressão com ferramenta adequada, conforme indicação do projeto.

Os condutores de derivação terão o comprimento necessário para atingir os conectores de aterramento dos equipamentos e de outros pontos a serem aterrados, nos locais indicados no projeto. Serão ligadas ao sistema de terra todas as partes metálicas não energizadas de todas as estruturas e equipamentos elétricos, tais como motores, transformadores, painéis, chaves seccionadoras, eletrodutos, bandejas, etc., nos pontos indicados nos desenhos do projeto para segurança de pessoal.

Nas caixas de passagem, as extremidades dos eletrodutos metálicos serão aterrados por meio de buchas de aterramento adequado, interligadas com o cabo de cobre nu de aterramento. Para complementação da malha de aterramento, deverão ser cravadas hastes de aterramento, de acordo com as indicações de projeto.

O sistema de blindagem contra descargas atmosféricas consiste em uma rede formada por cabos e hastes, ligadas à malha de aterramento da subestação, visando proporcionar proteção contra incidência direta de descargas atmosféricas. O sistema será ampliado para a cobertura das novas instalações.

Nas canaletas serão instalados cabos de aterramento e blindagem em seu sentido longitudinal, ligados à malha principal de 20 em 20 metros. Serão segregados fisicamente os circuitos de proteção primária, proteção alternada, e força. As canaletas e caixas de passagem possuirão tampas de concreto, que juntamente com sua parte estrutural, serão ligadas à malha de terra da instalação.

6.5.18.6 Canaletas e Caixas de Passagem

As canaletas destinadas a alojar os cabos de força, comando e controle, serão executadas em alvenaria de blocos de concreto, blocos aparentes ou em concreto armado, em conformidade, onde aplicável com as canaletas existentes nas subestações. As tampas serão de concreto armado seguindo também, onde aplicável, a configuração existente.

Caso cruzem com passagens de veículos, as canaletas serão executadas em concreto armado e as tampas reforçadas para tal. As canaletas e caixas de passagem serão drenadas através de tubos ligados aos drenos locais. Os fundos das canaletas e caixas serão projetados em declive para que a água seja escoada para os drenos. A declividade do fundo das canaletas será indicada no projeto, obedecendo-se distância média entre drenos consecutivos.

As caixas de passagem de até 2 metros de profundidade terão paredes de alvenaria, emboçadas, com tampas e fundo em concreto armado. As caixas mais profundas serão integralmente em concreto armado. As caixas de passagem deverão ficar afastadas, pelo menos, 2 metros do meio-fio (parede mais próxima), exceto as do tipo boca de lobo.

6.5.18.7 Iluminação e Tomadas Externas

No caso de ampliações, sempre que possível, os critérios e condições das instalações existentes serão respeitados e a iluminação será projetada conforme os equipamentos de iluminação e sua fixação às colunas de acordo com o projeto existente. Para novas instalações deverão ser executados projetos específicos.

Como uma regra geral para definição dos níveis adequados, serão observados no projeto os seguintes níveis mínimos de iluminação:

- Área de equipamentos de manobra: 15 lux;
- Áreas de reatores e transformadores: 25 lux;
- Vias de acesso (eixo das vias): 10 lux;
- Casas de controle: conforme NBR 8995-1.

6.5.18.8 Cargas de Projeto

As estruturas serão projetadas para suportar as combinações mais desfavoráveis de carregamentos provenientes do peso próprio, vento, curto-circuito, tração dos cabos e equipamentos, que venham a ocorrer durante a montagem e/ou operação da SE.

As estruturas de amarração com chegada de cabos em mais de uma direção deverão ser projetadas para suportar separadamente os esforços em cada direção. De acordo com as estruturas a serem projetadas, serão consideradas as seguintes cargas atuantes.

As fundações deverão ser projetadas para resistir às solicitações máximas devidas a qualquer combinação de condições de condutores rompidos, ventos cargas acidentais e cargas de montagem de acordo com o Quadro 6-2. Características das fundações utilizadas.

Quadro 6-2. Características das fundações utilizadas.

FUNDAÇÕES PARA SUPORTES METÁLICOS E DE CONCRETO DE EQUIPAMENTOS	FUNDAÇÕES PARA SUPORTES METÁLICOS DE BARRAMENTOS FLEXÍVEIS	FUNDAÇÕES DOS REATORES
peso próprio do equipamento, suporte, fundação e de acessórios;	peso próprio da torre, fundação e cadeias;	peso próprio do equipamento e fundação; e
carga de vento no equipamento, no barramento e no suporte metálico;	cargas devidas à tração dos cabos condutores e para-raios;	cargas de levantamento e movimentação dos equipamentos.
carga dinâmica devida a curto-circuito, onde aplicável;	carga de vento na torre, cadeias e cabos; e	
carga de operação do equipamento, onde aplicável; e	carga de operação, onde aplicável.	
carga devida à tração do barramento flexível.		

6.5.18.9 Cargas Devidas ao Vento e Curto-Circuito

Todas as estruturas e suportes das SE, que estejam localizadas em posições sujeitas à ação do vento, deverão ser projetadas considerando uma pressão de vento obtida conforme Norma ABNT NBR 6123. Nas estruturas com alturas muito superiores a 10 m, os valores de pressão de vento serão efetivamente corrigidos, segundo recomendações da norma brasileira ABNT NBR-6123.

No caso de curto-circuito, serão feitas duas combinações para dimensionamento dos suportes de equipamentos, sendo adotada a opção que conduza aos maiores esforços:

- ação total do vento mais 60% da ação de curto-circuito; e
- ação total do curto-circuito mais 60% da ação total do vento.

6.5.18.10 Estruturas Metálicas

Os desenhos das estruturas metálicas (apresentados anteriormente neste Capítulo, no item 6.3.1) apresentam as alturas, espaçamentos, localização, direção e valor das cargas aplicadas, inclusive as de origem eletromagnética e de montagem, detalhes de montagem, configuração das estruturas e espaçamento entre chumbadores, assim como seus diâmetros.

Com vistas ao correto dimensionamento das estruturas e fundações deverão ser consideradas as cargas sem as majorações decorrentes de fatores de sobrecarga. Caberá a análise da aplicação desses fatores, de modo a obter os maiores esforços nas peças estruturais e fundações.

6.6 Determinações do Projeto

Para locação das estruturas nos desenhos de planta e perfil os locais atravessados devem ser sempre considerados como acessíveis a máquinas agrícolas, a não ser que existam indicações inequívocas de que esse tipo de acesso não é nem será possível.

6.6.1 Distâncias de Segurança

6.6.1.1 Distâncias para Obstáculos na Condição Operativa de Longa Duração

De acordo com a NBR 5422/85, as distâncias básicas mínimas de segurança adotadas para os obstáculos estão descritas na tabela abaixo, ressaltando que a distância mínima dos cabos ao solo é de 12,5 m (Tabela 6-21)

Tabela 6-21: Distância dos obstáculos na LT de 525kV.

NATUREZA DA REGIÃO OU OBSTÁCULO ATRAVESSADO PELAS LTs OU QUE DELAS SE APROXIMAM	DISTÂNCIA MÍNIMA ADOTADA (m)
Locais acessíveis apenas a pedestres	12,5
Locais onde circulam máquinas agrícolas	12,5 (1)
Rodovias, ruas e avenidas	12,5 (7)
Ferrovias não eletrificadas	12,5
Ferrovias eletrificadas ou com previsão de eletrificação	15,0
Suporte de linha pertencente a ferrovia	6,8
Águas navegáveis	H + 4,7 (2)
Águas não navegáveis	8,8
Linhas de energia elétrica	4,0 (3)
Linhas de telecomunicações	4,6
Telhados e terraços	6,8 (4)
Paredes	5,7 (5)
Paredes cegas	3,9 (5)
Instalações transportadoras	5,8
Veículos rodoviários e ferroviários	5,8
Vegetação de preservação permanente	6,7 (6)

- (1) Para locação das estruturas nos desenhos de planta e perfil os locais atravessados devem ser sempre considerados como acessíveis a máquinas agrícolas, a não ser que existam indicações inequívocas de que esse tipo de acesso não é nem será possível.

- (2) O valor “H” corresponde à altura, em metros, do maior mastro e deve ser fixado pela autoridade responsável pela navegação na via considerada, para o nível máximo de cheia ocorrido nos últimos dez anos. A distância de segurança para águas navegáveis para águas navegáveis (H+3,0) não poderá ser inferior a 12,5 m, conforme item 1 da tabela, a fim de possibilitar a presença humana sob as LTs nesta situação
- (3) Nos cruzamentos de linhas, o espaçamento a ser adotado será o indicado para a linha de tensão mais elevada. A distância de segurança indicada no item 9 da tabela é para travessias sobre os cabos para-raios de outras linhas ou sobre os condutores de linhas com tensão máxima de operação (Du) igual ou inferior a 87 kV. Para travessias sobre condutores de outra LT com tensão máxima de operação (Du) superior a 87 kV, ao valor indicado no item 9 da tabela deve ser acrescentada a seguinte parcela (referência item 10.3.1.5 da NBR 5422):
- (4) A verificação das distâncias de segurança deve ser feita com os cabos condutores e para-raios nas temperaturas que conduzam aos menores espaçamentos, a partir da mesma temperatura ambiente.

$$0,01 \left(\frac{D_u}{\sqrt{3}} - 50 \right)$$

- (5) A distância de segurança indicada no item 11 da tabela é para telhados e terraços não acessíveis a pedestres. Para outras condições de uso, referir-se ao item 10.3.1.6 da NBR 5422.
- (6) A distância de segurança indicada no item 12 da tabela poderá ser reduzida, ressalvadas as disposições legais aplicáveis a cada caso, se houver acordo entre as partes para manter a parede cega, ou seja, sem portas ou janelas. Nesse caso, a distância de segurança será 1,7 metros (item 13 da tabela) desde que os valores de campo elétrico, campo magnético, ruído audível e rádio interferência sejam respeitados.
- (7) A distância de segurança indicada no item 16 da tabela deve ser verificada em relação ao topo da vegetação.
- (8) A distância de segurança indicada no item 1,2 e 3 da tabela foram governadas pelo critério de campo elétrico.

Tabela 6-22: Distância de LT de 525kV com cabos para-raios.

LT COM CABOS PARA-RAIOS	TENSÃO MÁXIMA OPERATIVA	DISTÂNCIA MÍNIMA (m)	DISTÂNCIA ADOTADA (m)
Cruzamento com LT até 138 kV	145 kV	4,24	4,50
Cruzamento com LT até 230 kV	242 kV	4,80	4,80
Cruzamento com LT até 345 kV	362 kV	5,49	5,50
Cruzamento com LT até 440 kV	460 kV	6,06	6,10
Cruzamento com LT até 525 kV	550 kV	6,58	6,60

6.6.1.2 Distâncias para Obstáculos na Condição Operativa de Curta Duração

As tabelas abaixo apresentam as distâncias mínimas que serão adotadas no projeto para afastamento de obstáculos na condição operativa de curta duração (Tabela 6-23).

Tabela 6-23: Distância para obstáculos na condição operativa de curta duração da LT de 525kV.

NATUREZA DA REGIÃO OU OBSTÁCULO ATRAVESSADO PELA LT OU QUE DELA SE APROXIME	DISTÂNCIA ADOTADA (M)
Locais acessíveis apenas a pedestres	11,90 ⁽¹⁾
Locais onde circulam máquinas agrícolas	11,9 ⁽¹⁾
Rodovias, ruas e avenidas	11,9 ⁽¹⁾
Ferrovias não eletrificadas	11,9 ⁽¹⁾

(1) A Distância Mínima condutor-solo foi determinada pelo nível máximo do campo elétrico no solo, de modo a atender o disposto na Resolução Normativa da ANEEL nº 398, de 23 de março de 2010.

6.6.1.3 Distâncias para Matas Ciliares e de Preservação Permanente

Para travessias sobre Matas Ciliares e de Áreas de Preservação Permanente (APPs) deverá ser mantida uma distância mínima de segurança que será definida pela fórmula do Item 13.2.1 da NBR-5422/85.

$$H = 4,0 + 0,01 \left(\frac{Du}{\sqrt{3}} - 50 \right) \text{ (m)}.$$

Para esta LT de 525kV, aplicando os valores tem-se $H = 6,68$ m e será adotado o valor de 7,0 m.

6.6.2 Largura e Área Total da Faixa de Servidão

A largura da faixa de servidão é definida de forma a garantir a segurança da população e o bom funcionamento da LT. Para isso, são consideradas a tensão da linha (kV), a quantidade de energia a ser transportada e as condições climáticas do local, entre outros aspectos.

Tradicionalmente, quanto maior a energia a ser transportada em uma LT, maior será a largura da sua faixa. Objetivando, entretanto, transmitir mais energia sem aumentar a largura da faixa de servidão, foi analisado o uso de novas tecnologias neste empreendimento.

A largura da faixa de passagem de uma LT deve ser determinada de modo a atender aos seguintes critérios:

- manter uma distância mínima entre os condutores das fases externas e o limite da faixa, sob condição de balanço máximo devido à ação do vento, de modo a evitar escoamento à máxima tensão de operação; e
- manter os níveis de rádio interferência, ruído audível, campo elétrico e campo magnético, no bordo da faixa, dentro de limites especificados.

A largura da faixa de passagem de uma LT deve ser determinada de modo a atender aos seguintes critérios:

- deverá ser mantida distância mínima para evitar a descarga à tensão máxima operativa entre qualquer condutor da linha e o limite da faixa de servidão, sob condição de flecha e balanço máximos, conforme indicado na NBR-5422/85; e
- o balanço da cadeia de isoladores e dos cabos condutores deverá ser calculado para o vento com período de retorno de, no mínimo, 50 anos e período de integração de 30 s.

No geral, de acordo com os critérios adotados e cálculos que determinaram a largura da faixa de servidão na LT525 kV, recomenda-se adotar o valor mínimo de 60 m de largura para o circuito simples e 68 m de largura para o circuito duplo, sendo que esta largura atende satisfatoriamente os critérios de balanço dos condutores e para-raios, bem como também os critérios de máxima Rádio-Interferência e máximo Ruído-

Audível, campos elétrico e magnético nas bordas da faixa. Para atendimento ao critério de área atingida pelos estais, será considerado faixa variável. Considerando a largura da faixa de servidão descrita acima, resulta-se em uma área total de 1.674,18 ha.

6.6.3 Compartilhamento de Faixa de Servidão

No traçado da LT 525 kV Areia - Joinville Sul há uma situação de paralelismo entre duas linhas já existentes, onde a sua faixa de servidão (60 m de largura para o circuito simples e 68 m de largura para o circuito duplo) poderá ser compartilhada com as faixas das linhas referidas. São elas:

- LT UHE Areia/Bateias 500 kV (a aproximadamente 42 metros de distância do traçado da LT 525 kV Areia - Joinville Sul)
- LT UHE Areia/Curitiba 525 kV (a aproximadamente 85 metros de distância do traçado da LT 525 kV Areia - Joinville Sul)

Elas se encontram paralelas ao traçado da LT 525 kV Areia - Joinville Sul na saída da SE Areia, por 3,63 km, entre a SE e o vértice V03 do empreendimento a ser licenciado.

6.6.4 Principais Restrições ao Uso da Faixa de Servidão

A instalação de uma LT exige alguns cuidados em relação ao uso do solo nas suas proximidades, por isso há a necessidade de estabelecer uma faixa de segurança ao longo do trajeto, chamada de faixa de servidão. Nessa faixa, alguns usos devem ser restritos, de forma que seja garantida a segurança das instalações da linha e das pessoas que convivem com ela.

A faixa de servidão é uma área de segurança reservada para a construção, montagem, operação e manutenção da LT. Conforme já apresentado, neste empreendimento, a faixa de servidão deverá ter 60 m de largura para o circuito simples e 68 m para o circuito duplo. Nesse viés, são aplicáveis medidas restritivas para as atividades a serem realizadas nessa área, conforme preconizado no Quadro 6-3

Quadro 6-3. Usos e restrições da faixa de servidão.

USO	RESTRIÇÕES DAS ÁREAS DA FAIXA DE SERVIDÃO
Benefitorias utilizadas como moradia	Não são permitidas construções de madeira, de alvenaria ou outros materiais que mantenham pessoas permanente ou temporariamente ou com a mesma permanência das já existentes nas áreas A*, B e C**, pois há risco de efeitos elétricos, como choque por indução ou efeitos mecânicos, como queda de estruturas.
Áreas de recreação, industrial, comercial e cultural	Atividades como parques de diversão, quadras de esporte, estacionamentos, feiras em geral, circos, exposições e outros são proibidas nas áreas A, B e C, devido ao grande número de pessoas e à preocupação com a segurança.
Benefitorias associadas às atividades agrícolas e pecuárias	Benefitorias rústicas de pequeno porte, construídas com materiais como madeira, bambu ou alvenaria, em que a presença de pessoas é esporádica, poderão ser permitidas nas áreas B ou C, desde que não estejam sob um ou mais condutores. Essa definição será feita após avaliação técnica e autorização expressa da área técnica da EKT 11. Benefitorias de porte médio a grande, onde são desenvolvidas atividades que exigem a permanência de pessoas, no mínimo, durante o dia, não são permitidas nas áreas A, B e C.

USO	RESTRICÇÕES DAS ÁREAS DA FAIXA DE SERVIDÃO
Atividades agrícolas	Plantações de culturas com altura máxima de 3,0m são permitidas nas regiões C e/ou B, desde que os processos de colheita não violem as distâncias de segurança. Na área A, estarão sujeitas a prejuízos em razão de possível tráfego de veículos, durante as inspeções e manutenções. Para os casos de culturas que utilizam máquinas de médio e grande porte na plantação e colheita, a altura dessas máquinas deve ser avaliada em relação à altura dos cabos nos vãos onde estão sendo utilizadas.
Hortas comunitárias	Poderão ser instaladas nas áreas B e C, desde que seja apresentado um projeto para a análise da área técnica da EKTT 11 e tenha uma autorização expressa desta.
Cultura de cana de açúcar	Os canaviais caracterizam-se por estarem periodicamente sujeitos a queimadas, o que pode provocar desligamentos das linhas. Por isso, de maneira geral, não é permitida a permanência desse tipo de cultura na faixa da LT.
Instalações elétricas e mecânicas em propriedades rurais	Caracterizam-se como conjuntos de equipamentos e/ou acessórios que compõe uma determinada instalação (casa de bombas, pequenas usinas, motores etc.). Devido às suas características, utilizadas para apoio de fazendas e similares, essas benfeitorias somente são permitidas nas áreas “B” e “C”, devidamente aterradas e após autorização expressa da área técnica da EKTT 11.
Depósito de madeiras inflamáveis e/ou explosivos	Por causa do risco de explosão, não serão permitidos depósitos de madeiras inflamáveis ou explosivos dentro da faixa de segurança.
Loteamentos	A área da faixa de servidão da linha é considerada não edificável. Os loteamentos nas áreas laterais às faixas de servidão poderão existir, desde que seus projetos sejam analisados e aprovados pela área técnica da EKTT 11.
Áreas verdes	Podem ser implantadas nas faixas, desde que se constituam em locais com finalidade exclusivamente paisagística, e subdivididas de tal forma que não atraiam pessoas ou transformem o local em área de esporte e/ou lazer.
Delimitadores de áreas	A construção de delimitadores como muros, cercas de arame e cercas metálicas, entre outros, é permitida desde que a altura de segurança em relação aos cabos condutores seja mantida. O delimitador não pode impedir a entrada dos funcionários e nem a execução da manutenção da LT.
Ruas, redes de água, rede elétrica e de comunicação	Os cruzamentos ou paralelismos de ruas, redes de água, rede elétrica e de comunicação com a faixa de servidão da linha é permitido desde que analisados e aprovados expressamente pela área técnica da EKTT 11. Cercas elétricas não são permitidas na faixa de servidão. E as cercas comuns devem ser seccionadas e aterradas, mediante comunicação e orientação área técnica da EKTT 11.
Atividades de “Pesque Pague”	Essas atividades geram aglomeração de pessoas, além do perigo no lançamento do fio da vara de pescar (molhado) próximo dos cabos. Portanto, de modo geral, esse tipo de benfeitoria não é permitido. Nos casos onde a topografia é favorável a segurança e o local está devidamente delimitado e advertido, esta atividade pode ser permitida, entretanto tal permissão deve ser concedida pela área técnica da EKTT 11.
Açudes	São permitidos desde que haja distância de segurança entre os cabos na condição de máxima temperatura e a lâmina d’água na condição de maior cheia. Se existir a possibilidade de pesca no local, essa permissão deve ser concedida pela área técnica da EKTT 11.
Exploração de jazidas e serviços de terraplenagem	Será autorizada somente mediante apresentação de projeto específico, que deverá ser analisado e aprovado pela área técnica da EKTT 11.
Instalações especiais	Os casos não abordados nos itens anteriores devem ser analisados pela equipe técnica da EKTT 11.

*Área A – área junto às estruturas da LT necessária para movimentação de veículos e equipamentos na execução de trabalhos de manutenção.

**Área B e C – área restante da faixa de domínio da LT.

Como medida protetiva existe ainda um projeto de aterramento específico para as estruturas autoportantes e estaiadas, com limite de valor médio igual a 19Ω e um projeto específico para seccionamento e aterramento das cercas transversais e paralelas ao eixo da linha de transmissão.

6.6.5 Interferências com Travessias

Os itens, descritos a seguir, apresentam a travessias das linhas de transmissão, rodovias, recursos hídricos, ferrovias e dutos identificados durante a avaliação do traçado.

6.6.5.1 Rodovias

No Quadro 6-4 é apresentada a lista dos pontos de cruzamentos da LT com rodovias Federais e Estaduais.

Quadro 6-4: Travessias com rodovias federais e estaduais.

LT 525 KV AREIA - JOINVILLE SUL (CS/CD)		
MUNICÍPIO	VÉRTICE	RODOVIAS
Paulo Frontin - PR	V17-V18	PR-153
Paulo Frontin - PR	V22-V23	BR-153
São Mateus do Sul - PR	V27-V28	PR-151
Mafra - SC	V35-V36	BR-280
Mafra - SC	V41-V42	BR-280
Mafra - SC	V42-V43	BR-280
Mafra - SC	V49-V50	BR-280
Mafra - SC	V37-V38	BR-116
Rio Negrinho - SC	V43-V44	SC-412
Joinville - SC	V65-V66	SC-108

6.6.5.2 Ferrovias

O Quadro 6-5 apresenta o ponto de cruzamento da linha com ferrovias.

Quadro 6-5: Travessias com Ferrovias.

LT 525 KV AREIA - JOINVILLE SUL (CS/CD)		
MUNICÍPIO	VÉRTICE	FERROVIAS
Paulo Frontin - PR	V16-V17	Ferrovia América Latina Logística do Brasil (EF-153)
Canoinhas - SC	V24-V25	Ferrovia América Latina Logística do Brasil (EF-485)
Canoinhas - SC	V25-V26	Ferrovia América Latina Logística do Brasil (EF-485)
Três Barras - SC	V27-V28	Ferrovia América Latina Logística do Brasil (EF-485)
Mafra - SC	V39-V40	Ferrovia América Latina Logística do Brasil (EF-116)
Corupá - SC	V49-V50	Ferrovia América Latina Logística do Brasil (EF-485)

6.6.5.3 Linhas de Transmissão

No Quadro 6-6 é apresentada a lista dos pontos de cruzamentos da LT que está licenciada com outras Linhas de Transmissão.

Quadro 6-6: Travessias com Linhas de Transmissão.

LT 525 KV AREIA - JOINVILLE SUL (CS/CD)		
MUNICÍPIO	VÉRTICE	LINHA DE TRANSMISSÃO
Pinhão - PR	V03-V03A	LT UHE Areia/Bateias 500000 V
Pinhão - PR	V03-V03A	LT UHE Areia/Curitiba 525000 V
Canoinhas - SC	V25-V26	LT Canoinhas/São Mateus do Sul C1 230000 V
Canoinhas - SC	V25-V26	LT Canoinhas/São Mateus do Sul C2 230000 V
Canoinhas - SC	V34-V35	LT Canoinhas/Mafra 138000 V
Canoinhas - SC	V53-V54	LT Blumenau ESUL/Curitiba 500000 V
Canoinhas – SC	V65-V66	LT Joinville ESUL/WEG Fundação 138000 V
Canoinhas – SC	V66-V67	LT Blumenau ESUL/JOINORTE 230000 V
Canoinhas – SC	V66-V67	LT Joinville ESUL/Blumenau ESUL 230000 V

6.6.5.4 Dutos

O Quadro 6-7 apresenta o duto que será interceptado pelo empreendimento.

Quadro 6-7. Dutos que deverão ser interceptados pela LT.

LT 525 KV AREIA - JOINVILLE SUL (CS/CD)		
MUNICÍPIO	VÉRTICE	DUTO
São Bento do Sul - SC	V49-V50	Gasoduto de distribuição da SCGÁS

6.6.5.5 Recursos Hídricos

No Quadro 6-8 estão listados os cursos d'água que deverão ser interceptados pela LT.

Quadro 6-8. Cursos d'água que deverão ser interceptados pela LT.

LT 525 KV AREIA - JOINVILLE SUL (CS/CD)		
MUNICÍPIO	VÉRTICE	PRINCIPAIS RIOS
Pinhão – PR	V04-V05	Rio Lajeado Feio
Pinhão - PR	V05-V06	Rio da Areia
Pinhão - PR	V05-V06	Arroio Água Branca
Pinhão - PR	V06-V07	Arroio Água Branca
Pinhão - PR	V08-V09	Rio Pinhaizinho
Pinhão - PR	V08-V09	Arroio Jokaski
Pinhão - PR	V08-V09	Rio Pocinho
Pinhão - PR	V08-V09	Rio Pinhaizinho
Cruz Machado - PR	V09-V10	Rio do Areia
Cruz Machado - PR	V10-V11	Rio Jacutinga
Cruz Machado - PR	V12-V13	Rio Santana

LT 525 KV AREIA - JOINVILLE SUL (CS/CD)		
MUNICÍPIO	VÉRTICE	PRINCIPAIS RIOS
Cruz Machado - PR	V14-V14A	Arroio Bruacas
Mallet - PR	V16-V17	Rio da Barra Grande
Paulo Frontin - PR	V16-V17	Ribeirão dos Bugres
Paulo Frontin - PR	V18-V19	Ribeirão dos Bugres
Paulo Frontin - PR	V21-V22	Arroio Lajeana
Paulo Frontin - PR	V21-V22	Arroio Lajeadinho
São Mateus do Sul - PR	V23-V24	Rio Claro
São Mateus do Sul - PR	V24-V25	Rio Iguaçu
Canoinhas - SC	V26-V26A	Rio Iguaçu
Canoinhas - SC	V26B-V26C	Rio Iguaçu
Canoinhas - SC	V26C-V27	Rio Iguaçu
Canoinhas - SC	V27-V28	Rio Iguaçu
Três Barras - SC	V28-V29	Rio Tigre
Três Barras - SC	V29-V30	Rio Tigre
Três Barras - SC	V31-V32	Rio do Bugre
Três Barras - SC	V31C-V31D	Arroio Passo Fundo
Três Barras - SC	V31C-V31D	Rio São João
Três Barras - SC	V31C-V31D	Arroio Saltinho do Canivete
Mafra - SC	V33-V34	Rio Canivete
Mafra - SC	V36-V37	Rio Butia do Braz
Mafra - SC	V37-V38	Arroio Butiazinho
Mafra - SC	V38-V39	Rio da Lanca
Mafra - SC	V39-V40	Ribeirão do Bugre
Mafra - SC	V39-V40	Rio Negrinho
Rio Negrinho - SC	V43-V44	Rio Preto
Rio Negrinho - SC	V44-V45	Ribeirão dos Bugres
Rio Negrinho - SC	V46-V47	Córrego do Salto
São Bento do Sul - SC	V47-V48	Córrego Fundo
São Bento do Sul - SC	V49-V50	Rio Natal
São Bento do Sul - SC	V50-V51	Ribeirão Bonito
Corupá - SC	V52-V53	Rio Ano Bom
Corupá - SC	V55-V56	Ribeirão Grande do Norte
Jaraguá do Sul - SC	V57-V58	Rio Itapocuzinho
Schroeder - SC	V58-V59	Rio Itapocuzinho
Schroeder - SC	V63-V64	Rio Duas Mamas

6.6.6 Interferências Eletromagnéticas

No Edital do Leilão-ANEEL nº 04/2018 são especificados os seguintes critérios limitantes a serem considerados em cada tipo de interferência.

- Rádio interferência (Rádio e TV)

A relação sinal/ruído no limite da faixa de servidão, quando a linha de transmissão estiver submetida à tensão máxima operativa, deve ser, no mínimo, igual a 24 dB, para 50% do período de um ano. O sinal adotado para o cálculo deve ser o nível mínimo de sinal na região atravessada pela linha de transmissão, conforme norma DENTEL ou sua sucessora.

- Ruído audível

O ruído audível no limite da faixa de servidão, quando a linha de transmissão estiver submetida à tensão máxima operativa, deve ser, no máximo, igual a 58 dBA em qualquer uma das seguintes condições não simultâneas: durante chuva fina ($< 0,00148$ mm/min); durante névoa de 4 (quatro) horas de duração; ou durante os primeiros 15 (quinze) minutos após a ocorrência de chuva.

- Campo elétrico

O campo elétrico a 1,5 m do solo no limite da faixa de segurança, para o público em geral, deve ser inferior ou igual a 4,17 kVRMS/m.

O campo elétrico a 1,5 m do solo no interior da faixa, para a população ocupacional, deve ser inferior a 8,33 kVRMS/m.

A tensão considerada na LT é a nominal.

- Campo magnético

O campo magnético a 1,5 m do solo no limite da faixa de segurança, para o público em geral, deve ser inferior ou igual a 200 μ T.

O campo magnético a 1,5 m do solo no interior da faixa, para a população ocupacional, deve ser inferior a 1.000 μ T.

A corrente considerada na LT é a correspondente a condição de operação de curta duração.

- Corona visual

A linha de transmissão, com seus cabos e acessórios, bem como as ferragens das cadeias de isoladores, quando submetida à tensão máxima operativa, não deve apresentar corona visual por 90% do tempo para as condições atmosféricas predominantes na região atravessada pela linha de transmissão.

6.6.6.1 Rádio Interferência (Rádio e TV)

Deve ser ressaltado que o cálculo dos efeitos provenientes do fenômeno de corona é um procedimento complexo devido à natureza aleatória do mesmo e ao elevado número de variáveis que o afetam como, por exemplo, as condições atmosféricas (temperatura, pressão, umidade etc.). Por este motivo, a modelagem das interferências decorrentes do efeito corona não tem o mesmo nível de precisão daquela adotada para o cálculo dos campos eletrostáticos e magnetostáticos.

Para esta LT de 525 kV, calculou-se a rádio interferência a 1,5 metros do solo, considerando os cabos condutores na altura média:

condição de tempo: bom;

- largura da faixa de servidão: 60 m para o circuito simples e 68 m para o circuito duplo;
- nível de rádio interferência máximo: 41,88 dB(1,05µV/m); e
- com relação à rádio interferência, o Edital da ANEEL estabelece que o sinal mínimo referido na norma DENTEL seja protegido, garantindo-se uma relação sinal-ruído de 24 dB para 50% das condições atmosféricas do ano. Para a frequência de 1 MHz, o sinal mínimo a ser protegido é de 66 dB, ou seja, rádio interferência máxima de 42 dB.

Como se pode observar pelos resultados obtidos no estudo de rádio interferência, a largura da faixa de servidão de 60 m de largura para o circuito simples e 68 m de largura para o circuito duplo é satisfatória para atendimento às exigências do DENTEL, sendo variável para abranger a área atingida pelas torres estaiadas em suas maiores alturas. Considerando o critério de área atingida pelas torres temos que, para o caso da torre estaiada de altura máxima, o alcance transversal dos estais é 56m.

6.6.6.2 Ruído Audível

Para esta LT de 525 kV, calculou-se o Ruído audível a 1,5 metros do solo, considerando os cabos condutores na altura média:

- Condição: chuva fina;
- Largura da faixa de servidão: 60 m para o circuito simples e 68 m para o circuito duplo;
- Largura da semi faixa: 30 m (CS) e 34 m (CD);
- Ruído Audível (RA): 51,73 dBA

Foi estabelecido no Edital da ANEEL o valor de 58 dBA no limite da faixa, para condições de chuva fina. Verifica-se que o nível de RA atingido fica abaixo dessa ordem de grandeza.

6.6.6.3 Campo Elétrico e Magnético

O estudo de campo elétrico foi realizado utilizando-se a metodologia e rotinas de cálculo (EMF-2 *Electric Field of Transmission Lines* 2D) e (EMF-6 *Magnetic Field From Sets of Current Carrying Conductors* 2D).

Calculam-se os campos elétrico e magnético para as condições previstas na Resolução Normativa da ANEEL nº 398/616 que são, basicamente, as seguintes, para esta LT de 525 kV:

- Configuração típica do circuito (torre típica N5DSL);
- Carregamento máximo (pior caso): considerado o valor previsto para curta duração, ou seja, a corrente de 3919 A/fase;
- Altura mínima condutor – solo, no caso 11,9 m, para condição de curta duração, equivalente à altura de 12,5 m na condição normal de operação.

Os campos elétrico e magnético foram determinados para a altura mínima de 11,9 m (subcondutor inferior do feixe de condutores) em condição de emergência, equivalente a 12,5m para condição normal de operação do subcondutor inferior do feixe ao solo, ou seja, na posição mais baixa possível do condutor, de forma que o campo elétrico máximo operacional no interior da faixa não ultrapassasse os valores máximos permitidos.

Foram utilizados a tensão nominal e a máxima corrente por fase, na condição de curta duração (3919 A/fase). Na Tabela 6-24 são apresentados os resultados obtidos no estudo de campo elétrico.

Tabela 6-24: Efeitos Elétricos no Interior e Limite da Faixa LT 525 kV.

EFETOS ELÉTRICOS	MÁX. LIMITE FAIXA	MÁX. INTERIOR FAIXA
Campo Elétrico	1,755 kV/m (limite 4,17 kV/m)	7,515 kV/m (limite 8,33 kV/m)
Campo Magnético	3,30 μ T (limite 200,0 μ T)	63,058 μ T (limite 1000,0 μ T)

Para a distância mínima condutor-solo, o campo elétrico máximo no interior da faixa é de 7,51 kVRMS/m, inferior a 8,33 kVRMS/m. Com este nível de campo máximo, evita-se descargas potencialmente incômodas ou perigosas em pessoas tocando veículos de grande porte situados embaixo da LT.

O valor máximo para a densidade de fluxo magnético ao longo de toda a faixa de pesquisa foi de 14,948 μ T, inferior ao limite estabelecido pela ANEEL, de 200 μ T, para o público em geral. Portanto, o campo magnético não limita a largura da faixa de passagem das LT de 525kV.

6.6.6.4 Corona Visual

Deve ser ressaltado que o cálculo dos efeitos provenientes do fenômeno de corona é um procedimento complexo devido à natureza aleatória do mesmo e ao elevado número de variáveis que o afetam como, por exemplo, as condições atmosféricas (temperatura, pressão, umidade etc.). Por este motivo, a modelagem

das interferências decorrentes do efeito corona não tem o mesmo nível de precisão daquela adotada para o cálculo dos campos eletrostáticos e magnetostáticos.

Dentre as diferentes abordagens existentes, serão adotados os processos chamados semianalíticos, que incorporam uma boa parte de modelagem analítica e uma função de excitação obtida em laboratório, que caracteriza o nível do efeito corona em função da intensidade do campo elétrico. Os principais métodos semianalíticos são o do EPRI e o da EdF, tendo-se adotado o primeiro por ser esse o mais utilizado no Brasil, com resultados satisfatórios.

6.6.6.5 Escoamento de correntes elétricas

O sistema de aterramento das estruturas é responsável pelo escoamento das correntes de falta para a terra, como curto circuito, e pelas correntes decorrentes de descargas atmosféricas.

6.6.7 Tipos de Acidentes

6.6.7.1.1 Acidentes de Instalação

As principais causas de mortes de trabalhadores são acidentes de trânsito e quedas de pessoas e materiais. Para reduzir ao máximo os acidentes de trânsito, os funcionários que forem dirigir automóveis, caminhões e maquinário terão treinamento específico, incluindo direção defensiva e orientação quanto aos riscos do excesso de velocidade, impudências e bebidas alcoólicas.

Com relação às quedas de pessoas e material, devem ser tomadas todas as medidas necessárias para que as atividades se desenvolvam com total segurança para o trabalhador e terceiros. Sendo assim, em todo serviço executado em altura igual ou superior a 2,0 m deverá ser previsto sistema de proteção contra queda, que abrange os seguintes cuidados:

- todo procedimento de subida, movimentação e descida deve seguir o método 100% conectado, adequado a cada situação de trabalho e devidamente orientado por profissional de segurança e/ou supervisores e fiscais de obra presentes no local;
- os trabalhadores deverão usar capacete de segurança, cinto de segurança tipo paraquedista, talabarte “Y”, calçado de segurança com solado de borracha, luva de couro e evitar roupas largas e soltas em altura elevada;
- os capacetes de segurança deverão ser bem ajustados à cabeça, possibilitando a circulação de ar e serem seguros ao queixo junto à jugular;
- deve ser empregado o talabarte “Y” com absorvedor de impacto de 1,0 m, gancho de 110 mm de abertura e fita de ancoragem com comprimento de 60 cm;

- os cintos de segurança deverão ser sempre guardados e revisados;
- os trabalhadores deverão descer ou subir nas torres somente pelos pedaróis;
- deve ser expressamente proibida a descida das torres deslizando nos estais;
- não deverá ser permitida a descida por corda e trava-queda direto do vão, entre torres, salvo em condição de emergência;
- escalada usando talabarte em “Y”. O procedimento consiste em escalar a estrutura sempre ancorado em um ponto, tanto em deslocamento vertical, como horizontal, conforme mostrado na Figura 6-19 (A). O talabarte deverá ser fixado em local seguro, que sustente o peso do trabalhador, observando-se se não está preso em peças frouxas ou frágeis; e
- escalada com instalação da linha de vida com talabarte em “Y” e uso de trava quedas. Primeiramente, enquanto uma equipe prepara o ferramental na base da torre, um trabalhador escala a torre usando talabarte em “Y”, levando a corda de linha de vida, sendo está liberada por outro na base da torre. A corda linha de vida será ancorada na estrutura da torre, no local onde serão realizados os serviços, por meio de fita de alta resistência, com uma volta ao redor do perfil metálico e presa por mosquetão pelas duas pontas. Ao chegar à mísula, a corda linha de vida é ancorada na estrutura com estropo duplo e mosquetão de aço de 40kN, numa posição que facilite ao máximo a escalada da estrutura com trava quedas. Após a ancoragem da corda linha de vida na estrutura superior e na base da torre com um peso para mantê-la esticada, os demais trabalhadores sobem e descem a estrutura utilizando trava quedas, conforme ilustrado na Figura 6-19 a seguir:

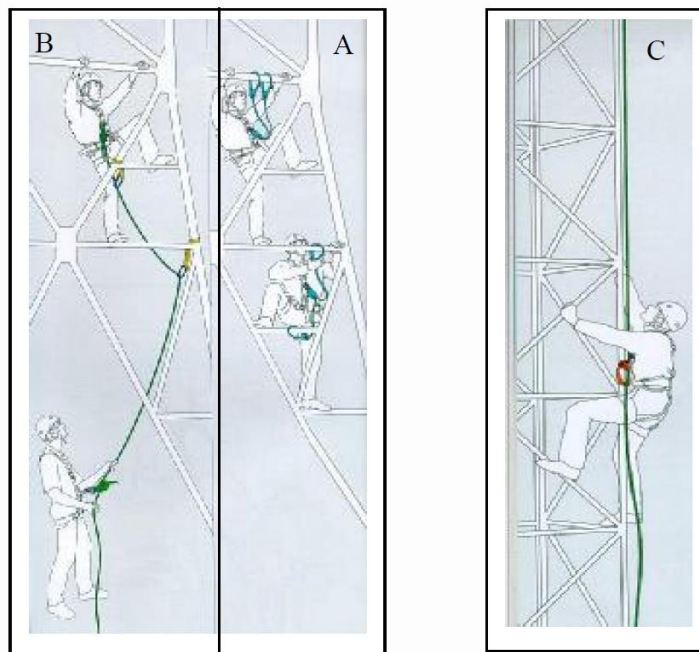


Figura 6-19: Escalada com talabarte “Y” (A) e escalada da torre com trava quadrada (C). Fonte: Eletronorte.

6.6.7.1.2 Acidentes de Operação

A operação e o controle da LT serão efetuados pelas SE localizadas nas extremidades de cada trecho ou no seu centro. A inspeção periódica de manutenção da LT deverá ser realizada por via terrestre, utilizando-se as vias de acesso construídas para a obra. É proibido o trabalho em área energizada quando estiver chovendo, ventando forte, com a presença de névoa ou umidade relativa do ar superior a 70%.

Os serviços de manutenção preventiva (periódica) e corretiva (restabelecimento de interrupções) caberão às equipes das concessionárias responsáveis pela operação. Essas equipes trabalham em regime de plantão e, normalmente, estão alocadas em escritórios regionais das concessionárias, em condições de atender prontamente às solicitações.

Nas inspeções da LT, deverão ser observadas as condições de acesso às torres e também 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;
- manutenção de obras de arte correntes;
- manutenção de porteiros e colchetes;
- outros aspectos relevantes.

Faixa de servidão:

- cruzamentos com rodovias;
- 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);
- anormalidades nas instalações.

Com inspeções técnicas, será possível evitar acidentes e, quando necessário, providenciar as intervenções corretivas, conforme exemplos apresentados abaixo no Quadro 6-9.

Quadro 6-9. Possíveis acidentes relacionados ao empreendimento nas fases de operação e manutenção, suas consequências, métodos e meios de intervenção.

CAUSA	CONSEQUÊNCIA	RECOMENDAÇÃO
EVENTO: POSSÍVEIS DANOS NOS PARA-RAIOS E SISTEMAS DE ATERRAMENTOS.		
Descargas Atmosféricas.	Lesões, queimaduras ou morte.	Avaliar a necessidade de estudos de incidências de descargas atmosféricas para a área, otimizar os sistemas de para-raios, o Sistema de Proteção por Descargas Atmosféricas (SPDA) e aterramentos de cercas, a fim de minimizar o risco.
Ações do tempo ou vida útil.	Falha de proteção do sistema.	Monitorar, inspecionar e promover ação preventiva de manutenção dos sistemas.
EVENTO: OXIDAÇÃO E PRESENÇA DE CORROSÃO DA SUPERFÍCIE METÁLICA AO PÉ DA ESTRUTURA DA TORRE.		
Queda da torre e/ou dos cabos, provocada por colapso devido a desgaste da oxidação/corrosão.	Incidentes ou acidente com terceiros, provocados pela queda da torre e dos cabos de LT.	Executar a manutenção urgente nas torres que apresentarem este dano. Promover ações de inspeção periódica e contínua, quando for o caso, nas estruturas da LT.
EVENTO: BENFEITORIAS (OCUPAÇÕES) NA FAIXA DE SERVIDÃO.		
Rompimento de cabos energizados.	Lesões, queimaduras e morte.	Prover gestão de riscos e ações integradas para a desocupação da faixa de segurança da LT.
Queda de equipamentos e peças.	Danos materiais ao sistema e às ocupações na faixa de LT.	Prover gestão de riscos e ações integradas para a desocupação da faixa de segurança da LT.
Queda da Torre.	Lesões, queimaduras e morte, além de danos materiais.	Promover ações junto à população e escolas da região, a fim de alertá-las para o controle do risco.
Obstrução ao acesso das torres da LT.	Falta de acesso para inspeção e manutenção.	Promover a desocupação, principalmente ao pé das torres para acessos. Prover gestão de riscos e ações integradas imediatas para a desocupação da faixa de segurança de LT.
EVENTO: EMPINAR PIPAS/PAPAGAIOS, INCLUSIVE COM USO DE CEROL.		
Linha de pipa se enrola aos fios e causa curto-circuito, com rompimento dos cabos.	Queda dos cabos ao solo, provocando lesões, queimaduras e morte.	Promover ações como campanhas publicitárias e outras junto à população e escolas da região, como reuniões, panfletos, palestras, a fim de alertá-los para controle do risco e implementar medidas proibitivas de soltar pipas próximo às redes elétricas.
EVENTO: FALHA NOS ESTAIS (BAMBEAMENTO, ROMPIMENTO POR VANDALISMO, SOLTURA DAS CONEXÕES E DOS CABOS).		
Rompimento e queda de cabos ao solo.	Lesões, queimaduras e morte.	Prover gestão de riscos e ações integradas para a desocupação imediata da faixa de segurança da LT.
Flambagem da torre.	Danos materiais ao sistema e às ocupações na faixa de LT.	Ação imediata após detectar o ponto de torre flambada, para isolar o risco e dar manutenção
Queda da torre.	Acidente com lesões, queimaduras e danos materiais.	Promover ações junto a população, escolas da região a fim de alertá-los dos riscos.
EVENTO: VANDALISMO EM ESCALAR AS TORRES DA LT.		
Desconhecimento do risco.	Queda da estrutura com fraturas, lesões, choque elétrico, queimaduras, podendo ser fatal.	Promover ações junto à população e escolas da região, com reuniões, panfletos, palestras, a fim de alertá-los dos riscos, além de instalar placas de advertência e proibitivas, alertando do risco.

6.6.7.1.3 Logística de Saúde, Transporte e Emergência Médica das Frentes de Trabalho

Dados os riscos de acidentes com a mão de obra que são inerentes a implantação de empreendimentos, como o que aqui é considerado, é indispensável à implantação do Plano Ambiental para a Construção por meio da implantação de ações de Saúde e Segurança do Trabalhador nas obras, com os seguintes objetivos gerais:

- promover as condições de preservação da saúde e segurança de todos os empregados da obra;
- dar atendimento às situações de emergências;
- ampliar o conhecimento sobre prevenção da saúde e de acidentes aos trabalhadores vinculados à obra; e
- atender às normas do empreendedor.

A estratégia desse programa é exigir das construtoras os serviços necessários na área de saúde e segurança, assim como fiscalizar e avaliar, continuamente, a execução desses serviços. Dessa forma, os estudos realizados no âmbito do diagnóstico socioeconômico deste EIA indicaram que todos os municípios da área de influência do empreendimento possuem atendimento básico na área da saúde, sobretudo atendimento ambulatorial básico e de média complexidade, que correspondem ao nível de atenção primária e secundária, de acordo com a classificação de complexidade definida pelo Sistema Único de Saúde (SUS).

No entanto, quando necessitam de atendimento ou procedimentos especializados, que não estão disponíveis nos municípios de menor porte, os pacientes são encaminhados para os estabelecimentos de saúde das cidades polo das suas respectivas regiões. Com relação à rede assistencial básica do SUS, existe uma boa estrutura local de atendimento às demandas mais simples e tratamento preventivo, tanto na área urbana como na área rural dos municípios, ligado principalmente ao Programa de Saúde da Família (PSF).

Em relação aos municípios com previsão de receberem canteiros de obra, pode-se perceber que todos contam com os serviços identificados na rede assistencial de saúde do DATASUS (2019), que incluem consultórios clínicos, unidade de serviço de apoio de diagnose e terapia, centro de saúde (unidade básica), clínica especializada, entre outros serviços.

As diretrizes para a logística de saúde, transporte e emergência médica das frentes de trabalho e utilização do sistema local de saúde no período das obras de implantação do empreendimento são definidas levando-se em consideração os riscos construtivos, a probabilidade de sinistros e a questão das doenças tropicais à luz das orientações da SVS/MS.

Neste sentido, foi determinada a elaboração de um Plano Preliminar de Emergências Médicas e Primeiros Socorros (PEMPS), a ser implementado pelo no período construtivo, conforme apresentado, a seguir.

O Programa de Emergências Médicas e Primeiros Socorros - PEMPS deve ser estruturado de forma a atender cada empreendimento de acordo com as suas peculiaridades. Deve considerar os aspectos geográficos, acessos aos serviços de saúde em diferentes níveis de complexidade e referenciais para as situações de emergência previstas no Plano de Atendimento às Emergências e a distribuição da população de empregados em cada etapa do projeto, que será elaborado junto ao Plano Básico ambiental (PBA) quando da solicitação da Licença Ambiental de Instalação - LAI.

Deve prever as condições e recursos mínimos necessários para prestar atendimento para a retirada das vítimas do local no menor tempo possível desde o evento inicial até o seu tratamento definitivo. O planejamento do controle médico de todo o atendimento prestado às vítimas deve ser garantido por meio de evacuação médica terrestre, aquática ou aérea conforme o caso, de forma a otimizar os meios e recursos disponíveis, respeitando-se os padrões adotados internacionalmente e legislação vigente.

6.7 Implantação do Projeto

6.7.1 Aspectos Gerais para Linhas de Transmissão

6.7.1.1 Definição do Traçado

A definição do traçado da LT 525 kV Areia - Joinville Sul teve como premissa a diretriz proposta no Relatório R3 que estabeleceu um corredor com 10 km de largura. Esse relatório é encomendado pela ANEEL e disponibilizado para todas as empresas participantes do Leilão para que tenham o mínimo de conhecimento sobre a área de inserção, podendo, dessa forma, estimar um valor para o empreendimento.

A partir dessa proposta, as equipes técnicas de Fundiário, Meio Ambiente, Engenharia e Projetista realizaram inúmeros estudos complementares e campanhas de campo para que as restrições fundiárias, técnicas e socioambientais, ao longo da diretriz proposta, fossem otimizadas, buscando, além da responsabilidade socioambiental, reduzir custos e transtornos com a área fundiárias e de engenharia, bem como simplificar e acelerar o licenciamento ambiental.

Entre a diretriz do traçado do Relatório R3 (Leilão da Aneel) e o traçado escolhido (diretriz preferencial) foram avaliadas inúmeras hipóteses, sendo 3 principais selecionadas e apresentadas no Capítulo 4 Análise Comparativa de Alternativas Locacionais. A Alternativa selecionada para esse EIA, que foi a melhor identificada até o presente momento e encontra-se apresentada no Apêndice IV – Caderno de Mapas – Mapa 19 - Mapa de Alternativas Locacionais.

6.7.1.2 Técnicas de Lançamento dos Cabos

A atividade de lançamento de cabos para-raios, piloto e condutores deverá ser executada de acordo com as normas e especificações técnicas de segurança para LT, respeitando os diferentes ambientais e tipo de vegetação, classificadas no Inventário Florestal – IF e que poderão ser visualizadas e identificadas na planta perfil do empreendimento, quando a elaboração do projeto executivo.

Durante todas as etapas do lançamento deverá ser observado as premissas:

- As praças das bobinas deverão ser localizadas em locais de fácil acesso e descarga e que também não agridam o meio ambiente;
- As praças de bobinas deverão estar distanciadas entre si de 6 a 8 km, devendo ter uma área que comporte as bobinas dos condutores e cabos pilotos e ainda permitir a colocação de cavaletes e freio, deixando espaço suficiente para bobinas vazias;
- Evitar emendas em vãos adjacentes as torres de ancoragem e em vãos de travessias;
- Considerar que a extensão do tramo a ser lançado corresponderá ao desenvolvimento de 2 a 4 bobinas.

Para implantação das praças de lançamento, que são estrutura provisórias e ainda não possível de definir os seus locais na atual fase de viabilidade, devem ser escolhidos terrenos com baixa resistividade, evitando-se terrenos rochosos, e de preferência sem vegetação nativa. A atividade de lançamento de cabos não deverá ocorrer com tempo chuvoso ou com ventos fortes.

Os cabos condutores e para-raios deverão ser executados a partir das praças de lançamento, sob tensão mecânica controlada automaticamente, até ser obtido o fechamento recomendado pelo projeto para cada vão da LT, seguindo-se do grampeamento deles.

6.7.1.3 Levantamento Topográfico

O levantamento topográfico é fundamentalmente realizado na fase de planejamento para subsidiar as demais definições de projeto necessárias, precisando a alocação das estruturas (torres) e permitindo inferir sobre a viabilidade técnica da Diretriz Preferencial, sendo também uma etapa essencial para a identificação de eventuais fatores socioambientais importantes no contexto do licenciamento ambiental.

Além de atender as necessidades de projeto, o levantamento topográfico fornece informações importantes sobre as características ambientais da região, como o maior detalhamento de algumas variáveis como declividade e cotas e a identificação de eventuais pontos notáveis ao longo da diretriz preferencial do traçado.

Destaca-se que para viabilizar o levantamento topográfico, deve ser obtida ainda na fase de planejamento a autorização para a abertura de picada, o que permite o acesso da equipe de Topografia aos trechos do

traçado localizados em áreas de vegetação mais fechada e também a abertura de trechos para permitir a visada entre os pontos topográficos. Para o presente empreendimento fica dispensado a autorização de abertura de picada de acordo com a **Memória de Reunião nº 20/2019-CODUT/CGLIN/DILIC.**

6.7.1.4 Levantamento Cadastral (Fundário)

É necessária a realização do levantamento cadastral das áreas de interesse do empreendimento, ainda na fase de planejamento, a fim de conhecer as situações acerca das propriedades a serem transpostas pelo traçado da linha. O cadastro também é considerado para as análises e para o detalhamento das ações na proposição de planos e programas socioambientais, uma vez que fornece dados relevantes quanto aos aspectos socioeconômicos das áreas de inserção do empreendimento.

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

As informações obtidas no levantamento cadastral são amplamente difundidas nos estudos e definições técnico-financeiras do empreendimento. Estes dados permitem a definição da viabilidade econômica das áreas tanto no cenário da aquisição de propriedade – que ocorre quando da necessidade de implantação de novas subestações e no estabelecimento da servidão administrativa – faixa de servidão.

A partir desse levantamento, estima-se o número de propriedades que o empreendimento irá interceptar, bem como benfeitorias e atividades produtivas nos limites da faixa de servidão.

6.7.1.5 Avaliação e Indenização ou Aquisição de Propriedades e Benfeitorias

6.7.1.5.1 Deveres

A utilização de terras para a passagem de redes de energia elétrica é classificada como uma necessidade pública e, segundo a Constituição Federal, o interesse público prevalece sobre o interesse privado. Dessa forma, através de uma servidão administrativa, as áreas que recebem as linhas de rede elétrica, passam a ser de utilidade pública garantindo ao Poder Público ou à concessionária do serviço o uso da área.

6.7.1.5.2 Direitos

O uso da terra decretado pela servidão administrativa ficará restrito ao uso apenas da concessionária do serviço. Também vale destacar que a servidão administrativa só será realizada após verificada a utilidade pública e mediante a indenização ao proprietário da terra.

6.7.1.5.3 Formas de constituição

A servidão administrativa pode ser instituída por acordo entre as partes ou por meio da sentença judicial. Quando há um acordo entre as partes, a concessionária do serviço e o proprietário, mediante uma escritura pública, estabelecem a extensão de terras que serão utilizadas, a indenização a ser paga pelo uso da terra e os direitos e deveres de cada parte.

Já quando é instituída por decisão judicial, é o juiz que determina se haverá ou não a servidão e os valores da indenização. Geralmente as indenizações nesse tipo de processo giram em torno de 20 a 30% do valor da terra nua.

6.7.1.5.4 Direito à indenização

A pesquisa de preço é fundamental para a realização de uma boa avaliação, que será realizada no município onde está localizado o imóvel avaliando.

6.7.1.5.5 Pesquisa de Terras

Para os trabalhos de coleta de dados de campo, será necessário a obtenção de uma amostra significativa de transação e ou oferta de imóveis na região do imóvel avaliando, obtidas através de imobiliárias, jornais e cartórios, para futuro tratamento estatístico no escritório.

6.7.1.5.6 Pesquisa para Benfeitorias Reprodutivas e Não Reprodutivas;

Serão obtidas junto as lojas especializadas em insumos agrícolas e materiais de construção do município onde situa-se o imóvel avaliando. A Avaliação patrimonial realizada no Brasil segue normas técnicas definidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT através da NBR 14.653.

- NBR 14.653-1 – Procedimentos Gerais; *
- NBR 14.653-2 – Avaliação de Imóveis Urbanos; *
- NBR 14.653-3 – Avaliação de Imóveis Rurais; *

- NBR 14.653-4 – Avaliação de Bens (Empreendimentos); * Ex.: Áreas com potencial de urbanização (loteamento)

6.7.1.6 Geração e Destinação de Resíduos e Efluentes

A implantação da LT implicará na execução de diversas atividades que geram vários tipos de resíduos, desde inertes até aqueles que deverão receber disposição final em local adequado, tais como sobras de ferragens das estruturas das torres, madeira oriunda das bobinas, caixas de transporte das ferragens e isoladores, formas utilizadas nas fundações das torres, borracha e plástico utilizados para transporte de material, óleo queimado de máquinas e motosserras, lixo orgânico (alimentação e escritório) e sobras de concreto. A disposição inadequada de resíduos representa uma fonte de riscos de acidentes para os trabalhadores da obra, população em geral e meio ambiente.

As diretrizes para o gerenciamento e disposição de resíduos constituem um conjunto de recomendações e procedimentos que visa, de um lado, reduzir ao mínimo a geração de resíduos e, de outro, traçar as diretrizes para o manejo e disposição daqueles resíduos e materiais perigosos ou tóxicos, de forma a minimizar seus impactos ambientais. Tais procedimentos e diretrizes deverão estar incorporados às atividades desenvolvidas diariamente pela construtora, desde o início da obra.

O objetivo básico dessas diretrizes é assegurar que a menor quantidade possível de resíduos seja gerada durante a obra e que esses resíduos sejam adequadamente coletados, estocados e dispostos, para que não emitam gases, líquidos ou sólidos, provocando impacto no meio ambiente. As diretrizes indicam os procedimentos a serem elaborados pelas construtoras e que serão submetidos à aprovação dos responsáveis pela gestão ambiental do empreendimento.

Os serviços a serem desenvolvidos para o gerenciamento dos resíduos e efluentes abrangerão a execução das seguintes ações:

- previsão dos principais resíduos e efluentes a serem gerados, segundo a classificação ABNT NBR 10004:2004 e a Resolução CONAMA nº 307/2002, devidamente complementada pela Resolução CONAMA nº 348/2004, com estimativas iniciais de suas quantidades;
- caracterização dos resíduos e efluentes, indicando procedimentos para segregação, acondicionamento, tratamento, quando for o caso, transporte e destinação final;
- levantamento, anterior à obra, das empresas locais e regionais de coleta, tratamento, transporte e de destinação final dos resíduos e efluentes previstos;
- estabelecimento de acordos/convênios com os Governos Estaduais e Municipais para a utilização de equipamentos e instalações de tratamento/destinação de resíduos e efluentes;
- Manejo de resíduos e efluentes nos canteiros, nas obras e nos alojamentos;

- Inclusão, no treinamento ambiental dos trabalhadores, dos aspectos de manejo de resíduos e efluentes;
- Fiscalização contínua das atividades geradoras de resíduos e efluentes durante as obras da LT.

O gerenciamento ambiental dos resíduos está baseado nos princípios da redução na geração, na segregação, na maximização da reutilização e no transporte, tratamento e disposição final apropriados, sempre dando prioridade ao envio para a reciclagem.

Os resíduos a serem gerados nas obras serão manejados também de acordo com as Resoluções CONAMA nºs 307/02 e 348/04, que classificam os resíduos, e com a Norma NBR 10.004/04, da ABNT, que os define quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que eles possam ter manuseio e destinação final adequados. Seguirão, também, o padrão de cores, para os recipientes coletores, estabelecido pela Resolução CONAMA nº 275/01, no caso de coleta seletiva.

O sistema de coleta e armazenamento de resíduos será possível utilizando-se sistematicamente bombonas plásticas e/ou metálicas, *bigbags* (grandes sacos de rafia), baias e caçambas estacionárias, com seus devidos fechamentos. Todas, exceto as últimas, serão devidamente forradas, identificadas e marcadas conforme padrão de cores adequadas ao prescrito na já citada Resolução CONAMA nº 275/01, distribuídas de forma a atender a toda a área das obras e de acordo com os tipos preferenciais de resíduos gerados em cada locação.

A disposição dos resíduos sanitários deverá ser feita principalmente por infiltração no terreno (tanque séptico e filtro anaeróbio). Os resíduos sólidos deverão ser dispostos em aterros controlados, de acordo com as normas federais, estaduais e municipais em vigor, e os resíduos perigosos se destinarão à reciclagem, à incineração ou à disposição em aterros especiais.

Os resíduos serão retirados, armazenados em área adequada (área bem identificada, segura, com pavimentação impermeável, drenagem, cobertura e ventilação), onde os dispositivos de estocagem bem identificados devem ter uma capacidade suficiente para atender a qualquer demora no recolhimento para transporte.

A principal meta a ser atingida é o cumprimento das leis ambientais federal, estaduais e municipais vigentes, no tocante aos padrões de emissão e, também, à correta e segura disposição de resíduos não inertes ou perigosos.

6.7.2 Aspectos Gerais para Subestação

Em todas as fases da obra, deverá ser observado o que dispõem as Normas Regulamentadoras da Portaria 3.214/78 e suas alterações e as Normas Técnicas Nacionais. Na ausência destas, serão consideradas as Normas Internacionais.

Todas as atividades concernentes à instalação do empreendimento e aplicáveis ao projeto, tais como matéria-prima, fabricação, ensaios, inspeção, embalagem e embarque das estruturas, cabos, isoladores e

ferragens seguirão as normas técnicas dos órgãos normatizadores, que são: Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT); *American National Standards Institute* (ANSI); *American Society of Civil Engineers* (ASCE); *American Society of Mechanical Engineers* (ASME); *American Society for Testing and Materials* (ASTM); *Electronics Industries Association* (EIA); *International Electrotechnical Commission* (IEC); *The Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE); *Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial* (INMETRO); *International Organization for Standardization* (IOS) e *National Electrical Manufacturers Association* (NEMA).

6.7.2.1 Serviços Topográficos

Os serviços topográficos necessários à ampliação da subestação serão executados em conformidade com as prescrições da NBR 13133 da ABNT. No caso de ampliação de Subestação cujas áreas estejam terraplenadas, drenadas, com malha de aterramento e britadas, não serão previstos serviços de topografia, salvo os casos em que sejam necessárias as confirmações de locação de algumas fundações, pórticos e ou distâncias e elevações existentes.

6.7.2.2 Sondagem

Para a ampliação da SE Areia serão utilizadas as informações do solo existentes, no caso de serem necessárias sondagens serão sondagens a percussão (SPT), a partir de pontos selecionados, tais como, base de reatores, suportes de barramentos, pórticos de ancoragem de linhas, disjuntores e edificações. Para tanto, o posicionamento dos pontos a serem investigados constará de projeto próprio, com o desenho indicativo da locação dos furos propostos, a ser elaborado no início do Projeto Executivo.

Todas as sondagens serão executadas por firma especializada com equipamentos e procedimentos definidos na norma NBR 6484:1997 (Solo - Sondagens de simples reconhecimento com SPT - Método de ensaio). As finalidades das sondagens são a exploração por perfuração e amostragem do solo e a medida da resistência à penetração para fins de Engenharia Civil.

6.7.2.3 Ensaios de Compactação

Para a ampliação da SE existente poderão ser realizados ensaios de compactação e determinação do Índice de Suporte Califórnia (ISC), referentes aos trabalhos de terraplenagem.

6.7.2.4 Terraplenagem

A partir dos arranjos básicos da SE e dos levantamentos geotécnico e topográfico, serão definidas as cotas de implantação das plataformas das áreas das ampliações e as inclinações dos taludes, de modo a otimizar

os serviços de movimentação de terra. Para a execução de aterro serão adotadas as recomendações da NBR 5681 e NBR-7180 a 7182 da ABNT.

Ressalta-se que não está prevista a necessidade de empréstimo e nem de bota-fora de material mineral para as obras de implantação da LT. No entanto, ressalta-se que todo e qualquer material mineral será adquirido de locais licenciados, e uma cópia dessa licença ou autorização será, previamente, encaminhada ao IBAMA, para conhecimento.

6.7.2.5 Drenagem

Para ampliação da subestação existente, podem ser necessárias interferências para adequação do sistema de drenagem aos novos arranjos e recuperação das instalações que sofrerem modificações ocasionadas pela construção das novas fundações. A área destinada à ampliação da subestação possuirá sistemas de drenagem profunda e superficial, ou apenas drenagem superficial, ou sub-superficial, caso a profunda não seja necessária.

Sempre que possível, será adotado para a drenagem sub-superficial do pátio um projeto composto, basicamente, de drenos contínuos executados em valas com manilhas de concreto, PVC, concretos perfurados ou drenos cegos moldados. Nos locais onde não houver espaço para a instalação de drenos, serão projetados caimentos no terreno em direção a caixas ou valas coletoras.

Em todos os casos, os caimentos serão de 0,3% no mínimo e todos os elementos deverão estar ligados à rede geral de drenagem e plenamente integrados com os projetos de fundações, dutos e canaletas. As canaletas de cabos terão seu fundo projetado com uma declividade mínima de 0,3% em direção a drenos convenientemente dispostos e conectados à rede geral.

6.7.2.6 Fundações

As fundações serão projetadas e executadas de acordo com as Normas da ABNT para cada particularidade. Considerando cargas, esforços dinâmicos, peso próprio, curto-circuito, carga de vento além das condições geotécnicas do local da subestação, poderão ser utilizados os seguintes tipos de fundação:

- fundação em estacas pré-moldadas de concreto e ou metálicas;
- fundação em sapatas de concreto armado;
- fundação em tubulões de concreto simples ou armado;
- fundação para postes e suportes de concreto armado pré-moldados;
- fundações em blocos simples ou armados;
- fundações por cravação com simples reaterro da cava.

A locação das fundações será feita topograficamente e com base no desenho locação das fundações. Os chumbadores serão locados com o uso de gabaritos. As fundações deverão ficar todas abaixo do nível do terreno acabado, exceto as bases para suportes de estruturas metálicas, as quais ficarão 20 cm acima.

6.7.2.7 Formas

Serão construídas com as dimensões indicadas no projeto, possuindo a resistência necessária para suportar tanto os esforços do lançamento quanto às pressões do concreto vibrado. Serão fixadas de maneira a não sofrerem deformações pela ação destes esforços, ou de fatores de ambiente (clima). O material deverá ser de boa qualidade, e permitir o acabamento exigido pelo projeto.

Antes do lançamento, as juntas das formas serão vedadas e será efetuada limpeza, a fim de que as superfícies que ficarão em contato com o concreto estejam livres de impurezas que possam prejudicar a qualidade do acabamento. As formas em madeira serão molhadas até a saturação, antes do lançamento do concreto. A remoção será efetuada cuidadosamente, de maneira a não danificar o concreto.

6.7.2.8 Barras e Armaduras de Aço

Serão empregados aços CA-50A, CA-60 ou telas de aço soldado, conforme especificado no projeto. Todas as condições da armadura (dobramento, emendas, ganchos, espaçamentos, colocações) obedecerão às exigências das normas da ABNT. As armaduras deverão estar limpas, sem nenhuma terra, ferrugem, pintura, graxa, cimento ou óleo. Uma limpeza com escova metálica será efetuada antes da colocação e concretagem, para eliminar impurezas.

6.7.2.9 Chumbadores

Para fixação dos chumbadores, serão utilizados gabaritos. Os chumbadores deverão ser concretados juntamente com a fundação (em primeiro estágio).

6.7.2.10 Concreto

O cimento a ser utilizado, bem como todos os agregados, estará de acordo com as prescrições da ABNT. Durante a execução da obra, serão realizados ensaios para atestar a obediência a tais prescrições. Nenhum componente será utilizado sem a concordância da Fiscalização.

6.7.2.11 Recobrimento de Brita

No caso de ampliações das subestações que se encontram totalmente britadas, será necessária a recomposição da camada de brita na área ocupada pela ampliação, caso as obras civis da ampliação decomponham o recobrimento existente. Esta recomposição utilizará brita de mesma granulometria e mesma espessura da camada existente na subestação.

O terreno será acertado de forma a manter ligeira declividade no sentido das linhas de drenagem, permitindo que toda a água que caia sobre o piso da subestação escoe rapidamente. Ao término do acerto, o terreno ficará na cota final indicada no projeto e de acordo com a camada de brita das áreas adjacentes. No caso de implantações de pátio das novas subestações as áreas possuirão camadas de brita nas condições definidas em projeto.

6.7.2.12 Canaletas para Cabos, Caixas de Passagem e Tampas

As canaletas destinadas a alojar os cabos de força, comando e controle, serão executadas em alvenaria de blocos de concreto, blocos aparentes ou em concreto armado, em conformidade, onde aplicável com as canaletas existentes nas subestações. As tampas serão de concreto armado seguindo também, onde aplicável, a configuração existente.

Caso cruzem com passagens de veículos, as canaletas serão executadas em concreto armado e as tampas reforçadas para tal. As canaletas e caixas de passagem serão drenadas através de tubos ligados aos drenos locais. Os fundos das canaletas e caixas serão projetados em declive para que a água seja escoada para os drenos. A declividade do fundo das canaletas será indicada no projeto, obedecendo-se distância média entre drenos consecutivos.

As caixas de passagem de até 2 m de profundidade terão paredes de alvenaria, emboçadas, com tampas e fundo em concreto armado. As caixas mais profundas serão integralmente em concreto armado. As caixas de passagem deverão ficar afastadas, pelo menos, 2 m do meio-fio (parede mais próxima), exceto as do tipo boca de lobo.

6.7.2.13 Rede de Dutos

Os dutos serão em ferro galvanizado, PVC, ou flexíveis do tipo Kanaflex, conforme necessidade e definição de projeto. Poderão ser “envelopados” em areia ou concreto ou simplesmente reaterrados com eventual proteção de placas testemunhas em concreto, além de fitas de aviso enterradas próximas da superfície.

6.7.2.14 Edificações

A eventual compatibilização com as edificações já implantadas em ampliações de SE, caso isto venha a ser exigido pelos agentes proprietários das instalações existentes, será discutida por ocasião do Projeto Executivo.

As paredes serão em alvenaria com blocos rebocados interna e externamente e com pintura utilizando o padrão definido em projeto. Os vãos de portas que não tenham peças estruturais em seu nível superior terão vergas de concreto convenientemente armadas. A alvenaria ao nível do chão será revestida até 30 cm acima desse nível com argamassa e impermeabilizante.

As estruturas dos telhados serão em peças metálicas fixadas por chumbadores e parafusos, sendo que as telhas de fibrocimento sem amianto terão espessura 8 mm. A fixação das telhas será feita rigorosamente de acordo com as instruções dos fabricantes e nos arremates deverão ser colocadas peças especiais da mesma fabricação, tais como: rufos, cumeeiras, pingadeiras e demais peças necessárias a uma perfeita vedação. É válido ressaltar que as placas não poderão apresentar defeitos, sobretudo deformações ou fendas.

As esquadrias, assim como todas as peças complementares, fechaduras, dobradiças, alavancas, puxadores, serão fabricadas e montadas de acordo com os respectivos desenhos executivos do projeto arquitetônico, obedecendo rigorosamente os detalhes. O assentamento das esquadrias será cuidadosamente feito com ferragens especificadas e apropriadas.

Serão executados os pisos e rodapés conforme especificações do projeto arquitetônico: Camada Impermeabilizada: O piso será efetuado sobre uma camada de concreto, chamada camada impermeabilizadora, que será simples ou armada conforme necessidade, sempre com adição de impermeabilizante; Soleiras: As soleiras deverão ser construídas ou assentadas de forma a criar um rebaixo de 3 cm no máximo, impedindo a passagem de águas da lavagem de pisos.

Todas as superfícies a serem impermeabilizadas deverão ser cuidadosamente limpas, removendo-se o eventual excesso de argamassa, partículas soltas e materiais estranhos. Para pintura deve ser dada preferência a tintas já preparadas na fábrica. Todas as pinturas serão executadas conforme instruções dos fabricantes.

Sempre haverá limpeza prévia e completa das superfícies, com remoção de manchas de óleos, graxas, mofos e outras porventura existentes. O sistema será constituído de condicionadores de ar do tipo “split”, unidades internas e externas fornecidos com todos os acessórios e tubulações de modo a permitir o perfeito funcionamento do sistema. Para seu fornecimento e instalação deverão ser seguidos os projetos, e as especificações do fabricante.

6.7.2.15 Iluminação, Tomadas e Telefones

As edificações serão providas de sistema de iluminação, pontos de tomadas de força e de telefone, obedecendo às recomendações da NBR 5410.

6.7.2.16 Sistema de Abastecimento de Água e Esgoto

Para a SE em ampliação, a água para o consumo será proveniente de rede existente, caso venha a ser desta forma acordado com a acessada. Caso contrário, a alimentação será proveniente de poço.

6.7.2.17 Urbanização

Considera-se que todos os elementos urbanísticos principais, inclusive o recobrimento vegetal de taludes e áreas circunvizinhas do pátio, as cercas e portões de acesso encontram-se prontos. Em função das modificações nestas áreas poderão ser necessários intervenções com alterações nos projetos.

6.7.2.18 Cercas e Portões

Serão previstas modificações nas cercas externas e da área energizada, em caso de necessidade. Nos locais onde não estão previstas modificações, podem ser necessárias apenas reparos ocasionados por interferências de obra. Estas cercas serão coerentes com os padrões adotados nas instalações existentes de forma a manter a harmonia do conjunto. As cercas e portões deverão ser devidamente aterrados conforme projeto específico.

6.7.2.19 Vias internas de Acesso

Serão construídas vias de acesso de acordo com as definições do projeto executivo. As vias internas serão dispostas de forma a prover acesso a todos os equipamentos e construções, e serão dimensionadas para carga máxima por eixo, conforme definido a seguir. Deve ser considerada uma baixa densidade de tráfego para efeito de projeto.

As vias destinadas ao tráfego de veículos para transporte de equipamentos pesados terão características (largura, raio de curva, declividade máxima, carga por eixo etc.) fixadas de acordo com os requisitos dos veículos e peso dos equipamentos a serem transportados, obedecendo aos valores mínimos da pista e da faixa livre nos trechos retos.

Serão fixados, no projeto, afastamentos adequados em relação às partes vivas dos equipamentos, quando for permitida a passagem de veículos sem desenergização prévia. Todas as vias projetadas terão seção

transversal abaulada, com caimento mínimo de 1% para as sarjetas e caimento mínimo longitudinal de 0,5% da linha de sarjeta no sentido dos bueiros.

6.7.2.20 Sistema de Proteção Contra Incêndio

Para a ampliação da subestação existentes, deverá ser confirmada a necessidade de instalação de extintores de pátio. Para as edificações será necessária a previsão de extintores de parede. Deverão ser verificadas a necessidade de instalação de paredes corta-fogo entre as unidades dos Reatores e Transformadores, dimensionadas de modo a evitar que o calor irradiado pela unidade eventualmente incendiada leve as unidades adjacentes a atingir limites críticos de temperatura.

As paredes corta-fogo possuirão comprimento que abranja todo o equipamento protegido, devendo exceder de cada lado, em relação às extremidades do mesmo, distâncias que garantam a segurança das unidades adjacentes.

A prevenção a incêndios nos equipamentos a óleo será feita por extintores de CO₂ instalados nas proximidades dos transformadores, autotransformadores e dos reatores. Para o restante dos equipamentos instalados no pátio serão previstos extintores de CO₂ sobre rodas, os quais utilizarão as vias internas da subestação e as tampas das canaletas para sua movimentação.

6.7.2.21 Campos Eletromagnéticos na Subestação

A LT apresentará relatórios com medições a serem realizadas por ocasião do comissionamento de cada uma das SEs (construída ou ampliada), e que os projetos levarão em consideração o atendimento às exigências da Resolução Normativa nº 398, de 23/03/2010. Tais relatórios serão encaminhados ao Operador Nacional do Sistema – ONS, periodicamente.

6.7.2.22 Limpeza e Desmobilização Final da Obra

Após a conclusão dos trabalhos de ampliação da SE, será procedida a desmobilização do canteiro e a limpeza da obra. As áreas internas e externas ao pátio, as calçadas, os bueiros e caixas de passagem serão limpas, bem como as suas adjacências. Todo o entulho será removido para um local adequado, de acordo com a Fiscalização. Nas áreas de empréstimo ou implantação de canteiro deverá ser recuperada a vegetação nativa.

6.7.2.23 Inspeção e Testes

Depois de concluídas as atividades envolvidas na ampliação da SE, será executada uma inspeção final juntamente com a Fiscalização, para verificar a fidelidade da construção aos desenhos executivos e às respectivas especificações e normas.

6.7.3 Aspectos Construtivos

A implantação completa da LT, incluindo a ampliação da SE, é estimada em 15 meses, período que vai da data de início da instalação, após a emissão da Licença Ambiental de Instalação, das áreas de armazenamento de estruturas metálicas e material de construção até a data prevista para o comissionamento, energização e operação comercial da energia a ser transmitida.

A programação e o planejamento das atividades de construção e montagem englobam as obras de infraestrutura de apoio (áreas de armazenamento/pátios de materiais, canteiros de obras, acessos etc.) e as obras principais de instalação e montagem da LT e SE. A construção da LT consiste em uma sequência de atividades, envolvendo inicialmente a mobilização de serviços preliminares e posteriormente a efetiva construção e montagem.

6.7.3.1 Acessos

As vias destinadas ao tráfego de veículos para transporte de equipamentos pesados deverão ter características (largura, raio de curva, declividade máxima, carga por eixo, etc.) fixadas de acordo com os requisitos dos veículos e peso dos equipamentos a serem transportados, obedecendo aos valores mínimos da pista e da faixa livre nos trechos retos de 3 m e 6 m, respectivamente.

As faixas destinadas ao tráfego de veículos para transporte de equipamentos de menor porte, como componentes de disjuntores e seccionadores, TPCs, TCs e para-raios, deverão ter largura mínima de 3 m, dimensionada para suportar cargas de até 5tf (50kN) por roda. Em ambos os casos, deverão ser fixados no projeto afastamentos adequados em relação às partes vivas dos equipamentos, quando for permitida a passagem de veículos sem interrupção prévia de energia.

Para o dimensionamento da base da pavimentação, deverão ser feitos ensaios de Índice Suporte Califórnia (ISC) em pontos predeterminados das camadas superficiais do greide. O tipo de pavimentação das vias seguirá solução semelhante à da pavimentação existente, com as adaptações necessárias para atender às novas cargas e tipos de veículos previstos para os setores ampliados.

Os trechos de vias de acesso e vias internas existentes que ficarem sujeitos ao tráfego de veículos para transporte de equipamentos maiores do que aqueles para os quais foram projetados deverão ser adaptados às novas condições de utilização.

Se for necessário, os serviços de melhoria compreenderão:

- aumento de raios de curvatura;
- alteração do greide, com a finalidade de reduzir a declividade das rampas;
- correção de taludes de cortes e aterros;
- recomposição da drenagem;
- regularização do leito, reforço do subleito, execução das bases e sub-bases; e
- pavimentação.

Todas as vias projetadas ou modificadas deverão ter seção transversal abaulada, com caimento mínimo de 1% para as sarjetas e caimento mínimo longitudinal de 0,5% da linha de sarjeta no sentido dos bueiros ou dispositivos de drenagem.

6.7.3.2 Canteiro de Obras

Informa-se que, embora já esteja definida a macrolocalização do empreendimento, por meio da diretriz preferencial proposta neste Estudo, ainda não foi possível se estabelecer com precisão, os locais de apoio às obras, tais como eventuais áreas de bota-fora, empréstimo, necessidade de novos acessos, como também dos canteiros de obra.

A locação e caracterização precisa dessas estruturas (canteiros), considerando o seu porte e infraestrutura existentes, prevenindo impactos significativos, será apresentada após a comprovação da viabilidade ambiental, com a concessão da Licença Prévia (LP), na fase de pré-instalação, no âmbito do Plano Básico Ambiental (PBA). Nesse viés, entende-se que a proposição aqui apresentada e avaliada no presente EIA está ainda sujeita à ajustes nas fases posteriores do processo.

Em termos gerais, a definição dos locais dos canteiros de obras em empreendimentos lineares depende de uma série de fatores que diretamente envolvem a logística (procedência da mão de obra especializada e tipo de habitação a ser utilizada – alojamentos e/ou hotéis/pensões/repúblicas) e a forma estratégica de execução de cada construtora.

O espaçamento entre os canteiros dependerá da evolução da construção e montagem, em que cada construtora tem a sua produção. A SE a ser ampliada contará com seu próprio canteiro de obras, que será pequeno e localizado em seu interior ou nas novas áreas.

A localização final e completa dos canteiros de obra será concretizada pelas construtoras na fase de Contratação das Obras (pré-instalação), com sua respectiva análise socioambiental, para uma verificação *in loco* da equipe de Meio Ambiente do empreendedor.

As áreas indicadas para os canteiros deverão, ainda, conter as autorizações ambientais (ou pareceres) das Prefeituras Municipais, concordando com as instalações, e estar em locais que causem o mínimo de impactos socioambientais às comunidades vizinhas.

A Coordenação Ambiental de implantação deverá apresentar um relatório contendo uma descrição das áreas, a planta de arranjo geral previsto, a estrutura funcional e suas respectivas instalações (redes de água, esgoto, energia, acessos, ambulatórios e local de segregação, estocagem e destinação final dos resíduos sólidos). Esse relatório deverá ser submetido à análise do empreendedor e, posteriormente, do IBAMA, sendo esse último que autorizará a sua instalação. Assim, as áreas indicadas para os canteiros e demais equipamentos de apoio às obras terão que dispor de Alvarás de Funcionamento das respectivas Prefeituras municipais.

Em termos gerais, nos canteiros de obras estarão localizadas estruturas diversas, tais como cozinha, refeitório, sanitários, almoxarifado, oficina, depósitos de máquinas, equipamentos e materiais, área industrial, ambulatório, escritório de projetos e administração, pátio de ferragens e dosadoras de concreto, dentre outras.

Serão buscadas, preferencialmente, áreas antropizadas ou naturalmente sem cobertura vegetal (fora de APPs ou demais áreas ambientalmente sensíveis ou de interesse conservacionista), que já tenham sido utilizadas para atividades semelhantes, fora do perímetro urbano consolidado, mas que preferencialmente sejam servidas de serviços básicos de infraestrutura dos municípios (sanitária – água potável e esgoto, acessos, telecomunicações, recolhimento de resíduos comuns, entre outros).

Conforme determinações do Termo de Referência (TR) do IBAMA, as premissas gerais para instalação de canteiros de obras são apresentadas a seguir:

- A localização dos canteiros centrais deve priorizar os aspectos relevantes levantados nos estudos ambientais (meio antrópico, em especial);
- Os canteiros devem localizar-se, sempre que possível, nas proximidades de cidades de porte, objetivando causar o mínimo de impacto e facilitar o transporte de material por estradas estruturadas, bem como o transporte diário da mão de obra até as frentes de trabalho e para fora delas em suas horas de lazer;
- A área a ser utilizada já deve, preferencialmente, ter sido impactada. Deve ser prevista também a possibilidade de se reaproveitar a infraestrutura instalada quando as obras terminarem;
- O local de cada área a ser escolhida deve ter como requisitos básicos o tipo de solo e acessos compatíveis com o porte dos veículos/equipamentos e com a intensidade do tráfego. Deve ser dotado de sinalização de trânsito e drenagem superficial, com um plano de manutenção e limpeza periódica da área;
- Ser priorizado o recrutamento de mão de obra local, reduzindo assim o contingente de trabalhadores de fora da região e, ao mesmo tempo, diminuindo a estrutura de apoio às obras (alojamentos, sanitários, lixo etc.). Esse procedimento contribui também para evitar a transmissão de doenças e para minimizar o aumento dos casos de prostituição e violência, entre outros problemas;

- Nas regiões próximas a cidades com infraestrutura, a localização não deve interferir no sistema viário e de saneamento básico, sendo necessário contatar a prefeitura, órgãos de trânsito, segurança pública, sistema hospitalar, concessionárias de água, esgoto, energia elétrica, telefone, etc., para qualquer intervenção em suas áreas e redes de atuação, em face da implantação dos canteiros de obras;
- Os efluentes gerados pelos canteiros de obras não devem ser despejados diretamente nas redes de águas pluviais e de águas servidas sem que haja aprovação prévia da gestão ambiental do empreendedor, em conjunto com os órgãos públicos do município. O lançamento na rede pública somente pode ser aprovado caso exista tratamento adequado de esgoto urbano;
- Não existindo infraestrutura, devem ser previstas instalações completas para o tratamento dos efluentes sanitários e águas servidas, atendendo aos requisitos da Norma NBR 7.229/93 (Projeto, Construção e Operação de Sistemas de Tanques Sépticos), incluindo a disposição dos efluentes e o lodo sedimentado, objetivando preservar a saúde pública e ambiental, a higiene, o conforto e a segurança dos habitantes locais;
- Quanto aos resíduos oriundos das oficinas mecânicas (águas oleosas), das lavagens e lubrificação de equipamentos e veículos, deve ser prevista a construção de caixas coletoras e de separação dos produtos para posterior remoção do óleo em caminhões ou dispositivos apropriados. Todos os resíduos devem ser adequadamente tratados e dispostos;
- Os canteiros devem contar com equipamentos adequados, de forma a minimizar a emissão de ruídos e diminuir a poeira (caminhão-pipa);
- O tráfego de caminhões e de equipamentos pesados deve se restringir aos horários em que causem a menor perturbação possível na vida cotidiana da população;
- Os canteiros devem contar com sistema próprio de coleta e disposição de resíduos, ou onde haja sistema público de coleta e disposição, se deve negociar com o órgão competente para a utilização desse sistema;
- Os canteiros também serão dotados de serviços médicos próprios prestados no ambulatório instalado e equipado com ambulância, material e instrumentos necessários ao atendimento de primeiros socorros e consultas.

Ainda, segundo TR IBAMA, as áreas habilitadas para instalação dos canteiros de obras, alojamentos e demais instalações de apoio a instalação da Linha de Transmissão deverão ser selecionadas, buscando preferencialmente áreas de zoneamento industrial ou de usos semelhantes, autorizados em legislação municipal, considerando as seguintes restrições:

- Remanescentes de vegetação nativa, Áreas de Preservação Permanentes (APPs) e demais áreas protegidas,
- Proximidade de cursos hídricos, áreas alagadas ou sazonalmente inundáveis,

- Áreas com declividades acentuadas,
- Proximidades de escolas, creches, centro de saúde, hospitais, comunidades e áreas exclusivamente residenciais e/ou densamente povoadas.

Assim sendo, as premissas apresentadas devem ser consideradas como orientação, tendo sido estabelecidas a partir da experiência de empresas do Setor Elétrico em obras similares. Isso porque a definição exata da logística de cada frente de obras é prerrogativa das empreiteiras a serem contratadas para execução dos trabalhos em cada trecho do empreendimento. Contudo, devem ser informadas e fornecidas cópias de toda a documentação necessária para instalação do canteiro (alvarás, autorizações ambientais municipais e outras que se fizerem necessárias).

A proposição atual dos canteiros, com base nas premissas supracitadas e na experiência do empreendedor na construção de outras linhas de transmissão e subestações, é composta por 7 áreas elegíveis, ao longo do traçado da LT, conforme apresentado no Quadro 6-10, diferenciados entre Principais e Secundários, e também entre aqueles destinados a apoiar as obras da LT (implantação) e da SE (ampliação).

Quadro 6-10. Locais elegíveis à instalação de Canteiros de Obras para à implantação da LT e da SE a ser ampliada.

UF	MUNICÍPIO	CANTEIROS DE OBRA (PREVISTOS)	Nº
SC	Canoinha	Sub-Canteiro	1
	Rio Negrinho	Sub-Canteiro	1
	Joinville	Canteiro Principal	1
PR	Pinhão	Sub-Canteiro	2
	Cruz Machado	Sub-Canteiro	1
	Paulo Frontin	Canteiro Principal	1

Em todos os canteiros, o contingente de mão de obra deverá se deslocar, diariamente, para hotéis/pensões ou repúblicas/alojamentos (trabalhadores de outras regiões) e de sua origem (trabalhadores locais) até os canteiros e, desse local, transportados, adequadamente (em veículos e condutores/motoristas que atendam às normas e legislação de segurança vigentes) até as frentes de trabalho.

As instalações dos canteiros atenderão às Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Previdência Social, tais como:

- NR-10 - Instalações e Serviços em Eletricidade;
- NR-11 - Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais;
- NR-12 - Máquinas e Equipamentos;
- NR-18 - Condições de Trabalho na Indústria da Construção;
- NR-23 - Proteção Contra Incêndio;
- NR-24 - Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho; e
- NR-26 - Sinalização de Segurança.

A Figura 6-20 apresenta o *Layout* básico proposto para os canteiros.

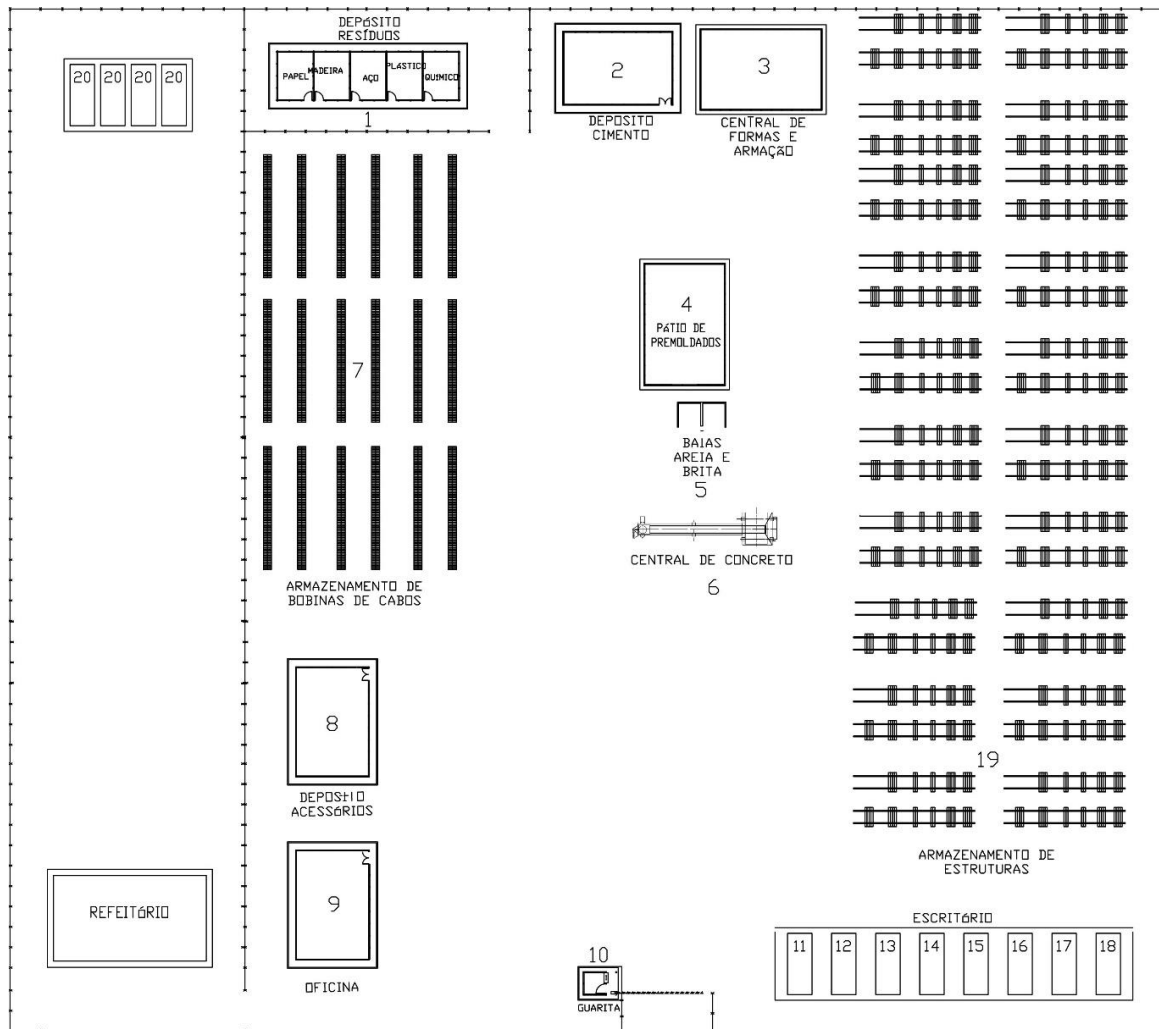


Figura 6-20: Layout geral proposto para os canteiros de obras.

6.7.3.3 Infraestrutura Básica de Serviços

Como premissas de implantação, quanto à orientação das edificações, será considerado o controle de insolação e de ventilação, com o objetivo de garantir a salubridade, o conforto térmico, acústico e a incidência luminosa adequada para os ambientes.

Todas as edificações serão orientadas adequadamente conforme o item anterior, sendo que, em alguns casos, poderão ser criadas alternativas (persianas, anteparos, balanços) para controlar a entrada direta da luz do sol nos ambientes. Serão observadas as boas práticas de projeto listadas abaixo para cada um dos tipos de prédio.

6.7.3.4 Escritório

O centro administrativo incorporará contêineres para escritórios, sala de reunião e sanitários masculinos e femininos.

6.7.3.5 Refeitório

O refeitório deverá ser dimensionado para servir a alimentação e atender ao número máximo de empregados mobilizados durante a obra, inclusive suas subcontratadas, em conformidade com as normas, portarias e resoluções da ANVISA e demais aplicáveis.

O refeitório ficará localizado o mais próximo possível do local da obra com logística adequada evitando grandes deslocamentos dos trabalhadores durante a distribuição, atendendo às normas de conservação do alimento, higiene, condições sanitárias e de conforto nos locais de trabalho.

6.7.3.6 Almoxarifado

Para esta instalação serão utilizadas estruturas metálicas e de concreto pré-fabricado, além de placas de madeirite plastificado de 14 mm de espessura a prova de umidade.

6.7.3.7 Vestiários/Sanitários

Os pisos dos boxes e paredes de todas as estruturas serão revestidos com material resistente, liso, impermeável e lavável.

6.7.3.8 Abastecimento de Água

O abastecimento de água poderá ser realizado por caminhões pipa ou poços artesianos, com a devida autorização do órgão competente. O armazenamento será em caixas d'água elevadas, situadas no canteiro ou nas próprias edificações.

6.7.3.9 Resíduos Sólidos e Resíduos Perigosos

Os resíduos sólidos gerados serão, em sua maioria, formados de papel, plástico, madeira e restos de alimentos, que serão armazenados em locais específicos (baias ou outro tipo de recipiente adequado), sendo geridos conforme as resoluções do CONAMA aplicáveis, em especial a Resolução CONAMA nº 307/2002 (e alterações) para os resíduos da construção civil.

O gerenciamento de resíduos seguirá sempre as diretrizes do PGRS específico da construtora, sendo também propostas medidas de acompanhamento, fiscalização e melhoria contínua no programa específico, apresentado no Capítulo 09 Medidas de Controle e Programas Ambientais deste EIA e, posteriormente, detalhado em nível executivo quando da elaboração do PBA.

Em termos gerais, os resíduos, principalmente orgânicos e não recicláveis, serão transportados em caminhão caçamba até a destinação final ambientalmente adequada. Caso a coleta pública não englobe a área do canteiro de obras, o transporte será feito por uma empresa especializada no transporte de resíduos. Os demais resíduos do canteiro serão temporariamente armazenados em contentores e estocados nas baias devidamente identificadas, em local específico no canteiro (central de resíduos, detalhado adiante), até a sua coleta externa e destinação final ambientalmente adequada.

Os resíduos gerados no campo serão recolhidos em contentores adequados e levados até os canteiros onde serão devidamente segregados e aguardarão a destinação final. A contenção de resíduos orgânicos nos canteiros será sempre evitada, buscando-se sempre a destinação diária. Os resíduos recicláveis poderão ser acumulados no local de armazenamento temporário até que se atinja um volume que justifique o transporte.

Todos os resíduos gerados durante a obra serão controlados até a sua destinação final por meio das fichas de armazenamento, movimentação e manifesto de resíduos.

6.7.3.10 Área coberta para armazenamento de resíduos (Central de Resíduos)

Está prevista a construção de uma área coberta e impermeabilizada para separação e armazenamento individual dos materiais orgânicos e inorgânicos. Os controles ambientais de drenagem e impermeabilização serão aplicados conforme exigências normativas.

6.7.3.11 Atividades dos canteiros

Os canteiros de obras são os locais de execução das atividades de apoio técnico e administrativo ao desenvolvimento das obras de implantação do empreendimento e preveem o fornecimento das estruturas e serviços necessários às atividades construtivas, tais como: vestiários, refeitórios, entre outros, conforme apresentado anteriormente.

Além das áreas de vivência e áreas administrativas, outros setores relevantes para as atividades dos canteiros são os setores de almoxarifado, pátios de estocagem de estruturas metálicas e bobinas de cabos nus e isolados, onde ficarão para conferência, guarda e posterior distribuição dos materiais e equipamentos para instalação e montagem das obras. Serão também executadas nos canteiros de obras as pré-fabricações das formas e armações que serão posteriormente empregadas nas fundações da LT e na ampliação da SE, caso necessário.

6.7.3.12 Controles ambientais aplicáveis aos canteiros de obras e frentes de trabalho

Os itens abaixo apresentam as medidas ambientais adotadas durante a utilização e recuperação das áreas de apoio que serão utilizadas como canteiros na obra.

6.7.3.12.1 Armazenamento e Gestão de Resíduos Perigosos e Efluentes Líquidos

Conforme apresentado anteriormente, os resíduos gerados nos canteiros serão devidamente gerenciados. Os resíduos perigosos serão armazenados em baias adequadas, com solo impermeabilizado, cobertura e bacia de contenção compatível com o volume de material armazenado, atendendo às recomendações da ABNT NBR-12.235/1992 - Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos, ou em tambores fechados e devidamente identificados, para posterior destinação final ambientalmente adequada, por meio de uma empresa devidamente licenciada.

Os efluentes coletados nas bacias de contenção e demais estruturas de drenagem de áreas geradoras deverão ser igualmente coletados e destinados à empresa devidamente licenciada para o tratamento e destinação adequada.

As atividades de manutenção preventiva, corretiva e lavagens de veículos da obra serão realizadas por empresas terceirizadas locais, devidamente legalizados (alvarás de funcionamento e respectivas licenças/autorizações). Resíduos óleos lubrificantes provenientes da oficina serão acondicionados em tambores estanques, dentro das especificações do INMETRO, sendo armazenados na área de apoio da oficina e, posteriormente, recolhidos e encaminhados para empresa terceirizada e certificada para o seu refino ou reciclagem.

Também serão disponibilizados Kits ambientais para a contenção/mitigação para casos emergenciais que envolvam vazamentos. Nestes casos, todo material contaminado será removido e armazenado em local adequado até a sua destinação final ambientalmente adequada. Destaca-se ainda que serão realizadas integrações com todas as equipes de trabalho visando treiná-las para o manejo adequado dos resíduos perigosos e para a utilização do KIT ambiental de contenção/mitigação.

Para a concretização do PGRS da empreiteira, deverão ser levantadas empresas locais, devidamente licenciadas, para a coleta e destinação destes resíduos até a estação de tratamento mais próxima. Caso seja necessária a instalação de tanques de combustíveis com capacidade superior a 15.000 m³, deverá ser atendido ao disposto na Resolução CONAMA nº 273/00, sobretudo no que se refere à apresentação de todos os documentos e informações elencados no Art. 5 dessa Norma.

6.7.3.12.2 Efluentes Líquidos dos Sanitários

Os efluentes líquidos dos sanitários, copas e áreas afins serão sempre descartados de maneira a reduzir os seus impactos no meio ambiente, por meio de fossas sépticas. O sistema de tratamento de esgoto implantado nos canteiros de obras será destinado a receber a contribuição de uma ou mais unidades geradoras e com capacidade de dar um grau de tratamento compatível com os níveis exigidos, em especial pela Resolução CONAMA nº 430/2011.

Como os demais sistemas de tratamento de esgotos, dão condições aos seus efluentes de impedir a poluição de solos e corpos hídricos, comprometendo sua função ecológica e usos pretendidos. A seguir são apresentadas as estruturas que compõem o sistema de tratamento.

6.7.3.12.3 Fossa Séptica

Fossa séptica ou tanque séptico é a primeira parte de um sistema de tratamento local de tratamento de esgoto. O esgoto proveniente da unidade geradora escoar para dentro da caixa de gradeamento, onde ocorre a separação da sujeira grosseira (não orgânica) do esgoto, e segue para a fossa séptica através do tubo de entrada. A tubulação até a fossa não deve ter nenhum ponto baixo, onde o líquido possa permanecer. Indica-se uma inclinação de 1 a 2% para esta tubulação.

A fossa séptica foi projetada de modo a receber todos os despejos de pias, lavatórios, vasos sanitários, bidês, banheiros, chuveiros, mictórios, ou qualquer outro despejo, cujas características se assemelham às do esgoto doméstico. Destaca-se que a drenagem pluvial convencional não deverá ser direcionada à fossa, de forma a evitar o comprometimento do tratamento e/ou esgotamento de sua capacidade (saturação).

Dentro da fossa, os sólidos separam-se dos líquidos e lá permanecem. O efluente da fossa é dirigido para o próximo estágio de tratamento ou despejo, neste caso, o Filtro Anaeróbico.

6.7.3.12.4 Filtro Anaeróbico

O Filtro Anaeróbico é o segundo estágio deste sistema, o qual elevará a eficiência deste até um nível acima de 80% de redução de carga orgânica, por meio da retenção das partículas de lodo formadas e arrastadas da fossa séptica, do tempo de retenção hidráulica adicional, principalmente, da colônia de bactérias anaeróbicas dessa forma e se fixa na superfície do meio filtrante.

6.7.3.12.5 Vala de Infiltração/Sumidouro

Esse sistema compõe a última etapa do tratamento, caracterizada pela destinação do efluente tratado em solo. Um buraco é escavado no solo com as dimensões calculadas em função da vazão de líquido e da permeabilidade do solo.

Uma camada de 50 cm de brita é disposta no fundo deste buraco e, no centro deste, coloca-se um recipiente oco, que receberá o efluente do filtro e o distribuirá, através de orifícios em seu costado, para o leito de brita que, devem preencher o espaço externo do buraco. Não há necessidade de limpeza neste recipiente, pelo menos por um longo período, pois os sólidos presentes no efluente estarão em suspensão. A depuração final do efluente ocorre então no próprio solo.

6.7.3.12.6 Desmobilização de Acessos

Após a conclusão dos trabalhos de construção das linhas de transmissão, serão definidos os acessos permanentes para manutenção e operação do empreendimento e os acessos provisórios que serão utilizados apenas no período da construção. Os acessos provisórios não serão utilizados pela operação da Neoenergia. No entanto, em caso de utilização de estivas as mesmas serão retiradas, construção de contenções serão executadas para evitar a erosão e a vegetação será regenerada de forma natural.

6.7.3.12.7 Desativação dos canteiros de obras

As ações de desmobilização e desativação do canteiro de obras ocorrerão após a finalização das atividades de implantação do empreendimento. Para essas atividades, deverá ser feita a retirada de equipamentos, materiais e mão de obra da área do canteiro.

Após a desmobilização, a área correspondente ao canteiro de obras deverá ser recuperada. Para isso, serão adotadas práticas para a reconformação topográfica da estabilidade estrutural do terreno. Dar-se-á preferência aos processos que utilizam proteção do solo exposto com camada vegetal (gramíneas, leguminosas forrageiras e essências arbustivas e/ou arbóreas – espécies nativas). As diretrizes para essas ações estão previstas no Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRADs), apresentado posteriormente no presente EIA e a ser detalhado em nível executivo quando da elaboração do PBA.

Semelhante ao contrato firmado entre a LT com os proprietários dos terrenos para a instalação dos canteiros de obra e alojamentos, deverá ser emitido (assinado entre as Partes) um Termo de Entrega (ou Devolução) do imóvel ao proprietário, o que irá configurar a completa desmobilização.

6.7.3.13 Equipamentos e Materiais de Construção

Os principais materiais de construção civil industrializados a serem utilizados nas obras da LT e na implantação da SE, tais como cimento, vergalhões de aço, perfis de aço para estacas, tintas e solventes, virão diretamente de centros industriais, sendo distribuídos dos canteiros principais para os locais de aplicação. Os materiais primários, como: areia, brita ou seixo rolado e madeira aparelhada, deverão ser adquiridos de fornecedores locais.

Quanto aos equipamentos de construção, serão empregados tratores, motoniveladoras, valetadeiras, pás carregadeiras, carretas e caminhões, utilizados nas etapas de terraplenagem, abertura de cavas de fundações, nivelamento e transporte em geral. Na montagem de equipamentos, serão usados guindastes autotransportados. No lançamento e emenda dos cabos da LT, serão necessários guinchos, tensionadores, prensas hidráulicas e roldanas, entre outros. Poderão ainda ser necessários equipamentos auxiliares: compressores, rompedores, bombas de esgotamento, vibradores para concreto, bate-estacas etc.

6.7.4 Intervenções no Ambiente Natural

6.7.4.1 Estimativa das Áreas de Supressão de Vegetação

A supressão de vegetação na faixa de servidão será a menor possível, restringindo-se à faixa de serviço, a ser utilizada como acesso e para o lançamento de cabos; às áreas estritamente necessárias para as praças de montagem das torres e praças de lançamento dos cabos e à eventual necessidade da abertura de novos acessos em área de vegetação nativa, a qual será adotada apenas em última instância.

Essas atividades serão executadas por equipes técnicas de motosserristas das empreiteiras, devidamente treinados e sob a supervisão do Coordenador Ambiental, com os necessários registros das motosserras, e seguindo disposições do Programa de Supressão de Vegetação do PBA, a ser apresentado ao IBAMA na fase de pré-instalação, que 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, conforme detalhes a seguir, e de acordo com as normas vigentes, em especial a NBR 5422/1985.

Em áreas de florestas conservadas, que apresentam vegetação de porte arbóreo elevado, torna-se necessária a adoção de técnicas alternativas, visando, além da segurança da LT e demais estruturas associadas, a redução do impacto da supressão, evitando assim o corte desnecessário de certos indivíduos arbóreos. Uma técnica usualmente utilizada é o alteamento de estruturas (aumento da altura das torres) e, conseqüente da altura dos cabos em relação ao solo.

O presente projeto prevê uma variação na altura das estruturas conforme trecho transposto justamente para contemplar o referido alteamento, conservando a cobertura vegetal, reduzindo a necessidade de

supressão. Conforme informado anteriormente, o projeto contempla a utilização de torres de 18 a 51 m de altura.

Dessa forma, torres com 18 m de altura já seriam o suficiente para manter a distância de segurança dos cabos em relação ao solo (12,5 m), assim como a aplicação de torres estaiadas de suspensão, que suportam ângulos de até 2º, também bastariam. Muitas LT antigas (implantadas mais de 30 ou 40 anos atrás), inclusive, são assim.

No entanto, hoje entende-se como obrigatório o respeito aos obstáculos socioambientais existentes no caminho das LT e, para tanto, adotam-se nos projetos de engenharia (inclusive neste ora discutido), uma série de estruturas, conforme, como anteriormente apresentado, que permitem uma vasta gama de opções técnicas (ângulos, travessias, alturas, pesos, etc.) para o vencimento desses obstáculos com respeito aos interesses dos envolvidos, entre eles a redução dos valores (volume e área) da supressão de vegetação nativa.

Essa redução também implica em economia para o empreendedor, uma vez que se gasta menos com a atividade de supressão e com a respectiva reposição florestal. O traçado da LT é concebido para não atravessar fragmentos florestais, mas, se porventura não for tecnicamente possível evitar, a supressão será a mínima necessária. A definição dos locais e dos tipos de torres adotadas para cada locação somente será feita na fase de projeto executivo, no documento de solicitação da Licença de Instalação (LI).

Já no âmbito dos acessos, serão priorizados aqueles já existentes e com estrutura adequada, seguidos por aqueles cujas condições atuais demandam alguma ampliação. Para as áreas onde inexistam acessos consolidados, será priorizada a realização do acesso pela faixa de serviço e, na impossibilidade dessa estratégia (geralmente obstáculos naturais, como rios, vales, *canyons*, etc.), a abertura de novos acessos ocorrerá preferencialmente em áreas já antropizadas ou em áreas com vegetação nativa apenas como último recurso, devendo essa atividade estar devidamente contemplada no inventário florestal para a emissão da ASV pelo IBAMA, na fase de obtenção da LI.

Para a eventual supressão de vegetação durante a abertura dos acessos, cabe ressaltar que está prevista uma largura de 4 m, sendo esse o limite para essas vias, podendo ser inferior em áreas com maiores restrições ambientais, eventualmente afetadas, como APPs e demais áreas de interesse conservacionista. As torres autoportantes e as estaiadas terão as praças de lançamento e de torres com dimensões diferentes dependendo da voltagem da LT e do tipo de circuito (Tabela 6-25).

Tabela 6-25: Dimensões médias das estruturas do empreendimento.

ESTRUTURA		DIMENSÃO MÉDIA(m ²)
PRAÇA DE LANÇAMENTO		
525 kV CD		60x 80 = 4. 800
525 kV CS		60x 80 = 4. 800
PRAÇA DE TORRE		
525 kV CS		60 x 60 = 3.600
525 kV CD		72 x 72 = 5.184
CANTEIROS		
Sub-Canteiro Pinhão - PR		11,20
Sub-Canteiro Faxinal do Céu (Pinhão - PR)		11,20
Sub-Canteiro Cruz Machado - PR		27,08
Canteiro Principal Paulo Frontin - PR		58,33
Sub-Canteiro Canoinhas - SC		65,63
Sub-Canteiro Rio Negrinho - SC		60,42
Canteiro Principal Guaramirim - SC		46,88

Observa-se também que a quantidade de praças de lançamento e praças de estruturas como as suas locações, são preliminares e poderão ser alteradas após o projeto executivo. No entanto as alterações sempre serão com o intuito de reduzir as praças de estruturas e priorizar regiões antropizadas.

Além da supressão vegetal das áreas estritamente necessárias, conforme mencionado anteriormente, poderão ocorrer também cortes pontuais na vegetação, denominado corte seletivo (embora essa atividade seja mais comum na fase de Operação e Manutenção “O&M” do empreendimento).

O corte das árvores de grande porte (que não são comum nas áreas de inserção do presente empreendimento) posicionadas além dos limites da faixa de serviço (mas dentro da faixa de servidão) que, em caso de tombamento possam vir a causar danos à LT ou às torres, somente será executado com autorização prévia do empreendedor, da Supervisão Ambiental e dos proprietários das áreas onde esses indivíduos forem registrados.

A madeira nativa que for cortada (supressão) para a passagem da LT será empilhada, não sendo retirada das propriedades. Os proprietários poderão utilizar a madeira da forma que acharem mais conveniente. Entretanto, para vendê-la ou transportá-la para fora da propriedade, é necessário obter um termo de entrega específico com empreendimento e depois com o IMA, para a obtenção do Documento de Origem Florestal (DOF) – que é uma espécie de Guia de Transporte da madeira.

Além das equipes técnicas de motosserristas (denominadas de supressão semi-mecanizada), recentemente vem se aplicando nas obras de linha de transmissão o uso do desbastador florestal (supressão mecanizada).

Ressalta-se que essa atividade somente poderá ser iniciada a partir do momento em que o IBAMA emitir a Licença de Instalação (LI) e a Autorização de Supressão de Vegetação (ASV), além da necessidade da Autorização de Coleta, Captura e Transporte da Material Biológico (Abio), para a atividade de resgate/salvamento, e as equipes responsáveis pelos resgates de fauna estarem devidamente habilitadas.

Destaca-se que na faixa de servidão, a supressão de vegetação será a menor possível, devendo se restringir à faixa de serviço, abertura de estradas de acesso – sendo priorizados os já existentes e, quando possível, acesso pela própria faixa de serviço – e às áreas estritamente necessárias para as praças de montagem das torres e praças de lançamento dos cabos.

Destaca-se ainda que, quando da transposição de fragmentos muito densos de vegetação ou áreas sensíveis, sempre que possível, será priorizado o lançamento de cabos por via aérea, por meio de utilização de drones, de modo a reduzir a interferência pela abertura da faixa de serviço.

6.7.5 Estimativa de Contratação de Mão de Obra

Conforme pode ser observado no histograma a seguir, a estimativa geral de mão de obra para a construção do empreendimento é de até 800 trabalhadores diretos no pico de obras. Considerando todo o período de atividades de implantação do empreendimento, a média mensal é de 495 trabalhadores.

Cabe informar que do total, 240 trabalhadores trata-se de mão de obra não especializada ou com baixo nível de especialização, onde se dará preferência pela contratação local, estimando-se 30%, e 70% (560 trabalhadores) são de mão de obra com algum grau de especialização técnica, geralmente contratados de outros empreendimentos semelhantes, muitas vezes dos municípios não interceptados pelo empreendimento.

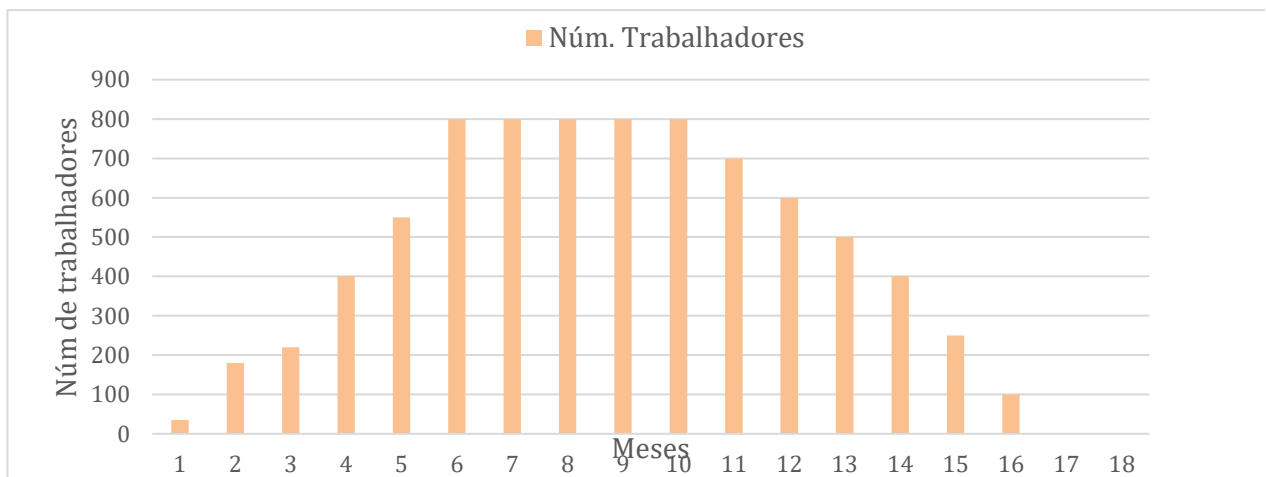


Gráfico 6-1 - Histograma Estimado de trabalhadores LT 525 kV Areia - Joinville Sul.

Tabela 6-26: Número estimado de trabalhadores contratados para cada atividade da fase de instalação da LT.

ATIVIDADES	NÚMERO DE TRABALHADORES (PICO)
Limpeza de faixa e acessos	100
Fundação	250
Montagem de estruturas	300
Lançamento de condutores e para-raios	250
Conferência de Campo	80

Para a formação da equipe de empregados não especializados, será priorizada a contratação de mão de obra local, visando minimizar a vinda de trabalhadores de fora da região do empreendimento. Para isso, na fase de mobilização que antecede o início das obras, as Prefeituras dos municípios atravessados pelo empreendimento serão contatadas, de modo a que sejam identificadas as potencialidades de contratação nesses locais, em relação à projeção das necessidades de recrutamento de trabalhadores previamente identificadas.

Os trabalhadores especializados, em geral, são empregados fixos das empresas de construção e montagem, que são trazidos para as frentes de obras, independentemente de sua região de origem. Quando admitidos, todos os trabalhadores (inclusive os não especializados) serão submetidos a treinamento adequado, visando ao seu comprometimento com as questões pertinentes a suas tarefas e, ainda, à conscientização sobre os cuidados ambientais e de saúde/segurança do trabalho.

6.7.6 Acessos

Conforme pode ser observado no **Apêndice IV – Caderno de Mapas - Mapa nº 6 – Mapa de Acessos**, existem 100 vias de acesso direto à faixa de serviço e 18 acessos aos vértices do traçado (Tabela 6-27) sem considerar os novos acessos que serão necessários de serem implantados, totalizando aproximadamente 202,75 km. Para essa estimativa foram considerados os acessos, que interceptam a linha dentro de um buffer de 500 metros a partir do eixo central da LT.

No entanto, deverá considerar que a necessidade de indenizar as perdas temporárias pelo período em que não for possível a retomada do uso original do solo, no caso de abertura de novos acessos permanentes/provisórios que interfiram com áreas de produção agrícola. As interferências com essas áreas, sempre que possível, deverão ser evitadas ou cuidadosamente executadas e indenizadas.

Para os acessos que vierem a ser implantados e mantidos permanentemente, buscando viabilizar o deslocamento das equipes de manutenção até as áreas das torres da LT, deverão ser mantidas as condições mínimas de tráfego de veículos, como:

- pouca ou nenhuma vegetação;
- terreno firme e sem a presença de focos erosivos; e
- drenagem adequada nas vias, através de bueiros, pontes ou canalizações dos rios, riachos e córregos.

Ressalta-se que estas condições de manutenção deverão ser previamente acordadas com os proprietários das áreas nos quais os acessos serão mantidos.

Tabela 6-27: Quantidade de Acessos Existentes Para Cada Vértice.

LINHA DE TRANSMISSÃO	PONTO	QUANTIDADE DE ACESSOS
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	SE AREIA	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V01	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V02	0

LINHA DE TRANSMISSÃO	PONTO	QUANTIDADE DE ACESSOS
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V03	1
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V03A	1
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V04	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V05	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V06	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V07	2
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V08	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V09	1
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V10	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V11	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V12	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V13	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V14	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V14A	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V14A1	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V14B	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V15	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V16	1
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V17	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V18	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V19	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V20	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V21	1
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V22	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V23	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V24	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V25	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V26	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V26A	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V26B	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V26C	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V27	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V28	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V29	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V30	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V31	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V31A	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V31B	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V31C	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V31D	2
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V32	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V33	2
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V34	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V35	1

LINHA DE TRANSMISSÃO	PONTO	QUANTIDADE DE ACESSOS
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V36	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V37	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V38	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V39	1
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V40	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V41	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V42	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V43	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V44	1
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V45	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V46	1
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V47	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V48	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V49	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V50	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V51	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V52	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V53	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V54	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V55	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V56	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V57	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V58	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V59	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V60	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V61	2
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V62	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V63	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V64	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V65	1
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V66	0
LT 525 kV Areia - Joinville Sul (CS/CD)	V67	0

6.7.7 Fluxo de tráfego

Na fase de pico da obra de implantação do empreendimento são estimadas 100 viagens/dia abrangendo viagens entre os canteiros, rentes de serviço e as cidades de apoio. Essas viagens incluem transporte de pessoal em ônibus, micro-ônibus, veículos leves, pick-ups, entre outros veículos de transporte de pessoal e transporte de materiais em caminhão munck, basculante, carreta, caminhão betoneira etc.

6.8 Operação e Manutenção

6.8.1 Manutenção das estruturas do empreendimento

Na Linha de Transmissão (LT) e Subestação (SE), as equipes da concessionária responsáveis pela operação realizarão atividades de manutenção preventivas (periódicas) e corretivas (restabelecimento de interrupções). Em razão das características bem distintas dos equipamentos envolvidos, o pessoal de manutenção será dividido em equipes que ficarão responsáveis pela LT e SEs.

6.8.1.1 Subestações

A operação e manutenção do Sistema envolve atividades de supervisão e controle das instalações e dos parâmetros de continuidade elétrica. São exemplos dessas atividades:

- controle e segurança das instalações;
- execução de manobras em equipamentos solicitados pelo ONS;
- liberação de equipamentos às equipes de manutenção;
- execução de testes operativos;
- execução de inspetores;
- atendimento de ocorrências; e
- pequenos reparos.

A Manutenção terá a função básica de maximizar a disponibilidade dos equipamentos, sistema e instalações, mantendo índices adequados de qualidade e de disponibilidade do sistema nos termos que determinam as Resoluções da ANEEL e os Procedimentos de Rede do ONS. Para cumprir essa função, a filosofia de manutenção trabalhará em dois horizontes, a seguir.

- Manutenção Preventiva – serviços de inspeção parcial ou total, controle, conservação e restauração de um equipamento, sistema de instalação, executados com a finalidade de prever, detectar ou corrigir defeitos, visando reduzir a probabilidade de falha ou a degradação de seu desempenho e do ativo;
- Manutenção corretiva – serviços de reparo executados em um equipamento, sistema ou instalação, após a ocorrência de uma falha ou avaria, visando restaurá-los às condições operacionais específicas.

São exemplos de atividades e ações de manutenção:

- supervisão regular dos equipamentos;

- termovisionamento dos equipamentos para a detecção de pontos quentes;
- coleta de amostras de óleo para análises;
- verificação de vazamentos de óleos e gases de isolamento;
- Identificação e substituição de componentes defeituosos;
- conservação e reparos nas estruturas civis; e
- ajustes e calibração de instrumentos de proteção, controle e medição.

6.8.1.2 Linha de Transmissão

A operação e o controle da LT deverão ser efetuados nas SEs. A inspeção periódica de manutenção da LT deverá ser realizada por via terrestre, utilizando-se os acessos previstos no projeto e, ainda, eventualmente, por via aérea, em helicópteros.

Os serviços de manutenção preventiva (periódica) e corretiva (restabelecimento de interrupções) caberão a equipes treinadas. Essas equipes trabalham em regime de plantão, ficando alojadas em locais que lhes deem condições de atender prontamente às solicitações que venham a ocorrer.

Nas inspeções da LT, deverão ser observadas as condições de acesso às torres e também 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;
- obras-de-arte correntes;
- porteiros 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.

São exemplos de atividades e ações de manutenção:

- 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.

Apesar de algumas das atividades de manutenção da LT envolverem ações de reconformação do terreno, medidas sobre fundações e aterramentos (que se encontram em subsuperfície), essas são menos comuns durante a operação de LT. De fato, a problemática mais comumente evidenciada na operação desses empreendimentos ainda está relacionada com a faixa de servidão.

Para esta faixa, a eventual interferência da vegetação nos condutores poderá acarretar em 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, conforme estabelecido no item de Medidas de Segurança da LT.

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, mediante prévio informe ao IBAMA sobre o cronograma da atividade de poda seletiva, e a respectiva autorização dos proprietários dos imóveis.

6.8.1.3 Interferências, incômodos e riscos

Nas mais diversas pesquisas realizadas, não há conclusões de que os campos eletromagnéticos gerados por linhas de transmissão causem mal à saúde pela permanência de pessoas em suas proximidades. Destaca-se, ainda, que a Lei nº 11.934/2009, regulamentada pela Resolução ANEEL nº 398/2010, estabelece limites à exposição humana a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos, limites esses que serão observados no projeto da LT.

As linhas de transmissão produzem um ligeiro ruído que é ouvido, principalmente, em dias de chuva. Porém, esse ruído está abaixo do limite previsto pela legislação e não representa nenhum perigo, devendo ser restrito à faixa de servidão, conforme cálculos de projeto.

Durante o mau tempo, pode ocorrer queda de raios nos cabos ou nas torres, o que é comum em estruturas altas. No entanto, as LT estão equipadas com cabos para-raios e sistema de aterramento, permitindo que as descargas elétricas sejam dispersadas no solo. Dessa forma, são evitados quaisquer perigos e consequentes danos para a população. Mesmo assim, não é aconselhável permanecer próximo da LT nessas ocasiões.

As LT só causam interferências nos aparelhos eletrodomésticos (televisão, rádio, computador etc.) se estiverem muito próximas às residências. Entretanto, essas linhas são projetadas para que fiquem a uma certa distância de casas e benfeitorias e não causem esse tipo de interferência.

6.8.2 Infraestrutura básica

A infraestrutura básica será a mesma da implantação do empreendimento conforme descrito nos itens 6.7.3.7 Vestiários/Sanitários, 6.7.3.8 Abastecimento de Água e 6.7.3.9 Resíduos Sólidos e Resíduos Perigosos .

6.8.3 Contingente de Mão de Obra Necessário

A inspeção e a manutenção das linhas serão feitas por pessoal especializado, sediado nos escritórios regionais que venham a ser implantados pelo empreendedor, não sendo prevista mão de obra local para execução destas tarefas. Para esse serviço, estima-se que será utilizada a mão de obra de uma equipe composta por três profissionais. Já para a SE Areai é prevista a permanência de dois mantenedores durante a fase de operação.