

5.0 Caracterização do Empreendimento

5.1 Informações Gerais

Conforme já mencionado no **Capítulo 2.0**, o Empreendimento consiste em três linhas de transmissão (LT) aérea de energia, com extensão total de aproximadamente 538 km, na tensão de 500 kV, atravessando 28 municípios dos Estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo e Minas Gerais (ver **Figuras de Localização no Capítulo 2.0**), além de uma subestação a ser implantada no município de Campos dos Goytacazes / RJ (SE 500 kV Campos 2) e da instalação de um novo pátio de 500 kV na SE Lagos, localizada em Rio das Ostras / RJ. Nas seções subsequentes estão descritas as principais características do Empreendimento em estudo, com ênfase na análise dos aspectos mais pertinentes quanto à avaliação do impacto ambiental.

5.2 Detalhamento do Projeto

As principais características elétricas das LTs objeto deste EIA são resumidas no **Quadro 5.2-1** e detalhadas nas Subseções seguintes. Essas informações referem-se a estimativas baseadas no estágio atual de desenvolvimento de projeto (Projeto Básico) e estarão sujeitas a ajustes quando do detalhamento do mesmo, para elaboração do Projeto Executivo.

Quadro 5.2-1 – Características Técnicas Gerais das LTs 500 kV

Item	Dados das LTs	
1	Comprimento (m)	
	LT 500 kV Terminal Rio – Lagos	222.471,43 m
	LT 500 kV Lagos – Campos 2	94.453,18 m
	LT 500 kV Lagos – Campos 2	221.584,41 m
2	Cabo Condutor	AAAC 1120 - 1158 MCM
3	Contrapeso - aterramento	Aço galvanizado 3/8" SM, 7 fios, classe B
4	Estruturas	KD2EL, KD2SL, KD2SP, KD2AA, KD2AT, KD2TR
5	Largura da Faixa de Servidão	70,0 m
6	Isoladores	Vidro
7	Área de limpeza para implantação de cada torre (praça de trabalho)	Estaiadas – 70 x 70 m; Autoportantes – 70 x 70 m

Fonte: EKTT3, 2019

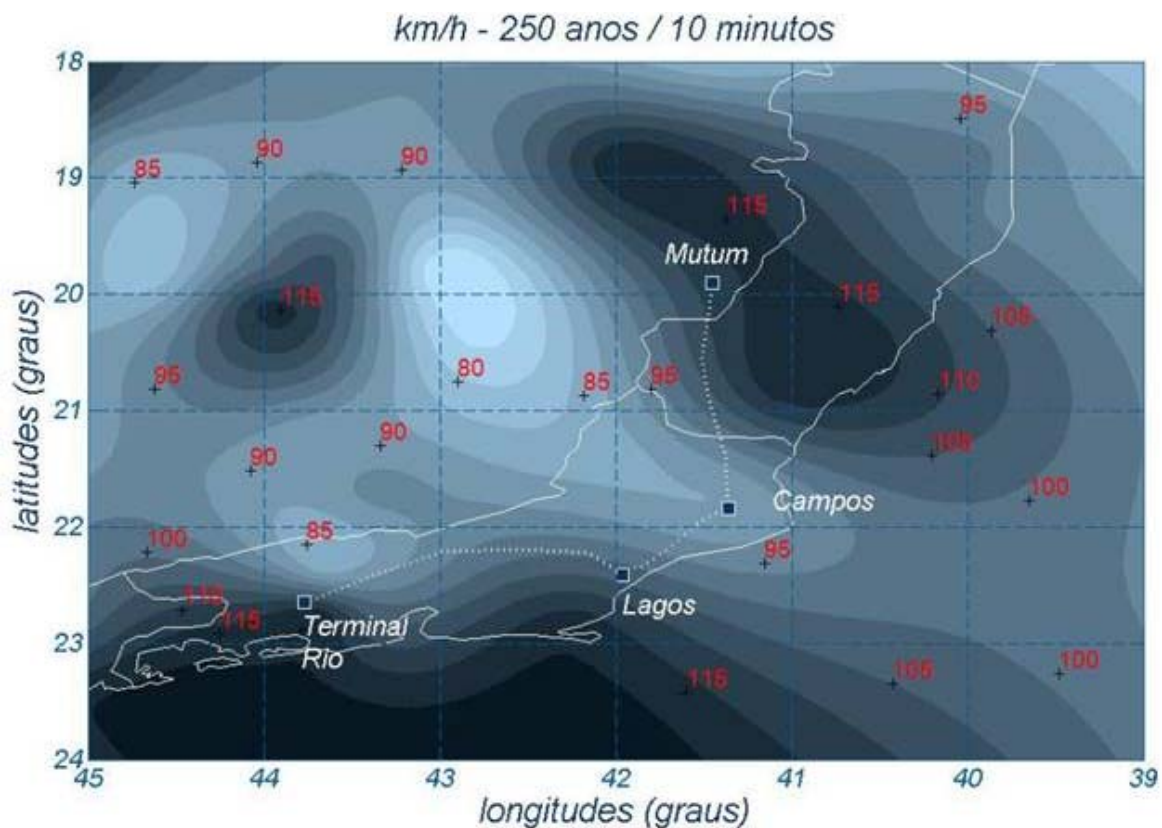
Todas as demais características adotadas no projeto das LTs seguirão as indicações e recomendações do Projeto Básico, complementadas pela norma NBR 5.422/1985.

5.2.1 Faixa de Servidão

A faixa de servidão da linha de transmissão é definida considerando-se o balanço dos cabos condutores devido à ação do vento, ao campo elétrico, à rádio interferência, ao ruído e ao posicionamento das fundações. O cálculo da faixa de servidão é normatizado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através da NBR 5.422/1985.

Com relação ao estudo de balanço dos cabos, no início e maior parte da LT 500 kV Terminal Rio – Lagos o vento é de 115 km/h, chegando à SE Lagos a velocidade diminui para 105 km/h e volta a 115 km/h em direção a Mutum, conforme pode ser visto na **Figura 5.2.1-1**. Assim, para os cálculos de largura de faixa, tanto a LT 500 kV Terminal Rio – Lagos quanto a LT 500 kV Campos 2 – Mutum foram divididas em Trecho 1 e Trecho 2.

Figura 5.2.1-1 – Velocidade do Vento na Região do Empreendimento



Fonte: EKT3, 2019

O **Quadro 5.2.1-1**, apresenta os parâmetros para dimensionamento da faixa de servidão:

Quadro 5.2.1-1 – Efeitos Elétricos no Limite da Faixa de Servidão de 70 m

Efeitos Elétricos	Máximo Limite da Faixa	Máximo Interior da Faixa
LT 500 kV Terminal Rio – Lagos C1 e C2 e LT 500 kV Lagos – Campos 2 C1 e C2		
Campo Elétrico	1,18 kV/m	6,96 kV/m
Campo Magnético	25,49 μ T	52,09 μ T
Ruído Audível	55,06 dB(A)	-
Rádio Interferência	41,13 dB	-
LT 500 kV Campos 2 – Mutum C1 e C2		
Campo Elétrico	1,17 kV/m	6,94 kV/m
Campo Magnético	25,59 μ T	52,09 μ T
Ruído Audível	55,07 dB(A)	-
Rádio Interferência	40,65 dB	-

Fonte: EKTT3, 2019

Para o cálculo de largura da faixa de servidão também foram observados os critérios para desempenho eletromecânico estabelecidos na NBR 5.422/1985, considerando cortes seletivos de vegetação arbórea na faixa de servidão para minimizar riscos à segurança e à operação das linhas de transmissão, no caso de queda de árvores.

Adotou-se, portanto, uma faixa de servidão com 70,0 metros de largura, que possibilitará a construção e posterior manutenção das Linhas de Transmissão. Dessa forma, tem-se:

- Com 222.471,43 m de extensão, a faixa de servidão da LT 500 kV Terminal Rio – Lagos C1 e C2 totaliza uma área estimada de 15,57 km² ou 1557,30 ha;
- Com 94.453,18 m de extensão, a faixa de servidão da LT 500 kV Lagos – Campos 2 C1 e C2 totaliza uma área estimada de 6,61 km² ou 661,17 ha;
- Com 221.584,41 m de extensão, a faixa de servidão da LT 500 kV Campos – Mutum C1 e C2 totaliza uma área estimada de 15,51 km² ou 1551,09 ha.

Para o lançamento dos cabos condutores está prevista a abertura de uma faixa de serviço com largura de 6,0 m no centro da servidão, onde será realizado o corte raso de vegetação. No restante da faixa será realizado o corte seletivo. O corte raso caracteriza-se pela remoção total da vegetação, enquanto o corte seletivo (poda arbórea) consiste em remover apenas árvores de maior porte, que possam oferecer riscos à integridade e ao funcionamento da LT.

5.2.2 Torres e Tipos de Fundação

Para a construção das LTs estima-se inicialmente que será utilizado um total de aproximadamente 1.078 estruturas de aço galvanizado, sendo 445 torres na LT 500 kV Terminal Rio – Lagos, 189 torres na LT 500 kV Lagos - Campos 2 e 444 torres na LT 500 kV Campos 2 – Mutum, considerando distância média entre torres de 500 m. Serão utilizadas torres estaiadas e autoportantes, sendo que as quantidades de cada uma serão definidas quando do detalhamento do Projeto Executivo. As torres autoportantes serão utilizadas como estruturas de suspensão, vértice e ancoragem em ângulo, enquanto as estaiadas serão utilizadas como estruturas de suspensão.

Conforme mencionado na **Seção 5.2.1**, os cálculos de balanço de cabos para determinação da largura da faixa de servidão consideraram a variação da velocidade dos ventos ao longo dos traçados, resultando em trechos onde a Velocidade de Vento de Referência (V_R) equivale a 105 km/h e outros onde a V_R é de 115 km/h.

Os tipos de torre também são diferenciados, conforme segue:

Estruturas previstas para os trechos de $V_R = 105$ km/h

- Torre estaiada de suspensão leve tipo KD1EL;
- Torre autoportante de suspensão leve tipo KD1SL;
- Torre autoportante de suspensão pesada tipo KD1SP;
- Torre autoportante de ancoragem meio de linha tipo KD1AA;
- Torre autoportante de ancoragem meio de linha e ancoragem fim de linha tipo KD1AT;
- Torre autoportante de suspensão para transposição tipo KD1TR.

Estruturas previstas para os trechos de $V_R = 115$ km/h

- Torre estaiada de suspensão leve tipo KD2EL;
- Torre autoportante de suspensão leve tipo KD2SL;
- Torre autoportante de suspensão pesada tipo KD2SP;
- Torre autoportante de ancoragem meio de linha tipo KD2AA;
- Torre autoportante de ancoragem meio de linha e ancoragem fim de linha tipo KD2AT;

- Torre autoportante de suspensão para transposição tipo KD2TR.

Nos **Quadros 5.2.2-1** e **5.2.2-2** são apresentadas as características que cada tipo de estrutura que será aplicada nos trechos de $V_R = 105$ km/h e de $V_R = 115$ km/h, respectivamente.

Quadro 5.2.2-1 – Características das Torres Previstas no Projeto - Trecho de $V_R = 105$ km/h

KD1EL (Estaiada de Suspensão Leve)			
Ângulo de Deflexão	0°	1°	
Vão Médio	550 m	515 m	
Vão Gravante Sem Vento	Condutor: 385 a 700 m / Para-raios: 385 a 750 m		
Vão Gravante Com Vento	Condutor: 193 a 840 m / Para-raios: 193 a 900 m		
Alturas Úteis	28,0 a 46,0 m (variação de 1,5 m)		
KD1SL (Autoportante de Suspensão Leve)			
Ângulo de Deflexão	0°	1°	
Vão Médio	575 m	540 m	
Vão Gravante Sem Vento	Condutor: 360 a 750 m / Para-raios: 360 a 800 m		
Vão Gravante Com Vento	Condutor: 180 a 900 m / Para-raios: 180 a 960 m		
Alturas Úteis	16,0 a 55,0 m (variação de 1,5 m)		
Extensões	6,0 – 12,0 – 18,0 – 24,0 – 30,0 m		
Pés	1,5 – 3,0 – 4,5 – 6,0 – 7,5 – 9,0 – 10,5 m		
KD1SP (Autoportante de Suspensão Pesada)			
Ângulo de Deflexão	0°	5°	
Vão Médio	700 m	535 m	
Vão Gravante Sem Vento	Condutor: 300 a 1.000 m / Para-raios: 300 a 1.050 m		
Vão Gravante Com Vento	Condutor: 150 a 1.200 m / Para-raios: 150 a 1.260 m		
Alturas Úteis	16,0 a 55,0 m (variação de 1,5 m)		
Extensões	6,0 – 12,0 – 18,0 – 24,0 – 30,0 m		
Pés	1,5 – 3,0 – 4,5 – 6,0 – 7,5 – 9,0 – 10,5 m		
KD1AA (Autoportante de Ancoragem Meio de Linha)			
Ângulo de Deflexão	30°		
Vão Médio	450 m		
Vão Gravante Sem Vento	Condutor: -550 a 1.100 m / Para-raios: -600 a 1.200 m		
Vão Gravante Com Vento	Condutor: -660 a 1.320 m / Para-raios: -720 a 1.440 m		
Alturas Úteis	15,0 a 40,5 m (variação de 1,5 m)		
Extensões	6,0 – 12,0 – 18,0 m		
Pés	3,0 – 4,5 – 6,0 – 7,5 – 9,0 – 10,5 m		
KD1AT (Autoportante de Ancoragem Meio de Linha e Ancoragem Fim de Linha)			
Ângulo de Deflexão	Meio de Linha	Fim de Linha	
	60°	20° (LT)	30° (SE)
Vão Médio	450 m		
Vão Gravante Sem Vento	Condutor: -550 a 1.100 m / Para-raios: -600 a 1.200 m		
Vão Gravante Com Vento	Condutor: -660 a 1.320 m / Para-raios: -720 a 1.440 m		
Alturas Úteis	15,0 a 34,5 m (variação de 1,5 m)		
Extensões	6,0 – 12,0 m		
Pés	3,0 – 4,5 – 6,0 – 7,5 – 9,0 – 10,5 m		

Quadro 5.2.2-1 – Características das Torres Previstas no Projeto - Trecho de $V_R = 105$ km/h

KD1TR (Autoportante de Suspensão para Transposição)		
Ângulo de Deflexão	0°	1°
Vão Médio	550 m	515 m
Vão Gravante Sem Vento	Condutor: 460 a 700 m / Para-raios: 460 a 750 m	
Vão Gravante Com Vento	Condutor: 230 a 840 m / Para-raios: 230 a 900 m	
Alturas Úteis	16,0 a 43,0 m (variação de 1,5 m)	
Extensões	6,0 – 12,0 – 18,0 m	
Pés	1,5 – 3,0 – 4,5 – 6,0 – 7,5 – 9,0 – 10,5 m	

Fonte: EKTT3, 2019

Quadro 5.2.2-2 – Características das Torres Previstas no Projeto - Trecho de $V_R = 115$ km/h

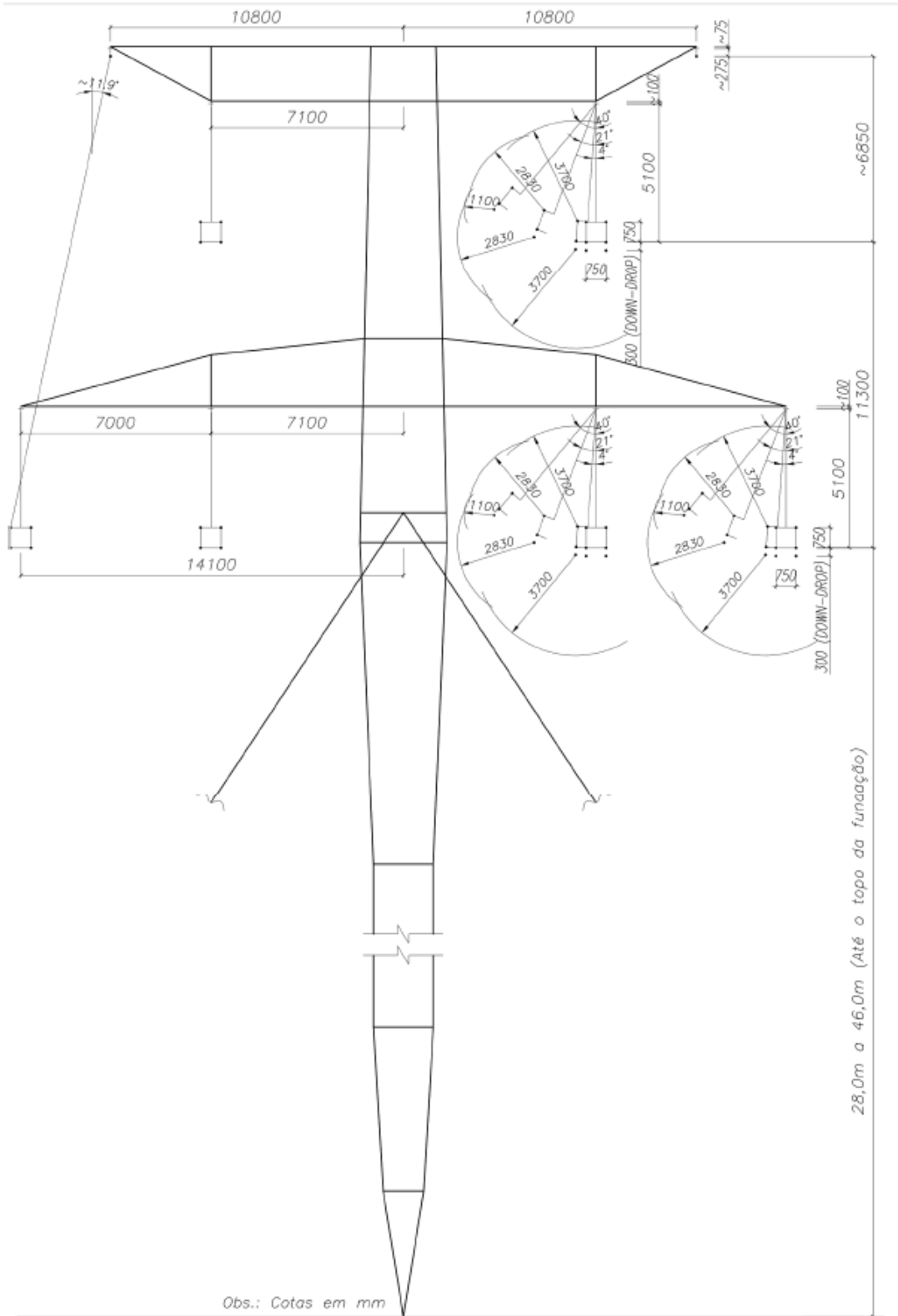
KD2EL (Estaiada de Suspensão Leve)			
Ângulo de Deflexão	0°	1°	
Vão Médio	550 m	515 m	
Vão Gravante Sem Vento	Condutor: 400 a 700 m / Para-raios: 400 a 750 m		
Vão Gravante Com Vento	Condutor: 200 a 840 m / Para-raios: 200 a 900 m		
Alturas Úteis	28,0 a 46,0 m (variação de 1,5 m)		
KD2SL (Autoportante de Suspensão Leve)			
Ângulo de Deflexão	0°	1°	
Vão Médio	575 m	540 m	
Vão Gravante Sem Vento	Condutor: 365 a 750 m / Para-raios: 365 a 800 m		
Vão Gravante Com Vento	Condutor: 183 a 900 m / Para-raios: 183 a 960 m		
Alturas Úteis	16,0 a 55,0 m (variação de 1,5 m)		
Extensões	6,0 – 12,0 – 18,0 – 24,0 – 30,0 m		
Pés	1,5 – 3,0 – 4,5 – 6,0 – 7,5 – 9,0 – 10,5 m		
KD2SP (Autoportante de Suspensão Pesada)			
Ângulo de Deflexão	0°	5°	
Vão Médio	700 m	540 m	
Vão Gravante Sem Vento	Condutor: 290 a 1.000 m / Para-raios: 290 a 1.050 m		
Vão Gravante Com Vento	Condutor: 145 a 1.200 m / Para-raios: 145 a 1.260 m		
Alturas Úteis	16,0 a 55,0 m (variação de 1,5 m)		
Extensões	6,0 – 12,0 – 18,0 – 24,0 – 30,0 m		
Pés	1,5 – 3,0 – 4,5 – 6,0 – 7,5 – 9,0 – 10,5 m		
KD2AA (Autoportante de Ancoragem Meio de Linha)			
Ângulo de Deflexão	30°		
Vão Médio	450 m		
Vão Gravante Sem Vento	Condutor: -550 a 1.100 m / Para-raios: -600 a 1.200 m		
Vão Gravante Com Vento	Condutor: -660 a 1.320 m / Para-raios: -720 a 1.440 m		
Alturas Úteis	15,0 a 40,5 m (variação de 1,5 m)		
Extensões	6,0 – 12,0 – 18,0 m		
Pés	3,0 – 4,5 – 6,0 – 7,5 – 9,0 – 10,5 m		
KD2AT (Autoportante de Ancoragem Meio de Linha e Ancoragem Fim de Linha)			
Ângulo de Deflexão	Meio de Linha	Fim de Linha	
	60°	20° (LT)	30° (SE)
Vão Médio	450 m		
Vão Gravante Sem Vento	Condutor: -550 a 1.100 m / Para-raios: -600 a 1.200 m		
Vão Gravante Com Vento	Condutor: -660 a 1.320 m / Para-raios: -720 a 1.440 m		
Alturas Úteis	15,0 a 34,5 m (variação de 1,5 m)		
Extensões	6,0 – 12,0 m		
Pés	3,0 – 4,5 – 6,0 – 7,5 – 9,0 – 10,5 m		
KD2TR (Autoportante de Suspensão para Transposição)			
Ângulo de Deflexão	0°	1°	
Vão Médio	550 m	515 m	
Vão Gravante Sem Vento	Condutor: 445 a 700 m / Para-raios: 445 a 750 m		
Vão Gravante Com Vento	Condutor: 223 a 840 m / Para-raios: 223 a 900 m		
Alturas Úteis	16,0 a 43,0 m (variação de 1,5 m)		
Extensões	6,0 – 12,0 – 18,0 m		
Pés	1,5 – 3,0 – 4,5 – 6,0 – 7,5 – 9,0 – 10,5 m		

Fonte: EKTT3, 2019

Em princípio, prevê-se uma área média a ser ocupada pelas torres, tanto autoportantes quanto estaiadas, de 4.900 m² (70 x 70 m).

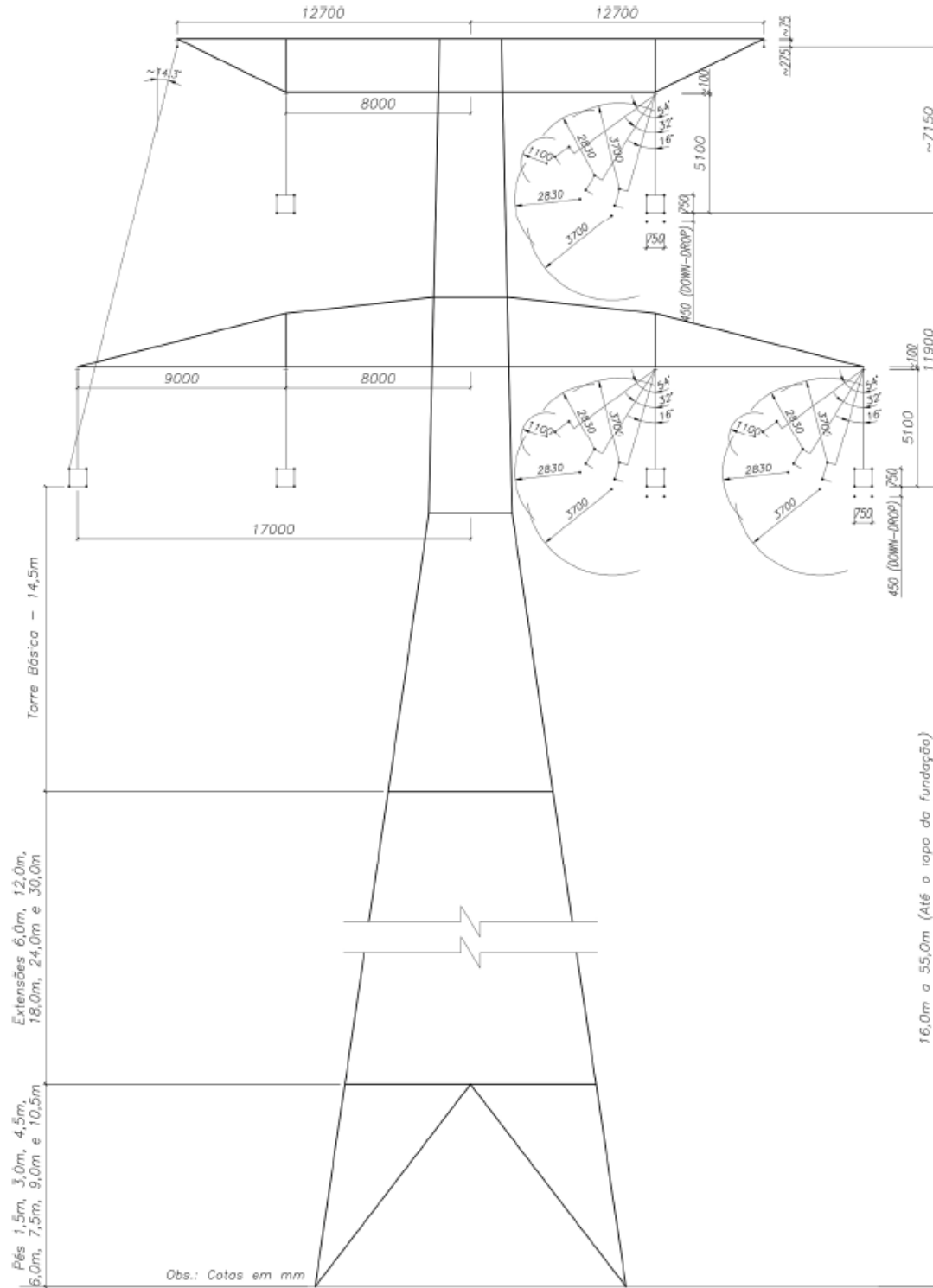
As **Figuras 5.2.2-1 a 5.2.2-12**, apresentam as silhuetas das torres, extraídas do Projeto Básico.

**Figura 5.2.2-1 – Silhueta da Torre Estaiada de Suspensão Leve Tipo KD1EL –
 $V_R = 105 \text{ km/h}$**



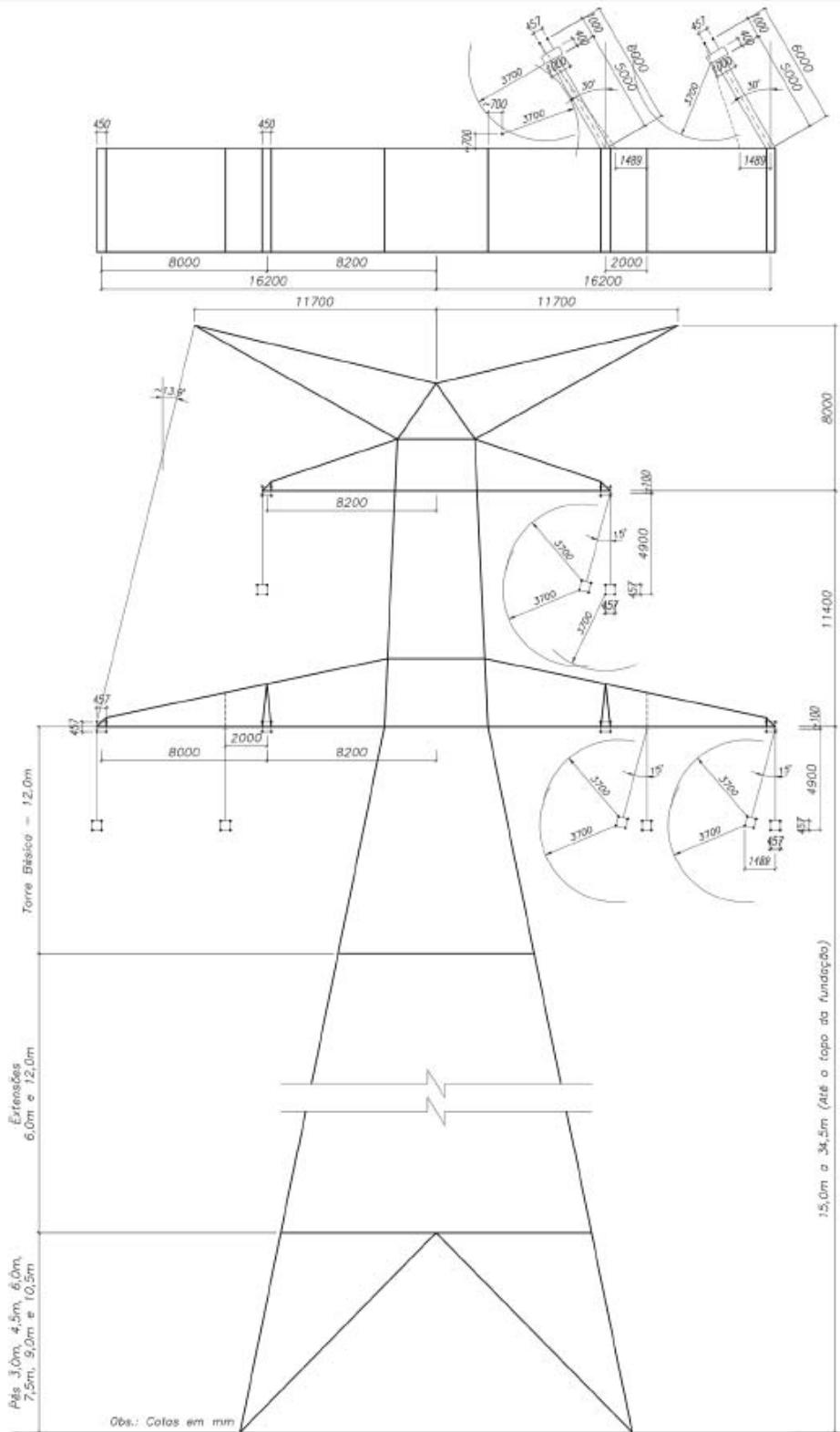
Fonte: ENGETOWER Engenharia, 2019.

Figura 5.2.2-3 – Torre Autoportante de Suspensão Pesada Tipo KD1SP –
 $V_R = 105 \text{ km/h}$



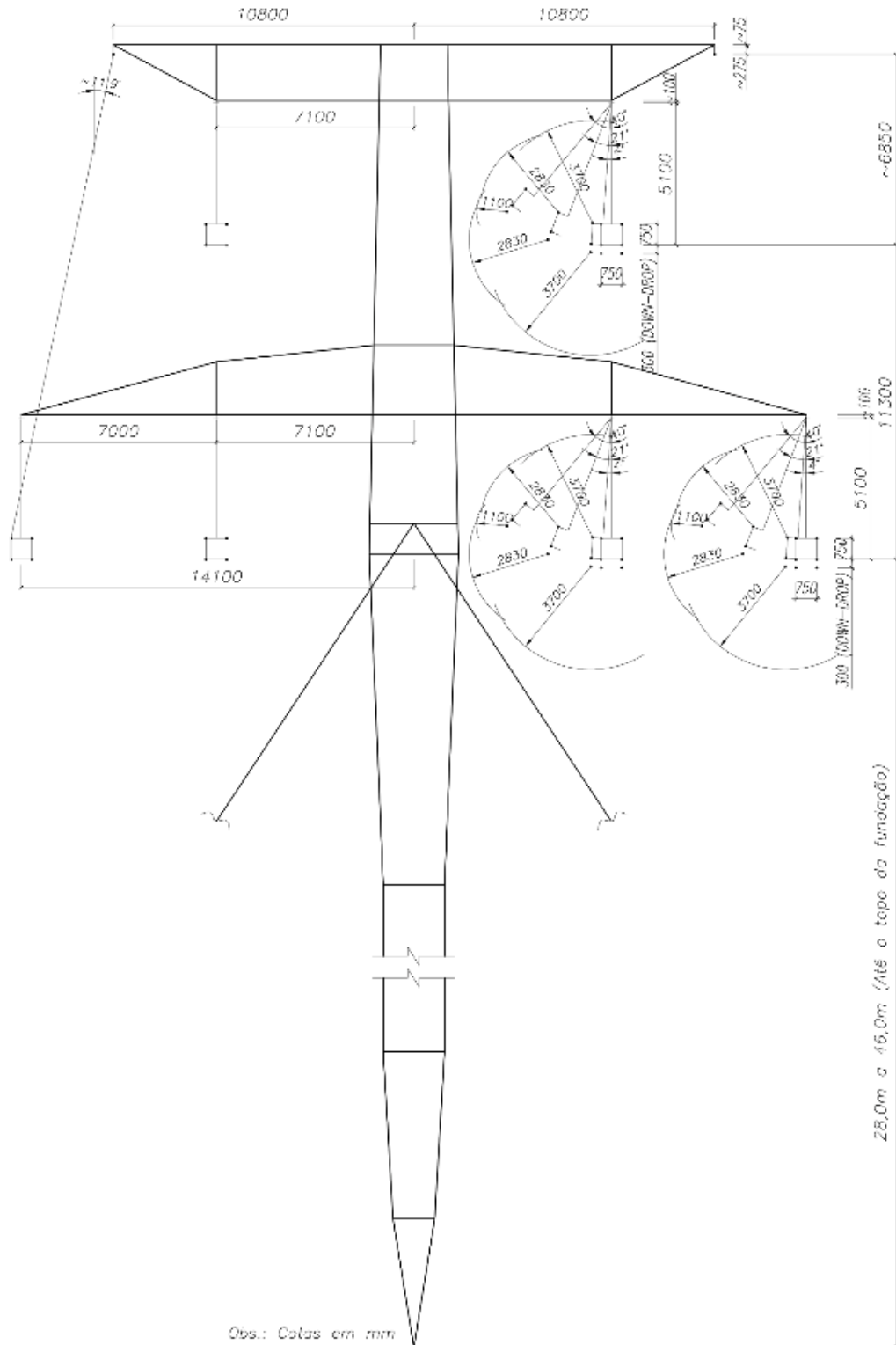
Fonte: ENGETOWER Engenharia, 2019.

Figura 5.2.2-5 – Torre Autoportante de Ancoragem Meio de Linha e Ancoragem Fim de Linha Tipo KD1AT - $V_R = 105 \text{ km/h}$



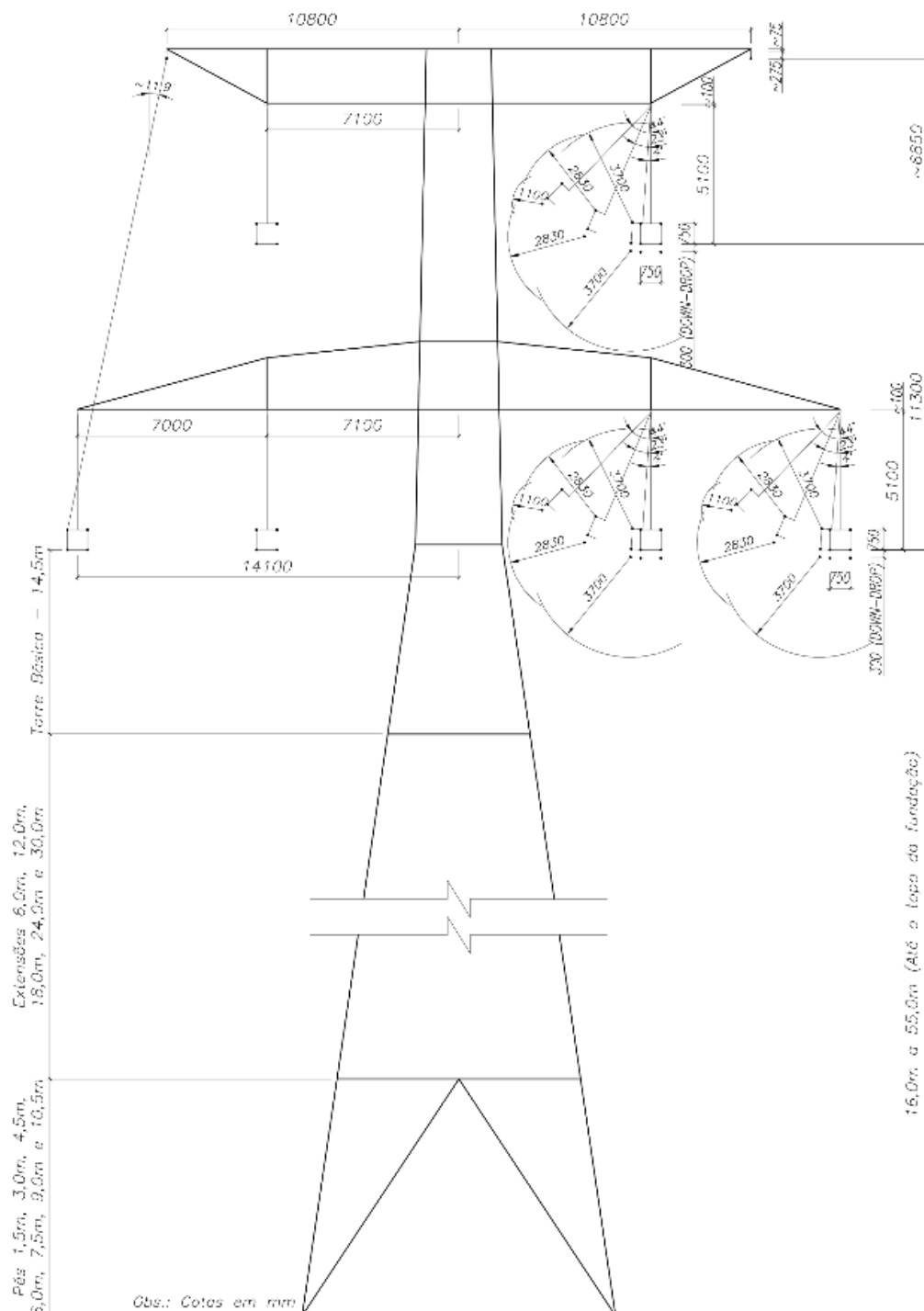
Fonte: ENGETOWER Engenharia, 2019.

**Figura 5.2.2-7 – Silhueta da Torre Estaiada de Suspensão Leve Tipo KD2EL –
 $V_R = 115 \text{ km/h}$**



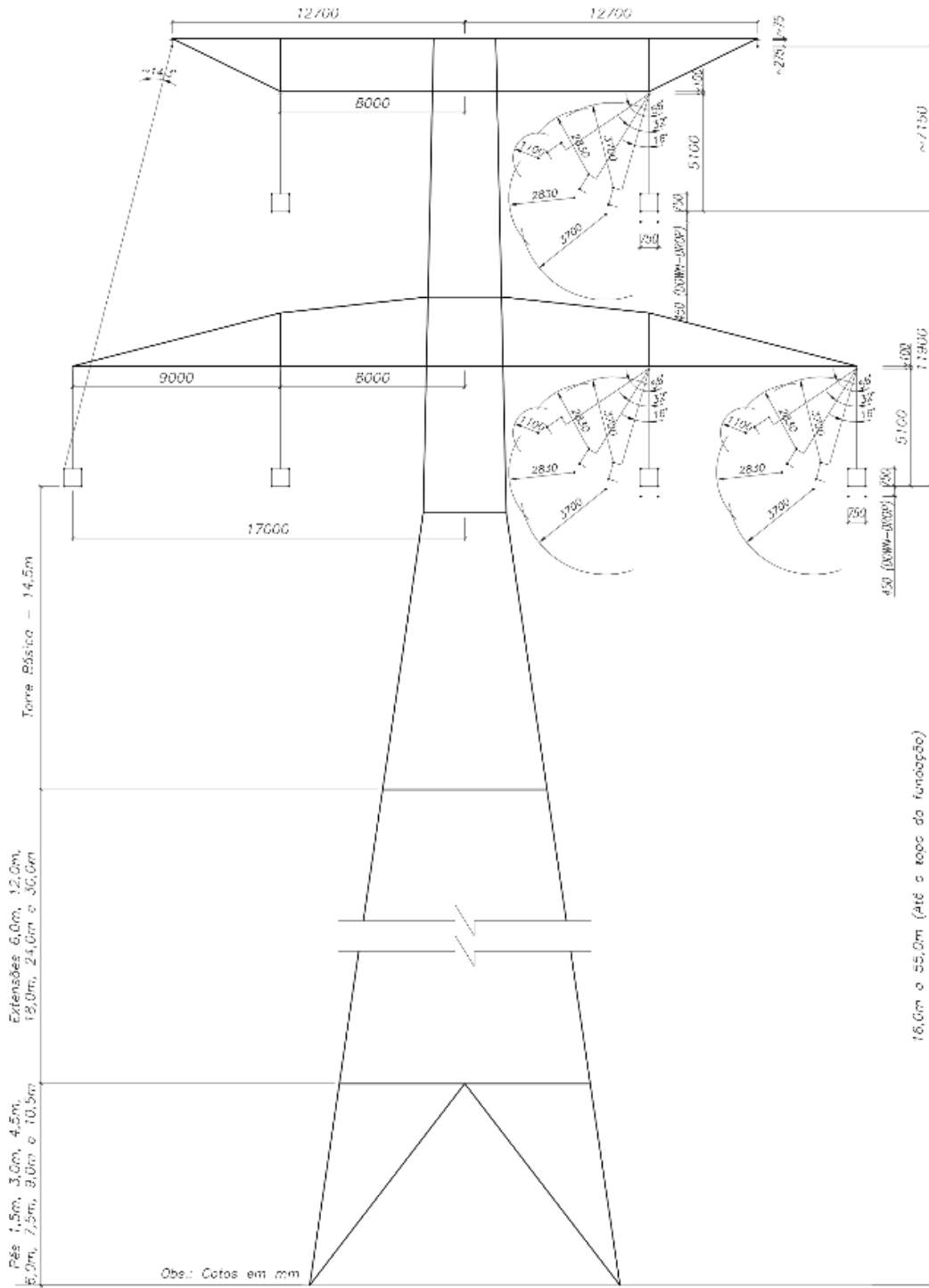
Fonte: ENGETOWER Engenharia, 2019.

**Figura 5.2.2-8 – Silhueta da Torre Autoportante de Suspensão Leve Tipo KD2SL –
 $V_R = 115 \text{ km/h}$**



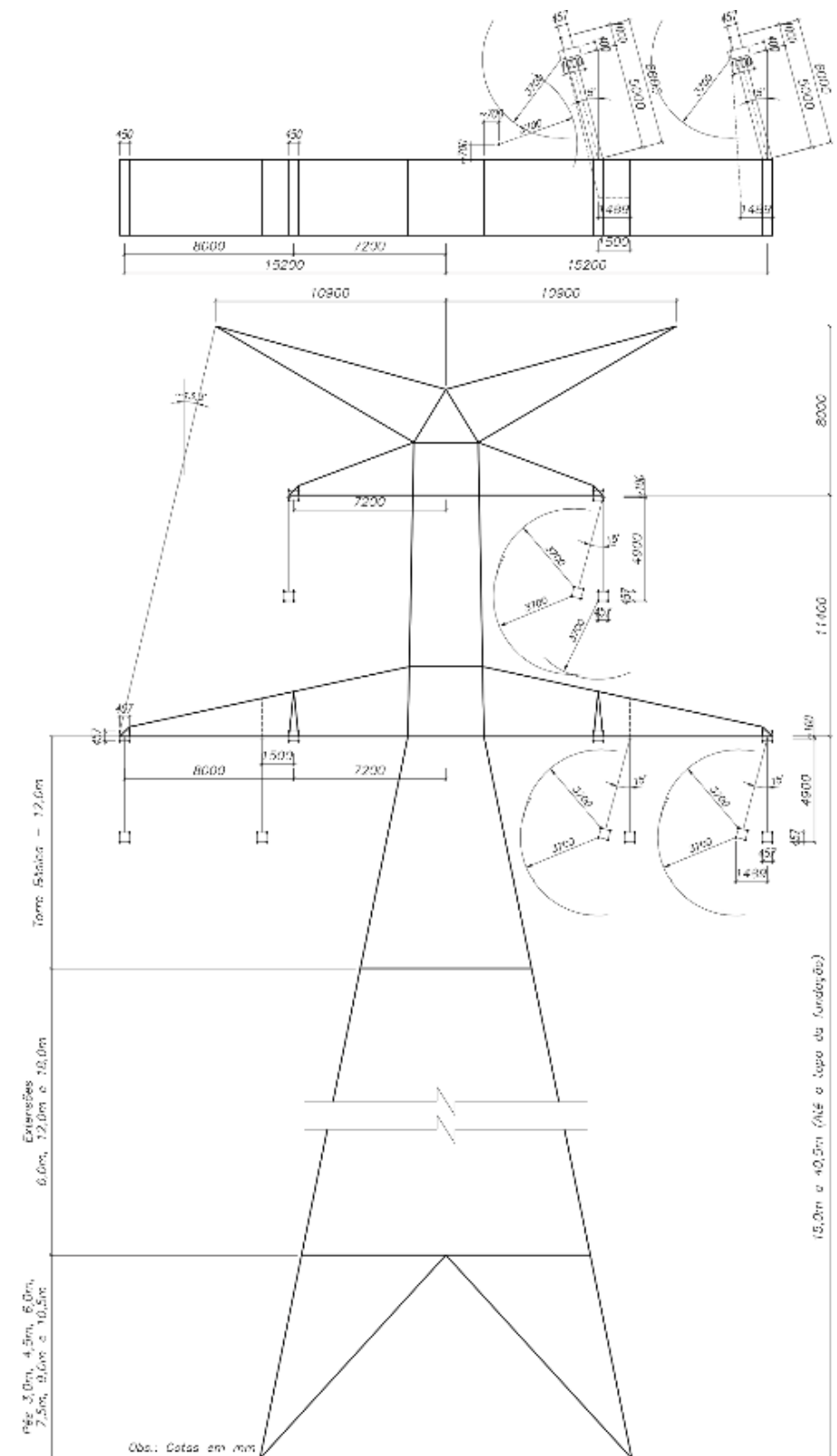
Fonte: ENGETOWER Engenharia, 2019.

Figura 5.2.2-9 – Torre Autoportante de Suspensão Pesada Tipo KD2SP - $V_R = 115 \text{ km/h}$



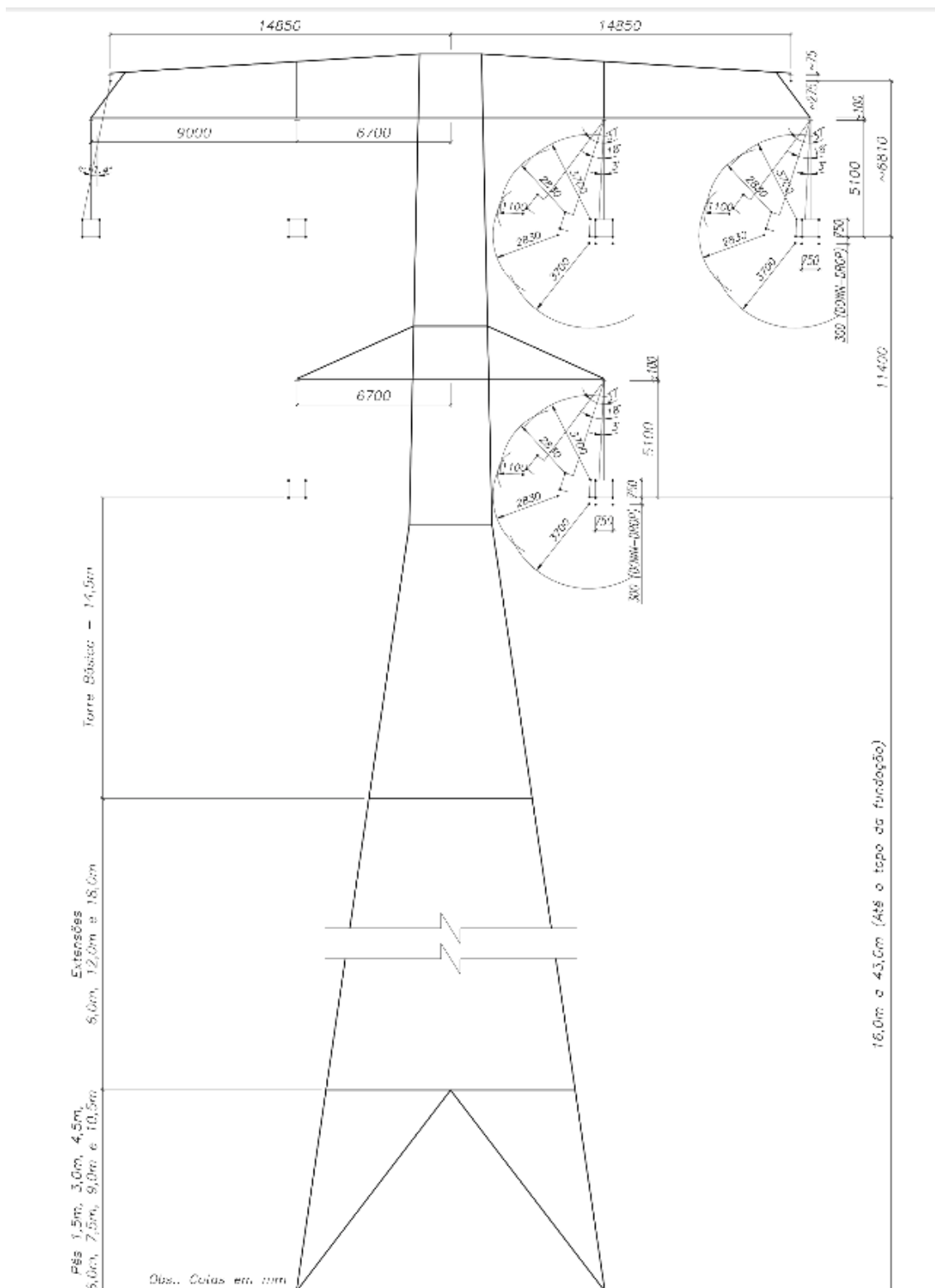
Fonte: ENGETOWER Engenharia, 2019.

**Figura 5.2.2-10 – Torre Autoportante de Ancoragem Meio de Linha Tipo KD2AA –
 $V_R = 115 \text{ km/h}$**



Fonte: ENGETOWER Engenharia, 2019.

**Figura 5.2.2-12 – Torre autoportante de suspensão para transposição tipo KD2TR –
 $V_R = 115 \text{ km/h}$**



Fonte: ENGETOWER Engenharia, 2019.

Tipos de Fundação

A escolha do tipo de fundação a ser utilizado em cada torre das LTs dependerá, basicamente, das características do solo encontrado no local onde a estrutura será construída. A seguir são apresentados os modelos básicos de fundações previstos, as quais, em aspectos gerais, terão a mesma silhueta, alterando-se apenas as dimensões básicas indicadas:

Fundações para o Mastro Central

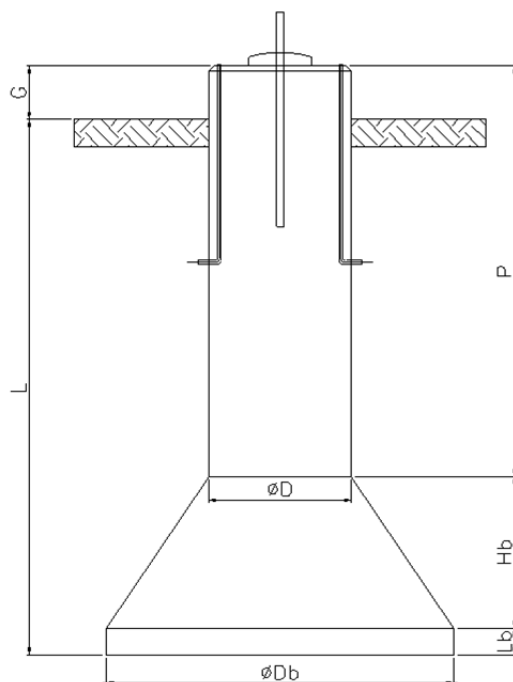
Para os Mastros Centrais, deverão ser executadas fundações em tubulão com base alargada, tubulão reto ou sapatas pré-moldadas, podendo estas serem apoiadas sobre lajes pré-moldadas. Os mastros centrais das torres serão apoiados sobre as fundações por meio do sistema de calota e pino metálico.

A solução em tubulão com base alargada, em concreto armado moldado *in loco*, é constituído de um fuste cilíndrico e base alargada com profundidade e dimensões determinadas em função dos respectivos carregamentos das estruturas, bem como as características do solo a serem aplicadas (**Figura 5.2.2-13**).

Já a solução em tubulão reto (sem base alargada), também em concreto armado moldado *in loco*, é constituído de um fuste cilíndrico sem base alargada com diâmetro e profundidade variáveis, determinados em função dos respectivos carregamentos das estruturas, bem como das características do solo a serem aplicadas (**Figura 5.2.2-14**).

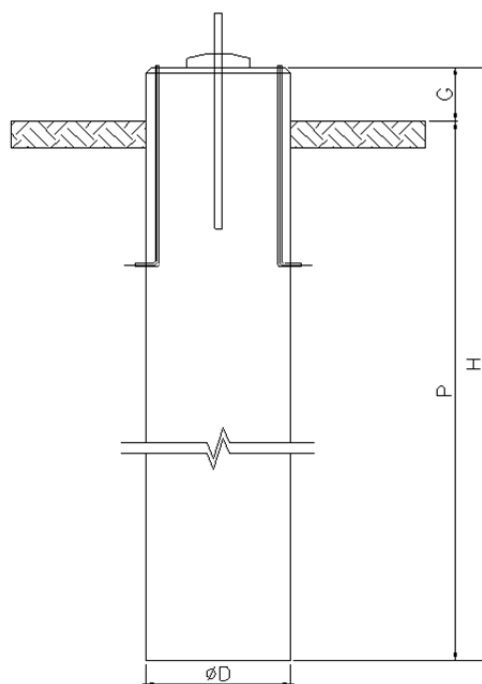
Como opção, é previsto solução em sapata pré-moldada (podendo ser apoiada sobre laje pré-moldada), constituída de fuste e base trapezoidal, de pouca profundidade e com dimensões determinadas conforme carregamentos e características dos solos de aplicação (**Figuras 5.2.2-15 e 5.2.2-16**).

Figura 5.2.2-13 – Tubulão com Base Alargada para o Mastro Central



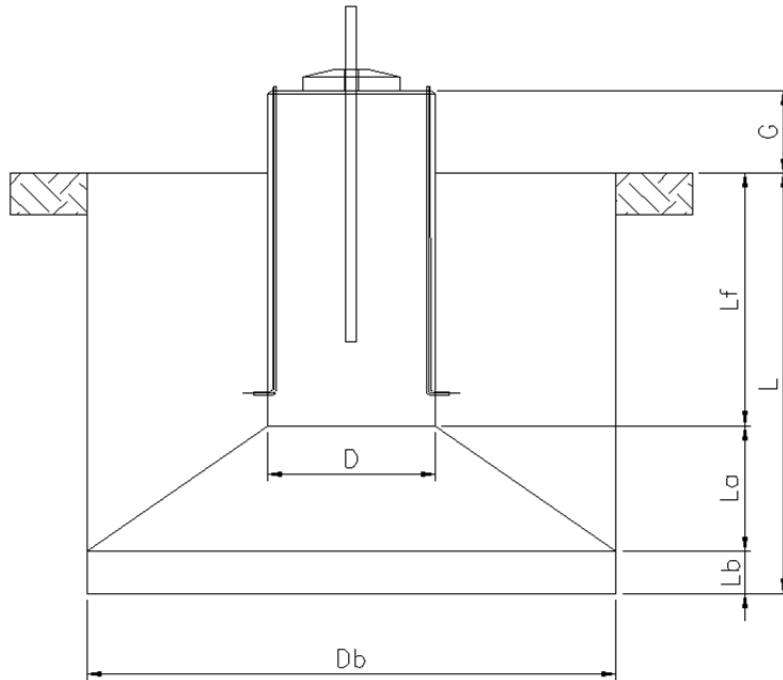
Fonte: EKT3, 2019

Figura 5.2.2-14 – Tubulão Reto (sem Base Alargada) para o Mastro Central



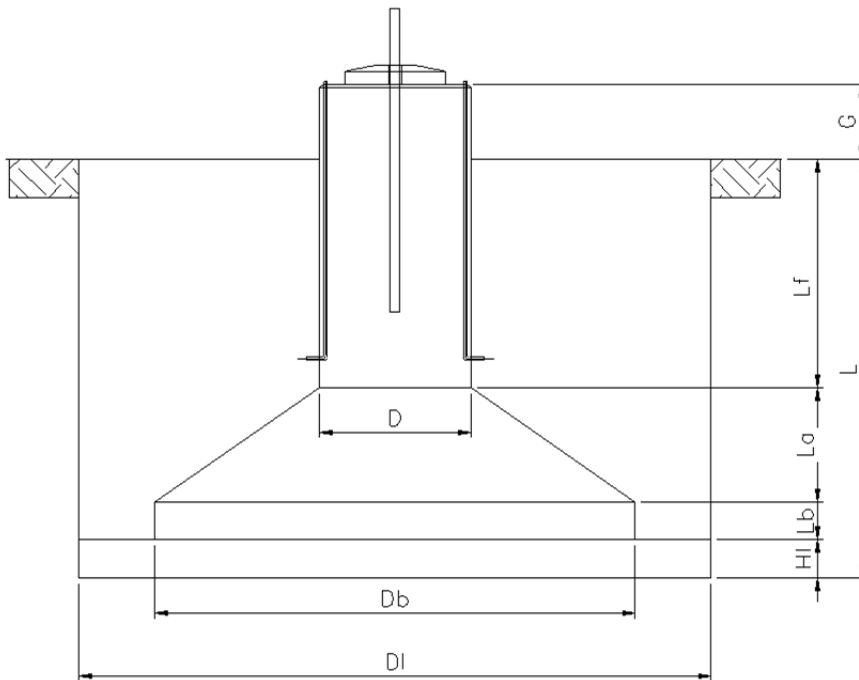
Fonte: EKT3, 2019

Figura 5.2.2-15 – Sapata Pré-Moldada para o Mastro Central



Fonte: EKTT3, 2019

Figura 5.2.2-16 – Sapata Pré-Moldada sobre Laje para o Mastro Central



Fonte: EKTT3, 2019

Fundações para os Estais

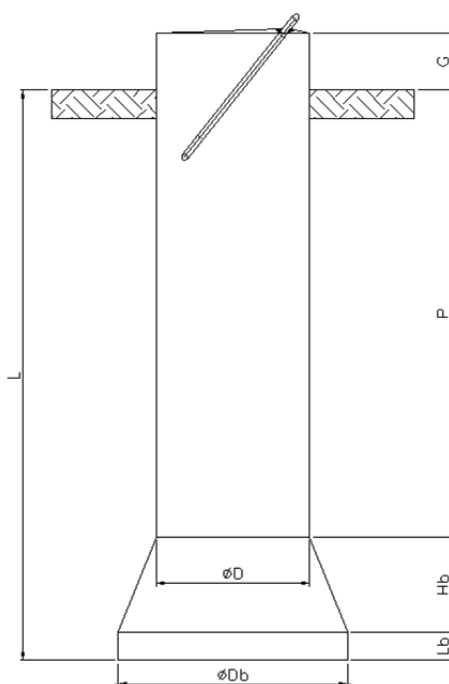
Para os Estais, deverão ser executadas fundações em tubulão com base alargada, tubulão reto ou vigas pré-moldadas, podendo estas serem apoiadas sobre lajes pré-moldadas. Também é previsto fundações atirantadas em rocha. Os estais serão fixados às fundações por meio de sistema de ancoragem apropriado.

A solução em tubulão com base alargada, em concreto armado moldado *in loco*, é constituído de um fuste cilíndrico e base alargada com profundidade e dimensões determinadas em função dos respectivos carregamentos das estruturas, bem como as características do solo a serem aplicadas (**Figura 5.2.2-17**).

Já a solução em tubulão reto (sem base alargada), também em concreto armado moldado *in loco*, é constituído de um fuste cilíndrico sem base alargada com diâmetro e profundidade variáveis, determinados em função dos respectivos carregamentos das estruturas, bem como das características do solo a serem aplicadas (**Figura 5.2.2-18**).

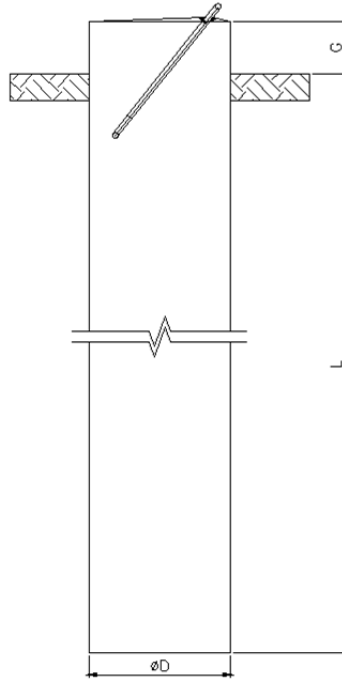
Como opção, é previsto solução em viga pré-moldada, com profundidade e dimensões determinadas conforme carregamentos e características dos solos de aplicação (**Figura 5.2.2-19**).

Figura 5.2.2-17 – Tubulão com Base Alargada para os Estais – Estruturas Estaiadas



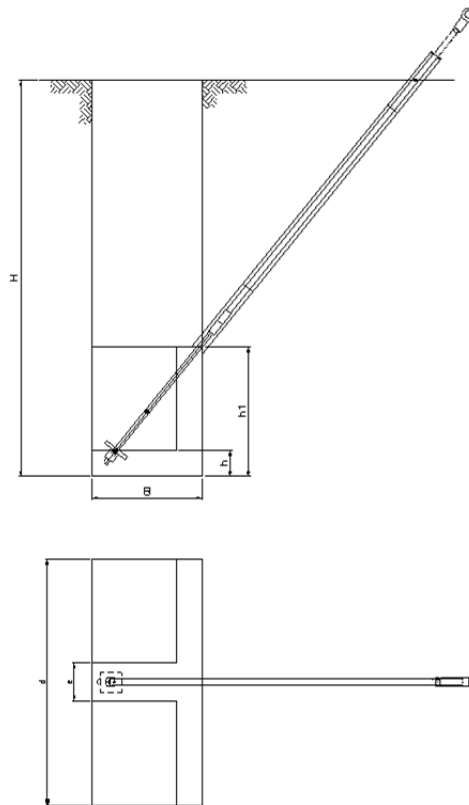
Fonte: EKT3, 2019

Figura 5.2.2-18 – Tubulão com Base Alargada para os Estais – Estruturas Estaiadas



Fonte: EKT3, 2019

Figura 5.2.2-19 – Viga Pré-Moldada para os Estais – Estruturas Estaiadas



Fonte: EKT3, 2019

Estruturas Autoportantes

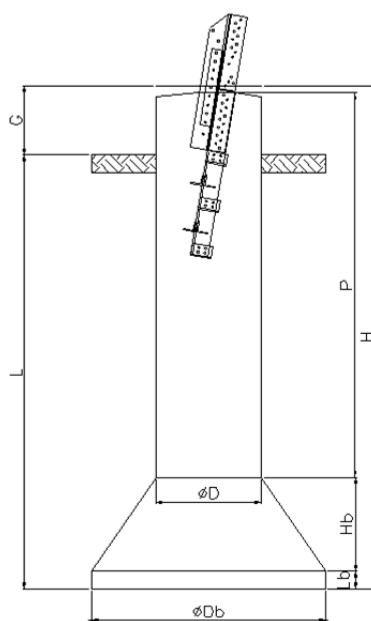
Para as estruturas autoportantes, deverão ser executadas fundações em tubulão com base alargada, tubulão reto, sapatas ou blocos ancorados em rocha. Também poderão ser executadas fundações em bloco sobre estacas, podendo ser cravadas (metálicas ou de concreto), escavadas, raiz ou hélice contínua. Todas as fundações terão *stubs* como elemento de ligação.

A solução em tubulão com base alargada, em concreto armado moldado *in loco*, é constituído de um fuste cilíndrico e base alargada com profundidade e dimensões determinadas em função dos respectivos carregamentos das estruturas, bem como das características do solo a serem aplicadas (**Figura 5.2.2-20**).

Já a solução em tubulão reto (sem base alargada), também em concreto armado moldado *in loco*, é constituído de um fuste cilíndrico sem base alargada com diâmetro e profundidade variáveis, determinados em função dos respectivos carregamentos das estruturas, bem como das características do solo a serem aplicadas (**Figura 5.2.2-21**).

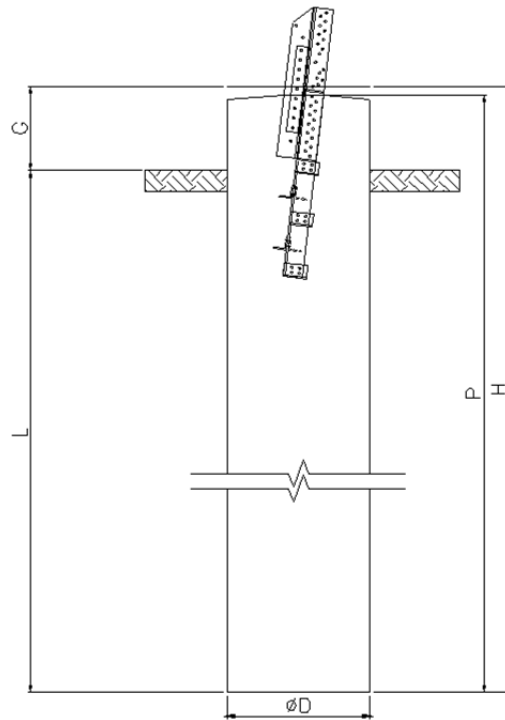
Como opção, é previsto solução em sapata moldada *in loco*, constituída de fuste acompanhando o ângulo de inclinação do *stub* e base trapezoidal, com dimensões determinadas conforme carregamentos e características dos solos de aplicação (**Figura 5.2.2-22**).

Figura 5.2.2-20 – Tubulão com Base Alargada – Estruturas Autoportantes



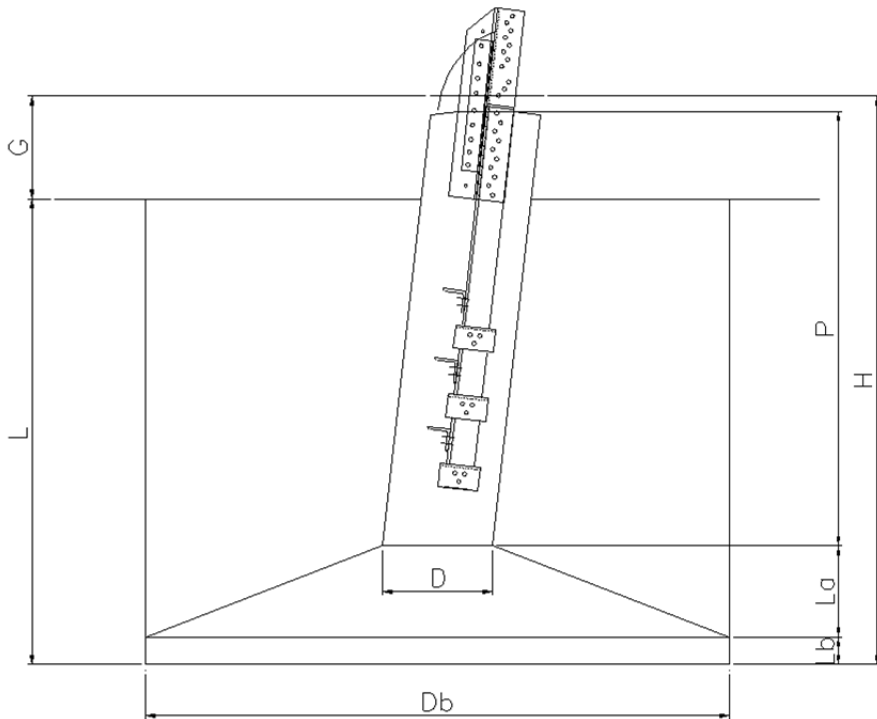
Fonte: EKTT3, 2019

Figura 5.2.2-21 – Tubulão Reto (sem Base Alargada) – Estruturas Autoportantes



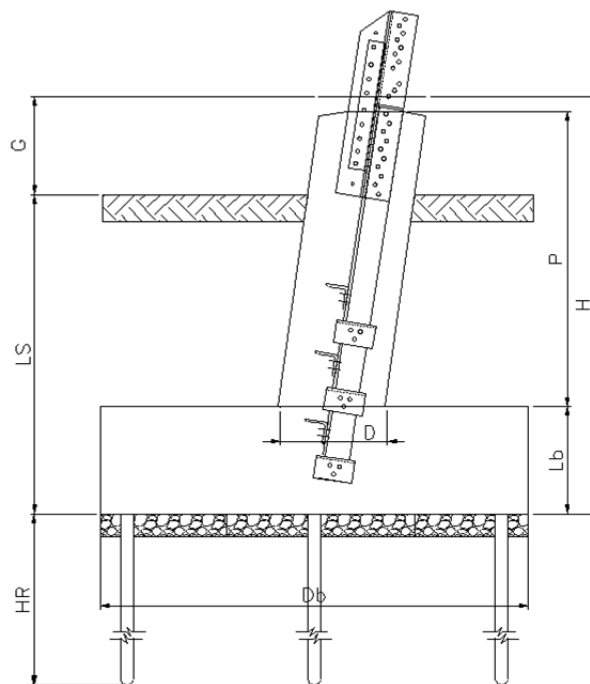
Fonte: EKTT3, 2019

Figura 5.2.2-22 – Sapata – Estruturas Autoportantes



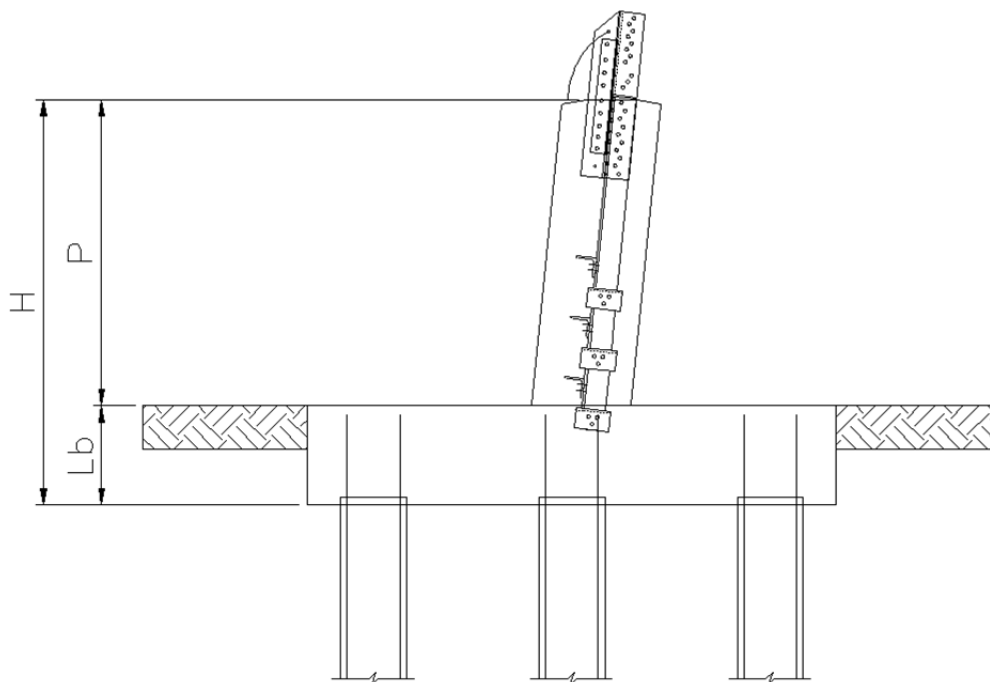
Fonte: EKTT3, 2019

Figura 5.2.2-23 – Bloco Ancorado em Rocha – Estruturas Autoportantes



Fonte: EKT3, 2019

Figura 5.2.2-24 – Bloco sobre Estacas – Estruturas Autoportantes



Fonte: EKT3, 2019

5.2.3 Cabos, Isoladores e Fio Contrapeso

Cabos condutores: Para todas as LTs será utilizado cabo AAAC 1120 - 1158 MCM – 4 condutores por fase. Os dados dos condutores são apresentados no **Quadro 5.2.3-1**, a seguir.

Quadro 5.2.3-1 – Dados Técnicos dos Condutores

Característica	LTs 500 kV
Tipo	AAAC 1120 - 1158 MCM – 4 por fase
Bitola (MCM)	1158,26
Formação	61 fios
Área total (mm ²)	586,89
Peso unitário (kgf/m)	1,62
Diâmetro (mm)	31,50
Carga de ruptura (GA) (kgf)	12923

Fonte: EKTT3, 2019

Cabos para-raios: A principal função do cabo para-raios é assegurar o bom desempenho da transmissão em caso de descargas atmosféricas incidentes na linha. Os para-raios serão aterrados em todas as estruturas e conectados às malhas de terra das Subestações. Os dados técnicos desses cabos estão apresentados no **Quadro 5.2.3-2**, a seguir.

Quadro 5.2.3-2 – Dados Técnicos dos Cabos Para-Raios

Descrição	Unidade	Tipo de cabo
Convencional – CAA DOTTEREL		
Formação	fios	12/7 fios
Diâmetro Nominal do Cabo	mm	15,42
Área	mm ²	141,93
Peso	kg/m	0,657
Carga Mínima de Ruptura	kgf	7865
Classe de Galvanização	-	A
Módulo de Elasticidade Final	kgf/cm ²	1,0600 x 10 ⁶
Coefficiente de Dilatação Térmica Final	°C-1	1,5400 x 10 ⁻⁵
Convencional – 3/8 EAR		
Formação	fios	7 fios
Diâmetro Nominal do Cabo	mm	9,144
Área	mm ²	51,08
Peso	kg/m	0,407
Carga Mínima de Ruptura	kgf	6985
Classe de Galvanização	-	-
Módulo de Elasticidade Final	kgf/cm ²	1,8500 x 10 ⁶
Coefficiente de Dilatação Térmica Final	°C-1	1,1500 x 10 ⁻⁵

Quadro 5.2.3-2 – Dados Técnicos dos Cabos Para-Raios

Descrição	Unidade	Tipo de cabo
OPGW 16,75		
Formação	fios	6/12 fios
Diâmetro Nominal do Cabo	mm	16,75
Área	mm ²	159
Peso	kg/m	0,768
Carga Mínima de Ruptura	kgf	9888
Classe de Galvanização	-	-
Módulo de Elasticidade Final	kgf/cm ²	1,1111 x 10 ⁶
Coefficiente de Dilatação Térmica Final	°C-1	1,5500 x 10 ⁻⁵
OPGW 13,4		
Formação	fios	10 fios
Diâmetro Nominal do Cabo	mm	13,4
Área	mm ²	103
Peso	kg/m	0,682
Carga Mínima de Ruptura	kgf	9477
Classe de Galvanização	-	-
Módulo de Elasticidade Final	kgf/cm ²	1,3800 x 10 ⁶
Coefficiente de Dilatação Térmica Final	°C-1	1,3200 x 10 ⁻⁵

Fonte: EKT3, 2019

Isoladores: Os condutores de energia necessitam de isolamento elétrico de seus suportes e do solo, o que, nas linhas aéreas de transmissão, é feito basicamente pelo ar, auxiliado por isoladores. Nas LTs 500 kV serão utilizados isoladores de suspensão e de ancoragem quádrupla, conforme **Quadro 5.2.3-3**.

Quadro 5.2.3-3 – Dados Técnicos das Cadeias de Isoladores

Tipo	Nº de Isoladores			Área Exposta (m ²)	Peso (kgf)
	Quantidade	Dimensão (mm)	Carga de Ruptura (t)		
Suspensão	24	170 x 330	24	1.346	250
Ancoragem Quádrupla	4 x 25	170 x 330	64	5.612	1.000

Sistema de aterramento: No caso das LTs objeto do presente estudo será utilizado um sistema de aterramento constituído por 4 cabos contrapesos em disposição radial, de aço galvanizado 3/8" SM, com comprimento médio de cabos contrapesos igual a 400 m por torre. A Resistência de aterramento média esperada é de 20 Ω.

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

5.2.4 Número de Circuitos e Fases

As LTs 500 kV foram concebidas em circuito duplo com três fases, cabos condutores do tipo AAAC 1120 - 1158 MCM (61 fios) instalados em um feixe de 4 condutores por fase.

5.2.5 Distâncias de Segurança

Os afastamentos de segurança a serem adotadas no projeto das LTs serão estabelecidos em conformidade com o proposto no item 10 da NBR 5.422/1985 – Projeto de Linhas Aéreas de Transmissão de Energia Elétrica – Procedimentos (**Quadro 5.2.5-1**).

**Quadro 5.2.5-1 – Distâncias de Segurança Conforme NBR 5.422/1985 - LT 500 kV
Terminal Rio – Lagos C1 e C2, LT 500 kV Lagos – Campos 2, C1 e C2 e LT 500 kV
Campos 2 – Mutum C1 e C2**

Item	Natureza da região ou obstáculo atravessado pela linha ou que dela se aproxime	Distância Básica "a" (m)	Distância calculada (m)
1	Locais acessíveis apenas a pedestres	8,7	13
2	Locais onde circulam máquinas agrícolas	9,18	13
3	Rodovias, ruas e avenidas	10,7	13
4	Ferrovias não eletrificadas	11,7	13
5	Ferrovias eletrificadas ou com previsão de eletrificação	14,7	14,7
6	Suporte de linha pertencente à ferrovia	6,7	6,7
7	Águas navegáveis	H + 4,7	H + 4,7
8	Águas não navegáveis	8,7	8,7
9	Linhas de energia elétrica (cabo para-raios)	3,9	3,9
10	Linhas de telecomunicações	4,5	4,5
11	Telhados e terraços	6,7	6,7
12	Paredes	5,7	5,7
14	Instalações transportadoras	5,7	5,7
15	Veículos rodoviários e ferroviários	5,7	5,7
16	Vegetação de preservação	6,7	6,7

Fonte: EKT3, 2019

Nota: Item 7 – H = altura máxima autorizada da embarcação.

Item 16 - Distância a ser medida do ponto mais alto da copa das árvores.

5.2.6 Restrições de Uso e Ocupação do Solo

Os proprietários de terras atravessadas pelas LTs deverão comprometer-se a respeitar as restrições de uso e ocupação do solo na faixa de servidão, tais como:

- Atividades de silvicultura e agroflorestais com espécies arbóreas exóticas de rápido crescimento (eucaliptos, pinos e teca, entre outras) ou de espécies florestais nativas;
- O plantio de frutíferas de porte alto, como mangueira e abacateiro, por exemplo;
- O plantio de culturas que exijam a utilização de fogo;
- Utilização de aviões para dispersão de fertilizantes ou pesticidas;
- Instalações elétricas e mecânicas (sistema de irrigação por pivô central);
- Aeródromos ou aeroportos;
- Depósitos de materiais inflamáveis;
- Depósitos de lixo;
- Áreas recreativas, industriais, comerciais e culturais.

Além dessas restrições, os proprietários devem manter as cercas devidamente seccionadas e aterradas.

A construção de quaisquer edificações na faixa de servidão, inclusive instalações zootécnicas, também não é permitida, pois pode comprometer a operação e a manutenção das LTs.

5.2.7 Características das Subestações

Conforme mencionado anteriormente, o Lote 2 do Leilão ANEEL N° 04/2018 contempla a construção da SE Campos 2 e de um novo pátio de 500 kV na SE Lagos, e o Lote 3 não inclui subestações.

Além disso, também serão necessárias adequações nas demais SEs (Terminal Rio e Mutum) para conexão da LT 500 kV Terminal Rio – Lagos e da LT 500 kV Campos 2 – Mutum. Tais intervenções também são indicadas nesta Seção.

SE Terminal Rio

A SE Terminal Rio (Estação Conversora Terminal Rio; ± 800 kV; 3.850 MW) foi objeto do Leilão ANEEL N° 007/2015, e se encontra em fase de implantação no município de Paracambi – RJ (coordenadas UTM 23K 626.481 S / 7.494.008 E), sob a responsabilidade da empresa *State Grid Brazil Holding S.A.*

A conexão da LT 500 kV Terminal Rio – Lagos nessa subestação demandará a instalação de alguns equipamentos, listados na **Tabela 5.2.7-1**, e que ocuparão uma porção da área já licenciada como parte do Leilão ANEEL N° 007/2015.

**Tabela 5.2.7-1 – Obras Previstas na SE Terminal Rio para Conexão da LT 500 kV
Terminal Rio – Lagos**

Nome	Tensão (kV)	Arranjo de barras	Equipamentos principais	
			Qtde.	Descrição
Terminal Rio	500	DJM	2	Módulos de Entrada de Linha
			2	Módulos de Interligação de Barras
			2	Módulos de Conexão de Reator de Linha - sem Disjuntor
			7	Unidades Monofásicas de Reator de Linha de 16,67 Mvar (LT 500kV T. Rio – Lagos C1 e C2)

Fonte: Edital de Leilão N° 04//2018-ANEEL - Anexo 6-02 – Lote 02 – Instalação de Transmissão - LTs 500 kV T. Rio – Lagos - Campos 2 - CD e SE Campos 2

A **Figura 5.2.7-1**, a seguir, apresenta uma imagem de satélite (Google Earth, 2018) onde pode ser visualizada a SE Terminal Rio, em construção, e o local de conexão da LT 500 kV Terminal Rio – Lagos, representada em azul na Figura.

Figura 5.2.7-1 – SE Terminal Rio



Fonte: Google Earth (Imagem de 28/07/2018).

SE Lagos

A implantação da SE Lagos (SE 345/138 kV Lagos - (9+1Res) x 133 MVA) foi objeto do Lote 2 do Leilão ANEEL N° 02/2018, que teve como vencedora a empresa *Zopone Engenharia e Comércio Ltda.*

A SE Lagos (345/138 kV) se encontra em fase de projeto/planejamento, e será implantada no município de Rio das Ostras - RJ (coordenadas UTM 24K 192.504 S / 7.518.782 E).

Deverá ser ampliada como parte das obras do Lote 2 do Leilão ANEEL N° 04/2018, que contemplam um novo pátio de 500 kV, com a instalação dos equipamentos listados na **Tabela 5.2.7-2**.

Tabela 5.2.7-2 – Obras Previstas na SE Lagos para Conexão da LT 500 kV Terminal Rio – Lagos e da LT 500 kV Lagos – Campos 2

Nome	Tensão (kV)	Arranjo de barras	Equipamentos principais	
			Qtde.	Descrição
Lagos	500	DJM	1	Módulo de Infraestrutura Geral
			4	Módulos de Entrada de Linha
			5	Módulos de Interligação de Barras
			3	Módulos de Conexão de Reator de Barra
			10	Unidades Monofásicas de Reator de Barra de 50 Mvar
			2	Módulos de Conexão de Reator de Linha - sem Disjuntor
			7	Unidades Monofásicas de Reator de Linha de 16,67 Mvar (LT 500kV T. Rio – Lagos C1 e C2)

Fonte: Edital de Leilão N° 04/2018-ANEEL - Anexo 6-02 – Lote 02 – Instalação de Transmissão - LTs 500 kV T. Rio – Lagos - Campos 2 - CD e SE Campos 2

A **Figura 5.2.7-2**, a seguir, apresenta o detalhe do local onde será construída a SE Lagos e os pontos de chegada da LT 500 kV Terminal Rio – Lagos (em azul) e de saída da LT 500 kV Lagos – Campos 2 (em vermelho).

Figura 5.2.7-2 – SE Lagos



Fonte: Google Earth (Imagem de 02/07/2018).

SE Campos 2

A implantação da SE Campos 2, no município de Campos dos Goytacazes – RJ (coordenadas UTM 24K 256.871 S / 7.584.071 E), faz parte do Lote 2 do Leilão ANEEL N° 04/2018, e é objeto deste EIA.

De acordo com o projeto básico, a SE Campos 2 terá dimensões de 318.678 m² (aproximadamente 31,9 hectares), com dimensões de 772 m x 412 m.

A configuração básica da SE Campos 2 é caracterizada pelas instalações listadas na **Tabela 5.2.7-3**, a seguir.

Tabela 5.2.7-3 – Equipamentos previstos para a SE Campos 2

Nome	Tensão (kV)	Arranjo de barras	Equipamentos principais	
			Qtde.	Descrição
Campos 2	500 ⁽¹⁾	DJM	1	Módulo de Infraestrutura Geral
			2	Módulos de Entrada de Linha
			2	Módulos de Interligação de Barras
			2	Módulos de Conexão de Reator de Barra
			7	Unidades Monofásicas de Reator de Barra de 33,3 Mvar
	500 ⁽²⁾	DJM	2	Módulos de Entrada de Linha
			2	Módulos de Interligação de Barras
			1	Módulo de Conexão de Reator de Barra
			4	Unidades Monofásicas de Reator de Barra de 33,3 Mvar
			2	Módulos de Conexão de Reator de Linha - sem Disjuntor
			7	Unidades Monofásicas de Reator de Linha de 20 Mvar (LT Campos 2 - Mutum C1 e C2)

Fontes: Edital de Leilão N° 04//2018-ANEEL - Anexo 6-02 – Lote 02 – Instalação de Transmissão - LTs 500 kV T. Rio – Lagos - Campos 2 - CD e SE Campos 2;
Edital de Leilão N° 04//2018-ANEEL - Anexo 6-03 – Lote 03 – Instalação de Transmissão - LT 500 kV Campos 2 – Mutum CD.

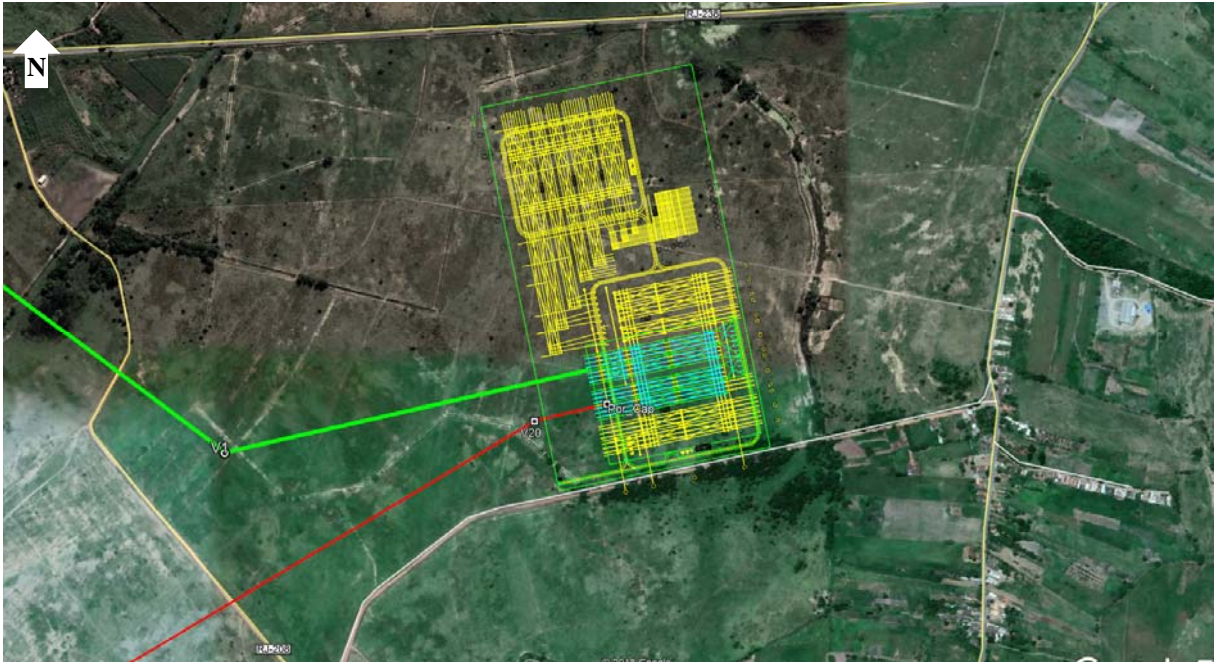
Notas: ⁽¹⁾ Equipamentos necessários para conexão da LT 500 kV Lagos – Campos 2

⁽²⁾ Equipamentos necessários para conexão da LT 500 kV Campos 2 - Mutum

A **Figura 5.2.7-3**, a seguir, apresenta o detalhe do local onde será construída a SE Campos 2 e os pontos de chegada da LT 500 kV Lagos – Campos 2 (em vermelho) e de saída da LT 500 kV Campos 2 - Mutum (em verde).

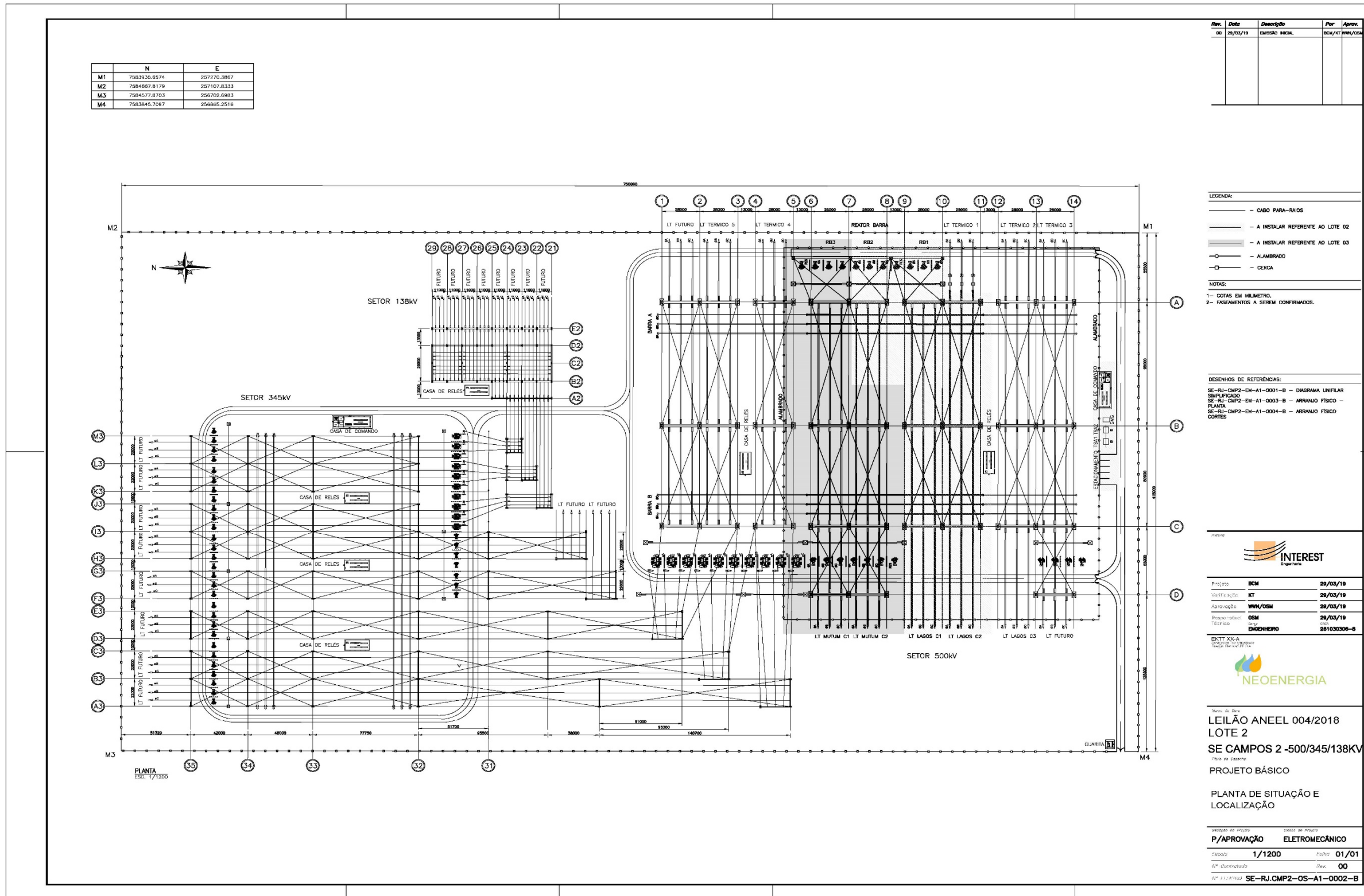
Na sequência, é apresentada a **Figura 5.2.7-4** com o Arranjo Geral da SE Campos 2.

Figura 5.2.7-3 – SE Campos 2



Fonte: Google Earth (Imagem de 14/12/2018).

Figura 5.2.7-4 – Arranjo Geral da SE Campos 2



Fonte: EKTT3,2019

SE Mutum

A SE 500 kV Mutum integra o conjunto de estruturas correspondente ao Lote 6 da 2ª Etapa do Leilão ANEEL N° 013/2015, que foi vencido pelo *Consórcio Olympus*, e se encontra em fase de planejamento. Será implantada no município de Mutum – MG (coordenadas UTM 24K 243.671 S / 7.798.199 E).

A conexão da LT 500 kV Campos 2 - Mutum nessa subestação demandará a instalação de alguns equipamentos, listados na **Tabela 5.2.7-4**, e que ocuparão uma porção da área já licenciada como parte do Lote 6 da 2ª Etapa do Leilão ANEEL N° 013/2015.

Tabela 5.2.7-4 – Equipamentos a serem instalados na SE Mutum para Conexão da LT 500 kV Campos 2 - Mutum

Nome	Tensão (kV)	Arranjo de barras	Equipamentos principais	
			Qtde.	Descrição
Mutum	500	DJM	2	Módulos de Entrada de Linha
			2	Módulos de Interligação de Barras
			2	Módulos de Conexão de Reator de Linha - sem Disjuntor
			7	Unidades Monofásicas de Reator de Linha de 20 Mvar (LT Campos 2 - Mutum C1 e C2)

Fonte: Edital de Leilão N° 04//2018-ANEEL - Anexo 6-03 – Lote 03 – Instalação de Transmissão - LT 500 kV Campos 2 – Mutum CD.

A **Figura 5.2.7-5**, a seguir, apresenta a delimitação da futura SE Mutum (em rosa) e o ponto de chegada da LT 500 Campos 2 - Mutum (em verde).

Figura 5.2.7-5 – SE Mutum



Fonte: Google Earth (Imagem de 21/07/2018).

5.3 Diretrizes para o Projeto Executivo

Na elaboração do Projeto Executivo serão consideradas diversas condicionantes relacionadas ao traçado, à travessia de obstáculos, à faixa de segurança, a exigências legais e a restrições ambientais, as quais estão descritas nas seções a seguir.

O detalhamento do traçado para a elaboração do projeto executivo irá considerar, sempre que necessário, as seguintes condicionantes:

- Nos pontos de mudança de direção das LTs o ângulo máximo adotado será de 60°;
- Os locais de mudança de direção das LTs ficarão preferencialmente localizados em pontos elevados;
- Os locais de mudança de direção serão preferencialmente situados em áreas com solos de boa capacidade de suporte de cargas;
- Serão evitadas áreas com terrenos que exijam altos custos com fundações especiais ou em encostas de inclinação elevada;
- Na impossibilidade de se evitar a instalação de torres em encostas, não será realizada terraplenagem nas mesmas, com formação de um platô para instalação da torre, mas serão instaladas torres com variação nas dimensões das pernas, como mostra a **Figura 5.3-1**, na sequência;
- Será evitado o posicionamento de pontos de mudança de direção das LTs junto a interferências notáveis, tais como estradas, cursos d'água, interferências antrópicas.

É necessário reafirmar que o detalhamento necessário para elaboração do Projeto Executivo poderá sofrer pequenas variações em relação ao traçado ora proposto, mas sempre de maneira pouco significativa e que não invalide o diagnóstico ambiental realizado, que implique em qualquer intensificação nos impactos ambientais negativos previstos ou resulte em impactos ambientais negativos não previstos.

Figura 5.3-1 – Exemplos de Torre Implantada em Encosta: Pernas com Diferentes Alturas



Fonte: JGP, 2019

5.4 Cruzamentos com Infraestruturas Existentes

A diretriz de implantação das LTs procurou minimizar a interferência direta no cruzamento com estradas vicinais, rodovias, outras linhas de transmissão, linhas de comunicação, dutos e outras utilidades.

As principais infraestruturas interceptadas pelo traçado da LT 500 kV Terminal Rio - Lagos são apresentadas no **Quadro 5.4-1**, a seguir.

Quadro 5.4-1 – Principais Infraestruturas Interceptadas pela LT 500 kV Terminal Rio - Lagos

Vértice	Travessia ou Proximidade	Órgão Responsável
V02-V03	LT 500 kV Taubaté – Nova Iguaçu C1	Linhas de Taubaté Transmissora de Energia S.A.
V02-V03	LT 500 kV Adrianópolis – Cachoeira Paulista C1	FURNAS
V02-V03	LT 500 kV Adrianópolis – Resende C1	FURNAS
V02-V03	LT 500 kV Adrianópolis – Cachoeira Paulista C2	FURNAS
V04-V05	DUTO GASRJ10 (Japeri - REDUC)	TRANSPETRO
V08-V09	LT 345 kV Adrianópolis – Itutinga C1	FURNAS
V08-V09	LT 345 kV Adrianópolis – Itutinga C2	FURNAS
V12-V13	Rodovia Municipal	Prefeitura Eng. Paulo Frontin
V13-V14	RJ-121	DER-RJ
V14-V15	RJ-129	DER-RJ
V16-V17	RJ-115	DER-RJ
V19-V20	Duto	TRANSPETRO
V19-V20	RJ-125	DER-RJ
V24-V25	LT 138 kV Rio da Cidade - PCH Piabanha C1	AMPLA
V24-V25	LT 138 kV Rio da Cidade - PCH Piabanha C2	AMPLA
V26-V27	BR-040	DNIT
V27A-V28	Rodovia Silveira da Mota	DER-RJ
V28-V29	RJ-134	DER-RJ
V28-V29	LT 138 kV São José/UHE Ilha dos Pombos	Light
V33-V34	BR-492	DNIT
V38-V39	RJ-148	DER-RJ
V38-V39	LT 69 kV PCH Xavier - Sumidouro	ENERGISA-MG
V39-V40	LT 138 kV UHE Simplício - Rocha Leão CD	FURNAS
V40-V41	BR-492	DNIT
V44-V45	RJ-150	DER-RJ
V44-V45	RJ-146	DER-RJ
V46-V47	LT 138 kV UHE Simplício - Rocha Leão CD	FURNAS
V47-V48	LT 138 kV UHE Simplício - Rocha Leão CD (paralelismo)	-
V47-V48	RJ-146	DER-RJ
V55-V56	LT 138 kV PCH Macabu - Julius ARP	AMPLA
V56-V57	RJ-162	DER-RJ
V58-V59	RJ-163	DER-RJ
V58-V59	LT 138 kV PCH Macabu - Rocha Leão	AMPLA
V59-V62	LT 138 kV PCH Macabu - Rocha Leão (proximidade, mas sem paralelismo)	-
V63-V64	RJ-162	DER-RJ
V63-V64	LT 138 kV UHE Simplício - Rocha Leão CD	FURNAS

Quadro 5.4-1 – Principais Infraestruturas Interceptadas pela LT 500 kV Terminal Rio - Lagos

Vértice	Travessia ou Proximidade	Órgão Responsável
V66-V67	LT 345 kV Macaé – Lago (projeto)	ZOPONE
V66-V67	LT 345 kV Adrianópolis - Macaé Merchant	FURNAS
V66-V67	LT 345 kV Venda das Pedras - Macaé Merchant	FURNAS
V66-V67	LT 138 kV Rocha Leão/Campos C1 + Rocha Leão/Iriri C2	FURNAS
V66-V67	LT 138 kV Rocha Leão - Petrobrás CD	AMPLA
V66-V67	LT 69kV Rocha Leão - Macaé CD	AMPLA
V66-V67	BR-101	DNIT
V66-V67	GASDUC	TRANSPETRO
V67-V68	Ferrovia Centro - Atlântica S.A	FSA

Fonte: EKTT3, 2019

Nos **Quadros 5.4-2 e 5.4-3** são apresentadas as principais infraestruturas interceptadas pelo traçado da LT 500 kV Lagos – Campos 2 e da LT 500 kV Campos 2 – Mutum, respectivamente.

Quadro 5.4-2 – Principais Infraestruturas Interceptadas pela LT 500 kV Lagos – Campos 2

Vértice	Travessia ou Proximidade	Órgão Responsável
V01A-V01B	Ferrovia Centro-Atlântica S.A	FSA
V03-V04	GASDUC	TRANSPETRO
V03-V04	LT 500 kV Lagos - Térmica Martin Azul (projeto)	ARGO
V03-V04	LT 345 kV SE Macaé - SE Lagos (projeto)	AMPLA
V05A-V05B	LT 69 kV Iriri - Imboassica	AMPLA
V05A-V05B	LT 69 kV Rocha Leão - Macaé	AMPLA
V05A-V05B	RJ-168	DER-RJ
V05A-V05B	LT 138 kV Rocha Leão - Petrobás	AMPLA
V05A-V05B	LT 69 kV Macaé - Macaé Merchant	AMPLA
V06-V07	OSDUC	TRANSPETRO
V09-V10	RJ-106	DER-RJ
V09-V10	Fibra ótica	TELEMAR
V11-V12	Duto	TRANSPETRO
V13-V14	Ferrovia Centro - Atlântica S.A	FSA
V14-V15	RJ-196	DER-RJ
V14-V15	Ferrovia Centro - Atlântica S.A	FSA
V15-V16	LD 69 kV Seccionamento - SE Carmo (projeto)	-
V15-V16	RJ-180	DER-RJ
V17-V18	RJ-181	DER-RJ
V17-V18	Ferrovia Centro - Atlântica S.A	FSA
V19-V20	RJ-208	DER-RJ

Fonte: EKTT3, 2019

Quadro 5.4-3 – Principais Infraestruturas Interceptadas pela LT 500 kV Campos 2 - Mutum

Vértice	Travessia ou Proximidade	Órgão Responsável
V01-V02	RJ-208	DER-RJ
V02-V03	RJ-238	DER-RJ
V02-V03	LT 69 kV Campos - Ururai	AMPLA
V03-V04	BR-101	Autopista Fluminense
V03-V04	Ferrovias Centro - Atlântica S.A	FSA
V03-V04	Gasoduto GASCAV	PETROBRÁS
V03-V04	LT 138 KV Campos - Rocha Leão - C2	FURNAS
V04-V05	LT 138 KV Campos - Rocha Leão - C1	FURNAS
V04-V05	LT 345 KV Campos - Macaé - C2	FURNAS
V04-V05	LT 345 KV Campos - Macaé - C1	FURNAS
V04-V05	LT 345 KV Campos - Macaé - C3	FURNAS
V05-V06	RJ-158	DER-RJ
V05-V06	Hidrovia Rio Paraíba do Sul	Capitania dos Portos do RJ
V05-V06	LT 138 KV UTC Furnas - Itava	ENEL
V05-V06	BR-356	DNIT
V05-V06	LT 69 kV UTC Furnas - Vila Nova de Campos	ENEL
V06-V07	LT 69 kV UTC Furnas - Vila Nova de Campos	ENEL
V06-V07	LT 69 kV UTC Furnas - Vila Nova de Campos	ENEL
V07-V08	Mineroduto Minas - Rio	Anglo American Brasil
V07-V08	Ferrovias Centro - Atlântica S.A	FSA
V07-V08	RJ-228	DER-RJ
V07-V08	RJ-204/BR-492	DER-RJ
V09-V10	RJ-230	DER-RJ
V13A-V13B	ES-297	DER-ES
V13B-V13	Mineroduto – Mariana - Porto Ubú	SAMARCO
V13B-V13	Ferrovias Centro - Atlântica S.A	FSA
V13-V14	ES-177	DER-ES
V15-V16	ES-177	DER-ES
V15-V16	LT 69 kV Mimoso do Sul - Santo Antonio do Muqui	-
V16-V17	BR-393	DNIT
V18-V19	ES-387	DER-ES
V20-V21	LT 69 KV Rive - Alegre	EDP Energias Do Brasil
V20-V21	BR-482	DNIT
V22-V23	ES-181	DER-ES
V22-V23	LT 69 KV Anutiba - Alegre	-
V27-V28	ES-484	DER-ES
V29-V30	ES-379	DER-ES
V29-V30	LT 138 KV existente	-
V34-V35	LT 345 KV Ouro Preto - Vitória	FURNAS
V35-V36	BR-262	DNIT

Fonte: EKT3, 2019

As principais travessias de cursos d'água são identificadas na **Seção 6.2.2.2**.

Os critérios de projeto adotados para minimizar a interferência direta nestes cruzamentos são resumidos a seguir, na **Tabela 5.4-1**.

Tabela 5.4-1 – Critérios de Projeto Adotados para Cruzamento de Interferências

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

Fonte: EKTT3, 2019.

5.5 Restrições Ambientais

Além dos critérios técnicos de engenharia, o estudo de traçado das LTs, detalhado no **Capítulo 3.0**, considerou fatores ambientais para minimização das interferências com os meios físico, biótico e socioeconômico e a consequente redução ou eliminação dos potenciais impactos ambientais decorrentes do projeto. Os seguintes critérios ambientais serão considerados também durante a etapa de detalhamento do Projeto Executivo:

- O traçado das linhas de transmissão manterá, sempre que possível, a proximidade com caminhos já existentes, como forma de diminuir os impactos da abertura de novos acessos e facilitar as operações de instalação e manutenção;
- Serão evitadas, tanto quanto possível, as interferências com benfeitorias ou imóveis localizados ao longo do traçado, incluindo bairros rurais, casas isoladas, silos e áreas ocupadas com cultivos intensivos ou permanentes;
- O traçado evitará interferências com vegetação nativa que apresente restrições à supressão, sempre que possível;
- Serão evitados ao máximo os percursos em áreas de preservação permanente, principalmente na longitudinal, buscando o traçado de menor extensão nas proximidades dos cursos d'água;
- Será evitado o isolamento de pequenos fragmentos de vegetação nativa que impossibilitem a permanência da fauna residente ou visitante;
- Será evitado o corte raso de vegetação em áreas que funcionem como corredores de fauna entre fragmentos maiores.

5.6 Medidas de Segurança

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

5.7 Aspectos Construtivos

A seguir é feita a descrição dos principais aspectos dos métodos executivos a serem empregados na implantação das LTs, com ênfase nas atividades com maior potencial impactante. Essa descrição abrange somente os procedimentos executivos padronizados para obras de implantação de linhas de transmissão, excluindo as tarefas complementares e/ou a adequação dos procedimentos para efeitos de mitigação de impactos, o que será especificado de forma detalhada na descrição dos Programas Ambientais (**Capítulo 8.0**).

Para avaliação dos impactos, as atividades de implantação foram agrupadas como segue:

- Serviços Preliminares
 - Levantamentos topográficos
 - Delimitação da faixa de servidão
 - Serviços preliminares de supressão, destocamento e limpeza da vegetação
- Obras Civas
 - Implantação/adequação de caminhos de serviço
 - Execução das fundações
- Montagens Eletromecânicas
 - Montagem das estruturas
 - Instalação dos cabos condutores, para-raios e acessórios
- Desmobilização e Recuperação de Frentes de Obra
- Operação e Manutenção

As Seções a seguir descrevem sucintamente os aspectos mais relevantes de cada uma dessas atividades.

5.7.1 Serviços Preliminares

Levantamentos e Marcações Topográficas

Os serviços topográficos incluem os levantamentos de campo necessários à marcação final da diretriz de traçado proposta, com a locação definitiva do eixo das linhas de transmissão e posicionamento das torres.

Os proprietários das áreas na projeção da faixa de servidão a ser implantada deverão ser notificados com antecedência ao início dos serviços de marcação topográfica. Os serviços de topografia deverão obedecer as condicionantes ambientais, de forma a minimizar impactos adicionais aos intrinsecamente relacionados à implantação das LTs.

A abertura de picadas para execução de levantamento topográfico e sondagens ocorrerá após a emissão de Autorização para Abertura de Picada (ASV-PIC), pelo IBAMA, e mediante autorização do proprietário da área. Serão respeitados os quantitativos autorizados pelo órgão ambiental.

Delimitação da Faixa de Servidão

Os proprietários afetados serão contatados para solicitação de Autorização de Passagem para a Linha de Transmissão e para execução dos levantamentos topográficos. As áreas localizadas na projeção da faixa de servidão serão consideradas em regime de servidão e terão sua demarcação estabelecida por Decreto de Utilidade Pública (DUP). Os proprietários afetados serão indenizados de acordo com o tipo de servidão, que poderá ser de passagem da linha, ou permanente, no caso das torres. As indenizações serão estabelecidas segundo métodos diretos e indiretos, de acordo com a NBR-14.653/2004 - para Avaliação de Bens Imóveis.

O detalhamento do projeto de implantação da faixa de servidão é responsabilidade do Empreendedor. As diversas etapas de desenvolvimento do processo de delimitação da faixa de servidão estão descritas a seguir.

- Definição da Faixa de Servidão de Passagem;
- Realização de cadastro topográfico e de propriedades junto a cartórios de registro de imóveis, ou outros pertinentes;
- Realização de pesquisa sobre valores imobiliários de mercado na região;
- Avaliação das indenizações junto aos proprietários;

- Realização de acordos com os proprietários ou Ação Judicial;
- Emissão de Decreto de Utilidade Pública;
- Registro de escritura pública de servidão de passagem por propriedade, no caso de terrenos titulados, em que constem as restrições de uso e ocupação do solo à área delimitada, ou Contrato Particular de Servidão.

Todas as negociações com os proprietários serão conduzidas de modo a assegurar a realização de acordos para o pagamento das indenizações devidas. A liberação das áreas para implantação das Linhas de Transmissão será simultânea ao acordo indenizatório. Os eventuais casos de litígio deverão ser decididos em ações judiciais, ou estarão sujeitos a processos de desapropriação por utilidade pública.

Serviços Preliminares de Supressão, Destocamento e Limpeza da Vegetação

Os serviços preliminares de supressão, destocamento e limpeza constituem o conjunto de operações destinadas a liberar as áreas para implantação de novos caminhos de acessos, faixa de lançamento de cabos, praças de trabalho para implantação das torres, e canteiros de obras (se necessário).

A supressão da vegetação consiste no corte de árvores e arbustos de qualquer porte, na roçada e na remoção de galhos. O destocamento, que será realizado apenas nos novos caminhos de acesso, compreende as operações de escavação e remoção total de tocos de árvores com diâmetro superior a 30,0 cm e raízes. A sequência de execução dos serviços será:

- Supressão de vegetação, destocamento (apenas nos novos acessos) e limpeza para abertura de novos caminhos de acesso;
- Supressão da vegetação nas áreas de implantação das torres, as quais, pela sua dimensão, também servirão como áreas de montagem das estruturas das torres;
- Supressão da vegetação em uma faixa de 6,0 m de largura no centro da faixa de servidão, para as atividades de topografia complementar e sondagem, lançamento dos cabos da linha de transmissão e circulação, nas áreas em que a topografia permitir acessar as torres usando a própria faixa de servidão. Essa faixa de serviço estará dentro dos limites da faixa de servidão, sem necessidade de desmatamento de áreas adicionais;
- Desobstrução da faixa de servidão (negociação com proprietários, supressão da vegetação e remoção de benfeitorias, se houver), que terá 70,0 m de largura para

as LTs 500 kV, de forma a permitir a implantação, operação e manutenção das linhas de transmissão. Além da faixa de serviço de 6,0 m para lançamento dos cabos e circulação, onde deverá ser realizado o corte raso da vegetação, no restante da faixa de servidão a supressão deve ser realizada de forma seletiva, para garantir a segurança na operação das LTs e de seus componentes;

- Nas áreas com restrições ambientais (Áreas de Preservação Permanente ou no cruzamento com formações florestais significativas), será sempre avaliada a possibilidade de reduzir a largura dessa faixa central de trabalho, de modo a minimizar a supressão nestas áreas;
- As operações de supressão da vegetação e destocamento (apenas nos novos acessos e fora de APP) serão executadas mediante a utilização de equipamentos adequados e autorizados pelos órgãos ambientais, quando for o caso. A remoção dos indivíduos arbóreos encontrados nos serviços descritos acima será feita de forma cuidadosa, respeitando-se o seguinte:
 - A intervenção para supressão de vegetação nativa será feita mediante autorização dos proprietários e dentro dos limites e condições autorizados pelo IBAMA;
 - Os serviços de supressão de vegetação, destocamento e limpeza restringir-se-ão às áreas previamente autorizadas, de forma seletiva, com a demarcação das árvores a serem suprimidas;
 - As motosserras utilizadas deverão estar devidamente licenciadas pelo IBAMA;
 - Antes do início dos serviços os encarregados das frentes de obra serão orientados sobre as áreas autorizadas para supressão de vegetação;
 - O corte de indivíduos arbóreos será feito no sentido oposto ao do corpo da mata, de forma a impedir a queda desnecessária de outras árvores;
 - Os indivíduos arbóreos adjacentes à faixa de servidão e que, devido às suas dimensões ou estado, representarem situação de risco à operação e manutenção do sistema, serão preventivamente suprimidos;
 - O material lenhoso resultante do corte ficará à disposição para o uso pelo proprietário da área;
 - Material de galhada deverá ser picotado e espalhado nos limites da faixa de servidão.

5.7.2 Obras Civas

Implantação/Adequação de Caminhos de Serviço

Para efeitos de avaliação ambiental, os caminhos de serviço necessários à construção das LTs englobarão tanto as vias especialmente construídas quanto aquelas da rede viária existente. Essas vias serão utilizadas para permitir o trânsito de equipamentos e veículos a serviço das obras, com a finalidade de interligar os acessos existentes às frentes de obra e canteiros (acessos provisórios). Também são incluídos os acessos implantados na faixa de servidão, onde a topografia permitir, os quais serão mantidos na etapa de operação (definitivos).

Antes do início dos serviços será elaborada uma planta-chave que indique as estradas principais da região, identificando, a partir delas, as estradas secundárias e particulares, vias vicinais, caminhos e trilhas existentes, cujos traçados serão utilizados como acesso a cada torre e aos canteiros de obra. Também serão incluídos nesta planta-chave os acessos novos planejados.

Os acessos serão estruturados para suportar o tráfego dos veículos e equipamentos a serviço das obras durante o período de execução das mesmas. Os caminhos de serviço pela faixa de servidão, definitivos, servirão à operação do sistema, possibilitando o tráfego de veículos e atividades de manutenção.

Com a utilização prioritária de caminhos existentes e da faixa de servidão, evitando ao máximo a implantação de novos acessos, pretende-se reduzir os impactos relacionados à supressão de vegetação, erosão e assoreamento de cursos d'água.

Nos locais em que as características do solo não oferecerem suporte para o trânsito dos equipamentos e veículos, serão implantadas estivas utilizando troncos resultantes dos serviços de desmatamento, cujas características de diâmetro e resistência da madeira sejam adequadas a esse tipo de serviço.

A preparação dos caminhos de acesso será executada mediante a utilização de equipamentos adequados e do emprego acessório de serviços manuais. Os caminhos de serviço deverão possuir as condições de rampa, de desenvolvimento e de drenagem necessárias à utilização racional dos equipamentos e veículos. Os caminhos de acesso serão adequadamente mantidos ao longo da construção das LTs.

Para utilização das vias existentes é necessário que haja um plano de conservação, de forma a garantir a perfeita utilização das mesmas em condições de trafegabilidade e segurança.

A implantação de novos caminhos de serviço contemplará os serviços preliminares de supressão, destocamento e limpeza da vegetação, e também a regularização do subleito, visando a conformar a camada final da terraplenagem, assegurando condições adequadas em termos geométricos e de compactação. Para tanto, serão utilizados, quando necessários, tratores de esteira, patrol, grades de disco, pás-carregadeiras e caminhões basculantes.

A regularização do subleito, quando necessária, compreenderá as seguintes atividades:

- Conformação e escarificação, cuja atuação será orientada por marcos topográficos;
- Pulverização e homogeneização de materiais secos, com a atuação da grade de discos movimentada por trator agrícola;
- Correção e homogeneização do teor de umidade do solo. Caso o teor de umidade apresente-se abaixo do limite máximo especificado, proceder-se-á ao umedecimento da camada, com uso de tanque irrigador. Se, por outro lado, o teor de umidade de campo exceder o limite superior especificado, o material será aerado, mediante ação conjunta da grade de discos e da motoniveladora;
- Compactação.

Na implantação dos novos acessos serão adotados os seguintes procedimentos de preservação ambiental:

- Na execução dos serviços de terraplenagem serão consideradas as fragilidades dos solos locais, de modo a minimizar os impactos;
- Os caminhos de serviço somente serão executados com acompanhamento e orientação relacionada à proteção ambiental;
- Os taludes de corte ou aterro resultantes dos serviços de terraplenagem para abertura de estradas de serviços serão constantemente monitorados durante o período de obras, sendo permanente a adoção de medidas de controle de erosão e de disciplinamento do escoamento de águas pluviais.

Como medidas gerais para os acessos, têm-se:

- As estradas de serviço serão permanentemente conservadas durante as obras, de forma a assegurar a condição segura de utilização;

- Os acessos terão sistemas de drenagem superficial provisório, de forma a minimizar os processos erosivos e o carreamento de materiais dos acessos para áreas adjacentes, além do acúmulo de água nas pistas;
- As travessias de drenagens perenes ou intermitentes serão providas de bueiros com dimensões adequadas à contribuição fornecida pela bacia;
- Alguns acessos serão mantidos na fase de operação, utilizados para serviços de manutenção das LTs, principalmente ao longo da faixa de servidão. Esses deverão ser de uso controlado.

Execução das Fundações

A execução das fundações previstas no Projeto Executivo das LTs tem como condicionantes principais os esforços solicitantes e o tipo de solo local. Os principais procedimentos construtivos são descritos detalhadamente a seguir:

- Escavação das Valas

A escavação das cavas das fundações será executada de acordo com as dimensões, cotas e declividades indicadas no projeto.

A escavação compreenderá a remoção dos diferentes tipos de solo, desde a superfície do terreno até a cota indicada no projeto. No caso de obras próximas a áreas urbanizadas, antes do início dos trabalhos a empresa contratada para a execução dos serviços deverá verificar possíveis interferências com tubulações, cabos ou outros elementos existentes na área abrangida pela escavação.

O material escavado que for passível de aproveitamento para reaterro será estocado na lateral da cava, a uma distância de 2,0 m da mesma. Os materiais inservíveis ou excedentes para as operações de reaterro serão espalhados na própria faixa de servidão, visando à eliminação da necessidade de bota-fora.

A utilização de material de empréstimo para a execução do reaterro das fundações das torres, quando necessária, será feita a partir de áreas previamente autorizadas e em condições especiais, de forma a não causar danos ambientais nas mesmas.

Quando a escavação em terreno de boa qualidade atingir a cota de projeto, será feita a regularização e a limpeza do fundo da cava.

Enquanto a vala estiver aberta, antes da concretagem, esta deverá ser cercada ou coberta, para evitar a queda de espécimes de fauna.

Mais uma vez é importante ressaltar que para as torres a serem implantadas em encostas não serão realizados cortes para execução de platôs, mas serão utilizadas torres com pernas de alturas diferentes, conforme mostrado nos exemplos da **Figura 5.3-1**.

- Escoramento

Nos locais em que o solo não tiver capacidade de suporte para as paredes da escavação, será utilizado escoramento com pranchas de madeira. Basicamente serão utilizados dois tipos de escoramentos: contínuo e descontínuo, que deverão ser executados segundo a seguinte sequência:

- Escoramento contínuo: será empregado quando o solo local revelar baixa resistência ao cisalhamento e/ou estiver situado abaixo do lençol freático e/ou quando outras circunstâncias exigirem uma contenção estanque das paredes da vala. Serão utilizadas, neste caso, estacas de madeira com bordas de encaixe (tipo macho-fêmea) ou escoramento metálico-madeira, com longarinas e estroncas;
- Escoramento descontínuo: será empregado onde o solo local apresentar alguma coesão e estiver acima do lençol freático. Serão utilizadas, neste caso, tábuas distanciadas, no máximo, 50,0 cm entre si, com longarinas e estroncas. Não serão aceitas peças que apresentem empenamento excessivo, estanqueidade deficiente por falta de ajuste dos bordos, lascamento da madeira ou ferrugem excessiva nos perfis, com reduções consideráveis da seção.

O reaproveitamento de madeira para estroncas e escoramento ficará sujeito à prévia aprovação da equipe de supervisão do empreendedor, que poderá solicitar a retirada das peças que apresentarem algum defeito, mesmo depois de cravadas.

- Esgotamento

Quando a escavação atingir o lençol d'água, será realizada drenagem permanente da vala até a finalização dos serviços. A drenagem do fundo da vala de escavação será feita com a implantação de valetas, nas quais serão colocados tubos perfurados e realizado o preenchimento com brita. As valetas terão inclinação para um poço drenante, onde será instalada uma bomba de esgotamento submersível. A bomba retirará o excesso de água acumulada no interior da escavação e, através de tubulação flexível, lançará o volume captado para fora da frente de obra.

- Reaterro

O material a ser utilizado no reaterro das escavações deverá ser homogêneo, isento de matéria orgânica e de material micáceo. O material inadequado para reaterro será destinado a bota-fora habilitado.

Os reaterros serão executados com cuidados especiais, de forma a resguardar as estruturas de possíveis danos, causados por impacto dos equipamentos utilizados ou por carregamentos exagerados e/ou assimétricos. A execução deverá se processar pelo lançamento em camadas de espessura compatível com o equipamento utilizado.

Para a execução correta dos serviços de reaterro são utilizados usualmente sapos mecânicos com o mínimo de 15 golpes por setor de cada camada de 15 cm de espessura, e compactadores vibratórios que poderão ser utilizados nas camadas superiores do reaterro. A compactação, assim obtida, deverá atingir um grau de 95% da densidade seca do Proctor Normal, sendo a espessura da camada final igual a 20,0 cm.

- Execução das Sapatas e dos Blocos de Coroamento das Estacas

Os blocos deverão ser executados sobre leito de concreto magro com pelo menos 5,0 cm de espessura, para regularização do terreno ou ancorado em rocha. A aplicação de concreto magro e a confecção propriamente dita da fundação deverão ser realizadas em locais drenados, não sendo permitido o bombeamento durante o período de concretagem. Uma vez feita a camada de regularização, serão montadas as armaduras e as formas de madeira. Na sequência, será feita a limpeza no interior da forma, para a concretagem. O concreto será lançado no interior da forma com a utilização de calha de madeira, alimentada diretamente do caminhão betoneira. Após a concretagem, será obedecido o período de cura do concreto para posterior desforma.

- Execução de Estacas Pré-Moldadas

As estacas a serem utilizadas serão pré-moldadas, de concreto vibrado, centrifugado ou protendido. O processo de execução das fundações profundas com estacas pré-moldadas será o seguinte:

- Verificação da verticalidade de cada estaca;
- Posicionamento e cravação das estacas com bate-estaca por gravidade ou bate-estaca a diesel. As estacas serão cravadas com o tipo mais pesado de bate-estaca disponível e

que possa garantir o máximo de cravação sem causar dano à estaca. Durante a cravação das estacas deverá ser utilizado um coxim adequado entre o cabeçote e a cabeça da estaca. A cabeça da estaca, depois da cravação, deverá ficar acima da cota de arrasamento prevista, de forma que a armadura longitudinal dessa parte possa ser embutida nos blocos de fundação;

- Arrasamento da cabeça das estacas através da remoção do concreto existente nas estacas acima do nível de arrasamento, deixando a armadura livre e limpa para ser embutida no bloco de fundação.

- Execução de tubulões

Os tubulões serão executados em concreto armado. As escavações poderão ser efetuadas manualmente ou com emprego de equipamentos mecânicos. Os tubulões escavados manualmente só podem ser executados acima do nível do lençol d'água ou em casos especiais em que seja possível bombear a água interior sem que haja risco de desmoronamento ou perturbação do solo de fundação. Quando houver risco de desmoronamento deve-se utilizar, total ou parcialmente, escoramento de madeira, aço ou concreto. A escavação do fuste irá até a cota de assentamento do tubulão indicada no projeto. Após o processo de escavação, proceder-se-á à concretagem do tubulão com concreto simplesmente lançado da superfície através de funil de comprimento adequado, para evitar que o concreto resvale nas paredes da escavação.

- Execução de estacas helicoidais

As estacas helicoidais poderão ser executadas conforme definições do projeto executivo e em conformidade com especificações do fabricante das hastes. Se utilizadas, estas deverão ser ensaiadas e o equipamento de aplicação das hastes deverá estar dimensionado para as cargas compatíveis com os carregamentos das torres.

5.7.3 Montagens Eletromecânicas

Montagem das Estruturas das Torres

As estruturas metálicas das torres serão montadas nas praças de montagem preparadas. A montagem será efetuada através de seções pré-montadas no solo, podendo o içamento ser efetuado com guindaste ou manualmente, utilizando mastro (pau-de-carga). Serão seguidas as

seguintes diretrizes de operação:

- Será dada preferência a procedimentos que reduzam a abertura de áreas destinadas às atividades de montagem das Linhas de Transmissão, com a otimização de equipamentos de grande porte, de forma a preservar as áreas a serem atingidas;
- Os serviços de montagem restringir-se-ão às áreas previstas para cada frente de montagem;
- As frentes de trabalho próximas a áreas habitadas serão devidamente isoladas com tapumes, cercas e sinalizações, de forma a evitar quaisquer acidentes ou incômodos à população.

Instalação dos Cabos Condutores, Para-raios e Acessórios

A instalação do aterramento será feita antes do lançamento dos cabos para-raios, em valetas de 0,50 a 0,80 m de profundidade, de maneira a tornar a resistência de aterramento compatível com o desempenho desejado e a segurança de terceiros. O aterramento restringir-se-á à faixa de segurança da LT e não interferirá com outras instalações existentes com atividades desenvolvidas dentro da faixa.

O Empreendimento em questão atravessará o rio Paraíba do Sul, navegável, sendo, portanto, necessária a elaboração de projetos de travessia específicos com aprovação do órgão competente (Capitania dos Portos do Rio de Janeiro).

Nos locais de travessia de LTs existentes, rodovias, ferrovias, hidrovias e cursos d'água, será implantado sistema específico de sinalização, possibilitando o desenvolvimento dos trabalhos com segurança, tanto das equipes quanto dos demais elementos afetados.

Os cabos condutores e para-raios serão montados a partir de frentes de lançamento, sob tensão mecânica controlada automaticamente ou por arraste, dependendo do local, até ser obtido o nivelamento recomendado pelo projeto para cada vão das Linhas de Transmissão, e na sequência será realizado o grampeamento dos mesmos.

No processo de lançamento dos cabos serão adotados os seguintes procedimentos:

- A área ocupada por cada frente de lançamento restringir-se-á ao mínimo necessário;
- Após a utilização da área pela frente de lançamento, serão reestabelecidas as condições originais do local;

- Será adotada sinalização de segurança de trabalho específica para cada frente e faixa de lançamento;
- O lançamento do cabo será realizado com a utilização dos equipamentos puller e freio de forma sincronizada e somente na faixa de lançamento (70 x 100 m), de forma a evitar intervenções em áreas externas;
- Serão instaladas estruturas de proteção entre os cabos a serem lançados e as interferências, tais como rodovias, cursos d'água, outros tipos de linhas e redes elétricas. Nesses casos também será implantada sinalização específica.

5.7.4 Comissionamento

Na fase de comissionamento das obras, será inspecionado o estado final dos componentes das LTs e dos itens listados a seguir:

- Áreas florestais remanescentes;
- Preservação das culturas;
- Vãos livres de segurança, verticais e laterais, entre árvores e as LTs;
- Limpeza de proteção contrafogo;
- Proteção contra erosão e ação das águas pluviais;
- Reaterro das bases das estruturas;
- Estado dos corpos de água.

5.7.5 Desmobilização e Recuperação de Frentes de Obra

Em todas as frentes de obra será feita a recuperação ambiental da área, com a remoção de todos os equipamentos e restos de materiais. Na sequência, será realizada a recomposição da cobertura vegetal original ou a forração, no caso das áreas dentro da faixa de servidão. A recuperação das áreas de trabalho utilizadas é parte integrante dos serviços de construção, sendo responsabilidade dos respectivos executantes dos serviços.

5.7.6 Operação e Manutenção

A operação e o controle das LTs serão efetuados pelas Subestações existentes nas extremidades, as SEs Terminal Rio, Lagos e Mutum, assim como pela Subestação nova de Campos 2, a ser construída.

Na operação, serão realizadas inspeções técnicas pela equipe de manutenção das LTs.

A inspeção periódica das LTs poderá ser efetuada por via terrestre, utilizando as vias de acesso existentes ou construídas previamente durante as obras, ou por via aérea, utilizando aviões, helicópteros e/ou drones, sendo os serviços sempre registrados em um diário de manutenção.

As inspeções podem ser detalhadas, incluindo subidas nas torres para avaliar as condições das estruturas. A periodicidade dessas inspeções é variável.

Os serviços de manutenção preventiva (periódica) e corretiva (restabelecimento de interrupções) caberão a equipes de manutenção do Empreendedor, que trabalharão em regime de plantão e estarão alocadas em escritórios regionais, em condições de atender prontamente às ocorrências.

Nas inspeções das LTs deverão ser observadas as condições de equipamentos, acesso às torres e também a situação da faixa de servidão, visando a preservar as instalações e garantir a adequada operação do sistema.

Será realizada a manutenção dos acessos, de forma a mantê-los trafegáveis, com sistemas de drenagem, obras de arte, porteiras e colchetes em bom estado de conservação e compatíveis com as demandas locais.

5.8 Áreas de Apoio

Nesta Seção são descritas as principais instalações de apoio previstas para a execução das obras das LTs.

5.8.1 Canteiros de Obra

Para a construção das LTs estão previstos 16 canteiros de obras, sendo 2 principais e 14 secundários.

Os canteiros serão compostos pelas seguintes instalações:

- Escritórios Administrativos
- Almoxarifado
- Cozinha e Refeitório
- Banheiros e Vestiários
- Carpintaria
- Central de Armação
- Central de Concreto Usinado
- Oficina
- Depósito de Materiais
- Guarita

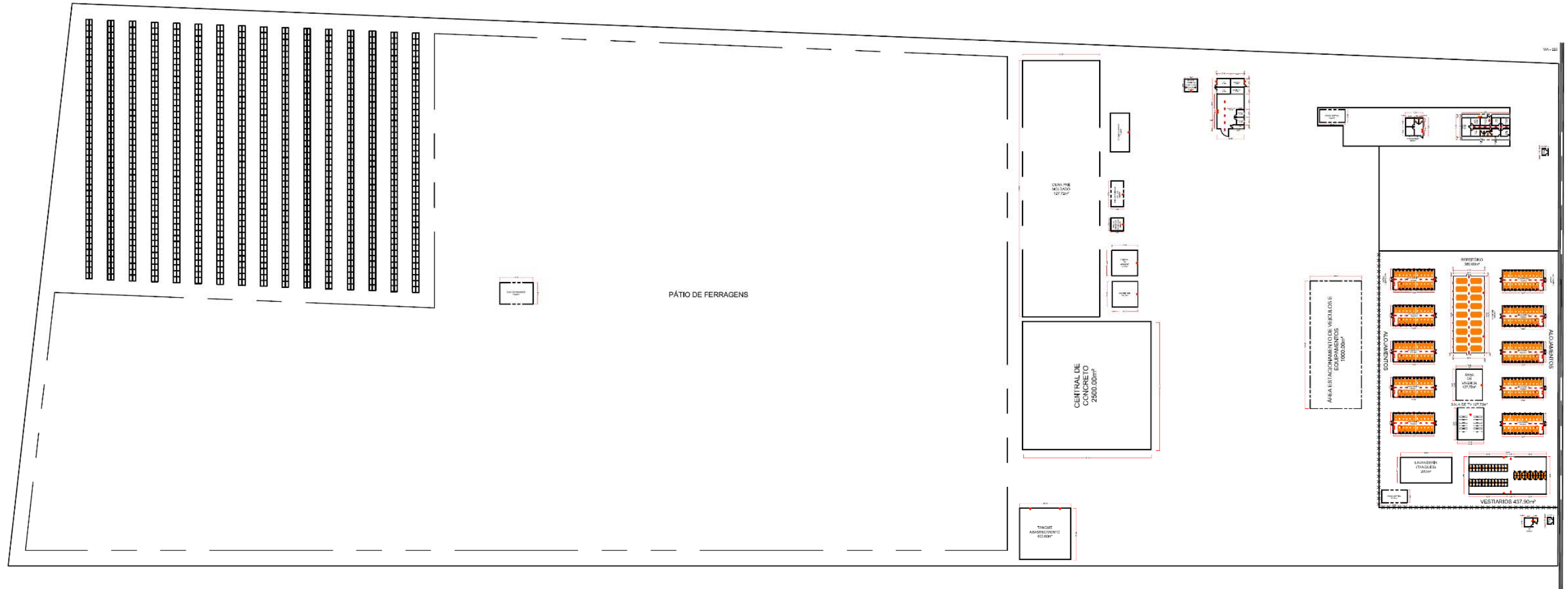
A estas instalações, que são mostradas no arranjo básico dos canteiros principais e de apoio, respectivamente nas **Figuras 5.8.1-1** e **5.8.1-2**, a seguir, são acrescentados ainda um Abrigo de Resíduos e um Ambulatório para atender às exigências da NR 18.

Nesta fase do Licenciamento não é possível indicar os terrenos onde serão implantados os canteiros, mas estima-se que os canteiros principais serão implantados nas cidades de Três Rios / RJ e Alegre / ES. Os canteiros secundários, por sua vez, serão implantados nas cidades de Paracambi / RJ (canteiro da SE), Paracambi / RJ, Vassouras / RJ, São José do Vale do Rio Preto / RJ, Bom Jardim / RJ, Rio das Ostras / RJ (canteiro para SE), Macaé / RJ, Carapebus / RJ, Campos dos Goytacazes / RJ, Campos dos Goytacazes / RJ (canteiro da SE), Mimoso do Sul / ES, Muniz Freire / ES, Mutum / MG (canteiro da SE) e Mutum / MG.

A indicação do local exato dos canteiros, que ficará a cargo da Construtora, será apresentada ao IBAMA por ocasião da solicitação da Licença de Instalação (LI).

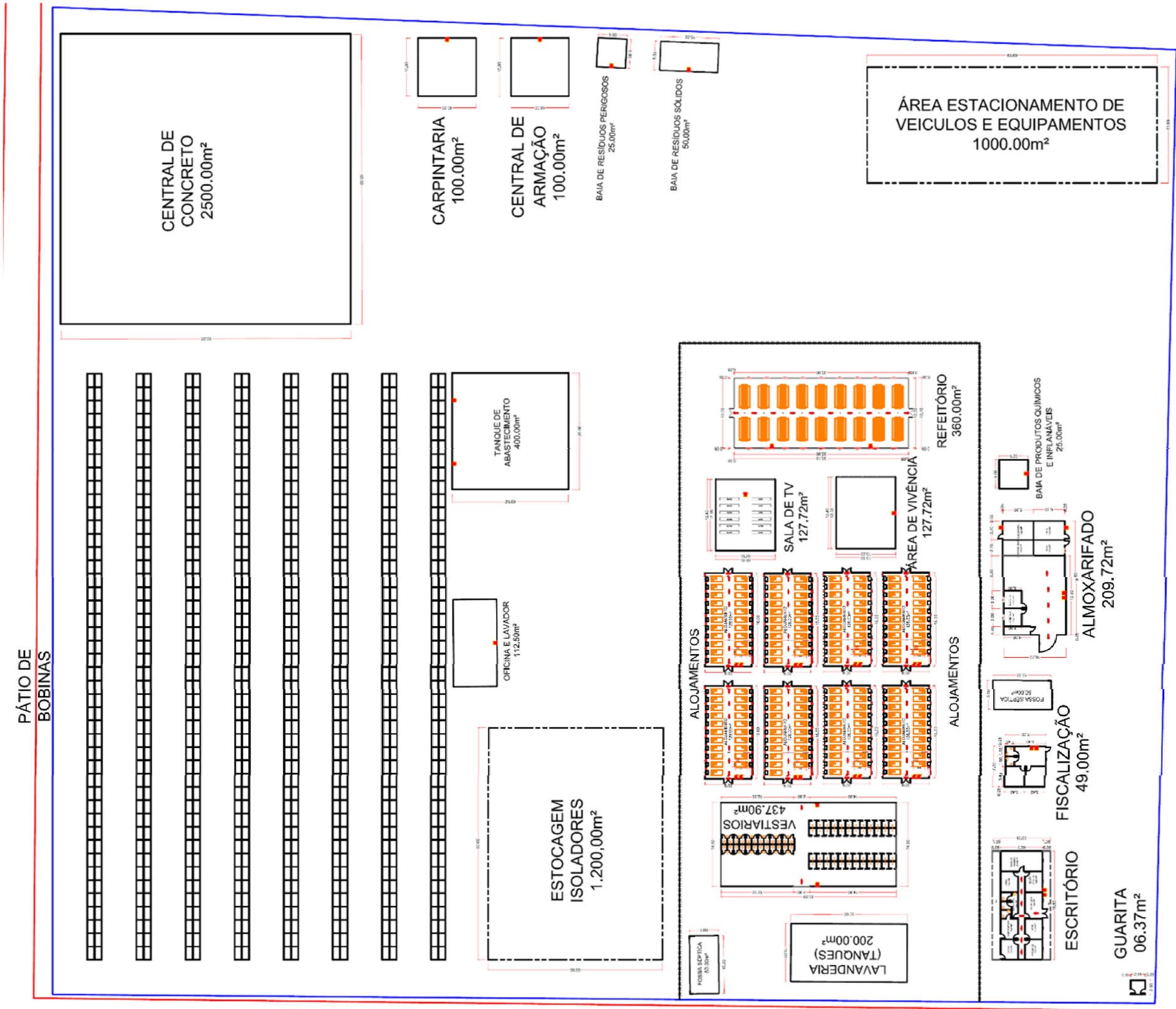
A escolha dos municípios que abrigarão os canteiros de obras levou em consideração a existência de infraestrutura adequada de telecomunicações, estradas, hotéis, restaurantes e hospitais, de forma a propiciar aos trabalhadores conforto mínimo, facilidades de lazer e atendimento rápido em casos de emergência.

Figura 5.8.1-1 – Arranjo Básico dos Canteiros de Obras Principais (Área de Aproximadamente 11 hectares)



Fonte: EKT 3, 2019

Figura 5.8.1-2 – Arranjo Básico dos Canteiros de Apoio (Área de Aproximadamente 5 hectares)



Fonte: EKTT 3, 2019

Os critérios a serem adotados na busca dos terrenos para implantação dos canteiros, na fase de LI, serão: (i) acessibilidade, com a indicação de áreas localizadas às margens de rodovias e preferencialmente pavimentadas; (ii) ausência de fragmentos florestais, limitado a árvores isoladas em alguns casos; (iii) topografia plana, sem necessidade de movimentação de volumes significativos de terra; (iv) proximidade com o traçado e ao mesmo tempo com os centros urbanos; e, como já mencionado acima, (v) acesso entre o canteiro e as frentes de obras sem necessidade de cruzar a área urbana do município.

Se possível, o abastecimento de água para os canteiros será efetuado através da rede pública, com o devido acompanhamento sobre a oferta dos serviços nessas cidades. No caso de indisponibilidade de rede pública de abastecimento de água, serão utilizados poços ou captação em cursos d'água próximos, desde que obtidas as devidas outorgas. Nesse caso, para consumo dos trabalhadores será adquirida água mineral potável em garrações.

Os efluentes sanitários, por sua vez, serão direcionados para a rede pública, se houver, ou para fossas sépticas. Nas oficinas e áreas de abastecimento, os efluentes (águas oleosas) oriundos das lavagens e lubrificação de equipamentos e veículos serão encaminhados para caixas coletoras e de separação de água e óleo, para posterior remoção do óleo através de caminhões sugadores ou de dispositivos apropriados, para posterior encaminhamento aos locais mais próximos para refino ou disposição final adequada.

As cozinhas deverão ser dotadas de caixas de gordura. Para lavanderias, pias e chuveiros dos sanitários poderá ser utilizado tratamento simplificado para reuso da água na lavagem das instalações do canteiro e das bicas das betoneiras. Para tanto, deverão ser priorizados tipos de sabão com baixo conteúdo de fósforo.

Os locais destinados à lavagem das bicas das betoneiras deverão contar com bacia de sedimentação, e recirculação do efluente.

5.8.2 Instalações de Apoio nas Frentes de Obra

As frentes de obra contarão com infraestrutura para descanso dos operários, em local coberto, servido de água, lixeira e tenda sanitária. Os pontos de apoio serão escolhidos em áreas planas, sem presença de vegetação nativa e, de preferência, em terrenos já degradados.

5.8.3 Áreas de Empréstimo e Bota-Fora

O material proveniente da escavação das fundações das torres será removido e armazenado em área próxima à frente de obra para posterior utilização em reaterro, nas áreas de PRAD ou para ser espalhado de maneira controlada na própria faixa de servidão. Excepcionalmente, o material inservível poderá ser disposto em bota-fora autorizado pelo Órgão Ambiental, ou aproveitado para a eventual recuperação de caminhos de acessos.

Inicialmente, estima-se que não haverá necessidade de retirar material de áreas de empréstimo. No entanto, se verificada essa demanda, será escolhida área autorizada pelo Órgão Ambiental.

5.9 Condicionantes Logísticas

5.9.1 Cronograma

As obras de implantação das Linhas de Transmissão serão realizadas em um prazo total de 18 meses, conforme mostra o cronograma a seguir (**Figura 5.9.1-1**).

Figura 5.9.1-1 – Cronograma de Implantação das LTs

CRONOGRAMA PREVISTO DE CONSTRUÇÃO - Lote 2																			
Atividade	LI	Mês 01	Mês 02	Mês 03	Mês 04	Mês 05	Mês 06	Mês 07	Mês 08	Mês 09	Mês 10	Mês 11	Mês 12	Mês 13	Mês 14	Mês 15	Mês 16	Mês 17	Mês 18
LT 500 kV Terminal Rio - Lagos, CD, C1 e C2, com 222 km cada LT 500 kV Lagos - Campos 2, CD, C1 e C2, com 94 km cada SE 500 kV Campos 2 SE 500 kV Lagos (sem transformação)		Início das Obras																	
Construção e Montagem		Construção e montagem																	
LT 500 kV Terminal Rio - Lagos, CD, C1 e C2, com 222 km cada		Construção e montagem																	
LT 500 kV Lagos - Campos 2, CD, C1 e C2, com 94 km cada		Construção e montagem																	
Comissionamento															Comissionamento			6	
Construção e Montagem							Construção e montagem												12
SE Terminal Rio							Construção e montagem												12
SE 500 kV Lagos (sem transformação)												Construção e montagem			8				
SE Campos 2												Construção e montagem			8				
Comissionamento																	Comissionamento		3

CRONOGRAMA PREVISTO DE CONSTRUÇÃO - Lote 3																			
Atividade	LI	Mês 01	Mês 02	Mês 03	Mês 04	Mês 05	Mês 06	Mês 07	Mês 08	Mês 09	Mês 10	Mês 11	Mês 12	Mês 13	Mês 14	Mês 15	Mês 16	Mês 17	Mês 18
LT 500 kV Campos 2 - Mutum, CD, C1 e C2, com 222 km cada SE 500 kV Campos 2 (Saída de Linha) SE 500 kV Mutum (Entrada de Linha)		Início das Obras																	
Construção e Montagem		Construção e montagem																	
LT 500 kV Campos 2 - Mutum, CD, C1 e C2, com 222 km cada		Construção e montagem																	
Comissionamento															Comissionamento			6	
Construção e Montagem												Construção e montagem			8				
SE 500 kV Campos 2												Construção e montagem			8				
SE 500 kV Mutum (Entrada de Linha)												Construção e montagem			8				
Comissionamento																	Comissionamento		3

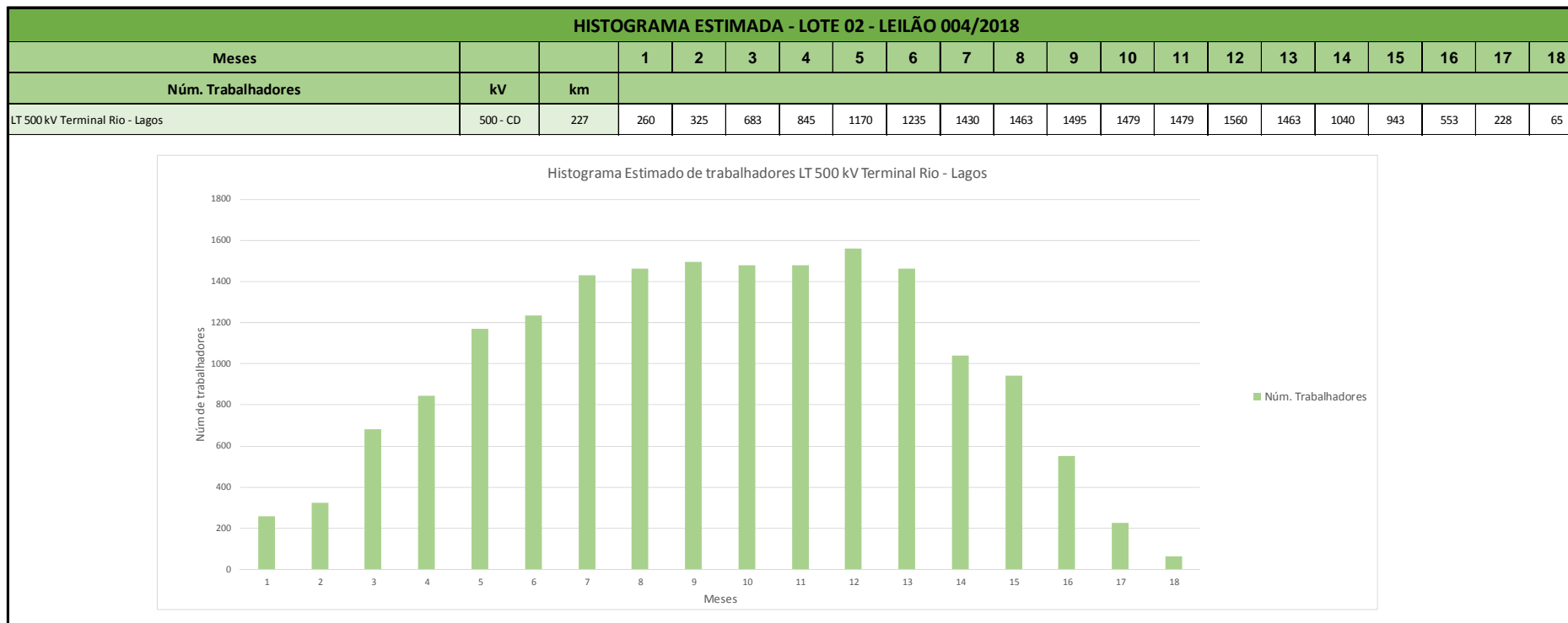
Fonte: EKT 3, 2019

5.9.2 Mão de Obra

A quantidade de mão de obra estimada para a implantação dos Lotes 2 e 3 será de 2.380 trabalhadores diretos em média, com previsão de até 3.900 trabalhadores diretos no mês de pico das obras, como mostra o histograma a seguir. Esses trabalhadores estarão mobilizados nos canteiros de obras ou nas frentes de trabalho. Estima-se preliminarmente que a sua composição seja a apresentada nos histogramas das **Figuras 5.9.2-1, 5.9.2-2 e 5.9.2-3** (Lote 2) e **5.9.2-4** (Lote 3), a seguir.

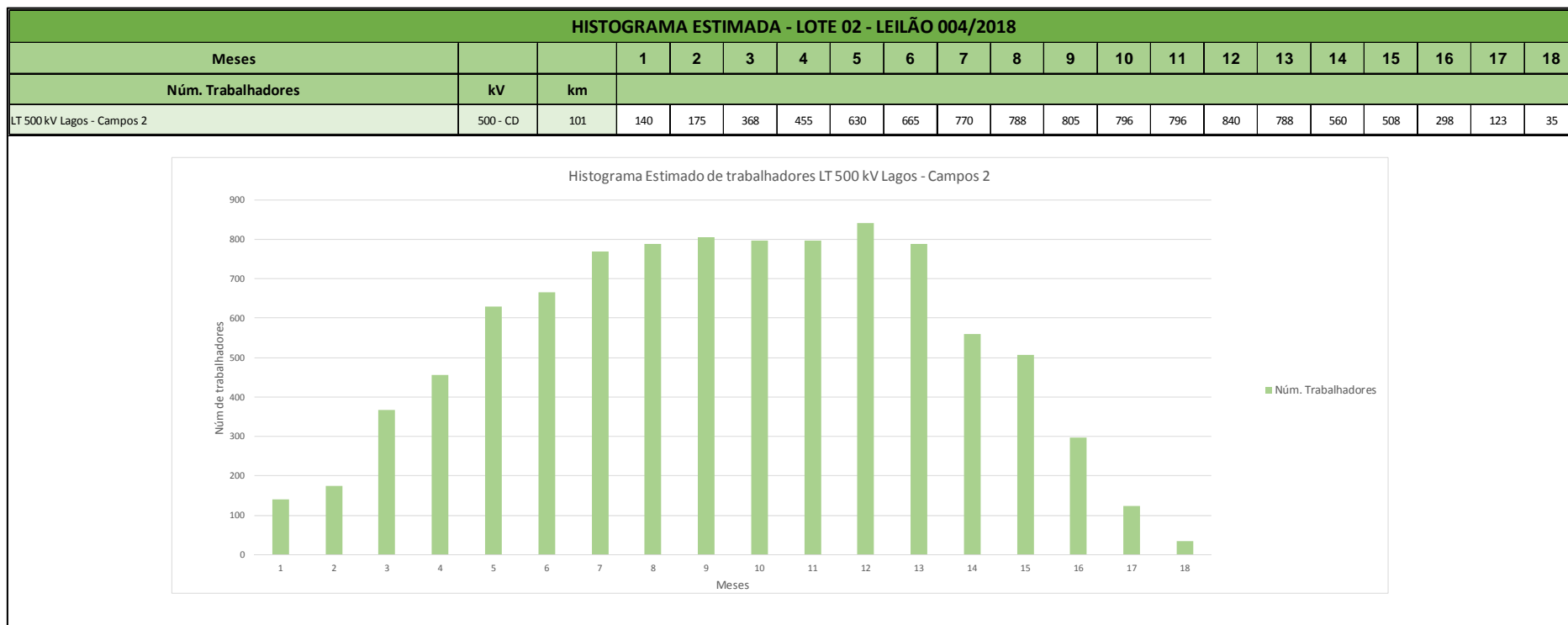
Para a fase de operação da SE Campos 2, estima-se que serão necessários apenas 06 (seis) funcionários.

Figura 5.9.2-1 – Histograma de Mão de Obra – Lote 2 – LT 500 kV Terminal Rio - Lagos



Fonte: EKT 3, 2019

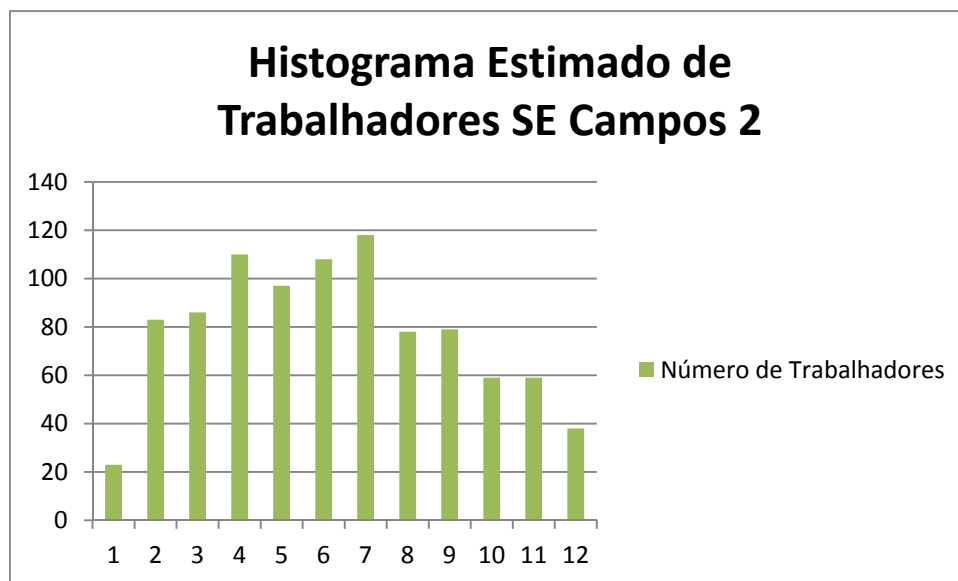
Figura 5.9.2-2 – Histograma de Mão de Obra – Lote 2 – LT 500 kV Lagos – Campos 2



Fonte: EKT 3, 2019

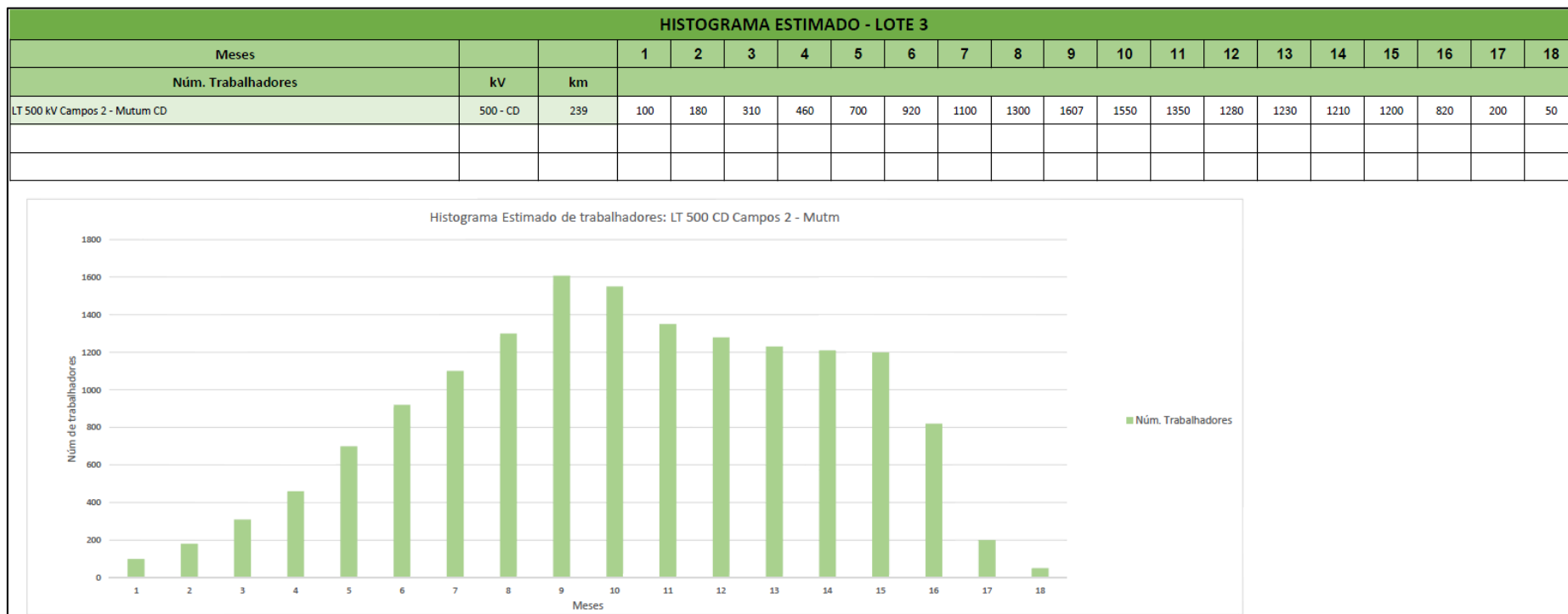
Figura 5.9.2-3 – Histograma de Mão de Obra – Lote 2 (SE Campos 2)

MESES	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
Número De Trabalhadores	23	83	86	110	97	108	118	78	79	59	59	38



Fonte: EKT 3, 2019

Figura 5.9.2-4 – Histograma de Mão de Obra – Lote 3



Fonte: EKTT 3, 2019

5.9.3 Insumos

Os materiais a serem utilizados nas obras serão adquiridos de empresas especializadas, e deverão ser transportados para o local de implantação das LTs e da SE Campos 2. Já os serviços de apoio às obras, como alimentação para os trabalhadores e materiais de construção em pequena quantidade, serão preferencialmente adquiridos nas cidades situadas ao longo dos traçados, de fornecedores que apresentem boas condições e qualidade dos insumos.

5.9.4 Investimentos

O investimento total previsto para a implantação dos Lotes 2 e 3 é de R\$ 2.084.644.860,49 (dois bilhões, oitenta e quatro milhões, seiscentos e quarenta e quatro mil, oitocentos e sessenta reais, e quarenta e nove centavos).