

## 4. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

### 4.1 LINHA DE TRANSMISSÃO

#### 4.1.1 GERAL

As características e requisitos técnicos básicos das instalações de transmissão integrantes da Expansão da Interligação Norte–Sul III, objeto deste estudo, compreendem a implantação das Linhas de Transmissão (LTs), em tensão de 500kV, com a utilização de estruturas em circuito simples, que interligarão as Subestações de Ribeirão Preto, a ser instalada e operada pela Poços de Caldas Transmissora de Energia Ltda. – PCTE, à Subestação Poços de Caldas, a ser ampliada, e à nova Subestação Estreito, a ser instalada e operada pela Poços de Caldas Transmissora de Energia Ltda. – PCTE. A SE Estreito, por sua vez, será interligada à SE Jaguará mediante a implantação de circuito em 500kV. O empreendimento está localizado nos Estados de São Paulo e Minas Gerais. Na **Figura 2-1**, na **seção 2**, apresenta-se um mapa eletrogeográfico do Sistema Elétrico Brasileiro, incluindo os empreendimentos associados às interligações Norte–Sul III.

A implantação dessas Linhas de Transmissão tem como objetivo, dentre outros, reforçar o suprimento de energia elétrica na Região Sudeste, particularmente nos Estados de São Paulo e Minas Gerais.

#### 4.1.2 TRAÇADOS DAS LINHAS DE TRANSMISSÃO (ILUSTRAÇÃO 2)

As LTs 500kV Ribeirão Preto–Estreito–Jaguará e Ribeirão Preto–Poços de Caldas têm cerca de 166,8 e 136,6km de comprimento, respectivamente. O traçado do primeiro trecho segue em sentido norte (para a nova SE Estreito), atravessando parte dos municípios de Ribeirão Preto, Serrana, Brodowski, Batatais, Patrocínio Paulista e Franca, em São Paulo, e Claraval e Ibiraci, em Minas Gerais. Da SE Estreito, a LT seguirá para oeste, cruzando parte dos municípios mineiros de Ibiraci e Sacramento, chegando à SE Jaguará, situada no município paulista de Rifaina. Quanto ao trecho Ribeirão Preto–Poços de Caldas, seu traçado segue no sentido aproximado este–sudeste, onde cruza os municípios paulistas de Ribeirão Preto, Cravinhos, Serrana, Serra Azul, São Simão, Santa Rosa de Viterbo, Tambaú, Casa Branca, Itobi e São Sebastião da Gramma, até atingir a SE Poços de Caldas, no município mineiro de mesmo nome.

Próximo a esse traçado, há várias cidades de estruturas socioeconômicas bem diferenciadas. Esse corredor é servido por uma razoável malha viária, constituída de rodovias federais, estaduais, municipais e estradas vicinais, que servirão de apoio para a construção e manutenção das LTs.

Nos **Quadros 4-3** e **4-3a**, no final desta seção, apresentam-se as coordenadas dos principais vértices dos traçados das LTs 500kV Ribeirão Preto–Estreito–Jaguara e Ribeirão Preto–Poços de Caldas.

#### 4.1.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

O **Quadro 4-1**, apresentado a seguir, resume a configuração básica das LTs em estudo.

**Quadro 4-1 – Configuração básica das LTs**

Origem	Destino	Circuito	Tensão (kV)	Extensão aproximada (km)
SE Ribeirão Preto	SE Estreito	Simplex	500	120,8
SE Estreito	SE Jaguara	Simplex	500	46,0
SE Ribeirão Preto	SE Poços de Caldas	Simplex	500	136,6

#### 4.1.4 COMPONENTES DO PROJETO DAS LT 500kV RIBEIRÃO PRETO–ESTREITO–JAGUARA E RIBEIRÃO PRETO–POÇOS DE CALDAS

##### a. Configuração adotada nas LTs

As LTs 500kV Ribeirão Preto–Estreito–Jaguara e Ribeirão Preto–Poços de Caldas disporão de um feixe formado por três cabos condutores CAA e cabos pára-raios DOTTEREL nos trechos situados junto às Subestações. O cabo 3/8" EAR será utilizado no restante das LTs. Na fase de projeto executivo, poderão ser utilizados os cabos OPGW. Para se respeitar o limite térmico do cabo 3/8" EAR, os trechos com cabo CAA DOTTEREL terão 20km de extensão entre as SE Jaguará–SE Estreito, e 15km, entre a SE Estreito–Ribeirão Preto e a SE Ribeirão Preto–Poços de Caldas.

<b>Jaguara</b>		<b>Estreito (1)</b>
20km DOTTEREL e/ou OPGW 1(2)	6km 3/8"EAR e/ou OPGW 2 (2)	20km DOTTEREL e/ou OPGW 1
<b>Estreito (1)</b>		<b>Nova Ribeirão Preto</b>
15km DOTTEREL e/ou OPGW 1(2)	90,8km 3/8"EAR e/ou OPGW 2 (2)	15km DOTTEREL e/ou OPGW 1
<b>Nova Ribeirão Preto</b>		<b>Poços de Caldas</b>
15km DOTTEREL e/ou OPGW 1(2)	106,6km 3/8"EAR e/ou OPGW 2(2)	15km DOTTEREL e/ou OPGW 1

**NOTAS:**

1 - A Nova Subestação Estreito deverá ser implantada por outro empreendedor.

2 - OPGW 1 e OPGW 2 representam cabos OPGW com capacidade de corrente de curto-circuito compatível, respectivamente, com os cabos DOTTEREL e 3/8" EAR.

**b. Características Mecânicas dos Cabos Condutores**

- LTs circuito simples de 500kV com 303,4km de extensão, da Subestação Ribeirão Preto até as Subestações Estreito, Jaguara e Poços de Caldas; fases de um feixe formado por três condutores CAA 954kcmil, formação 45/7, RAIL, com as seguintes características:
  - Tipo .....CAA
  - Formação.....45/7
  - Código..... RAIL
  - Diâmetro do fio de alumínio .....3,70mm
  - Diâmetro do fio de aço.....2,47mm
  - Área do cabo.....516,83mm<sup>2</sup>
  - Peso unitário ..... 1,598kgf/m
  - Carga de ruptura ..... 11,812kgf
- Para o projeto executivo das LTs, deverão ser utilizadas todas as normas dos órgãos nacionais e internacionais, aplicáveis aos seguintes itens: projeto, matéria-prima, fabricação, ensaios, inspeção, embalagem e embarque das estruturas, cabos, isoladores e ferragens. Da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, podem-se destacar as NBRs 5.422, 6.535, 7.276, 8.449, 8.664, 15.237 e 15.238, dentre outras.

**c. Características Mecânicas dos Pára-Raios e Contrapeso**

Nas LTs 500kV Ribeirão Preto–Estreito–Jaguara e Ribeirão Preto–Poços de Caldas, os cabos pára-raios terão as seguintes características:

<b>Característica</b>	<b>Junto às SEs</b>	<b>Restante das LTs</b>
Tipo	CAA	Aço zincado EAR
Formação	12/7	7 fios
Código	DOTTEREL	
Diâmetro do fio de alumínio	3,08mm	

Diâmetro do fio de aço	3,08mm	3,05mm
Área do cabo	141,89mm <sup>2</sup>	51,08mm <sup>2</sup>
Peso unitário	0,657kgf/m	0,407kgf/m
Carga de ruptura	7.834kgf	6.985kgf

Os cabos pára-raios serão aterrados em todas as estruturas e conectados às malhas de terra das Subestações. Também deverão ser projetados para os níveis de curto-circuito e tempo de eliminação de defeitos.

#### d. Capacidade de Transporte de Energia

As LTs 500kV Ribeirão Preto–Estreito–Jaguara e Ribeirão Preto–Poços de Caldas terão capacidade — a 65°C de temperatura do condutor — de 2.754MVA, considerando um circuito com tensão nominal de 500kV e um feixe com três cabos.

#### e. Série de Estruturas

O relevo predominante atravessado pelas LTs em estudo (levemente ondulado) é adequado para o uso de estruturas de suspensão estaiadas, que devem ser complementadas por estruturas autoportantes, tanto de suspensão como de ancoragem. Do ponto de vista da capacidade de transporte, a configuração básica das LTs deve utilizar torres compactas, similares às existentes nos trechos já em operação das interligações Samambaia–Itumbiara–Emborcação, Itumbiara–Marimondo e Itumbiara–Cuiabá.

Visando atender a esse requisito, foi selecionada a configuração geométrica com disposição compacta das fases. A série a ser aplicada nas LTs utilizará como estrutura predominante uma torre estaiada tipo média e pesada, com 10,60m de distância horizontal entre fases, complementada por uma torre autoportante de suspensão leve, com disposição de fases idêntica à da estrutura tipo estaiada média. Essas três estruturas, tipos EM, EP e SL, deverão corresponder a cerca de 90% do total de torres utilizadas nas LTs.

Adicionalmente, a série é composta por uma torre de suspensão convencional (SR), com altura e capacidade de carga superiores às das torres EM, EP e SL, uma torre de transposição (ST) e duas torres de ancoragem (A30 e T). As características do conjunto de estruturas selecionadas constam no **Quadro 4-2**, adiante.

Os tipos de torres estão apresentados nas **Figuras 4-1 a 4-7**, no final desta seção.

## f. Isoladores

As cadeias de suspensão e ancoragem do condutor utilizarão o seguinte isolador:

Característica	Suspensão Leve / Ancoragem
Carga mecânica de ruptura	120kN
Engate concha-bola	ANSI C29.2 CL.52.5
Diâmetro do disco	254mm
Passo	146mm
Distância de escoamento	320mm

A quantidade de isoladores por cadeia é a seguinte:

Tipo de cadeia	Unidades
Suspensão "I"	25 unidades
Passagem "I"	25 unidades
Suspensão "V"	2 x 25 unidades
Ancoragem	2 x 26 unidades

**Quadro 4-2 – Tipos, Aplicação e Alturas das Estruturas – LTs 500kV Ribeirão Preto–Estreito–Jaguara e Ribeirão Preto–Poços de Caldas**

Característica	Série de Estruturas – Tipos, Aplicações e Alturas							
	EM <sup>(2)</sup>	EP	SL	SR	ST	A30	T	
	Estaiada Média	Estaiada Pesada	Autoportante Leve	Autoportant e Reforçada	Autoportante Transposição	Ancoragem Em Ângulo	Em Ângulo	Terminal <sup>(3)</sup>
Vão de vento	460m, a	540m, a	500m, a	560m, a	460m, a	300m, a	300m, a	300m, a
Deflexão	0°	0°	0°	0°	0°	30°	50°	20°
máxima	3°	3°	5°	8°		30°	50°	20°
Vão de peso								
Condutor	600m	650m	750m	1.000m	600m	1.200m	1.000m	600m
Pára-raios	620m	750m	850m	1.100m	615m	1.300m	1.200m	700m
<b>Alturas <sup>(1)</sup></b>								
Mastro	24 a 39m	27 a 42m						
Corpo básica			19,50m	19,50m	19,5m	15,50m	15,5m	
Corpos			6/12/18/24m	6/12/18m	6/12/18/24m	2/9,5m	6/12/18m	
Pernas <sup>(6)</sup>			1,5 a 9,0m	1,5 a 10,5m	1,5 a 10,5m	2,0 a 11,0m	4,0 a 10,0m	

**Observações:** 1. As alturas das pernas e dos mastros variam em intervalos de 1,5m.

2. A estrutura EM utiliza mastros 1 (alturas 24,0 a 36m) e 2 (alturas 37,5 e 39,0m), compondo os tipos EM1 e EM2.

3. O ângulo indicado para a torre terminal (20°) aplica-se ao lado da estrutura com cabos em tração plena.

**Fonte:** Projeto Básico de Engenharia das LTs 500kV Ribeirão Preto–Estreito–Jaguara e Ribeirão Preto–Poços de Caldas. Marte Engenharia, 2007.

Os materiais a serem utilizados na fabricação dos isoladores são:

- Dielétrico ..... Vidro temperado ou porcelana obtida por via úmida
- Campânulas ..... Ferro fundido maleável ou modular, zincado por imersão a quente
- Pinos ..... Aço forjado, zincado por imersão a quente
- Cupilhas ..... Aço inoxidável AISI 301, 302 ou 304

Deverão ser utilizadas esferas de sinalização de 600mm de diâmetro, fabricadas em fibra de vidro com o mínimo de 2,5mm de espessura, na cor laranja internacional e atender aos requisitos da Norma NBR 15.237. As esferas deverão ser projetadas para instalação nos cabos pára-raios, de tal forma que não se movimentem ao longo do cabo, durante a vida útil das LTs.

#### **g. Faixas de Servidão**

A largura das faixas de passagem ou servidão foi calculada considerando os critérios para desempenho eletromecânico estabelecidos na Norma ABNT NBR 5.422. Ela foi comparada com a largura mínima necessária para atender aos seguintes valores de campo elétrico, radiointerferência e ruído acústico internacionalmente aceitos (Normas IEC):

- no limite das faixas de servidão, o campo elétrico a 1m do solo deve ser inferior ou, no máximo, igual a 5kV/m;
- campo magnético: no limite das faixas de servidão, o campo magnético na condição de carregamento máximo deverá ser igual ou inferior a 67A/m, equivalente a uma indução magnética de 83 $\mu$ T;
- gradiente superficial: o gradiente superficial máximo deverá ser limitado, de modo a garantir que os condutores não apresentem corona visual, para 90% das condições atmosféricas de tempo bom que ocorrem no ano;
- radiointerferência: a relação sinal/ruído, no limite das faixas de servidão, deverá ser igual ou superior a 24dB, para 50% das condições atmosféricas que ocorrem no ano;
- ruído audível: sob chuva fina ou névoa com 4 horas de duração ou após 15 minutos de chuva, o ruído audível no limite das faixas de servidão deverá ser inferior ou, no máximo, igual a 58dBA.

Quando da implantação do empreendimento (fases de escavação, concretagem e montagem final das torres e nas áreas destinadas às estruturas de apoio, como canteiros de obras, bem como em toda a rede de acessos utilizada para as obras), haverá, de forma temporária e intermitente, um aumento de tráfego de veículos e, conseqüentemente, aumento da emissão de ruídos e poeiras em áreas adjacentes que, em sua maioria, encontram-se desabitadas.

Por outro lado, quando em operação, o ruído audível produzido por uma linha de transmissão varia sensivelmente com as condições atmosféricas. Com tempo bom, o ruído devido à LT é desprezível e, sob chuva forte, o ruído gerado pela própria chuva é superior ao produzido pelos condutores.

Por essa razão, os critérios de projeto normalmente exigem, como é o caso em questão, que o ruído audível seja verificado para condições que correspondam ao condutor úmido.

Com relação à qualidade do ar, constatou-se que o nível de poluição da região de inserção do empreendimento — com perfil eminentemente rural — é considerado leve ou de nível 1; ou seja, não estão previstas interferências no desempenho dos equipamentos provocadas por poluentes em dispersão na atmosfera, naquela região, onde já operam dezenas de outras LTs.

Avaliando-se, também, critérios mecânicos, como ângulo de balanço dos condutores e efeito corona, a largura adotada para as faixas de servidão foi estabelecida em 60m.

#### **h. Fundações**

Como diretriz principal do projeto, estabeleceu-se que cada tipo de torre terá fundação-padrão para cada tipo de solo. Essas fundações-padrão são apresentadas detalhadamente no item **4.3.4-(d)** deste documento.

### **4.1.5 Critérios Básicos do Projeto**

#### **a. Estabelecimento do Traçado**

Foram considerados, dentre outros, os seguintes critérios básicos para a elaboração do projeto:

- as tangentes foram as mais longas possíveis entre locais obrigatórios, evitando-se grandes ângulos de deflexão;
- as deflexões das LTs que não ultrapassem 56° estarão sempre localizadas em pontos altos e em terreno sólido. Tais deflexões foram evitadas junto de cruzamentos sobre rodovias, ferrovias, linhas de transmissão e vias navegáveis;
- procurou-se, sempre que possível, local as LTs próximo a estradas ou caminhos acessíveis a veículos motorizados;
- deu-se especial atenção à vizinhança de aeródromos e a ângulos de cruzamentos de estradas de rodagem importantes, ferrovias, rios e outras linhas de transmissão;
- a direção das LTs foi afastada (sempre que possível) das encostas dos terrenos com inclinação transversal superior a 45°;

- evitou-se a passagem das LTs sobre matas ciliares, virgens, em encostas íngremes, protetoras de nascentes e reservas florestais;
- evitou-se a passagem nas imediações de núcleos residenciais habitados.

#### **b. Critérios Básicos para Travessia de Obstáculos**

Os cruzamentos com ferrovias, rodovias importantes, grandes rios ou outras linhas de transmissão foram evitados o máximo possível, uma vez que dificultam os trabalhos de montagem das LTs e exigem, em alguns casos, estruturas ou fundações especiais. No caso de travessias sobre linhas elétricas ou de telecomunicações, vias de transporte, edificações e vegetação considerada de preservação permanente, devem ser integralmente respeitados os requisitos do Capítulo 11 da NBR 5.422. Adicionalmente, devem ser também respeitadas exigências específicas do proprietário ou concessionário do obstáculo atravessado, sempre que respaldadas pela legislação vigente.

Obedeceu-se aos ângulos mínimos de cruzamento do eixo da LTs com os eixos dos vários obstáculos, assim descritos:

- estradas do DNIT, DER-MG e DERSA-SP: 15°;
- ferrovias: 60°;
- linhas de transmissão: 15°;
- linhas de comunicação: 60°;
- vias navegáveis: 15°.

Os vértices dos ângulos, porventura existentes nos cruzamentos inevitáveis, foram localizados de modo a que ficassem, no mínimo, 20m fora do limite das faixas de domínio dos obstáculos ou das bordas das vias navegáveis. Em casos extremos, a distância do ponto central da torre ao cabo, trilho, bordas ou extremidades da pista mais próxima foi maior que a altura provável da torre de travessia.

Foram evitados os cruzamentos de rodovias construídas sobre grandes aterros, uma vez que isso exige o emprego de estruturas altas e caras.

Evitaram-se, também, tanto quanto possível, pontos de cruzamentos que exigissem utilização de estruturas muito altas ou muito baixas.

### c. Faixas de Segurança e Distâncias de Segurança a Obstáculos

A largura das faixas de segurança foi estabelecida segundo a sistemática da NBR 5.422.

As distâncias de segurança a obstáculos adotadas foram as seguintes:

- locais acessíveis apenas a pedestres: 8,7m;
- locais onde circulam máquinas agrícolas: 9,5m;
- rodovias, ruas e avenidas: 12,0m;
- ferrovias não-eletrificadas: 12,0m;
- ferrovias eletrificadas: 15,0m;
- suporte de linha pertencente a ferrovia: 6,7m;
- taludes de rodovias: 12,75m;
- águas não-navegáveis: 8,7m;
- águas navegáveis:  $H + 4,7$  (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 10 anos).

Os eixos das diretrizes situaram-se, no mínimo, a 500m de estações de rádios, a 3km de estações receptoras de rádio e a 1km de torres retransmissoras de televisão. Nos casos específicos em que essa condição não pôde ser respeitada, foram realizados os estudos pertinentes.

Quando ocorreu a necessidade de se cruzar um feixe de microondas entre duas estações consecutivas, a diretriz situou-se de modo a permitir que as Linhas de Transmissão se mantivessem sob o feixe.

Em caso de paralelismo com outras linhas de transmissão, a Concessionária proprietária delas foi consultada a respeito da distância entre eixos a ser adotada. Os paralelismos com linhas de comunicações foram evitados ou reduzidos ao mínimo possível. Para os casos inevitáveis de paralelismo extenso e com distâncias curtas entre as Linhas, estão sendo efetuados estudos para determinar os efeitos dessa proximidade e da distância mínima a ser adotada.

#### **d. Critérios Legais**

Em todas as travessias e paralelismos, obedeceu-se à legislação própria associada a cada entidade proprietária. No caso de inevitáveis aproximações de aeródromos, foi observada a legislação de segurança da navegação aérea (Decreto nº 83.399, de 03/05/79), e, com base na Portaria nº 1.141, de 08/12/87, estão sendo realizados estudos sobre possíveis interferências. Para tanto, as posições e altitudes desses aeródromos serão levantadas e amarradas planialtimetricamente ao eixo da diretriz básica.

Na ausência de legislação específica, atendeu-se às prescrições da NBR 5.422 – Projeto de LTs de Energia Elétrica, da ABNT, em sua última revisão.

#### **e. Condicionantes Socioambientais**

Quanto aos aspectos de meio ambiente, foram observadas as seguintes recomendações:

- utilizar áreas existentes no corredor que já tenham sido caracterizadas como de utilidade pública;
- não interferir com a população e com suas atividades produtivas;
- buscar a integração da diretriz com outros sistemas já existentes, tais como as malhas de circulação hídrica, ferroviária e rodoviária, as redes de energia elétrica e de comunicações;
- evitar que os limites das áreas de segurança das LTs venham a criar áreas vazias e sem uso;
- evitar locais de densas florestas, proximidade de auto-estradas, cinturões de abrigo e locais de valor paisagístico;
- assegurar uma distância adequada em relação a quaisquer cursos d'água, lagos, nascentes, procurando garantir a proteção destes durante a implantação do projeto e evitando a poluição/contaminação superficial e subterrânea desses recursos por eventuais resíduos e efluentes, quando da operação e manutenção;
- evitar a passagem em pontos altos de estradas, para reduzir o impacto visual, atravessando, quando possível, entre dois pontos altos e um declive, ou sobre uma curva;
- evitar espaços abertos de água (brejos), particularmente aqueles onde voam aves aquáticas migratórias e os muito usados como corredores por outras aves, se for o caso;

- manter respeito às áreas legalmente protegidas;
- nas áreas administradas por agências governamentais/estaduais ou organizações privadas, essas entidades foram consultadas para coordenar a localização das LTs com seus planos e programas de desenvolvimento setorial e dos Governos Federal, Estadual e Municipal e com Planos Diretores que orientam a organização do espaço urbano;
- obter soluções que usem, ao máximo, sempre que possível, as barreiras naturais, para evitar a fácil visualização das Linhas de Transmissão.

## **4.2 SUBESTAÇÕES**

### **4.2.1 CONFIGURAÇÃO DA NOVA SUBESTAÇÃO RIBEIRÃO PRETO (Figura 4-8)**

A implantação do setor 500kV, com disjuntor e meio, será constituída de :

- 01 (um) módulo de conexão de linha de transmissão 500kV para Estreito;
- 01 (um) módulo de conexão de linha de transmissão 500kV para SE Poços de Caldas;
- 02 (dois) módulos de conexão de bancos de autotransformadores monofásicos;
- 01 (um) módulo de conexão manobrável de reator de barra;
- 02 (dois) módulos de interligação de barras de 500kV;
- 02 (dois) bancos de autotransformadores monofásicos  $500\sqrt{3}/440/\sqrt{3}$  - 13,8kV, 3x400MVA cada um, mais uma unidade-reserva comum aos dois bancos.

Haverá também a ampliação do setor 440kV, com arranjo disjuntor e meio, com instalação de 2 (dois) módulos de conexão de banco de autotransformadores monofásicos e 2 (dois) módulos de interligação de barras de 440kV.

### **4.2.2 CONFIGURAÇÃO DA NOVA SUBESTAÇÃO ESTREITO (FIGURA 4-9)**

A Subestação de Estreito será ampliada e operada no setor de 500kV, com arranjo disjuntor e meio, constituído de:

- 01 (um) módulo de conexão de linha de transmissão 500kV para a SE Jaguará;
- 01 (um) módulo de conexão de linha de transmissão 500kV para a SE Ribeirão Preto;
- 01 (um) módulo de interligação de barras de 500kV.

#### **4.2.3 CONFIGURAÇÃO DA SUBESTAÇÃO JAGUARA (Figura 4-10)**

A Subestação de Jaguara será ampliada e operada no setor de 500kV, com arranjo barra dupla, constituído de:

- 01 (um) módulo de conexão de linha de transmissão 500kV para a SE Estreito, com instalação de dois disjuntores.

De forma geral, a PCTE adotará, nas instalações desta SE, soluções de engenharia já praticadas pela CEMIG, sua proprietária.

#### **4.2.4 CONFIGURAÇÃO DA SUBESTAÇÃO POÇOS DE CALDAS (FIGURA 4-11)**

Similarmente à SE Jaguara, de forma geral, a PCTE adotará, nas instalações da SE Poços de Caldas, soluções de engenharia já praticadas por FURNAS, sua proprietária. Para facilidade de visualização e implementação das interfaces entre os sistemas PCTE e os existentes, está prevista a utilização de painéis de interface (fronteira) para as conexões entre os novos painéis e equipamentos da PCTE e os painéis e equipamentos existentes. O projeto da PCTE buscará, adicionalmente, minimizar o compartilhamento de instalações da mencionada Concessionária, adotando, sempre que possível, o conceito de fronteiras claramente delimitadas entre os sistemas existentes e aqueles a serem fornecidos nas ampliações aqui caracterizadas.

A Subestação Poços de Caldas será ampliada e operada no setor com arranjo em anel, constituído de:

- 01 (um) módulo de conexão de linha de transmissão 500kV para SE Ribeirão Preto, com instalação de um disjuntor.

#### **4.2.5 ARRANJO FÍSICO DOS PÁTIOS DE MANOBRAS**

As obras a serem executadas nas Subestações Estreito, Jaguara, Poços de Caldas e Ribeirão Preto 440kV utilizarão áreas nelas disponíveis, sendo que, na maioria dos casos, tais obras já foram previstas na implantação original do empreendimento. Desse modo, a locação das estruturas e dos equipamentos do pátio de manobra preservará a concepção original.

A Subestação Ribeirão Preto é totalmente nova; por isso, a locação das estruturas e dos equipamentos do pátio de manobras será baseada em projetos específicos. As barras principais, quando forem em tubo, serão em liga de alumínio 6063, sch. 40.

O pátio de 500kV da Subestação de Ribeirão Preto é totalmente novo, tendo-se destinado, para sua implantação, um terreno contíguo ao existente, com área aproximada de 150.000m<sup>2</sup>.

As estruturas serão treliçadas ou em chapa dobrada, seguindo a padronização adotada em cada Subestação.

No arranjo dos bancos de reatores, considerou-se que as unidades serão deslocadas no interior da Subestação, através de vias de circulação pavimentadas, até próximo ao local de sua instalação, onde serão desembarcadas, montadas e movimentadas até a sua respectiva base. Está previsto que esse deslocamento se dará por arrastamento.

#### **4.2.6 BARRAMENTOS E ESTRUTURAS-SUPORTE**

Nas Subestações que forem ampliadas, serão utilizados os mesmos tipos de barramentos existentes.

Na Subestação Poços de Caldas, em 500kV, os barramentos principais são flexíveis e deverão ser ampliados. As novas estruturas para os barramentos flexíveis seguirão o padrão das estruturas existentes.

Na nova SE Ribeirão Preto 500kV, essas estruturas e suportes serão metálicos.

Para essa Subestação, os barramentos superiores serão flexíveis e os principais serão rígidos. As interligações entre equipamentos serão feitas por barramentos flexíveis.

Em todas as Subestações, tanto os barramentos principais quanto os barramentos flexíveis de interligação entre os equipamentos atenderão simultaneamente ao requisito de capacidade de corrente em regime permanente e ao requisito de suportabilidade de corrente em regime de emergência, considerando a configuração mais desfavorável de indisponibilidade de equipamentos, conforme requerido no item 1.3.1.3 dos anexos 6B e 6C do Edital ANEEL 005/2006. Para o caso aqui tratado, esse valor é de 4.000A para a Subestação de Ribeirão Preto e 3.150A, para as demais.

#### **4.2.7 ESPAÇAMENTOS ELÉTRICOS**

Os espaçamentos fase-fase e fase-terra existentes serão integralmente respeitados, uma vez que as Concessionárias obedecerão aos arranjos dos pátios de manobra das instalações existentes, bem como utilizarão, sempre que possível, equipamentos semelhantes aos existentes, principalmente no tocante ao tipo de abertura dos seccionadores.

As distâncias efetivamente consideradas levarão em conta os acréscimos requeridos para segurança do pessoal de manutenção.

#### **4.2.8 BLINDAGEM CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS**

Uma vez que será utilizado, nas ampliações, o padrão de pórticos metálicos de barramentos dos agentes proprietários das instalações existentes, também aqui estará preservado o critério de proteção dos barramentos do vão contra descargas atmosférica diretas.

Nas entradas de linhas, o posicionamento relativo entre a torre fim-de-linha e o pórtico de amarração na Subestação, aliado ao arranjo de cabos pára-raios, protegerá adequadamente os equipamentos e os cabos condutores contra descargas diretas.

Como o pátio de 500kV da Subestação de Ribeirão Preto é totalmente novo, haverá necessidade de dimensionamento do sistema.

#### **4.2.9 ATERRAMENTO**

As Subestações de Estreito (em implantação), Jaguará, Poços de Caldas e Ribeirão Preto 440kV já estão com suas malhas de aterramento instaladas, necessitando apenas de alguns trechos de malha complementar. Todas as conexões da malha serão feitas por meio de soldas exotérmicas, executadas com moldes adequados.

Como o pátio de 500kV da Subestação Ribeirão Preto, a ser construída, haverá necessidade de dimensionamento da malha de terra com base nas medições de resistividade do solo e de verificação de tensões de passo e de toque, considerando-se a contribuição de todos os elementos metálicos condutores envolvidos. Os cabos de aterramento da malha serão dimensionados para uma corrente de curto-circuito de 40kA.

Todas as conexões de malha serão feitas por meio de soldas exotérmicas, executadas com moldes adequados.

#### **4.2.10 CANALETAS**

O arranjo de canaletas para as Subestações Jaguará, Ribeirão Preto 440kV, Estreito e Poços de Caldas seguirá o planejamento original da expansão, previsto pela Concessionária, utilizando os “pontos de engate” nas canaletas existentes.

No fundo das canaletas, será construído, em cada lado, um cordão de tijolos para apoio de tubos de PVC rígido, que, por sua vez, servirão como bandejas de apoio dos cabos, evitando o contato direto destes com o fundo da canaleta.

No interior da canaleta, serão lançados cabos de cobre nu para blindagem dos cabos de controle, os quais serão conectados à malha de aterramento, a intervalos regulares.

As canaletas terão seção retangular variável, de acordo com a densidade de cabos.

O arranjo de canaletas será totalmente novo para o pátio de 500kV da Subestação Ribeirão Preto, mas seguirá as mesmas premissas anteriores.

#### **4.2.11 ILUMINAÇÃO E TOMADAS**

Também, neste item, serão preservados os padrões dos agentes proprietários das instalações existentes, procurando-se instalar postes e luminárias similares aos existentes na Subestação de Estreito (em implantação), Jaguará, Ribeirão Preto 440kV e Poços de Caldas.

No pátio de 500kV da Subestação Ribeirão Preto, será adotado o critério de instalação de projetores a vapor de sódio nas colunas das estruturas-suporte dos barramentos e também nas paredes corta-fogo dos bancos de reatores. À falta dessas, serão usados postes.

Nas paredes corta-fogo de reatores, serão colocadas tomadas.

#### **4.2.12 CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS BÁSICAS DOS EQUIPAMENTOS DO SISTEMA**

- Tensão nominal (kV, eficaz): 500
- Tensão máxima operativa do sistema, fase-fase (kV, eficaz): 550
- Tensão máxima suportável em condições de emergência durante 1 hora ( $U_{max}$ , kV): 600
- Tensão máxima dinâmica ( $U_{max}$ , kV): 700
- Freqüência nominal (Hz): 60
- Neutro: efetivamente aterrado

#### **4.2.13 CASA DE CONTROLE DE RELÉS – ARRANJO DE EQUIPAMENTOS**

Para abrigar os equipamentos de suporte à operação, de propriedade das Concessionárias, estão previstas casas de comando em todas as instalações, localizadas no pátio (sempre que possível, na área destinada às ampliações).

A corrente nominal dos equipamentos de pátio das Subestações (4.000A para a Subestação de Ribeirão Preto e 3.150A, para as demais) foi estabelecida de forma a atender aos seguintes requisitos:

- carregamento da linha de transmissão (2.760A, conforme item 1.2.1.2 dos Anexos 6B e 6C do Edital ANEEL 005/2006);
- capacidade de corrente em regime permanente dos barramentos;
- suportabilidade de corrente em regime de emergência, considerando a configuração mais desfavorável de indisponibilidade de equipamentos (conforme item 1.3.1.3 desses mesmos Anexos), que conduziu àqueles valores.

#### **4.2.14 CRITÉRIOS BÁSICOS DO PROJETO CIVIL**

Neste item, são estabelecidos os critérios básicos a serem seguidos nos projetos civis das ampliações das Subestações Estreito, Jaguará, Poços de Caldas e Ribeirão Preto 440kV e na implantação do novo pátio de 500kV da Subestação Ribeirão Preto.

##### **a. 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 Subestação.

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 os tipos estruturais a serem projetados, serão consideradas, onde aplicáveis, as cargas atuantes listadas a seguir.

##### **(1) Fundações para Suportes Metálicos ou de Concreto de Equipamentos**

- Peso próprio, do equipamento e de acessórios.
- Carga de vento no equipamento, no barramento e suporte metálico.
- Carga dinâmica devida a curto-circuito, onde aplicável.
- Carga de operação do equipamento, onde aplicável.
- Carga devida à tração do barramento flexível.

##### **(2) Fundações para Suportes Metálicos ou de Concreto para Barramentos Flexíveis (Torres)**

- Peso próprio da torre, fundação e cadeias.
- Carga devida à tração dos cabos condutores e pára-raios.

- Carga de vento na torre, cadeias e cabos.
- Carga de operação, onde aplicável.

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.

### **(3) Fundações dos Reatores a Autotransformadores**

- Peso próprio do equipamento e fundação.
- Cargas de levantamento e movimentação dos equipamentos.

### **(4) Cargas Devidas ao Vento e a Curto-Circuito**

Todas as estruturas e suportes das Subestações que estejam localizadas em posições sujeitas à ação do vento deverão ser projetadas considerando uma pressão de vento obtida conforme a Norma ABNT NBR 6.123/1988.

Nas estruturas com alturas muito superiores a 10m, os valores de pressão de vento serão efetivamente corrigidos, segundo recomendações da norma brasileira ABNT NBR-6123.

Para suportes de equipamentos, essas cargas são aplicadas simultaneamente, conforme mostrado a seguir.

No caso de curto-circuito, serão feitas duas combinações para dimensionamento dos suportes de equipamentos:

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

#### **b. Estruturas de Concreto**

Todas as estruturas de concreto armado e edificações serão executadas com os seguintes materiais:

- argamassa para estacas tipo raiz:  $f_{ck} \geq 20$  Mpa;
- concreto estrutural para estruturas moldadas *in situ* e fundações:  $f_{ck} = 20$  Mpa;
- concreto estrutural para estruturas pré-moldadas:  $f_{ck} = 25$  Mpa;

- concreto para lastros, camadas de regularização e peças sem função estrutural:  $f_{ck} = 11 \text{ Mpa}$ ;
- aço CA-50.

Os tipos de fundação, assim como a programação para sua execução, dependerão de um programa de investigação dos solos nas áreas das subestações.

As fundações deverão obedecer às seguintes exigências básicas:

- possuir segurança adequada contra a ruptura, tanto do elemento estrutural em concreto armado como do solo de fundação;
- apresentar deformações compatíveis com a superestrutura, sob ação das combinações mais desfavoráveis de carregamentos;
- apresentar-se como a opção mais econômica dentre os tipos adequados para fundações diretas e profundas.

Para o correto dimensionamento das fundações, ao seu projetista deverão ser fornecidas as cargas discriminadas, provenientes dos diversos carregamentos da superestrutura, sem a majoração decorrente dos fatores de sobrecarga de cada solicitação. Caberá ao projetista a análise da aplicação desses fatores, e obter a situação mais severa para as fundações. Aos esforços finais nas fundações, deverá ser aplicado o fator de majoração de esforços adequado para o dimensionamento das fundações.

Todas as fundações deverão atender ao especificado na NBR 6.122 ABNT.

### **c. Edificações**

Em todas as Subestações, está prevista a construção de uma casa de comando para abrigar os painéis de proteção, controle e supervisão, quadros distribuidores de serviços auxiliares CA e CC, baterias e carregadores, painéis de interface, de teleproteção e equipamentos de telecomunicações.

Todas as Casas de Comando terão sala de baterias e uma pequena copa, vestiário e depósito.

Na SE Ribeirão Preto, pelo fato de ter também, em princípio, a função de centro de operação das Concessionárias, está previsto um ambiente adicional destinado a escritório.

Nessa Subestação, está também prevista a construção de guarita. A necessidade ou não de construção de guaritas nas Subestações de Estreito, Jaguará e Poços de Caldas será analisada e decidida em entendimentos a serem mantidos entre as Concessionárias e os agentes proprietários das instalações existentes, por ocasião do início dos projetos executivos.

A arquitetura das edificações seguiu um padrão próprio das Concessionárias. A eventual compatibilização com as edificações já implantadas nos respectivos locais, caso isso seja exigido por esses proprietários, será discutida por ocasião do projeto executivo.

As salas de controle, por conterem equipamentos e dispositivos eletrônicos, serão dotadas de condicionamento de ar do tipo “split”. A infra-estrutura de proteção contra incêndio é abordada em item específico, mais adiante.

Em cada Subestação, será instalado um grupo motor-gerador diesel, com casa de abrigo de geradores.

#### **d. Estruturas Metálicas**

Todas as estruturas metálicas e suportes de equipamentos a serem instalados nas ampliações das Subestações Estreito (em implantação), Jaguará, Poços de Caldas e Ribeirão Preto 440kV devem ter formas similares às das estruturas existentes.

As estruturas metálicas e os suportes metálicos de equipamentos a serem instalados no pátio de 500kV da Subestação Ribeirão Preto serão treliçados.

Os desenhos das estruturas metálicas apresentarão 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 fornecidas ao fabricante e ao projetista estrutural as cargas sem as majorações decorrentes de fatores de sobrecarga. Caberá a eles a análise da aplicação desses fatores, de modo a obter os maiores esforços nas peças estruturais e fundações.

Os fabricantes projetarão e estabelecerão as dimensões dos componentes, detalhando as estruturas, submetendo o projeto à aprovação das Concessionárias.

De modo a permitir o correto dimensionamento das fundações, nestas, as cargas deverão ser fornecidas pelo fabricante das estruturas de dois modos: como bloco único e por pé isoladamente.

#### **e. Estruturas de Distribuição**

Todas as canaletas a serem construídas nas ampliações das Subestações Estreito (em implantação), Jaguará, Poços de Caldas e Ribeirão Preto 440kV devem ser em concreto armado.

Quando for acordado entre as Concessionárias, as canaletas para cabos poderão ter paredes em blocos de concreto emboçadas integralmente na face interna e nos 20cm superiores na face externa. O fundo das canaletas será uma laje de concreto armado e, para apoio dos cabos, serão instalados tubos de PVC de diâmetro 2" a cada 30cm.

No pátio de 500kV da Subestação Ribeirão Preto, as tampas das canaletas serão em concreto armado; nas demais Subestações, a tampa de cobertura das canaletas seguirá o padrão existente.

As travessias das pistas para veículos deverão ser feitas por meio de envelopes de dutos com dimensões e capacidade mecânica adequadas, com caixas de passagem em suas extremidades. Deverão ter dimensões que permitam a remoção de qualquer cabo defeituoso e a instalação de um acréscimo de cabos, de acordo com a necessidade de cada projeto.

Alternativamente, essas travessias poderão ser executadas em canaletas de concreto reforçadas.

As caixas de passagem de até 2m 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, 2m do meio-fio (parede mais próxima), exceto as do tipo boca-de-lobo.

#### **f. Terraplenagem e Acabamento do Terreno**

Sempre que necessário, conforme vier a ser definido no projeto executivo, serão realizados serviços de terraplenagem para preparação das áreas onde serão instalados os equipamentos das ampliações em questão.

Onde for necessário executar terraplenagem, devem ser seguidas as recomendações a seguir indicadas.

##### **(1) Limpeza de Terreno**

Deverá ser prevista a retirada de uma camada de solo de pelo menos 20cm de espessura, recomendando-se a eventual substituição de solos inadequados à

execução do terrapleno. Deverá ser executado o destocamento de raízes, quando necessário.

## **(2) Área de Corte**

Para a execução do corte, o terreno natural deverá ser escavado, de forma adequada, até a cota de terraplenagem definida em projeto, retirando-se as camadas de má qualidade, orgânicas ou expansivas. Todo o material retirado deverá ser transportado para aterros ou bota-foras.

Quando, no nível do patamar de corte, observarem-se rocha ou solos de má qualidade, orgânicos, expansivos ou de baixa capacidade de suporte, serão retirados até uma cota inferior à estabelecida no projeto em que sejam alcançados solos de boa qualidade. Nesse caso, para retornar à cota de projeto, serão executadas camadas de aterro, constituídas por materiais selecionados de acordo com as especificações.

## **(3) Área de Aterro**

Os aterros serão executados pela compactação de materiais provenientes das jazidas de empréstimo ou de corte.

A compactação é a operação da qual resulta o aumento da massa específica aparente de um solo pela aplicação de pressão, impacto ou vibração, visando a um aumento da resistência ao cisalhamento e a uma redução nas deformações.

As operações de aterro compreendem o espalhamento, umedecimento ou aeração, homogeneização e compactação dos materiais.

A compactação do material de aterro deverá ser executada com equipamentos adequados.

Os materiais deverão ser selecionados dentre os classificados como 1ª categoria e ter as seguintes características:  $IP < 7\%$ ,  $CBR > 20$ , porcentagem passando na peneira # 200  $< 35\%$ .

Os solos para aterros não deverão conter materiais orgânicos, micáceos e diatomáceos. É proibida a utilização de turfas e argilas orgânicas.

O material, a ser utilizado no aterro, ao chegar na faixa de lançamento, já preparada e liberada para receber o aterro, deverá ser distribuído em camadas uniformes e regulares de espessura máxima de 30cm antes da compactação e 20cm após a compactação.

Durante o espalhamento, exigir-se-á a retirada de pedras de diâmetro maior que 15cm, bem como dos materiais orgânicos porventura existentes. Para isso, deverá ser mantida uma equipe de serventes nas frentes de serviços.

A umidade dos materiais a serem compactados deverá se situar em  $\pm 2\%$  (dois por cento) da umidade ótima, determinada em ensaio de compactação previamente executado em laboratório.

As camadas a serem compactadas deverão ser homogeneizadas.

Todas as camadas de aterro deverão ter grau de compactação mínimo de 95% (noventa e cinco por cento) em relação ao Proctor Normal.

Deverão ser realizados os ensaios de caracterização do solo, tais como: granulometria, controle da umidade do solo, expansibilidade, massa específica real, limites de Atterberg, compactação, etc.

No caso de os ensaios indicarem valores de densidade e/ou umidade em desacordo com o especificado, a camada será reaberta, corrigindo-se a umidade e efetuando-se nova compactação.

Deverão ser executadas valetas provisórias nas cristas e pés de taludes e providenciadas as demais medidas necessárias à drenagem do terreno, de forma a evitar empoçamentos, alagados e erosões durante a execução dos serviços de terraplenagem.

Qualquer dano causado ao terreno pelas chuvas durante a execução da obra deverá ser imediatamente sanado.

#### **(4) Acabamento**

As áreas de operação das Subestações terão uma camada de brita estendendo-se, pelo menos, a 2m a partir do lado externo da cerca de proteção das áreas energizadas, quando estas não forem delimitadas por arruamento. A fim de se impedir o aparecimento de vegetação, os terrenos das áreas de operação deverão receber tratamento adequado, antes do lançamento da camada de brita.

A brita será distribuída em uma camada compacta, com altura de 10 a 15cm.

#### **g. Drenagem de Águas Pluviais**

As áreas destinadas às ampliações das Subestações Estreito (em implantação), Jaguará, Poços de Caldas e Ribeirão Preto 440kV já possuem sistemas de drenagens

profunda e superficial. As obras compreenderão, conforme vier a ser definido no projeto executivo, as complementações necessárias, as ligações de drenagem das canaletas de cabos à drenagem existente, e eventuais remanejamentos decorrentes de interferências com as novas instalações.

No pátio de 500kV da Subestação Ribeirão Preto, o projeto de drenagem deverá ser baseado nos valores médios anuais de precipitação do local onde o mesmo será implantado.

Sempre que possível, deve ser adotado, para a drenagem subsuperficial do pátio, um projeto composto, basicamente, de drenos contínuos executados em valas com manilhas de concreto, PVC ou cerâmica (barro vidrado), furados. Nos locais onde não houver espaço para a instalação de drenos, deverão ser 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.

O fundo das canaletas de cabos deverá ser projetado com uma declividade mínima de 0,3% em direção a ralos convenientemente dispostos e conectados à rede geral.

Em todas as Subestações, para preservar o grau de proteção ao meio ambiente e garantir o rápido escoamento das águas pluviais, as áreas destinadas aos novos bancos de reatores e de autotransformadores serão drenadas por meio de bacias coletoras, preenchidas com brita. Essas bacias serão interligadas a caixas separadoras de óleo, dimensionadas para atender a uma unidade monofásica.

#### **h. Vias Internas e de Acesso**

Nas Subestações Estreito (em implantação), Jaguara, Poços de Caldas, Ribeirão Preto 440kV, as vias internas são existentes, devendo ser recuperadas onde houver demolição para passagem de dutos e construção de bases. Quando necessário, conforme vier a ser definido no projeto executivo, essas vias internas serão modificadas e/ou complementadas.

No pátio de 500kV da Subestação Ribeirão Preto, as vias internas deverão ser dispostas de forma a prover acesso a todos os equipamentos e construções, devendo ser dimensionadas para carga máxima por eixo. Deve ser considerada uma baixa densidade de tráfego para efeito de projeto.

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 4m e 6m, respectivamente.

As faixas destinadas ao tráfego de veículos para transporte de equipamentos de menor porte, como componentes de disjuntores e seccionadores, TPCs, TCs e pára-raios, deverão ter largura mínima de 2,5m, dimensionadas 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 desenergização prévia.

Para o dimensionamento da base da pavimentação, deverão ser feitos ensaios de Índice Suporte Califórnia (CBR) em pontos predeterminados das camadas superficiais do greide.

O tipo de pavimentação das vias seguirá solução semelhante às pavimentações existentes, com as devidas 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 transportes de equipamentos maiores do que aqueles para os quais foram projetados, deverão ser adaptados às novas condições de utilização.

Os serviços de melhoria compreenderão, caso necessário:

- aumento de raios de curvatura;
- alteração do greide com a finalidade de se 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;
- 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.

**i. Vias de Transferência**

Não está sendo prevista a construção de vias de transferência para reatores e autotransformadores em quaisquer das Subestações.

**j. Sistema de Proteção Contra Incêndio**

Nas Subestações onde serão instalados bancos de reatores e autotransformadores monofásicos, serão construídas paredes corta-fogo entre as unidades.

As paredes corta-fogo deverão ser dimensionadas de modo a evitar que o calor irradiado pela unidade eventualmente incendiada leve as unidades adjacentes a atingir limites críticos de temperatura. Serão constituídas de materiais e acabamentos semelhantes aos das existentes nas Subestações das Concessionárias.

Deverão possuir comprimento que abranja todo o equipamento protegido, excedendo, de cada lado, em relação às extremidades do equipamento, distâncias equivalentes às adotadas para os equipamentos existentes; deverão possuir a altura determinada também segundo os critérios adotados pelas Concessionárias para equipamentos semelhantes já instalados. Os reatores e autotransformadores monofásicos possuirão bacias de contenção e drenagem de água e óleo, interligadas entre si por um sistema de tubulações de drenagem específico, que conduzirá a mistura de água e óleo para uma caixa separadora. A água efluente da caixa será lançada na rede de drenagem de águas pluviais e o óleo será coletado por bombeamento para um caminhão-tanque.

O volume das caixas separadoras será dimensionado para receber o óleo de apenas uma unidade.

A prevenção contra incêndios nos equipamentos a óleo será feita por extintores de CO<sub>2</sub> instalados nas proximidades dos reatores e autotransformadores. Para o restante dos equipamentos instalados no pátio, serão também previstos extintores de CO<sub>2</sub> sobre rodas, os quais utilizarão as vias internas da Subestação e as tampas das canaletas para sua movimentação.

Nas edificações, serão também utilizados extintores portáteis de CO<sub>2</sub>.

**k. Sistema de Abastecimento de Água e de Esgotos Sanitários**

**(1) Sistema de Abastecimento de Água**

O abastecimento d'água para as Casas de Comando das Subestações Estreito (em implantação), Jaguará, Poços de Caldas e Ribeirão Preto será feito por ligação à concessionária local ou por derivação das redes já existentes nas SEs.

Quando essas opções não forem possíveis, o sistema de abastecimento será por captação de água subterrânea por meio de poços profundos.

O armazenamento será feito em cisternas e caixas d'água prediais, situadas nas próprias edificações a serem abastecidas.

## **(2) Sistema de Esgotos Sanitários**

Os esgotos sanitários serão lançados em fossas sépticas dotadas de sumidouros, projetados de forma a evitar a poluição dos mananciais e dos poços de captação de água.

### **I. Cercas, Alambrados e Portões**

Nas Subestações de Estreito (em implantação), Jaguará, Poços de Caldas e Ribeirão Preto 440kV, sempre que necessário, serão construídas cercas complementares para as novas áreas energizadas referentes à atual ampliação. Esses complementos seguirão sempre os padrões já existentes nas Subestações.

Para o pátio de 500kV da Subestação Ribeirão Preto, serão projetados cercas, alambrados e portões, para os limites do terreno e para a área energizada.

## **4.3 IMPLANTAÇÃO DO PROJETO**

### **4.3.1 PLANEJAMENTO CONSTRUTIVO**

A implantação completa das LTs 500kV Ribeirão Preto–Estreito–Jaguará e Ribeirão Preto–Poços de Caldas, incluindo a instalação da nova SE Ribeirão Preto e de equipamentos nas SEs Estreito, Jaguará e Poços de Caldas, abrange um período máximo estimado de 12 meses, que se estende desde a data de início da instalação das áreas de armazenamento de estruturas metálicas e materiais 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 infra-estrutura de apoio (áreas de armazenamento, canteiros de obras, acessos, etc.) e as obras principais de instalação e montagem das LTs.

As LTs deverão ser implantadas como um todo, conforme apresentado no Cronograma de Obras (**Quadro 4-5**, no final desta seção).

Dada a natureza das obras, ou seja, linear, os trabalhos executivos de implantação dos 303,4km do traçado definitivo foram desmembrados em dois trechos, entre a nova

SE Ribeirão Preto e as SEs Estreito (a ser instalada pelo empreendedor do Lote D), Jaguará e Poços de Caldas. A utilização de cerca 600 trabalhadores é prevista para a implantação das LTs e instalações associadas, no pico das obras (**Quadro 4-4**). Entretanto, essa mobilização dar-se-á de forma gradativa, com a substituição de trabalhadores ao longo do traçado, que estarão distribuídos nos diversos trechos.

A implantação das LTs envolverá, aproximadamente, 600 empregados, estimando-se que 30% sejam de pessoal especializado mobilizado de outras regiões e 70%, de operários locais/vizinhanças, causando um deslocamento de população dentro da mesma região. O transporte diário de funcionários locais deverá ser priorizado, visando diminuir a estrutura dos canteiros centrais.

Estima-se que a ampliação das SEs Jaguará e Poços de Caldas e envolverá, aproximadamente, um total de 60 trabalhadores. A nova SE Ribeirão Preto-SP, 40.

Dada a característica linear das obras, com várias frentes de serviço, calcula-se que o ritmo de avanço das LTs seja de, no mínimo, 0,71km por dia.

Para os serviços de construção e montagem das LTs, a contratação e a mobilização da mão-de-obra deverão ocorrer conforme apresentado no Cronograma das Obras (**Quadro 4-5**). As atividades serão iniciadas com a instituição/abertura das faixas de servidão de 60m de largura para as LTs 500kV Ribeirão Preto–Estreito–Jaguará e Ribeirão Preto–Poços de Caldas; as demais atividades foram planejadas visando minimizar os impactos construtivos das obras na região. Comunidades locais, proprietários e habitantes, bem como autoridades municipais da região, serão informados com antecedência sobre os objetivos das LTs, suas características, o itinerário das obras e seu cronograma. Nesse momento, também deverão ser instruídos quanto à segurança das LTs e a seus eventuais perigos quando em operação, bem como quanto aos procedimentos a serem adotados em casos de emergências.

Todas as áreas utilizadas temporariamente durante as obras (áreas de armazenamento, canteiros de obras, acessos provisórios e demais áreas), assim como as faixas de domínio, serão restauradas e revegetadas, buscando-se deixá-las o mais próximo possível das condições originais. Todas as estradas de acesso utilizadas pelas obras deverão ser mantidas em perfeitas condições, com o objetivo de viabilizar o tráfego de veículos. Os acessos permanentes às torres, após a conclusão das obras e durante toda a fase operacional, serão mantidos em boas condições de tráfego.

#### 4.3.2 TÉCNICAS RECOMENDADAS

Para a realização das obras das LTs, deverão ser utilizadas técnicas consagradas pela engenharia, nas diversas etapas de execução, desde as primeiras operações topográficas de locação até a instalação dos equipamentos eletromecânicos e comissionamento final.

As técnicas construtivas específicas para as LTs e as SEs constarão nas especificações técnicas que integrarão os documentos para contratação dos serviços.

A construção das LTs consiste em um processo seqüencial de atividades, envolvendo inicialmente a mobilização de serviços preliminares, para, posteriormente, dar-se início à sua efetiva construção e montagem, aqui apresentadas.

Na área ambiental, as condições mínimas exigíveis para as fases de construção, montagem e operação das LTs estão especificadas no “Plano Ambiental para a Construção” (**Anexo A** deste documento), do empreendedor, que constará, também, do contrato com a empreiteira, assim como todos os demais documentos ambientais, objeto das Licenças Prévia (LP) e de Instalação (LI), a serem emitidas pelo IBAMA, e demais requisitos ambientais que porventura sejam necessários visando à Licença de Operação (LO).

As normas aplicáveis utilizam técnicas que resultam em impactos mínimos ao meio ambiente, contemplando todas as fases de projeto e implantação do empreendimento. Por conseguinte, as diretrizes apresentadas neste relatório fazem parte dos procedimentos construtivos que envolvem a implantação do empreendimento.

Todos os serviços serão supervisionados e monitorados por equipes de Meio Ambiente do empreendedor, bem como pelas da empreiteira, a fim de assegurar o cumprimento das medidas estabelecidas e recomendadas nos estudos ambientais, além de outras que, porventura, tenham que ser tomadas. A estrutura e atribuições dessas equipes são descritas no Plano Ambiental para a Construção (PAC).

#### 4.3.3 MOBILIZAÇÃO E SERVIÇOS PRELIMINARES

Inicialmente, haverá a mobilização para a execução dos trabalhos preliminares, que darão suporte para o desenvolvimento dos serviços principais. Essas tarefas consistirão na preparação da logística e dos acessos a serem utilizados, na instalação das áreas dos canteiros de obras e estocagem de estruturas metálicas, na contratação da mão-de-obra e em demais providências necessárias.

## a. Topografia

A partir do projeto executivo de engenharia, deverá ser iniciada a locação das bases das torres para dar-se início efetivo à implantação definitiva das LTs. Dessa forma, os procedimentos a serem aplicados deverão atender aos requisitos listados a seguir.

- É importante o reconhecimento prévio da área onde será realizada a locação das faixas, visando minimizar os impactos ao meio ambiente.
- Antes do início dos serviços topográficos em qualquer propriedade, deverá ser verificado, com a equipe responsável pelo levantamento cadastral, se o proprietário recebeu a comunicação sobre o início dos serviços de implantação das Linhas de Transmissão. Ou seja, a entrada das equipes em qualquer propriedade somente poderá ocorrer com a devida autorização de passagem.
- As equipes do levantamento topográfico deverão receber treinamento adequado, a fim de serem conscientizadas da importância de eliminarem ou minimizarem os impactos ambientais dos serviços.
- Nenhuma atividade de abertura de picadas (Supressão de Vegetação) poderá ser executada sem a autorização do órgão ambiental competente.
- Para todas as motosserras utilizadas nos serviços, será obrigatória a licença específica, que deverá ficar junto com o equipamento. Deverão também ser observadas as recomendações constantes nas Normas de Segurança no Trabalho.
- A passagem das LTs sobre remanescentes florestais será evitada por meio do afastamento dos traçados, retrocedendo-se as torres previamente locadas para estabelecimento de novos ângulos, se necessário.
- Dever-se-á evitar a locação das LTs em áreas nas proximidades de aglomerados urbanos, rodovias e ferrovias, objetivando minimizar o impacto visual das torres e cabos no meio ambiente.
- Deverá ser evitada locação das torres nas proximidades de travessias, pontes e viadutos, para diminuir, também, o impacto visual das torres e cabos.
- A locação do traçado deverá levar em conta as condições geológico-geotécnicas, atentando-se para as seguintes características:
  - terrenos estáveis;
  - evitar a locação em terrenos alagados e inundáveis, pântanos, brejos, mangues e margens de rios;
  - na locação das torres sobre áreas de preservação (margens de rios, matas ciliares, etc.), não poderão ser instaladas estruturas de suporte e estais.

Quando forem observados restos cerâmicos ou artefatos de pedra lascada ou qualquer vestígio relacionado a civilizações antigas, ao longo de travessias de corpos d'água ou nas proximidades onde serão instaladas as torres e as praças de lançamento de cabos, ou quando da abertura de novos acessos, dever-se-á comunicar o fato imediatamente ao funcionário responsável, que deverá retransmitir a informação ao Inspetor Ambiental ou à Fiscalização das obras, para que tomem as providências cabíveis.

#### **b. Cadastro, Negociação e Indenização**

Para fins de oficializar a passagem e executar o cadastramento e o levantamento topográfico detalhado das faixas de servidão (60m), e demais levantamentos de dados locais (cálculo de áreas, avaliação de benfeitorias, plantações, valor da terra nua, etc.), serão contactados os proprietários afetados.

No traçado definitivo das LTs, a ser implantado topograficamente, procurar-se-á ajustar a diretriz do traçado, a fim de evitar, sempre que possível, a passagem por áreas que possuam as seguintes ocorrências:

- proximidade de conglomerados urbanos, sedes de propriedades rurais e de construções isoladas;
- passagem por zonas altas, para poupar grandes esforços derivados da pressão do vento, descargas atmosféricas e, eventualmente, a interferência com rotas migratórias de aves;
- proximidade de caminhos existentes ou em terrenos menos acidentados;
- passagem por terrenos inundáveis, sujeitos a erosão severa, afloramentos rochosos ou de difícil acesso;
- todo tipo de travessias e paralelismos.

Ao se desviar de interferências com benfeitorias, não haverá nenhuma intervenção com habitações, dispensando-se, assim, qualquer procedimento de relocação de população/famílias.

Os terrenos deverão ser considerados sob regime por servidão, e sua demarcação será estabelecida por decreto. A servidão para as LTs 500kV Ribeirão Preto–Estreito–Jaguara e Ribeirão Preto–Poços de Caldas compreenderá, conforme já mencionado, uma faixa de 60m de largura.

Os proprietários, segundo as avaliações a serem realizadas — por métodos diretos (comparativo e de custos) e indiretos (renda e residual) —, receberão indenizações de

“Servidão de Passagem” (ou Permanente) das LTs e de benfeitorias. Essas indenizações incluem basicamente:

- porcentagem sobre “o Valor da Terra Nua”, sendo as terras classificadas em cultiváveis e/ou cultiváveis apenas em casos especiais de algumas culturas permanentes e adaptadas, em geral, para pastagem ou reflorestamento e/ou impróprias para vegetação produtiva e próprias para proteção da fauna silvestre, para recreação ou para armazenamento de água;
- benfeitorias, avaliadas, por seu custo de reprodução, a valores de mercado, considerando-se as construções (edificações e instalações) e o lucro cessante e da cobertura vegetal das culturas (perenes, temporárias e anuais);
- obras e trabalhos de melhorias das terras, incluindo desbravamento, proteção, correção, manutenção e sistematização;
- recursos naturais intrínsecos, como florestais, hídricos e minerais;
- frutos, como renda de exploração direta, aluguel, arrendamento e parceria.

Nas atividades para indenização dos bens, além do cadastro topográfico e da vistoria de avaliação *in loco*, constam as pesquisas de valores de mercado na região, em cartórios de registro de imóveis (transações de compra e venda), cooperativas e assemelhados, bancos, órgãos oficiais e de assistência técnica, dentre outras.

As indenizações por servidão e as indenizações integrais, bem como os demais ônus delas decorrentes, serão avaliadas e calculadas caso a caso e obedecerão às diretrizes das seguintes normas da ABNT:

- NBR-8.976 - Avaliação de Unidades Padronizadas;
- NBR-8.799 (NB 613) - Avaliação de Imóveis Rurais;
- NBR-8.951 (NB 899) - Avaliação de Glebas Urbanizáveis;
- NBR-5.676 (NB 502) - Avaliação de Imóveis Urbanos.

Um Modelo da Escritura Pública de Instituição de Servidão de Passagem será uniformizado para todos os casos.

A área total a ser utilizada pelas LTs será mapeada por propriedade, resultando em uma Escritura de Servidão de Passagem individual, por proprietário.

Nessa Escritura, o proprietário deverá comprometer-se a respeitar as restrições de ocupação e uso do solo, bem como facilitar as atividades para sua manutenção e fiscalização. O pagamento indenizatório será efetuado no ato da assinatura da referida Escritura pelas partes, o que poderá ocorrer após negociação direta ou quando da conclusão do processo expropriatório.

Nas Normas, os procedimentos metodológicos a serem aplicados são claros, explicitando que a responsabilidade pela avaliação é de competência exclusiva dos profissionais legalmente habilitados pelos Conselhos Regionais de Engenharia, Arquitetura e Agronomia – CREA, de acordo com a legislação vigente, em especial as Resoluções nº 205, 218 e 345 do Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia – CONFEA e as Leis Federais 5.194 e 8.883, de 24/12/66 e 08/06/94.

### **c. Mão-de-Obra**

Para a ampliação das Subestações Jaguará e Poços de Caldas, e na construção da nova Subestação de Ribeirão Preto estão previstos cerca de 100 trabalhadores no total, durante 12 meses.

Para a implantação das LTs, calcula-se que haverá 2 (duas) frentes de obras, vinculadas ao canteiro principal (Ribeirão Preto/SP) e ao canteiro secundário (Sacramento/MG), com a alocação global estimada de 600 trabalhadores. A variação é função dos respectivos métodos e rotinas de trabalho adotados pelas empreiteiras. Como exemplo, a maior mecanização de uma obra implicará a redução no efetivo de pessoal, e vice-versa.

No **Quadro 4-4**, apresenta-se o efetivo estimado para as obras. Os valores inicialmente fornecidos referem-se aos efetivos médios para cada uma das frentes consideradas. A mão-de-obra especializada engloba, além dos encarregados, chefes de turma e especialistas (encarregados, operadores de equipamento, chefes de turma, montadores, eletricitas, mecânicos, etc.) que não são da região, pois, normalmente, é formada por profissionais integrantes dos quadros permanentes das empreiteiras. Os profissionais semi-especializados, tais como pedreiros, carpinteiros e ajudantes de mecânica, dentre outros, poderão vir a ser recrutados na região. A mão-de-obra não-especializada abrange serventes e braçais, devendo ser contratada nas cidades próximas ao local de cada uma das frentes de obra que constituirão o empreendimento.

O prazo previsto para a construção das Linhas de Transmissão é de 12 meses, conforme já comentado, assim como o da construção da nova SE Ribeirão Preto e o da ampliação das Subestações Jaguará e Poços de Caldas, devendo o pico ocorrer a partir do 6º mês de obra.

#### **d. Canteiros de Obras**

##### **(1) Geral**

A definição dos locais dos canteiros de obras em empreendimentos lineares depende de uma série de fatores que envolvem diretamente a logística (procedência da mão-de-obra especializada e forma de habitação a ser utilizada — alojamentos e/ou hotéis/pensões/repúblicas) e a forma estratégica de execução da empreiteira. O espaçamento entre os canteiros, nessas obras, depende da produção de construção e montagem (avanço de obras). Sendo assim, foram definidos os municípios de Ribeirão Preto/SP, para a instalação do canteiro principal, e Sacramento, para a instalação do canteiro secundário. As Subestações Ribeirão Preto (nova), Estreito (nova, a ser implantada por outro empreendedor), Jaguara e Poços de Caldas contarão com seus próprios canteiros de obras, localizados nas instalações existentes ou a implantar (SE Ribeirão Preto).

Nos municípios selecionados, por seu porte e infra-estrutura existente, não serão provocados impactos significativos. Registra-se que, em obras já realizadas e/ou em andamento, nesse tipo de unidade (canteiro secundário), os impactos são mínimos e mitigáveis.

Quanto aos impactos pontuais no local dos canteiros de obras, haverá uma inspeção prévia e, somente após a análise ambiental e a aprovação de cada área pelo empreendedor, que verificará se as prescrições estabelecidas no EIA e nos demais documentos ambientais estão sendo atendidas, haverá a liberação para instalação e operação.

Cabe frisar que o Plano Ambiental para a Construção – PAC e a estrutura de Gerenciamento Ambiental das atividades de obras farão parte das Especificações Técnicas de contratação da montadora.

Dessa forma, as premissas estabelecidas devem ser consideradas apenas como orientativas, tendo sido estabelecidas a partir da experiência das empresas do Setor Elétrico em obras similares, uma vez que a definição exata da logística de cada frente de obra é prerrogativa das empresas que venham a ser contratadas para execução dos trabalhos em cada trecho considerado.

Nos canteiros de obras principais, estarão localizadas estruturas, tais como cozinha, refeitório, almoxarifado, oficina, depósitos de máquinas, equipamentos e materiais, ambulatório, escritório de projetos e administração, dentre outros. Esses canteiros deverão operar por um período de aproximadamente 12 meses.

Em todos os canteiros, o contingente de mão-de-obra deverá ser transportado diariamente, do canteiro de obras e/ou hotéis/pensões (para os trabalhadores de outras regiões/localidades que ficarem alojados/instalados) e de sua origem (trabalhadores locais), até as frentes de trabalho.

A localização dos canteiros será proposta pelas empreiteiras concorrentes na fase de Contratação das Obras, com sua respectiva análise ambiental, para uma verificação, *in loco*, da equipe de Meio Ambiente do empreendedor. As áreas indicadas para os canteiros deverão, ainda, conter os pareceres das Prefeituras Municipais, concordando com as instalações, e estar em locais que causem o mínimo de impactos ambientais e às comunidades locais. A empreiteira deverá apresentar um relatório contendo uma descrição das áreas, o *layout* previsto, a estrutura funcional e suas respectivas instalações (redes de água, esgoto, energia, acessos, alojamentos, ambulatórios e destino final do lixo). Esse relatório deverá ser submetido à análise do empreendedor. O licenciamento da Prefeitura deverá ser apresentado ao empreendedor, antes das obras, para que seja liberada a instalação do canteiro.

## **(2) Canteiro de Obras Principal**

As diretrizes e os critérios a serem considerados pela empreiteira contratada para a locação do Canteiro de Obras Principal são os seguintes:

- antecipadamente, dever-se-á solicitar o apoio da Prefeitura Municipal local para cadastrar a mão-de-obra local disponível para as obras, veiculando propagandas, pela mídia e através de cartazes, com especificação dos tipos de profissionais necessários. Esse procedimento visa priorizar a contratação da mão-de-obra local, evitando-se a mobilização de pessoas estranhas à região e, ao mesmo tempo, diminuir a estrutura de apoio às obras (alojamentos, despejos sanitários, lixo, etc.). Contribui, também, para evitar a veiculação de doenças transmissíveis e minimizar os problemas de aumento da prostituição e violência, dentre outros aspectos;
- esse canteiro deverá situar-se nas imediações de Ribeirão Preto, (SP), município com boa infra-estrutura, isto é, dotada de acessos, comunicações, transporte interestadual e intermunicipal, hotéis, hospital, comércio (peças automotivas e materiais de construção) e mão-de-obra semi-especializada (pedreiros, carpinteiros, armadores, etc.), excluindo-se, neste caso, as cidades de pequeno porte;
- dever-se-á considerar a infra-estrutura da região atravessada pelas diretrizes das LTs, visando à possibilidade de alojar o máximo dos empregados em casas alugadas, repúblicas, hotéis e pensões existentes nas redondezas;

- o local da área a ser escolhida deverá ter, como requisitos básicos, o tipo de solo e acessos compatíveis com o porte dos veículos/equipamentos e com a intensidade do tráfego. Deverá ser dotado de sistemas de sinalização de trânsito e de drenagem superficial, com um plano de manutenção e limpeza periódica;
- a localização não deverá interferir expressivamente com o 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;
- a área a ser utilizada, preferencialmente, já deverá ter sido impactada, prevendo-se o possível reaproveitamento da infra-estrutura a ser instalada quando do término da obra;
- mesmo havendo infra-estrutura no local, os efluentes gerados pelo canteiro de obras não deverão ser despejados diretamente nas redes de águas pluviais e de águas servidas, sem que haja uma aprovação prévia da Fiscalização, em conjunto com os órgãos públicos de cada município. Não existindo infra-estrutura, deverão ser previstas instalações completas para o controle e tratamento dos efluentes, notadamente os de coleta de resíduos de esgotos dos sanitários e refeitório, com o uso de fossas sépticas (segundo a NBR 7.229, da ABNT). Quanto aos resíduos oriundos das oficinas mecânicas (águas oleosas), das lavagens e lubrificação de equipamentos e veículos, deverá ser prevista a construção de caixas coletoras e de separação dos produtos, para posterior remoção do óleo através de caminhões sugadores ou de dispositivos apropriados, a serem encaminhados aos locais mais próximos, para reaproveitamento/disposição final (Plano de Gerenciamento de Resíduos).

No canteiro secundário das LTs, a cidade de apoio e as instalações poderão ser mais modestas, porém a composição será basicamente a mesma.

Em qualquer situação, para a operação e manutenção dos canteiros, deverão ser previstos rotinas e dispositivos que não só atendam às prescrições básicas de conforto, higiene e segurança dos trabalhadores, como também minimizem os transtornos que possam ser causados à população vizinha, tais como ruídos, poeira, bloqueio de acessos, etc.

### **(3) Equipamentos e Materiais de Construção**

Os principais materiais de construção civil industrializados que serão utilizados nas obras das LTs, da nova SE Ribeirão Preto e das ampliações das SEs Jaguará e Poços

de Caldas, tais como cimento *portland*, vergalhões de aço, perfis de aço para estacas, tintas e solventes, originar-se-ão diretamente de centros industriais, sendo distribuídos dos canteiros para os locais de aplicação, no caso das Linhas de Transmissão. Os materiais primários, como areia, brita ou seixo rolado e madeira aparelhada, deverão ser adquiridos de fornecedores locais.

Quanto a 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 das LTs, serão necessários guinchos, tensionadores, prensas hidráulicas e roldanas, dentre outros. Poderão ainda ser necessários equipamentos auxiliares: compressores, rompedores, bombas de esgotamento, vibradores para concreto, bate-estacas, etc.

#### **4.3.4 CONSTRUÇÃO E MONTAGEM DAS LTs, DA NOVA SUBESTAÇÃO RIBEIRÃO PRETO E AMPLIAÇÃO DAS SUBESTAÇÕES JAGUARA E POÇOS DE CALDAS**

##### **a. Fase de Preparo de Acessos**

A partir das rodovias primárias, secundárias e estradas vicinais, deverão ser estabelecidos os pequenos acessos para se atingirem os locais das torres, que merecerão atenção especial, pois deverão estar estruturados para suportar o tráfego de caminhões/carretas, no transporte de estruturas metálicas, cabos, isoladores, ferragens e materiais de construção, mesmo durante períodos chuvosos, seja durante as obras, seja após sua conclusão, quando poderão ser utilizados na inspeção e manutenção das LTs.

Na logística de transporte dos materiais para a implantação das torres, não haverá necessidade de se implantarem novos acessos de porte, tendo em vista que a região é bem servida por rodovias, sendo necessário, apenas, estabelecer a ligação das existentes com o local das torres, em nível local.

No contrato a ser firmado, a empreiteira, antes do início dos serviços, deverá definir um procedimento de acessos às áreas dos canteiros de obra e às torres, apresentando uma planta-chave que indique as estradas principais da região, identificando, a partir delas, as estradas secundárias, vias vicinais, caminhos e trilhas existentes, cujos traçados serão utilizados como acesso a cada torre. Incluem-se, também, nesse procedimento, os pequenos acessos provisórios novos que, porventura, tenham que ser implantados. Esse procedimento deverá ser analisado e aprovado, previamente, pela Fiscalização do empreendedor. Caso haja alguma discordância quanto ao uso de

algum percurso/ acesso, a empreiteira deverá apresentar outra opção, objetivando sempre a minimização dos impactos ambientais, principalmente os que afetam as comunidades locais. Só serão utilizadas as estradas de acesso autorizadas.

Nas áreas onde houver necessidade de novos acessos ou onde estes estiverem intransitáveis, serão abertas vias de serviço, de acordo com as normas existentes e tendo como premissas básicas os seguintes critérios:

- aproveitamento máximo do traçado antigo dos caminhos, trilhas ou estradas vicinais;
- abertura de pequenos acessos provisórios somente onde for estritamente necessário e com autorização prévia da Fiscalização;
- em função do porte dos equipamentos/veículos pesados e do fluxo de tráfego, para os acessos, a empreiteira deverá elaborar um programa de melhorias das condições das estradas, compatível com o tráfego previsto;
- a partir da definição da área atravessada por novos acessos, caso sejam necessários, deverão ser investigadas as evidências de sítios arqueológicos não-cadastrados, requerendo o acompanhamento da equipe técnica especializada para sua identificação e salvamento;
- na transposição por pequenas redes de drenagem e em áreas de várzeas, os movimentos de terra, bem como o balanceamento de materiais, deverão ser equacionados de forma a não provocar carreamento de material sólido;
- os acessos permanentes às áreas de torres, após a conclusão da obra e durante toda a fase operacional, serão mantidos em boas condições de tráfego. Os acessos provisórios somente serão abertos com a autorização dos proprietários;
- as áreas dos acessos provisórios (caminhos de serviço), após a conclusão da obra, serão completamente restituídas às suas condições originais, conforme documentação fotográfica registrada antes de sua abertura, a não ser que o proprietário especifique de forma diferente.

#### **b. Limpeza das Faixas de Servidão, Áreas das Torres e Praças de Montagem**

O local de instalação das torres ocupará uma área de, no mínimo, 900m<sup>2</sup> e, no máximo, de 3.600m<sup>2</sup>, que dependerá do tipo de torre a ser utilizado. Nesses locais, deverá ser efetuada a limpeza da vegetação, visando à instalação das torres. Nesse caso, pode-se considerar que essas mesmas áreas corresponderão às praças de montagem das estruturas das torres.

As praças de lançamento de cabos têm caráter provisório e localizar-se-ão dentro das faixas de servidão da LTs. Distam, entre si, cerca de 6km, medindo sua área,

aproximadamente, 2.500m<sup>2</sup>. Tais praças deverão localizar-se, preferencialmente, em áreas já antropizadas.

As supressões de vegetação das faixas de servidão deverão ser realizadas com a largura suficiente para permitir a implantação, a operação e a manutenção das LTs. O desmatamento será efetuado de forma seletiva, de acordo com a NBR-5.422/85, conforme indicado na **Figura 4-12** e as diretrizes apresentadas a seguir.

- **Supressão total:** ocorrerá nas faixas de serviço; sua largura será definida de forma a ser suficiente para a colocação do cabo-guia, montagem e içamento das torres (praça das torres), trânsito de veículos, transporte de materiais e lançamento de cabos-piloto e condutores. Quando o trecho for de Área de Preservação Permanente (APP), essas larguras deverão ser de 3m, podendo, excepcionalmente, chegar a 4m, quando as faixas de serviço forem necessárias para utilização como acesso permanente ao local da torre. Também ocorrerá a supressão necessária para a instalação das bases das torres. Adicionalmente, nessa faixa, deverá ser feita a supressão da vegetação arbórea para se manter, após o lançamento dos cabos, a distância de segurança entre o dossel superior da vegetação e os cabos (catenária), fixada em 6,70m.
- **Supressão parcial:** a supressão parcial será realizada de forma seletiva, também segundo o critério da mencionada NBR-5.422, que divide as faixas de servidão em três zonas, onde, em cada uma delas, determinam-se as alturas máximas que a vegetação remanescente poderá ficar em relação ao condutor e seus acessórios energizados e a quaisquer partes, energizadas ou não, das próprias LTs (**Figura 4-12**).

A abertura e a limpeza das faixas de servidão, tanto no que se refere à supressão total quanto à parcial, incluirão a remoção de árvores da faixa. Os procedimentos-padrão a serem seguidos durante o processo de limpeza são os seguintes:

- avisar, antecipadamente, aos proprietários as datas de execução dos serviços pertinentes em suas propriedades;
- nenhuma atividade de Supressão de Vegetação poderá ser efetuada sem a autorização do órgão ambiental competente;
- a empreiteira é responsável pela obtenção das licenças de desmatamento de todas as áreas que estejam fora das faixas de domínio (estradas de acesso, plataformas de montagem, faixas de segurança, etc.);

- para todas as motosserras utilizadas nos serviços, exige-se a licença específica, que ficará junto ao equipamento, sendo também observadas as recomendações constantes na NR 12, da ABNT;
- as laterais das faixas de serviço serão claramente delimitadas, certificando-se de que não ocorrerá nenhuma supressão além dos seus limites;
- a vegetação arbustiva, herbácea e árvores de altura compatível com a segurança das LTs não poderão ser cortadas; esse tipo de prática auxiliará, também, no controle da erosão;
- dever-se-á evitar a utilização de equipamentos pesados na limpeza;
- o uso de herbicidas é terminantemente proibido para o desmatamento ou controle da rebrota da vegetação;
- é proibido o desmatamento, de forma indiscriminada, preservando-se todos os indivíduos cuja altura não ultrapasse a distância mínima requerida em relação aos cabos;
- as árvores serão tombadas para dentro das faixas de serviço;
- qualquer árvore que cair em cursos d'água ou além do limite das faixas de serviço será imediatamente removida;
- as árvores localizadas fora dos limites das faixas de serviço não deverão ser, em hipótese alguma, cortadas com o objetivo de obter madeira, evitando-se a poda dos galhos projetados nas faixas de servidão;
- o desmatamento não será necessário nas áreas de pastagens ou lavouras, exceto onde houver plantios de espécies de grande porte (silvicultura) ou cultivos de cana-de-açúcar, as quais serão completamente erradicadas no interior das faixas de serviço;
- o solo de onde serão erradicadas as culturas deverão, tão rápido quanto possível, ser recobertos com vegetação herbácea;
- nas áreas de bases de torres e praças de lançamento, a área de serviço será desmatada e limpa somente nas dimensões mínimas necessárias;
- obstáculos de grande altura e árvores fora das faixas de servidão e que, em caso de tombamento ou oscilação dos cabos, possam ocasionar danos às LTs, serão também removidos e/ou cortados, a critério da Fiscalização; entretanto, somente

serão executados os serviços fora das faixas de servidão com autorização prévia dos proprietários e do órgão ambiental, observando-se também a Norma NBR 5.422;

- o desmatamento seletivo será executado mediante demarcação dos indivíduos que serão cortados; a seguir, será aplicado o método de derrubada individual, com motosserra, procurando-se evitar danos aos demais indivíduos no momento da queda;
- em qualquer atividade de desmatamento ou limpeza das faixas de servidão, as queimadas não serão permitidas;
- poderão ser dispensados o corte das árvores e a limpeza das faixas de servidão nas “grotas” ou trechos onde a linha cruzar com bastante altura do solo, devendo, entretanto, ser garantida a altura mínima de projeto do condutor ao dossel da árvore mais alta;
- procurar-se-á aumentar o espaçamento vertical dos cabos condutores ao solo (*clearance*) nas áreas com remanescentes que constituem matas ciliares, de modo a evitar a redução da cobertura vegetal e da fauna associada, além de diminuir a erosão acelerada e o assoreamento dos rios, córregos e açudes existentes.

### **c. Escavação para as Fundações das Torres**

No que diz respeito à escavação das fundações das torres, serão especialmente observados os aspectos listados a seguir.

- Dever-se-á evitar a utilização de máquinas pesadas na abertura de praças de trabalho. A escavação será executada manualmente nos locais mais críticos, visando preservar ao máximo as condições naturais do terreno e sua vegetação.
- O material escavado que vier a ser utilizado como reaterro das fundações será acondicionado, de maneira a preservar a vegetação nas imediações. O material escavado e não utilizado será espalhado e compactado em aterro da construção civil ou área de bota-fora autorizado, não deixando acúmulo de terra fofa.
- A presença de formigueiros nas faixas de servidão, em uma distância de até 15m do centro das cavas de fundação, deverá ser avaliada, para que se decida pela sua eliminação ou pela relocação da torre.
- Deverá ser escolhido o local de retirada de material de empréstimo para o reaterro das fundações, de forma que cortes no terreno não venham a provocar erosões futuras; nesse caso, será considerada a necessidade de proteção desses cortes.

- Todos os taludes escavados nas áreas de empréstimo e de bota-foras serão, obrigatoriamente, protegidos por meio do plantio de gramas adaptadas às condições edafoclimáticas locais (revegetação).
- Todo o material escavado e não utilizado, proveniente, principalmente, da camada superficial rica em matéria orgânica, será espalhado superficialmente nas áreas de bota-fora.
- Todas as áreas de escavações, em zonas de pastoreio, serão cercadas a fim de evitar a queda de animais de criação (bovinos, eqüinos, etc.).

#### **d. Fundações das Torres (Série de Fundações Padronizadas)**

Como diretriz principal de projeto, definiu-se que cada tipo de torre terá fundação-padrão para cada tipo de solo.

Para comprovação do projeto, determinou-se a execução de um teste das fundações padronizadas de maior incidência em locais representativos da característica de solos mais freqüentemente encontrados.

Os principais tipos de fundações padronizadas atendem à concepção explicitada a seguir.

#### **(1) Fundações para Solos Normais**

Consideram-se como solos normais os solos argilosos, arenosos ou argilo-siltosos, sem presença de água ou de rocha até o nível da base da escavação das fundações.

Para esses solos, é prevista a instalação das fundações típicas listadas a seguir.

#### **• Fundações Típicas Para Solos Normais**

Estruturas estaiadas

- |           |  |
|-----------|--|
| - Mastros | Tubulão vertical com base alargada (se necessário) ou sapata com fuste vertical, em concreto armado. |
| - Estais  | Tubulão reto, sem base alargada, instalados na vertical.   |

Estruturas autoportantes

- |             |   |
|-------------|---|
| - Suspensão | Tubulão vertical com base alargada (se necessário) ou sapata com fuste inclinado, em concreto armado. |
| - Ancoragem | Tubulão vertical com base alargada ou sapata com fuste inclinado, em concreto armado.                 |

- **Fundações Típicas Para Solos Especiais**

Para outros tipos de solos, aí compreendidos como solos fortes, como rocha sã e rocha fraturada aflorada ou a baixa profundidade, solos fracos e solos com nível d'água elevado, prevê-se a instalação de fundações especiais, tais como as listadas a seguir.

**Rocha sã ou pouco fraturada**

- Estruturas autoportantes e mastros de estruturas estaiadas Tubulão curto ou sapata em concreto armado, atirantado na rocha. Para rocha aflorada, poderá ser utilizado, como alternativa e desde que seja possível escavar a rocha, tubulão curto em concreto armado engastado diretamente na rocha.
- Estais Haste de âncora engastada diretamente na rocha.

Solo muito fraco, com ou sem presença de água a baixa profundidade

- Estruturas autoportantes
- Estacas metálicas ou de concreto armado, coroadas por blocos de concreto armado independentes ou interligados por vigas horizontais.

Prevê-se, ainda, a incidência de soluções de estaqueamento em solos de baixa capacidade de suporte.

Modelos típicos de fundações padronizadas, para o mastro central e para os estais de torres estaiadas, para as LTs, podem ser vistos nas **Figuras 4-13 a 4-15**.

Deverão ser determinadas e mapeadas as regiões atravessadas pelas LTs que possuam as mesmas características geológicas, de modo a permitir que sejam estimados os tipos e quantidades de fundação a serem adotados para cada região (sapata, bloco de concreto, tubulão, estaca, tirante em rocha, etc.), elaborando-se desenhos ilustrativos e esquemáticos com dimensões aproximadas das fundações normais (típicas) a serem utilizadas, bem como os parâmetros básicos adotados referentes ao solo para o respectivo dimensionamento, com indicação das características principais resultantes e adotadas (dimensões, volumes e armações).

Os procedimentos e recomendações ambientais a serem adotados são apresentados a seguir.

- Deverão ser tomadas todas as medidas cabíveis para evitar o início de processos de erosão no preparo e limpeza dos locais de execução das fundações, especialmente a recomposição da vegetação herbácea.

- Deverão ser tomadas precauções especiais na execução das fundações de torres nas travessias de cursos de água, visando a não provocar nenhuma alteração ou interrupção no sistema de drenagem natural.
- Deverão ser evitadas escavações. As valas já abertas serão protegidas com material impermeável, em tempo chuvoso. Deverá também ser executada drenagem eficiente ao redor dessas valas.
- Deverão ser providenciadas as proteções e sinalizações adequadas para evitar acidentes, na execução desses serviços nas proximidades de áreas urbanas/habitacionais.
- Sempre que necessário, as fundações deverão receber proteção contra erosão, mediante a execução de canaletas, muretas, etc.
- Quando do término de todas as obras de fundação e seus afloramentos, o terreno à sua volta será perfeitamente recomposto, revestido, compactado, drenado e protegido, não dando margem ao início de processos erosivos.

#### **e. Montagem de Estruturas**

As estruturas metálicas das torres deverão ser montadas, peça por peça e/ou por seções pré-montadas no solo, nas praças de montagem preparadas; depois, essas estruturas serão içadas com auxílio de guindastes. Os procedimentos e recomendações ambientais e de segurança a serem adotados são apresentados a seguir.

- Deverão ser priorizados procedimentos que reduzam a abertura de áreas destinadas às atividades de construção das LTs, diminuindo, principalmente, o uso de equipamentos de grande porte, de forma a preservar as áreas atingidas. Sugere-se que se dê prioridade à montagem manual das torres estaiadas.
- Os serviços de montagem serão executados dentro da área estipulada para a Praça de Montagem, mantendo-se o processo de recolhimento de resíduos sólidos e oleosos.
- Só poderão permanecer dentro da Praça de Montagem os funcionários necessários à execução dos serviços.
- Na execução desses serviços nas proximidades com áreas urbanas/habitacionais, serão providenciadas, para evitar acidentes, as proteções adequadas, tais como tapumes, cercas isolantes, sinalizações, etc.

#### **f. Instalação dos Cabos Condutores, Pára-Raios e Acessórios**

A instalação do aterramento deverá ser efetuada antes do lançamento dos cabos pára-raios, em valetas com 0,50m de profundidade. Os suportes das LTs deverão ser enterrados de maneira a tornar a resistência de aterramento compatível com o desempenho desejado e a segurança de terceiros. O aterramento deverá restringir-se às faixas de segurança das LTs e não interferir com outras instalações existentes e com atividades desenvolvidas dentro da faixa.

Os cabos condutores e pára-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 das LTs, seguindo-se o grampeamento deles.

Para a sinalização, serão identificados os pontos obrigatórios (rotas aeroviárias, vales profundos, cruzamentos com rodovias, ferrovias e outras linhas de transmissão), para os quais serão elaborados projetos específicos de sinalização aérea e de advertência, baseados nas Normas da ABNT e nas exigências de cada órgão regulador envolvido.

Os principais procedimentos a serem adotados deverão considerar o seguinte:

- evitar praças de lançamento de cabos situadas em encostas íngremes e/ou próximas a cursos de água;
- reduzir ao máximo o número e a área utilizada em função da implantação das praças de lançamento;
- armazenar as camadas orgânicas superficiais do solo escavado;
- remodelar a topografia do terreno ao término da utilização respectiva, restabelecendo o solo, as condições de drenagem e a cobertura vegetal;
- limitar a abertura das faixas de servidão por ocasião da etapa de lançamento dos cabos, em Áreas de Preservação Permanente, na medida estritamente necessária (3m e, se indispensável, até 4 metros) para passagem do trator que conduz o cabo-guia, de forma a evitar maiores interferências na área atravessada;
- demarcar, cercar e sinalizar os locais de instalação dos cabos condutores, pára-raios e acessórios;
- instalar estruturas de proteção com altura adequada (por exemplo, cavaletes de madeira – empolcaduras) para manter a distância necessária entre os cabos, os obstáculos atravessados e o solo, nos casos de travessias sobre rodovias,

ferrovias, linhas elétricas e de telecomunicações e outros cruzamentos. Será instalada uma rede ou malha de material não-condutor para evitar a queda do cabo sobre o obstáculo atravessado, em caso de falha mecânica no processo de lançamento;

- colocar sinais de advertência pintados com tinta fosforescente se as empolcaduras (traves de proteção ao lançamento dos cabos) forem situadas a menos de 2m do acostamento da estrada. Os sinais serão colocados de modo tal que fiquem facilmente visíveis dos veículos que trafeguem nos dois sentidos. Em rodovias de maior importância, é recomendada a utilização de lâmpadas de advertência tipo “pisca-pisca”;
- todas as cercas eventualmente danificadas durante a fase de instalação dos cabos serão reconstituídas após o lançamento;
- a execução das valetas para contrapeso deverá garantir condições adequadas de drenagem e proteção contra erosão, tanto na fase de abertura como na de fechamento, recompondo o terreno ao seu término.

#### **g. Comissionamento**

Na fase de comissionamento das obras, será inspecionado o estado final de:

- áreas florestais remanescentes;
- preservação das culturas;
- vãos livres de segurança, verticais e laterais, entre árvores e as LTs;
- limpeza de proteção contra fogo;
- proteção contra erosão e ação das águas pluviais;
- reaterro das bases das estruturas;
- estado dos corpos de água.

### **4.3.5 FASE DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO**

#### **a. Subestações**

As Subestações Jaguará e Poços de Caldas, assim com as novas SEs Estreito e Ribeirão Preto, estarão integradas ao Esquema de Controle e Segurança (ECS) do Sistema Elétrico Brasileiro.

Como a Expansão da Interligação Norte–Sudeste utiliza subestações existentes, todas as entradas de linha deverão ser supervisionadas segundo o critério adotado pelas empresas proprietárias de tais subestações, de forma que seja garantida sua perfeita integração aos Sistemas de Supervisão e Controle existentes.

#### **b. Linhas de Transmissão**

A operação e o controle das LTs serão efetuados pelas subestações existentes nas extremidades de cada trecho.

A inspeção periódica de manutenção das LTs deverá ser realizada por via terrestre, utilizando-se as vias de acesso construídas para a obra, ou por via aérea, em aviões e helicópteros.

Os serviços de manutenção preventiva (periódica) e corretiva (restabelecimento de interrupções) caberão a 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 que venham a ocorrer.

Nas inspeções das LTs, 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 seguintes itens:

- Estradas de Acesso:
  - focos de erosão;
  - drenagem da pista;
  - condições de trafegabilidade;
  - manutenção de obras-de-arte correntes;
  - manutenção de porteiras e colchetes;
  - outros aspectos relevantes;
- Faixas 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.

**Quadro 4-3 – Traçado Preferencial – LTs 500kV Ribeirão Preto–Estreito–Jaguara**

SE / VÉRTICE	COORDENADAS FUSO 23	
	LESTE (UTM)	NORTE (UTM)
<b>Nova SE Ribeirão Preto</b>	<b>220.978,00</b>	<b>7.653.007,00</b>
V 01	221.131,00	7.651.936,00
V 02	221.599,09	7.651.898,03
V 03	221.807,00	7.653.779,00
V 04	222.752,00	7.654.699,00
V 05	237.721,00	7.681.863,00
V 06	241.044,00	7.688.245,00
V 07	244.770,00	7.699.352,00
V 08	247.633,00	7.703.672,00
V 09	258.079,00	7.720.589,00
<b>Nova SE Estreito</b>	<b>273.131,00</b>	<b>7.758.771,00</b>
V 01	273.880,00	7.759.998,00
V 02	273.921,00	7.760.400,00
V 03	273.708,00	7.761.628,00
V 04	273.563,00	7.762.590,00
V 05	272.956,00	7.768.250,00
V 06	267.093,00	7.779.679,00
V 07	249.783,89	7.784.935,56
V 08	244.985,89	7.785.890,56
V 09	244.741,89	7.785.585,56
<b>SE Jaguara</b>	<b>244.719,89</b>	<b>7.785.526,56</b>

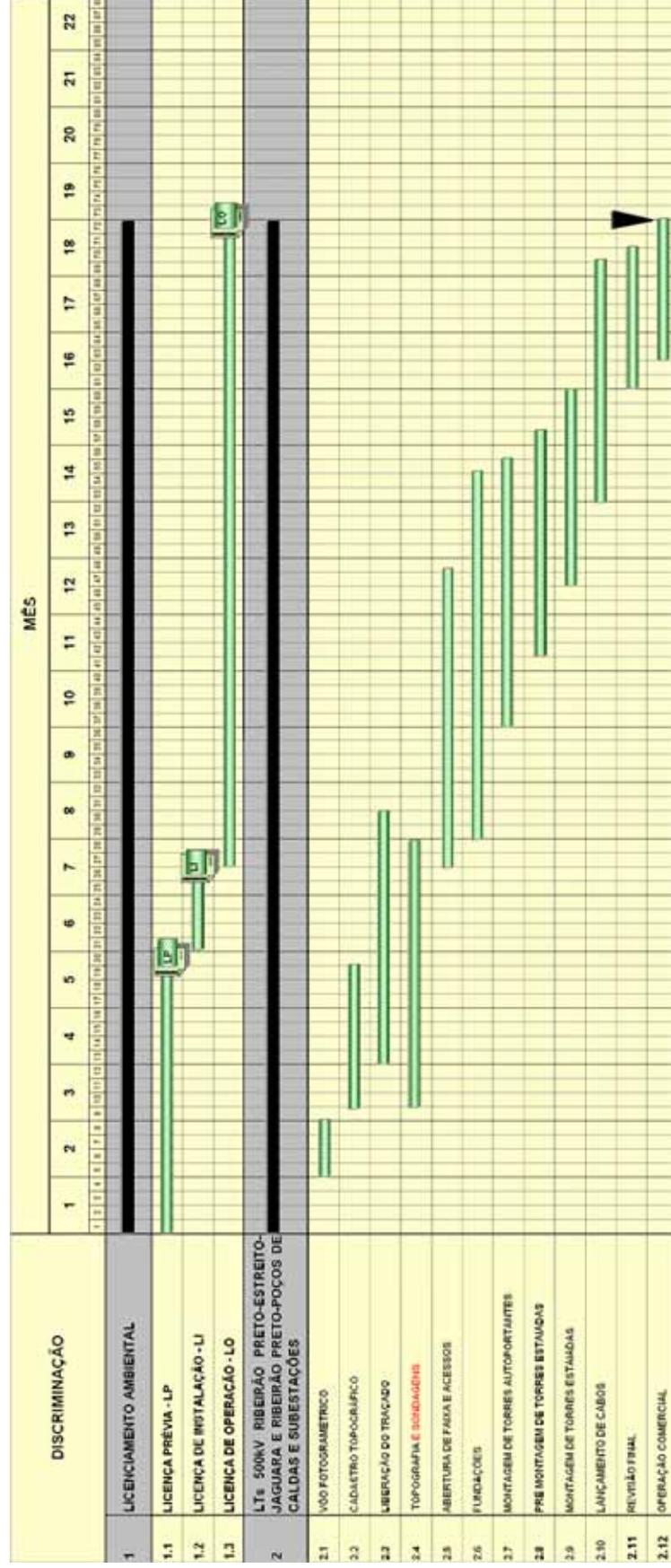
**Quadro 4-3a – Traçado Preferencial – LT 500kV Ribeirão Preto–Poços de Caldas**

SE / VÉRTICE	COORDENADAS FUSO 23	
	LESTE (UTM)	NORTE (UTM)
<b>SE Ribeirão Preto</b>	<b>220.978,00</b>	<b>7.653.007,00</b>
V 01	221.131,00	7.651.935,00
V 02	221.807,00	7.651.882,00
V 03	223.070,00	7.648.780,00
V 04	227.431,00	7.641.818,00
V 05	229.783,00	7.639.379,00
V 06	252.710,00	7.616.274,00
V 07	274.352,00	7.606.760,00
V 08	285.421,00	7.601.066,00
V 09	299.975,00	7.598.001,00
V 10	323.950,00	7.591.604,00
V 11	330.820,00	7.591.987,00
V 12	331.857,00	7.591.088,00
V 13	332.937,00	7.590.535,00
V 14	333.621,00	7.590.046,00
V 15	333.591,00	7.589.588,00
V 16	333.342,00	7.589.036,00
<b>SE Poços de Caldas</b>	<b>333.360,00</b>	<b>7.588.922,00</b>

**Quadro 4-4 – Efetivos estimados para as obras das LTs e das SEs**

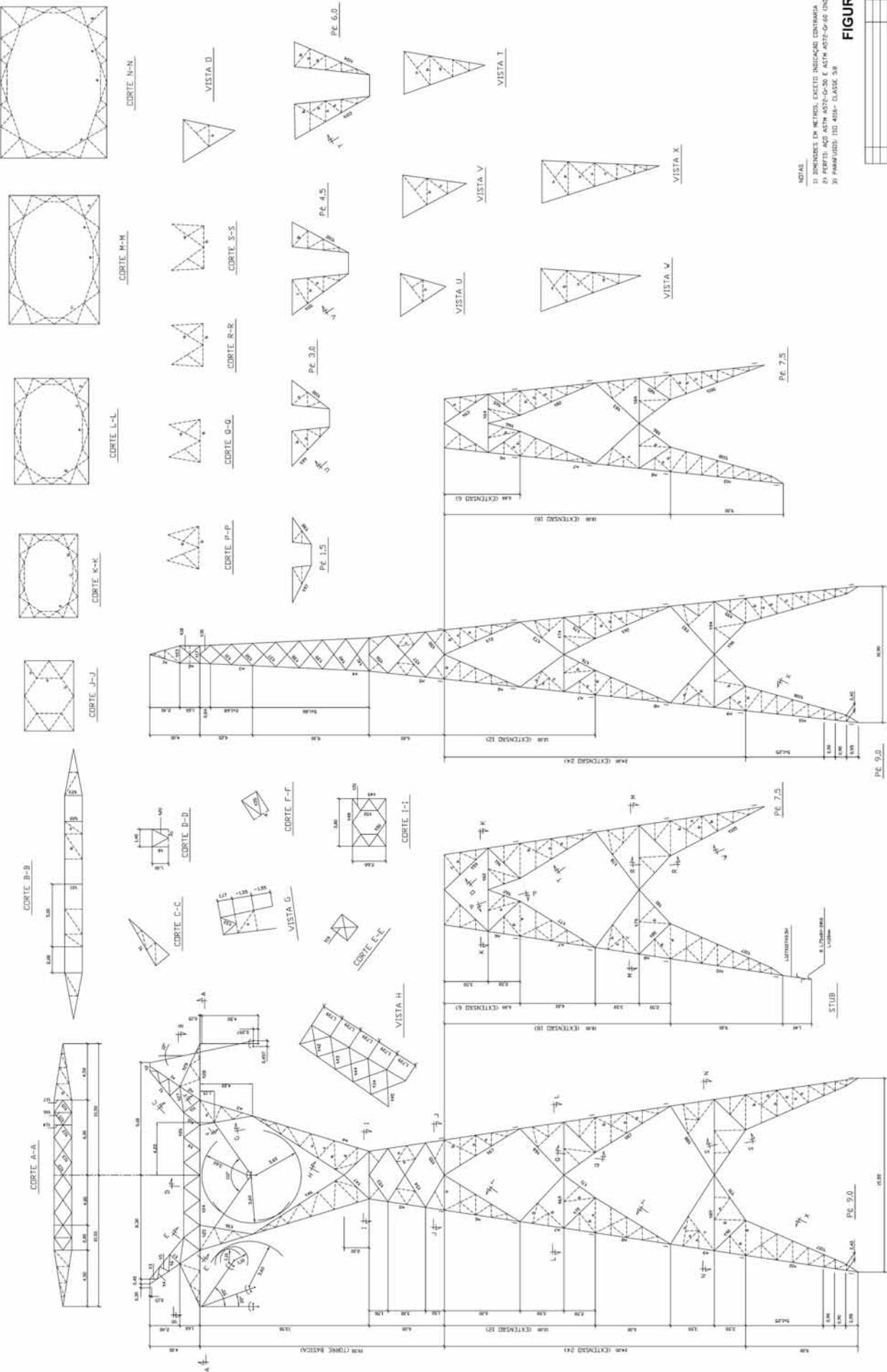
CANTEIROS DAS LTs E DAS SUBESTAÇÕES / LOCALIZAÇÃO	DURAÇÃO (MESES)	EXTENSÃO (km)	PESSOAL		TOTAL
			DE OUTRAS REGIÕES	LOCAL / REGIONAL	
<b>Canteiro Principal LTs</b>					
Ribeirão Preto	12	153,4	90	210	300
<b>Canteiro Secundário LTs</b>					
Sacramento	12	150	90	210	300
<b>SUBTOTAL CANTEIROS LTs</b>	<b>12</b>		<b>180</b>	<b>420</b>	<b>600</b>
<b>Canteiros Subestações (SEs)</b>					
Nova Ribeirão Preto	12		10	30	40
Jaguara (ampliação)	12		10	20	30
Poços de Caldas (ampliação)	12		10	20	30
<b>SUBTOTAL SUBESTAÇÕES</b>	<b>12</b>		<b>30</b>	<b>70</b>	<b>100</b>
<b>TOTAL (LTs + Subestações)</b>			<b>210</b>	<b>490</b>	<b>700</b>
<b>Porcentagem (%)</b>			<b>30</b>	<b>70</b>	<b>100</b>

**Quadro 4-5 – Cronograma de Projeto / Construção das LTs 500kV Ribeirão Preto–Estreito–Jaguara e Ribeirão Preto–Poços de Caldas, implantação da nova Subestação Ribeirão Preto e Ampliação das Subestações Jaguara e Poços de Caldas**









NOTAS:  
 1) DIMENSIONES EN METROS, EXCEPTO INDICACION CONTRARIA  
 2) PERFILES ACQ ASTM A572-G-50 E ASTM A572-G-66 UNIFORME CON Q  
 3) PARAMETROS: 110 4024- CLASSE 5.8

FIGURA 4 - 3

PROYECTO		FECHA		AUTOR		REVISOR	
DESCRIPCION		FECHA		AUTOR		REVISOR	
MATERIAL		FECHA		AUTOR		REVISOR	
Escala		FECHA		AUTOR		REVISOR	
Tipo de obra		FECHA		AUTOR		REVISOR	
Lugar		FECHA		AUTOR		REVISOR	
Escala		FECHA		AUTOR		REVISOR	
Tipo de obra		FECHA		AUTOR		REVISOR	
Lugar		FECHA		AUTOR		REVISOR	

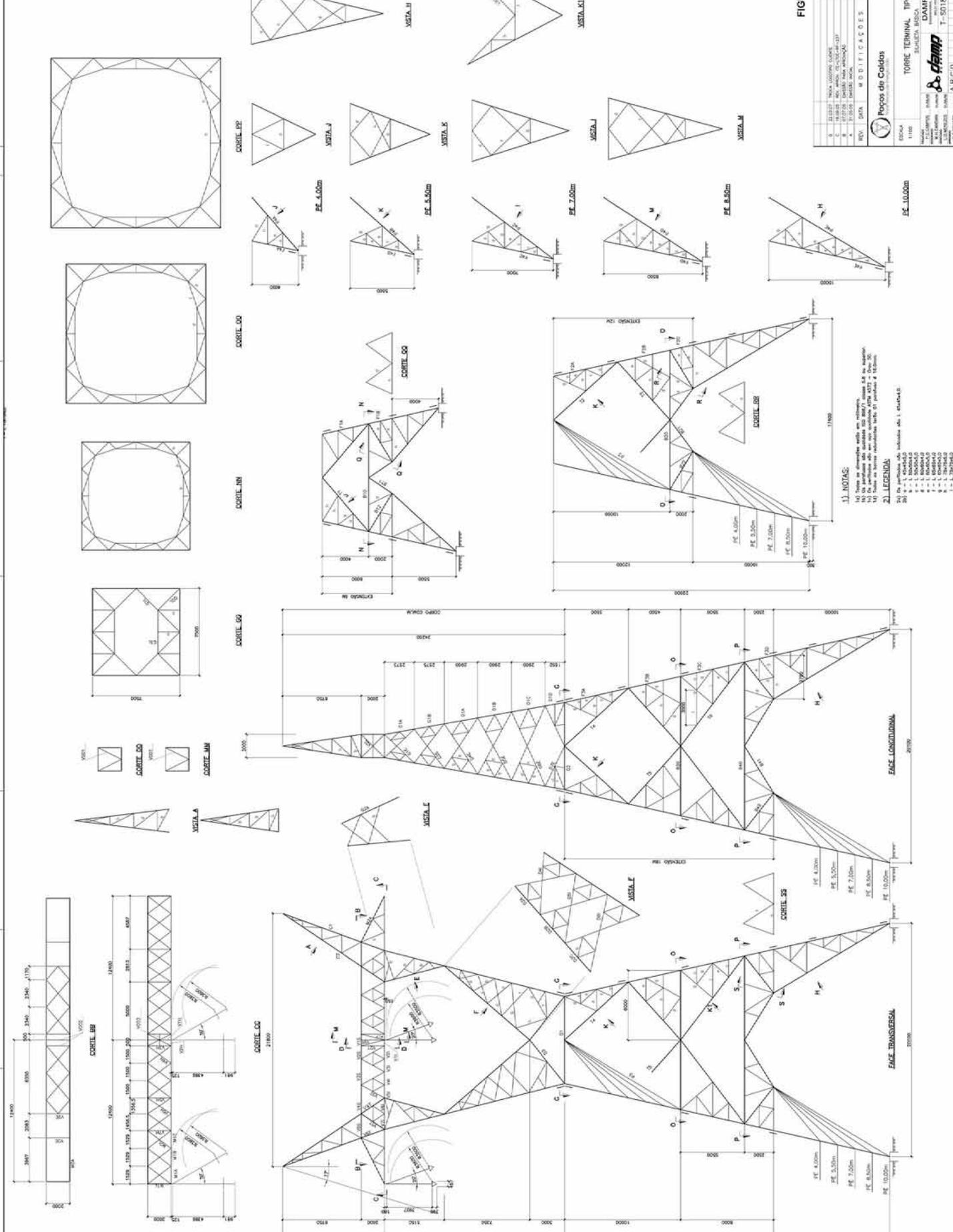
LEGENDA  
 BARRAS MED INDIADADA L-6x4x5x1-18E  
 L-6x4x5x3-18E  
 L-6x4x5x3-18E  
 L-6x4x5x3-18E  
 L-6x4x5x3-18E  
 L-6x4x5x3-18E

SILHUETA  
 SL  
 Dns. n° 2-BR 0305-100









**1.1. NOTAS:**  
 1) Sección en dirección norte-sur en el momento.  
 2) Sección en dirección este-oeste en el momento.  
 3) Sección en dirección diagonal en el momento.  
 4) Sección en dirección horizontal en el momento.  
 5) Sección en dirección vertical en el momento.  
 6) Sección en dirección oblicua en el momento.  
 7) Sección en dirección tangencial en el momento.  
 8) Sección en dirección normal en el momento.  
 9) Sección en dirección radial en el momento.  
 10) Sección en dirección axial en el momento.

**2.1. LEGENDAS:**  
 1) Sección en dirección norte-sur en el momento.  
 2) Sección en dirección este-oeste en el momento.  
 3) Sección en dirección diagonal en el momento.  
 4) Sección en dirección horizontal en el momento.  
 5) Sección en dirección vertical en el momento.  
 6) Sección en dirección oblicua en el momento.  
 7) Sección en dirección tangencial en el momento.  
 8) Sección en dirección normal en el momento.  
 9) Sección en dirección radial en el momento.  
 10) Sección en dirección axial en el momento.

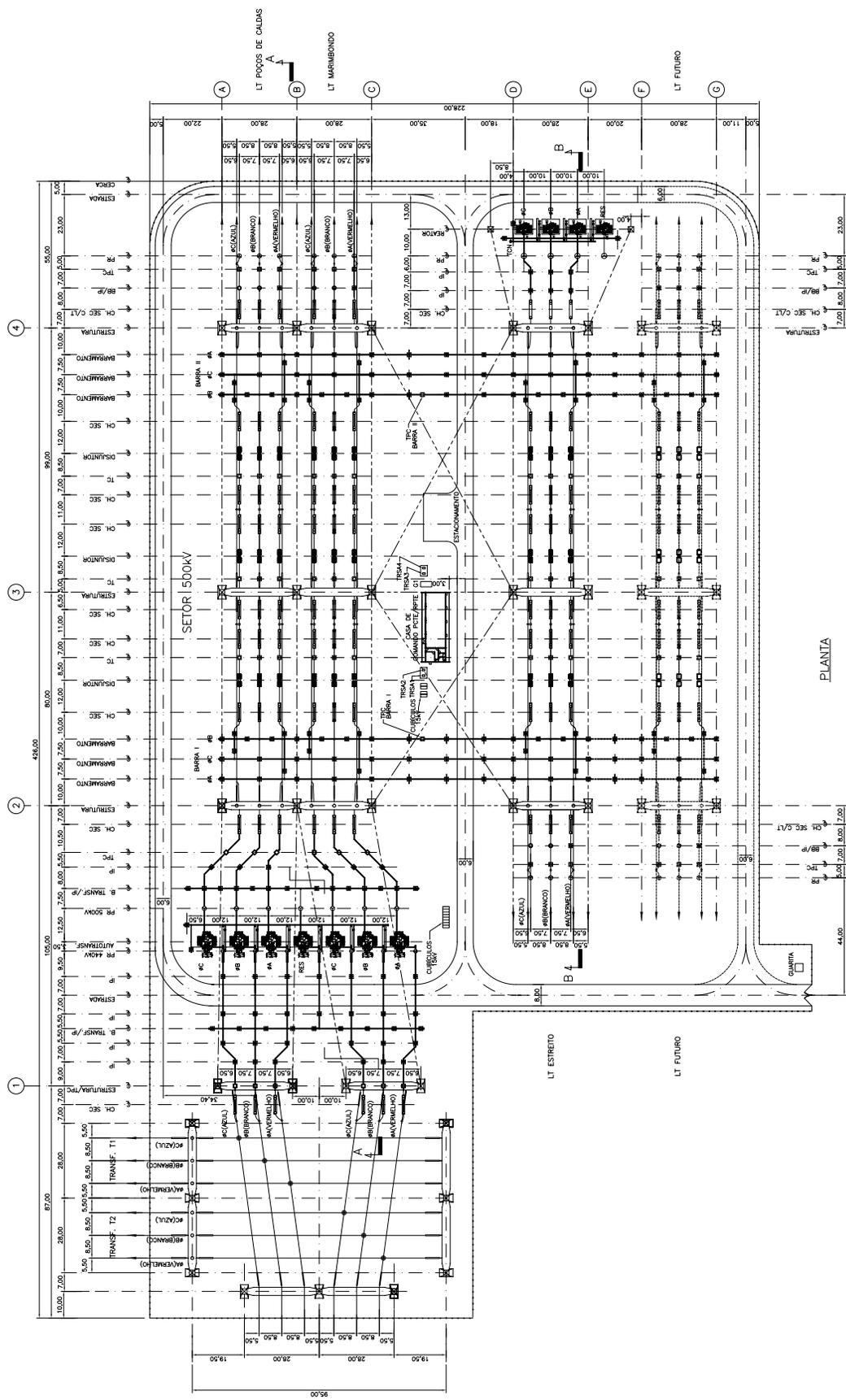
FIGURA 4 - 7

0	14/03/07	REVISIÓN	REVISOR	PROYECTO
1	14/03/07	REVISIÓN	REVISOR	PROYECTO
2	14/03/07	REVISIÓN	REVISOR	PROYECTO
3	14/03/07	REVISIÓN	REVISOR	PROYECTO
4	14/03/07	REVISIÓN	REVISOR	PROYECTO
5	14/03/07	REVISIÓN	REVISOR	PROYECTO
6	14/03/07	REVISIÓN	REVISOR	PROYECTO
7	14/03/07	REVISIÓN	REVISOR	PROYECTO
8	14/03/07	REVISIÓN	REVISOR	PROYECTO
9	14/03/07	REVISIÓN	REVISOR	PROYECTO
10	14/03/07	REVISIÓN	REVISOR	PROYECTO

**POZOS de Cobalto**  
 TORRE TERMINAL TIPO T  
 ESCALA: 1:1000  
 INGENIERO: DAMY ELECTRIC  
 DISEÑADOR: DAMY ELECTRIC  
 T-5019-C02-R-001  
 PROYECTO: POZOS de Cobalto

FIGURA 4 - 8

ELAB.	VERIF.	REVISÃO	ESTUDADO	APROVADO
APROV.	RESP. TEC.	N.º CREA	DATA	
<p><b>POÇOS de Caldas</b> Transmissora de Energia Ltda.</p>				
<p>SUBESTAÇÃO RIBEIRÃO PRETO</p>				
<p>PROJETO BÁSICO</p>				
<p>SE RIBEIRÃO PRETO</p>				
<p>ARRANJO DOS EQUIPAMENTOS</p>				
<p>SETOR 500KV</p>				
<p>PLANTA</p>				
<p>ESCALA 1:750</p>				
<p>FOUR</p>				
<p>REV. 0</p>				
<p>REV. 1</p>				
<p>REV. 2</p>				
<p>REV. 3</p>				
<p>REV. 4</p>				
<p>REV. 5</p>				
<p>REV. 6</p>				
<p>REV. 7</p>				
<p>REV. 8</p>				
<p>REV. 9</p>				
<p>REV. 10</p>				
<p>REV. 11</p>				
<p>REV. 12</p>				
<p>REV. 13</p>				
<p>REV. 14</p>				
<p>REV. 15</p>				
<p>REV. 16</p>				
<p>REV. 17</p>				
<p>REV. 18</p>				
<p>REV. 19</p>				
<p>REV. 20</p>				
<p>REV. 21</p>				
<p>REV. 22</p>				
<p>REV. 23</p>				
<p>REV. 24</p>				
<p>REV. 25</p>				
<p>REV. 26</p>				
<p>REV. 27</p>				
<p>REV. 28</p>				
<p>REV. 29</p>				
<p>REV. 30</p>				
<p>REV. 31</p>				
<p>REV. 32</p>				
<p>REV. 33</p>				
<p>REV. 34</p>				
<p>REV. 35</p>				
<p>REV. 36</p>				
<p>REV. 37</p>				
<p>REV. 38</p>				
<p>REV. 39</p>				
<p>REV. 40</p>				
<p>REV. 41</p>				
<p>REV. 42</p>				
<p>REV. 43</p>				
<p>REV. 44</p>				
<p>REV. 45</p>				
<p>REV. 46</p>				
<p>REV. 47</p>				
<p>REV. 48</p>				
<p>REV. 49</p>				
<p>REV. 50</p>				
<p>REV. 51</p>				
<p>REV. 52</p>				
<p>REV. 53</p>				
<p>REV. 54</p>				
<p>REV. 55</p>				
<p>REV. 56</p>				
<p>REV. 57</p>				
<p>REV. 58</p>				
<p>REV. 59</p>				
<p>REV. 60</p>				
<p>REV. 61</p>				
<p>REV. 62</p>				
<p>REV. 63</p>				
<p>REV. 64</p>				
<p>REV. 65</p>				
<p>REV. 66</p>				
<p>REV. 67</p>				
<p>REV. 68</p>				
<p>REV. 69</p>				
<p>REV. 70</p>				
<p>REV. 71</p>				
<p>REV. 72</p>				
<p>REV. 73</p>				
<p>REV. 74</p>				
<p>REV. 75</p>				
<p>REV. 76</p>				
<p>REV. 77</p>				
<p>REV. 78</p>				
<p>REV. 79</p>				
<p>REV. 80</p>				
<p>REV. 81</p>				
<p>REV. 82</p>				
<p>REV. 83</p>				
<p>REV. 84</p>				
<p>REV. 85</p>				
<p>REV. 86</p>				
<p>REV. 87</p>				
<p>REV. 88</p>				
<p>REV. 89</p>				
<p>REV. 90</p>				
<p>REV. 91</p>				
<p>REV. 92</p>				
<p>REV. 93</p>				
<p>REV. 94</p>				
<p>REV. 95</p>				
<p>REV. 96</p>				
<p>REV. 97</p>				
<p>REV. 98</p>				
<p>REV. 99</p>				
<p>REV. 100</p>				



NOTAS  
 1- DIMENSÕES EM METRO.  
 2- OS EQUIPAMENTOS, ESTRUTURAS E BARRAMENTOS REPRESENTADOS TRACIADOS, SÃO FUTUROS.

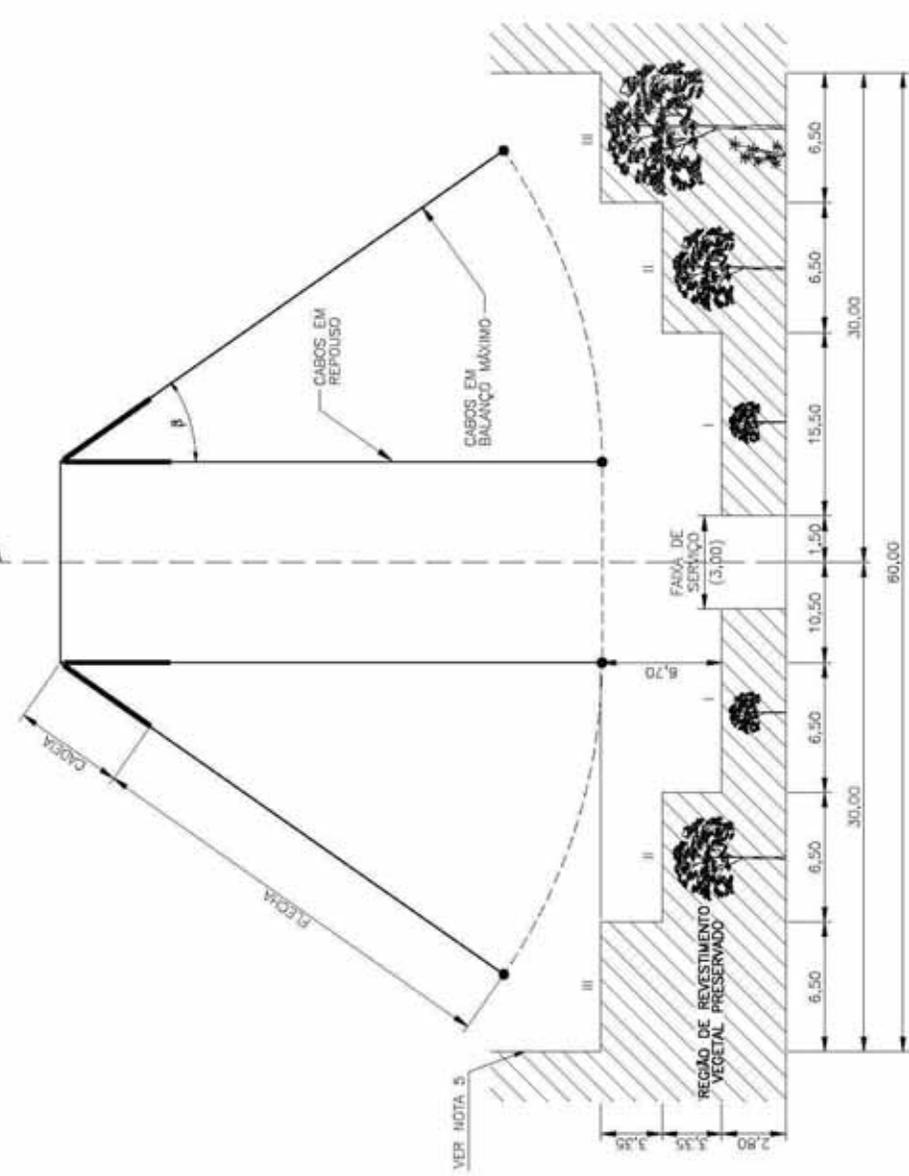
DESENHOS DE REFERÊNCIA  
 PB-SE-349-RBP-E-003 - ARRANJO DOS EQUIPAMENTOS - SETORES 500/400KV - CORTES  
 PB-SE-349-RBP-E-004 - ARRANJO DOS SISTEMAS DE ENLACE E ATERRAMENTO - PLANTA







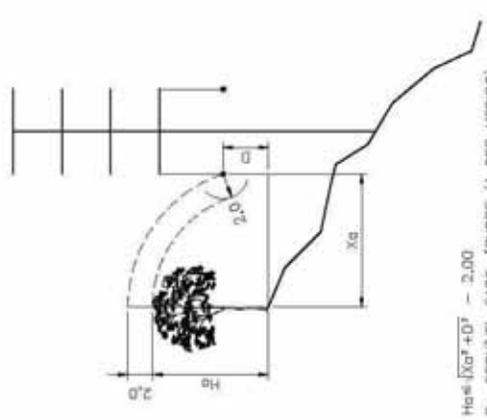
EIXO DA LT



CORTE TRANSVERSAL  
S/ ESCALA

NOTAS:

- 1 - DIMENSÕES EM METRO.
- 2 - O ESQUEMA DE CORTE SELETIVO DE VEGETAÇÃO MOSTRADO NESTE DOCUMENTO ESTÁ DE ACORDO COM O ITEM 13 DA NBR5422/85.
- 3 - DEVERÃO, ANGA, SER OBEDECIDAS AS RESTRIÇÕES AMBIENTAIS DEFINIDAS NOS DESENHOS DE PERFIL E PLANTA DA LINHA.
- 4 - AS ÁRVORES SITUADAS NO INTERIOR DA FAIXA DE SERVIÇO QUE ULTRAPASSAREM O CABARITO INDICADO, DEVERÃO SER CORTADAS A APROXIMADAMENTE A 300m DO SOLO.
- 5 - DEVERÃO ANGA SER CORTADAS AS ÁRVORES SITUADAS FORA DA FAIXA DE SERVIÇO QUE, NO CASO DE QUEDA EM DIREÇÃO À LINHA, POSSAM SE SITUAR A MENOS DE 2,0 METROS DOS CONDUTORES, CONFORME INDICADO NO DETALHE "A".



Ha=  $[Xa^2 + D^2] - 2,00$   
 D= DESNIVEL CABO-ÁRVORE (A SER MEDIDO)  
 Xa= DISTÂNCIA CABO-ÁRVORE (A SER MEDIDO)  
 Ha= ALTURA DA ÁRVORE

DETALHE "A"  
ÁRVORES PERIGOSAS FORA DA FAIXA DE SERVIÇO

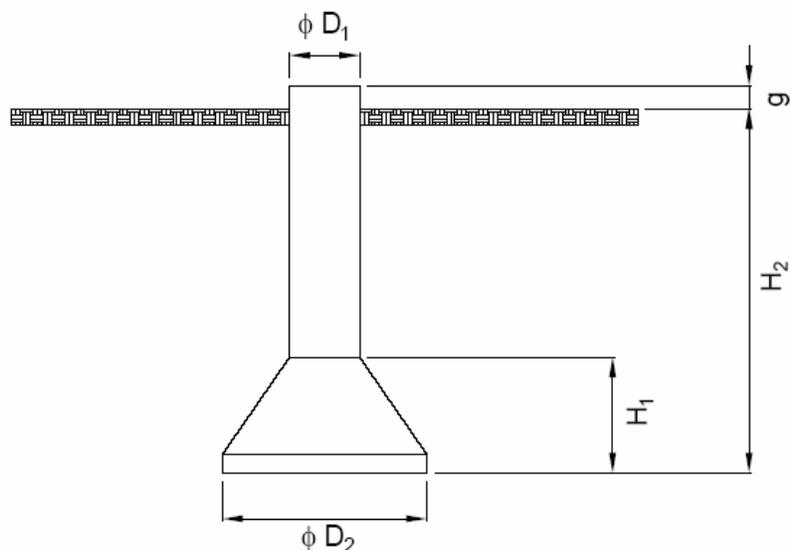
FIGURA 4 - 12

7	7	0,20
6	7	0,50
5	7	0,20
4	7	0,20
3	7	0,20
2	7	0,20
1	7	0,10

 <b>MARTE ENGENHARIA</b> LT-347-284 ELAB. OSM VERIF. JCS APROV. CAF REVIS. TÉCN. Nº CREA 14.889/D-22/06/07		 <b>Poços de Caldas</b> Companhia de Engenharia	
0 EMISSÃO INICIAL FLUIO Y510 APROV. DATA		LTs 500KV RIBEIRÃO PRETO - ESTREITO - JAGUARA e RIBEIRÃO PRETO - POÇOS DE CALDAS CORTE SELETIVO DE VEGETAÇÃO Nº DOC. PCRP-LTGE-DE-284	
DESCRIÇÃO		ESCALA FOLHA 1/1 REV. 0	

REV.	FLUIO	Y510	APROV.	DATA	STC	DATA
0	OSM	JCS	CAF	25/06/07		

**Figura 4-13 – Fundações típicas – tubulão**

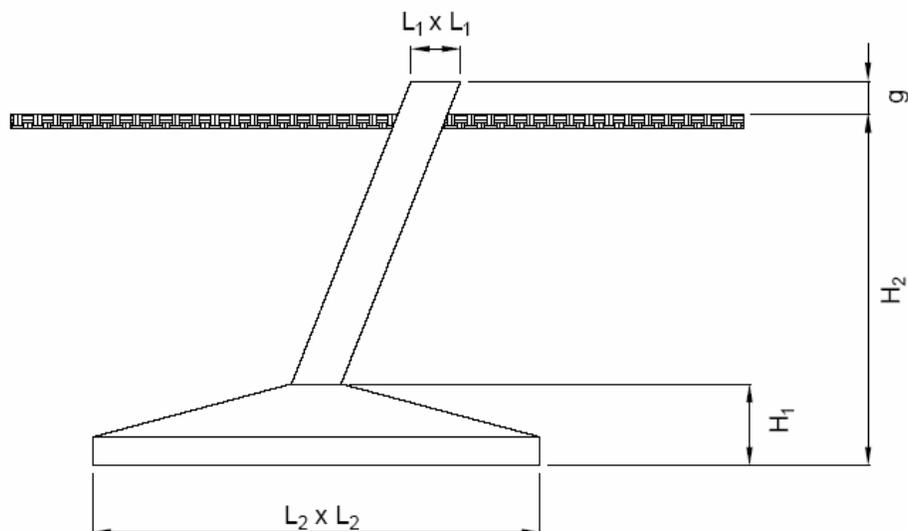


Solo Tipo	Estrutura	$\phi D_1$	$\phi D_2$	$H_1$	$H_2$	$g_{\min}$
I	EM	0,80	0,80	—	2,25	0,30
	EP	0,80	0,80	—	2,45	0,30
	SL	0,80	1,60	0,50	2,95	0,30
	SR	0,80	1,65	0,55	2,95	0,30
	ST	0,80	1,60	0,50	2,70	0,30
	A30	1,00	2,10	0,75	3,35	0,30
	T	1,20	2,65	1,05	3,90	0,30
II	EM	0,80	0,80	—	2,45	0,30
	EP	0,80	0,80	—	2,65	0,30
	SL	0,80	2,40	1,35	2,95	0,30
	SR	0,80	2,45	1,20	2,95	0,30
	ST	0,80	2,30	1,10	2,70	0,30
	A30	1,00	3,15	1,60	3,35	0,30
	T	1,20	4,00	2,20	3,90	0,30

1) Dimensões em metro.

2) As dimensões indicadas para as torres EM e EP aplicam-se às fundações dos mastros.

**Figura 4-14 – Fundações típicas – sapata**



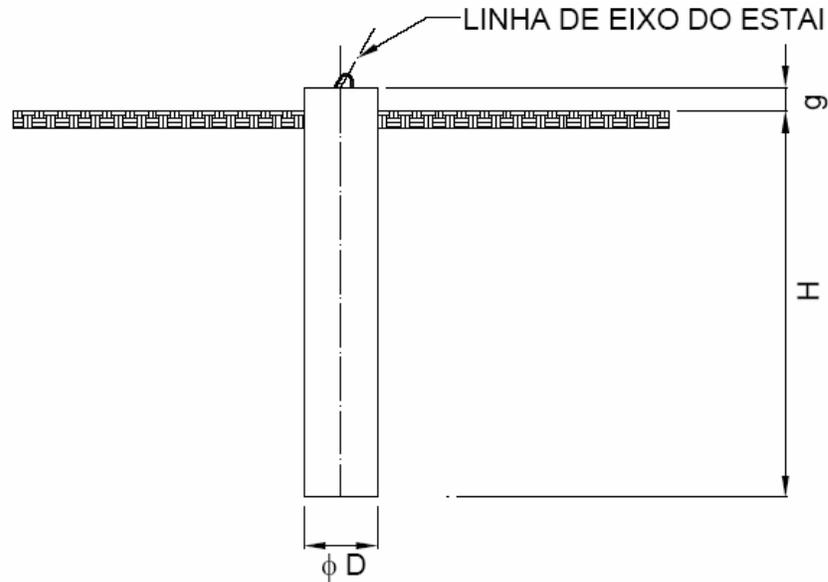
Solo Tipo	Estrutura	$L_1 \times L_1$	$L_2 \times L_2$	$H_1$	$H_2$	$g_{\min}$
II	EM	0,60	2,15	0,45	1,50	0,30
	EP	0,60	2,35	0,45	1,50	0,30
	SL	0,60	2,70	0,60	2,50	0,30
	SR	0,60	2,90	0,65	2,70	0,30
	ST	0,60	2,80	0,60	2,60	0,30
	A30	0,80	3,50	0,90	3,00	0,30
	T	0,80	3,70	1,00	3,20	0,30

1) Dimensões em metro.

2) Não está previsto o uso de sapatas em solo tipo I.

3) Os fustes das sapatas deverão ser instalados na vertical (mastros das torres estaiadas) ou em alinhamento com o eixo da cantoneira de ancoragem (torres autoportantes). A base das sapatas de todos os tipos de torres deverá ser horizontal.

**Figura 4-15 – Fundação típica para estai, bloco pré-moldado**



Solo Tipo	Estrutura	$\phi D$	H	g
I	EM	0,60	2,80	0,10
	EP	0,60	3,10	0,10
II	EM	0,60	3,50	0,10
	EP	0,60	3,75	0,10

1) Dimensões em metro.

2) Tubulões retos, sem base alargada, instalados na vertical.