


**SUBESTAÇÕES GILBUÉS II – GENTIO DO OURO II – OUROLÂNDIA II – MORRO DO CHAPÉU II  
BROTAS DE MACAÚBAS – IGAPORÃ III – PINDAÍ II**

**PROJETO BÁSICO**

**CRITÉRIOS BÁSICOS DE PROJETO CIVIL E PROJETO ELETROMECÂNICO**

REV.	DESCRIÇÃO		FEITO	VISTO	APROV. DATA
APROVAÇÃO			 <b>JMM</b> <small>Transmissora José Maria de Macedo de Eletricidade S.A.</small>		
DATA	PROJ. Zair Torres	DATA 15/04/15	<b>SUBESTAÇÕES GILBUÉS II – GENTIO DO OURO II – OUROLÂNDIA II – MORRO DO CHAPÉU II – BROTAS DE MACAÚBA – IGAPORÃ III – PINDAÍ II</b>		
	DES. -	DATA 15/04/15			
	CONF. Nelson Santiago	DATA 15/04/15			
	APROV. Nelson Santiago CREA RJ-27.298/D	DATA 15/04/15	<b>CRITÉRIOS BÁSICOS DE PROJETO CIVIL E PROJETO ELETROMECÂNICO</b>		
<b>JMM</b>	Nº FLUXO: 3.51.20-A4-1022		Nº JMM: 41-S000-0022	FL. 1 DE 19	REV. A

## SUMÁRIO

Página

<b>1</b>	<b>OBJETIVO.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>CONFIGURAÇÃO DAS SUBESTAÇÕES.....</b>	<b>4</b>
2.1	Subestação Gilbués II.....	4
2.2	Subestação Gentio do Ouro II.....	4
2.3	Subestação Ourolândia II.....	5
2.4	Subestação Morro do Chapéu II.....	5
2.5	Subestação Brotas de Macaúbas .....	6
2.6	Subestação Igaporã III.....	6
2.7	Subestação Pindaí II.....	6
<b>3</b>	<b>CRITÉRIOS BÁSICOS DO PROJETO ELETROMECAÂNICO .....</b>	<b>6</b>
3.1	Normas Aplicáveis.....	6
3.2	Arranjo Físico dos Pátios de Manobra.....	6
3.3	Estruturas Suporte de Barramentos e de Equipamentos .....	9
3.4	Espaçamentos Elétricos .....	9
3.5	Blindagem contra Descargas Atmosféricas.....	9
3.6	Aterramento.....	10
3.7	Canaletas .....	10
3.8	Iluminação e Tomadas Externas.....	10
3.9	Principais Características dos Equipamentos.....	10
<b>4</b>	<b>CRITÉRIOS BÁSICOS DO PROJETO CIVIL.....</b>	<b>11</b>
4.1	Geral .....	11
4.2	Cargas de Projeto .....	11
4.3	Estruturas de Concreto / Edificações .....	12

<b>4.4</b>	<b>Investigação do Solo .....</b>	<b>13</b>
<b>4.5</b>	<b>Estruturas Metálicas .....</b>	<b>14</b>
<b>4.6</b>	<b>Estruturas de Distribuição .....</b>	<b>14</b>
<b>4.7</b>	<b>Terraplenagem e Acabamento do Terreno .....</b>	<b>14</b>
<b>4.8</b>	<b>Drenagem de Águas Pluviais .....</b>	<b>16</b>
<b>4.9</b>	<b>Vias Internas e de Acesso.....</b>	<b>17</b>
<b>4.10</b>	<b>Vias de Transferência .....</b>	<b>18</b>
<b>4.11</b>	<b>Sistema de Proteção contra Incêndio.....</b>	<b>18</b>
<b>4.12</b>	<b>Sistema de Abastecimento de Água e de Esgotos Sanitários .....</b>	<b>19</b>
<b>4.13</b>	<b>Cercas, Alambrados e Portões.....</b>	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS NAS SUBESTAÇÕES .....</b>	<b>19</b>

## **1 OBJETIVO**

As ampliações das subestações Gilbués II, Morro do Chapéu II (setor 500 kV), Brotas de Macaúbas, Igaporã III e Pindaí II e a implantação das subestações Gentio do Ouro II e Ourolândia II são integrantes da concessão outorgada à JMM – Transmissora José Maria de Macedo de Eletricidade S.A., designada neste documento como JMM, licitada através do edital ANEEL 007/2014 – Lote A.

O presente documento tem por objetivo a apresentação dos critérios aplicáveis aos projetos civil e eletromecânico dessas subestações.

A concepção dos projetos civil e eletromecânico das referidas subestações levou em consideração a totalidade dos requisitos apresentados pela ANEEL no referido edital. Para tanto, foram utilizados os desenhos e relatórios anexos ao citado edital ANEEL 007/2014-Lote A.

## **2 CONFIGURAÇÃO DAS SUBESTAÇÕES**

### **2.1 Subestação Gilbués II**

A Subestação Gilbués II - setor 500 kV, está projetada para operar com arranjo disjuntor e meio. As implantações sob responsabilidade da JMM serão constituídas de:

- 1 módulo de entrada de linha para a SE Gentio do Ouro II com reator;
- 1 módulo de conexão de reator de linha (s/disjuntor) na LT Gentio do Ouro II;
- 4 reatores monofásicos (3+1 Res.), 70 Mvar cada, na LT Gentio do Ouro II;
- 1 módulo de conexão de reator de barra;
- 3 reatores monofásicos de barra, 66,6 Mvar cada.

### **2.2 Subestação Gentio do Ouro II**

A Subestação Gentio do Ouro II será operada com arranjo disjuntor e meio no setor de 500kV e barra dupla com disjuntor simples e quatro chaves no setor de 230kV. As implantações sob responsabilidade da JMM serão constituídas de:

#### Setor 500kV

- 4 módulos de interligação de barras;
- 1 módulo de entrada de linha para a SE Gilbués II com reator;
- 1 módulo de conexão de reator de linha (s/disjuntor) na LT Gilbués II;
- 4 reatores monofásicos (3+1 Res.), 70 Mvar cada, na LT Gilbués II;
- 1 módulo de entrada de linha para a SE Ourolândia II;
- 2 módulos de conexão de reatores de barra;
- 7 reatores monofásicos de barra (6+1 Res.), 33,3 Mvar cada;
- 1 módulo de conexão de compensador estático;

- 1 Compensador Estático -100/+200 MVar;
- 2 módulos de conexão de unidades transformadoras;
- 7 autotransformadores monofásicos (6+1 Res.) 500/ $\sqrt{3}$ -230/ $\sqrt{3}$ -13,8 kV – 300 MVA cada.

#### Setor 230 kV

- 2 módulos de conexão de unidades transformadoras;
- 1 módulo de interligação de barras;
- 1 módulo de conexão de linha de transmissão para Brotas de Macaúbas.

### **2.3 Subestação Ourolândia II**

A Subestação Ourolândia II será operada com arranjo disjuntor e meio no setor de 500kV e barra dupla com disjuntor simples e quatro chaves no setor de 230kV. As implantações sob responsabilidade da JMM serão constituídas de:

#### Setor 500kV

- 3 módulos de interligação de barras;
- 1 módulo de entrada de linha para a SE Gentio do Ouro II com reator;
- 1 módulo de conexão de reator de linha (s/disjuntor) na LT Gentio do Ouro II;
- 4 reatores monofásicos (3+1 Res.), 50 Mvar cada, na LT Gentio do Ouro II;
- 1 módulo de entrada de linha para a SE Morro do Chapéu II;
- 1 módulo de conexão de reatores de barra;
- 4 reatores monofásicos de barra (3+1 Res.), 33,3 Mvar cada;
- 2 módulos de conexão de unidades transformadoras;
- 7 autotransformadores monofásicos (6+1 Res.) 500/ $\sqrt{3}$ -230/ $\sqrt{3}$ -13,8 kV – 300 MVA cada.

#### Setor 230 kV – Instalações da JMM

- 2 módulos de conexão de unidades transformadoras;
- 1 módulo de interligação de barras.

#### Setor 230 kV – Instalações a serem cedidas à CHESF

- 1 módulo de conexão de linha de transmissão para a SE Irecê;
- 1 módulo de conexão de linha de transmissão para a SE Campo Formoso.

### **2.4 Subestação Morro do Chapéu II**

A Subestação Morro do Chapéu II - setor 500 kV, está projetada para operar com arranjo disjuntor e meio. As implantações sob responsabilidade da JMM serão constituídas de:

- 1 módulo de entrada de linha para a SE Ourolândia II com reator;

- 1 módulo de conexão de reator de linha (s/disjuntor) na LT Ourolândia II;
- 4 reatores monofásicos (3+1 Res.), 33,3 Mvar cada, na LT Ourolândia II.

## **2.5 Subestação Brotas de Macaúbas**

O setor de 230 kV da subestação Brotas de Macaúbas opera com arranjo barra dupla com disjuntor simples e quatro chaves. As implantações sob responsabilidade da JMM serão constituídas de:

- 1 módulo de conexão de linha de transmissão para SE Gentio do Ouro II.

## **2.6 Subestação Igaporã III**

O setor de 230 kV da subestação Igaporã III opera com arranjo barra dupla com disjuntor simples e duas chaves, sem transferência. As implantações sob responsabilidade da JMM serão constituídas de:

- 2 módulos de conexão de linha de transmissão para SE Pindaí II.

## **2.7 Subestação Pindaí II**

O setor de 230 kV da subestação Pindaí II opera com arranjo barra dupla com disjuntor simples e duas chaves, sem transferência. As implantações sob responsabilidade da JMM serão constituídas de:

- 2 módulos de conexão de linha de transmissão para SE Igaporã III.

# **3 CRITÉRIOS BÁSICOS DO PROJETO ELETROMECHANICO**

## **3.1 Normas Aplicáveis**

As normas da ABNT deverão ser empregadas no desenvolvimento dos projetos, em suas últimas revisões, salvo quando mencionado em contrário. As normas específicas aplicáveis são objeto de documento específico constante deste Projeto Básico.

## **3.2 Arranjo Físico dos Pátios de Manobra**

As obras a serem executadas nas subestações a serem ampliadas (Gilbués II, Morro do chapéu II, Brotas de Macaúbas, Igaporã III e Pindaí II) utilizarão áreas disponíveis nestas subestações. Deste modo, a locação das estruturas e dos equipamentos do pátio de manobra preservará a concepção original.

O arranjo físico das ampliações das subestações a serem ampliadas seguirá o padrão existente nas subestações.

Nos setores de 500 kV das subestações a serem implantadas (Gentio do Ouro II e Ourolândia II) o esquema de manobra utilizado é disjuntor e meio.

A arranjo físico dos barramentos de 500 kV destas subestações contempla três níveis a

saber:

- Nível superior: o barramento superior, flexível, corresponde às saídas de linhas de transmissão, conexões às unidades transformadoras e conexões aos barramentos principais, constituído de cabos de alumínio;
- Nível intermediário: corresponde aos barramentos principais, constituído por tubos de alumínio de 5" IPS, SCH 40;
- Nível inferior: corresponde às interligações entre os equipamentos do vão, também constituídos por cabos de alumínio, e tubos de alumínio de 5" IPS nas conexões aos transformadores e reatores.

No arranjo dos bancos de unidades transformadoras e 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 suas respectivas bases. Está previsto que esse deslocamento se dará por arrastamento.

Nas novas subestações com setores com nível de tensão de 230kV, o esquema de manobra utilizado é barra dupla com disjuntor simples e quatro chaves.

A arranjo físico dos barramentos das subestações 230kV contempla três níveis a saber:

- Nível superior: o barramento superior, flexível, corresponde às saídas de linhas de transmissão e conexões aos barramentos principais, constituído de cabos de alumínio;
- Nível intermediário: corresponde aos barramentos principais, que são constituídos por cabos de alumínio ou tubos de alumínio;
- Nível inferior: corresponde às interligações entre os equipamentos do vão, que são constituídos por cabos de alumínio ou tubo de alumínio.

Tipos, bitolas e capacidades de condução dos elementos condutores utilizados no projeto estão indicados nas tabelas a seguir.

SUBESTAÇÃO	BARRAMENTO SUPERIOR	CAPACIDADE (A/°C)	
		NORMAL	EMERG
Gilbués II 500 kV	4 x CAA 954 MCM/fase - RAIL	3948/75	4744/90
Gentio do Ouro II 500 kV	2 x ACAR 2250 MCM/fase - MANAUS	3132/75	4102/90
Gentio do Ouro II 230 kV (VÃO ATR/IB)	2 x ACAR 2250 MCM/fase - MANAUS	3132/75	4102/90
Gentio do Ouro II 230 kV	2 x CAA 1113 MCM/fase - BLUEJAY	2260/75	2664/90
Brotas de Macaúbas 230 kV	1 x CAL 679 MCM	815/75	950/90
Ourolândia II 500 kV	2 x ACAR 2250 MCM/fase - MANAUS	3132/75	4102/90
Ourolândia II 230 kV (VÃO ATR/IB)	2 x ACAR 2250 MCM/fase - MANAUS	3132/75	4102/90
Ourolândia II 230 kV	1 x CAA 636 MCM - GROESBEAK	838/75	977/90
Morro do Chapéu II 500 kV	2 x ACAR 2250 MCM/fase - MANAUS	3132/75	4102/90
Igarapé III	2 x CAA 795 MCM/fase - TERN	1570/75	1876/90
Pindaí II	2 x CAA 795 MCM/fase - TERN	1570/75	1876/90

SUBESTAÇÃO	BARRAMENTO PRINCIPAL	CAPACIDADE (A/°C)	
		NORMAL	EMERG
Gilbués II 500 kV	4 x ACAR 2250 MCM/fase - MANAUS	6264/75	8204/90
Gentio do Ouro II 500 kV	2 x ACAR 2250 MCM/fase - MANAUS	3132/75	4102/90
Gentio do Ouro II 230 kV	2 x ACAR 2250 MCM/fase - MANAUS	3132/75	4102/90
Brotas de Macaúbas 230 kV	2 x CA 954 MCM/fase - MAGNÓLIA	1974/75	2336/90
Ourolândia II 500 kV	2 x ACAR 2250 MCM/fase - MANAUS	3132/75	4102/90
Ourolândia II 230 kV	2 x ACAR 2250 MCM/fase - MANAUS	3132/75	4102/90
Morro do Chapéu II 500 kV	TUBO AL 5" IPS (SCH 40)	2700/65	3600/85
Igarapé III	2 x CAA 795 MCM/fase - TERN	1570/75	1876/90
Pindaí II	2 x CAA 795 MCM/fase - TERN	1570/75	1876/90

SUBESTAÇÃO	BARRAMENTO INFERIOR	CAPACIDADE (A/°C)	
		NORMAL	EMERG
Gilbués II 500 kV	4 x CAA 954 MCM/fase - RAIL	3948/75	4744/90
Gentio do Ouro II 500 kV	2 x ACAR 2250 MCM/fase - MANAUS	3132/75	4102/90
Gentio do Ouro II 230 kV (VÃO ATR/IB)	2 x ACAR 2250 MCM/fase - MANAUS	3132/75	4102/90
Gentio do Ouro II 230 kV	2 x CAA 1113 MCM/fase - BLUEJAY	2260/75	2664/90
Brotas de Macaúbas 230 kV	1 x CAL 679 MCM	815/75	950/90
Ourolândia II 500 kV	2 x ACAR 2250 MCM/fase - MANAUS	3132/75	4102/90
Ourolândia II 230 kV (VÃO ATR/IB)	2 x ACAR 2250 MCM/fase - MANAUS	3132/75	4102/90
Ourolândia II 230 kV	1 x CAA 636 MCM - GROESBEAK	838/75	977/90
Morro do Chapéu II 500 kV	2 x ACAR 2250 MCM/fase - MANAUS	3132/75	4102/90
Igarapé III	TUBO AL 4" IPS (SCH 40)	2040/65	2700/85
Pindaí II	TUBO AL 4" IPS (SCH 40)	2040/65	2700/85

Os arranjos físicos dos pátios de manobra, em planta e cortes, estão representados nos seguintes documentos, parte deste Projeto Básico:

41-S000-0050	Subestação Gilbués II - Equipamentos e Barramentos - Setor 500 kV - Planta
41-S000-0051	Subestação Gilbués II - Equipamentos e Barramentos - Setor 500 kV - Corte
41-S000-0053	Subestação Gentio do Ouro II - Equipamentos e Barramentos - Planta
41-S000-0054	Subestação Gentio do Ouro II - Equipamentos e Barramentos - Cortes
41-S000-0057	Subestação Ourolândia II - Equipamentos e Barramentos - Planta
41-S000-0058	Subestação Ourolândia II - Equipamentos e Barramentos - Cortes
41-S000-0059	Subestação Ourolândia II - Arranjo dos Sistemas de Blindagem e Aterramento - Planta
41-S000-0061	Subestação Morro do Chapéu II - Equipamentos e Barramentos - Setor 500 kV - Planta
41-S000-0062	Subestação Morro do Chapéu II - Equipamentos e Barramentos - Setor 500 kV - Corte
41-S000-0064	Subestação Brotas de Macaúbas - Equipamentos e Barramentos - Setor 230 kV - Planta
41-S000-0065	Subestação Brotas de Macaúbas - Equipamentos e Barramentos - Setor 230 kV - Corte
41-S000-0067	Subestação Igaporã III - Equipamentos e Barramentos - Setor 230 kV - Planta
41-S000-0068	Subestação Igaporã III - Equipamentos e Barramentos - Setor 230 kV - Corte
41-S000-0070	Subestação Pindaí II - Equipamentos e Barramentos - Setor 230 kV - Planta
41-S000-0071	Subestação Pindaí II - Equipamentos e Barramentos - Setor 230 kV - Corte

### 3.3 Estruturas Suporte de Barramentos e de Equipamentos

Nas subestações a serem ampliadas as novas estruturas suporte de barramentos atenderão ao padrão das estruturas existentes.

Os suportes dos equipamentos, caso assim exigido pela Acessada, também atenderão ao padrão das estruturas existentes. Caso contrário, serão de concreto.

Nas novas subestações as estruturas suporte de barramentos serão metálicas treliçadas e os suportes de equipamentos serão em concreto.

### 3.4 Espaçamentos Elétricos

Nas subestações a serem ampliadas os espaçamentos fase-fase e fase-terra existentes serão integralmente respeitados, uma vez que a JMM respeitará os arranjos dos pátios de manobra das instalações existentes, bem como utilizará, sempre que possível, equipamentos semelhantes aos existentes, principalmente no tocante ao tipo de abertura dos seccionadores.

Nas novas subestações os espaçamentos fase-fase e fase-terra adotados no arranjo físico levarão em conta os acréscimos requeridos para garantir segurança tanto do pessoal quanto para as atividades de manutenção que requerem a movimentação de veículos no interior das mesmas.

### 3.5 Blindagem contra Descargas Atmosféricas

Uma vez que será utilizado, nas subestações a serem ampliadas, o padrão de pórticos metálicos suportes de barramentos das instalações existentes, também aqui estará preservado o critério de proteção dos barramentos dos novos vãos contra descargas atmosféricas 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 para-raios, protegerá adequadamente os equipamentos e os cabos condutores contra descargas diretas.

Nas novas subestações haverá necessidade de dimensionamento do sistema, que será feito no projeto executivo.

Os arranjos dos sistemas de blindagem e aterramento das subestações estão representados nos seguintes documentos, parte deste Projeto Básico:

41-S000-0052	Subestação Gilbués II - Arranjo dos Sistemas de Blindagem e Aterramento - Setor 500 kV - Planta
41-S000-0055	Subestação Gentio do Ouro II - Arranjo dos Sistemas de Blindagem e Aterramento - Planta
41-S000-0057	Subestação Ourorândia II - Equipamentos e Barramentos - Planta
41-S000-0063	Subestação Morro do Chapéu II - Arranjo dos Sistemas de Blindagem e Aterramento - Setor 500 kV - Planta
41-S000-0066	Subestação Brotas de Macaúbas - Arranjo dos Sistemas de Blindagem e Aterramento - Setor 230kV - Planta
41-S000-0069	Subestação Igaporã III - Arranjo dos Sistemas de Blindagem e Aterramento - Setor 230kV - Planta
41-S000-0072	Subestação Pindaí II - Arranjo dos Sistemas de Blindagem e Aterramento - Setor 230kV - Planta

### 3.6 Aterramento

As subestações existentes, que serão ampliadas, tiveram suas malhas de terra dimensionadas por ocasião de sua implantação e serão ampliadas, onde necessário, considerando a mesma configuração e bitola do cabo da malha existente.

Nas novas subestações 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.

### 3.7 Canaletas

Nas subestações existentes a serem ampliadas o arranjo de canaletas seguirá o planejamento original da expansão prevista pelo agente proprietário das instalações existentes, utilizando os “pontos de engate” nas canaletas existentes.

No fundo das canaletas serão previstos apoios de tubos de PVC rígido que 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, que serão conectados à malha de aterramento a intervalos regulares.

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

Nas novas subestações serão adotadas as mesmas premissas anteriores.

### 3.8 Iluminação e Tomadas Externas

Também neste item serão preservados os padrões dos agentes proprietários das instalações existentes nas subestações a serem ampliadas, procurando-se instalar postes e luminárias similares aos já instalados nas mesmas.

Nas novas subestações 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 reatores e unidades transformadoras. Na falta destas serão usados postes.

Nas paredes corta-fogo de reatores e unidades transformadoras serão colocadas tomadas.

### 3.9 Principais Características dos Equipamentos

As características elétricas principais dos equipamentos a serem utilizados estão apresentadas no documento específico que faz parte deste Projeto Básico.

## **4 CRITÉRIOS BÁSICOS DO PROJETO CIVIL**

### **4.1 Geral**

Neste item 4 são estabelecidos os critérios básicos a serem seguidos nos projetos civis das implantações em questão.

### **4.2 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 as estruturas a serem projetadas, serão consideradas as seguintes cargas atuantes:

#### **4.2.1 Fundações para Suportes Metálicos de Equipamentos**

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

#### **4.2.2 Fundações para Suportes Metálicos de Barramentos Flexíveis**

- Peso próprio da torre, fundação e cadeias;
- Cargas devidas à tração dos cabos condutores e para-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.

#### **4.2.3 Fundações dos Reatores e Unidades Transformadoras**

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

#### **4.2.4 Cargas Devidas ao Vento e 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 Norma ABNT NBR 6123.

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

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

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

### **4.3 Estruturas de Concreto / Edificações**

#### **4.3.1 Geral**

Todas as estruturas de concreto armado e edificações serão executadas com os materiais a seguir caracterizados:

- Argamassa para estacas tipo raiz:  $f_{ck} \geq 20$  MPa;
- Concreto estrutural para estruturas moldadas “in situ” e fundações:  $f_{ck} \geq 20$  MPa;
- Concreto estrutural para estruturas pré-moldadas:  $f_{ck} \geq 25$  MPa;
- Concreto para lastros, camadas de regularização e peças sem função estrutural:  $f_{ck} \geq 11$  MPa;
- Aço CA-50.

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

As fundações deverão seguir as 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 deverão ser consideradas as cargas provenientes dos diversos carregamentos da superestrutura, sem a majoração decorrente dos fatores de sobrecarga de cada solicitação. Caberá ao projetista a análise da aplicação destes 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 ABNT NBR 6122.

#### **4.3.2 Edificações**

Em todas as subestações está prevista a construção de casa de controle para abrigar as consoles de operação e sistema computacional do SPCS, quadros de auxiliares CA e CC, baterias e carregadores, painéis de controle, proteção e teleproteção e equipamentos de

telecomunicações.

Nas novas subestações será avaliada a conveniência de construção de casas de relés.

A distribuição dos quadros nas edificações se dará no projeto executivo, após a contratação dos fornecedores desses sistemas.

Todas as casas de controle terão uma pequena copa e banheiro.

A arquitetura das edificações seguiu um padrão próprio da JMM. A eventual compatibilização com as edificações já implantadas em ampliações de subestações, caso isto venha a ser exigido pelos agentes proprietários das instalações existentes, será discutida por ocasião do projeto executivo.

As salas de equipamentos, por conter painéis com dispositivos eletrônicos, serão dotadas de condicionamento de ar do tipo “split”. A infraestrutura de proteção contra incêndio é abordada no item específico mais adiante.

Os desenhos de arquitetura das edificações, abaixo relacionados, fazem parte deste Projeto Básico.

41-S000-0030	Subestações Gentio do Ouro II e Ourolândia II - Casa de Comando – Arquitetura - Planta Baixa e Cobertura
41-S000-0031	Subestações Gentio do Ouro II e Ourolândia II - Casa de Comando – Arquitetura - Cortes e Fachadas
41-S000-0032	Subestações Gentio do Ouro II e Ourolândia II - Casa de Comando – Arquitetura - Esquadrias e Detalhes
41-S000-0033	Subestações Brotas de Macaúbas, Gilbuês II, Igaporã III e Pindai II - Casa de Comando – Arquitetura - Planta Baixa e Cobertura
41-S000-0034	Subestações Brotas de Macaúbas, Gilbuês II, Igaporã III e Pindai II - Casa de Comando – Arquitetura - Cortes e Fachadas
41-S000-0035	Subestações Brotas de Macaúbas, Gilbuês II, Igaporã III e Pindai II - Casa de Comando – Arquitetura - Esquadrias e Detalhes
41-S000-0036	Subestações Ourolândia II - Instalações CHESF - Casa de Comando – Arquitetura - Planta Baixa e Cobertura
41-S000-0037	Subestações Ourolândia II - Instalações CHESF - Casa de Comando – Arquitetura - Cortes e Fachadas
41-S000-0038	Subestações Ourolândia II - Instalações CHESF - Casa de Comando – Arquitetura - Esquadrias e Detalhes

## 4.4 Investigação do Solo

### 4.4.1 Furos de Sondagem

Serão feitas sondagens a percussão (SPT) a partir de pontos selecionados, tais como, bases de reatores, suportes de barramentos, pórticos de ancoragem de linhas, disjuntores e edificações. Para tanto, o posicionamento dos pontos a serem investigados constará de projeto próprio, com o desenho indicativo da locação dos furos propostos, a ser elaborado no início do projeto executivo.

As sondagens a percussão deverão ser executadas por firmas especializadas com comprovada experiência e fiscalizadas pela JMM.

### 4.4.2 Ensaios

Também pode ser necessária a execução de ensaios de amostras de solo, determinando as características e as propriedades dos materiais encontrados (peso específico, teor de umidade, resistência à compressão, ao cisalhamento, etc.) para avaliação do comportamento

dos solos quando submetidos às condições impostas pelas estruturas projetadas.

#### **4.5 Estruturas Metálicas**

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 consideradas as cargas sem as majorações decorrentes de fatores de sobrecarga. Caberá aos mesmos a análise da aplicação destes 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 da JMM

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

#### **4.6 Estruturas de Distribuição**

As canaletas para cabos poderão ser em concreto ou ter paredes em blocos de concreto emboçadas integralmente na face interna e nos 20 cm 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.

Em todas as subestações as tampas das canaletas serão em concreto armado.

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 estas 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.

#### **4.7 Terraplenagem e Acabamento do Terreno**

##### **4.7.1 Terraplenagem**

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:

- **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.

- **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, for observada a ocorrência de rocha ou de solos de má qualidade, orgânicos, expansivos ou de baixa capacidade de suporte, será promovida a retirada dos mesmos até uma cota inferior à estabelecida no projeto, em que sejam alcançados solos de boa qualidade. Neste caso, para retornar à cota de projeto, serão executadas camadas de aterro, constituídas por materiais selecionados de acordo com as especificações.

- **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 um aumento da resistência ao cisalhamento e 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 30 cm antes da compactação e 20 cm após a compactação.

Durante o espalhamento será exigida a retirada de pedras de diâmetro maior do que 15 cm, 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 dos 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 terrapleno pelas chuvas durante a execução da obra deverá ser imediatamente recuperado.

#### 4.7.2 Acabamento

As áreas de operação das subestações terão uma camada de brita estendendo-se, pelo menos, a 2 metros 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 mínima de 10 centímetros.

### 4.8 Drenagem de Águas Pluviais

Para as subestações que já possuem um sistema de drenagem implantado, o projeto avaliará, como opção, a possibilidade de ampliação/complementação da rede existente.

Para as áreas destinadas às novas subestações deverá ser feito um projeto de drenagem baseado nos valores médios anuais de precipitação do local em que o mesmo será implantado.

Sempre que possível, deve ser adotado para a drenagem sub-superficial 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.

As canaletas de cabos deverão ter seu fundo projetado com uma declividade mínima de 0,3% em direção a ralos convenientemente dispostos e conectados à rede geral.

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

#### **4.9 Vias Internas e de Acesso**

Nas subestações a serem ampliadas as vias internas são existentes, mas poderão ser complementadas, conforme vier a ser definido no projeto executivo. Além disso, devem ser recuperadas onde houver demolição para passagem de dutos e construção de bases.

Para as novas subestações deverão ser projetadas vias internas conforme detalhado nos desenhos de arranjo das mesmas. 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, transformadores para instrumentos e para-raios, deverão ter largura mínima de 2,5m, dimensionadas para suportar cargas de até 5 tf (50 kN), por roda.

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 pré-determinados das camadas superficiais do greide.

No caso de necessidade de complementação das vias de circulação Em todas as subestações o tipo de pavimentação das novas 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 sub leito, 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.

#### **4.10 Vias de Transferência**

Não está sendo prevista a construção de vias de transferência nas subestações equipadas com reatores e unidades transformadoras. Esses equipamentos serão adquiridos sem rodas, com base de arraste.

#### **4.11 Sistema de Proteção contra Incêndio**

Nas subestações equipadas com reatores e unidades transformadoras 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.

As paredes terão comprimento que abranja todo o equipamento protegido, devendo exceder de cada lado, em relação às extremidades do mesmo, distâncias da ordem de 0,60m e deverão possuir a altura que esteja 60cm acima do tanque de expansão. Os equipamentos que operam com óleo isolante ou combustível 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 ou mais caixas separadoras de água e óleo, conforme o caso. 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 dimensionamento da caixa separadora de óleo será feito de acordo com a publicação 421 da “American Petroleum Institut Design and Operation of Oil – Water Separators”.

A prevenção a incêndios nos equipamentos a óleo será feita por extintores de CO<sub>2</sub> instalados nas proximidades dos reatores e unidades transformadoras. 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>.

#### **4.12 Sistema de Abastecimento de Água e de Esgotos Sanitários**

##### **4.12.1 Sistema de Abastecimento de Água**

O abastecimento d'água para as subestações será feito por captação de água subterrânea através de poços profundos.

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

##### **4.12.2 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.

#### **4.13 Cercas, Alambrados e Portões**

Nas subestações a serem ampliadas, sempre que necessário, serão construídas cercas complementares para as novas áreas energizadas referentes à atual ampliação. Estes complementos seguirão sempre os padrões já existentes nas subestações.

Para as novas subestações serão projetadas cercas, alambrados e portões, para os limites do terreno e para a área energizada

### **5 CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS NAS SUBESTAÇÕES**

Informamos que a JMM optou por apresentar relatórios com medições a serem realizadas por ocasião do comissionamento de cada uma das subestações a serem construídas/ampliadas, e que os projetos levarão em consideração o atendimento das exigências da Resolução Normativa nº 398, de 23/03/2010.