



Nº	Data	Natureza da Revisão	Elaborado	Verificado	Aprovado MARTE	Aprovado CLIENTE

ATE XVI

ATE XVI Transmissora de Energia S.A.



SNC-LAVALIN
Marte

LEILÃO ANEEL 007/2012 – LOTE A

SUBESTAÇÕES – PROJETO BÁSICO

MIRACEMA - GILBUÉS II - BARREIRAS II - BOM JESUS DA LAPA II – IBICOARA - SAPEAÇU

ELAB.	VERIF.	APROV.	RESP. TÉCNICO	CREA/RJ	DATA
ZT	LAX	ZT	CSF	1977101145	09/05/13

TÍTULO

CRITÉRIOS BÁSICOS DE PROJETO CIVIL E PROJETO ELETROMECAÂNICO

Nº DOCUMENTO	FOLHA	REVISÃO
ATEXVI-SE-GE-003	1 de 19	0

ÍNDICE

Página

1	OBJETIVO	4
2	CONFIGURAÇÃO DAS SUBESTAÇÕES	4
2.1	SUBESTAÇÃO GILBUÉS II	4
2.2	SUBESTAÇÃO BARREIRAS II	5
2.3	SUBESTAÇÃO MIRACEMA	5
2.4	SUBESTAÇÃO BOM JESUS DA LAPA II	5
2.5	SUBESTAÇÃO IBICOARA	6
2.6	SUBESTAÇÃO SAPEAÇU	6
3	CRITÉRIOS BÁSICOS DO PROJETO ELETROMECÂNICO	6
3.1	NORMAS APLICÁVEIS	6
3.2	ARRANJO FÍSICO DOS PÁTIOS DE MANOBRA	6
3.3	ESTRUTURAS SUPORTE DE BARRAMENTOS E DE EQUIPAMENTOS	8
3.4	ESPAÇAMENTOS ELÉTRICOS	8
3.5	BLINDAGEM CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS	8
3.6	ATERRAMENTO	9
3.7	CANALETAS	9
3.8	ILUMINAÇÃO E TOMADAS	10
3.9	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS EQUIPAMENTOS	10
4	CRITÉRIOS BÁSICOS DO PROJETO CIVIL	10
4.1	GERAL	10
4.2	CARGAS DE PROJETO	10
4.3	ESTRUTURAS DE CONCRETO / EDIFICAÇÕES	11
4.4	INVESTIGAÇÃO DO SOLO	13

LEILÃO ANEEL 007/2012 – LOTE A – SUBESTAÇÕES - PROJETO BÁSICO MIRACEMA - GILBUÉS II - BARREIRAS II - BOM JESUS DA LAPA II – IBICOARA - SAPEAÇU	ATEXVI-SE-GE-003
CRITÉRIOS BÁSICOS DE PROJETO CIVIL E PROJETO ELETROMECÂNICO	REV. 0
	FOLHA 2 de 19

4.5	ESTRUTURAS METÁLICAS.....	13
4.6	ESTRUTURAS DE DISTRIBUIÇÃO.....	13
4.7	TERRAPLENAGEM E ACABAMENTO DO TERRENO	14
4.8	DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS.....	16
4.9	VIAS INTERNAS E DE ACESSO.....	16
4.10	VIAS DE TRANSFERÊNCIA	17
4.11	SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO	18
4.12	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE ESGOTOS SANITÁRIOS.....	18
4.13	CERCAS, ALAMBRADOS E PORTÕES.....	19

LEILÃO ANEEL 007/2012 – LOTE A – SUBESTAÇÕES - PROJETO BÁSICO MIRACEMA - GILBUÉS II - BARREIRAS II - BOM JESUS DA LAPA II – IBICOARA - SAPEAÇU	ATEXVI-SE-GE-003
CRITÉRIOS BÁSICOS DE PROJETO CIVIL E PROJETO ELETROMECÂNICO	REV. 0
	FOLHA 3 de 19

1 OBJETIVO

A ampliação das subestações Miracema, Bom Jesus da Lapa II, Ibicoara e Sapeaçu e a construção das novas subestações Gilbués II e Barreiras II são integrantes da concessão outorgada à ATE XVI Transmissora de Energia SA, designada neste documento como “ATE XVI”, licitada através do edital ANEEL 007/2012 – Lote A. As subestações de Miracema, Bom Jesus da Lapa II, Ibicoara e Sapeaçu são existentes e as demais são totalmente novas.

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, bem como as informações, procedimentos e equipamentos/dispositivos já implantados pelo agente proprietário das instalações existentes em Ribeirãozinho. Para tanto, foram utilizados os desenhos e relatórios anexos ao citado edital ANEEL 007/2012-Lote A.

Em particular para as obras civis e eletromecânicas relativas às ampliações das subestações Miracema, Bom Jesus da Lapa II, Ibicoara e Sapeaçu, sob responsabilidade da ATE XVI, os projetos estão orientadas para a execução de infra-estrutura independente da dos agentes proprietários das instalações existentes (tais como edificações, suprimento de água e energia auxiliar, meios físicos de instalação de cabos, etc.). Entretanto, na fase de detalhamento desta infra-estrutura, poderão ser feitos acertos com os proprietários das instalações existentes no sentido de se definir compartilhamentos

2 CONFIGURAÇÃO DAS SUBESTAÇÕES

2.1 SUBESTAÇÃO GILBUÉS II

A nova subestação Gilbués II, 500kV, será operada com arranjo disjuntor e meio. As implantações sob responsabilidade da ATE XVI serão constituídas de:

- 1 módulo de infra-estrutura geral
- 3 módulos de entrada de linha – EL – DJM
- 3 módulos de interligação de barras – IB – DJM
- 3 módulos de conexão de reator de linha sem disjuntor
- 7 reatores de linha monofásicos de 90 Mvar (1) para Miracema
- 4 reatores de linha monofásicos de 66,67 Mvar (1) para Barreiras II
- 2 módulos de conexão de reator de barra - DJM
- 6 reatores de barra monofásicos de 66,67 Mvar
- 2 Compensações série de 51,62% para Miracema
- 3 Conexões de compensação série
- 1 Compensação série 35% para Barreiras II

LEILÃO ANEEL 007/2012 – LOTE A – SUBESTAÇÕES - PROJETO BÁSICO MIRACEMA - GILBUÉS II - BARREIRAS II - BOM JESUS DA LAPA II – IBICOARA - SAPEAÇU	ATEXVI-SE-GE-003
CRITÉRIOS BÁSICOS DE PROJETO CIVIL E PROJETO ELETROMECÂNICO	REV. 0
	FOLHA 4 de 19

2.2 SUBESTAÇÃO BARREIRAS II

A nova subestação Barreiras II, 500kV, será operada com arranjo disjuntor e meio. As implantações sob responsabilidade da ATE XVI serão constituídas de:

- 1 módulo de infra-estrutura geral
- 2 módulos de entrada de linha – EL – DJM
- 2 módulos de interligação de barras – IB – DJM
- 2 módulos de conexão de reator de linha sem disjuntor
- 1 módulo de conexão de reator de barra manobrável
- 4 reatores de linha monofásicos de 66,67 Mvar (1) para Gilbués II
- 4 reatores de linha monofásicos de 50 Mvar (1) para B. J. da Lapa II
- 3 reatores de barra monofásicos de 50 Mvar
- 1 Compensação série de 35% para Gilbués II
- 1 Conexão de compensação série

2.3 SUBESTAÇÃO MIRACEMA

A subestação de Miracema é existente e são a ampliação sob responsabilidade da ATE XVI será constituídas de:

- 2 módulos de entrada de linha – EL – DJM
- 2 módulos de interligação de barras – IB – DJM
- 2 módulos de conexão de reator de linha sem disjuntor
- 7 reatores de linha monofásicos de 90 Mvar
- 2 módulos de entrada de linha – EL – DJM

2.4 SUBESTAÇÃO BOM JESUS DA LAPA II

A subestação de Bom Jesus da Lapa II é existente e a ampliação sob responsabilidade da ATE XVI será constituída de:

- 2 módulos de entrada de linha – EL – DJM
- 1 módulo de interligação de barras – IB – DJM
- 2 módulos de conexão de reator de linha sem disjuntor
- 4 reatores de linha monofásicos de 50 Mvar para Barreiras II
- 4 reatores de linha monofásicos de 33,3 Mvar para Ibicoara

LEILÃO ANEEL 007/2012 – LOTE A – SUBESTAÇÕES - PROJETO BÁSICO MIRACEMA - GILBUÉS II - BARREIRAS II - BOM JESUS DA LAPA II – IBICOARA - SAPEAÇU	ATEXVI-SE-GE-003
CRITÉRIOS BÁSICOS DE PROJETO CIVIL E PROJETO ELETROMECÂNICO	REV. 0
	FOLHA 5 de 19

2.5 SUBESTAÇÃO IBICOARA

A subestação de Ibicoara é existente e a ampliação sob responsabilidade da ATE XVI será constituída de:

- 2 módulos de entrada de linha – EL – DJM
- 1 módulo de interligação de barras – IB – DJM
- 2 módulos de conexão de reator de linha sem disjuntor
- 8 reatores de linha monofásicos de 50 Mvar

2.6 SUBESTAÇÃO SAPEAÇU

A subestação de Sapeaçu é existente e a ampliação sob responsabilidade da ATE XVI será constituída de:

- 1 módulos de entrada de linha – EL – DJM
- 1 módulo de interligação de barras – IB – DJM
- 1 módulo de conexão de reator de linha sem disjuntor
- 4 reatores de linha monofásicos de 50 Mvar

3 CRITÉRIOS BÁSICOS DO PROJETO ELETROMECÂNICO

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 Miracema, Bom Jesus da Lapa II, Ibicoara e Sapeaçu utilizarão áreas disponíveis nestas SEs. Deste modo, a locação das estruturas e dos equipamentos do pátio de manobra preservará a concepção original.

O arranjo físico das ampliações das subestações Miracema, Bom Jesus da Lapa II, Ibicoara e Sapeaçu seguirá o padrão existente nas SEs.

As novas subestações Gilbués II e Barreiras II, na etapa atual de implantação, ocuparão uma área (energizada) da ordem de:

- Gilbués II: 193.000 m²
- Barreiras II: 163.000 m²

LEILÃO ANEEL 007/2012 – LOTE A – SUBESTAÇÕES - PROJETO BÁSICO MIRACEMA - GILBUÉS II - BARREIRAS II - BOM JESUS DA LAPA II – IBICOARA - SAPEAÇU	ATEXVI-SE-GE-003
CRITÉRIOS BÁSICOS DE PROJETO CIVIL E PROJETO ELETROMECÂNICO	REV. 0
	FOLHA 6 de 19

Nos setores de 500 kV das subestações 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 LTs e conexões aos barramentos principais, constituído de cabos de alumínio;
- Nível intermediário: corresponde aos barramentos principais (barras A e B), que são também constituídos de cabos de alumínio;
- Nível inferior: corresponde às interligações entre os equipamentos do vão, podendo ser em cabo ou tubo de alumínio.

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 suas respectivas bases. Está previsto que esse deslocamento se dará por arrastamento.

O critério de dimensionamento dos barramentos das subestações e a indicação da configuração e seção dos diversos elementos constam dos estudos caracterizados os seguintes documentos:

Dimensionamento do Barramento de 500 kV da SE Miracema	ATEXVI-SE-GE-017
Dimensionamento do Barramento de 500 kV da SE Gilbués II	ATEXVI-SE-GE-018
Dimensionamento do Barramento de 500 kV da SE Barreiras II	ATEXVI-SE-GE-019
Dimensionamento do Barramento de 500 kV da SE Bom Jesus da Lapa II	ATEXVI-SE-GE-020
Dimensionamento do Barramento de 500 kV da SE Ibicoara	ATEXVI-SE-GE-021
Dimensionamento do Barramento de 500 kV da SE Sapeaçu	ATEXVI-SE-GE-022

As distâncias elétricas utilizadas nos projetos das novas subestações levou em consideração os resultados dos estudos de campos eletromagnéticos, constantes dos seguintes documentos:

Estudo de Campos Eletromagnéticos - SE Gilbués II	ATEXVI-SE-GE-023
Estudo de Campos Eletromagnéticos - SE Barreiras II	ATEXVI-SE-GE-024

LEILÃO ANEEL 007/2012 – LOTE A – SUBESTAÇÕES - PROJETO BÁSICO MIRACEMA - GILBUÉS II - BARREIRAS II - BOM JESUS DA LAPA II – IBICOARA - SAPEAÇU	ATEXVI-SE-GE-003
CRITÉRIOS BÁSICOS DE PROJETO CIVIL E PROJETO ELETROMECAÂNICO	REV. 0
	FOLHA 7 de 19

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

SE Miracema - Arranjo dos Equipamentos - Setor 500 kV - Planta	ATEXVI-SE-MI-200
SE Miracema - Arranjo dos Equipamentos - Setor 500 kV - Corte	ATEXVI-SE-MI-201
SE Gilbués II - Arranjo dos Equipamentos – Setor 500 kV - Planta	ATEXVI-SE-GI-203
SE Gilbués II - Arranjo dos Equipamentos - Setor 500 kV - Corte	ATEXVI-SE-GI-204
SE Barreiras II - Arranjo dos Equipamentos - Setor 500 kV - Planta	ATEXVI-SE-BA-206
SE Barreiras II - Arranjo dos Equipamentos - Setor 500 kV - Corte	ATEXVI-SE-BA-207
SE Bom Jesus da Lapa II - Arranjo dos Equipamentos - Setor 500/230kV - Planta	ATEXVI-SE-BJ-209
SE Bom Jesus da Lapa II - Arranjo dos Equipamentos - Setor 500 kV - Corte	ATEXVI-SE-BJ-210
SE Ibicoara - Arranjo dos Equipamentos - Setor 500/230kV - Planta	ATEXVI-SE-IB-212
SE Ibicoara - Arranjo dos Equipamentos - Setor 500 kV - Corte	ATEXVI-SE-IB-213
SE Sapeaçu - Arranjo dos Equipamentos - Setor 500 kV - Planta	ATEXVI-SE-SA-215
SE Sapeaçu - Arranjo dos Equipamentos - Setor 500 kV - Corte	ATEXVI-SE-SA-216

3.3 ESTRUTURAS SUPORTE DE BARRAMENTOS E DE EQUIPAMENTOS

Nas subestações Miracema, Bom Jesus da Lapa II, Ibicoara e Sapeaçu as novas estruturas, tanto para os barramentos superiores quanto para os inferiores, e os suportes dos equipamentos, atenderão ao padrão das estruturas existentes.

Nas demais subestações, que são totalmente novas, as estruturas suporte de barramentos e de equipamentos serão metálicas treliçadas.

3.4 ESPAÇAMENTOS ELÉTRICOS

Nas subestações Miracema, Bom Jesus da Lapa II, Ibicoara e Sapeaçu os espaçamentos fase-fase e fase-terra existentes serão integralmente respeitados, uma vez que a ATE XVI 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 demais subestações, que são totalmente novas, os espaçamentos fase-fase e fase-terra adotados no arranjo físico levaram 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 Miracema, Bom Jesus da Lapa II, Ibicoara e Sapeaçu, o padrão de pórticos metálicos suportes barramentos das instalações existentes, também aqui estará preservado o critério de proteção dos barramentos dos novos vãos contra descargas atmosféricas diretas.

LEILÃO ANEEL 007/2012 – LOTE A – SUBESTAÇÕES - PROJETO BÁSICO MIRACEMA - GILBUÉS II - BARREIRAS II - BOM JESUS DA LAPA II – IBICOARA - SAPEAÇU	ATEXVI-SE-GE-003
CRITÉRIOS BÁSICOS DE PROJETO CIVIL E PROJETO ELETROMECÂNICO	REV. 0
	FOLHA 8 de 19

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.

Nas demais subestações, que são totalmente novas, 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:

SE Miracema - Sistema de Blindagem e Aterramento - Setor 500 kV - Planta	ATEXVI-SE-MI-202
SE Gilbués II - Sistema de Blindagem e Aterramento - Planta	ATEXVI-SE-GI-205
SE Barreiras II - Sistema de Blindagem e Aterramento - Setor 500 kV - Planta	ATEXVI-SE-BA-208
SE Bom Jesus da Lapa II - Sistema de Blindagem e Aterramento - Setor 500 kV - Planta	ATEXVI-SE-BJ-211
SE Ibicoara - Sistema de Blindagem e Aterramento - Setor 500 kV - Planta	ATEXVI-SE-IB-214
SE Sapeaçu - Sistema de Blindagem e Aterramento - Setor 500 kV - Planta	ATEXVI-SE-SA-217

3.6 ATERRAMENTO

As subestações Miracema, Bom Jesus da Lapa II, Ibicoara e Sapeaçu tiveram suas malhas de terra dimensionadas por ocasião de sua implantação.

Nesta ampliação será feita uma verificação deste dimensionamento, em cada subestação, com base na configuração e condições de sistema atuais, que orientação as ampliações e eventuais reforços nas mesmas.

Nas demais subestações, que são totalmente novas, 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.

Todas as conexões da malha serão através de soldas exotérmicas, executadas com moldes adequados.

3.7 CANALETAS

O arranjo de canaletas para as subestações Miracema, Bom Jesus da Lapa II, Ibicoara e Sapeaçu 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 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, que serão conectados à malha de aterramento a intervalos regulares.

Nas demais subestações, embora totalmente novas, serão adotadas as mesmas premissas anteriores.

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

LEILÃO ANEEL 007/2012 – LOTE A – SUBESTAÇÕES - PROJETO BÁSICO MIRACEMA - GILBUÉS II - BARREIRAS II - BOM JESUS DA LAPA II – IBICOARA - SAPEAÇU	ATEXVI-SE-GE-003
CRITÉRIOS BÁSICOS DE PROJETO CIVIL E PROJETO ELETROMECÂNICO	REV. 0
	FOLHA 9 de 19

3.8 ILUMINAÇÃO E TOMADAS

Também neste item serão preservados os padrões dos agentes proprietários das instalações existentes nas subestações Miracema, Bom Jesus da Lapa II, Ibicoara e Sapeaçu, procurando-se instalar postes e luminárias similares aos já instalados nas mesmas.

Nas demais 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. Na falta destas serão usados postes.

Nas paredes corta-fogo de reatores 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 ampliações das subestações Miracema, Bom Jesus da Lapa II, Ibicoara e Sapeaçu e na implantação das subestações Gilbués II e Barreiras II.

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 para Barramentos Flexíveis

- Peso próprio da torre, fundação e cadeias;
- Cargas devidas à tração dos cabos condutores e pára-raios;
- Carga de vento na torre, cadeias e cabos;
- Carga de operação, onde aplicável.

LEILÃO ANEEL 007/2012 – LOTE A – SUBESTAÇÕES - PROJETO BÁSICO MIRACEMA - GILBUÉS II - BARREIRAS II - BOM JESUS DA LAPA II – IBICOARA - SAPEAÇU	ATEXVI-SE-GE-003
CRITÉRIOS BÁSICOS DE PROJETO CIVIL E PROJETO ELETROMECÂNICO	REV. 0
	FOLHA 10 de 19

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

- 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;

LEILÃO ANEEL 007/2012 – LOTE A – SUBESTAÇÕES - PROJETO BÁSICO MIRACEMA - GILBUÉS II - BARREIRAS II - BOM JESUS DA LAPA II – IBICOARA - SAPEAÇU	ATEXVI-SE-GE-003
CRITÉRIOS BÁSICOS DE PROJETO CIVIL E PROJETO ELETROMECÂNICO	REV. 0
	FOLHA 11 de 19

- 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 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 casas de controle e, em alguns casos, casas de relés, 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.

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

Além das salas para painéis e baterias, conforme o caso, todas as casas de controle terão uma pequena copa, vestiário e depósito.

Em todas as subestações novas está prevista a construção de guarita.

A arquitetura das edificações seguiu um padrão próprio da ATE XVI. A eventual compatibilização com as edificações já implantadas Nas subestações Miracema, Bom Jesus da Lapa II, Ibicoara e Sapeaçu, caso isto venha a ser exigido pelos agentes proprietários das instalações existentes, será discutida por ocasião do projeto executivo.

As casas de controle e casas de relés, por conter equipamentos e dispositivos eletrônicos, serão dotadas de condicionamento de ar do tipo "split". A infra-estrutura de proteção contra incêndio é abordada no item específico mais adiante.

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

Casa de Comando Tipo 1 - Planta e Cobertura	ATEXVI-SE-GE-100
Casa de Comando Tipo 1 - Corte e Fachadas	ATEXVI-SE-GE-101
Casa de Comando Tipo 2 - Planta e Cobertura	ATEXVI-SE-GE-102
Casa de Comando Tipo 2 - Corte e Fachadas	ATEXVI-SE-GE-103
Casa de Relés Tipo 1 - Planta Baixa e Cobertura	ATEXVI-SE-GE-104
Casa de Relés Tipo 1 - Cortes e Fachadas	ATEXVI-SE-GE-105

LEILÃO ANEEL 007/2012 – LOTE A – SUBESTAÇÕES - PROJETO BÁSICO MIRACEMA - GILBUÉS II - BARREIRAS II - BOM JESUS DA LAPA II – IBICOARA - SAPEAÇU	ATEXVI-SE-GE-003
CRITÉRIOS BÁSICOS DE PROJETO CIVIL E PROJETO ELETROMECÂNICO	REV. 0
	FOLHA 12 de 19

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, plataformas para os bancos de capacitores-série, 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 ATE XVI.

4.4.2 Ensaio

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 fornecidas ao fabricante e ao projetista estrutural, 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 ATE XVI.

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.

LEILÃO ANEEL 007/2012 – LOTE A – SUBESTAÇÕES - PROJETO BÁSICO MIRACEMA - GILBUÉS II - BARREIRAS II - BOM JESUS DA LAPA II – IBICOARA - SAPEAÇU	ATEXVI-SE-GE-003
CRITÉRIOS BÁSICOS DE PROJETO CIVIL E PROJETO ELETROMECÂNICO	REV. 0
	FOLHA 13 de 19

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

LEILÃO ANEEL 007/2012 – LOTE A – SUBESTAÇÕES - PROJETO BÁSICO MIRACEMA - GILBUÉS II - BARREIRAS II - BOM JESUS DA LAPA II – IBICOARA - SAPEAÇU	ATEXVI-SE-GE-003
CRITÉRIOS BÁSICOS DE PROJETO CIVIL E PROJETO ELETROMECCÂNICO	REV. 0
	FOLHA 14 de 19

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.

LEILÃO ANEEL 007/2012 – LOTE A – SUBESTAÇÕES - PROJETO BÁSICO MIRACEMA - GILBUÉS II - BARREIRAS II - BOM JESUS DA LAPA II – IBICOARA - SAPEAÇU	ATEXVI-SE-GE-003
CRITÉRIOS BÁSICOS DE PROJETO CIVIL E PROJETO ELETROMECÂNICO	REV. 0
	FOLHA 15 de 19

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

Para as subestações Miracema, Bom Jesus da Lapa II, Ibicoara e Sapeaçu, que já possuem um sistema de drenagem implantado, o projeto avaliará, como opção, a possibilidade de ampliação/complementação da rede existente.

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.

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 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 Miracema, Bom Jesus da Lapa II, Ibicoara e Sapeaçu as vias internas são existentes, mas deverão ser complementadas. 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.

LEILÃO ANEEL 007/2012 – LOTE A – SUBESTAÇÕES - PROJETO BÁSICO MIRACEMA - GILBUÉS II - BARREIRAS II - BOM JESUS DA LAPA II – IBICOARA - SAPEAÇU	ATEXVI-SE-GE-003
CRITÉRIOS BÁSICOS DE PROJETO CIVIL E PROJETO ELETROMECÂNICO	REV. 0
	FOLHA 16 de 19

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, TPC's, TC's e pára-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 nas subestações Miracema, Bom Jesus da Lapa II, Ibicoara e Sapeaçu 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 para reatores em quaisquer das subestações. Esses equipamentos serão adquiridos sem rodas, com base de arraste.

LEILÃO ANEEL 007/2012 – LOTE A – SUBESTAÇÕES - PROJETO BÁSICO MIRACEMA - GILBUÉS II - BARREIRAS II - BOM JESUS DA LAPA II – IBICOARA - SAPEAÇU	ATEXVI-SE-GE-003
CRITÉRIOS BÁSICOS DE PROJETO CIVIL E PROJETO ELETROMECÂNICO	REV. 0
	FOLHA 17 de 19

4.11 SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO

Em todas as subestações serão construídas paredes corta-fogo entre as unidades de reatores.

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 CO₂ instalados nas proximidades dos reatores. Para o restante dos equipamentos instalados no pátio serão também previstos extintores de CO₂ 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 CO₂.

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.

LEILÃO ANEEL 007/2012 – LOTE A – SUBESTAÇÕES - PROJETO BÁSICO MIRACEMA - GILBUÉS II - BARREIRAS II - BOM JESUS DA LAPA II – IBICOARA - SAPEAÇU	ATEXVI-SE-GE-003
CRITÉRIOS BÁSICOS DE PROJETO CIVIL E PROJETO ELETROMECÂNICO	REV. 0
	FOLHA 18 de 19

4.13 CERCAS, ALAMBRADOS E PORTÕES

Nas subestações Miracema, Bom Jesus da Lapa II, Ibicoara e Sapeaçu, sempre que necessário, serão construídas cercas complementares para as novas áreas energizadas referentes à atual ampliação. Estes complementos seguirão sempre os padrões já existentes na subestação.

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

LEILÃO ANEEL 007/2012 – LOTE A – SUBESTAÇÕES - PROJETO BÁSICO MIRACEMA - GILBUÉS II - BARREIRAS II - BOM JESUS DA LAPA II – IBICOARA - SAPEAÇU	ATEXVI-SE-GE-003
CRITÉRIOS BÁSICOS DE PROJETO CIVIL E PROJETO ELETROMECÂNICO	REV. 0 FOLHA 19 de 19