

*NDU 054 - Critérios Gerais para  
Elaboração de Projetos de  
Subestações - Tipo 01, 02, 03, 04  
e 05*

ENERGISA/GTD-NRM/Nº045/2021

# Norma de Distribuição Unificada

**NDU 054**

Versão 1.0 - novembro/19



## Apresentação

Esta Norma Técnica apresenta os requisitos mínimos e as diretrizes necessárias para a construção das subestações tipo 01, 02, 03, 04 e 05 a serem construídas nas áreas de concessão do Grupo ENERGISA.

Na elaboração deste padrão foram considerados os critérios da confiabilidade, segurança, seguindo as normas da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas e cumprido a legislação vigente para oferecer uma energia de qualidade aos clientes.

As cópias e/ou impressões parciais ou em sua íntegra deste documento não são controladas.

A presente revisão desta norma técnica é a **versão 1.0**, datada de **novembro de 19**.

**João Pessoa - PB, novembro de 19.**

**GTD - Gerência Técnica da Distribuição**

Esta norma técnica, bem como as alterações, poderá ser acessada através do código abaixo:





## Equipe Técnica de Elaboração da NDU 054

**Anderson Paiva de Figueiredo**

Grupo Energisa

## Aprovação Técnica

**Ademálio de Assis Cordeiro**

Grupo ENERGISA

**Jairo Kennedy Soares Perez**

ENERGISA Borborema / ENERGISA Paraíba

**Fernando Lima Costalonga**

ENERGISA Tocantins

**Juliano Ferraz de Paula**

ENERGISA Sergipe

**Amaury Antonio Damiance**

ENERGISA Mato Grosso

**Paulo Roberto dos Santos**

ENERGISA Mato Grosso do Sul

**Fabício Sampaio Medeiros**

ENERGISA Rondônia

**Ricardo Alexandre Xavier  
Gomes**

ENERGISA Acre

**Fábio Lancelotti**

ENERGISA Minas Gerais / ENERGISA Nova Friburgo

**Rodrigo Brandão Fraiha**

ENERGISA Sul Sudeste

## Sumário

1.	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	10
1.1.	SED Tipo 01 - SE sobre SKID - CMI .....	13
1.2.	SED Tipo 02 - GIS ao tempo com barramento GIB .....	14
1.3.	SED Tipo 03 - SED 34,5/13,8kV sobre SKID - CMI .....	15
1.4.	SED Tipo 04 - SED com entrada em cabo isolado e transformador abrigado.....	17
1.5.	SED Tipo 05 - SED de seccionamento .....	17
1.6.	Especificações Complementares .....	19
2.	<b>APLICAÇÃO</b> .....	19
3.	<b>CAMADAS TECNOLÓGICAS APLICADAS</b> .....	22
4.	<b>CAMADA DE INFRAESTRUTURA</b> .....	23
4.1.	Classificação das Subestações .....	25
4.1.1.	Tipos e Subtipos de SED .....	25
4.2.	Projeto Executivo - Instalações Elétricas e Eletromecânicas .....	26
4.2.1.	Objetivo das Especificações .....	26
4.2.2.	Requisitos de Projeto .....	26
4.2.3.	Critérios para Elaboração dos Projetos Executivos .....	27
4.2.4.	Dados do Sistema de Transmissão da ENERGISA .....	27
4.2.5.	Projeto Eletromecânico .....	28
4.3.	Projeto de Dutos e Canaletas.....	32
4.3.1.	Escavação .....	33
4.3.2.	Bases .....	34
4.3.3.	Canaletas .....	34
4.3.4.	Dimensões das canaletas padronizadas.....	34
4.4.	Projeto de Aterramento .....	35
4.4.1.	Geral .....	35
4.4.2.	Dados de projeto.....	38
4.4.3.	Conexões .....	38
4.4.4.	Conexões de equipamentos.....	39
4.4.5.	Caixa de Inspeção.....	41
4.4.6.	Canaletas .....	41
4.4.7.	Transformadores de Serviços Essenciais .....	41
4.5.	Projeto de Iluminação, Tomadas e Aquecimento.....	42
4.5.1.	Critérios gerais .....	42
4.5.2.	Pátio de manobra .....	43
4.5.3.	Eletrocentro .....	47
4.6.	Relação Mínima de Documentos De Projeto .....	48
4.6.1.	Documentos do Projeto Eletromecânico .....	48
4.6.2.	Documentos do Projeto de Dutos e Canaletas .....	49




4.6.3.	Documentos do Projeto de Aterramento.....	49
4.6.4.	Documentos do Projeto de Iluminação e Tomadas .....	50
4.7.	Projeto Executivo das Obras Civis .....	50
4.8.	Área da Subestação (Terreno).....	51
4.8.1.	Locação da obra.....	52
4.8.2.	Limpeza e Raspagem do Terreno .....	52
4.8.3.	Sondagem .....	53
4.8.4.	Terraplenagem .....	53
4.8.5.	Escavação e Reaterro .....	55
4.8.6.	Drenagem (sistemas de águas pluviais) e Pavimentação .....	55
4.8.7.	Acesso de Caminhão SKY e Subestação Móvel.....	57
4.9.	Obras Civis .....	59
4.9.1.	Escavação para fundações .....	59
4.9.2.	Fôrmas para fundações .....	60
4.9.3.	Ferragens para fundações.....	61
4.9.4.	Concreto.....	62
4.9.5.	Enchimento das escavações (reaterro) .....	62
4.9.6.	Estacas .....	63
4.9.7.	Estruturas e/ou Suportes de Concreto.....	63
4.9.8.	Caixa coletora e Caixa Separadora do Óleo Isolante do Transformador .....	66
4.9.9.	Paredes Corta-Fogo .....	68
4.9.10.	Portão e Cerca .....	68
4.9.11.	Sistema de Cerca .....	68
4.9.12.	Casa de Comando e Controle em Eletrocentro.....	71
4.9.13.	Banheiro e almoxarifado .....	73
4.10.	Instalação e Montagem dos Cabos Isolados de Média Tensão.....	77
4.11.	Montagem do Barramento Aéreo .....	77
4.11.1.	Instalação dos isoladores .....	77
4.11.2.	Instalação dos tubos condutores, cabos e conectores.....	78
4.12.	Montagem Eletromecânica .....	81
4.12.1.	Estruturas Suportes da Rede Aérea, dos Equipamentos e Estruturas Auxiliares do Pátio da Subestação.....	81
4.12.2.	Cabos e/ou Hastes para-raios Contra Descargas Atmosféricas no Pátio da Subestação .....	82
4.12.3.	Instalação de Eletrodutos .....	82
4.12.4.	Vedação dos Eletrodutos .....	82
4.12.5.	Instalação de Caixas Elétricas .....	82
4.12.6.	Dutos Subterrâneos .....	83
4.12.7.	Montagem dos Equipamentos.....	84
4.12.8.	Caixas de Passagem .....	84
4.12.9.	Conectores de Alta Tensão .....	85

4.12.10.	Cabos de Força e Controle .....	85
4.12.11.	Eletrocentro .....	86
4.13.	Condutores .....	86
4.13.1.	Características Técnicas dos Cabos de Controle .....	87
4.13.2.	Características técnicas dos cabos isolados de média tensão .....	88
4.14.	Sistema De Proteção Contra Incêndios .....	90
4.15.	Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA) - Equipamentos .....	91
4.16.	Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA) - Edificações .....	92
4.17.	Torre de Telecomunicações .....	93
4.18.	Impacto Ambiental .....	95
4.18.1.	Responsabilidades ambientais da EXECUTORA .....	96
4.18.2.	Planejamento ambiental da EXECUTORA.....	97
4.18.3.	Aspectos Ambientais Relativos à Logística e Construção .....	100
4.18.4.	Aspectos Ambientais Relativos à Saúde, Segurança e Conforto .....	116
4.18.5.	Aspectos Ambientais de Construção .....	119
4.18.6.	Planilha CAUSA X EFEITO X CONTROLE .....	124
4.19.	Arqueologia .....	126
<b>5.</b>	<b>CAMADA DE SISTEMAS DE ENERGIA E PROTEÇÃO .....</b>	<b>127</b>
5.1.	Sistema de Proteção .....	128
5.1.1.	Vão de linha de transmissão .....	129
5.1.2.	Proteção dos transformadores de potência .....	131
5.1.3.	Proteções dos Alimentadores .....	134
5.1.4.	Proteções dos bancos de capacitores de 15kV e 24,5kV.....	135
5.1.5.	Proteção de equipamentos gerais .....	136
5.1.6.	Painéis de proteção e controle .....	136
5.2.	Equipamentos .....	137
5.2.1.	Transformador de potência.....	138
5.2.2.	Subestação Isolada a gás SF6 - GIS.....	141
5.2.3.	Cubículo de Média Tensão .....	149
5.2.4.	Para-raios .....	150
5.2.5.	Banco de Capacitores .....	151
5.3.	Lista de Documentos .....	152
5.3.1.	Sistema de energia - equipamentos de pátio - especificações.....	152
5.3.2.	Sistema de proteção - especificações.....	153
<b>6.</b>	<b>CAMADA DE SERVIÇOS ESSENCIAIS .....</b>	<b>153</b>
6.1.	Sistema de Alimentação CC .....	155
6.1.1.	Baterias .....	155
6.1.2.	Retificador .....	156
6.1.3.	Painel QDCC.....	158
6.2.	Sistema de Alimentação CA .....	162

6.2.1.	Painel QDCA.....	163
6.2.2.	Painel QIT-1.....	165
6.2.3.	Painel 52J.....	166
6.3.	Lista de Documentos.....	167
6.3.1.	Especificações - Geral.....	167
7.	<b>CAMADA DE AUTOMAÇÃO E CONTROLE.....</b>	<b>167</b>
7.1.	Exigências Básicas Para a Escolha da Solução.....	168
7.2.	Arquitetura de Automação e Comunicação Interna.....	169
7.2.1.	Automação com Protocolo TCP/IP - IEC 61850, última edição.....	170
7.3.	Anexo I - Descritivo Técnico de Obra.....	171
8.	<b>CAMADA DE MEDIÇÃO.....</b>	<b>174</b>
8.1.	Diagramas Unifilares.....	175
8.2.	Tipos de Medição.....	176
8.2.1.	Medição de Operação.....	177
8.2.2.	Medição de Consumo.....	178
8.2.3.	Medição de Consumo Próprio.....	178
8.2.4.	Medição de Fronteira.....	179
8.3.	Qualidade de Energia Elétrica (QEE).....	179
8.3.1.	Tensão em Regime Permanente.....	180
8.3.2.	Fator de Potência.....	181
8.3.3.	Harmônicos.....	181
8.3.4.	Desequilíbrio de Tensão.....	182
8.3.5.	Flutuação de Tensão.....	182
8.3.6.	Variação de tensão de curta duração.....	182
8.3.7.	Variação de Frequência.....	183
8.3.8.	Monitoramento da QEE.....	184
8.4.	Implantação.....	184
8.4.1.	Medição de Operação.....	184
8.4.2.	Medição de Consumo.....	185
8.4.3.	Medição de Consumo Próprio.....	186
8.4.4.	Medição de Fronteira.....	190
8.5.	Medidores.....	192
8.5.1.	Medição de Consumo.....	193
8.5.2.	Medição de Consumo Próprio.....	195
8.5.3.	Medição de Faturamento de Fronteira.....	196
8.5.4.	Medidor com recurso de qualimetria.....	198
8.5.5.	Especificações Gerais.....	200
8.6.	Leitura e Comunicação.....	200
8.6.1.	Medição de Operação.....	200
8.6.2.	Medição de Consumo.....	201
8.6.3.	Medição de Fronteira.....	202
9.	<b>CAMADA DE MONITORAMENTO.....</b>	<b>203</b>

9.1.	Arquitetura do monitoramento on-line.....	205
9.1.1.	Sistema centralizado .....	205
9.1.2.	Sistema descentralizado.....	207
9.2.	Monitoramento dos Transformadores de Força.....	208
9.2.1.	Topologia típica de sistema de monitoração on-line de transformador .....	209
9.2.2.	Especificação dos Itens de Monitoramento do Transformador .....	213
9.2.3.	Características do IED para monitoramento de transformador .....	215
9.2.4.	Monitoramento complementar do transformador .....	216
9.3.	Monitoramento de Para-Raios .....	217
9.4.	<b>MONITORAMENTO DO SISTEMA DE SERVIÇOS ESSENCIAIS.....</b>	<b>219</b>
9.5.	Sistema de Segurança Patrimonial - CFTV e Alarmes .....	221
9.5.1.	Sistema de CFTV para monitoramento de operação no pátio.....	222
9.5.2.	Equipamentos .....	224
9.6.	Monitoramento da Temperatura Ambiente da Casa de Controle/Eletrocentro.....	227
9.7.	Subestação Compacta Blindada a SF6 (GIS).....	228
9.7.1.	Sistema de Monitoramento de DP (quando aplicável) .....	229
9.7.2.	Sistema de Monitoramento do Gás .....	230
9.8.	Recursos de Monitoramento .....	231
9.8.1.	Transformador de Força.....	231
9.8.2.	GIS (Gas Insulated Substation).....	233
9.8.3.	Para-raios .....	235
9.8.4.	Sistema de Serviços Essenciais .....	235
9.8.5.	CFTV para Monitoramento de Operação no Pátio .....	237
9.8.6.	CFTV para Segurança Patrimonial .....	237
9.8.7.	Temperatura da Casa de Comando .....	237
10.	<b>CAMADA DE GERÊNCIA DE EQUIPAMENTOS.....</b>	<b>238</b>
10.1.	Definições .....	238
10.2.	Exigências Básicas para a Escolha Do Sistema.....	238
10.3.	Gerência .....	239
10.4.	Equipamentos com Suporte a SNMP.....	239
10.5.	Versões Que Devem Ser Suportadas .....	240
10.6.	Impacto No Gerenciamento SNMP .....	240
10.7.	Definição de Sistema de Gerência de Comunicação .....	241
10.8.	Aspectos de Documentação.....	241
11.	<b>CAMADA DE COMUNICAÇÃO .....</b>	<b>241</b>
11.1.	Exigências Básicas Para a Escolha do Sistema.....	242
11.2.	<b>SISTEMA DE COMUNICAÇÃO .....</b>	<b>242</b>
11.2.1.	Comunicação via Rádio Digital .....	244
11.2.2.	Comunicação via Rádio Digital e GPRS.....	244
11.2.3.	Comunicação via Satélite.....	245





11.2.4.	Comunicação via Satélite e GPRS .....	245
11.2.5.	Comunicação via Fibra Óptica .....	246
11.2.6.	Comunicação via Fibra Óptica e GPRS .....	246
11.3.	Fornecimento.....	247
11.4.	Anexo 1 - Descritivo Técnico de Obra .....	247
12.	<b>NOTAS COMPLEMENTARES.....</b>	<b>250</b>
13.	<b>HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO .....</b>	<b>250</b>
14.	<b>VIGÊNCIA.....</b>	<b>250</b>

# 1. INTRODUÇÃO

Esta norma técnica estabelece os padrões gerais para construção das subestações Tipo 01, 02, 03, 04 e 05 nas áreas de concessão da ENERGISA, tendo por objetivo principal definir todos os critérios técnicos para construção de subestações buscando, assim, a padronização na sua área de concessão.

O padrão de projeto está dividido em temas, chamados de camadas tecnológicas, sendo elas, Infraestrutura, Sistemas de Energia e Proteção, Sistema de Energia Essencial, Medição, Monitoramento, Automação, Comunicação e Gerência.

A NDU 054 com as normas vinculadas constituem um conjunto de instruções para fornecer todas as diretrizes e especificações técnicas necessárias à execução de serviços de engenharia, obras civis, elétricas, montagens eletromecânicas e ainda, apoiar a preparação e apresentação das propostas técnica e comercial para aquisição da subestação.

Ressalta-se, porém, que não é pretensão desta norma substituir a engenharia, muito pelo contrário, trata-se de uma ferramenta de apoio para a padronização. Caberá sempre à engenharia avaliar as soluções estabelecidas para cada caso, não restringindo a utilização de técnicas específicas quando necessárias dadas as características de cada projeto.

Neste sentido, a norma visa estabelecer padrões para se projetar subestação promovendo a otimização do esforço, uma vez que, encontradas as melhores opções técnicas-econômicas, estas sejam replicadas para toda empresa.

Pretende-se com a aplicação desta norma atingir os seguintes objetivos:

- Estabelecimento de projetos normalizados, que articule as diferentes áreas técnicas de uma Subestação, como, construção civil, equipamentos, sistema de proteção, comando e controle, estrutura de comunicação, entre outros;
- Definição de soluções modulares e flexíveis que permitam adaptar-se às necessidades de cada projeto;

- Simplificação das soluções técnicas adotadas nas diferentes áreas do projeto da Subestação e consequente otimização do espaço necessário para a sua implementação;
- Redução dos prazos e dos custos de projeto e construção;
- Melhoria dos níveis de continuidade e qualidade de serviço.


Esta norma tem como objetivo especificar a padronização de 5 tipos de SED que tem como característica em comum: a alta tensão, quando presente, em subestações isoladas a gás (GIS), a média tensão em cubículos de média tensão (CMT) e a casa de comando em eletrocentro. Desta forma, as subestações podem ser divididas em três blocos: Alta tensão, Transformação e Média/Baixa Tensão. Além disso, todos os tipos possuem pavimentação asfáltica em toda área da SE.

Setor	Característica
Alta tensão	Subestação Isolada a Gás SF6 (GIS)
Transformação	Transformador a óleo Parede corta fogo Descida de cabos de MT
Média e Baixa Tensão	Eletrocentro contendo: SPCS, serviço auxiliar, sistema de telecomunicação e cubículos de média tensão.

Esses aspectos comuns visam garantir aumento de confiabilidade, menor manutenção e menor tempo de obra. Estas subestações possuem soluções com a maior parte da montagem e o comissionamento realizados em fábrica (eletrocentro, GIS, CMT, etc), em local controlado, com baixo nível de intemperes, com alto índice de padronização e baixa taxa de falhas.

A utilização de GIS na alta tensão implica em: aumento de confiabilidade, maior disponibilidade de energia, maior vida útil dos equipamentos, menor gasto com manutenção e operação, menor requisição de espaço, maior flexibilidade, maior resistência a climas e a ambientes agressivos e menor prazo de fornecimento até a energização.

Os cubículos de média tensão proporcionam maior segurança e proteção à distribuição de energia elétrica (arco resistente, manobra mediante disjuntor



extraível, normalização internacional), o que assegura a integridade dos operadores. Contam com medidores de tensão e dispositivos para a colocação de lacres, promovendo maior proteção aos operadores. O confinamento dos componentes dentro do invólucro metálico previne acidentes e atende aos requisitos das normas de segurança do trabalho. A produtividade também é aumentada com o uso dos cubículos, que apresentam grande confiabilidade no desempenho e contribuem para uma operação ininterrupta e sem falhas (máxima continuidade de serviço). Além disso apresenta menor necessidade de manutenção em relação aos equipamentos de pátio de média tensão.

A utilização de eletrocentro permite uma solução montada e comissionada em quase toda sua totalidade em fábrica. Isso implica que esses serviços são realizados em local controlado, com baixo nível de intemperes e com menor necessidade de deslocamento de profissionais e equipamentos para campo, implicando, assim, no aumento da confiabilidade e na redução do tempo necessário para montagem e comissionamento em campo. Além disso, o eletrocentro é uma solução modular e de mais fácil realocação e ampliação ao se comparar com a casa de comando em alvenaria.

Dessa forma, as subestações padronizadas se destacam pelas vantagens a seguir:

- Menor espaço requerido para instalação;
- Redução do trabalho em campo (menor obra civil, tempo de instalação de equipamentos e estruturas, tempo requerido para o comissionamento), o que implica em menor necessidade de pessoal em campo;
- Menor custo de manutenção;
- Maior continuidade do serviço, devido a menor taxa de falhas dos equipamentos;
- Maior flexibilidade;
- Menor prazo de fornecimento até a energização;



- Utilização de eletrocentro ao invés de casa de comando em alvenaria que implica solução modular montada, testada e comissionada em fábrica. Isso implica em menor tempo de montagem e obra, maior facilidade de expansão e menor necessidade de pessoal em campo.
- Asfalto para toda a área da subestação;
- Maior flexibilidade;
- Resistência ao clima e aos ambientes agressivos.

A seguir é descrito as principais características de cada SE

### 1.1. SED Tipo 01 - SE sobre SKID - CMI

A SED Tipo 01 é uma subestação construída sobre SKID composta de Compactas Modulares Integradas (CMI), como mostrada na Figura 1. Esta solução apresenta como principal vantagem a sua montagem eletromecânica ser realizada em quase toda sua totalidade em fábrica e a possibilidade de descolamento dos módulos. As CMI's podem ser interligadas entre si na parte de alta por barramentos isolados a gás (GIB) e na parte de média por cabos isolados. A Figura 2 apresenta o modelo 3D em perspectiva da subestação Tipo 01.

Bloco	Composição
Alta tensão	GIS - Subestação isolada a gás SF6 com classe de isolamento 145 kV
Transformação	Transformador de até 40MVA
Média e baixa tensão	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eletrocentro contendo: SPCS, serviço auxiliar, sistema de telecomunicação e cubículos de média tensão;</li> <li>• Descida de cabos, barramento de média tensão, parede corta fogo.</li> </ul>

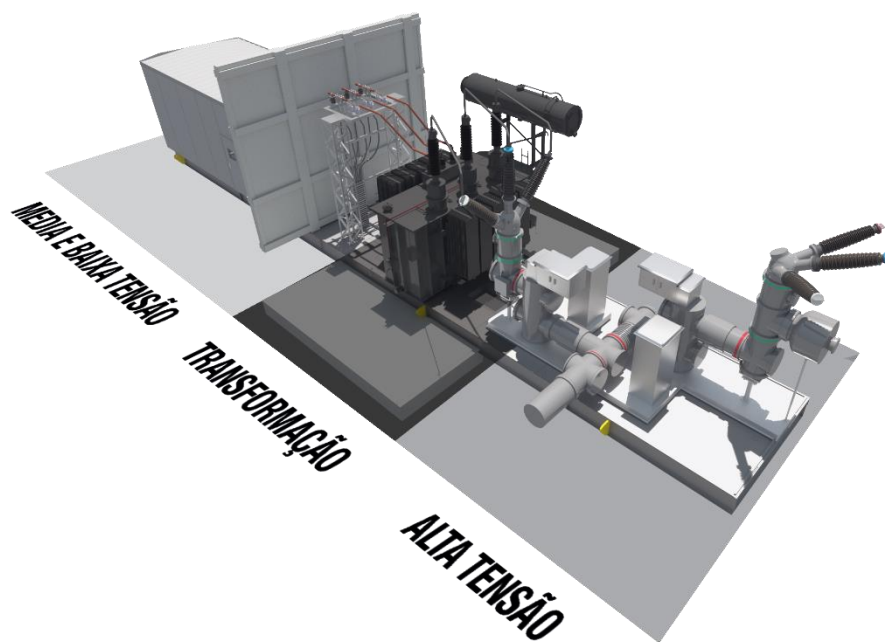


Figura 1: CMI composto por alta tensão, transformação e média e baixa tensão

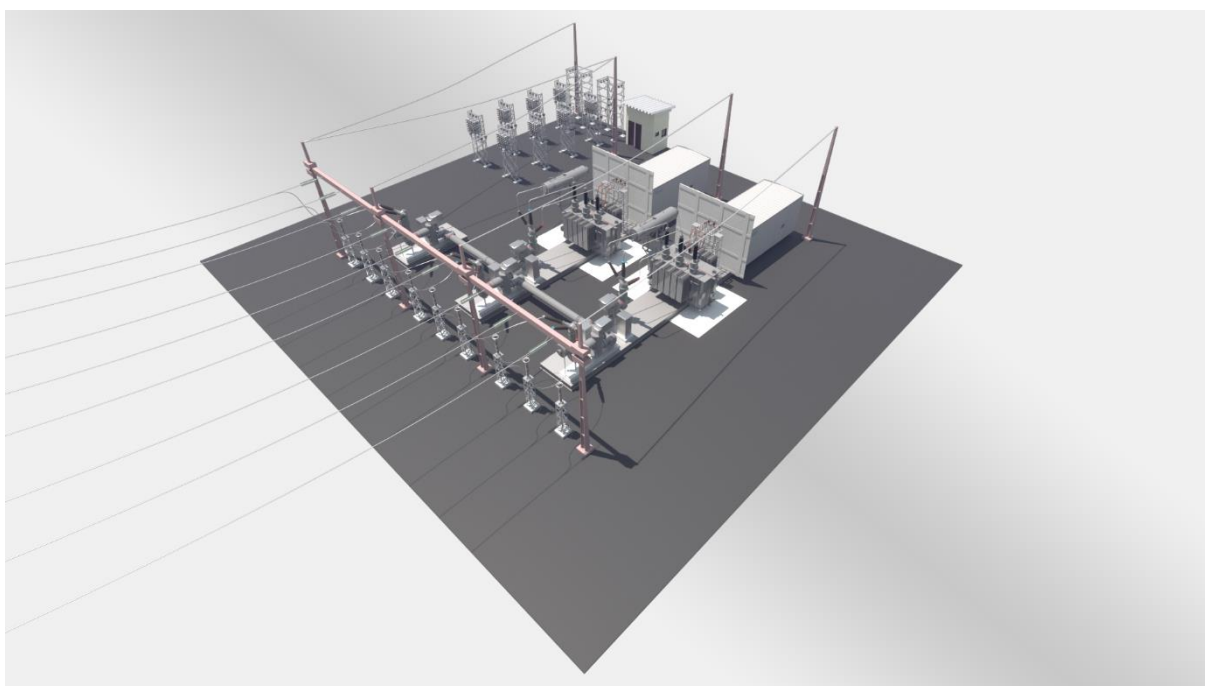


Figura 2: Modelo 3D - SED Tipo 01 vista isométrica

## 1.2. SED Tipo 02 - GIS ao tempo com barramento GIB

A SED Tipo 02 é uma subestação ao tempo com o setor de alta tensão em tecnologia GIS, transformadores desabrigados, eletrocentro e setor de média em painéis abrigados. A Figura 3 apresenta o modelo 3D em perspectiva da SED Tipo 02.

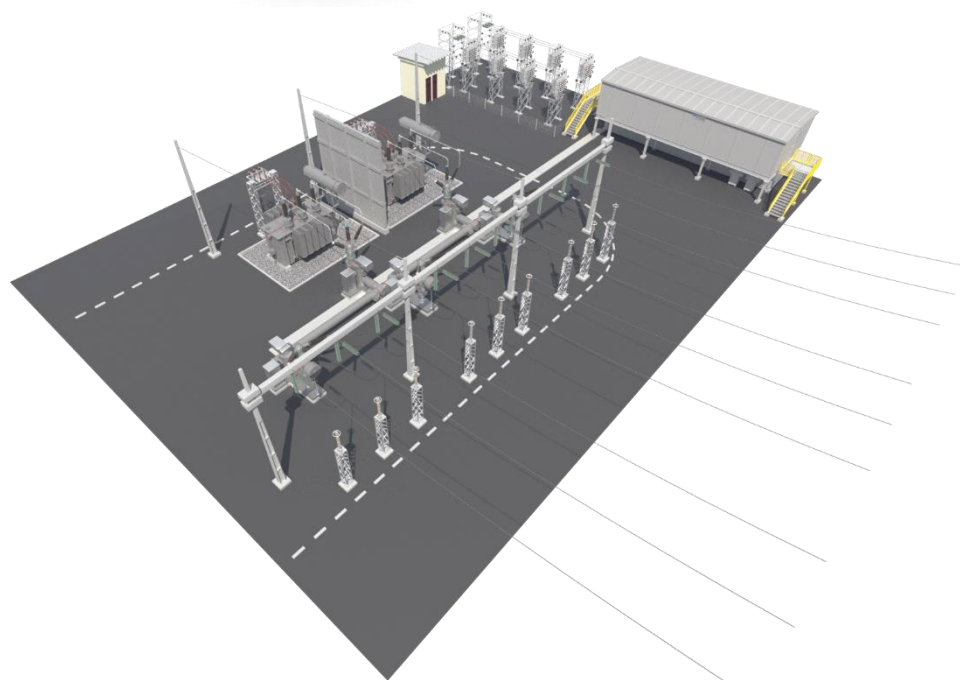


Figura 3: Modelo 3D - SED Tipo 02 vista isométrica

### 1.3. SED Tipo 03 - SED 34,5/13,8kV sobre SKID - CMI

A SED Tipo 03 é uma subestação construída sobre skid composta de uma Compacta Modular Integrada (CMI) de 34,5/13,8 kV. Este CMI pode ser dividido em três partes conforme tabela abaixo.

Bloco	Composição
Barramento aéreo/Subida de cabos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descida de cabos/barramento de média tensão 34,5 kV</li> <li>• Descida de cabos/barramento de média tensão 13,8 kV com transformador de serviço auxiliar</li> </ul>
Transformação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transformador de até 15MVA</li> </ul>
Média e baixa tensão	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eletrocentro contendo: SPCS, serviço auxiliar, sistema de telecomunicação e cubículos de média tensão de 13,8 e 34,5 kV;</li> <li>• Parede corta fogo.</li> </ul>

Diferentemente da CMI do Tipo 01, esta não apresenta setor de alta, como mostrado na Figura 4, apenas média e baixa tensão e transformação. O setor de 34,5 kV e o de 13,8 kV são compostos por CMT alocados no interior do eletrocentro e barramentos

aéreos/subida de cabos de média tensão alocados ao lado do transformador. A Figura 5 apresenta o modelo 3D em perspectiva da SED Tipo 03.

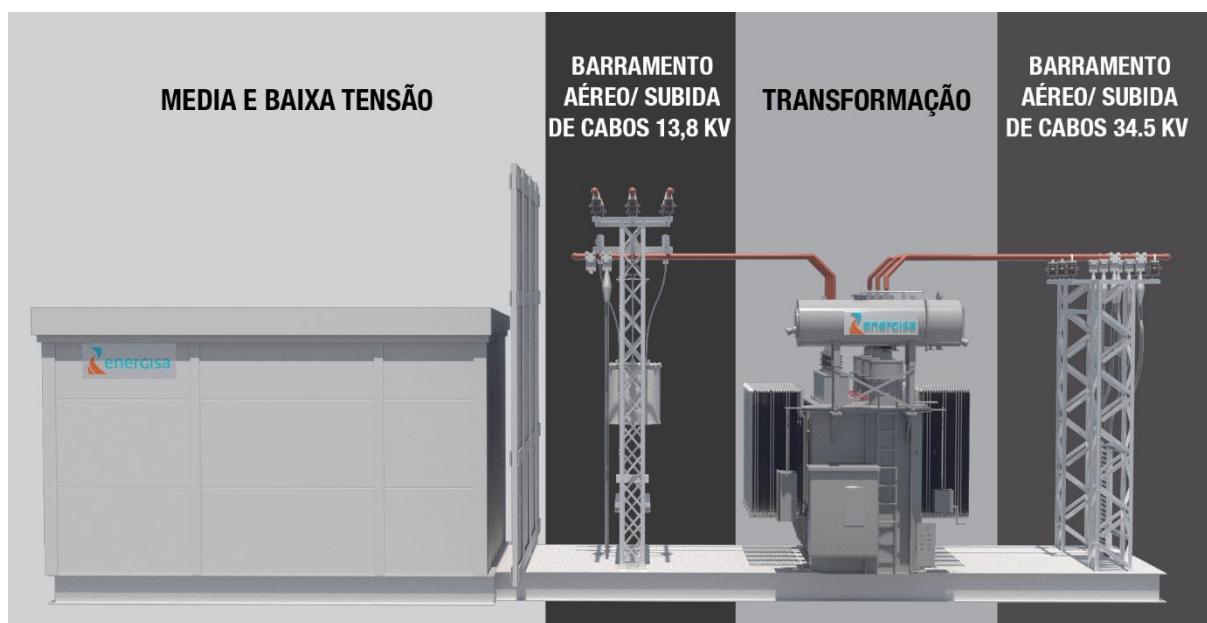


Figura 4: CMI composta por barramento aéreo/subida de cabos, transformação e média e baixa tensão

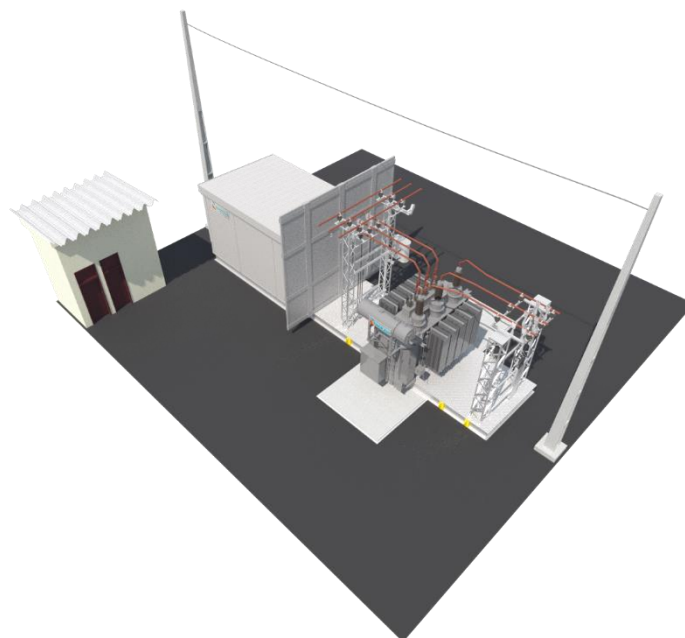


Figura 5: Modelo 3D - SED Tipo 03 vista em perspectiva



## 1.4. SED Tipo 04 - SED com entrada em cabo isolado e transformador abrigado

A subestação Tipo 04 é uma SED destinada a grandes centros urbanos. O setor de alta tensão utiliza tecnologia GIS com entradas de linhas por cabo isolado XLPE, o que facilita a conexão da subestação com a rede de alta tensão, transformadores de forças abrigados, visando reduzir os efeitos do ruído gerado pelos equipamentos e possibilitando, assim, seu uso em regiões com elevada densidade populacional, e setor de média em CMT com barramento duplo, que eleva consideravelmente a confiabilidade e disponibilidade do sistema. A tabela abaixo apresenta as características gerais de cada setor e suas vantagens.

A subestação Tipo 04 permite inserir uma subestação de alta potência próxima ao centro de carga, o que implica na redução das perdas sistêmicas e melhoria do desempenho da distribuição de energia. A Figura 6 apresenta o modelo 3D em perspectiva da SED Tipo 04.

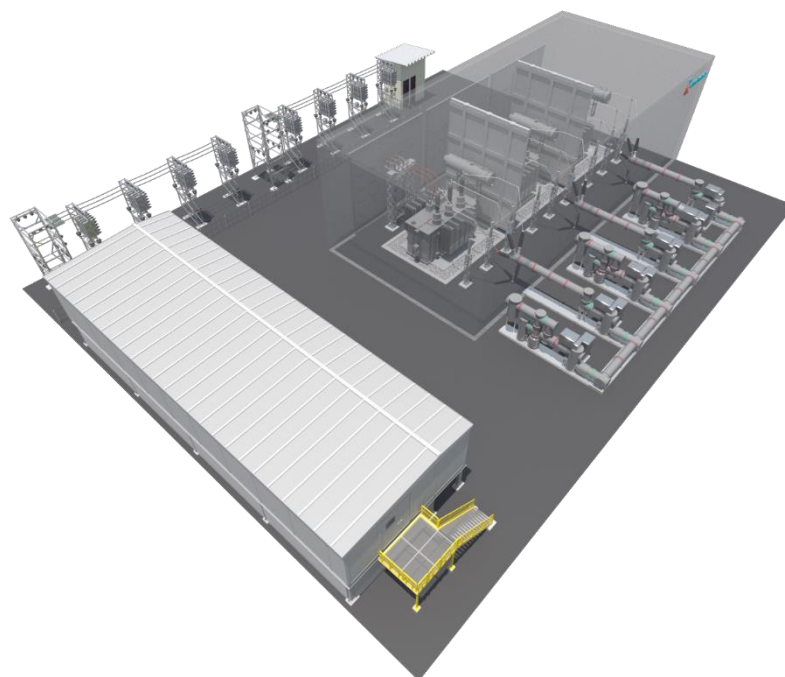


Figura 6: Modelo 3D - SED Tipo 04 vista isométrica

## 1.5. SED Tipo 05 - SED de seccionamento

A subestação Tipo 05 é uma solução para seccionamento de linha de transmissão (LT) devido a entrada de acessante (consumidor de alta tensão) no sistema da ENERGISA. A subestação Tipo 05 garante maior separação dos ativos (concessionária e consumidor), melhor acesso a subestação para operação e eventual manutenção pela concessionária e é uma solução já padronizada em outras concessionárias. A Figura 7 apresenta um exemplo de aplicação da SED Tipo 05 e a Figura 8 apresenta o modelo 3D em perspectiva da SED Tipo 05.

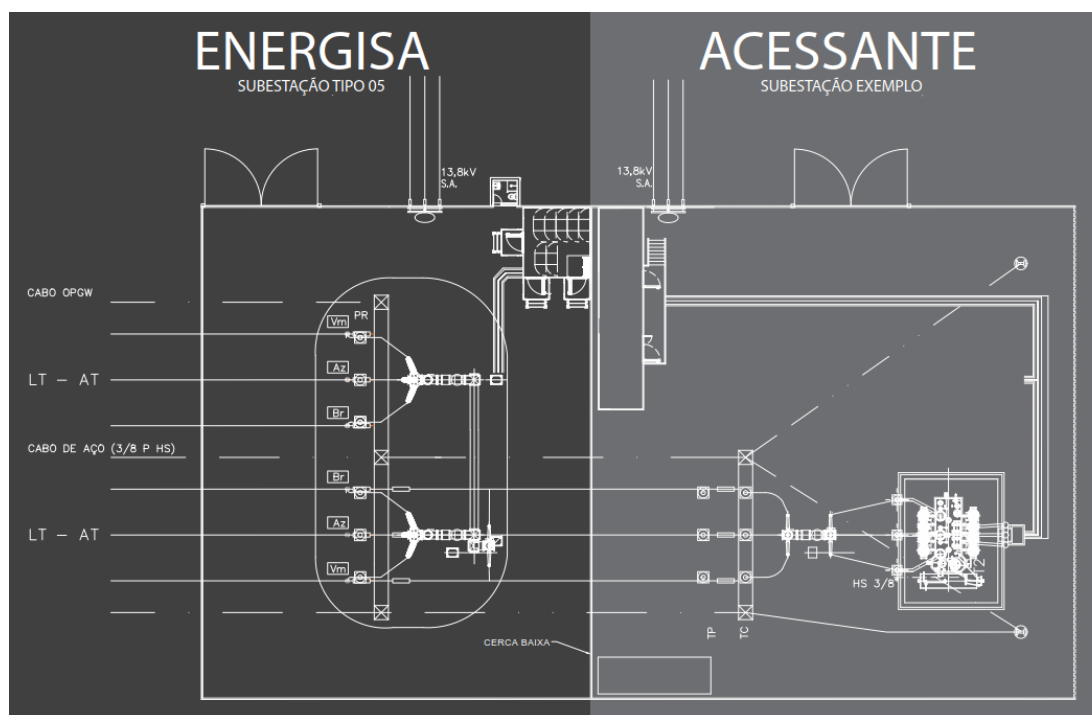


Figura 7: Exemplo de aplicação da SED Tipo 05

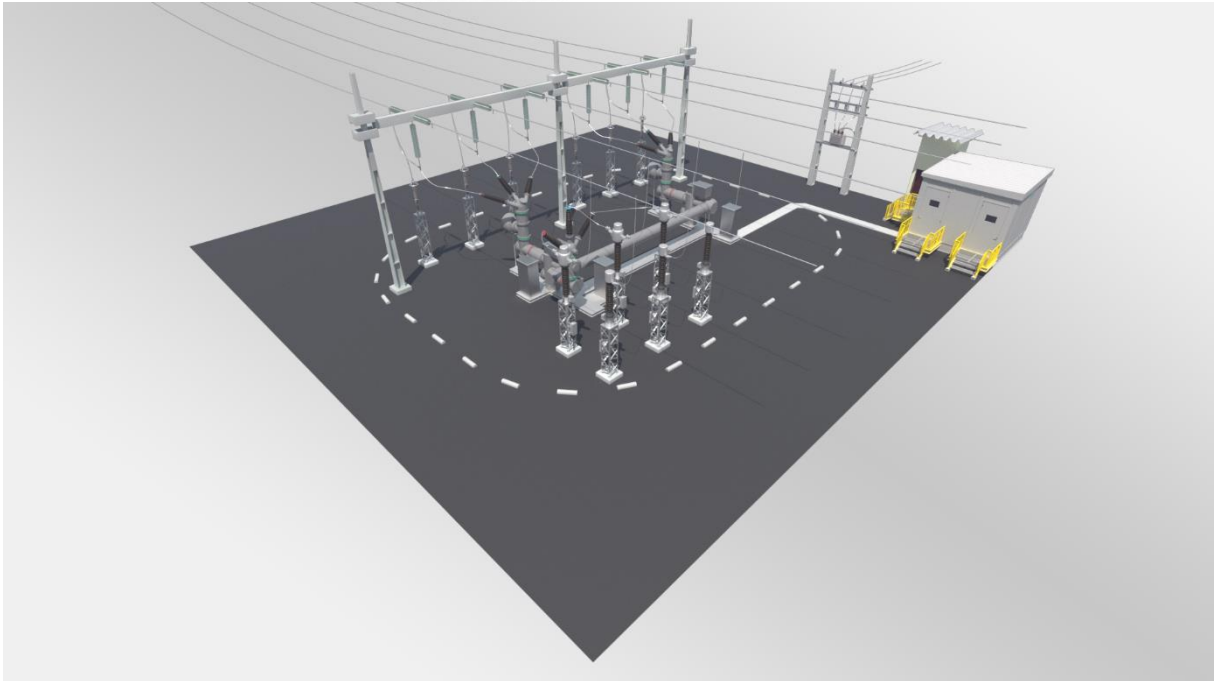


Figura 8: Modelo 3D - SED Tipo 05 vista isométrica com TC e TP

## 1.6. Especificações Complementares

Complementam esta NDU os seguintes documentos:

NDU 054.1 - Critérios para Elaboração de Projetos de Subestações tipo 01;

NDU 054.2 - Critérios para Elaboração de Projetos de Subestações tipo 02;


NDU 054.3 - Critérios para Elaboração de Projetos de Subestações tipo 03;

NDU 054.4 - Critérios para Elaboração de Projetos de Subestações tipo 04;

NDU 054.5 - Critérios para Elaboração de Projetos de Subestações tipo 05.

Esta norma técnica estabelece uma metodologia para construção e reforma de subestações, tendo como objetivo principal padronizar os projetos de subestação, definindo os recursos técnicos, equipamentos, materiais, infraestrutura e aplicações para cada tipo de subestação.

## 2. APLICAÇÃO



Aplica-se obrigatoriamente aos projetos de subestações de alta tensão localizadas nas áreas de concessão da ENERGISA, considerando o que prescrevem as Normas (normas básicas ABNT e ENERGISA), bem como a legislação do órgão regulamentador do setor elétrico ANEEL.

Os projetos de subestações, no que for aplicável, devem estar em conformidade com as Normas Técnicas relacionadas abaixo, em suas últimas revisões:

- ABNT NBR 5456 - Eletricidade geral - Terminologia.
- ABNT NBR IEC 60694 - Especificações comuns para normas de equipamentos de manobra de alta-tensão e mecanismos de comando.
- ABNT NBR IEC 60529 - Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos (código IP).
- ABNT NBR 6323 - Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido - Especificação.
- ABNT NBR 7397 - Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente - Determinação da massa do revestimento por unidade de área - Método de ensaio.
- ABNT NBR 7398 - Produto de aço ou ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Verificação da aderência do revestimento - Método de ensaio.
- ABNT NBR 7399 - Produto de aço ou ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Verificação da espessura do revestimento por processo não-destrutivo - Método de ensaio.
- ABNT NBR 7400 - Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido por imersão a quente - Verificação da uniformidade do revestimento - Método de ensaio.
- ABNT NBR 7414 - Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido por imersão a quente - Terminologia.



- ABNT NBR 11388 - Sistemas de pintura para equipamentos e instalações de subestações elétricas - Especificação.
- ABNT NBR 9366 - Tratamento e pintura de superfícies metálicas.
- ABNT NBR 10443 - Tintas e vernizes - Determinação da espessura da película seca sobre superfícies rugosas - Método de ensaio.
- ABNT NBR 11003 - Tintas - Determinação da aderência.
- ABNT NBR 5032 - Isoladores para linhas aéreas com tensões acima de 1.000 V - Isoladores de porcelana ou vidro para sistemas de corrente alternada.
- NEMA SG6 - Nema Standard Publication for Power Switching Equipment.
- ANSI-C29.8 - American National Standard for Wet-process Porcelain Insulator (apparatus cap and pin type).
- ANSI-C37.30 - American National Standard Definitions and Requirements for High-Voltage Air Switches, Insulators and Bus Supports.
- ANSI-C37.32 - American National Standard Schedules of Preferred Ratings, Manufacturing Specification and Application Guide for High - Voltage Air Switches, Bus Supports, and Switch Accessories.
- ANSI-C37.34 - American National Standard Test Code for High-Voltage Air Switches.
- NBR 7095 - Ferragens eletrotécnicas para linhas de transmissão e Subestação de alta tensão e extra alta tensão - Especificação;
- NBR 9050 - Acessibilidade a Edificações, Mobiliário, Espaços e Equipamentos Urbanos;
- IEC 61850 - Communication network and systems for power utility automation;

- IEEE 1613 - Standard Environmental and Testing Requirements for Communications Networking Devices in Electric Power Substations.

Além das citadas acima, as normas específicas de equipamentos estão contidas nas especificações técnicas dos respectivos equipamentos.

### 3. CAMADAS TECNOLÓGICAS APLICADAS


O padrão de projeto estabelecido por esta norma está dividido por assunto ou camada tecnológica.

Para cada tipo de subestação são referenciados itens correspondentes às camadas. Esses itens contêm informações técnicas, alternativas de projeto e especificações a serem utilizadas no projeto da subestação.

Camadas Tecnológicas:

- Infraestrutura;
- Sistemas de Energia e Proteção;
- Sistema de energia essencial;
- Automação e Controle;
- Medição;
- Monitoramento;
- Gerência de Equipamentos;
- Comunicação.

O desenvolvimento do projeto por camadas tecnológicas tem por objetivo definir soluções modulares e flexíveis que permitam adaptar-se às necessidades de cada projeto.



Cada Camada possui um item específico com todo o detalhamento necessário para elaboração do projeto.

A seguir será apresentada uma descrição completa do conteúdo de cada Camada.

## **4. CAMADA DE INFRAESTRUTURA**

A Camada de Infraestrutura descreve como a subestação deverá se projetada do ponto de vista da estrutural, obras civis e montagem eletromecânica, fornecendo todos os subsídios e diretrizes necessárias para definição de toda a infraestrutura da Subestação. Nesta camada são abordados os seguintes itens:

- Terreno
- Terraplenagem
- Obras civis
- Escavação para fundações
- Drenagem (sistemas de águas pluviais)
- Escavação das valetas e revestimento
- Caixas de passagem
- Caixa separadora de água-óleo
- Paredes corta-fogo
- Cercamento
- Eletrocentro
- Canaletas e Eletrodutos para cabos de controle
- Montagens eletromecânicas
- Condutores

- Eletrodutos
- Montagem dos equipamentos
- Iluminação
- Sistema de aterramento - malha terra
- Sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA)
- Sistemas de proteção contra incêndios
- Placas de sinalização
- Questões ambientais envolvidas

Observações:

- Para terrenos com dimensões diferentes das recomendadas nesta NDU ou para arranjos com premissas diferentes das previstas acima, os desenhos deverão ser reestudados durante o projeto executivo.
- Deverão ser observadas as tensões secundárias nas regiões de implantação da subestação, a saber:

Tensão Nominal (kV)	Empresas do Grupo Energisa											
	EAC	-	-	EMS	EMT	-	-	-	ERO	ESS	ETO	
34,5 / 19,9	EAC	-	-		EMS	EMT	-	-	-	ERO	ESS	ETO
22,0 / 12,7	-	-	EMG	-		-	-	-	-	-	-	
13,8 / 7,96	EAC	EBO	-	-	EMT	-	EPB	ESE	ERO	ESS	ETO	
11,4 / 6,58	-	-	EMG	-	-	ENF	-	-	-	-	-	

Legenda:

EAC - Energisa Acre

EPB - Energisa Paraíba

EBO - Energisa Borborema

ESE - Energisa Sergipe

EMG - Energisa Minas Gerais

ESS - Energisa Sul-Sudeste

EMS - Energisa Mato Grosso do Sul

ETO - Energisa Tocantins

EMT - Energisa Mato Grosso

ERO - Energisa Rondônia

ENF - Energisa Nova Friburgo

As tensões acima podem sofrer alteração dependendo do projeto e serão definidas em pedido de compra. As informações acima são apenas orientavas.

## 4.1. Classificação das Subestações

A Tabela 1 apresenta os critérios para classificação das subestações.


Tabela 1: Critério de Classificação.

Tipo	Observações	Critério de escolha	N° LT	N° TR
01	SE Sobre SKID - CMI	SED 138kV com 1 ou 2 LT e 1 TR com previsão tardia de expansão	Até 3	Até 2
02	GIS ao tempo com barramento GIB	SED 138kV com 2 LT e 2 TR (ou mais) ou com rápida previsão de expansão	Até 3	Até 2
03	SE 34,5/13,8kV sobre SKID - CMI	SED 34,5/13,5 kV sobre SKID de alta confiabilidade e baixa manutenção	1	1
04	SE com entrada por cabo isolado e transformador abrigado	SED 138kV destinada a grandes centros urbanos, onde o ruído do transformador e dificuldade de chega de linha de alta tensão são fator de atenção	3	3
05	SE de seccionamento	SED 138kV destinada a seccionamento de LT de alta tensão pelo consumidor (acessante)	2	0

### 4.1.1. Tipos e Subtipos de SED

No total foram definidas 05 variações de subestações. Para cada uma dessas subestações são apresentados Diagrama Unifilar e Arranjo Físico, assim como, as especificações dos equipamentos utilizados em cada tipo, cada uma em seu respectivo anexo.





Desta forma, após definidas as necessidades (diretrizes) para implantação de uma nova subestação, como, número de linhas de entrada, tensão nominal, local, criticidade, entre outros, a subestação deverá ser classificada em um dos cinco tipos apresentados.

Este mesmo procedimento de classificação deverá ser considerado em casos de *retrofit*.

## **4.2. Projeto Executivo - Instalações Elétricas e Eletromecânicas**

### **4.2.1. Objetivo das Especificações**

Este capítulo apresenta um conjunto de instruções à empresa executora, chamada simplesmente de EXECUTORA, para elaboração do projeto executivo eletromecânico da subestação, definindo critérios e requisitos de projeto a serem empregados nos empreendimentos de subestação da ENERGISA.

A descrição constante nesta especificação é de ordem geral, para qualquer natureza do empreendimento (implantação ou ampliação de subestação existente) e deve sempre ser empregada juntamente com o Projeto Básico específico do empreendimento.

A EXECUTORA será responsável pelo detalhamento, desenvolvimento e elaboração dos projetos executivos, incluindo as especialidades eletromecânicas e auxiliares, obedecendo aos critérios e padrões existentes na ENERGISA, bem como aos Procedimentos de Rede estabelecidos pelo ONS e aprovados pela ANEEL.

### **4.2.2. Requisitos de Projeto**

Para elaboração dos projetos executivos de implantação de subestações, a EXECUTORA deverá seguir as recomendações constantes nesta Norma Técnica, no Roteiro para Projetos de Subestações, que estarão disponíveis para a EXECUTORA após a assinatura do Contrato, bem como aos critérios estabelecidos pela ENERGISA no Projeto Básico do Empreendimento (parte integrante do Contrato).

A EXECUTORA deverá analisar e emitir comentários na documentação técnica dos fabricantes dos equipamentos e dos sistemas de proteção e controle, visando compatibilizar com o projeto executivo.

### 4.2.3. Critérios para Elaboração dos Projetos Executivos

Para elaboração dos projetos executivos de implantação de subestações, a EXECUTORA deverá seguir as recomendações constantes nesta Especificação Técnica, no Roteiro para Projetos de Subestações, que estarão disponíveis para a EXECUTORA após a assinatura do Contrato, bem como aos critérios estabelecidos pela ENERGISA no Projeto Básico do Empreendimento (parte integrante do Contrato).

A EXECUTORA deverá analisar e emitir comentários na documentação técnica dos fabricantes dos equipamentos e dos sistemas de proteção e controle, visando compatibilizar com o projeto executivo.

### 4.2.4. Dados do Sistema de Transmissão da ENERGISA

#### 4.2.4.1. Limites operacionais a regime permanente

- a. Tensão Nominal Primário (kV): ..... 138, 88, 69, 40 e 34,5
- b. Tensão Nominal Secundária (kV): .....34,5; 22; 13,8 e 11,4
- c. Faixa Operativa:
  - Em Regime Permanente (pu): ..... 0,95 - 1,05
  - Em emergência (pu): ..... 0,90 - 1,05
- d. Frequência Nominal (Hz): ..... 60±5

A definição das tensões primária e secundárias serão definidas em edital.

#### 4.2.4.2. Parâmetros meteorológicos

- Velocidade de Vento

Velocidade Básica:..... 150 km/h

Definida como a rajada de 3 segundos, excedida na média uma vez a cada 50 anos, medida em campo aberto e plano, a 10 m acima do solo.

Correção da velocidade com a altura:

$$V2/V1 = (H2/H1)^{0,08}$$

Velocidade Mínima: ..... 1,0 m/s

- - Temperatura

Ambiente máxima:..... 40° C

De ocorrência de Vento Máximo:..... 10° C

Densidade relativa do ar:..... 0,904

#### 4.2.5. Projeto Eletromecânico

As características do projeto eletromecânico da subestação estão descritas no Projeto Básico do Empreendimento, parte integrante do Contrato.

##### 4.2.5.1. Dados de projeto

a) Corrente de Curto circuito máxima a ser usada em dimensionamentos eletromecânicos será definida em cada pedido de compra.

b) Corrente de curto-circuito máxima do setor 13,8kV, a ser usada em dimensionamentos eletromecânicos: Deverá ser calculada com base nas impedâncias dos transformadores, considerando-se “barra infinita”.

## 4.2.5.2. Distâncias de projeto

### 4.2.5.2.1. Pátio de 138 e 88 kV

Valores Básicos:

Descrição	Distância (m)
Distância mínima partes vivas-terra (metal-metal):	1,20 m
Distância mínima partes vivas (metal-metal):	1,70 m
Altura média de uma pessoa: .	1,75 m
Altura média de uma pessoa com o braço levantado: .	2,25 m
Distância média entre extremidades dos braços abertos: .	1,75 m
Altura atingida acima do plano de trabalho pelo braço estendido: .	1,25 m
Elevação do topo das fundações acima do nível do solo acabado sem brita: .	0,20 m
Altura mínima da base de isoladores de pedestal ou da parte inferior da coluna isolante de equipamentos: .	2,25 m

Valores Adotados:

Tipo	Observações
Distâncias de segurança para manutenção:	
horizontal : .	2,95 m
vertical (a + d): .	3,45 m
Espaçamento entre fases adjacentes de um mesmo circuito:	
barramento superior (pontos de fixação das cadeias): .	3 m
barramento intermediário: .	3,50 m
barramento inferior: .	3 m
Espaçamento entre fases adjacentes de circuitos diferentes:	
barramento superior: .	4 m
barramento inferior: .	4 m
Distância entre linhas de centro de barramento e solo acabado sem brita:	
barramento superior (pontos de fixação das cadeias): .	10 m
barramento intermediário: .	6,50 m
barramento inferior: .	4,40 m
Distância entre linhas de centro de barramentos inferior e intermediário: .	2,10 m
Distância mínima entre o ponto mais baixo do condutor e o nível do solo acabado sem brita: .	4,40 m
área de circulação de pessoas (a + d + g + 20%).	4,38 m
área de circulação de veículo (a + 4,50 + 20%).	6,84 m

## Valores Básicos:

Tipo	Observações
Distância mínima partes vivas-terra (metal-metal):.	0,68 m
Distância mínima partes vivas (metal-metal):.	0,87 m
Altura média de uma pessoa: .	1,75 m
Altura média de uma pessoa com o braço levantado:	2,25 m
Distância média entre extremidades dos braços abertos: .	1,75 m
Altura atingida acima do plano de trabalho pelo braço estendido:.	1,25 m
Elevação do topo das fundações acima do nível do solo acabado sem brita:.	0,20 m
Altura mínima da base de isoladores de pedestal ou da parte inferior da coluna isolante de equipamentos:.	2,25 m
Distância mínima partes vivas-terra (metal-metal):.	0,68 m
Distância mínima partes vivas (metal-metal):.	0,87 m
Altura média de uma pessoa: .	1,75 m
Altura média de uma pessoa com o braço levantado:	2,25 m
Distância média entre extremidades dos braços abertos: .	1,75 m
Altura atingida acima do plano de trabalho pelo braço estendido:.	1,25 m
Elevação do topo das fundações acima do nível do solo acabado sem brita:.	0,20 m
Altura mínima da base de isoladores de pedestal ou da parte inferior da coluna isolante de equipamentos:.	2,25 m

## Valores Adotados:

Tipo	Observações
Distâncias de segurança para manutenção:	
horizontal.	2,43 m
vertical.	1,93 m
Espaçamento entre fases adjacentes de um mesmo circuito:	
barramento superior (pontos de fixação das cadeias): .	2 m
barramento intermediário:.	2 m
barramento inferior:.	2 m
Espaçamento entre fases adjacentes de circuitos diferentes:	
barramento superior: .	3 m
barramento inferior:.	3 m
Distância entre linhas de centro de barramento e solo acabado sem brita:	
barramento superior (pontos de fixação das cadeias).	10 m
barramento intermediário:.	6 m
barramento inferior:.	4,20 m
Distância entre linhas de centro de barramentos inferior e intermediário:.	1,80 m
Distância mínima entre o ponto mais baixo do condutor e o nível do solo acabado sem brita:	



Tipo	Observações
área de circulação de pessoas (a + d + g + 20%).	3,75 m
área de circulação de veículo (a + 4,50 + 20%).	6,20 m

#### 4.2.5.2.2. Pátio de 69kV

Valores Básicos:

Tipo	Observações
Distância mínima partes vivas-terra (metal-metal):	0,68 m
Distância mínima partes vivas (metal-metal):	0,87 m
Altura média de uma pessoa:	1,75 m
Altura média de uma pessoa com o braço levantado:	2,25 m
Distância média entre extremidades dos braços abertos:	1,75 m
Altura atingida acima do plano de trabalho pelo braço estendido:	1,25 m
Elevação do topo das fundações acima do nível do solo acabado sem brita:	0,20 m
Altura mínima da base de isoladores de pedestal ou da parte inferior da coluna isolante de equipamentos:	2,25 m
Distância mínima partes vivas-terra (metal-metal):	0,68 m
Distância mínima partes vivas (metal-metal):	0,87 m
Altura média de uma pessoa:	1,75 m
Altura média de uma pessoa com o braço levantado:	2,25 m
Distância média entre extremidades dos braços abertos:	1,75 m
Altura atingida acima do plano de trabalho pelo braço estendido:	1,25 m
Elevação do topo das fundações acima do nível do solo acabado sem brita:	0,20 m
Altura mínima da base de isoladores de pedestal ou da parte inferior da coluna isolante de equipamentos:	2,25 m

Valores Adotados:

Tipo	Observações
Distâncias de segurança para manutenção:	
horizontal.....	2,43m
vertical:.....	1,93m
Espaçamento entre fases adjacentes de um mesmo circuito:	
barramento superior (pontos de fixação das cadeias): .....	2m
barramento intermediário:.....	2m
barramento inferior:.....	2m
Espaçamento entre fases adjacentes de circuitos diferentes:	
barramento superior:.....	3m

Tipo	Observações
barramento inferior:.....	3m
Distância entre linhas de centro de barramento e solo acabado sem brita:	
barramento superior (pontos de fixação das cadeias): .....	10m
barramento intermediário:.....	6m
barramento inferior:.....	4,20m
Distância entre linhas de centro de barramentos inferior e intermediário:..	1,80 m
Distância mínima entre o ponto mais baixo do condutor e o nível do solo acabado sem brita:	
área de circulação de.....	3,75m
área de circulação de veículo.....	6,20m

### 4.3. Projeto de Dutos e Canaletas

Para elaboração do projeto de dutos e canaletas da subestação, a EXECUTORA deverá seguir as recomendações constantes nesta Norma Técnica, no Roteiro para Projetos de Subestações, bem como aos critérios estabelecidos pela ENERGISA no Projeto Básico do Empreendimento.

As redes de dutos consistem em dutos em PVC envoltos de concreto e situados abaixo do nível do terreno.

As canaletas serão providas de suportes metálicos, para permitir a segregação dos cabos de controle, comunicações, iluminação e força.

Deve ser prevista redundância de rotas nas canaletas de cabos de fibra óptica.

Os cabos de força serão lançados nos suportes laterais das canaletas conforme critério indicado no projeto, os cabos de proteção e controle serão lançados no fundo das canaletas, tendo sido definida a camada de cabos segundo uma ocupação da canaleta na etapa final da subestação e um diâmetro médio de 2 cm para os cabos de controle. Os cabos de proteção deverão ser instalados segregados por dispositivos montados no fundo das canaletas, ficando os cabos da proteção principal de um lado e os de proteção alternada, no outro.

- Suportes metálicos - 3 (três) camadas de cabos.

- Fundo da canaleta - 5 (cinco) camadas de cabos (limitado para manter livre a entrada lateral).

Se aplicável, deverão ser previstas caixas de passagem para facilitar o lançamento da cablagem, limitando os lances contínuos de tubulação em 30 (trinta) metros, e quando ocorrerem mudanças de direção.

Para o pátio de alta tensão a seleção dos eletrodutos será baseada nos seguintes critérios:


- Associados a equipamentos no pátio de manobra: PVC liso.
- Associados a circuitos de iluminação: PVC liso.
- Associados a equipamentos fora do pátio de manobra ou passagem de veículos pesados: PVC liso ou corrugado (dependendo da bitola), devendo ser envelopados em concreto.
- Associados aos circuitos de potência do setor de média tensão: PVC corrugado.

Deve ser previsto no projeto, ainda, o sistema de condução de fibras ópticas, constituído de bandejas, calhas e eletrodutos, que será instalado no interior da casa de controle.

Recomenda-se a utilização de espaçadores a cada 0,8m. Deve-se evitar a construção de dutos em curva, mas caso seja necessário, o raio de curvatura deverá ser condizente com o raio de curvatura do cabo de maior bitola. Os eletrodutos deverão ser construídos a fim de evitar a entrada de corpos estranhos. As extremidades dos dutos não devem apresentar rebarbas para não prejudicar a isolação dos cabos.

#### **4.3.1. Escavação**

Deverá ser realizado marcações e aberturas de valas sempre que possível em linha reta entre as caixas de passagem. Os trechos entre as caixas de passagem, sempre que possível, deverão ser escavados apenas uma vez antes da preparação da base.



Assim que as valas forem abertas, deverão ser ancoradas de maneira adequada. Deve ser evitado a formação de pontos baixos de acúmulo de água.

#### **4.3.2. Bases**

As bases deverão ser construídas de tal forma que entre as caixas haja um declive de 8cm a cada 30 metros, a profundidade sejam conforme projeto e sempre maior que 60 cm do nível do terreno (em casos especiais pode ser utilizado a profundidade de 45 cm ou adoção de armadura)

#### **4.3.3. Canaletas**

As canaletas deverão ser feitas em tijolos à vista e possui superfície lisa internamente. Elas deverão ser executadas de tal forma que proporcionem o escoamento de água para o sistema de drenagem.


As tampas das canaletas serão feitas de concreto armado e de dimensões que permita a remoção manual. No caso de canaletas rebaixadas não é necessário a possibilidade de remoção manual.

#### **4.3.4. Dimensões das canaletas padronizadas**

As canaletas padronizadas simples possuem espaço interno de 60x60 cm ou 40x40 cm. A profundidade pode alterar dependendo da necessidade do projeto e condições do terreno.

As canaletas padronizadas duplas possuem espaço interno de 2x(60x60) cm. A profundidade pode alterar dependendo da necessidade do projeto e condições do terreno.

As canaletas padronizadas triplas possuem espaço interno de 3x(60x60) cm. A profundidade pode alterar dependendo da necessidade do projeto e condições do terreno.



As canaletas padronizadas quadruplas possuem espaço interno de 4x(60x60) cm. A profundidade pode alterar dependendo da necessidade do projeto e condições do terreno.

A largura das paredes das canaletas são conforme necessidade do projeto. Recomenda-se para as paredes laterais e parte inferior 10cm. Para as paredes centrais 15 cm.

## **4.4. Projeto de Aterramento**

### **4.4.1. Geral**

Para elaboração do projeto de aterramento da subestação, a EXECUTORA deverá seguir as recomendações constantes nesta Especificação Técnica, no Roteiro para Projetos de Subestações, bem como aos critérios estabelecidos pela ENERGISA no Projeto Básico do Empreendimento.


O projeto do sistema de aterramento deverá compreender a malha de terra e as conexões das instalações, visando estabelecer as condições adequadas à correta operação dos componentes elétricos, como também a segurança ao pessoal.

Para o dimensionamento da malha, a EXECUTORA deverá determinar a resistividade do solo no pátio antes da terraplenagem, por meio do método de quatro pontos de Werner, conforme norma NBR-7117 ou outro meio proposto, que deverá ser submetido à aprovação da ENERGISA.

As medições devem ser realizadas de preferência no período seco, com o solo tão seco quanto possível, ou seja, em condições próximas das condições normais de umidade do local. Quando houver necessidade de se realizar as medições num período chuvoso, deve-se aguardar, no mínimo, 02 (dois) dias consecutivos sem chuva. Se o solo da Subestação não for homogêneo, aumentar o número de ensaios, conforme necessário.

O pessoal técnico a realizar as medições deverá estar convenientemente uniformizado, utilizando crachá e EPI. Recomenda-se ainda utilização de calçados e luvas com isolamento da ordem de 5 MΩ durante as medições.





Todos os instrumentos e equipamentos necessários à realização dos testes deverão ser fornecidos pela EXECUTORA. Após a realização dos testes, deverá ser elaborado relatório técnico indicando as conclusões e o resultado das medições. O relatório técnico assinado pelo engenheiro responsável pela obra deverá ser enviado à ENERGISA.


Todos os instrumentos de medição deverão ser detalhados: Fabricante, modelo, ano de fabricação, assim como apresentar relatório da última calibração. O voltímetro e amperímetro devem ter um atestado recente de aferição, feita no máximo 90 dias antes do início das medições.

A memória de cálculo da malha referente à subestação, a qual deverá ser apresentada à apreciação da ENERGISA, deve ser baseada na última revisão da IEEE-80 - *“Guide for safety in AC substation grounding”* e da norma ABNT NBR 15751 - *“Sistemas de aterramento de subestações - Requisitos”*, porém, considerando o cálculo dos potenciais de toque e de passo sem utilização da brita.

O memorial de cálculo conterá, no mínimo, os seguintes itens:

- Medição da resistividade, incluindo condições do solo, climáticas, ou, da época do ano e croqui dos pontos de medição.
- Estratificação da resistividade do solo.
- Cálculo da resistividade aparente, baseado nos valores dos itens anteriores.
- Potenciais de passo e de toque máximos suportáveis para a instalação.
- Dimensionamento do condutor da malha.
- Potenciais de toque e de passo produzidos pela malha, em pontos internos e externos à malha, inclusive próximos à cerca.

No caso da EXECUTORA utilizar programa computacional (software) no dimensionamento da malha de terra, ela deverá entregar à ENERGISA uma cópia do programa, juntamente com a licença correspondente.



A malha de terra será composta de condutores de cobre nu, têmpera meio dura, e hastes de terra, devendo ser enterrada a 60 cm de profundidade, a partir do solo acabado sem brita/calçamento, exceto nas travessias das vias de circulação, onde a profundidade deverá ser de 1 m.

A malha de deverá ser implantada no período da terraplenagem, para tanto, a terraplanagem deverá ser executada em duas etapas, com a malha de terra sendo executada entre essas etapas. Na 1ª etapa da terraplanagem retira-se o possível material não aproveitado e faz a compactação inicial, ficando a 60 cm do piso final. Nesse ponto é iniciada a malha de terra sobre esse piso de forma a facilitar o lançamento dos cabos, as soldas e conexões e o cravamento das hastes de aterramento. Terminada a execução da malha de terra, volta-se para a 2ª etapa da terraplanagem, inserindo material sobre o piso, tomando extremo cuidado para não danificar a malha de terra construída. Se nesse ponto houver qualquer danificação, o serviço deverá ser imediatamente paralisado para avaliação dos técnicos da ENERGISA. Não havendo nenhum problema, completa-se com material de jazida e realizam-se as compactações até o nível final previsto para o terreno.


A malha deverá possuir cabos adicionais nos cantos, que, preferencialmente, deverão ser arredondados para minimizar os gradientes de potencial.

Não devem ser previstos cabos embutidos nas fundações.

Deverá ser indicada no projeto uma pavimentação, cobrindo toda a área energizada, cuja extensão em relação à malha será determinada em função dos gradientes de potencial nas suas adjacências, porém com um mínimo de 1 m além do perímetro, composta de 50% de brita N° 1 e 50% de brita N° 2.

Deverá ser pavimentado toda a área da SE a fim de impedir o crescimento de vegetação no pátio da subestação e diminuir a necessidade de manutenção da SE.

A resistência total do sistema de aterramento não apresenta limites máximos determinados, desde que não apresente valores excessivamente altos, em geral  $R < 10 \Omega$ .



Antes que a Subestação seja colocada em serviço, a malha de terra será submetida aos testes listados abaixo, com o objetivo de verificar se a mesma foi projetada e construída segundo as prescrições das normas utilizadas:

- Medição de resistência ôhmica da malha de terra;
- Medição de potencial de toque nas estruturas metálicas dos equipamentos e cercas metálicas;
- Medição de potencial de passo nas proximidades dos portões de entrada e nas sub-malhas da malha principal;
- Medição do gradiente de potencial, considerando pelo menos 08 (oito) pontos (ou mais) nos diferentes sentidos (longitudinal, transversal e diagonal) em relação à malha principal. Os pontos de medição deverão ser tomados a cada 1 (um) metro a partir da malha principal;
- Medição do potencial de transferência nos equipamentos localizados a uma distância de até 04 (quatro) vezes a maior diagonal da malha principal.


#### **4.4.2. Dados de projeto**

O cálculo da malha de terra deve ser realizado considerando a área definida para a instalação da malha de terra, os dados da resistividade do solo obtidos nas medições, o valor da corrente de curto-circuito previsto para um horizonte de 10 anos, disponibilizado pelo órgão de planejamento.

A partir dos dados acima, o projetista deve elaborar um memorial de cálculo definindo o condutor, a quantidade de hastes e a configuração final da malha de terra.

#### **4.4.3. Conexões**

As conexões enterradas tais como cruzamentos, junções e ligações às hastes, deverão ser do tipo soldado (exotérmico), excetuando-se as feitas nos equipamentos, que



serão do tipo aparafusado. Também poderão ser utilizados conectores no lugar das soldas exotérmicas.

Já as hastes a serem instaladas em regiões específicas serão de cobre-aço, com diâmetro 3/4” e comprimento de 3 metros.

As hastes de aterramento devem ser distribuídas da seguinte forma:


- Uma haste para o aterramento do neutro do transformador de potência;
- Uma haste para aterramento do neutro do transformador de serviços essenciais;
- Uma haste para aterramento do neutro de reguladores de tensão;
- Uma haste para aterramento de cada conjunto de três para-raios;
- 3 (três) a 4 (quatro) hastes nos ângulos agudos formado nos cantos da malha;
- Hastes em cada canto (quatro cantos) da casa de comando;
- Projetar hastes na periferia interna e externa da malha terra de 10 em 10 m ou de 12 em 12m aproximadamente, conforme definido no memorial de cálculo.

Apesar de seu emprego não ser considerado no dimensionamento da malha de terra, sua aplicação visa facilitar o escoamento da corrente de falta e descargas atmosféricas junto aos para-raios, transformadores de força e cercas.

#### **4.4.4. Conexões de equipamentos**


O Projeto deverá adotar os seguintes critérios, para aterramento dos diversos equipamentos e estruturas previstos no arranjo:

- a) GIS - A GIS possui pontos de aterramento predeterminados e são aterrados por barras de cobre, dessa forma, a estrutura da GIS como um todo que deverá ser aterrada. A quantidade de cabos deverá ser definida por meio de estudo de aterramento da subestação e definições do fabricante.

- 
- b) Transformador de Potência - os tanques, carcaças ou estruturas, bem como os neutros, deverão ser aterrados diretamente na malha por 2 (dois) cabos de bitola idêntica à do cabo da malha;
  - c) Para-raios - a ligação à malha será realizada em 2 (dois) pontos distintos através de cabos de cobre nu de bitola idêntica à da malha principal;
  - d) Transformador de Corrente e Isoladores de Pedestal - deverão ser aterrados em um só ponto da malha através de cabo de cobre nu 70 mm<sup>2</sup>;
  - e) Transformador de Potencial Capacitivo - idêntico ao anterior, porém o cabo terá a mesma bitola da malha principal;
  - f) Outros equipamentos e estruturas:
  - g) Todos os equipamentos e estruturas deverão ser efetivamente aterrados à malha por cabo de cobre nu bitola 70 mm<sup>2</sup>. Os quadros de iluminação ou distribuição, caixas de fiação com tensão de operação menor ou igual a 220 V deverão ser aterrados com cabos de cobre nu bitola 70 mm<sup>2</sup>. Nas estruturas com ancoragem de cabos para-raios, estes devem ser aterrados através de cabos de bitola idêntica à da malha principal (70 mm<sup>2</sup>).
  - h) Cerca de Propriedade - o aterramento deverá ser independente, através de cabo de cobre nu 70 mm<sup>2</sup>, enterrado a 60 cm de profundidade, locado a 50 cm para o lado de dentro do limite da propriedade da subestação e correndo paralelamente à cerca. Este cabo deverá ser ligado à cerca, em intervalos de 20 m e em todos os cantos, através de cabo de cobre nu 70 mm<sup>2</sup>, devendo distar, no mínimo, 10 m da malha principal. Este procedimento deverá ser adotado quando a cerca não estiver nas proximidades da malha da subestação, caso contrário, os pontos de aterramento deverão ser ligados diretamente na malha da subestação. Instalar hastes de aterramento a cada 40 m e em todos os cantos.

As cercas de área energizada deverão ser aterradas a cada 10 m e em todos os cantos deverão ser previstas ligações à malha de terra através de cabo de cobre nu 70 mm<sup>2</sup>.





A área energizada será cercada por muro ou cerca de tela no lado onde for prevista expansão da subestação, no futuro. Esta cerca deverá ser aterrada conforme indicado no item anterior.

Na região da passagem da linha de transmissão, a cerca deverá ser seccionada, utilizando mourão duplo e seção deverá ser aterrada independente dos demais trechos.

#### **4.4.5. Caixa de Inspeção**

Devem ser projetadas caixas de inspeção para medição da resistência do sistema de aterramento localizada entre a casa de comando e o pátio, nas proximidades dos transformadores de potência.

#### **4.4.6. Canaletas**

Deverá ser instalado em cada canaleta 1 cabo de cobre nu de seção 70mm<sup>2</sup> acompanhando os cabos de força.


Este cabo deverá aterrar as bordaduras metálicas das canaletas e indiretamente as tampas metálicas através do contato destas com as referidas bordaduras.

A continuidade elétrica das bordaduras deverá ser assegurada por conexões exotérmicas.

O cabo de cobre de 70 mm<sup>2</sup> deverá ser interligado a outros sistemas (aparentes e embutidos) que estiverem próximos e acessíveis (derivações, placas de terra) através de conectores aparafusados.

#### **4.4.7. Transformadores de Serviços Essenciais**

Os serviços essenciais em corrente alternada, nas tensões de 34,5; 22; 13,8 ou 11,4KV e 380/220 ou 220/127V são alimentados por transformadores em conexão em triângulo no lado primário e em estrela no lado secundário. As tensões acima serão definidas no pedido de compra.



O neutro destes transformadores é rigidamente aterrado segundo o sistema TN-S, conforme norma ABNT NBR 5410.

Os tanques, carcaças ou estruturas, bem como os neutros, deverão ser aterrados diretamente na malha por 1 cabo de cobre nu de seção 70 mm<sup>2</sup>.

## **4.5. Projeto de Iluminação, Tomadas e Aquecimento**

### **4.5.1. Critérios gerais**

Os critérios para o dimensionamento e distribuição do sistema de iluminação e força das Subestações do sistema ENERGISA são definidos por esta Especificação Técnica e no Roteiro para Projetos de Subestações.

Todos os reatores de acionamento das lâmpadas empregados na iluminação de pátio e edificações deverão apresentar fator de potência ( $> 0,92$ ) indutivo e devem atender às Normas Internacionais no que se refere à produção de harmônicos e compatibilidade eletromagnética.

O sistema de iluminação está dividido em três categorias: normal, complementar e emergência.

O sistema normal é aquele que fornece os níveis de iluminação adequados para o pessoal de operação em áreas internas e externas, compatíveis com as atividades requeridas (leitura de instrumentos, visualização de indicadores operacionais, circulação no pátio, etc.). Neste sistema está incluída a iluminação essencial para as edificações e pátio de manobra relacionada à barra de cargas essenciais.

O sistema complementar é aquele que fornece os níveis de iluminação adequados para o pessoal de manutenção em tarefas específicas localizadas, através de refletores portáteis a serem ligados em tomadas distribuídas no pátio.

O sistema de emergência é aquele que fornece os níveis de iluminação para a circulação segura do pessoal em ambientes internos (Casas de Controle/Eletrocentro e Casa do Diesel) e para uma visualização dos instrumentos no painel de comando.

O sistema normal e o sistema complementar são alimentados em CA, enquanto o de emergência em CC.

Os níveis de iluminação normal a serem adotados são os recomendados por norma e adaptados às particularidades das instalações, devendo ser considerados como mínimos os valores indicados abaixo:

Os níveis de iluminação mínimos a serem obedecidos no desenvolvimento do projeto de iluminação serão:

- sala de painéis..... 350 lux
- sanitário..... 150 lux
- pátio externo e circulação..... 5 lux
- área energizada da subestação e pátios de manobras..... 15 lux


A iluminação normal compreenderá as edificações, o pátio de manobra, as vias de circulação e a região periférica do pátio energizado.

A iluminação complementar é estabelecida para não sobrecarregar os serviços essenciais e, principalmente, por estar relacionada à execução de tarefas de manutenção noturna, conseqüentemente com um baixo índice de utilização. Este tipo de iluminação está baseado no emprego de refletores portáteis.

A iluminação de emergência será suprida pelo sistema de CC, como reserva da iluminação normal para a Casa de Controle/Eletrocentro, sendo sua ativação realizada automaticamente através de contadores, quando da falta de CA no quadro de distribuição de 380 ou 220 V.

## 4.5.2. Pátio de manobra

### 4.5.2.1. Iluminação



Na iluminação dos pátios de manobra serão empregados refletores com iluminação a LED, alimentados a partir do painel de serviços essenciais. Toda a iluminação de pátio, vias de circulação e periférica deverá ser acionada por relé fotoelétrico localizado junto aos quadros de distribuição. Deverá ser prevista iluminação específica para a área do transformador em arandelas com lâmpadas LED nas paredes corta-fogo e em projetores instalados postes específicos onde não houver parede corta-fogo.

A iluminação essencial será alimentada a partir de transformador de Serviços Essenciais, localizado no pátio de manobra. A iluminação essencial deverá ser distribuída uniformemente no pátio, a fim de permitir o nível de iluminação adequado para permitir circulação de pessoal no pátio.

#### **Iluminação do Pátio:**

Os projetores serão montados nos pórticos, obedecendo a distribuição padrão consolidada para cada pátio da Subestação.

#### **Iluminação das Vias de Circulação:**

Deverão ser empregados postes de concreto tipo duplo “T” de 9 m de altura, dotados de luminária LED nas vias externas e nas vias de acesso à casa de controle.

#### **Iluminação Periférica:**

Este tipo de iluminação vincula-se à proteção física das instalações, devendo ser disposta ao longo da cerca limite de área energizada através de postes de concreto tipo duplo “T” de 9 m de altura com luminárias para lâmpadas LED. Estes postes deverão ser montados voltados para a cerca, a uma distância de 3 m da mesma e espaçada entre si de, no máximo 30 m.

Quando a cerca limite de área energizada estiver numa proximidade da via de circulação externa ao pátio de manobra que permita o atendimento aos requisitos definidos de montagem e ao nível de iluminamento, a iluminação periférica será fornecida pelos postes da via de circulação.

## Postes de concreto Duplo “T” de 9 m

Devem ser de concreto armado de formato duplo “T”. Devem apresentar superfícies externas suficientemente lisas, sem apresentar ninhos de concretagem, armadura aparente, fendas ou fraturas.

Serão recusadas peças que apresentarem defeitos tais como bolhas ninhos, trincas de retração, descamação da superfície, manchas, etc.

Devem ter furos destinados a fixação de equipamentos e passagem de cabos. Os furos devem ser cilíndricos ou ligeiramente tronco-cônicos. Os furos devem ter eixo perpendicular ao eixo longitudinal do poste e ser totalmente desobstruídos e não deixar exposta nenhuma parte da armadura.

A carga de ruptura à compressão do concreto não deve ser inferior a 25 MPa. A resistência à ruptura não deve ser inferior a 2,2 vezes a resistência nominal.

Os postes devem ter um eletroduto plástico embutido, com diâmetro variando de 12 a 20 mm, para descida do cabo de aterramento.

Deve ser gravado, de forma legível e indelével no concreto, em baixo relevo, com profundidade entre 2 mm e 5 mm, antes da cura total, do topo para a base, as seguintes informações:

- Número de série do poste.
- Data (dia, mês e ano) de fabricação.
- Comprimento nominal (m).
- Resistência nominal (daN).
- Nome ou marca comercial do Fabricante.
- Sinal demarcatório do centro de gravidade.
- Nome ENERGISA.

- Traço de referência.
- Marca de engastamento.

#### **4.5.2.2. Tomadas**

A alimentação de força em 380 ou 220 V para os equipamentos do pátio de manobra será realizada a partir do Painel de Serviços Essenciais, localizado na Casa de Controle/Eletrocentro.

Deverão ser previstos conjuntos de tomadas de força 2.200 W trifásica e tomadas de uso geral de 380 e 220V monofásicas ou 220 V e 127 V monofásicas, montagem abrigada, a serem instaladas nos pilares dos equipamentos do pátio.

As tomadas devem ser distribuídas de forma que seu raio de ação seja de no máximo 20 m e as tomadas de força trifásicas devem ter um raio de ação de no máximo 40 m.

Estes conjuntos de instalação obrigatória nas áreas de transformadores terão suas tomadas de 380 e 220 V ou 220 V e 127 V alimentadas pelo quadro de distribuição de luz e força essencial, enquanto as tomadas de força de 380 ou 220 V, cuja utilização será restringida para uma de cada vez, serão alimentadas pelo circuito não essencial.


As ampacidades das tomadas de uso geral de 220 V e 127 V serão, respectivamente, 30 A e 15 A. Para SE com o sistema de serviço auxiliar com tensão igual a 380/220 V, as tomadas de uso geral de 380 V e 220 V serão, respectivamente, 30 A e 15 A e para as SE com sistema de serviço auxiliar com tensão igual a 220/127 V, as tomadas de uso geral de 220 V e 127 V serão, respectivamente, 30 A e 15 A

#### **4.5.2.3. Aquecimento de equipamentos**

Sua alimentação será independente dos acionamentos motorizados dos equipamentos de manobra, e realizada em 220 V através dos quadros de distribuição de luz e de força, localizados no pátio de manobra.

#### **4.5.2.4. Sistema de tratamento de óleo**





Tendo em vista a elevada carga a ser imposta aos Serviços Essenciais e a reduzidíssima taxa de utilização deste tratamento após a energização inicial dos transformadores, a ENERGISA resolveu considerar um esquema especial para alimentação do sistema de tratamento de óleo.

Prever uma alimentação direta do painel de serviços essenciais ligado a caixa de fiação montada próxima ao transformador, através de uma cablagem de espera lançada em canaletas. Esta caixa possui facilidades de instalação de fusíveis a serem montados quando da utilização do sistema que será alimentado através de caixas de fiação com bornes terminais, montadas próximas aos transformadores.

### **4.5.3. Eletrocentro**

Os eletrocentros devem estar de acordo com a ETU 145 - ELETROCENTROS, especificações do pedido de compra e esta NDU. Em caso de divergência, deve ser adotado os critérios da ETU 145 - ELETROCENTROS.

#### **4.5.3.1. Iluminação**


A iluminação interna do eletrocentro deverá ser com lâmpadas LED, alimentada a partir do painel de Serviços Essenciais na Sala de Comando e distribuído especificamente segundo quadros de luz localizados nos recintos.

A iluminação de emergência das edificações, alimentada em CC, será do tipo LED, sendo considerado seu funcionamento durante 05 (cinco) horas no dimensionamento das baterias 125 Vcc.

A fiação para o sistema de iluminação de emergência deverá ser instalada em eletrodutos específicos para tal fim e, portanto, independentes do sistema de iluminação normal.

#### **4.5.3.2. Tomadas**

Nos eletrocentros, as tomadas de 220V devem ser distribuídas a cada 8m de perímetro incompletos. Para salas com perímetro menores que 16m, deve-se distribuir pelo menos 3 tomadas.



Também deverão ser previstas tomadas de 127 V, para permitir a alimentação de aparelhagem da manutenção.

Nas edificações, para cada ambiente de 35 m<sup>2</sup> ou menos de área útil, deverá existir uma tomada de 220 V a cada 6 m de perímetro. Já para os de área superior a 35 m<sup>2</sup>, pelo menos, deverão existir 4 tomadas para cada 35 m<sup>2</sup> adicionais ou uma fração maior.

## **4.6. Relação Mínima de Documentos De Projeto**

Todo projeto executivo deverá possuir uma lista geral de documentos, organizado por especialidade, que deverá ser apresentada juntamente com a primeira remessa de documentos enviada à ENERGISA para análise. Em cada critério de projeto há uma lista de documentos para cada área. Esses documentos também fazem parte do fornecimento.

Para cada especialidade de projeto, é definida aqui a relação mínima de documentos que deverão ser elaborados pela PROJETISTA, e apresentados para análise e aprovação da ENERGISA.

Quando o empreendimento consistir na ampliação de instalações existentes, a relação descrita neste item refere-se também aos desenhos existentes que deverão ser atualizados pela EXECUTORA.

### **4.6.1. Documentos do Projeto Eletromecânico**

Deverão constar do projeto eletromecânico, no mínimo, os seguintes documentos:

- Planta de localização do pátio;
- Arranjo geral da SE;
- Projeto do eletrocentro, incluindo arranjo dos equipamentos dentro do eletrocentro;
- Projeto da almoxarife e banheiro quando aplicável;

- Planta de estruturas e cabos de blindagem do pátio;
- Detalhes de montagem de cadeias de isoladores;
- Detalhes de montagem de ferragens de cabos para-raios;
- Detalhes de montagem de equipamentos específicos e outros (conexões de serviços essenciais de MT aos cubículos);
- Lista de materiais;
- Memória de cálculo de barramentos (tubos, cabos condutores, cabos para-raios, esforços e colunas de isoladores etc.);
- Tabelas de flechas e tensões em cabos condutores e cabos para-raios.

#### **4.6.2. Documentos do Projeto de Dutos e Canaletas**

- Planta geral do pátio;
- Plantas parciais (escala mínima 1:100);
- Detalhes de montagem para cada equipamento principal, IPs, equipamentos de MT, GIS e outros;
- Detalhes de montagem para eletrocalhas para fibra óptica;
- Lista de materiais;
- Lista de eletrodutos.

#### **4.6.3. Documentos do Projeto de Aterramento**

- Localização de pontos para medição de resistividade;
- Planta geral do pátio;
- Plantas parciais (escala mínima 1:100);

- Detalhes de montagem para cada equipamento principal, IPs, equipamentos de MT, pórticos e outros;
- Detalhes de montagem para eletrocalhas para fibra óptica;
- Lista de materiais;
- Memória de cálculo da malha de aterramento;
- Relatório de medição da resistividade do solo.


#### **4.6.4. Documentos do Projeto de Iluminação e Tomadas**

- Planta geral do pátio;
- Plantas parciais (escala mínima 1:100);
- Diagramas esquemáticos dos quadros de distribuição;
- Lista de materiais;
- Lista de eletrodutos de iluminação;
- Lista de cabos de iluminação;
- Memória de cálculo de iluminamento;
- Memória de cálculo de cabos de iluminação.

#### **4.7. Projeto Executivo das Obras Civas**


O projeto executivo das obras civis abrange também as atividades do projeto de arquitetura e compreende, entre outros documentos, a apresentação de:

- Plano de sondagem;
- Projeto de terraplanagem;
- Projeto do sistema de drenagem;

- 
- Plantas de locação das bases para equipamentos, eletrocentro, canaletas, estruturas, caixas de passagem, dutos, bacias e caixas de coleta de óleo dos transformadores, trilhos de rolamento, arruamento e Casa de Controle;
  - Projeto das bases e fundações para os equipamentos do pátio da subestação;
  - Projeto das bases e fundações para as estruturas do pátio da subestação;
  - Projeto das bases e fundações para o eletrocentro do pátio da subestação;
  - Projeto de forma e armação das canaletas, caixas de passagem, bacia e caixas separadora de água e óleo dos transformadores, apoio dos trilhos de rolamento e paredes corta-fogo;
  - Projeto arquitetônico;
  - Projeto das instalações hidráulicas e sanitárias e teste de absorção do solo;
  - Projeto de arruamento, muros, grades e portões;
  - Projeto do sistema de combate a incêndio;
  - Projeto detalhado do caminhamento das redes de dutos subterrâneos e caixas de passagem;
  - Projeto de forma e armação das caixas de passagem das redes de dutos e dos próprios dutos;
  - Todas as memórias de cálculo relativas ao dimensionamento dos projetos supracitados, aos quais demandam dimensionamento.

#### **4.8. Área da Subestação (Terreno)**

Após aprovação do estudo do planejamento deve ser feita a escolha do local adequado para a construção da subestação. Deve ser verificada posição do local em relação ao centro de carga, das condições climáticas, vias de acesso e a infraestrutura disponível (abastecimento de água, esgoto, etc.).



O dimensionamento do terreno deve considerar o nível de tensão, tipo de subestação, subtipo e características específicas, como, número de saídas para alimentadores e números de linhas de entrada.

A escolha do local da subestação deve considerar também a cobertura de telefonia celular para comunicação operacional. Além disso, deve ser analisado as curvas de níveis do terreno a ser escolhido a fim reduzir ao máximo os serviços de deslocamento de terra e facilitar a drenagem do terreno.

Todas as licenças necessárias para o início das obras deverão ser obtidas pela ENERGISA junto aos órgãos competentes conforme a Instrução de Controle Ambiental - ICA 01.

A ENERGISA providenciará junto às companhias de abastecimento de água e esgoto, telecomunicações e energia as ligações necessárias para o desenvolvimento da obra. Assim como os projetos/informações de localização das ligações.

Sobre a dimensão física do terreno, deverá ser observado o arranjo correspondente. Os arranjos estão nas NDU específicas de cada tipo de SE.

NOTA: Cumprir o que consta na Instrução de Controle Ambiental - ICA 19 e 02 quando aplicável.


#### **4.8.1.    Localização da obra**

A locação da obra deverá ser feita necessariamente por topógrafo, observando os eixos indicados no projeto, para tanto, a empresa executora deverá dispor de teodolito ou estação total, nível e mira de boa qualidade e em perfeito estado. Deverão ser feitos gabaritos de madeira ao redor do conjunto de bases para garantir a perfeita localização e identificação das mesmas.

#### **4.8.2.    Limpeza e Raspagem do Terreno**

O projeto deverá indicar a área de limpeza e raspagem do terreno.





A terraplenagem, em qualquer situação, deverá considerar a retirada de camada vegetal, no mínimo de 30 cm, devendo a mesma ser considerada no cômputo como Decapagem.

Destaca-se que em todas as fases de implantação da SE, não deve haver áreas propícias para crescimento de mato. Neste caso, deve haver a pavimentação de toda a área da SE, conforme indicado nos arranjos.

### **4.8.3. Sondagem**

Após análise visual do terreno deve ser feita a seleção dos ensaios e investigações a serem executadas, com base nas Normas da ABNT atinentes ao assunto, a fim de garantir a resistência e estabilidade da obra.

O projeto deve conter o número de sondagens e sua localização em planta, profundidade a ser explorada, descrição do tipo utilizado.


Quando da locação dos furos deve ser dada especial atenção às áreas de maiores cargas, como local dos transformadores de força, fundações das edificações, pórticos de chegada de linha.

Quando os testes de sondagens indicarem que o solo, na profundidade abaixo da fundação, é menos resistente que no nível de implantação da mesma, serão adotados os seguintes procedimentos:

- a) Fundação direta: escavação até atingir a cota com suporte do terreno desejado, e posterior reaterro compactado até o nível de implantação da fundação.
- b) Fundação estaqueada: cravação das estacas até atingir a NÉGA.

Nos projetos de fundação, deverão prever uma camada de concreto de regularização, com 5 cm de espessura (mínimo), entre o leito da cava e a fundação propriamente dita.

### **4.8.4. Terraplenagem**



O projeto deve conter, dentre outras informações: planta baixa, cortes, projetos de estruturas de arrimo, indicação de volumes geométricos de corte e aterro, etc.


No caso de aterro, o projeto deve indicar: a espessura e o número das camadas; o método de compactação e a caracterização do material a ser empregado. Na caracterização deve conter no mínimo as seguintes informações granulometria, limite de liquidez, limite de plasticidade, grau de compactação determinado, Índice de Suporte Califórnia (CBR), densidade, umidade ótima e locação da jazida de empréstimo.

A superfície final do aterro deve ser dimensionada de modo a resistir à passagem de veículos para manutenção dos equipamentos dentro dos pátios, nas vias de circulação. No trecho que dá acesso aos transformadores deve resistir à carga de movimentação dos mesmos.

Os resíduos deverão ser separados conforme o “tipo” de resíduo gerado para sua adequada identificação e destinação final.

A(s) cota(s) do(s) platô(s) deve(m) ser definida(s) de modo a garantir simultaneamente:

- escoamento de águas pluviais, para tanto, é necessário ser investigado, o nível máximo das enchentes ocorridas no local, considerar o que consta nas ICA's 04 e 10;
- Drenagem das bases dos transformadores de força e demais elementos contidos no pátio da SE; Estabilidade dos taludes, considerar o que consta nas ICA's 09 e 10;
- Viabilizar a implantação do Arranjo Físico da Subestação;
- Viabilidade do acesso de veículos para transportes de equipamentos durante a montagem, operação e manutenção da subestação, considerar o que consta na ICA 07.



Com a evolução do Projeto poderá haver necessidade de outros ensaios complementares para melhor caracterização das propriedades do solo. Neste caso, os ensaios devem ser executados em tempo hábil, de modo a não comprometer o cronograma físico do projeto.

#### **4.8.5. Escavação e Reaterro**

O projeto deve indicar as dimensões das cavas e valas de modo a permitir uma execução segura das escavações. Este deve indicar também se as escavações devem ser manuais ou mecânicas e qual o tipo de material a ser utilizado nos reaterros.

Caso haja necessidade deve ser apresentado o projeto de escoramento com o objetivo de atender simultaneamente aos requisitos de segurança e prazos assumidos no cronograma físico da obra.

Vale ressaltar que se, durante a execução da obra, ocorrer surgimento de água que provoque interrupção nos serviços de escavação, deve ser apresentado um projeto complementar com dimensionamento do tipo de esgotamento a ser utilizado.


#### **NOTA:**

1. Cumprir o que consta na Instrução de Controle Ambiental - ICA's 03 e 05, 06 e 11.

#### **4.8.6. Drenagem (sistemas de águas pluviais) e Pavimentação**

O projeto de drenagem deverá ser desenvolvido tendo em vista o arranjo da subestação em sua fase de implantação, bem assim a disposição da mesma no terreno contemplando também as instalações futuras.

Toda a área da subestação deverá ser pavimentada por asfalto. O dimensionamento do asfalto a ser utilizada deverá levar em consideração a movimentação de transformador e equipamentos, estacionamento e patolamento de veículos na subestação e demais situações possam causar danos ao pavimento.



A EXECUTORA deverá projetar e executar elementos que impeçam danos aos proprietários à jusante, tais como: erosão de valas, assoreamento de açudes/canais e etc.

O projeto compreenderá ainda, a quantificação e dimensionamento dos coletores, além de dar solução ao lançamento final de águas captadas, encaminhando-as para um, ou mais pontos de saída. A partir destes pontos as águas deverão ser conduzidas até canais mais próximos existentes ou, na ausência destes, para uma bacia de amortecimento a ser dimensionada e executada nos limites da área remanescente.


O revestimento das valas a céu aberto será feito então com pedra de mão argamassada, leivas, pedra arrumada, ou meia cana de concreto. Para o dimensionamento das valas e canais deverá ser usada a fórmula de Manning.

Nas extremidades inferiores de descarga de tubos localizados em taludes, deverão ser sempre utilizados muros de cabeceira, a fim de proteger o talude contra deslocamentos longitudinais e erosão, além de enrocamento para amortecimento da descarga.

Para o cálculo da vazão superficial deverá ser utilizado o método racional, adotando para o coeficiente RUN OFF os valores definidos no Manual de Hidráulica de J.M. Azevedo Netto: tempo de concentração, TC = 5 minutos; tempo de recorrência de 5 anos, com os índices pluviométricos locais ou, na ausência destes, com os índices de estações mais próximas.

De maneira geral, a drenagem deverá ser projetada de forma que possa receber as contribuições provenientes do pátio da Subestação e das caixas de passagem que recebem as águas das canaletas, das edificações, e etc.

As canaletas devem ter drenos ligados à tubulação de drenagem ou furos de infiltração. A laje do fundo deverá ter caimento de  $i=0,4\%$  para os drenos e executado com argamassa de cimento e areia (traço 1:3).



No projeto de drenagem deverá ser mostrado o tipo e/ou dimensões das valas; das caixas de inspeção e das bocas de lobo; dos bueiros, e etc. Todos cotados, com indicação do sentido e valor (%) das declividades, locação, cotas de fundo, e etc.

Os tubos do sistema de drenagem deverão ser: em concreto armado-liso; em concreto simples; em concreto poroso ou PVC corrugado, assentes sobre valas com, no mínimo, 20 cm a mais de largura que o diâmetro externo dos mesmos. O recobrimento mínimo dos tubos, nas travessias de rua, deverá ser de 60cm, onde sempre deverá ser prevista tubulação em concreto ou envelopada em concreto.

As caixas de inspeção e/ou bocas de lobo deverão ser do tipo caixas de areia. As caixas poderão ser executadas em concreto armado, moldado in-loco ou pré-moldado; em alvenaria de blocos de concreto estrutural, de 14 cm, ou com tubos de concreto armado e deverão ter tampas removíveis de concreto armado, capazes de suportar a carga das viaturas. A distância prevista entre as mesmas deverá ser de, no máximo, 30 m.

**NOTA:**

2. Cumprir o que consta na Instrução de Controle Ambiental - ICA 04 e 10.

#### **4.8.7. Acesso de Caminhão SKY e Subestação Móvel**

Deve ser prevista a construção de acessos com rampa para o Pátio de brita para permitir o acesso a caminhão SKY para manutenção de barramentos.

Deve ser previsto acesso para Subestação Móvel na SE.

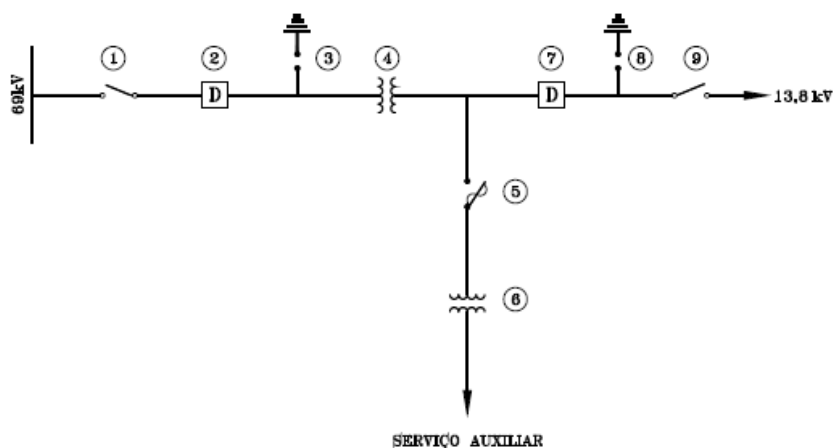
As subestações móveis são compostas de uma seção de entrada (AT), composta de chave seccionadora tripolar, disjuntor e para-raios e uma seção de saída (MT) composta de um disjuntor, transformador de serviços essenciais, para-raios, chave seccionadora tripolar e dispositivos de controle e proteção.

As subestações móveis são fabricadas e projetadas para uso exterior, para operar em qualquer nível de contaminação, em clima tropical, atmosfera salina, exposição à

ação direta dos raios do sol, fortes chuvas, com tratamento adequado para resistir às condições ambientais da Tabela 2.

Tabela 2: Condições Ambientais

Característica	Parâmetro
Altitude Máxima (m)	1.000
Temperatura Mínima (°C)	+14
Temperatura Máxima (°C)	+40
Temperatura Média (°C)	+30
Umidade Relativa Média (%)	> 80
Pressão Máxima do Vento (N/m <sup>2</sup> )	700
Nível de Contaminação (ABNT IEC/TR 60815)	Muito Alto (IV)
Nível de Salinidade (mg/cm <sup>2</sup> dia)	> 0,3502
Radiação Solar Máxima (wb/m <sup>2</sup> )	1.000




**LEGENDA :**

- ① - CHAVE SECCIONADORA AT
- ② - DISJUNTOR DE AT
- ③ - PÁRA-RAIOS AT
- ④ - TRANSFORMADOR PRINCIPAL
- ⑤ - CHAVE FUSÍVEL DE SERVIÇOS AUXILIARES;
- ⑥ - TRANSFORMADOR DE SERVIÇOS AUXILIARES
- ⑦ - DISJUNTOR DE MT
- ⑧ - PÁRA-RAIOS DE MT
- ⑨ - CHAVE SECCIONADORA TRIPOLAR MT

Figura 9: Subestação Móvel - esquema de transformação





A conexão é feita com cabos de Média Tensão, seção compatível com a potência do transformador, devidamente conectável ao disjuntor de média tensão e providos na outra extremidade de muflas terminais com barra chata com furos padrão NEMA.

## **4.9. Obras Civis**

### **4.9.1. Escavação para fundações**

Serão executadas todas as escavações necessárias à execução das fundações, redes de água e esgoto e todo o mais necessário para execução da obra. Todo o corte executado em excesso deverá ser refeito até a cota de projeto, devidamente aplicado e sempre observando o que consta nas ICA's 03, 04, 05, 06, 13 e ITS 01D e 01E.

A locação das escavações deverá ser feita topograficamente, obedecendo às instruções contidas nos projetos específicos. Caso sejam utilizados como formas, os taludes laterais deverão ser escavados na vertical.

Todas as escavações manuais com profundidade superior a 1,4 m deverão ser escoradas.

Todas as cavas e valas deverão ter obrigatoriamente o fundo apiloado mecanicamente e quando as condições locais não permitirem, deverão ser feitas manualmente com soquete de 60 kg com 20 cm de diâmetro.

Nas cavas e valas, onde indicado no projeto, depois de concluído o apiloamento do fundo, deverá ser aplicado lastro de concreto ou brita.

A água que eventualmente entrar nas escavações deverá ser retirada através de bombeamento, tomando-se providências para que a água da superfície não escoe para dentro das fundações.

Se o terreno encontrado na cota de arrasamento da fundação não for de boa qualidade, o mesmo deverá ser substituído e compactado mecanicamente em camadas de 20 cm.

#### 4.9.2. Fôrmas para fundações

Todas as fundações deverão obedecer rigorosamente aos projetos específicos quanto a locação, dimensões, formas, armadura e resistência do concreto. Sob as sapatas deverá ser executado um lastro de concreto magro com espessura de 5cm.

As fôrmas deverão ser executadas rigorosamente com as dimensões indicadas no projeto com material de boa qualidade e adequado para o tipo de acabamento destinado às superfícies de concreto por elas envolvidas.

As fôrmas serão executadas em tábuas, pontaletes, sarrafos e chapas compensadas para as estruturas que sofrerão revestimento ou que permanecerão enterradas.

As fôrmas e os escoramentos deverão ter a resistência necessária e serão construídas de maneira tais que resistam aos esforços provocados pelo seu peso, pelas pressões exercidas pelo concreto fresco vibrado, pelas cargas acidentais que possam atuar durante a concretagem, etc. Devem ter fixação e apoios que não sofram deformações pela ação destes esforços, nem pela ação dos fatores de ambiente.

Devem ser tomadas precauções especiais para garantir as contra flechas e os acabamentos indicados no projeto.

As fôrmas não poderão apresentar fendas nas junções ou em quaisquer outros pontos, devendo ser estanques para não permitir a fuga da nata de cimento.

Antes de iniciar a concretagem, as fôrmas deverão ser molhadas até a saturação.

A empresa executora deverá fazer a demolição e reconstrução de qualquer parte da obra que apresente deformações ou defeitos inaceitáveis, em virtude de fôrmas não adequadas.

Eventuais varetas metálicas usadas para fixação das fôrmas deverão permanecer embutidas, terminando a não menos de 5 cm do lado de dentro das faces do concreto.

Retirada das fôrmas:

- Faces laterais: 2 dias
- Faces inferiores com pontaletes: 14 dias

As fôrmas devem ser removidas com cuidado a fim de não danificar o concreto.

### 4.9.3. Ferragens para fundações

As ferragens deverão ser executadas de acordo com os projetos, observando-se estritamente as características do aço, número, camadas, dobramento, espaçamento e bitolas dos diversos tipos de barras retas e dobradas, fazendo-se perfeitamente as amarrações das armaduras, de maneira que sejam mantidas nas suas posições durante a concretagem. Emendas somente serão permitidas nos lugares indicados no projeto estrutural.

As barras de aço, o dobramento, a colocação e as demais condições de armadura devem obedecer rigorosamente aos requisitos estabelecidos pelas instruções das Normas ABNT aplicáveis.

Todos os cortes e dobramentos deverão ser executados de acordo com norma NBR14931. Não deverá ser executado dobramento de barras com auxílio de calor.


As ferragens deverão ocupar exatamente as posições previstas nos desenhos de execução. Serão fixados por espaçadores plásticos, ou pastilhas de argamassa, necessários para que não possam ser deslocadas durante a concretagem, e para garantir o recobrimento do concreto, de acordo com o indicado no projeto.

As emendas das ferragens das armaduras deverão ser feitas de acordo com a das Normas ABNT aplicáveis.

O recobrimento mínimo das armaduras deverá ser de 30 mm.

Os espaçadores serão os únicos admitidos em contato com as formas.

A locação dos chumbadores dos equipamentos e estruturas deverá ser feita de acordo com o projeto e colocados junto com a ferragem. As roscas deverão ser



convenientemente protegidas, evitando-se a sua danificação. Não será permitida a concretagem posterior dos chumbadores.

#### **4.9.4. Concreto**

Não será permitida a utilização de concreto manual, devendo ser preferencialmente do tipo usinado.

O transporte e o lançamento do concreto deverão ser feitos por métodos que evitem a segregação ou perda dos componentes do concreto. Não será permitido o lançamento direto do concreto de uma altura superior a 2 m.

Serão rejeitados concretos que tenham entre o instante de adição de água ao cimento e o lançamento, intervalo superior a duas horas.

Todas as superfícies de terra sobre as quais o concreto será lançado devem ser compactadas e estarem livres de água empoçada.


Cada camada de concreto lançado deverá ser vibrada mecanicamente por meio de vibradores de imersão, para que seja conseguida a compacidade adequada. Deverão ser tomadas as precauções para que não se formem “ninhos”, não se altere a posição de armadura, nem provoque a segregação do concreto. O vibrador de imersão deverá operar verticalmente, e sua penetração no concreto será possível com o seu próprio peso.

As superfícies não cobertas por fôrmas e que não receberem nova camada de concreto, terão os acabamentos indicados no projeto.

Caso seja necessária a execução de fundações especiais, o acompanhamento da execução adequada dos serviços será de responsabilidade do parceiro.

#### **4.9.5. Enchimento das escavações (reaterro)**

O material para o reaterro será o próprio material das escavações. O reaterro deverá ser executado logo após a desforma ou colocação de tubulações, tomando-se os devidos cuidados para não danificar nem deslocar as estruturas ou tubulações.



Os locais a serem reaterrados deverão estar limpos, removendo-se pedaços de madeiras e outros materiais.

O reaterro deverá ser executado em camadas de 20 cm de material solto, com umidade boa e compactador mecânico (sapo).

Somente será aceito o apiloamento com soquete manual (60kg -  $\approx$  20 cm), quando as condições locais não permitirem a utilização mecânica.

Deve-se tomar especial atenção com os vazios entre os anéis / tubos de concreto e o solo. Estes vazios devem ser adequadamente aterrados e compactados em camadas de 20 cm, desde a sua cota mais profunda até o nível da SE, para que não ocorra o afundamento do solo no entorno destas fundações ao passar do tempo.

#### **4.9.6. Estacas**

Esta atividade consiste no fornecimento de materiais, equipamentos, ferramental e serviços para execução de estacas raiz em qualquer tipo de solo.


Inclui todas as atividades expressadas na Especificação Técnica e as demais necessárias para a perfeita conclusão do serviço. Inclui a mobilização, perfuração, fornecimento, corte e dobra de aço para armadura, concreto, testes de arrancamento ou a compressão das estacas conforme especificação, e qualquer serviço a mais a ser realizado para a completa finalização da estaca.

As estacas serão medidas em metro linear conforme diâmetro de estaca, inclinação da estaca e material perfurado. Os testes de arrancamento ou compressão e o resto dos serviços para a completa finalização estarão diluídos no preço global das estacas.

#### **NOTA:**

3. A quantidade, tipo e necessidade de estacas serão definidos no projeto executivo.

#### **4.9.7. Estruturas e/ou Suportes de Concreto**



As estruturas e/ou suportes de concreto armado compreendem colunas, vigas, uniões e capitéis, as quais serão montadas em bases de concreto,

As estruturas e/ou suportes de concreto deverão ser fabricadas em concreto pré-moldado e dimensionadas para atender aos esforços solicitados de acordo com o projeto isométrico.

As operações de carga, descarga, transporte, distribuição e montagem, deverão ser feitas com equipamento apropriado, de fornecimento da empresa executora.


A montagem das estruturas e/ou suportes de concreto deverá ser efetuada por meio de equipamentos móveis sob pneus, devendo possuir lança de comprimento adequado para boa execução e segurança dos serviços. Para suspensão das estruturas de concreto deverão ser rigorosamente observados as indicações do fabricante, as quais deverão ser suspensas por meio de duas cintas de içamento independentes, sendo que cada cinta deve ser capaz de sustentar todo o peso da estrutura içada. Não serão permitidas cintas que possuam rasgos ou emendas.

As estruturas, e, ou, suportes de concreto serão engastadas em bases previamente construídas. A adequação do projeto e sua fiel execução são de responsabilidade da empresa executora. Para a montagem das estruturas, e, ou, suportes de concreto, os postes deverão ser inseridos nos vazios deixados nas bases de concreto ou concretagem em duas etapas. Em cada poste é feito o nivelamento cuidadoso, fixando-os provisoriamente na base através de cunhas de madeira ou outro dispositivo.

Para o posicionamento das uniões e/ou capitéis pré-moldadas de concreto de interligação, poderão ser usadas braçadeiras metálicas de fornecimento da empresa executora, fixadas firmemente aos postes para apoio das mesmas. A concretagem dos vazios entre as uniões e os postes será executada utilizando-se concreto ou graute de resistência conforme especificação do fabricante.

O dispositivo de fixação provisório das colunas nas bases é retirado, com a colocação de concreto de resistência mínima 20 MPa no vazio entre os postes e o anel.





Antes de ser iniciada a montagem, as bases deverão ser verificadas topograficamente com relação à cota e alinhamento indicados em projeto.

A parte superior dos suportes onde será montado o equipamento deverá ser nivelada com nível de bolha de precisão comprovada.

Depois de terminada a montagem, reapertos, montagem de todos os acessórios dos barramentos, cabos condutores, cabos guarda, etc., a empresa executora deverá efetuar um retoque no concreto e realizar uma limpeza geral de acabamento com escova de aço, de forma que a estrutura se apresente perfeitamente limpa. Pode-se, eventualmente, efetuar a pintura de todas as estruturas com tinta na cor de concreto.

O método de montagem deverá atender, em especial, às seguintes recomendações:

- A montagem deverá ser feita de modo a não provocar deformações ou avarias nas estruturas. Antes de serem montadas, as peças deverão ser limpas nas partes que ficaram justapostas e o pessoal encarregado dos trabalhos de montagem, quando sobre as estruturas, não deverá se apoiar em peças que possam ser avariadas sob seu peso.
- A pré-montagem das partes que formam as estruturas deverá ser feita, inicialmente, apenas com os ajustes suficientes para manter as estruturas montadas. Os ajustes finais, concretagens secundárias, vedações, etc., deverão ser feitas somente após a verificação rigorosa da verticalidade e do alinhamento das colunas e do nivelamento das vigas (esta verificação deverá ser feita topograficamente).
- Na montagem dos pórticos de entrada de linha, quando do acoplamento das seções pré-montadas ou do acoplamento das vigas com as colunas, somente serão permissíveis esforços que não ocasionem avarias das vigas ou colunas. Constatando-se a impossibilidade do acoplamento ou havendo ocorrência de deformações ou ruptura das peças, a empresa executora deverá sustar a montagem, comunicar o fato imediatamente à ENERGISA e providenciar os reparos necessários.

- Todas as peças gravemente danificadas após a recepção do material ou durante a montagem, julgadas irrecuperáveis pela ENERGISA, deverão ser substituídas por outras idênticas quanto a material, dimensões, resistências e acabamento, cabendo esta responsabilidade à empresa executora em tempo hábil, de modo que os prazos contratuais não sejam excedidos.

O concreto a ser utilizado deve ser usinado e as orientações a respeito de corpos de provas e ensaios do concreto de acordo com as normas pertinentes.

As bases dos equipamentos e muros de arrimo devem estar pintadas com tinta impermeabilizante.

As estruturas dos equipamentos de alta tensão podem ser metálicas.

#### **4.9.8. Caixa coletora e Caixa Separadora do Óleo Isolante do Transformador**


Deverá ser previsto um sistema de coleta e separação para a drenagem do óleo isolante proveniente do tanque do transformador de potência, quando da eventualidade de vazamentos.

Em geral, haverá uma bacia coletora de óleo individual para cada transformador, e um depósito comum de separação para todos os transformadores da subestação. Este depósito comum de separação deve ser capaz de alojar a quantidade de líquido do transformador de maior volume. As bacias, caixa separadora e das canalizações devem ser resistentes ao óleo e a água.

A execução deverá seguir as prescrições da NBR13231: Proteção contra incêndio em subestações elétricas de geração, transmissão e distribuição.

##### **4.9.8.1. Funcionamento**

As águas pluviais e o óleo derramado serão recebidos nas bacias coletoras e conduzidos por gravidade, até a caixa separadora de óleo, onde se dá a separação da água e do óleo por sistema de câmaras.



Posteriormente, o óleo retido na caixa deverá ser bombeado, através de bomba portátil, para um caminhão-tanque e posteriormente descartado em local apropriado.


A bacia coletora do óleo isolante e a tubulação para escoamento do fluido deverão ser dimensionadas de modo a evitar a propagação do fogo e propiciar o seu esfriamento, com caimento suficiente para assegurar escoamento rápido até a caixa separadora, permitindo a transferência automática apenas da água pluvial para a rede de drenagem.

A caixa separadora deve ser dimensionada para que a sua altura útil contenha o volume total do óleo isolante do maior transformador. Caso a altura total necessária para o poço seja maior que 3,5m, deverá ser aumentada a largura do poço ou executar duas caixas interligadas. Situações extraordinárias deverão ser analisadas pontualmente. Se forem construídas duas caixas, as mesmas deverão estar próximas, possuir as mesmas dimensões e estarem interligadas por meio de tubo de ferro fundido (FoFo) ou manilha de barro vitrificado.

A construção da caixa separadora deverá seguir as orientações do projeto. As paredes deverão ser protegidas com impermeabilizante resistente a temperatura. Após a instalação dos tubos, as paredes dos anéis que sofrerem danos deverão ser recompostas com a mesma argamassa utilizada para preenchimento das juntas. Depois de concluído os reparos, o poço deverá ser revestido com impermeabilizante resistente a temperatura.

Todas as tubulações que tenham conexão com a caixa de separadora serão em ferro fundido (FoFo) ou barro vitrificado.

Para ligação da saída da caixa separadora com o sistema de drenagem deverá ser construída uma caixa de passagem, a tubulação do poço até a caixa será em ferro fundido ou barro vitrificado e a tubulação da caixa até o sistema de drenagem poderá ser de PVC. Sendo construídas duas caixas separadoras, a caixa coletora de contenção do transformador deverá se ligar unicamente a caixa separadora menos profunda. Esta, por sua vez, se ligará ao outro a partir da sua cota mais inferior. A tubulação de saída do sistema será a partir da caixa mais profunda.



A caixa separadora deverá possuir tampa em concreto armado com tampa para inspeção. A abertura para inspeção deve ter dimensões tais que permitam a passagem de um indivíduo.

#### **4.9.9. Paredes Corta-Fogo**

Deverá ser prevista a construção de parede corta-fogo entre os transformadores de força em virtude da proximidade dos equipamentos e edificações.

A parede corta-fogo tem por função proteger o equipamento adjacente em caso de sinistro de incêndio em um dos equipamentos transformadores.

Para transformadores, a altura da parede deve ser de no mínimo 0,30m acima da bucha de porcelana ou 0,30m do tanque de expansão em caso de bucha polimérica.

As dimensões da parede devem no mínimo ultrapassar em 0,60m as dimensões do equipamento protegido em 0,60m.

A distância mínima entre transformador e parede corta-fogo é de 0,50m.

O Projeto deverá prever que acidente numa unidade não interfira na operação da outra, desta forma, o projeto levará em consideração as características, dimensões envolvidas e os efeitos provocados.

#### **4.9.10. Portão e Cerca**

Haverá cerca e portão estrutural metálico na frente do terreno e muro em alvenaria para os demais lados, elaborados num projeto de urbanização buscando a integração harmoniosa da subestação com as condições ambientais locais, atendendo aos requisitos de segurança e economia.

#### **4.9.11. Sistema de Cerca**

Segue abaixo os descritivos das estruturas de cercas que poderão ser utilizadas de acordo com o projeto executivo.

- Mourões: Serão pré-moldados com a extensão no topo inclinada a 45°, deverão ser firmemente fixados no terreno com, no mínimo 0,70 m enterrado no solo e distanciados entre si, em no máximo 2,5 m conforme planta de situação. O mourão deverá ser de secção mínima de 0,10 x 0,10 m.
- Mourões escora: Deverá ser colocado de forma a fazer um ângulo de 45°, aproximadamente, com o esticador, dependendo do perfil do terreno, sendo engastado no solo +/- 70 cm.
- Muretas: Deverão ser feitas com blocos de concreto (0,20 x 0,20 x 0,40 m); estes blocos deverão ser apoiados em um lastro de concreto magro de 5 cm de espessura, executado em terreno regularizado e apilado. A mureta deverá ser executada com 15 cm de altura e revestida com argamassa de cimento, cal e areia grossa no traço 1:1:3, com espessura de 15 mm e instaladas grapas de 0,50 m em 0,50 m, para fixação da tela. Opcionalmente a mureta poderá ser executada em viga simples de 0,10 m de largura, no nível da brita, com embutimento de 0,15 m.
- Tela: Será de arame zincado 10 AWG, malha 2'x2'. O cabo superior de sustentação da tela (arame zincado 8 BWG) será ancorado em comprimentos não superiores a 5 vãos e será tencionado adequadamente. A tela deverá ser colocada do lado externo dos mourões que circundam o pátio e fixada em cada mourão.
- Portão: O portão deverá ser fixado de acordo com a planta de situação. Todos os materiais a serem utilizados deverão ser de aço galvanizado à quente, exceto a tela que poderá ser com galvanização eletrolítica. Poderão ser utilizados tubos de aço. Os pontos da galvanização dos materiais atingidos pós-intervenção mecânica que venha a comprometer a galvanização, deverão receber aplicação de galvanização a frio (e.g.: Friazinc ou CRZ). Após a recomposição da galvanização nos locais danificados, o portão deverá receber aplicação de 02 (duas) demãos de esmalte sintético de primeira linha na cor alumínio sobre base de primer.

#### 4.9.11.1. Proteção Perimetral

Ao longo de toda a faixa perimetral da SE deve haver muro com cerca tipo concertina, sempre voltadas para dentro do perímetro protegido, fabricada em aço inoxidável, de 300 mm de diâmetro com lâminas perfurantes de 30 mm de comprimento.

#### 4.9.11.2. Placas de Identificação da Subestação

Deve haver uma placa de identificação da Subestação, colocada no portão ocupando o espaço de cerca de  $\frac{1}{4}$  da área do portão, sendo esta metálica de fácil reposição.

#### 4.9.11.3. Placas de sinalização de Perigo

Em todas as faces externas da cerca, deverão ser afixadas placas de sinalização indicando o risco ao entrar nas instalações. As placas deverão ser de dimensões aproximadas de 48 x 33 cm, confeccionadas em material não condutor elétrico, resistente e indelével às intempéries.

Em cada portão de acesso deverá ser afixada uma placa de sinalização adicional conforme padrão abaixo.



Figura 10: Sinalização de Perigo

#### NOTAS:

4. Desenho sem escala, Unidade: mm;
5. Fundo: pintura ou Vinil Adesivo Plotado branca padrão Munsell N9.5.
6. Textos: Com aplicação de Vinil Adesivo Plotado, Fonte “Univers / Univers Bold”, tamanho mínimo de 30 mm, Cor: preto Munsell N1.



7. Pictograma: Com aplicação de Vinil Adesivo Plotado, Cor: fundo - amarelo Munsell 5Y-8/12, caracteres/ margem - preto Munsell N1.
8. Perigo: Com aplicação de Vinil Adesivo Plotado, Fonte “Univers / Univers Bold”, tamanho mínimo de 30 mm, Cor: fundo - vermelho Mansell 5R 4/14, margem - preto Munsell N1, texto branco padrão Munsell N9.5.

#### 4.9.12. Casa de Comando e Controle em Eletrocentro

Os eletrocentros devem estar de acordo com a ETU 145, especificações do pedido de compra e esta NDU. Em caso de divergência, deve ser adotado os critérios da ETU 145

Está prevista para a casa de comando uma construção em eletrocentro, para acondicionamento dos equipamentos. No eletrocentro serão instalados os painéis de comando, de proteção e de controle, retificador - carregador de baterias, baterias (o tipo de bateria a ser utilizada será definido em cada tipo), painéis de serviço auxiliar CA e CC, painéis de medição, todos os equipamentos de telecomunicações e TI, e todo o mobiliário necessário.

Além da casa de comando no tipo eletrocentro, deve ser previsto sanitário com sistema de coletas interligado à rede de esgoto local.

O eletrocentro terá iluminação de emergência atendida pelo sistema de iluminação de emergência.

O abastecimento de água potável da SE será através do fornecimento de água encanada pelo serviço da companhia local quando disponível. Não havendo disponibilidade do serviço no local, deverá ser implantado poço ou então providenciado rotineiramente o enchimento das caixas d'água.

No projeto executivo da SE será apresentado um projeto arquitetônico e civil da casa de comando, contendo no mínimo os seguintes desenhos e documentos:

- Planta, cortes e fachadas (arquitetônico e estrutural).
- Instalações elétricas.

- Sistema de iluminação de emergência.
- Instalações hidráulicas e sanitárias.
- Isométricos.
- Canaletas de cabos e eletrodutos.
- Lista de materiais.
- Cálculo estrutural.
- Memorial descritivo.
- Disposição dos equipamentos e detalhes de instalação.
- Disposição dos equipamentos de proteção contra incêndio.

Para construção da casa de comando, preferencialmente serão utilizados materiais regionais ou universais, face às vantagens de reposição previstas e facilidades de suprimento pelo mercado.


#### **4.9.12.1. Fundações e estruturas**

As fundações e estruturas deverão ser executadas em concreto usinado com resistência mínima conforme NBR 6118 e 6122, atendendo aos critérios de projeto e classe de agressividades, e ensaiadas de acordo com as normas pertinentes.

#### **4.9.12.2. Alvenaria**

As alvenarias de fechamento quando necessárias, deverão ser feitas em bloco de concreto 13 x 19 x 39 cm conforme indicado no projeto arquitetônico, ambas revestidas com chapisco de cimento e areia grossa (traço 1:3) e emboço massa única (traço 1:3:7).

#### **4.9.12.3. Sistema de ar condicionado**



O condicionamento do ar será efetuado por aparelhos de pressurização e climatização de uso industrial com elevada disponibilidade procurando manter a temperatura dos ambientes condicionados na faixa de  $22^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , e serem dimensionados para 24 h por dia de operação. Devem ter unidades condensadoras e evaporadoras separadas, e aletas horizontais e verticais que distribuem o ar em todas as direções. As unidades condensadoras e evaporadoras deverão ser fornecidas pelo fabricante com todas as tubulações entre as mesmas, os suportes e fixações.

Os controles incorporados de cada condicionador deverão ser micro processados e incluir seleção de modo de operação, seleção de temperatura e velocidade de insuflamento e timer 24 horas.

As unidades serão autônomas e independentes umas das outras, permitindo o controle da temperatura individual em cada ambiente.

Com base na área do eletrocentro e dos equipamentos instalados, o fornecedor deverá apresentar estudo e memória de cálculo do para o sistema de climatização e pressurização, apresentando o sistema de ar condicionado que possibilite manter a temperatura interna constante de  $22^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

A alimentação dos equipamentos será feita pelas unidades condensadoras (3 fases em 380 ou 220 Vca).

#### **Ar Condicionado da Sala de Baterias**

A sala de baterias, quando houver, deve possuir um exaustor.

#### **Canaletas de cabos de controle**

As canaletas de cabos serão executadas conforme ETU 145 - ELETROCENTROS.

#### **NOTA:**

9. Em todas as etapas acima mencionadas deverá ser observado o que consta nas ICA's 03, 04, 05, 06, 07, 09, 10, 11, 13, 27 e ITS 01D e 01E.

### **4.9.13. Banheiro e almoxarifado**

#### 4.9.13.1. Fundações e estruturas

As fundações e estruturas deverão ser executadas em concreto usinado com resistência mínima conforme NBR 6118 e 6122, atendendo aos critérios de projeto e classe de agressividades, e ensaiadas de acordo com as normas pertinentes.

Sobre as portas deverão ser executadas vergas de concreto e nas janelas, vergas e contravergas. Elas devem ser constituídas de uma fiada de bloco canaleta preenchidas com duas barras de aço CA-50  $\varnothing$  8,0mm e concreto 15 MPa. As vergas e contravergas devem se estender 0,20m das laterais das portas e janelas.

#### 4.9.13.2. Alvenaria

As alvenarias externas deverão ser feitas em bloco de concreto 19 x 19 x 39 cm e as alvenarias internas e de fechamento, quando aplicáveis) em bloco de concreto 13 x 19 x 39 cm conforme indicado no projeto arquitetônico, ambas revestidas com chapisco de cimento e areia grossa (traço 1:3) e emboço massa única (traço 1:3:7).


Antes do início da execução da alvenaria, deverão ser marcados, por meio de cordões ou fios de arame esticados sobre cavaletes, os alinhamentos das paredes, e por meio de fios de prumo, todas as saliências, vãos de portas, janelas, etc.

Em todos os encontros de paredes deverão ser feitas amarrações de alvenaria.

Os blocos de concreto deverão ser assentados em fiadas horizontais, sobre camada de argamassa de 1,5 cm de espessura com juntas alternadas, de modo a se obter boa amarração, evitando-se com rigor coincidências de juntas verticais em camadas consecutivas. Todas as juntas horizontais e verticais serão preenchidas com argamassa.

Os cantos das paredes deverão ser feitos com tijolos inteiros, assentados, alternadamente, no sentido de uma e outra parede.

As diversas fiadas deverão ficar perfeitamente alinhadas e niveladas, apresentando, os trechos de paredes perfeitas condições de verticalidade.



Se solicitadas alvenarias em bloco aparente, os blocos utilizados deverão ser de bom acabamento, ter as suas juntas frisadas e revestimento impermeabilizante.

#### **4.9.13.3. Cobertura**

Para as construções em alvenaria, por solicitação da ENERGISA, a cobertura poderá ser executada com materiais, tais como: telha ondulada, telha cerâmica, telha metálica, laje maciça, etc., conforme o projeto estrutural da casa de comando e controle definido para a SE. Qualquer que seja o sistema adotado a declividade mínima para cada tipo de material deve ser respeitada, bem como, a existência de beiral.

Especificamente para a utilização de laje maciça sem cobertura, deve ser prevista a sua impermeabilização por meio de manta asfáltica com proteção mecânica de argamassa de regularização (traço 1:3) de espessura mínima de 0,30cm.

#### **4.9.13.4. Calhas**


Para as construções em alvenaria, poderão ser executadas em concreto armado ou chapas de aço galvanizado, as quais devem obedecer rigorosamente aos perfis indicados nos desenhos de detalhes da estrutura.

No caso de calhas de concreto armado, previstas no projeto, será exigida impermeabilização, não se aceitando simplesmente pintura de emulsão asfáltica.

O esgotamento de águas pluviais da cobertura da casa de comando e controle coletado através das calhas e condutores deverá ser conduzido à rede local de drenagem.

#### **4.9.13.5. Rufos**

Para as construções em alvenaria, todas as concordâncias de telhados com paredes serão guarnecidas por rufos de alumínio ou por cordões de concreto armado, à guisa de pingadeira.



Nos dois casos os rufos terão a largura mínima de 0,30 m com inclinação compatível com a coberta.

Na hipótese da utilização de rufos de concreto, este será devidamente impermeabilizado.

#### **4.9.13.6. Acabamentos**

As alvenarias e a face inferior da laje deverão receber aplicação de duas demãos de selador acrílico. Após a secagem do selador, deverá ser aplicada duas ou mais demãos de pintura em tinta látex acrílica na cor branca. Para as alvenarias de blocos aparentes, aplicar silicone ou verniz acrílico para proteção.

Conforme citado no item 8.12, o acabamento da casa de comando terá revestimento externo em pastilhas cerâmicas para proteção contra intempéries e agressões do meio ambiente e maior resistência ao tempo.


O piso deverá ser completamente plano e resistente ao trânsito de equipamento durante a montagem, e, ou, manutenção da subestação. O tipo de acabamento será de acordo com a definição do projeto executivo.

Para assegurar a qualidade da pintura a ser entregue para a ENERGISA, a aplicação da última demão ocorrerá após a energização e conclusão de todos os serviços na subestação.

As esquadrias utilizadas serão em alumínio anodizado na cor natural, completas com dobradiças, trincos e fechaduras. Nas janelas será instalado vidro comum de 040 mm. As portas deverão ser sem ventilação de abrir para fora, com altura máxima de 2,10 m e a porta de entrada principal provida de bandeira removível de 0,50 m (mínimo) para entrada dos painéis; e as janelas, basculantes. Para o compartimento do transformador de serviço local deverá ser utilizada tela metálica até a laje. No entorno da casa de comando e controle será construída calçada em concreto desempenado, em placas e com junta de dilatação, com 1 m de largura e 5 cm de espessura.

#### **4.9.13.7. Instalações hidráulicas**





Ficam a cargo da EXECUTORA a execução da interligação do sistema de coleta dos dejetos, provenientes das instalações do banheiro e almoxarife, até a rede de esgoto local. Caso seja impossível fazê-lo em virtude da distância ou localização, os mesmos serão coletados por sistema de fossa séptica e sumidouro a ser construído pela EXECUTORA em local a ser determinado conforme projeto executivo.

#### **4.10. Instalação e Montagem dos Cabos Isolados de Média Tensão**

A interligação entre o transformador de força e os cubículos de média tensão será feita utilizando cabos isolados, preferencialmente de seção nominal de 240 ou 300 mm<sup>2</sup>.

Os cabos isolados, a passagem se dará através de canaletas de concreto armado e interligadas através de estruturas metálicas auto suportantes para apoio e fixação das muflas.

O dimensionamento dos cabos, canaletas, muflas e estruturas serão feitos por ocasião do projeto executivo.


As estruturas metálicas auto suportantes serão dimensionadas de modo a serem removíveis por ocasião da movimentação dos transformadores de potência.

Será considerada, para as saídas de média tensão subterrâneas, a passagem de reserva de cabos isolados suficientes para quaisquer contingências dos circuitos de potência de MT.

#### **4.11. Montagem do Barramento Aéreo**

##### **4.11.1. Instalação dos isoladores**

Compreende a instalação das cadeias de isoladores ou isoladores de pedestal nas estruturas. Todos os isoladores deverão ser previamente limpos e inspecionados antes de serem instalados. Não serão permitidos isoladores que possuam danos ou trincas. Devem-se manusear com cuidado os isoladores, desde a sua estocagem seguindo as orientações do fabricante até a instalação final, sendo de inteira



responsabilidade do montador qualquer dano verificado na integridade dos mesmos durante o transcorrer da obra.

As ferragens, parafusos e materiais menores deverão ser galvanizados a quente. As ferragens para sustentação dos cabos de alumínio deverão ter resistência à ruptura igual ou superior a 120 kN.

Nos barramentos de 15 kV, deverão ser utilizados isoladores do tipo pedestal, não sendo permitido o uso de isoladores de pino.

#### **4.11.2. Instalação dos tubos condutores, cabos e conectores**

A montagem do barramento aéreo deverá estar estritamente de acordo com os desenhos de projeto, que compreenderá a instalação dos tubos condutores, cabos nus, execução das soldas, curvas, cavaletes das conexões e descidas.


Toda a instalação inclui as montagens das braçadeiras e ferragens necessárias à fixação dos isoladores às estruturas de concreto.

##### **4.11.2.1. Barramento rígido**

Será utilizado barramentos rígidos para a conexão da GIS ao transformador de força, do transformador de força à descida de cabos e quando se fizer necessário em casos especiais. A conexão entre os bays de GIS de alta tensão será feita por barramento isolado a gás (GIB).

A montagem dos barramentos rígidos compreende o corte nos comprimentos adequados, sua fixação nos conectores dos isoladores e a execução das conexões de emendas dos tubos e ligações aos cabos provenientes dos barramentos.

O barramento deverá suportar os esforços eletrodinâmicos decorrentes da máxima corrente de curto-circuito. Deverão ser evitados cortes desnecessários nos tubos, sendo que os tubos de alumínio deverão ser cortados e preparados rigorosamente dentro das indicações da necessidade do Projeto, para que se encaixem perfeitamente nos conectores. Nos pontos de corte, os tubos deverão ter suas bordas devidamente aparadas, evitando-se rebarbas e partes pontiagudas.



Devem ser apresentados à ENERGISA, para aprovação, os desenhos executivos de arranjo com a indicação dos conectores a serem utilizados, bem como a memória contendo o cálculo das solicitações nos barramentos decorrentes das forças eletrodinâmicas por ocasião de curtos-circuitos, flechas máximas nos maiores vãos e dimensionamento em função do efeito corona.

Nas extremidades dos tubos deverão ser aplicados tampões anticorona.

#### **4.11.2.2. Solda de alumínio**

A EXECUTORA deverá executar todas as conexões soldadas aos tubos de alumínio, de acordo com a especificação de solda de ligas de alumínio, onde indicado no projeto.

Para solda no barramento de alumínio, A EXECUTORA deverá possuir equipamento adequado para executá-la, que deverá ser obrigatoriamente pelo processo "TIG" (Tungstênio Inerte Gás).

A preparação das peças para a solda será de acordo com o tipo de união soldada.


Deve ser evitado o corte por meio de maçarico ou arco elétrico, as bordas deverão ser cortadas por processos adequados de usinagem.

#### **4.11.2.3. Conexões**

Todas as superfícies de contato dos cabos ou tubos deverão ser cuidadosamente escovadas, com uma escova de aço, e receber uma camada de pasta antioxidante, a fim de prevenir a formação de uma nova película de óxido de alumínio.

Os conectores e espaçadores deverão ter as superfícies que farão contato com os cabos devidamente preenchidos com massa antioxidante. A conexão das superfícies deverá ser feita sem remoção da pasta.

Os tubos condutores, conectores, terminais e cabos, de alumínio, deverão ser lixados e protegidos por composto anti-óxido viscoso (Penetrox ou Inteltrox).



Os conectores deverão ser colocados na posição correta e seus parafusos apertados, utilizando-se chaves apropriadas do tipo dinamométrico (torquímetro), observando-se os torques de apertos especificados pelo fabricante.

#### **4.11.2.4. Cabos**

Para a retirada dos cabos de alumínio das respectivas bobinas, as mesmas deverão ser apoiadas sobre cavaletes, através de eixos que passarão pelo centro das bobinas, em furos existentes para tal fim.

Em nenhuma hipótese será permitido desenrolar cabos com as bobinas apoiadas sobre suas faces laterais. Ao ser desenrolado o cabo da bobina, a mesma deverá girar livremente sobre o eixo. Durante o processo de retirada da bobina, o cabo não deverá tocar o solo, devendo ser feita a retirada com o cabo correndo sobre pequenos cavaletes de madeira colocados a distâncias regulares ou ainda sobre canaletas de madeira. Os cavaletes deverão ter suas partes horizontais, que entrarão em contato com os cabos, ligeiramente arredondadas e deverão ser presos ao solo para que não tombem, evitando que os cabos toquem o solo.

À medida que os cabos forem retirados das bobinas, deverão ser inspecionados, para que sejam usados somente os cabos em perfeito estado.

Os cabos deverão ter acabamento perfeito, isentos de fios cortados ou danificados, textura firme.

Para se efetuar o corte de qualquer cabo, deverão ser antes, colocadas fitas nos dois lados da região a ser cortada. O corte deverá ser efetuado por meio de serra manual.

Os cabos para-raios serão fixados em partes das estruturas de barramentos especialmente executadas para esse fim.

A fixação dos cabos para-raios será efetuada através de ferragens próprias. Os cabos para-raios serão fornecidos em rolos e o estiramento dos mesmos deverá ser efetuado com todo o cuidado, evitando-se torções.

#### **4.11.2.5. Prevenção de desligamento**

Recomenda-se instalar repelentes ultrassônicos nos barramentos das SEDs para afastar pombos e pássaros, evitando assim desligamentos acidentais.

Todas as buchas de equipamentos devem estar com coberturas isoladas em equipamentos até 25 kV. Incluem-se também coberturas dos condutores de descida entre a chave seccionadora de entrada/saída e a bucha do equipamento. Para o caso de disjuntor 15 kV, deve-se providenciar manta isolante sob encomenda para cobrir os terminais A1 e A2.

**NOTA:**

10. Cumprir o que consta nas ICA 11.

## **4.12. Montagem Eletromecânica**

### **4.12.1. Estruturas Suportes da Rede Aérea, dos Equipamentos e Estruturas Auxiliares do Pátio da Subestação**

Todas as estruturas suportes da Rede Aérea, dos equipamentos e estruturas auxiliares a serem fornecidas deverão ser construídas em aço galvanizado ou concreto poste duplo “T”, com viga tipo H.

As estruturas suportes dos equipamentos serão constituídas por tubos de aço galvanizado com chapas soldadas em suas extremidades, ou estruturas de concreto com capitel convenientemente dimensionado e dotado das furações necessárias para a fixação dos equipamentos. As estruturas suportes deverão ser dotadas de conectores para fixação dos cabos de aterramento dos equipamentos e da própria estrutura, quando for o caso, à malha de terra.

Para as cargas decorrentes da ação do vento, a velocidade deste deverá ser considerada 130 km/h (NBR 6123).

Em locais com alta umidade ou alta incidência de chuvas não será permitido o uso de estruturas metálicas. Recomenda-se, neste caso, a utilização de estruturas de concreto.

#### **4.12.2. Cabos e/ou Hastes para-raios Contra Descargas Atmosféricas no Pátio da Subestação**

Deverão ser previstos cabos e/ou hastes a fim de obter uma subestação eficazmente blindada.

#### **4.12.3. Instalação de Eletrodutos**

Os eletrodutos serão de aço galvanizado. Para a conexão dos eletrodutos aos armários, caixas ou aos equipamentos deverão ser utilizados eletrodutos metálicos flexíveis com fita de aço zincado e capa externa de polivinil clorídrico extrudado, dotados de conectores rosqueados de latão.

Deverão ser assentados em valas de 0,30m de profundidade e recobertos com terra compactada até o nível do terreno.

A fixação dos tubos nos painéis deverá ser rosqueada com bucha e arruela.

Todos os eletrodutos instalados na área da subestação deverão ser adequadamente aterrados.


#### **4.12.4. Vedação dos Eletrodutos**

Concluídos os serviços de ligação dos cabos e testes finais, todos os eletrodutos deverão ter suas extremidades vedadas com massa calafetadora nas caixas, equipamentos e canaletas.

#### **4.12.5. Instalação de Caixas Elétricas**

São considerados como caixa os instrumentos blindados, caixas de passagem, caixas de junção, caixas de tomadas, caixas terminais, quadro de distribuição, quadro de iluminação, etc. As caixas elétricas e suas conexões embutidas no concreto deverão ser firmemente fixadas às formas, para que não se soltem durante a concretagem. O método de fixação deverá ser tal que facilite a remoção das formas. As caixas deverão ser instaladas de modo a estar no nível, a prumo e adequadamente alinhadas, de maneira a apresentar um bom acabamento. As caixas deverão ser





fixadas com suportes que não sejam os seus próprios eletrodutos. As soldas, furos e danos nas chapas das caixas galvanizadas deverão ser limpos com escova de aço, ou similares, e retocadas com tinta aplicada de acordo com as instruções do fabricante. Todas as caixas deverão ser de tais maneiras localizadas que as tampas e as aberturas sejam facilmente acessíveis.

As caixas de terminais, onde necessárias, deverão ser de alumínio fundido à prova de tempo, gases, vapores e pós.

Todas as caixas terminais instalados na área da subestação deverão ser adequadamente aterradas.

#### **4.12.6. Dutos Subterrâneos**

Se necessária à instalação de dutos subterrâneos na interligação do pátio da Subestação com a Casa de Controle, deverão ser utilizados eletrodutos de PVC convenientemente envelopados em concreto.


Os dutos a serem utilizados deverão ser com diâmetro mínimo de 3", com topo a 60 cm, no mínimo, do piso. Os dutos, quando em travessias de avenidas, deverão ser instalados no mínimo a 1,20m de profundidade. O distanciamento máximo entre caixas de passagem, contendo os cabos de energia, será de 100m.

Deve ser instalada fita de advertência, de polietileno de baixa densidade, com largura de 100 mm, na cor amarela, 200 mm abaixo do nível do solo, com os dizeres: Perigo Energia Elétrica.

Os dutos reservas deverão ter suas extremidades bloqueadas por intermédio de tampões apropriados.

Os dutos devem ser instalados com arame guia galvanizado, revestido de PVC, com carga de ruptura mínima de 50daN, destinado ao puxamento do cabo guia de lançamento dos cabos.

Antes de ser efetuado o lançamento/assentamento dos dutos, o fundo da vala deverá ser limpo, aplainado e compactado.



Se o fundo da vala for constituído de material rochoso ou irregular, aplicar camada de areia ou terra limpa e compactar.

Após a colocação de um nível de dutos, a camada de terra imediatamente superior deverá ser compactada manualmente. As camadas superiores deverão ser compactadas com compactador mecânico de solo.

Durante a instalação dos dutos e para que seja mantida a retilineidade e o espaçamento entre os dutos do banco, deve ser utilizado espaçadores, em vista que o alinhamento dos mesmos é de fundamental importância para o lançamento dos cabos.

#### **4.12.7. Montagem dos Equipamentos**

Os equipamentos deverão ser montados obedecendo rigorosamente às indicações, métodos e manuais de montagem e recomendações do fabricante.

O manuseio dos equipamentos e materiais será realizado por pessoal habilitado e treinado, com todo cuidado para evitar choques, quedas ou outros acidentes que possam danificá-los.


Deverão ser usadas ferramentas adequadas e em todas as conexões serão atendidas as recomendações pertinentes quanto a apertos e uso de compostos inibidores de oxidação.

Todas as chaves seccionadoras deverão ser entregues reguladas e em perfeitas condições de uso.

Após a montagem e antes da energização, os equipamentos e materiais deverão ser limpos, para remoção de pó e gordura ou receber acabamento com pintura.

#### **4.12.8. Caixas de Passagem**

As caixas de passagem poderão ser do tipo "*handhole*", nos pontos em que a rede de dutos não for profunda, e de "*manhole*" onde esta for profunda ou forem executadas as emendas de cabos de força, controle ou cabos ópticos do sistema de



proteção/supervisão. No interior de cada caixa deverão ser previstos olhais que permitam a fixação de talhas de alavanca manual para o puxamento de cabos, e dinamômetro.

As caixas de passagem deverão ser executadas em concreto armado, com acesso por meio de tampas removíveis, no caso de "*handhole*", e tampões em ferro fundido do tipo "Barbará", com diâmetro mínimo de 80 cm, nos "*manhole*".

Os cabos de força ou controle nas caixas de passagem deverão ser arranjados em suportes constituídos por mãos francesas. Os cabos deverão ser instalados com folga nas caixas de passagem de modo a permitir seu corte e execução de uma emenda na substituição de um trecho de cabo com defeito no interior de um duto.

Os cabos ópticos nas caixas de passagem, que necessitem de emendas, deverão ser arranjados de acordo com as instruções do fabricante de cabos ópticos, terem folgas suficientes e convenientemente enroladas de acordo com as características de curvatura dos cabos ópticos, a fim de permitirem seu corte e a execução das emendas em caixas terminais apropriados.

#### **4.12.9. Conectores de Alta Tensão**


Para o acoplamento entre os tubos de alumínio e terminais de cobre deverão ser utilizados conectores bi metálicos.

Os conectores deverão ser dimensionados para atender os esforços eletrodinâmicos decorrentes da corrente de curto-circuito.

Deverão ser utilizados conectores de expansão, convenientemente empregados, de modo a evitar esforços nos terminais dos equipamentos e permitir a expansão térmica dos barramentos.

Deverá ser aplicada pasta apropriada em todas as conexões de alumínio.

#### **4.12.10. Cabos de Força e Controle**



Não deverão ser instalados cabos de sistemas de tensões diferentes nos mesmos dutos ou eletrodutos.

Não serão permitidas emendas nos cabos que interligam os equipamentos.

Todos os cabos de força e controle blindados, instalados na área da subestação, deverão ter a blindagem adequadamente aterrada nas duas extremidades.

#### **4.12.11. Eletrocentro**

Para a construção e arranjo dos equipamentos no Eletrocentro devem ser consultados os desenhos de arranjo dos critérios de projetos de cada tipo e orientações presentes no pedido de compra.

##### **4.12.11.1. Aterramento**

Leitos, eletrodutos e demais partes metálicas deverão ser ligadas diretamente à malha de terra através de conectores.

Os aparelhos de iluminação e tomadas deverão ser ligados aos fios de terra que percorrerão a tubulação juntamente com as fases e neutro. Os fios terra serão interligados à barra de terra do quadro de iluminação.

Os barramentos de neutro e de terra dos quadros deverão ser interligados nos próprios quadros e conectados a terra.

#### **NOTA:**

11. Cumprir o que consta nas ICA 11.

#### **4.13. Condutores**

Os cabos de controle deverão apresentar características de auto extinção e não propagação de fogo quando submetidos ao ensaio de resistência à chama.

Os fios utilizados na confecção dos condutores deverão atender ao especificado na NBR 5111. Os fios deverão ser recozidos e não estanhados.

### 4.13.1. Características Técnicas dos Cabos de Controle

A isolação de cada veia deverá ser constituída de uma camada a base de cloreto de polivinila (PVC/A) ou copolímero de cloreto de polivinila com acetato de vinila, e deverá estar de acordo com o item 5.3 da norma NBR 7289.

Os cabos multipolares deverão ter suas veias reunidas conforme estabelecido no item 5.5 da NBR 7289.

- O enchimento utilizado nos cabos deverá ser não higroscópico quimicamente inerte e ter propriedades compatíveis com os demais componentes do cabo.
- O enchimento não deve reduzir a flexibilidade do cabo nem provocar desgastes na isolação das veias.
- Separador: Sobre o conjunto formado pelas veias e enchimento deverá ser aplicada uma fita de material plástico, enrolada com passo e sobreposição convenientes, e atendendo às mesmas exigências citadas no item 15.18 para o enchimento. A finalidade principal dessa fita é evitar o contato do enchimento das veias com a capa protetora interna e, dessa forma, melhorar a flexibilidade do cabo e suas condições de utilização.
- Capa Interna: Sobre a fita citada no item 15.19 será aplicada uma capa protetora de PVC que deverá estar de acordo com o item 5.7 da NBR 7289. Sobre esta capa protetora será aplicada a blindagem do cabo.
- Blindagem: A blindagem consiste em uma fita de cobre nu, de têmpera mole, espessura mínima de 0,08mm, sendo cada camada com superposição de 50%. A largura da fita da blindagem será definida em função do diâmetro do cabo sob blindagem, não devendo ser inferior a 20 mm. Sobre a blindagem será aplicada a capa protetora externa de acordo com o item 15.22.
- Cobertura: Os cabos deverão possuir capa protetora preta de composto à base de cloreto de polivinila ou copolímero de cloreto de polivinila e acetato de vinila (ST1) e deverá estar de acordo com o item 5.11 da NBR 7289.

- **Identificação das Veias:** A identificação das veias deverá ser feita por números impressos sobre a isolação, conforme item 5.4 da NBR 7289 em cores que os destaquem da isolação e marcados a cada 15 cm.
- **Marcação na Cobertura:** As marcações sobre coberturas dos cabos deverão ser feitas conforme item 5.12 da NBR 7289.
- **Raio Mínimo de Curvatura:** O raio mínimo de curvatura será de 12 (doze) vezes o diâmetro externo do cabo.
- **Acabamento:** Os cabos deverão apresentar acabamento liso e uniforme, isento de rebarbas, riscos no isolamento e capa protetora, fissuras, incrustações, escoriações, etc. e observando as normas especificadas.
- **Acondicionamento:** Os cabos deverão ser acondicionados em bobinas conforme item 4.4 da NBR 7289 e adequadas para o transporte rodoviário. O comprimento do cabo acondicionado em cada bobina, bem como a tolerância permitida para o citado comprimento, para qualquer número de veias são os seguintes:
  - Comprimento Mínimo 750 m
  - Comprimento Máximo 1000 m
  - Tolerância: +/- 5%

#### **4.13.2. Características técnicas dos cabos isolados de média tensão**


Todos os cabos isolados deverão ser de formação singela e deverão ser instalados de forma definitiva e não provisória.

##### **4.13.2.1. Fios**

Os fios deverão ser de cobre nu, têmpera mole, estanhado e deverão ser conforme especificados nas normas ABNT NBR-5111 e NBR-5368.

##### **4.13.2.2. Condutores**





Os condutores deverão atender ao especificado na NBR-5349, os condutores deverão ser de encordoamento simples, de acordo com a classe C da norma ABNT NBR-5349 e IPCEA-A-19-81.

#### **4.13.2.3. Isolamento**

O isolamento de cada condutor deverá ser constituído por uma camada de borracha a base de Etileno Propileno (EPR), Cloreto de Polivinila (PC/B) ou Polietileno reticulado (XLPE) caracterizado em particular pelas seguintes propriedades:


- Elevada resistência à ionização.
- Baixo fator de perdas.
- Excelente resistência térmica.
- Boa rigidez dielétrica.
- Excelente resistência à umidade e agentes químicos.
- Boa flexibilidade.
- Boa resistência e solicitações externas (elétricas e mecânicas).

Entre o isolamento e o condutor deverá ser aplicada uma camada de material semicondutor.

A blindagem deverá ser constituída de fita de cobre nu com espessura mínima em um ponto qualquer, não inferior a 0,065mm e com sobreposição de passo mínimo não inferior a 10%.

#### **4.13.2.4. Capa externa**

Os cabos com isolação de Etileno Propileno (EPR), Cloreto de polivinila (PVC/B) ou Polietileno reticulado (XLPE) deverão possuir uma capa protetora preta de composto à base de cloreto de polivinila ou copolímero com acetato de vinila (PVC) para



temperatura no condutor igual a 90° C (ST2) conforme ABNT-NBR-6251, item 4.13 e caracterizada em particular pelas seguintes propriedades:

- Boa resistência à abrasão, agentes químicos, microrganismos e umidade.

#### **4.14.Sistema De Proteção Contra Incêndios**


Serão adotadas as Normas Técnicas da ABNT pertinentes e as recomendações do corpo de bombeiros local.

O sistema de proteção contra incêndios do eletrocentro deverá ser conforme ETU 145 - ELETROCENTROS

Para os transformadores de força serão construídas parede corta-fogo, dimensionada de modo a evitar a propagação de fogo de uma unidade transformadora para a outra e equipamentos adjacentes.

No pátio de manobras, deverá haver extintores de 3 (três) tipos, com as características abaixo:

- Extintor de incêndio móvel tipo pó químico seco, com 50 kg de capacidade, fabricado em aço fosfatizado, pintado internamente com tinta betuminosa ou similar e externamente com tinta de acabamento vermelho, pressurizado no ato de emprego por meio de cilindro externo de N<sub>2</sub>, válvula de abertura rápida ligada ao reservatório de pó por mangotinho de alta pressão, possuindo apoio para estacionamento e rodas de borracha extralargas. Mangueira de borracha de alta pressão com 15m de comprimento, pistola especial tipo metralhadora, manômetro de metal para indicação da pressão do cilindro de gás, fabricado e testado conforme norma ABNT NBR 10721, carga inicial e plaqueta de “Marca de Conformidade” do INMETRO.
- Extintor de incêndio portátil, tipo pó químico seco de bicarbonato de sódio ou bicarbonato de potássio, com 6 kg de capacidade, fabricado de acordo com a norma ABNT NBR 10721, tratado interna e externamente em vermelho, pressurizado no ato do emprego por meio de ampola externa de CO<sub>2</sub>, com marcações de peso “cheio” e “vazio”, provido de válvula tipo gatilho de abertura




rápida que permita a descarga em jato controlado, mangotinho de borracha, válvula de segurança, suporte para instalação em parede, carga inicial e plaqueta de “Marca de Conformidade” do INMETRO.

- Extintor de incêndio portátil, tipo gás carbônico (CO<sub>2</sub>) com 6 kg de capacidade, fabricado de acordo com a norma ABNT NBR 11716, cilindro de aço sem costura, repuxado a quente e normalizado, tratado interna e externamente por fosfatização, pintado externamente em vermelho, com marcações de peso “cheio” e “vazio”, provido de válvula de descarga em latão forjado, mangotinho de borracha de alta pressão com trama de aço trançado com difusor de material isolante, suporte para instalação em parede, carga inicial e plaqueta de “Marca de Conformidade” do INMETRO;
- Abrigo em chapa de aço galvanizado, para 2 (dois) extintores portáteis de 6 kg, sendo 1 (um) extintor tipo pó químico seco de bicarbonato de sódio ou bicarbonato de potássio e outro extintor tipo gás carbônico (CO<sub>2</sub>). O abrigo deverá ser locado sob base de concreto de 500 x 400 x 500 mm. O peso do conjunto deverá ser em torno de 68 kg.
- Abrigo em concreto armado, para 1 (um) extintor portátil com carga de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) de 6 kg, e outro extintor em carreta, com carga de pó químico seco de 50 kg. As paredes do abrigo deverão ser emboscadas e pintadas com tinta PVA Latex branca. Na execução da laje de piso deverão ser tomados cuidados especiais com a rede de drenagem superficial. Em cada lateral externa deverá ser pintada um círculo vermelho de diâmetro 70 cm circulado por uma faixa amarela de 5 cm de largura. Usar concreto fck=25MPa. Deve ser localizado em local que não atrapalhe a circulação de veículos quando da retirada e/ou manutenção de equipamentos.

**NOTA:**

12. Cumprir o que consta nos PC's 01, 03, 04, 07, 09, 10 11, 12 e 13.

#### **4.15.Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA) - Equipamentos**



Todas as estruturas serão aterradas, de modo a propiciar a interligação da malha de terra da subestação aos cabos e hastes do SPDA, projetado e dimensionado de maneira a permitir a proteção de toda a instalação elétrica.


- Para o lado de AT - Serão instalados para-raios tipo estação na entrada de linha de transmissão (EL) e na parte de Alta Tensão de cada um dos transformadores de força se apresentar-se necessário no estudo de coordenação de isolamento.
- Para lado de MT - Serão instalados para-raios dentro dos cubículos de média tensão em cada uma das saídas dos alimentadores (EL's) e na entrada de cada um dos transformadores de força.
- Para os para-raios de AT serão analisados sistemas de monitoramento disponíveis no mercado, avaliando a relação custo-benefício para sua utilização.

Documentos a serem fornecidos no projeto executivo pela Projetista:

- Desenhos de plantas, cortes e detalhes em escalas convenientes para execução;
- Memorial de cálculo;
- Memorial descritivo;
- Especificação de serviço, quando necessário;
- Lista de materiais;
- Especificação de materiais.

#### **4.16. Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA) - Edificações**

Para a proteção contra surtos de origem atmosférica da área a ser ocupada pelo Pátio e também para as edificações da Subestação, deverão ser previstas proteções dimensionadas com base na Norma ABNT NBR 5419 na edição mais atualizada. Podem-se utilizar barras chatas de aço embutidas nas estruturas das edificações ou



diretamente por meio de cabos externos às estruturas e/ou malha de terra da subestação, conforme o caso.

Na área do Pátio serão previstas:

- Proteções prediais para todas as edificações;
- Hastes para-raios em postes especiais de dimensões apropriadas ou de luminárias com captores e dispersores na quantidade necessária;
- Aterramento de todas as luminárias;
- Aterramento das cercas metálicas.

A proteção deverá proporcionar à área total do pátio uma blindagem consistente, que permita a perfuração de no máximo um surto de 10 kA a cada 10 anos.


Documentos a serem fornecidos no projeto executivo pela Projetista:

- Desenhos de plantas, cortes e detalhes em escalas convenientes para execução;
- Memorial de cálculo;
- Memorial descritivo;
- Especificação de serviço, quando necessário;
- Lista de materiais;
- Especificação de materiais.

#### **4.17. Torre de Telecomunicações**

A instalação das torres de telecomunicações no país é regulamentada pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL).

Deve ser verificada a legislação específica da cidade em que será instalada a Torre de Telecom, para obtenção da licença ambiental no espaço urbano. Deve ser consultada a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Saneamento Urbano da



prefeitura para obtenção da Licença Prévia (LP), Licença de Implantação (LI) e Licença de Operação (LO).

Se houver aeroporto a uma distância menor do que 15.000 m do ponto onde será instalada a torre deverá ser consultado o Comando Aéreo Regional - COMAR para aprovação da obra.

Para obtenção da Licença de Operação, na etapa final do trâmite burocrático municipal, a empresa concessionária de um serviço de telecomunicações deve submeter seu projeto técnico, devidamente acompanhado de um Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), a apreciação do Licenciamento de Antenas de Telecomunicações.

A Torre de Telecom deve ter prevenção de corrosão nas estruturas metálicas. Destaca-se a proteção catódica anti-corrosão nas áreas de contato da estrutura e na fundação no solo, além da exposição à atmosfera em meios corrosivos ou localizadas em ambientes perto de áreas industriais ou marítimas com nível de poluição elevado.

Se possível, as torres de telecomunicação não podem ser instaladas em áreas de proteção ambiental ou de risco social, tais como nas proximidades de creches, escolas e hospitais, devido à irradiação de ondas eletromagnéticas não ionizantes que podem ser prejudiciais à saúde. A torre não pode ser locada em local que impeça a chegada da linha de transmissão e nem nas saídas dos alimentadores de media tensão, incluindo as expansões futuras. Um site survey deve ser providenciado previamente para identificar o posicionamento correto da torre de telecomunicação na subestação. Caso a instalação das torres não seja possível, deve-se utilizar um sistema de comunicação alternativo como, por exemplo, um sistema de transmissão de dados via fibras ópticas ou satélite com banda larga.

As torres de telecomunicações devem ser instaladas com distância  $\leq 4$  metros da casa de comando para evitar atenuações dos sinais decorrentes das impedâncias dos cabos, frente às distâncias de instalação rádio/antenas.

Foi previsto que as torres de telecomunicação têm as medidas de 4x4 m. Porém deve ser levada em conta no projeto executivo a área de exposição ao vento (AEV),





exigindo verificação estrutural e possível reforço das estruturas metálicas e fundações.

É importante que a empresa contratante apresente Atestado de Capacidade Técnica (A.C.T) emitido por pessoa jurídica de direito público ou privado, devidamente registrado no CREA, ou Acervo Técnico expedido pelo CREA, que comprove experiência da empresa ou do responsável técnico, na execução de serviços de instalação de torres para telecomunicações.

Em cada tipo é apresentado um local recomendado para a instalação da Torre de Telecomunicação. Será definido no pedido de compra a necessidade ou não da Torre e se o local em que a torre será instalada é o indicado nas NDU de cada tipo ou em um local alternativo.


#### **4.18. Impacto Ambiental**

Este capítulo contém instruções sobre os cuidados a serem tomados durante a obra, relativos aos impactos ambientais.

Foi considerada como premissa que, no acompanhamento das atividades a cargo da EXECUTORA, a estrutura de Fiscalização a ser mantida pela ENERGISA, além de sua finalidade tradicional em relação às práticas de engenharia, estará habilitada para o trato da questão ambiental.

Os subsídios aqui apresentados não pretendem esgotar a questão, podendo ser ampliados em escopo e profundidade conforme se faça viável. Por seu lado, a empreiteira EXECUTORA deve ser estimulada a acrescentar a seus procedimentos executivos, todas as práticas que se mostrem necessárias ou interessantes para a melhoria do desempenho ambiental da obra.

Em todas as fases do projeto desde a concepção às obras civis, montagem eletromecânica, elétrica, montagem dos equipamentos, manuseio, transporte, embalagem, armazenamento ou descarte de produtos, deverão ser observados os riscos físicos, químicos e biológicos e adotados controles que serão realizadas de acordo com os procedimentos estabelecidos pelos órgãos ambientais oficiais.




A EXECUTORA deverá cumprir e as Disposições Legais em vigor e os requisitos do Sistema de Gestão de Meio Ambiente, Aspectos Sociais, Saúde e Segurança - SGMASS do Grupo ENERGISA durante a execução de seus trabalhos, bem como respeitar as condições das Licenças e Autorizações Ambientais obtidas.

#### **4.18.1. Responsabilidades ambientais da EXECUTORA**

A EXECUTORA tem as seguintes responsabilidades na conservação do meio ambiente:

- Minimizar impactos negativos ao meio ambiente e à comunidade que possam ocorrer durante as obras ou, posteriormente, em consequência das mesmas.
- Cumprir a legislação, normas governamentais, diretrizes e especificações ambientais.
- Indicar formalmente à Fiscalização da ENERGISA o responsável pela conduta ambiental da EXECUTORA na obra.
- Evitar todo e qualquer corte de vegetação e não suprimir vegetação sem prévia autorização da Fiscalização da ENERGISA, que será concedida sempre de acordo com as devidas autorizações emitidas por órgão ambiental competente.
- Evitar a contaminação do solo, da água ou do ar.
- Dispor os resíduos oleosos, tóxicos, líquidos, sólidos, sucatas e entulhos de forma ambientalmente apropriada.
- Evitar a erosão do solo e a interferência, pela deposição de particulados, em cursos d'água e outros corpos hídricos.
- Evitar ao máximo interrupções na drenagem natural dos terrenos.
- Não utilizar fogo para limpeza de área ou para eliminar restos de materiais de qualquer natureza.
- Evitar a ocorrência de distúrbios à flora e à fauna.

- 
- Evitar a ocorrência de distúrbios à vida das comunidades locais por ação de seus empregados e contratados.
  - Não permitir ao seu pessoal caçar ou pescar dentro das áreas sob sua intervenção.
  - Implementar as ações de recuperação de áreas alteradas por suas atividades.
  - Comprometer-se com a manutenção do aspecto visual e estético da área da obra, de suas adjacências, das áreas de apoio e outras sob sua influência.
  - Encaminhar à Fiscalização da ENERGISA todas as informações aqui previstas de forma clara, completa e em tempo hábil.
  - Encaminhar à Fiscalização da ENERGISA qualquer dúvida decorrente da aplicação dessas especificações, sempre ciente de que isso não exime a EXECUTORA de sua integral responsabilidade.

#### **4.18.2. Planejamento ambiental da EXECUTORA**

Para garantir o cumprimento de suas responsabilidades, a EXECUTORA deve manter em atividade, ao longo de todas as fases da obra, uma Gerência Ambiental com as seguintes atribuições:

- Manter postura permanente de previsão e antecipação, trabalhando de forma integrada e com atitudes proativas na proteção do ser humano, meio ambiente e do patrimônio.
- Assegurar padrões adequados de saúde, segurança, higiene e conforto para todos os trabalhadores do empreendimento.
- Interagir permanentemente com as comunidades e autoridades locais, visando disseminar informações sobre as atividades a seu cargo.
- Assegurar a adoção de tecnologias limpas, seguras e economicamente viáveis, que permitam o uso racional dos insumos, minimizando riscos, emissões gasosas, efluentes líquidos e resíduos sólidos decorrentes das atividades do projeto.

- Assegurar que as empresas SUBEXECUTORAS adotem os mesmos padrões utilizados pela EXECUTORA, nas áreas de meio ambiente, saúde, segurança, higiene e conforto.
- Assegurar que as ações em prol do Meio Ambiente e Segurança constituam responsabilidade de todos os gerentes e empregados da EXECUTORA e que sejam conduzidas por meio de sistemas de gestão adequados.
- Manter sistemas de avaliação de desempenho, visando à melhoria contínua.

Antes do início dos serviços contratados, a EXECUTORA deve apresentar, através de sua Gerência Ambiental, para apreciação da ENERGISA, os seguintes documentos:

- Análises críticas dos documentos e normas ambientais relativos às obras, configuradas no Questionário de Meio Ambiente, detalhado a seguir.
- Plano de Gestão Ambiental.
- Evidências do atendimento às Normas Regulamentadoras (NR) do Ministério do Trabalho.

#### **4.18.2.1. Questionário de meio ambiente**

A EXECUTORA, antes do início dos serviços, deve apresentar as seguintes informações:

- Análise crítica da legislação ambiental municipal, estadual e federal para as regiões abrangidas pelo trecho em licitação e suas consequências nos serviços propostos.
- Análise crítica dos programas previstos nos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) conforme CONAMA 237 e 279, como também questões ambientais na jurisdição de cada órgão ambiental estadual, onde se realizará a obra.
- Análise crítica das condicionantes das Licenças Prévia (LP) e/ou de Instalação (LI).

- Análise crítica das presentes especificações.
- Descrição sucinta da experiência da empresa na realização de trabalhos com grau de complexidade similar em gerenciamento ambiental.

#### **4.18.2.2. Plano de gestão ambiental**

A EXECUTORA deve apresentar o Plano de Gestão Ambiental antes do início dos serviços, contendo todas as diretrizes básicas em consonância com a Política Ambiental e também o Sistema de Gestão em Meio Ambiente, Aspectos Sociais, Saúde e Segurança - SGMASS do Grupo ENERGISA para apreciação das áreas envolvidas a nível corporativo e/ou local.

Todos os esclarecimentos pertinentes ao Sistema de Gestão em Meio Ambiente, Aspectos Sociais, Saúde e Segurança - SGMASS deverão ser previamente repassados para EXECUTORA e formalizados em ata de reunião pelas partes envolvidas.

#### **4.18.2.3. Atendimento às normas do Ministério do Trabalho**

A EXECUTORA deve apresentar, antes do início dos serviços, para análise da Fiscalização da ENERGISA evidências de:

- Implantação do Serviço Especializado em Segurança e Medicina no Trabalho (SESMT, NR-4).
- Definição e disponibilidade de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) a serem utilizados nos serviços (NR-6 e item 18.23 da NR-18).
- Implantação da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA, NR-5 e item 18.33 da NR-18).
- Implementação do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA, NR-9).
- Implementação do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO, NR-7).

- Implementação do Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção (PCMAT, item 18.3 da NR-18).

Para o dimensionamento e implementação desses programas, a EXECUTORA deve considerar como efetivo todo o seu pessoal lotado na obra, somado ao das SUBEXECUTORAS na fase de pico da obra.

#### **4.18.2.4. Plano de atuação em segurança e medicina do trabalho**

A EXECUTORA deve apresentar para aprovação da ENERGISA, antes do início dos serviços, um Manual de Saúde e Segurança que deve descrever como irá organizar e conduzir seus serviços de modo a atender às suas responsabilidades. Deve abordar, no mínimo, os seguintes aspectos:

- Definição de atribuições e responsabilidades com a identificação do Médico do trabalho responsável e equipe EXECUTORA.
- Organização do Serviço Especializado em Segurança e Medicina no Trabalho (SESMT).
- Organização do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional, especificando, por ocupação, a periodicidade de exames médicos e exames complementares necessários e informando quem será o médico coordenador.
- Plano de Contingência para Emergências Médicas e Primeiros Socorros.
- Programa de treinamento em Saúde e Segurança.
- Procedimentos de segurança para execução dos serviços de construção e montagem.
- Indicadores de segurança utilizados e forma de divulgação.
- Programa de inspeções e auditorias internas de saúde e segurança, com cronograma de execução.

#### **4.18.3. Aspectos Ambientais Relativos à Logística e Construção**



### 4.18.3.1. Mobilização de canteiros e alojamentos


Elaboração e apresentação para aprovação da Fiscalização da ENERGISA, antes do início dos serviços de construção, das plantas das instalações provisórias de canteiros e alojamentos, contendo sua localização e detalhamento, e atender também:

- Comprovação de atendimento, desde o início das obras, às condições sanitárias e de conforto no local do trabalho previstas na NR-18.
- Plantas das seguintes instalações:
  - planta geral com a localização das instalações;
  - escritórios de administração;
  - salas da segurança e da fiscalização;
  - alojamentos;
  - refeitórios;
  - ambulatórios médicos;
  - oficinas;
  - almoxarifado de materiais;
  - guaritas.

### 4.18.3.2. Preparo da área

#### 4.18.3.2.1. Supressão de Vegetação

A supressão de vegetação a ser realizada na limpeza e preparo da área da SE deve ser precedida da apresentação de um plano dos serviços à Fiscalização da ENERGISA. O plano em questão deve evitar ao máximo o corte desnecessário de vegetação natural existente no local, limitando-se à área a ser ocupada pela obra.



Também deve haver preservação da vegetação rasteira em áreas para depósito de materiais ao ar livre.

A vegetação não pode ser suprimida sem autorização prévia da Fiscalização da ENERGISA, a qual será concedida sempre de acordo com as devidas autorizações ambientais emitidas por órgão ambiental competente. A supressão deve obedecer à legislação ambiental vigente, ao Código Florestal Brasileiro, às resoluções do CONAMA e às legislações federais e estaduais específicas.

Qualquer supressão de vegetação em área além da que será definitivamente ocupada pela SE, além de previamente autorizada, deverá ser objeto de recuperação e revegetação tão logo quanto possível, com prazo limitado ao término da fase de construção.

As atividades envolvidas devem ser executadas de acordo com as recomendações técnicas operacionais e de segurança do trabalho e do Anexo I da NR-12, que trata da utilização de motosserras.

A EXECUTORA deve manter no canteiro de obras, e facilmente acessíveis à Fiscalização da ENERGISA, a habilitação dos operadores de motosserras e a certificação dos equipamentos.

Além do treinamento em segurança, deve ser realizado treinamento específico sobre técnicas de corte de árvores.

Quando estiver sendo feito o corte de árvores altas, a EXECUTORA deve providenciar estaiamento adequado e manter o pessoal fora do raio de tombamento das mesmas.

O material lenhoso resultante deve ser desdobrado e, assim como todo o material gerado pelo desgalhamento, removido e acumulado em local que não apresente risco em caso de incêndio.

Em todos os casos em que seja necessário o destocamento, as atividades associadas devem garantir a preservação ou a imediata recuperação da estabilidade e resistência do solo à erosão.

## NOTA:

13. Cumprir o que consta na ICA 02

### 4.18.3.2.2. Terraplenagem

Os serviços de terraplenagem na área da SE devem ser executados com acompanhamento da equipe ambiental de campo da EXECUTORA, que deverá observar que as decisões de campo estejam a cargo do engenheiro responsável e não dos operadores das máquinas.

O solo superficial deve ser armazenado para posterior utilização na recuperação de áreas degradadas.

Os cortes e aterros necessários devem ser executados de forma a não criarem susceptibilidade a processos erosivos. Os aterros efetuados devem receber compactação adequada e demais medidas necessárias à sua estabilidade e resistência aos agentes da natureza.

O material proveniente dos cortes efetuados deve ser aproveitado em aterros ou adequadamente disposto em áreas de bota-fora.


A subestação poderá receber material de jazida certificada e com licença ambiental.

A EXECUTORA deve tomar todas as medidas necessárias para evitar o transporte de sedimentos para cursos d'água e para a proteção das margens, não utilizando equipamento pesado junto às margens, adotando telas ou barreiras de contenção, etc.

As boas condições de trânsito em toda a área devem ser mantidas ao longo de todas as fases da obra.

A EXECUTORA será responsabilizada pelos danos causados à vegetação e pelo transporte de sedimentos para a rede de drenagem nos casos em que medidas inadequadas tenham sido adotadas.

### 4.18.3.2.3. Drenagem pluvial



Corresponde à execução de obras de drenagem de águas pluviais nas áreas dos canteiros e alojamentos, e também:

- Implantação das estruturas de drenagem necessárias à eficiente coleta, transporte e disposição final de águas pluviais, inclusive caixas retentoras de sedimentos e caixas separadoras de óleo e graxas, onde necessárias.
- Definição da solução de drenagem de forma a evitar:
  - empoçamentos;
  - criação de processos erosivos;
  - assoreamento de talvegues;
  - poluição de cursos d'água.

**NOTA:**

14. Cumprir o que consta na ICA 04 e 10.

### **4.18.3.3. Instalações**

#### **4.18.3.3.1. Instalações de Atendimento Médico e Segurança**

Implantação de salas destinadas aos inspetores de segurança e de ambulatórios médicos, devidamente equipados, para atendimento à totalidade dos trabalhadores da obra.

É aceitável que a EXECUTORA firme convênios com firmas especializadas do ramo de saúde, para o fornecimento de tais serviços, ficando, neste caso, dispensada de sua implantação direta, mantida, porém sua responsabilidade sobre os serviços prestados. Em qualquer caso, os ambulatórios deverão estar localizados nos canteiros ou junto aos mesmos e atender às especificações ambientais, e atender também:

- Montagem das salas para o pessoal de segurança, com mobília.

- Montagem de um ambulatório médico com ambulância, ambos devidamente equipados.
- Designação de pessoal especializado para os ambulatórios.
- Convênios com clínicas e/ou hospitais para exames, tratamentos prolongados e internações.
- Disponibilização de maletas de primeiros socorros e equipamentos de comunicação para as turmas de campo.

A obra poderá ser embargada pela Fiscalização da ENERGISA se, decorridos 15 dias de seu início, as instalações de saúde e segurança não tiverem sido completamente implantadas.


#### **4.18.3.3.2. Instalações para Repouso**

Implantação de alojamentos devidamente mobiliados e equipados, compostos no mínimo de dormitórios, sanitários e área de lazer, para atendimento à totalidade dos trabalhadores da obra.

É aceitável que a EXECUTORA compre ou alugue imóveis disponíveis na região, ficando, neste caso, dispensada da construção de novas instalações. Em qualquer caso, porém, os alojamentos devem ser implantados em atendimento às condições ambientais especificadas, e atender também:

- Instalação de dormitórios para todos os empregados, ventilados, com telas e mobiliados com camas e armários individuais.
- Instalação de área de lazer mobiliada e proporcional ao número de trabalhadores alojados.
- Construção de banheiros e sanitários e dimensionados para atender adequadamente a todo o pessoal

#### **Instalações para Alimentação**



Implantação de refeitórios e cozinhas, com uso de materiais adequados e devidamente equipados, para atendimento à totalidade dos trabalhadores da obra, nos canteiros e no campo.

É aceitável que a EXECUTORA use serviços de fornecimento de refeições por terceiros, ficando, neste caso, dispensada da construção das cozinhas e/ou refeitórios. Em qualquer caso, porém, as instalações em uso deverão atender às condições ambientais especificadas, e atender também:

- Construção e montagem de cozinhas e refeitórios, ou esquematização de sistema para fornecimento de refeições por terceiros, em acordo com as especificações.
- Esquematização, instalações e equipamentos necessários ao preparo, transporte e distribuição de refeições ao pessoal de campo.

#### **Instalações de Abastecimento D'água**

Instalação de sistemas de abastecimento de água adequados nos canteiros e alojamentos e atender também:

- Adequado uso de materiais e dimensionamento das instalações, dos volumes das caixas d'água e da pressão disponível nos diferentes pontos do sistema.
- Preferência à ligação ao sistema público de abastecimento onde possível.
- Instalação dos sistemas de filtragem e desinfecção, se necessários.
- Análises físico-química e bacteriológica, antes do início da utilização.
- Todas as caixas d'água devem ser dotadas de tampas.

#### **Instalações de Esgotamento Sanitário**

Instalação de sistemas de esgotamento sanitário adequados nos canteiros e alojamentos e atender também:

- Adequado uso de materiais e dimensionamento das instalações.



- Adequação da solução de tratamento e disposição final de efluentes.
- Preferência à ligação ao sistema público de esgotos onde possível.
- Estabelecimento dos procedimentos de remoção a serem usados.

#### **Instalações de Proteção contra Incêndios**

Instalações do sistema de combate a incêndio nos canteiros e alojamentos e atender também:

- Adequado uso de materiais e dimensionamento das instalações.
- Colocação dos extintores e hidrantes nas quantidades e posições corretas.
- Instalação da sinalização visual pertinente.
- Disponibilização dos extintores a serem usados como reserva e dos que deverão atender às frentes de serviço.
- Deverá haver pessoal capacitado para utilização dos extintores.

#### **4.18.3.4. Estradas de acesso**

Os serviços de abertura, supressão da vegetação, terraplenagem e obras de drenagem das vias de acesso às obras da SE ou outras, bem como a recuperação das áreas que tenham sido degradadas pela execução destes trabalhos. Esses serviços fazem parte do escopo da contratada apenas quando solicitado em edital.

##### **4.18.3.4.1. Escolha do Traçado e Remoção da Vegetação**

Serviços adequados de escolha de traçado e supressão de vegetação para implantação das vias de acesso às áreas das obras da SE ou de canteiros, alojamentos, etc., e atender também:

- Escolha adequada de traçado, evitando ou minimizando danos ambientais.

- Retirada somente da vegetação necessária e aprovada pela Fiscalização da ENERGISA.
- Distribuição / remoção do material abatido.

#### **4.18.3.4.2. Cortes, Aterros e Drenagem**

Serviços de abertura, terraplenagem e obras de drenagem das vias de acesso às obras da SE ou outras áreas, e atender também:

- Cortes e aterros feitos em acordo com as especificações ambientais.
- Uso de áreas de empréstimo e bota fora respeitando as condicionantes ambientais especificadas.
- Execução de sistema de drenagem que evite a instalação de processos erosivos.
- Execução de sistema de contenção de sedimentos que garanta a preservação dos corpos d'água em bom estado.


#### **4.18.3.4.3. Recuperação das Áreas Degradadas na Construção de Acessos**

Serviços de recuperação das áreas degradadas pela construção das vias de acesso a SE, canteiros e alojamentos, e atender também:

- Recuperação das áreas de empréstimo, de bota-fora e outras áreas que tenham sido degradadas até sua estabilização e o aceite pela Fiscalização da ENERGISA.
- Todas as medidas necessárias à adequada recomposição das áreas, desde o reafeiçoamento da topografia até a consolidação da cobertura vegetal, conforme especificações ambientais.

#### **4.18.3.5. Obras civis**

##### **4.18.3.5.1. Supressão de Vegetação e Terraplenagem**



Serviços de supressão da vegetação para implantação da subestação, e atender também:

- Acompanhamento contínuo da equipe ambiental de campo da EXECUTORA.
- Obtenção da autorização formal da Fiscalização da ENERGISA, que será concedida de acordo com licença emitida por órgão ambiental competente, onde aplicável, antes de qualquer remoção de vegetação.
- Remoção / disposição adequada do material removido, em local previamente aprovado pela Fiscalização da ENERGISA.
- Espalhamento da terra escavada e não reaproveitada.
- Áreas de empréstimo e bota-fora adequadas.
- Preservação dos corpos d'água em bom estado.
- Medidas necessárias para evitar o transporte de sedimentos para cursos d'água.
- Execução de cortes e aterros de forma a não criarem susceptibilidade a processos erosivos.
- Uso correto de EPI e manuseio adequado de peças e equipamentos.

#### **4.18.3.5.2. Utilização / Recuperação de Áreas de Empréstimo e Bota-Fora Usadas nos Serviços de Terraplenagem**

Utilização e recuperação das áreas de empréstimo e bota-fora decorrentes dos serviços de terraplenagem dos pátios da SE, e atender também:

- Providências para prevenir o derramamento de materiais e destruição da natureza ao longo do trajeto obra x área.
- Implantação de sinalização de trânsito e outras providências que garantam a segurança, considerando a movimentação de pessoal, máquinas de terraplenagem e veículos de carga.

- Execução do sistema de drenagem provisória necessário ao controle de erosão e sedimentos.
- Recuperação das áreas de empréstimo, de bota-fora e outras áreas que tenham sido degradadas até sua estabilização e o aceite pela Fiscalização da ENERGISA.
- Todas as medidas necessárias à adequada recomposição das áreas, desde o reafeiçoamento da topografia até a consolidação da cobertura vegetal, conforme especificações ambientais.

#### **4.18.3.5.3. Drenagem**

A EXECUTORA deve manter em toda a área da SE um adequado sistema de drenagem, evitando erosão, transporte de sedimentos e empoçamentos em qualquer fase das obras.


Os sistemas de drenagem, provisórios ou definitivos, devem se integrar perfeitamente à drenagem natural da área.

Devem ser construídas caixas de areia, barreiras e/ou outras estruturas de contenção de particulados com dimensões e em quantidade apropriadas, mantidas em boas condições de operação ao longo de todo o tempo das obras.

Em nenhum ponto qualquer massa de terreno pode fazer o efeito dique, represando as águas superficiais.

Os taludes produzidos por corte ou aterro devem ter garantida a adequada drenagem, utilizando, degraus e caixas de dissipação de energia, se necessário.

Devem ser tomadas providências técnicas (transitórias ou definitivas) para evitar a erosão em taludes, ou calhas naturais. As medidas preferenciais são as que utilizam revestimento com mistura solo-aglomerante ou recobrimento com solo orgânico e cobertura vegetal (gramíneas, plantas rasteiras nativas ou leguminosas forrageiras e espécies arbóreas e arbustivas).



Todos os pontos de despejo da vazão e de drenos no terreno devem receber proteção contra erosão, através da disposição de brita, grama ou caixas de dissipação de energia.

#### **4.18.3.5.4. Fundações, Estruturas em Concreto e Edificações**

As escavações, concretagens e demais atividades de construção devem ser realizadas com o cuidado de evitar acidentes com trabalhadores e o meio ambiente. Nestes serviços, além das demais disposições gerais de segurança, a EXECUTORA deve:

Instalar guarda-corpos a partir da primeira laje.

Utilizar andaimes tubulares, estaiados e assoalhados com pranchas de madeira dotadas de travas.

Instalar passarelas e plataformas e mantê-las em perfeitas condições de uso e segurança.

Instalar ganchos para fixação de cabos-guias para engate de cinto de segurança.

Em situação de chuva intensa, devem ser evitadas escavações e as cavas já abertas devem ser protegidas com material impermeável, além de executada drenagem eficiente ao seu redor.

Os materiais retirados nas escavações devem ser depositados a uma distância superior à metade da profundidade, medida a partir da borda do talude, conforme prescrito na NR-18.

O acesso ao fundo das cavas deve sempre ser feito através de escadas. As paredes laterais devem ser escoradas quando apresentarem risco de desmoronamento.

As cavas devem ser mantidas cercadas e sinalizadas, de modo a evitar a queda de pessoas ou animais em seu interior.

No caso de estaqueamento, a EXECUTORA deve tomar as seguintes providências:

- Passar correntes que evite o tombamento das estacas se ocorrer o rompimento do cabo.
- Fixar firmemente a torre dos bate-estacas à plataforma, estaiando, se necessário.
- Garantir distância mínima de segurança às redes de energia elétrica.

Quando do uso de ponteiros para drenagem das cavas, os pontos de despejo da água bombeada devem ser controlados e devem possuir dispositivos para a retenção dos sedimentos.

Todas as obras de fundações, quando de seu término, devem ter o terreno à sua volta perfeitamente recomposto, revestido, compactado, drenado e protegido, não dando margem ao início de processos erosivos.

Ao executar serviços de concretagem, a EXECUTORA deve buscar concentrar os trabalhos na área alvo, evitando assim danos a outras áreas. Qualquer derramamento acidental de concreto deverá ser imediatamente reparado sendo o material retirado para áreas de bota-fora ou similares.

Devem ser recolhidos e removidos dos locais de construção todo o lixo e sucata produzidos durante a execução das fundações e demais edificações, como formas de madeira, sobras de ferro das armaduras, pregos, arames de amarração, sobras de areia, brita, concreto, etc.


**NOTA:**

15. Cumprir o que consta na ICA 06 e 11.

#### **4.18.3.6. Montagem eletromecânica**

A EXECUTORA deve garantir o uso contínuo de EPI's, especialmente capacetes e cintos de segurança, pelos trabalhadores envolvidos na montagem eletromecânica, e cuidar para que os serviços não produzam danos desnecessários às áreas circundantes. O cinto de segurança deve seguir a NR18 quanto às medidas de






proteção contra quedas de altura, deve ser tipo paraquedista e utilizado em atividades a mais de 2m (dois metros) de altura do piso.

Todos os materiais e partes em uso devem ser mantidos e armazenados adequadamente, sendo as sobras removidas com frequência, garantindo ambiente adequado aos serviços.

#### **4.18.3.6.1. Montagem de Estruturas e Equipamentos**

De modo a executar a montagem de estruturas e equipamentos com segurança a EXECUTORA deve tomar as seguintes precauções:

- Proibir a permanência de veículos ou pessoas estranhas à atividade sob a estrutura em serviço.
- Proibir o seu pessoal de transportar peças, ferramentas e pequenas cargas utilizando as mãos, ao subir nas estruturas.
- Não deixar peças nas estruturas que não estejam fixadas na sua posição definitiva.
- Manter ferramentas e equipamentos (chaves de torque, falcão, catracas, guinchos, etc.) em perfeito estado de conservação e observar que sua capacidade de carga não seja excedida.
- Utilizar cabos auxiliares (cordas) de material não condutor.
- Na operação com guindastes, guinchos ou similares, obedecer aos seguintes aspectos:
  - Instalar o equipamento nivelado e estabilizado, numa plataforma horizontal;
  - Fazer ligação do chassi do equipamento ao sistema de aterramento;
  - Manter os equipamentos e conjunto de peças em montagem aterrados à estrutura;
  - Emitir sinais sonoros antes de dar início à operação do equipamento;


- 
- Utilizar gancho com trava, para evitar que o estropo se desprenda do gancho, provocando a queda da lingada;
  - Verificar se a lingada está corretamente fixada e equilibrada e se é adequado o fator de segurança da carga a ser içada em relação à capacidade do equipamento, na sua condição de utilização;
  - Uma única pessoa deve ser encarregada de dar os sinais de comando para as operações de içamento, abaixamento e transporte de peças, utilizando uma convenção de sinais perfeitamente definida e de pleno conhecimento dos operadores.

#### **4.18.3.6.2. Montagem dos Barramentos**

A EXECUTORA deve implementar ainda as seguintes medidas de segurança:

- Içar as cadeias pela segunda unidade.
- Não permitir que os montadores se desloquem pelas cadeias de isoladores sem o uso de escadas isolantes.
- Não permitir o lançamento de cabos antes das estruturas estarem revisadas e interligadas ao sistema de aterramento.
- Verificar e manter sempre as ferramentas e equipamentos (freios, guinchos, catracas, tífors, morcetos, conjuntos de aterramento, etc.) em perfeito estado de conservação.
- Cortar a ponta do cabo piloto a cada três lançamentos consecutivos.
- Manter o pessoal afastado dos cabos durante as operações de lançamento.
- Aterrar os cabos lançados e ancorados em “mortos”.

Todos os equipamentos, roldanas e estruturas devem ser solidamente aterrados, assim como os cabos em processo de instalação.



A EXECUTORA deve recolher todo o lixo que tenha produzido nos locais de grampeamento dos cabos, como bisnagas e latas de pasta antioxidante e pontas de cabos.

#### **4.18.3.6.3. Aterramento**

Na instalação do sistema de aterramento da SE, a execução das valetas para malha de terra deve garantir condições adequadas de drenagem e proteção contra erosão, tanto na fase de abertura como na de fechamento, recompondo o terreno no seu término.

#### **4.18.3.7. Revisão Final e Comissionamento**

Na fase de comissionamento das obras, a EXECUTORA deve obter da Fiscalização da ENERGISA a aprovação do estado final dos itens a seguir.

- Proteção contra erosão e ação das águas pluviais.
- Estado dos corpos d'água afetados.
- Recuperação das áreas degradadas.

#### **4.18.3.8. Recuperação complementar de áreas degradadas**

Apresentar, para análise da Fiscalização da ENERGISA, um plano de recuperação, composto de:

- Inventário das áreas a recuperar;
- Proposta de ações;
- Acompanhamento complementar;

Após a análise da Fiscalização da ENERGISA, a EXECUTORA deverá:

- Executar as ações aprovadas pela Fiscalização da ENERGISA;
- Obter da Fiscalização da ENERGISA a aprovação final da recuperação.

#### **4.18.3.9. Desmobilização de Canteiros e Alojamentos**

Ao final da obra, os locais de canteiro e alojamentos devem estar reintegrados à paisagem local, sem danos ao meio ambiente ou às comunidades adjacentes.

Em caso de eliminação do canteiro, a EXECUTORA deve realizar o completo desmonte das estruturas e recomposição da área.

Em caso de doação ou venda das instalações, esta deve ser previamente aprovada pela Fiscalização da ENERGISA.

Qualquer que seja o destino final da área, ela deve estar completamente limpa de materiais e entulhos em geral. Deve ainda ter toda a drenagem adequada à nova situação, de forma a não restarem empoçamentos ou erosão em qualquer ponto, inclusive os de despejo fora da área.

#### **4.18.4. Aspectos Ambientais Relativos à Saúde, Segurança e Conforto**

##### **4.18.4.1. Mobilização de Mão-de-Obra**

Serviços de mobilização da mão de obra da EXECUTORA junto aos canteiros e centros de produção do empreendimento, executados em conformidade com as especificações ambientais, e atender também:

- Fornecimento de informações às comunidades afetadas e fornecedoras de mão de obra.
- Apresentação à Fiscalização da ENERGISA de evidências da preferência, sempre que possível, da mobilização de mão de obra local.
- Cumprimento de todas as atividades especificadas para a mobilização, especialmente os exames admissionais, vacinação e distribuição de EPI e outros equipamentos do trabalhador.

- Fornecimento, e comprovação junto à Fiscalização da ENERGISA, dos treinamentos previstos nas especificações ambientais para os trabalhadores em todos os níveis.

#### **4.18.4.2. Canteiros e alojamentos**

Serviços de operação das instalações de canteiros e alojamentos da EXECUTORA, executados em conformidade com as especificações ambientais, e atender também:

- Operação do sistema de abastecimento de água com isenção de vazamentos e contaminações, tampas e vedações em bom estado e análises de água atualizadas.
- Operação do sistema de esgotos sem apresentar maus odores nem vazamentos, com adequada disposição final de efluentes e frequência de limpeza de fossas sépticas e outras estruturas.
- Manutenção do sistema elétrico em bom estado, substituindo componentes defeituosos ou que apresentem riscos a seres humanos ou às instalações.
- Manutenção do sistema de combate a incêndio em condições operacionais adequadas.
- Operação, ou acompanhamento, no caso de terceirização, dos sistemas de produção e distribuição de alimentação, garantindo condições de higiene e saúde e valor nutricional das refeições.
- Manutenção da higiene e limpeza da área e regularidade na coleta de lixo. Adequada disposição temporária e final do lixo.
- Uso, e manutenção em bom estado, de sinalizações claras para todos os sistemas.

#### **4.18.4.3. Atendimento médico e segurança**

Operação, ou acompanhamento, no caso de terceirização, dos sistemas de atendimento médico e de segurança da EXECUTORA, executados em conformidade com as especificações ambientais, e atender também:

- Operação dos Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT) em acordo com as especificações ambientais e normas do Ministério do Trabalho, incluindo a implementação de programas e a geração de todos os documentos e informações previstos.
- Manutenção da CIPA e em adequada operação.
- Fornecimento, estoque, reposição e adequada disponibilidade dos EPI e EPC.

#### **4.18.4.4. Transporte**

Operação, ou acompanhamento, no caso de terceirização, dos transportes de materiais e trabalhadores, executados em conformidade com as especificações ambientais, e atender também:


- Manutenção de veículos e demais equipamentos de transporte em bom estado de conservação e com a documentação atualizada e facilmente acessível à Fiscalização da ENERGISA, inclusive a de motoristas.
- Transporte de trabalhadores em veículos providos de áreas separadas para carga e pessoas, com acomodações, lotação, velocidade e demais condições de segurança adequadas.
- Transporte de materiais e equipamentos de forma planejada, sem interferências desnecessárias com o tráfego local, sem derramamentos e em velocidade e demais condições de segurança adequadas.

#### **4.18.4.5. Operação de máquinas e equipamentos e sinalização**

Operação de máquinas e equipamentos em conformidade com as especificações ambientais, e atender também:

- Fornecimento de orientação ambiental e de segurança às equipes de operadores.
- Imediato reparo de qualquer dano causado pelo tráfego de pessoal, veículos, etc., às vias, pontilhões e outros recursos, a expensas da EXECUTORA.



- 
- Manutenção de ferramentas e equipamentos em perfeito estado de uso e conservação.
  - Aterramento de quaisquer equipamentos elétricos e de todos os equipamentos usados no lançamento de cabos.
  - Observações de cuidados especiais na manipulação e guarda de substâncias perigosas.
  - Manutenção de habilitações, licenças e autorizações exigidas de forma organizada e disponíveis para consulta pela Fiscalização da ENERGISA.
  - Sinalização e bloqueio de todos os locais sujeitos ao acesso de pessoas e/ou veículos alheios às obras.
  - Sinalização da obrigatoriedade do uso e tipo de EPI, equipamentos de combate a incêndios, maletas de primeiros socorros, telefones de emergência, etc. em cada área.

#### **4.18.4.6. Desmobilização de mão-de-obra**

Desmobilização da mão de obra, executada em conformidade com as especificações ambientais, e atender também:

- Fornecimento de informações às comunidades envolvidas, incluindo orientação quanto a compromissos financeiros assumidos pelos empregados da EXECUTORA, benfeitorias ou danos decorrentes da obra e providências possíveis ou previstas.
- Fornecimento de orientação profissional e apoio aos trabalhadores dispensados.
- Realização dos exames demissionais.

#### **4.18.5. Aspectos Ambientais de Construção**

A tabela apresentada neste item relaciona as medidas que deverão ser consideradas para cada dano ambiental em potencial, para cada etapa da obra.

Esta tabela deverá ser consultada sempre que houver dúvida quanto à necessidade de ação (es) mitigadora(s) sobre os possíveis danos ao meio ambiente provocados pela construção da SE.

Tabela 3 - Medidas a serem consideradas para cada dano ambiental

Área	Causas e danos ambientais	Medidas a considerar
Canteiro de obras e alojamentos	Erosão dos taludes de escavação (produção de sedimentos).	Drenagem superficial, proteção vegetal.
	Disposição de resíduos perigosos (poluição).	Reciclagem/tratamento/disposição em aterros industriais
	Disposição de resíduos sólidos, Classes II A e IIB (poluição).	Coleta seletiva e disposição em aterros sanitários/ reciclagem.
	Efluentes sanitários (poluição).	Tratamento em fossas sépticas.
	Efluentes não perigosos (produção de sedimentos).	Decantação.
	Efluentes líquidos oleosos - oficina (poluição).	Sistema de separação água e óleo / reciclagem.
	Depósito de combustíveis e lubrificantes (poluição).	Sistema de prevenção contra vazamentos.
	Produção de ruídos (poluição).	Uso de EPI's (Equipamentos de Proteção Individual).
	Produção de poeira (poluição).	Aspersão de água.
	Emissão de gases (poluição) por equipamentos.	Sistemas de manutenção e filtros.
Transporte de pessoal, equipamentos e materiais.	Danos às vias e rios existentes (interferência no cotidiano).	Melhoria da pista e da drenagem - restauração imediata. Cuidados de navegação fluvial.
	Acidentes (interferência no cotidiano).	Reforço da sinalização e treinamento pessoal. Observar os veículos de transporte de trabalhadores, que deverão estar compatíveis com as normas do DNIT e os órgãos estaduais de cada Unidade de Negócios.
	Produção de poeira (poluição).	Aspersão de água.
	Emissão de gases (poluição) por equipamentos.	Sistemas de manutenção e filtros.
Utilização e aberturas de vias de acesso	Estabilidade de taludes (produção de sedimentos).	Drenagem superficial, proteção vegetal.

Área	Causas e danos ambientais	Medidas a considerar
	Produção de poeira (poluição).	Aspersão de água nas proximidades com residências, comunidades, e similares.
	Produção de gases (poluição).	Sistemas de manutenção, filtros.
	Emissão de gases (poluição) por equipamento.	Sistemas de manutenção, filtros.
	Recomposição (poluição e produção de sedimentos).	Drenagem superficial e revegetação (conforme Programa de Recuperação de Áreas Degradadas).
Escavações em rochas	Desmorte (uso de explosivos).	Normas do Exército e da ABNT; comunicação com antecedência às populações residentes nas proximidades /propriedades atingidas diretamente.
	Produção de ruídos (poluição).	Uso de EPI's.
	Produção de poeira (poluição).	Aspersão de água.
	Emissão de gases (poluição) por equipamento.	Sistemas de manutenção, filtros.
Central de concreto	Os aditivos de concreto.	Deverá ser armazenado em local confinado, coberto, ventilado e controlado por pessoal capacitado.
	A lavagem dos agregados.	Deverá ser controlada e realizada em local apropriado, com sistema de canalização e contenção.
	Agregados miúdos e graúdos.	O material coletado deverá ser reciclado ou disposto em bota-fora.
	Locais de captação de água para concretagem.	Deverão ser devidamente licenciados ou utilização de águas públicas com cobrança (captadas em local com hidrômetro).
	Concretagem em áreas sensíveis.	Evitar, durante a concretagem, a produção de resíduos fora dos locais previstos.
Transporte de Concreto	Resíduos do interior do caminhão betoneira	A betoneira deverá ser lavada no local da escavação/fundação, sendo enterrado o resíduo no local próximo a cava.
	Concreto não utilizado na cava	Deverá ser doado ao proprietário no ato, com sua permissão e despejado em local permitido.
	Perdas de concreto na betoneira por acidentes/atolamento/acessos dificultados	Despejados localmente com autorização do proprietário (viabilizar utilização na

Área	Causas e danos ambientais	Medidas a considerar
		propriedade), nunca despejar em rodovias.
	Velocidade do caminhão/transporte	Atender as velocidades permitidas pela Obra (até 40 km/h) e atenção à sinalização de advertência.
Escavações (cavas)	Escavação (produção de sedimentos).	Sistemas de controle de erosão e produção de sedimentos (geotêxteis, telas-filtro, cercas de silte).
	Produção de ruídos (poluição).	Uso de EPIs.
	Produção de poeira (poluição).	Aspersão de água.
	Emissão de gases (poluição) por equipamento.	Sistemas de manutenção, filtros.
Uso de martelete	Escavação em rocha sem uso de explosivos.	Isolamento da área.
	Disposição e controle de resíduos.	Programa de Recuperação de Áreas Degradadas.
Topografia	Supressão de vegetação.	Corte, remoção e disposição em locais determinados específicos, verificar licenças específicas.
	Trabalhos em áreas sensíveis.	Evitar, durante a topografia, a supressão excessiva e a produção de resíduos, principalmente em Áreas de Proteção Permanente (APP's) ou áreas úmidas em geral.
Sinalização	Colocação de placas indicativas, sinalizadoras e preventivas e de advertência.	Fundamental importância para o bom andamento dos trabalhos, pois aumenta a segurança dos trabalhadores e das populações do entorno.
Travessias (quando aplicável)	Margem de curso d'água	Montagem de cavaletes (projeto adequado).
	Supressão de vegetação.	Corte, remoção e cubagem. Disposição em locais apropriados/ autorizados. Utilizar a menor área possível. (consultar também ABNT - NBR 5422/85)
	Rodovias e ferrovias	Solicitação de permissão junto ao DNIT/DER ou concessionárias com antecedência e, providenciar planejamento da sinalização adequada e controle de resíduos.
Terraplenagem	As causas e danos ao meio ambiente envolvem todas as fases construtivas da SE (acesso, canteiro, praças de montagem, lançamentos, áreas de empréstimo e bota-fora).	Observar todo o processo de licenciamento, principalmente em relação às condicionantes das licenças e restrições da área e dos programas ambientais a serem implementados.
Fundações das Torres	Supressão de vegetação.	Corte, remoção e cubagem. Disposição em locais apropriados/ autorizados. Utilizar a menor área possível. (consultar também ABNT - NBR 5422/85)

Área	Causas e danos ambientais	Medidas a considerar
	Abertura de cavas.	Observar Normas de Segurança, isolamento da área e cobertura das cavas até seu fechamento.
	Concretagem das fundações.	Evitar, durante a concretagem, a produção de resíduos fora dos locais previstos.
	Aterro das bases	Utilizar o material da abertura das cavas, evitando, assim, áreas de empréstimo adicional.
	Segregação e controle de resíduos	Programa de controle de resíduos.
Praça de lançamento de cabos	Supressão de vegetação na praça de lançamento	Corte, remoção e cubagem. Disposição em locais apropriados/ autorizados. Utilizar a menor área possível. (consultar também ABNT - NBR 5422/85)
	Isolamento da área de trabalho.	Cercar toda a área de trabalho, não permitindo o acesso de animais e pessoas estranhas. Sinalizar adequadamente a praça.
	Armazenamento dos equipamentos, dos carretéis e cabos.	Acondicionar, adequadamente, dentro da praça, os materiais. Cuidados deverão ser tomados com as áreas de proteção ambiental quando houver, por exemplo: mata ciliar, córregos, parques, reservas florestais, etc.
	Colocação de isoladores.	Cuidados com a segurança do trabalho. Observar o programa de controle de resíduos.
Comissionamento	Recolhimento, segregação e disposição e dos resíduos gerados em todas as fases da obra.	Programa de controle de resíduos.
	Eliminação de todas as Não-Conformidades ambientais e sociais antes do comissionamento/testes de energização da LT/SE.	Realizar auditorias no sentido de entregar a obra ambientalmente e socialmente corretas, obedecendo às exigências de cada etapa das Licenças requeridas e demais solicitações da ENERGISA.

#### 4.18.6. Planilha CAUSA X EFEITO X CONTROLE

ASPECTO AMBIENTAL/ CAUSA	IMPACTO AMBIENTAL/ CONSEQÜÊNCIA	MOMENTO OCORRÊNCIA IMPACTO	SE URB	SE RUR	PROGRAMAS/MEDIDAS PREVENTIVAS/MITIGADORAS/COMPENSATÓRIAS
Ocupação de áreas para as SE's, canteiros de obras, eletrodos de terra e estradas de acesso (desmatamento e terraplanagem)	- Retirada da cobertura vegetal	C	X	X	▪ Retirada de áreas degradadas
	- Interferência na fauna e na flora			X	▪ Implantação e consolidação de unidades de conservação
	- Interferência em recursos hídricos		X	X	▪ Proteção dos recursos hídricos
	- Interferência em áreas legalmente protegidas	C/O		X	▪ Controle dos processos erosivos
	- Efeito de borda			X	▪ Estudos da flora e da fauna
	- Invasão de espécies exótica			X	▪ Não utilização de áreas com relevo acidentado
	- Fragmentação dos habitats			X	▪ Localização de SEs de forma a reduzir o impacto sobre a fauna, flora e corpos d'água
	- Maior acesso às áreas silvestres ou de relevante interesse ambiental		X	X	
	- Erosão do solo no entorno das SEs e ao longo das estradas de acesso		X	X	
	- Interferência com população indígena ou outros grupos étnicos	P/C/O		X	▪ Gestão junto ao órgão competente ▪ Compensação territorial e outras medidas para manutenção da coesão do grupo afetado
	- Interferência nos equipamentos sociais e áreas comunitárias, locais de interesse histórico e cultural	C/O	X	X	▪ Apoio às comunidades indígenas ou outros grupos étnicos ▪ Acompanhamento e controle do contato inter-étnico
	- Deslocamento de população	P/C	X	X	▪ Redimensionamento dos serviços e equipamentos sociais urbanos
	- Aumento do fluxo migratório devido ao aumento da oferta de emprego	C	X	X	▪ Saúde e saneamento básico ▪ Relocação de população urbana
	- Aquecimento da economia, seguido de retração ao término da obra		X	X	▪ Relocação de infraestrutura econômica e social
	- Interferência na saúde da população		X	X	
	- Interferência nas atividades agropecuárias			X	▪ Indenizações de terrenos e benfeitorias ▪ Salvamento do patrimônio cultural (arqueológico, histórico, paisagístico) ▪ Comunicação socioambiental
	- Ruído, poeira	C/O	X	X	
	- Perda do uso da terra		X	X	▪ Escolha das SEs de forma a evitar áreas indígenas e interferências com recursos sociais, agrícolas e culturas importantes.



ASPECTO AMBIENTAL/ CAUSA	IMPACTO AMBIENTAL/ CONSEQUÊNCIA	MOMENTO OCORRÊNCIA IMPACTO	SE URB	SE RUR	PROGRAMAS/MEDIDAS PREVENTIVAS/MITIGADORAS/COMPENSATÓRIAS
Operação das SEs (efluentes líquidos e sólidos, captação de águas)	- Interferência na fauna e flora	O	X	X	▪ Manejo da flora e fauna
	- Poluição dos recursos hídricos		X	X	▪ Proteção dos recursos hídricos
	- Captação e devolução da água		X	X	▪ Implantação de mecanismos de tratamento/acondicionamento/destino final de resíduos e efluentes
	- Disseminação de doenças na liberação de esgoto sanitário		X	X	
Inclusão de obstáculo artificial	- Degradação da paisagem, desordem cênica e falta de integração visual	C/O	X	X	▪ Implantação de cinturão de árvores altas para diminuição do impacto visual ▪ Projetos paisagísticos
Manuseio de materiais perigosos	- Danos à saúde devido ao manuseio e estocagem	C/O	X	X	▪ Implantação de mecanismos de tratamento/acondicionamento/destino final de resíduos
Energização e operação da SE, com surgimento de efeitos eletromagnéticos	- Efeitos biológicos na fauna e flora	O	X	X	▪ Aperfeiçoamento dos critérios de projeto diferenciados por região
	- Efeitos biológicos no homem		X	X	
	- Ruído audível, rádio e TV interferência		X	X	▪ Implantação de cinturão de árvores altas para absorção das ondas sonoras
	- Efeitos devidos à transferência de potencial		X	X	▪ Controle dos efeitos ocasionados pelos campos eletromagnéticos
	- Efeitos biológicos		X	X	▪ Acompanhamento dos estudos sobre efeitos biológicos dos campos eletromagnéticos em andamento no mundo e adequação dos resultados à realidade brasileira (*) ▪ Comunicação sócio-ambiental ▪ Utilização de áreas afastadas de atividades humanas e locais ambientalmente relevantes

**LEGENDA:**

Momento de ocorrência: P = planejamento, C = construção, O = operação SE URB = SE urbana, SE RUR = SE rural (\*) Pesquisas e ações de longa maturação e de caráter geral, não relacionadas a um empreendimento específico, cujos resultados acarretam alterações nos critérios de projeto.

Figura 11 - Relação Causa x Efeito x Controle

## 4.19.Arqueologia

Evitar que o empreendimento destrua bens constituintes do patrimônio arqueológico nacional numa dada região deve ser uma preocupação por parte do empreendedor.

O IPHAN é o Órgão do Ministério da Cultura responsável pela autorização e fiscalização da pesquisa arqueológica, que exerce esta função constitucional com o apoio do Ministério Público Federal.


Arqueologia preventiva, também conhecida como arqueologia de salvamento, ou arqueologia de contrato, constitui-se em uma prática da arqueologia objetivando o cumprimento da Legislação Federal vigente no Brasil. Em todas as obras que necessitam de um estudo de impacto ambiental, o EIA-RIMA, é necessária a execução de uma pesquisa arqueológica para a obtenção da Licença Prévia (LP), da Licença de Instalação (LI), e da Licença de Operação (LO).

No Brasil, os bens arqueológicos são considerados bens da União, cfe. Art. XX da Constituição Federal do Brasil. Além disso, são protegidos por lei específica (Lei 3.924/61), que obriga seu estudo antes de qualquer obra que possa vir a danificá-los. É preciso, portanto, antes da implantação de qualquer tipo de empreendimento que implique alteração do uso do solo, verificar se na área a ser afetada pelas obras algum sítio arqueológico ainda não detectado pode estar correndo risco de dano, o que também se encontra recomendado na Resolução CONAMA 001/1986, art. 6, c.

Neste sentido, obras de subestações localizadas em regiões consideradas estratégicas para o conhecimento da história (área mapeadas como de importância arqueológica), maiores cuidados devem ser tomados com a observância da legislação.

Nas áreas de concessão, devem ser observadas as legislações vigentes a acerca dos aspectos arqueológicos na fase de seleção do local onde a Subestação vai ser construída:

- Resolução CONAMA 01/86, especificamente Artigo 6, Inciso I, Alínea C, onde são destacados os sítios e monumentos arqueológicos como elementos a serem



considerados nas diferentes fases de planejamento e implantação do empreendimento (LP, LI, LO).

- Resolução CONAMA 237/97, que detalha as atividades e produtos esperados para cada uma das fases acima citadas.
- Lei n. 3.924, de 26/07/1961, que proíbe a destruição ou mutilação, para qualquer fim, da totalidade ou parte das jazidas arqueológicas, o que é considerado crime contra o patrimônio nacional.
- Constituição Federal de 1988 (Artigo 225, Parágrafo IV), que considera os sítios arqueológicos como patrimônio cultural brasileiro, garantindo sua guarda e proteção, de acordo com o que estabelece o Artigo 216.
- Portaria IPHAN/MinC 07, de 01/12/1988, que normatiza e legaliza as ações de intervenção junto ao patrimônio arqueológico nacional.
- Portaria IPHAN/MinC n. 230, de 17/12/02, que define o escopo das pesquisas a serem realizadas durante as diferentes fases de licenciamento de obra.

**NOTA:**

16. Cumprir o que consta na ICA 19.

## 5. CAMADA DE SISTEMAS DE ENERGIA E PROTEÇÃO

A Camada de Sistemas de Energia e Proteção aborda principalmente o diagrama unifilar, arranjo e as funções de proteção empregadas.

Nesta camada as premissas consideradas para definição dos padrões foram: otimização da área da Subestação, flexibilidade, confiabilidade e manutenção.

Os principais pontos abordados são:

- Diagramas Unifilares;
- Barramentos;

- Equipamentos;
- Setor de AT e MT;
- Proteções.

## 5.1. Sistema de Proteção

Ao sistema de proteção estão associados todos os equipamentos necessários para detectar, localizar, iniciar e completar a eliminação de uma falta ou de uma condição anormal de operação de um sistema elétrico de potência.


Um dos principais equipamentos responsável pelo correto funcionamento do sistema de proteção é o relé de proteção. Nesta Norma, os relés de proteção poderão ser denominados também de IED's (*Intelligent Electronic Device*).

Os IED's são dispositivos eletrônicos inteligentes que utilizam tecnologia digital numérica e possuem as funções de proteção, medição, oscilografia e controle local, para aplicação em instalações elétricas de alta e média tensão.

De forma geral, os IED's funcionam a partir da medição de duas grandezas: corrente e tensão. Essas grandezas são adquiridas do sistema elétrico através de transformadores de instrumentos (TC e TP) e são enviadas aos IED's através de suas entradas analógicas de corrente e tensão.

Os sinais analógicos medidos são analisados e comparados com valores pré-ajustados nos IED's, de acordo com os ajustes determinados nos estudos elétricos de proteção e seletividade. Caso os sinais medidos alcancem os valores pré-definidos e o tempo previsto para atuação, o IED envia um sinal de abertura (*Trip*) para os disjuntores associados e estes isolam as áreas afetadas pela falta, eliminando o defeito.

Para um maior detalhamento de todos os requisitos mínimos necessários dos relés de proteção, recomenda-se uma consulta à especificação técnica ETU 519 (NS-01-ET-519), que trata de uma forma abrangente este assunto.




Nos itens a seguir são especificados os requisitos mínimos de proteção para as respectivas aplicações. Tais requisitos deverão ser considerados nos estudos de proteção e seletividade da subestação, que deverão ser submetidos à ENERGISA e após a aprovação deverão ser inseridos no projeto executivo da subestação para a implantação.

### **5.1.1. Vão de linha de transmissão**

Os IED's de proteção de LT deverão possuir, no mínimo, as funções de proteção ANSI abaixo:

- 21/21N - Proteção de distância de fase e de terra.
- 50 - Proteção de Sobrecorrente de fase de tempo definido.
- 51 - Proteção de Sobrecorrente de fase temporizada.
- 50N - Proteção de Sobrecorrente de neutro de tempo definido.
- 51N - Proteção de Sobrecorrente de neutro temporizada.
- 27 - Proteção de subtensão de fase.
- 59 - Proteção de sobretensão de fase.
- 50/62BF - Proteção de falha de disjuntor.
- 67 - Proteção direcional de sobrecorrente de fase.
- 67N - Proteção direcional de sobrecorrente de terra.
- 81U - Proteção de subfrequência.
- 81O - Proteção de sobrefrequência.
- 79 - Religamento automático.
- 25 - Check de sincronismo.



Os IED's poderão ter ainda, se requisitados pelos estudos específicos de proteção e seletividade ou nos unifilares de cada tipo, as seguintes proteções:

- 87L - Proteção de corrente diferencial de linha.

Observações:

A função de proteção ANSI 79 (Religamento automático) e a função ANSI 50/62BF (Falha do disjuntor) deverão possuir chaves seletoras para habilitar / desabilitar seu funcionamento, de acordo com os requisitos mínimos especificados na camada de controle.

O religamento deve ser bloqueado sempre que houver defeito no disjuntor como baixa pressão do gás SF<sub>6</sub> e também na atuação de proteções que sejam impeditivas à reenergização da linha. O religamento deve ser bloqueado também quando o disjuntor for aberto manualmente pelo operador, após o tempo ajustado, nas energizações com ou sem defeito presente.


As funções de proteção de sobrecorrente direcional, verificação de sincronismo e de distância, ANSI 67, 67N, 25, 21 e 21N, não serão utilizadas no caso da LT ter configuração radial.

A função de proteção de subfrequência / sobrefrequência, ANSI 81, será utilizada caso seja previsto a utilização do esquema do ERAC (Esquema Regional de Alívio de Cargas).

Dependendo da distância da LT, poderá ser utilizada a função de proteção 87L (proteção diferencial de LT) com comunicação com o relé da SE adjacente, sendo necessário neste caso compatibilizar o conjunto de relés de proteção das subestações adjacentes. No caso de adoção desta proteção, deverá ser previsto ainda um relé de bloqueio (86L) que atuará com a atuação da proteção 87L.

No caso da LT possuir comprimento acima de 15 km, poderá ser utilizada a função de proteção 21 (proteção distância de LT). Neste caso, deverá ser previsto ainda um sistema de teleproteção para envio e recepção de transferências de permissão (POTT) e disparo direto (TDD).





Caso não seja implementada a função de proteção 21/21N, o relé utilizado deverá possuir recurso de localização de falta (fault location).

Para implementação da função 87L - Proteção de corrente diferencial de linha, deverá haver uma rede apropriada de comunicação entre os terminais da linha como, p. ex., cabo OPGW, a qual servirá para a comunicação entre os IEDs das subestações adjacentes à linha protegida.

Todos os IEDs empregados deverão ser compatíveis com a norma IEC-61850 na sua última versão.


### **5.1.2. Proteção dos transformadores de potência**

A proteção dos transformadores se dará através de um conjunto de 2 IED's: Proteção Principal (87) e Proteção de Retaguarda (87).

Os relés de proteção principal e retaguarda do transformador deverão conter, no mínimo, as seguintes funções de proteção ANSI:

- 87T - Proteção diferencial de Transformador.
- 87N - Proteção diferencial restrita à terra.
- 51 - Proteção de Sobrecorrente de fase temporizada.
- 51N - Proteção de Sobrecorrente de neutro temporizada.
- 51G - Proteção de Sobrecorrente do aterramento do transformador.
- 59G - Proteção de sobretensão de fase.
- 50/62BF- Proteção de falha de disjuntor.

Deverá ser previsto um relé digital adicional que terá a função de unidade de aquisição de alarmes e disparos dos transformadores, sendo uma por transformador. Esta UAC deverá comunicar-se com os módulos de aquisição remotos e será também responsável pelas funções de relés de bloqueio, sendo os mesmos configurados internamente em sua lógica.



A proteção principal realizará a medição de corrente nos TC's das buchas do próprio transformador de potência no lado de AT e nos TC's das buchas do próprio transformador de potência no lado de MT, baixa do transformador.

A proteção de retaguarda realizará a medição de corrente nos TC's do bay de TR da GIS, no caso do tipo 04 nos TC's do CMT de 34,5kV, e nos TC's do CMT da MT.


As proteções próprias (intrínsecas) dos transformadores de potência deverão ser constituídas por:

- 49 - Relé detector de temperatura do enrolamento do transformador.
- 26 - Relé detector de temperatura do óleo isolante do tanque do transformador.
- 63 - Relé detector de gás (Buchholz) do óleo isolante do transformador.
- 71 - Relé indicador de nível de óleo isolante do transformador.
- 20 - Válvula de alívio de pressão do transformador.

As proteções próprias (intrínsecas) do comutador sob carga deverão ser constituídas por:

- 63C - Relé detector de gás (Buchholz) do óleo isolante do comutador sob carga.
- 71C - Relé indicador de nível de óleo isolante do comutador sob carga.
- Relé de Proteção contra sobrepresão do comutador sob carga.
- Relé de Proteção de fluxo do comutador sob carga.
- Membrana de proteção do comutador sob carga.
- Relé indicador de nível de óleo isolante no comutador sob carga.
- Manômetro do filtro de óleo isolante do comutador sob carga.

Os alarmes das proteções intrínsecas dos transformadores de força e dos comutadores de derivação sob carga poderão ser supervisionados através de entradas



digitais pelos equipamentos de aquisição de I/O Remotos (referência SEL 2414, Treetech DM, entre outros).


As proteções térmicas do transformador, funções ANSI 26 e ANSI 49, são exercidas por uma unidade microprocessada denominada monitor de temperatura, instalada no armário local do transformador no campo. Este monitor deve conter, no mínimo, os seguintes contatos para cada função:

A função de temperatura do óleo deve estar associada a, no mínimo, duas saídas digitais configuradas da seguinte forma: uma saída digital deve gerar um primeiro alarme quando a temperatura do óleo atingir 80°C e a outra saída digital deve gerar alarme quando a temperatura do óleo atingir 95°C.

A função de temperatura do enrolamento deve estar associada a quatro saídas digitais configuradas da seguinte forma: uma saída digital deve comandar a entrada em funcionamento do banco de ventiladores completo quando a temperatura do enrolamento atingir 70°C e as demais saídas digitais devem gerar alarmes, ficando a responsabilidade de comandar a abertura dos disjuntores por conta do órgão de operação. Estas saídas digitais devem estar configuradas para gerar alarmes quando o enrolamento atingir a temperatura de 85°C, de 95°C e de 105°C.

O relé de indicação de nível do óleo (função 71) deve apenas gerar alarme para a operação.

O relé de bloqueio do transformador (86T) deverá ter sua atuação através das funções ANSI 63 (relé de gás ou Buchholz do transformador de força), ANSI 63C (Relé detector de gás (Buchholz) do óleo isolante do comutador sob carga), ANSI 20 (Válvula de alívio de pressão do transformador) e ANSI 87 (proteção diferencial do transformador de força). Uma vez atuada, esta proteção deverá bloquear o fechamento dos disjuntores que isolam o transformador, impedindo sua reenergização. Os bloqueios de fechamento serão realizados por saídas digitais da UAC do referido transformador tipo NF (normalmente fechada) em série com o comando de fechamento dos disjuntores associados.



Para restabelecimento do relé de bloqueio e conseqüentemente da operação normal deste transformador de potência, deverão ser adotados todos os procedimentos estabelecidos pela ENERGISA e análise prévia, assim como avaliar a necessidade de intervenção no equipamento para ensaios antes de qualquer nova reenergização.

### **5.1.3. Proteções dos Alimentadores**


Os IED's de proteção de alimentadores deverão possuir, no mínimo, as funções de proteção ANSI abaixo:

- 50 - Proteção de Sobrecorrente de fase de tempo definido.
- 51 - Proteção de Sobrecorrente de fase temporizada.
- 50N - Proteção de Sobrecorrente de neutro de tempo definido.
- 51N - Proteção de Sobrecorrente de neutro temporizada.
- 79 - Religamento automático.
- 27 - Proteção de subtensão de fase.
- 59 - Proteção de sobretensão de fase.

Os IED's poderão ter ainda, se requisitados pelos estudos específicos de proteção e seletividade, as seguintes proteções:

- 67 - Proteção direcional de sobrecorrente de fase (para casos em que exista a geração distribuída (descentralizada)).
- 67N - Proteção direcional de sobrecorrente de terra (para casos em que exista a geração distribuída (descentralizada)).
- 46 - Proteção de sequência negativa
- Localização de falta

Observações:



A função de proteção ANSI 79 (Religamento Automático) e a função ANSI 50/62BF (Falha do disjuntor) deverão possuir chaves seletoras para habilitar / desabilitar seu funcionamento, de acordo com os requisitos mínimos especificados na camada de controle.

O religamento deve ser bloqueado sempre que houver defeito no disjuntor como, por exemplo, baixa pressão do gás SF<sub>6</sub>, etc., assim como, na atuação de proteções que sejam impeditivas a reenergização do alimentador como, por exemplo, falha no disjuntor. O religamento deve ser bloqueado também quando o disjuntor for aberto manualmente pelo operador, após o tempo ajustado, nas energizações com ou sem defeito presente.

No IED que estará associado ao disjuntor de transferência, deverão existir grupos de ajustes distintos que viabilizem substituir tanto os relés associados aos disjuntores gerais de transformador quanto os relés associados aos religadores dos alimentadores de distribuição, ou ainda quanto aos disjuntores/religadores de banco de capacitores.

Quando o disjuntor de transferência estiver substituindo um dos disjuntores gerais de transformador, o relé enviará sinal de *trip* para os disjuntores principal e/ou de transferência da alta tensão através da função de transferência de proteção existente no lado de alta tensão do transformador.

#### **5.1.4. Proteções dos bancos de capacitores de 15kV e 24,5kV**

Os IED's de proteção de banco de capacitores deverão possuir, no mínimo, as funções de proteção ANSI abaixo:

- 50 - Proteção de Sobrecorrente de fase de tempo definido.
- 51 - Proteção de Sobrecorrente de fase temporizada.
- 50N - Proteção de Sobrecorrente de neutro de tempo definido.
- 51N - Proteção de Sobrecorrente de neutro temporizada.

- 61N - Proteção por Desbalanço de corrente no fechamento do neutro (*sensitive*).
- 27 - Proteção de subtensão de fase.
- 59 - Proteção de sobretensão de fase.

Será utilizado para a proteção de Banco de Capacitores um IED que atuará nos disjuntores de conexão dos bancos de capacitores (será um disjuntor instalado em CMT protegendo até quatro bancos de capacitores de 1,8 MVAR em média tensão, na ligação dupla estrela isolada).

Será utilizada a função de proteção desbalanço de corrente no fechamento do neutro, ANSI 61N, gerada pelo desbalanço das células capacitivas dentro do banco de capacitores.

Serão implementadas as funções de sobrecorrente instantâneo e temporizado e sobrecorrente instantâneo e temporizado de neutro, ANSI 50/51 e 50/51N.

Deverá ser previsto o bloqueio temporizado do fechamento dos disjuntores dos bancos de capacitores no caso de religamento no sistema de controle. O tempo de bloqueio deverá ser definido de acordo com a orientação do fornecedor do banco de capacitores.

#### **5.1.5. Proteção de equipamentos gerais**


Os circuitos em corrente alternada oriundos dos secundários dos transformadores de potencial deverão ter disjuntores termomagnéticos bipolares 6A com contato auxiliar para sinalização remota de posição em sua caixa de interligação.

Todos os terminais de transformadores de corrente deverão ser obrigatoriamente do tipo olhal.

Todos os IED's e circuitos deverão ser protegidos em seus circuitos em corrente contínua com mini-disjuntores individuais por IED.

#### **5.1.6. Painéis de proteção e controle**





Os painéis de proteção serão fornecidos conforme descritos na Especificação Técnica ETU 518 (NS-01-ET-518) - Painéis de Proteção e Controle.

Os desenhos esquemáticos de proteção, medição e controle deverão ser fornecidos por ocasião da elaboração do projeto executivo da subestação, de acordo com os padrões estabelecidos pela ENERGISA.

## 5.2. Equipamentos

Todas as especificações, detalhamentos e memórias de cálculo encontram-se nos documentos de especificações técnicas que acompanham a documentação da camada.

Todos os equipamentos deverão ser fabricados de acordo com as especificações, de acordo com os requisitos técnicos de carga, tensão e níveis de curto-circuito do sistema no ponto de inserção da instalação.

As especificações indicam também todas as condições para os ensaios de tipo e recebimento e as garantias do equipamento, acessórios, componentes e sobressalentes.

É necessário o atendimento a todos os requisitos técnicos, sejam os relativos às normas aplicáveis, como aos critérios definidos pela ENERGISA.

Neste item são apresentados os equipamentos padronizados para os 5 tipos de SEs. Esses tipos são compostos principalmente por:

- Transformador de potência
- Subestação isolada a gás - GIS (alta tensão - 138, 88, 69kV)
- Cubículo de média tensão (34,5; 22; 13,8 e 11,4 kV)
- Para raios
- Banco de Capacitores

Em alguns casos específicos, os tipos podem apresentar TC's e TP's ao tempo para o sistema de medição e faturamento.

### 5.2.1. Transformador de potência

A tabela abaixo apresenta os tipos de transformadores de potência padronizados na Especificação Técnica ETU-001 e suas características principais.

Tabela 4 - Transformadores de Potência

Tipo	Descrição
T1	Transformador de potência, tensão nominal 69-13,8 ou 11,4 kV, potência 5/6,25 MVA, ligação Triângulo / Estrela Aterrada (Primário / Secundário), ligação Dyn1, regulação + 2x2,5% - 4x2,5%, com comutador de derivação a vazio, impedância percentual 7%, com 02 x TC's de bucha AT (relação múltipla de 300-5A, FT=1,5, classe de exatidão 10B200), com 02 x TC de bucha MT (relação múltipla de 600-5A, FT=1,5, sendo 01 TC classe de exatidão 10B200 e 01 TC classe de exatidão 0,3C50), com 01 TC do enrolamento secundário para atender ao regulador de tensão do comutador sob carga e 01 TC enrolamento secundário (X), para atender ao instrumento de medição da imagem térmica do enrolamento.
T2	Transformador de potência, tensão nominal 138-13,8 ou 11,4 kV, potência 5/6,25 MVA, ligação Triângulo / Estrela Aterrada (Primário / Secundário), ligação Dyn1, regulação + 2x2,5% - 4x2,5%, com comutador de derivação a vazio, impedância percentual 7%, com 02 x TC's de bucha AT (relação múltipla de 300-5A, FT=1,5, classe de exatidão 10B200), com 02 x TC de bucha MT (relação múltipla de 600-5A, FT=1,5, sendo 01 TC classe de exatidão 10B200 e 01 TC classe de exatidão 0,3C50), com 01 TC do enrolamento secundário para atender ao regulador de tensão do comutador sob carga e 01 TC enrolamento secundário (X), para atender ao instrumento de medição da imagem térmica do enrolamento.
T3	Transformador de potência, tensão nominal 69-13,8 ou 11,4 kV, potência 10/12,5 MVA, ligação Triângulo / Estrela Aterrada (Primário / Secundário), ligação Dyn1, regulação + 4x1,25% - 12x1,25%, com comutador de derivação sob carga, impedância percentual 8%, com 02 x TC's de bucha AT (relação múltipla de 300-5A, FT=1,5, classe de exatidão 10B200), com 02 x TC de bucha MT (relação múltipla de 1600-5A, FT=1,5, sendo 01 TC classe de exatidão 10B200 e 01 TC classe de exatidão 0,3C50), com 01 TC do enrolamento secundário para atender ao regulador de tensão do comutador sob carga e 01 TC enrolamento secundário (X), para atender ao instrumento de medição da imagem térmica do enrolamento.
T4	Transformador de potência, tensão nominal 138-13,8 ou 11,4 kV, potência 10/12,5 MVA, ligação Triângulo / Estrela Aterrada (Primário / Secundário), ligação Dyn1, regulação + 4x1,25% - 12x1,25%, com comutador de derivação sob carga, impedância percentual 8%, com 02 x TC's de bucha AT (relação múltipla de 300-5A, FT=1,5, classe de exatidão 10B200), com 02 x TC de bucha MT (relação múltipla de 1600-5A, FT=1,5, sendo 01 TC classe de exatidão 10B200 e 01 TC classe de exatidão 0,3C50), com 01 TC do enrolamento secundário para atender ao regulador de tensão do comutador sob carga e 01 TC enrolamento secundário (X), para atender ao instrumento de medição da imagem térmica do enrolamento.
T5	Transformador de potência, tensão nominal 69-13,8 ou 11,4 kV, potência 20/25 MVA, ligação Triângulo / Estrela Aterrada (Primário / Secundário), ligação Dyn1, regulação + 4x1,25% - 12x1,25%, com comutador de derivação

Tipo	Descrição
	sob carga, impedância percentual 9%, com 02 x TC's de bucha AT (relação múltipla de 300-5A, FT=1,5, classe de exatidão 10B200), com 02 x TC de bucha MT (relação múltipla de 1600-5A, FT=1,5, sendo 01 TC classe de exatidão 10B200 e 01 TC classe de exatidão 0,3C50), com 01 TC do enrolamento secundário para atender ao regulador de tensão do comutador sob carga e 01 TC enrolamento secundário (X), para atender ao instrumento de medição da imagem térmica do enrolamento.
T6	Transformador de potência, tensão nominal 138-13,8 ou 11,4 kV, potência 20/25 MVA, ligação Triângulo / Estrela aterrada (Primário / Secundário), ligação Dyn1, regulação + 4x1,25% - 12x1,25%, com comutador de derivação sob carga, impedância percentual 9%, com 02 x TC's de bucha AT (relação múltipla de 300-5A, FT=1,5, classe de exatidão 10B200), com 02 x TC de bucha MT (relação múltipla de 1600-5A, FT=1,5, sendo 01 TC classe de exatidão 10B200 e 01 TC classe de exatidão 0,3C50), com 01 TC do enrolamento secundário para atender ao regulador de tensão do comutador sob carga e 01 TC enrolamento secundário (X), para atender ao instrumento de medição da imagem térmica do enrolamento.
T7	Transformador de potência, tensão nominal 69-22 kV, potência 10/12,5 MVA, ligação Triângulo / Estrela aterrada (Primário / Secundário), ligação Dyn1, regulação + 4x1,25% - 12x1,25%, com comutador de derivação sob carga, impedância percentual 8%, com 02 x TC's de bucha AT (relação múltipla de 300-5A, FT=1,5, classe de exatidão 10B200), com 02 x TC de bucha MT (relação múltipla de 1200-5A, FT=1,5, sendo 01 TC classe de exatidão 10B200 e 01 TC classe de exatidão 0,3C50), com 01 TC do enrolamento secundário para atender ao regulador de tensão do comutador sob carga e 01 TC enrolamento secundário (X), para atender ao instrumento de medição da imagem térmica do enrolamento.
T8	Transformador de potência, tensão nominal 138-22 kV, potência 10/12,5 MVA, ligação Triângulo / Estrela aterrada (Primário / Secundário), ligação Dyn1, regulação + 4x1,25% - 12x1,25%, com comutador de derivação sob carga, impedância percentual 8%, com 02 x TC's de bucha AT (relação múltipla de 300-5A, FT=1,5, classe de exatidão 10B200), com 02 x TC de bucha MT (relação múltipla de 1200-5A, FT=1,5, sendo 01 TC classe de exatidão 10B200 e 01 TC classe de exatidão 0,3C50), com 01 TC do enrolamento secundário para atender ao regulador de tensão do comutador sob carga e 01 TC enrolamento secundário (X), para atender ao instrumento de medição da imagem térmica do enrolamento.
T9	Transformador de potência, tensão nominal 69-22 kV, potência 20/25 MVA, ligação Triângulo / Estrela aterrada (Primário / Secundário), ligação Dyn1, regulação + 4x1,25% - 12x1,25%, com comutador de derivação sob carga, impedância percentual 9%, com 02 x TC's de bucha AT (relação múltipla de 300-5A, FT=1,5, classe de exatidão 10B200), com 02 x TC de bucha MT (relação múltipla de 1200-5A, FT=1,5, sendo 01 TC classe de exatidão 10B200 e 01 TC classe de exatidão 0,3C50), com 01 TC do enrolamento secundário para atender ao regulador de tensão do comutador sob carga e 01 TC enrolamento secundário (X), para atender ao instrumento de medição da imagem térmica do enrolamento.

Tipo	Descrição
T10	Transformador de potência, tensão nominal 138-22 kV, potência 20/25 MVA, ligação Triângulo / Estrela Aterrada (Primário / Secundário), ligação Dyn1, regulação + 4x1,25% - 12x1,25%, com comutador de derivação sob carga, impedância percentual 9%, com 02 x TC's de bucha AT (relação múltipla de 300-5A, FT=1,5, classe de exatidão 10B200), com 02 x TC de bucha MT (relação múltipla de 1200-5A, FT=1,5, sendo 01 TC classe de exatidão 10B200 e 01 TC classe de exatidão 0,3C50), com 01 TC do enrolamento secundário para atender ao regulador de tensão do comutador sob carga e 01 TC enrolamento secundário (X), para atender ao instrumento de medição da imagem térmica do enrolamento.


Os transformadores de potência devem ser do tipo imerso em óleo, com enrolamentos de cobre, refrigerados por circulação natural de óleo e em forma forçada (ONAN/ONAF) por ar, adequados para operação ao tempo.

O sistema de preservação do óleo isolante deve ser mediante tanque conservador, o qual deve contar com uma proteção com relé Buchholz.

Todos os transformadores acima de 10/12,5MVA devem possuir Comutador de Derivação sob Carga (CDC). O CDC deve ser automático e inclui relé regulador de tensão, deve estar localizado no enrolamento de Alta Tensão do Transformador. Deve ter seu próprio tanque conservador de óleo com proteções intrínsecas incorporadas (relé de fluxo de óleo do comutador). Deve ser adequado para serviço pesado e para funcionar a intempérie.

Todos os transformadores devem ser refrigerados externamente mediante ventiladores (ventilação forçada), e devem ter uma só etapa de ventilação. Para o controle da ventilação, contamos com um equipamento monitor de temperatura. Este instrumento, de tecnologia baseada em microprocessador, deve registrar as temperaturas instantâneas e máximas do óleo e incorporar um circuito de simulação para indicar as temperaturas instantâneas e máximas do ponto mais quente no enrolamento do transformador (Imagem Térmica).

Deverá haver um painel de monitoração *on-line*, completo com todos os acessórios e em perfeito funcionamento disponibilizando de: um IED para controle e monitoramento de taps, com função 90, medição de correntes e tensões, monitoramento de temperaturas de enrolamentos e de óleo isolante, aquisição de temperaturas via RTD, estágios de ventilação forçada, controle de paralelismo de



transformadores de força, e um equipamento I/O Remoto para as proteções intrínsecas, o mesmo será acondicionado no respectivo painel de transformador de força e ser adequado para o protocolo de comunicação IEC 61850.

As buchas de AT dos transformadores de potência dispõem de transformadores de corrente tipo bucha. Caso exista necessidade de transformador de corrente com classe de precisão para medições especiais será instalado transformadores de corrente exterior ao transformador.

As buchas de MT dos transformadores dispõem de transformadores de corrente tipo bucha, de acordo com as necessidades específicas de proteção e/ou medição do sistema elétrico associado.

As correntes máximas em nível de média tensão não superam os 2500 A. Este valor é comum no fornecimento de equipamentos de MT, especialmente quando se adota utilizar cubículos de MT (Swichtgear).

Os transformadores de potência não devem operar normalmente em paralelo. Ocasionalmente se admitirá a operação em paralelo dos transformadores quando houver a necessidade de efetuar manobras especiais e por períodos curtos de tempo, por esta razão todos devem dispor de supervisor de paralelismo.

Para todos os tipos de SE deve ser estudado a forma de assegurar apoio frente a falha de algum transformador. Este apoio poderá ser mediante transformador de reserva ou transformador móvel. Também deve levar em consideração a capacidade de apoio a partir da rede de MT.

Deverá ser avaliado nos estudos de coordenação de isolamento a necessidade ou não da instalação de para-raios no primário dos transformadores junto às buchas de AT.

As demais características destes equipamentos se encontram nas Especificações Técnicas ETU-105, ETU-405 e ETU-505 (NS-01-ET-505).

### **5.2.2. Subestação Isolada a gás SF6 - GIS**



A GIS é composta por um conjunto de manobra isolado a gás SF6 com *design* modular. Esse agrupamento é classificado como um dispositivo de comutação encapsulado em invólucro metálico, combinando disjuntores, chaves seccionadoras, chaves de aterramento, transformadores de corrente, transformadores de potencial, barramentos e buchas para cabos aéreos.

Com citado anteriormente, os setores de alta tensão das subestações padronizadas são compostos por GIS com até 3 *bays* de LT e 3 de TR no esquema barra simples seccionada em duas partes podendo ou não apresentar para-raios internos ao invólucro. A quantidade de *bays* da GIS depende de cada tipo de SE e a necessidade da solução. Os *bays* da SE são conectados por GIB que garantem maior confiabilidade e menor manutenção em comparação com barramentos aéreos. A GIS faz a transição / interligação da saída para conexões de cabos aéreos, além da função de interrupção e chaveamento.

A tabela abaixo apresenta os tipos de GIS padronizados na Especificação Técnica ETU-144- SUBESTAÇÃO BLINDADA ISOLADA A GÁS SF6 145 KV e suas características principais.

Tabela 5 - Subestação isolada a gás (GIS)

Tipo	Descrição
GIS - Bay linha-trafo - 145 kV	GIS SF6 LT/TR, contendo: - 01 disjuntor 145 kV - 02 seccionadores 145 kV três posições - 03 transformadores de potencial 145 kV - 03 transformadores de corrente 145 kV - 06 buchas de alta tensão 145kV
GIS - Bay linha-trafo - 88 kV	GIS SF6 LT/TR, contendo: - 01 disjuntor 145 kV - 02 seccionadores 145 kV três posições - 03 transformadores de potencial 88 kV - 03 transformadores de corrente 145 kV - 06 buchas de alta tensão 145kV
GIS - Bay linha-trafo - 72,5 kV	GIS SF6 LT/TR, contendo: - 01 disjuntor 145 kV - 02 seccionadores 145 kV três posições - 03 transformadores de potencial 72,5 kV - 03 transformadores de corrente 145 kV - 06 buchas de alta tensão 145kV
GIS - Bay de Linha - 145 kV	GIS SF6 LT contendo: - 01 disjuntor 145 kV - 02 seccionadores 145 kV três posições - 03 transformadores de potencial 145 kV - 03 transformadores de corrente 145 kV



Tipo	Descrição
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 03 buchas de alta tensão 145kV</li> <li>- 02 conexões para barramento</li> </ul>
GIS - Bay de Linha - 88 kV	GIS SF6 LT contendo: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 01 disjuntor 145 kV</li> <li>- 02 seccionadores 145 kV três posições</li> <li>- 03 transformadores de potencial 88 kV</li> <li>- 03 transformadores de corrente 145 kV</li> <li>- 03 buchas de alta tensão 145kV</li> <li>- 02 conexões para barramento</li> </ul>
GIS - Bay de Linha - 72,5 kV	GIS SF6 LT contendo: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 01 disjuntor 145 kV</li> <li>- 02 seccionadores 145 kV três posições</li> <li>- 03 transformadores de potencial 72,5 kV</li> <li>- 03 transformadores de corrente 145 kV</li> <li>- 03 buchas de alta tensão 145kV</li> <li>- 02 conexões para barramento</li> </ul>
GIS - Bay de Trafo	GIS SF6 LT contendo: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 01 disjuntor 145 kV</li> <li>- 02 seccionadores 145 kV três posições</li> <li>- 03 transformadores de corrente 145 kV</li> <li>- 03 buchas de alta tensão 145kV</li> <li>- 02 conexões para barramento</li> </ul>
GIS - Bay de linha-trafo com PR e cabo isolado - 145 kV	GIS SF6 LT/TR, contendo: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 01 disjuntor 145 kV</li> <li>- 02 seccionadores 145 kV três posições</li> <li>- 03 transformadores de potencial 145 kV</li> <li>- 03 transformadores de corrente 145 kV</li> <li>- 03 para raios 120 kV</li> <li>- 03 buchas de alta tensão 145kV</li> <li>- 01 extensão de entrada</li> <li>- 01 entrada de cabo isolado 145 kV</li> </ul>
GIS - Bay de linha-trafo com PR e cabo isolado - 88 kV	GIS SF6 LT/TR, contendo: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 01 disjuntor 145 kV</li> <li>- 02 seccionadores 145 kV três posições</li> <li>- 03 transformadores de potencial 145 kV</li> <li>- 03 transformadores de corrente 145 kV</li> <li>- 03 para raios</li> <li>- 03 buchas de alta tensão 145kV</li> <li>- 01 extensão de entrada</li> <li>- 01 entrada de cabo isolado 145 kV</li> </ul>
GIS - Bay de linha-trafo com PR e cabo isolado - 72,5 kV	GIS SF6 LT/TR, contendo: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 01 disjuntor 145 kV</li> <li>- 02 seccionadores 145 kV três posições</li> <li>- 03 transformadores de potencial 145 kV</li> <li>- 03 transformadores de corrente 145 kV</li> <li>- 03 para raios 60 kV</li> <li>- 03 buchas de alta tensão 145kV</li> <li>- 01 extensão de entrada</li> <li>- 01 entrada de cabo isolado 145 kV</li> </ul>
GIS - Bay de linha com PR e cabo isolado - 145 kV	GIS SF6 LT, contendo: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 01 disjuntor 145 kV</li> <li>- 02 seccionadores 145 kV três posições</li> <li>- 03 transformadores de potencial 145 kV</li> <li>- 03 transformadores de corrente 145 kV</li> <li>- 03 Para raios 120 kV</li> </ul>

Tipo	Descrição
	- 01 entrada de cabo isolado 145 kV
GIS - Bay de linha com PR e cabo isolado - 88 kV	GIS SF6 LT, contendo: - 01 disjuntor 145 kV - 02 seccionadores 145 kV três posições - 03 transformadores de potencial 145 kV - 03 transformadores de corrente 145 kV - 03 Para raios - 01 entrada de cabo isolado 145 kV
GIS - Bay de linha com PR e cabo isolado - 72,5 kV	GIS SF6 LT, contendo: - 01 disjuntor 145 kV - 02 seccionadores 145 kV três posições - 03 transformadores de potencial 145 kV - 03 transformadores de corrente 145 kV - 03 Para raios 60 kV - 01 entrada de cabo isolado 145 kV
GIS - GIB	Barramento isolado a gás (GIB) com: - 01 seccionadores 145 kV três posições

A GIS devem ser fornecidas conforme ETU 144 - SUBESTAÇÃO BLINDADA ISOLADA A GÁS SF6 145 KV. A GIS é composta por disjuntor, seccionadora/chave de três posições, chave de aterramento, TC e TP. No tipo 04, o PR do bay de LT de Alta tensão deverá ser fornecido internamente a GIS.

### 5.2.2.1. Disjuntores

Os disjuntores internos a GIS a serem utilizados nas subestações, devem apresentar as características conforme ETU 144 - SUBESTAÇÃO BLINDADA ISOLADA A GÁS SF6 145 KV.

A Figura 12 apresenta um exemplo do módulo de disjuntores de um GIS.

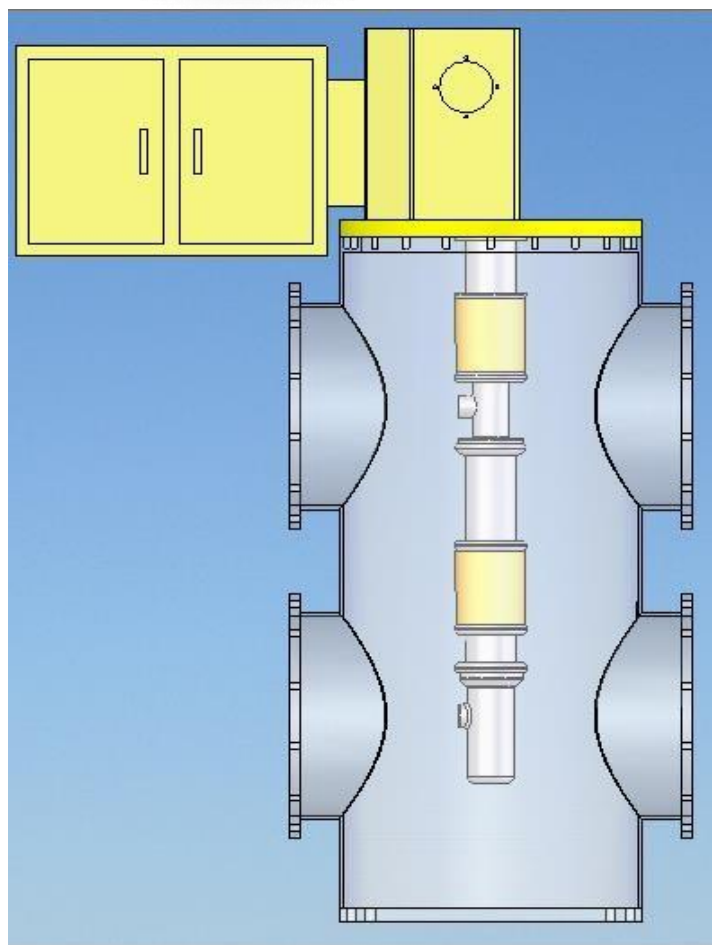


Figura 12: Estrutura do compartimento do disjuntor (GCB)

Para todos os níveis de tensão (138, 88, 69kV e 40kV) deverá ser fornecido disjuntores com classe de isolamento 145kV, corrente nominal de 2500A e corrente de curto de circuito de 31,5kA. O comando dos disjuntores de AT deve ser tripolar.

Os disjuntores de AT devem ser fornecidos com duas bobinas de abertura independentes, com atuação simultânea.

Os circuitos de comando (abertura e fechamento), sinalização e motor devem ser independentes, com tensão nominal de 125 Vcc.

As demais características destes equipamentos se encontram na Especificação Técnica ETU-103 (NS-01-ET-500).

#### 5.2.2.2. Secionadores/Chaves de três posições/Chave Terra

As Secionadoras internas a GIS a serem utilizados nas subestações, apresentar as características conforme ETU 144. A Figura 12 apresenta um exemplo de um módulo de chave seccionadora de três posições de GIS.

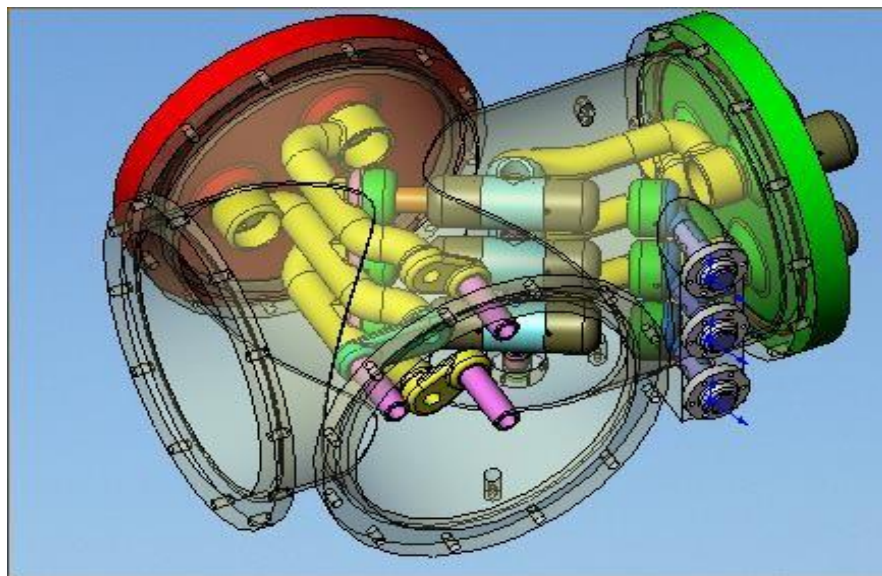


Figura 13: Vista isométrica chave seccionadora de três posições

Para todos os níveis de tensão (138, 88 e 69kV) deverá ser fornecido chaves seccionadoras com classe de isolação 145kV, corrente nominal de 2500A e corrente de curto de circuito de 31,5kA.

Os Secionadores devem ter contatos auxiliares para indicação remota de sua posição, tanto das lâminas principais como das de terra.

Os seccionadores de alta tensão são com acionamento manual ou motorizado, conforme definição no projeto da Subestação (diagrama unifilar).

As características destes equipamentos se encontram nas Especificações Técnicas ETU-404 e ETU-504 (NS-01-ET-504).

### 5.2.2.3. Transformadores de instrumentos

Os transformadores de instrumentos internos a GIS a serem utilizados nas subestações, devem apresentar as características conforme ETU 144 - SUBESTAÇÃO BLINDADA ISOLADA A GÁS SF6 145 KV. A Figura 14 apresenta um exemplo de módulo

de transformador de corrente interno a GIS e a Figura 15 um exemplo de um modelos de uma TP interno a GIS.

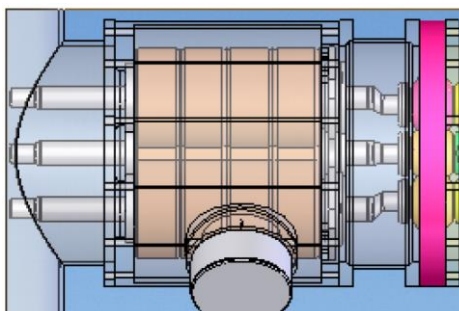


Figura 14: Modelo do módulo de transformador de corrente

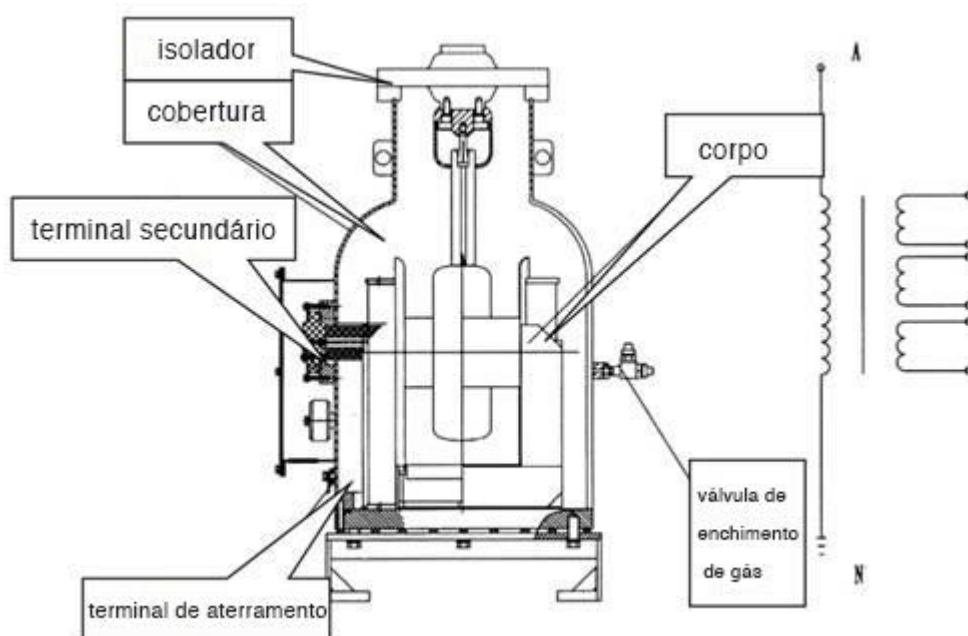


Figura 15: Modelo do módulo de transformador de potencial

Os transformadores de corrente, independentemente da tensão nominal do sistema, devem ter as características abaixo:

- Relação de Transformação: 600/800/1200-5A
- Número de enrolamentos: 3
- Classe de exatidão: 50VA 0,3, 2x50VA 10P20



Os transformadores de potencial, independentemente da tensão nominal do sistema, devem ter as características abaixo:

- Relação de Transformação: Tensão nominal do sistema para 115 e 115/√3
- Número de enrolamentos: 2
- Classe de exatidão: 0,3P50

As características destes equipamentos se encontram nas Especificações Técnicas ETU-402 e ETU-502 (NS-01-ET-506-TP e NS-01-ET-507-TC).

#### 5.2.2.4. Para Raios

Os para-raios internos a GIS a serem utilizados nas subestações, devem apresentar as características conforme ETU 144 - SUBESTAÇÃO BLINDADA ISOLADA A GÁS SF6 145 KV. Será utilizado para-raios interno a GIS na SE Tipo 04 devido a entrada de cabos isolados ou caso seja solicitado pela ENERGISA. A Figura 16 apresenta um exemplo de módulo de um para-raios interno a GIS.

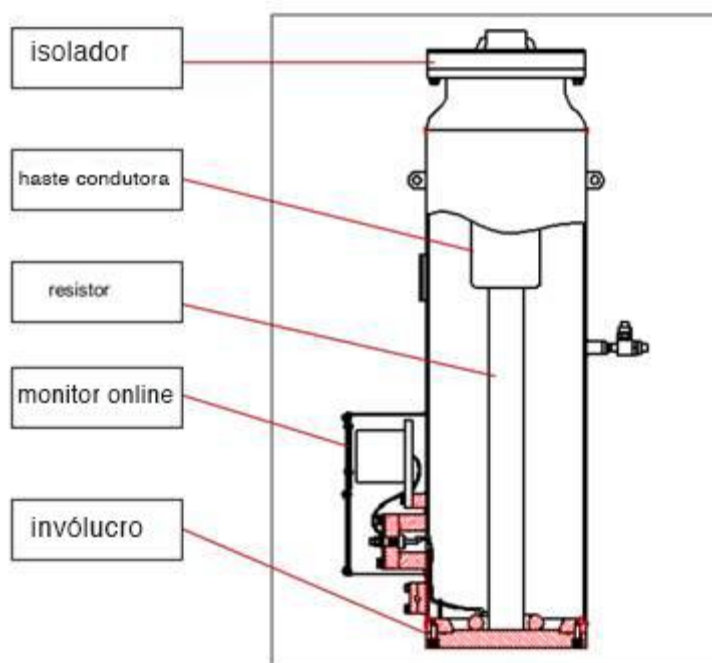



Figura 16: Modelo do módulo de transformador de corrente

Os para-raios devem ser condizentes com a tensão nominal do sistema.





As características destes equipamentos se encontram nas Especificações Técnicas ETU-105, ETU-405 e ETU-505 (NS-01-ET-505).

### **5.2.3. Cubículo de Média Tensão**

Os cubículos de média tensão devem apresentar as características conforme ETU 146 - Especificação técnica de CMT.

O cubículo de média tensão é um tipo de equipamento utilizado largamente pelas indústrias, concessionárias e comércios para a distribuição de energia elétrica, sendo fabricados com alto padrão de qualidade e de acordo com todas as normas técnicas e exigências internacionais.

Os equipamentos proporcionam maior segurança e proteção à distribuição de energia elétrica (arco resistente, manobra mediante disjuntor extraível, normalização internacional), o que assegura a integridade dos operadores. Contam com medidores de tensão e dispositivos para a colocação de lacres, promovendo maior proteção aos operadores. O confinamento dos componentes dentro do invólucro metálico previne acidentes e atende aos requisitos das normas de segurança do trabalho. A produtividade também é aumentada com o uso dos cubículos, que apresentam grande confiabilidade no desempenho e contribuem para uma operação ininterrupta e sem falhas (máxima continuidade de serviço).

Para as SEs tipo 01 a 05 foi padronizado o uso de cubículos de média tensão (CMT). Para os CMT's de 13,8kV recomenda-se o uso de cubículos AIS com disjuntor extraível. Para os CMT's de 24 e 36 kV é recomendado o uso de disjuntores extraíveis ou descontáveis.

#### **5.2.3.1. Disjuntores de média tensão - 15; 24,2 e 36 KV**

Os disjuntores dos CMT devem apresentar as características conforme ETU 146 - Especificação técnica de CMT.

Os disjuntores devem ser condizentes com a classe de isolamento do CMT e possuir corrente nominal compatível com sua aplicação. O comando dos disjuntores de MT deve ser tripolar.

Os disjuntores de MT devem ser fornecidos com duas bobinas de abertura independentes, com atuação simultânea.

Os circuitos de comando (abertura e fechamento), sinalização e motor devem ser independentes, com tensão nominal de 125 Vcc.

As demais características destes equipamentos se encontram na Especificações Técnicas ETU-X03 e ETU-Y03 (NS-01-ET-500 e NS-01-ET-501 - Disjuntores para Bancos de Capacitores).

### **5.2.3.2. Transformadores de instrumentos de média tensão - 15KV; 24,2KV e 36kV**

Os transformadores de instrumento dos CMT de média tensão devem apresentar as características conforme ETU 146 - Especificação técnica de CMT.

Os transformadores de corrente e potencial devem ser condizentes com a classe de isolamento do CMT, tensão nominal do sistema e possuir corrente nominal compatível com sua aplicação.

As características destes equipamentos se encontram nas Especificações Técnicas ETU-102 e ETU-202 (NS-01-ET-506-TP e NS-01-ET-507-TC).

### **5.2.4. Para-raios**

Os para-raios devem ser condizentes com a tensão nominal do sistema. Os equipamentos aqui citados dizem a respeito de equipamentos ao tempo externos a GIS. A tabela abaixo apresenta os para-raios padronizados pela ETU-105

Tabela 6: Para-raios de AT e MT padronizados nas Especificações Técnicas ETU-105.

<b>Tipo</b>	<b>Descrição</b>
T1	Para-raios, óxido de zinco, classe tensão do sistema 15 kV, 10 kA, 10kV (MCOV), classe de descarga 1 (Distribuição) e 2 (Estação).
T2	Para-raios, óxido de zinco, classe tensão do sistema 72,5 kV, 10 kA, 48kV (MCOV), classe de descarga 2.
T3	Para-raios, óxido de zinco, classe tensão do sistema 145 kV, 10 kA, 98kV (MCOV), classe de descarga 2.

As características destes equipamentos se encontram nas Especificações Técnicas ETU-105, ETU-405 e ETU-505 (NS-01-ET-505).

### 5.2.5. Banco de Capacitores

Sempre que solicitado deverá ser fornecido banco de capacitores na quantidade adequada para tender as necessidades das subestações. Os Banco de Capacitores apresentados na Tabela 7 devem ser utilizados nos projetos das subestações.

Tabela 7: Banco de capacitores padronizados na Especificação Técnica ETU-106

Tipo	Descrição
B1	Banco capacitor, 15kV, 1,2MVar, NI 110kV, ligação dupla-estrela isolado, com unidades capacitivas de 100kVAR e tensão nominal de 7,96kV, completo com: chave tripolar de acionamento manual, Chave tetrapolar de aterramento, controlador automático, reator Limitador de corrente de <i>isrush</i> , sensor de corrente (TC), para-raios, entre outros.
B2	Banco capacitor, 15kV, 1,8MVar, NI 110kV, ligação dupla-estrela isolado, com unidades capacitivas de 100kVAR e tensão nominal de 7,96kV, completo com: chave tripolar de acionamento manual, Chave tetrapolar de aterramento, controlador automático, reator Limitador de corrente de <i>inrush</i> , sensor de corrente (TC), para-raios, entre outros.
B3	Banco capacitor, 15kV, 2,4MVar, NI 110kV, ligação dupla-estrela isolado, com unidades capacitivas de 200kVAR e tensão nominal de 7,96kV, completo com: chave tripolar de acionamento manual, Chave tetrapolar de aterramento, controlador automático, reator Limitador de corrente de <i>inrush</i> , sensor de corrente (TC), para-raios, entre outros.
B4	Banco capacitor, 15kV, 3,6MVar, NI 110kV, ligação dupla-estrela isolado, com unidades capacitivas de 200kVAR e tensão nominal de 7,96kV, completo com: chave tripolar de acionamento manual, Chave tetrapolar de aterramento, controlador automático, reator Limitador de corrente de <i>inrush</i> , sensor de corrente (TC), para-raios, entre outros.
B5	Banco capacitor, 24,2kV, 1,8MVar, NI 150kV, ligação dupla-estrela isolado, com unidades capacitivas de 200kVAR e tensão nominal de 13,20kV, completo com: chave tripolar de acionamento manual, Chave tetrapolar de aterramento, controlador automático, reator Limitador de corrente de <i>inrush</i> , sensor de corrente (TC), para-raios, entre outros.
B6	Banco capacitor, 24,2kV, 3,6MVar, NI 150kV, ligação dupla-estrela isolado, com unidades capacitivas de 200kVAR e tensão nominal de 13,20kV, completo com: chave tripolar de acionamento manual, Chave tetrapolar de aterramento, controlador automático, reator Limitador de corrente de <i>inrush</i> , sensor de corrente (TC), para-raios, entre outros.
B7	Banco capacitor, 36kV, 1,8MVar, NI 150kV, ligação dupla-estrela isolado, com unidades capacitivas de 200kVAR e tensão nominal de 13,20kV, completo com: chave tripolar de acionamento manual, Chave tetrapolar de aterramento, controlador automático, reator Limitador de corrente de <i>inrush</i> , sensor de corrente (TC), para-raios, entre outros.
B8	Banco capacitor, 36kV, 3,6MVar, NI 150kV, ligação dupla-estrela isolado, com unidades capacitivas de 200kVAR e tensão nominal de 13,20kV, completo com: chave tripolar de acionamento manual, Chave tetrapolar de aterramento, controlador automático, reator Limitador de corrente de <i>inrush</i> , sensor de corrente (TC), para-raios, entre outros.

A compensação de energia reativa nas barras de MT das subestações se realizará mediante bancos de capacitores, de potência e tensão apropriadas para o nível de tensão da barra MT e a potência do transformador correspondente.

Os bancos de capacitores têm conexão do tipo dupla estrela com seus neutros isolados e conectados entre si.

Devem ser consideradas potências reativas de 100kVAr (mínimo) como valores recomendados para os elementos condensadores.

As características destes equipamentos se encontram na Especificação Técnica ETU-106 (NS-01-ET-509).

### 5.3. Lista de Documentos

#### 5.3.1. Sistema de energia - equipamentos de pátio - especificações

A Tabela 8 mostra a relação das especificações dos equipamentos de pátio para todos os tipos de subestações.

Tabela 8: Especificações equipamentos de pátio.

DESCRIÇÃO
TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA TRIFÁSICO
DISJUNTORES PARA USO EXTERNO - TENSÃO 72,5kV
DISJUNTORES PARA USO EXTERNO - TENSÃO 15/24/72,5/145 kV
RELIGADOR PARA SUBESTAÇÃO COM RELÉ DE PROTEÇÃO E CONTROLE E TRANSFORMADORES DE CORRENTE - TENSÃO NOMINAL 15/24,2kV
RELIGADOR PARA SUBESTAÇÃO - TENSÃO NOMINAL 15/24,2kV
CHAVE SECCIONADORA 15kV
CHAVE SECCIONADORA 24kV
CHAVE SECCIONADORA 72,5kV
CHAVE SECCIONADORA 145kV
PARA RAIOS - TENSÃO NOMINAL 15kV
PARA RAIOS - TENSÃO NOMINAL 72,5kV
PARA RAIOS - TENSÃO NOMINAL 145kV
TRANSFORMADOR DE INSTRUMENTOS, PARA USO EXTERNO, TENSÃO NOMINAL 15 kV
TRANSFORMADOR DE INSTRUMENTOS, PARA USO EXTERNO, TENSÃO NOMINAL 24 kV
TRANSFORMADOR DE INSTRUMENTOS, PARA USO EXTERNO, TENSÃO NOMINAL 72,5 kV

TRANSFORMADOR DE INSTRUMENTOS, PARA USO EXTERNO, TENSÃO NOMINAL 145 kV
TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA TRIFÁSICO
BANCO DE CAPACITORES - TENSÃO NOMINAL 15/22kV
DISJUNTORES PARA BANCO DE CAPACITORES - TENSÃO 15kV
DISJUNTORES PARA BANCO DE CAPACITORES - TENSÃO 24,2kV
CHAVE FUSÍVEL COM PORTA-FUSÍVEIS - TENSÃO NOMINAL 15/22kV
SUBESTAÇÃO BLINDADA ISOLADA A GÁS SF6 145 KV
MÓDULO DE MANOBRA COMPACTO DA MÉDIA TENSÃO
CUBÍCULO DE MÉDIA TENSÃO ISOLADO A AR E A GÁS 15, 24 E 36KV
PLANO DE MANUTENÇÃO
PLANO DE OPERAÇÃO
PLANO DE CONTINGÊNCIA
CRITÉRIOS PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SUBESTAÇÕES TIPO 01
CRITÉRIOS PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SUBESTAÇÕES TIPO 02
CRITÉRIOS PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SUBESTAÇÕES TIPO 03
CRITÉRIOS PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SUBESTAÇÕES TIPO 04
CRITÉRIOS PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SUBESTAÇÕES TIPO 05

### 5.3.2. Sistema de proteção - especificações


A Tabela 9 mostra a relação das especificações dos equipamentos relacionados ao sistema de proteção.

Tabela 9 - Sistema de proteção.

DESCRIÇÃO
ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA - PAINÉIS DE PROTEÇÃO
ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA - RELÉS DE PROTEÇÃO
ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA - PAINÉIS DE MEDIDORES
ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA - SISTEMA DE PROTEÇÃO E CONTROLE

## 6. CAMADA DE SERVIÇOS ESSENCIAIS

Nesta camada são apresentados os requisitos técnicos mínimos relativos às características técnicas construtivas, inspeção, ensaios e condições gerais que deverão ser atendidas para os equipamentos que comporão o sistema de energia essencial da Subestação.



São dadas as diretrizes para a conceituação e o dimensionamento dos serviços essenciais em corrente contínua e alternada de forma a atender as necessidades da instalação, considerando-se a configuração final da Subestação.

Itens abordados:

- Serviços essenciais em CC;
- Baterias;
- Retificador;
- Painel QDCC;
- Serviços essenciais em CA;
- Painel QDCA.

A alimentação dos serviços essenciais, para todos os sistemas de comando, controle, supervisão, sinalização, proteção, iluminação e qualquer outro necessário à plena operação da subestação, será dimensionada considerando:

- Corrente Alternada:
  - Sistema: trifásico;
  - Frequência: 60 Hz;
  - Tensão entre fase: 380 ou 220 V + 10 %;
  - Tensão fase - neutro: 220 ou 127 V + 10%.
- Corrente Contínua:
  - Tensão máxima: 125 V + 10%;
  - Tensão mínima: 125 V - 20%.



Devem ser consultados os diagramas unifilares de serviços essenciais CA e CC como referência, indicados no item 4 para elaboração dos desenhos do projeto executivo.

Para subestações da rede básica com tensão nominal igual ou superior a 230 kV deve ser atendido o “Submódulo 2.3 - ONS - Requisitos Mínimos para Transformadores e para Subestações e seus Equipamentos”, em especial o item “7.9 - Requisitos para os serviços essenciais de corrente contínua e de corrente alternada para subestações da rede básica com tensão nominal igual ou superior a 230 kV”.

## 6.1. Sistema de Alimentação CC

### 6.1.1. Baterias

O sistema de serviços essenciais em 125 Vcc da subestação será composto por bancos de baterias chumbo-ácidas regulados por válvulas (VRLA) tipo Gel de placas positivas tubulares. O eletrólito deve ser em solução aquosa de ácido sulfúrico na forma de Gel. As características técnicas do sistema são mostradas na Tabela 10 e na

Tabela 11.


Tabela 10 - Características da Bateria de Acumuladores

Tensão nominal	125	Vcc
Tensão de flutuação	133,8 a 136,2	Vcc
Tensão final de descarga	105	Vcc
Número de elementos	60	
Capacidade nominal	[1]	Ah/10h

Tabela 11: Características dos elementos

Tensão Nominal por Elemento	2,08	Vcc
Tensão de flutuação	2,23 a 2,27	Vcc
Tensão de recarga	2,35 a 2,40	Vcc
Tensão final de descarga	1,75	Vcc
Densidade a 25 graus Celsius	1,25 a 1,28	Kg/l
Número de elementos por recipiente	1	

[1] = Capacidade nominal a ser calculada no projeto executivo pelo projetista.



Para banco de bateria alocados em painéis, poderá ser utilizado elementos com características distintas das definidas na tabela acima.

A empresa executora deverá apresentar memorial de cálculo de dimensionamento dos bancos de baterias.

Deverá ser considerado para determinar a capacidade nominal das baterias em 125 Vcc, que a duração total do ciclo de emergência é igual a 10 (dez) horas. As características técnicas de construção e elétricas dos bancos de baterias estão na especificação técnica ETU 516 - Baterias e Carregadores-Retificadores para Sistema de Corrente Contínua - 125 Vcc.

### **6.1.2. Retificador**

Será previsto a instalação de carregadores-retificadores chaveados em alta frequência (SR + UR), trifásico, do tipo industrial, com controle e supervisão microprocessada e sensor de recarga automática passível de bloqueio, para permitir o carregamento das baterias apenas com a tensão de flutuação.

O carregador/retificador deverá ser montado em quadro autoportante, para atender ao sistema de corrente contínua da subestação com seus respectivos bancos de baterias, sendo que as cargas de T.I., telecomunicações, redes de dados serão atendidas pelo sistema de 125 Vcc.

Cada carregador terá capacidade de suprir a carga permanente total do sistema de corrente contínua e carregar a bateria em regime de flutuação. O carregador terá capacidade de alimentar a totalidade das cargas do sistema, que estão englobadas totalmente na barra do painel QDCC - Quadro Geral de Distribuição de Corrente Contínua dos serviços essenciais da subestação.

O projetista deverá apresentar memorial de cálculo de dimensionamento dos carregadores, sendo que, as características técnicas de construção e elétricas dos Retificadores estão na especificação técnica ETU 516 - Baterias e Carregadores-Retificadores para Sistema de Corrente Contínua - 125 Vcc.

Obrigatoriamente, deve ser disponibilizado uma porta de comunicação para o protocolo de comunicação DNP3.0, nível 2, para comunicação remota ao SDSC via fibra óptica e uma porta de comunicação para comunicação via protocolo SNMP.

As características principais são as apresentadas na Tabela 12

Tabela 12 - Conjunto Retificador Modular (CRM)

Tensão nominal de alimentação (3F+N)	380/220 220/127	ou	V <sub>ef</sub>
Frequência nominal	60		Hz
Tensão nominal de saída	125		V <sub>cc</sub>
Tensão de flutuação	121 a 140		V <sub>cc</sub>
Tensão suportável nominal à frequência industrial	≥1,5		kV <sub>ef</sub>
Tensão de ondulação (“ripple”) máxima de saída	2		%
Distorção harmônica máxima tolerada	5		%
Regulação estática de tensão	≤1		%
Fator de potência	≥0,85		-
Corrente contínua nominal de saída, excluída unidade reserva	[1]		Acc
Corrente total de saída	[2]		Acc

[1] = Corrente contínua nominal de saída a ser calculada no projeto executivo pela CONTRATADA.

[2] = A corrente total de saída deverá atender a expressão:

$$I = n \times I_m + 1 I_m (R), \text{ onde:}$$

N: número de módulos retificadores;

I<sub>m</sub>: corrente nominal do módulo retificador;

1 I<sub>m</sub> (R): módulo reserva

Tabela 13 - Unidade Retificadora (UR)

Tensão nominal de entrada (F+N)	220 ou 127	V <sub>ef</sub>
Frequência nominal	60	Hz
Tensão nominal de saída	125	V <sub>cc</sub>

Tensão de flutuação	121 a 140	Vcc
Tensão suportável nominal à frequência industrial	$\geq 1,5$	kVef
Tensão de ondulação (“ripple”) máxima de saída	2	%
Distorção harmônica máxima tolerada	5	%
Regulação estática de tensão	$\leq 1$	%
Fator de potência	$\geq 0,85$	
Corrente nominal de saída da unidade retificadora	[3]	Acc

[3] = A corrente nominal da Unidade Retificadora (UR) modular será definida pelo FORNECEDOR.

### 6.1.3. Painel QDCC

O painel QDCC poderá ter as configurações de 01 (uma) ou 02 (duas) barras.

#### 6.1.3.1. Com barra simples

O disjuntor de entrada deve ser bipolar ou tripolar, termomagnéticos e em caixa moldada, tipo *plug-in*, comando manual e contatos essenciais de posição, disparo e extraído (NAF).









## 6.2. Sistema de Alimentação CA

As fontes serão provenientes dos transformadores TSA, relação (11.400 Vca, ou 13.800Vca ou 22.000V ou 34.500 +/-2 x 2,5%) - 380/220 ou 220 / 127 Vca, conforme definido no projeto executivo, e irão alimentar a barra do painel QDCA. As características técnicas de construção e elétricas dos transformadores estão na Especificação Técnica ETU 515.

Os transformadores de iluminação e tomadas serão dimensionados para atenderem isoladamente a capacidade total das necessidades da subestação para a alimentação dos circuitos CA e de todos os demais circuitos associados. Estes transformadores estarão com seus secundários ligados ao Painel QDCA da subestação.

A CONTRATADA deverá apresentar memorial de cálculo de dimensionamento dos transformadores, para verificação da capacidade instalada e demanda atendida, e também para que a ENERGISA tenha condições de prever futuras expansões no sistema.


Os elementos de proteção serão ajustados para permitir seletividade, garantindo assim confiabilidade e segurança à instalação.

Os serviços essenciais em CA deverão ser compostos pelos seguintes itens:

- 01 Painel Geral de Distribuição de Corrente Alternada - 380/220 ou 220 / 127 Vca, tag: QDCA, a ser instalado na sala de comando da Subestação.

Os serviços essenciais em CA poderão apresentar os seguintes itens caso o projeto elétrico os mostrem necessários:

- 01 Painel de Distribuição de Iluminação e Tomadas da Casa de Comando - 220 / 127 Vca, tag: QIT-1, a ser instalado na sala de comando da Subestação.
- 01 Quadro de distribuição de Iluminação/Tomadas/Aquecimento dos equipamentos do pátio, tag: 52J, a ser instalado externamente.



Os painéis servirão para distribuição de tensão alternada, para alimentação das cargas em 380 ou 220 Vca (cargas trifásicas) e 380/220 ou 220/127 Vca (cargas monofásicas). Deverão ser compostos por módulos metálicos fabricados com chapas de aço dobradas e reforçadas, formando uma estrutura própria para montagem do tipo autoportante.

### **6.2.1. Painel QDCA**

Similarmente ao painel QDCC, o painel QDCA poderá ter as configurações de 01 (uma) ou de 02 (duas) barras.

#### **6.2.1.1. Com barra simples**

O disjuntor de entrada deve ser bipolar, tipo caixa moldada e *plug-in*, comando manual, possuir contatos auxiliares de posição, disparo e extraído (NAF). A unidade de proteção é tipo LI. Medição com voltímetro analógico com alimentação através de TP (Figura 20).

O QDCA deverá ter medidor de consumo próprio, de acordo com a Resolução Normativa nº 1.000, de 7 de dezembro de 2021 da ANEEL.

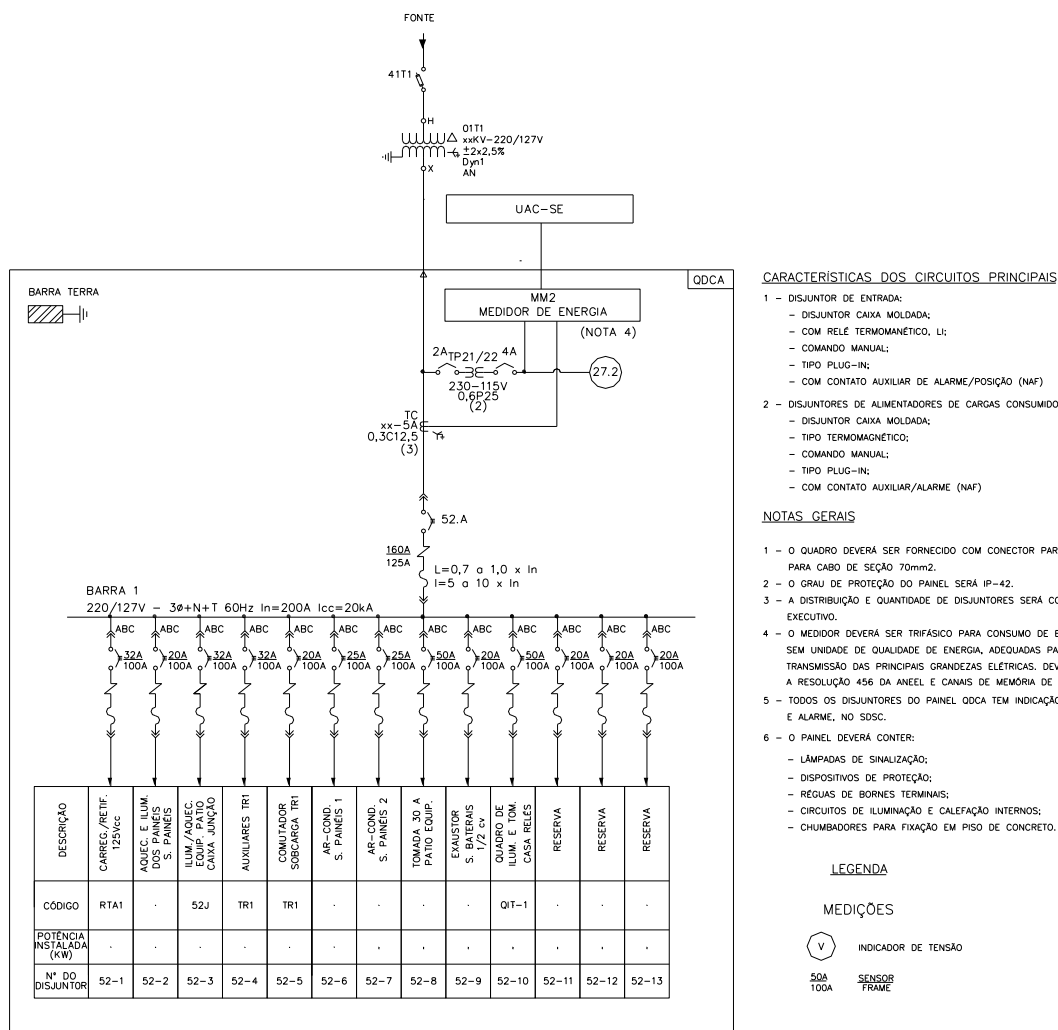


Figura 20 - Diagrama unifilar do painel QDCA com barra única

### 6.2.1.2. Com duas barras

O painel QDCA deverá possuir 02 (duas) barras com disjuntor de interligação (Figura 21).

Os disjuntores de entrada e interligação de barras devem ser bipolares, tipo caixa moldada e *plug-in*, comando motorizado em 125 Vcc, com bobinas de abertura e fechamento em 125 Vcc e contatos auxiliares de posição, disparo e extraído (NAF). As unidades de proteção são tipo LI.

Em condições normais de operação, as barras estão energizadas, com o disjuntor de interligação entre as barras na posição aberta. Deverá ser previsto 01 (uma) chave

de seleção, 43LRA, com duas posições estáveis, de modo de controle “local manual (LM) / remoto (RE)”. Na falta de um dos alimentadores de entrada, a transferência será manual, no local, estando a chave na posição Local, ou através de comando remoto pela UAC-SE. Haverá relés de subtensão (27) para comutação automática de fontes.

O QDCA deverá ter medidor de consumo próprio, de acordo com a Resolução Normativa nº 1.000, de 7 de dezembro de 2021 da ANEEL.

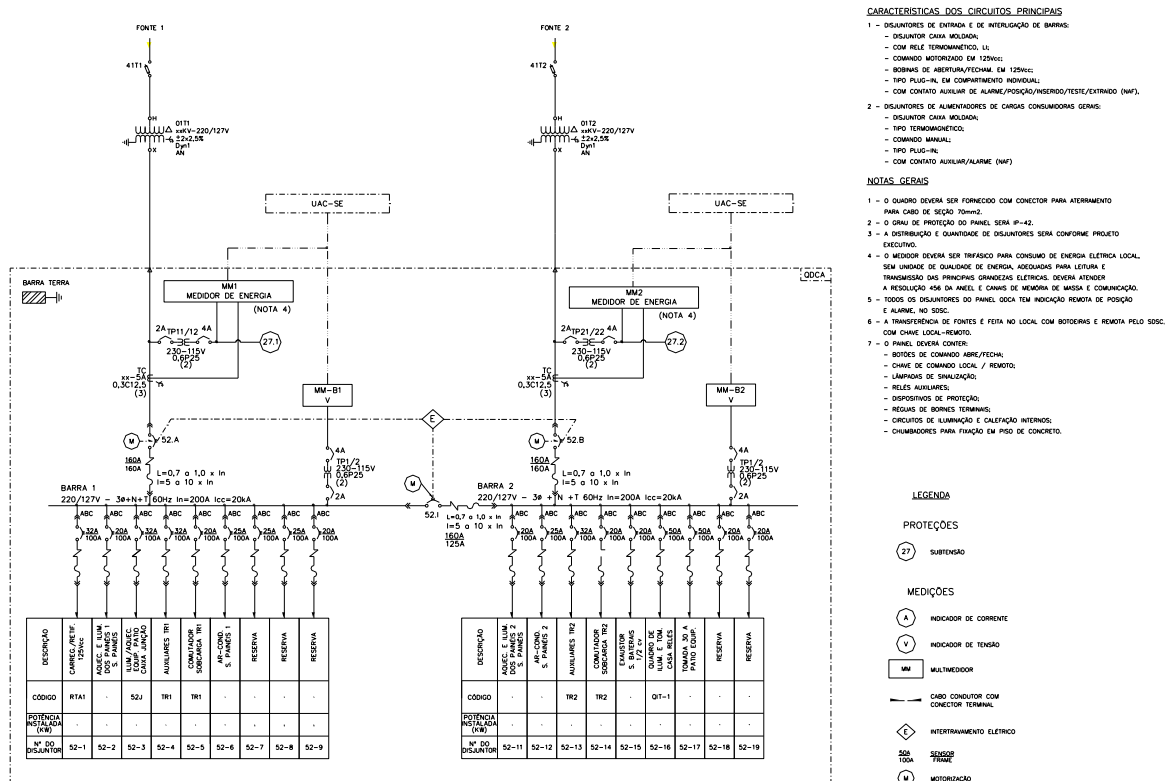


Figura 21 - Diagrama unifilar do painel QDCA com duas barras

### 6.2.2. Painel QIT-1

A finalidade deste painel é atender o sistema de iluminação e tomadas interna/externa da Casa de Comando.

O painel QIT-1 possui 01 (uma) barra, devendo ser previstos elementos de proteção e sinalização. Na Figura 22 tem-se o diagrama unifilar do painel QIT-1.

A quantidade de disjuntores de saída deve ser determinada no projeto executivo pelo projetista tomando como referência o diagrama unifilar da Figura 22 abaixo.

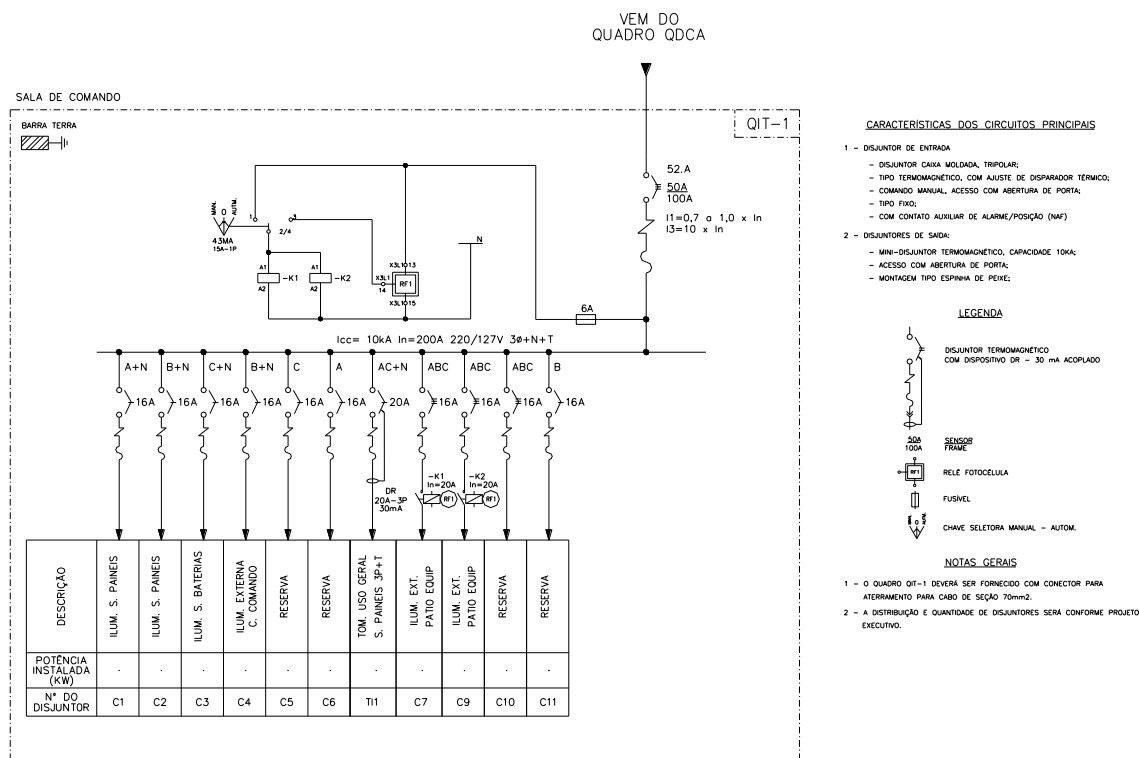


Figura 22 - Unifilar painel QIT-1

### 6.2.3. Painel 52J

A finalidade deste painel é ser caixa de junção, atender o sistema de iluminação interna, tomadas e aquecimento dos equipamentos de pátio.

Na Figura 17 tem-se o unifilar do painel 52J.

A quantidade de disjuntores de saída deve ser determinada pelo projetista no projeto executivo, tomando como referência o diagrama unifilar da Figura 23.



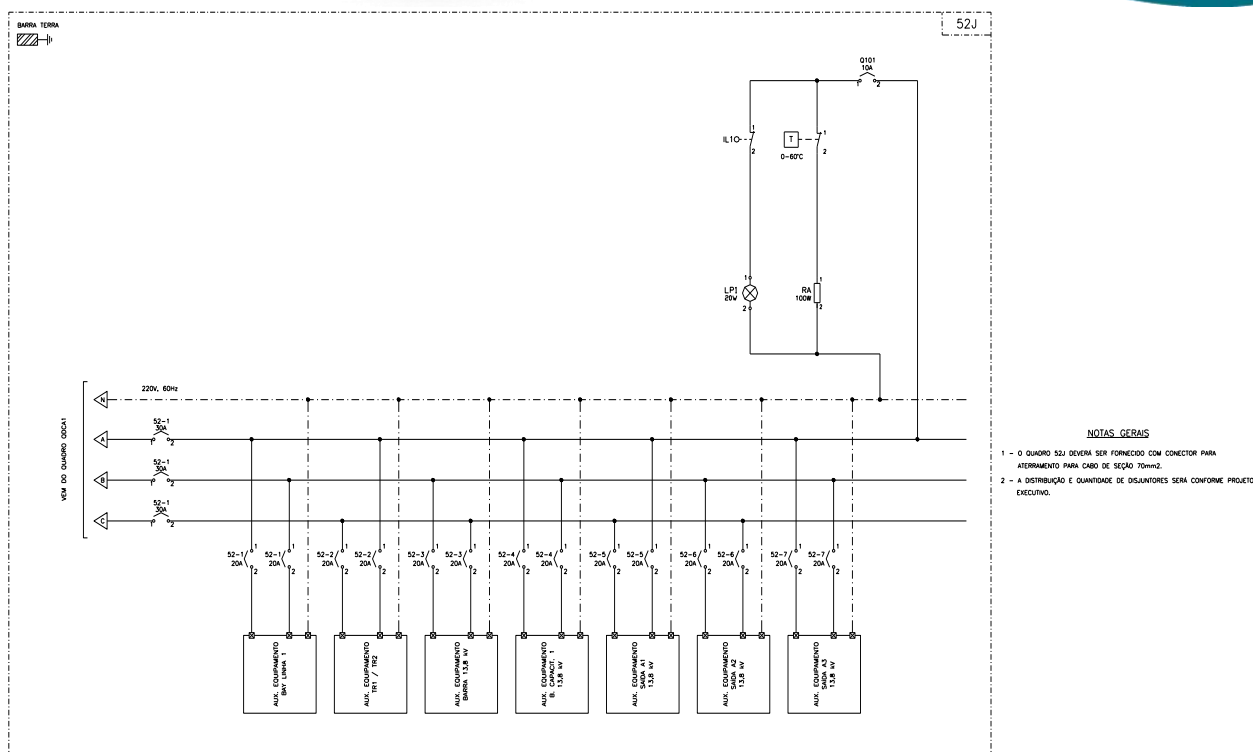


Figura 23 - Unifilar painel 52J

Obs.: Para cada tipo de subestação (Urbana A, Urbana B, Metropolitana, Mista ou Rural) deverá ser observado o diagrama unifilar correspondente, conforme lista de documentos.


### 6.3. Lista de Documentos

#### 6.3.1. Especificações - Geral

DESCRIÇÃO
TRAFO DE SERVIÇOS AUXILIARES
BATERIAS E CARREGADORES - RETIFICADORES PARA SISTEMA DE CORRENTE CONTÍNUA - 125 V <sub>CC</sub>
PAINÉIS DE BAIXA TENSÃO

## 7. CAMADA DE AUTOMAÇÃO E CONTROLE

A solução de Automação faz parte dos itens a serem atendidos no fornecimento do sistema secundário, padronizados pela ENERGISA, com foco principal na implementação de funcionalidades com níveis de automação crescentes, aderentes



aos conceitos adotados pela ANEEL, com atributos que definem de forma apropriada as Subestações inseridas no modelo de evolução de redes inteligentes.

A arquitetura a ser apresentada deve ser distribuída, integrando equipamentos digitais de proteção, controle, medição, monitoramento e sinalização dedicados a cada elemento do sistema elétrico ao nível de supervisão para as funções de interface com o Centro de Operação do Sistema da rede de distribuição e transmissão.


A solução da rede interna de comunicação, para uma Subestação Inteligente, deve contemplar um conjunto de equipamentos que permita maior eficiência na comunicação e troca de informações entre os dispositivos que fazem parte do sistema secundário da Subestação. A rede interna deve permitir também maior interoperabilidade entre os vários fornecedores de soluções do mercado, estabilidade no funcionamento e maior desempenho no tráfego de dados em tempo real, automatismos, intertravamentos, proteção, coleta de arquivos de oscilografia, parametrização remota e atualização da base de tempo.

Sistemas de monitoramento de condições de equipamentos, sistemas servidores de terminais para concentração de medidores, sistemas de vídeo-monitoramento, Telefonia IP (VoIP) e sistemas de gerenciamento devem estar integrados.

## **7.1. Exigências Básicas Para a Escolha da Solução**

A solução a ser empregada em um projeto de uma Subestação deve ser analisada previamente, para que os requisitos técnicos escolhidos sejam os mais adequados às necessidades.

Para que os projetos da solução de Comunicação Interna a ser utilizada para a Automação de Subestações possam suprir estas necessidades, é necessário primeiramente verificar qual o tipo de subestação que se pretende construir e definir o padrão em que ela se enquadra, para que os cuidados e recursos sejam aplicados com precisão e possam ser os mais indicados para sua construção.




Uma vez definido o padrão da Subestação, é necessário definir os protocolos de comunicação e o aproveitamento funcional adequado para ela, sempre se levando em conta a interdependência das características desta camada frente aos recursos disponíveis nas demais camadas a serem definidas no projeto.

## 7.2. Arquitetura de Automação e Comunicação Interna

O tipo da solução de Automação, bem como a arquitetura de rede de Comunicação Interna a ser aplicada a uma Subestação será escolhido a partir de suas características que se destina ao seu funcionamento. Existem três tipos de configuração de rede de Comunicação Interna para a solução de automação e cada um deles será aplicado de acordo com as necessidades e as exigências de cada Subestação de energia. As características de cada tipo de sistema estão descritas a seguir:

- Automação via Comunicação Interna baseada no protocolo TCP/IP - Para atender aos requisitos de uma Subestação, a rede interna do sistema secundário poderá ser baseada no protocolo TCP/IP sobre rede Ethernet, formando uma rede IP que atenderá plenamente a comunicação entre todos os equipamentos que se façam necessário para atender as necessidades da Subestação. Este sistema deve ter prioridades para o caso de uma Subestação Inteligente aderente a norma IEC61850, última edição;
- Automação via Comunicação Interna baseada em protocolos sobre interfaces Seriais - Para atender aos requisitos de uma Subestação com certo grau de complexidade, utilizando alguns equipamentos de rede, porém não aderentes à norma IEC61850, última edição;

A escolha de uma determinada solução de comunicação interna para a automação implica na avaliação direta das demais camadas existentes, uma vez que nem todos os critérios e requisitos disponíveis nas outras camadas podem ser compatíveis com esta escolha. Deve ser avaliado se os recursos remotos estão adequados às especificações. É de extrema importância que se faça então uma análise de dependências de recursos disponíveis entre as camadas, para que requisitos



selecionados em uma determinada camada possam conviver perfeitamente com os requisitos de todas as outras camadas. Caso esta avaliação não seja feita, poderá ocorrer de alguns requisitos não serem suportados em outras camadas, gerando falhas graves no projeto.

Para os casos de expansões ou reformas parciais recomenda-se que a solução existente seja preservada. Em caso de grandes expansões ou novas plantas, a solução para SEs Inteligentes deve ser baseada na norma IEC 61850, última edição.

O documento “Descritivo de Obra” é um documento que contempla os detalhes de construção de todas as camadas de uma Subestação, portanto deverá ser atualizado com os detalhes de construção necessários para atender a solução de automação e controle escolhida. O Descritivo Técnico de Obras exerce o papel de documento mestre, indicando todo o cenário de desenvolvimento da obra, de forma sucinta, todos os materiais e serviços a serem aplicados e/ou/executados, fazendo referência a toda documentação relacionada (ETs, OTs, NTs, DU, entre outros). O “Descritivo de Obra” se encontra no “Anexo I - Descritivo Técnico de Obra”.

Os documentos a serem utilizados para a construção dos projetos de Automação e recursos de comunicação interna para as Subestações são apresentados a seguir.

### **7.2.1. Automação com Protocolo TCP/IP - IEC 61850, última edição.**

Os projetos de Subestações Inteligentes da ENERGISA, cuja comunicação interna utiliza os protocolos da norma IEC 61850, última edição e/ou DNP3, por meio de interface Ethernet e protocolo TCP/IP, devem ser baseados nas seguintes especificações técnicas de equipamentos de automação de rede a seguir:

- “ETU-901 Automação e controle usando Protocolo TCP-IP”, que contempla todas as especificações técnicas para a automação da SE;
- “ETU-910 Roteador para rede TCP-IP”, que contempla as especificações técnicas mínimas do roteador a ser utilizado na rede de comunicação interna da SE;


- “ETU-911 Switches para rede TCP-IP”, que contempla as especificações técnicas mínimas dos Switches que serão utilizados na rede de comunicação interna da SE;
- “ETU-912 Gerência de Acesso de equipamentos para rede TCP-IP”, que contempla as especificações mínimas para o equipamento responsável pelo gerenciamento de senhas de acesso aos IEDs e equipamentos da SE;
- “ETU-913 Criptografia de Interface Serial para rede TCP-IP”, que contempla as especificações mínimas do equipamento responsável em criar a criptografia da comunicação serial, para garantir a segurança de comunicação entre a SE e o COS/COD;
- “ETU-914 Comunicação via Telefonia IP para rede TCP-IP”, que contempla as especificações mínimas dos equipamentos de Telefonia IP (VoIP) instalados na rede de comunicação interna da SE, responsáveis pela comunicação de voz entre a SE e o COS/COD;
- “ETU-915 Sincronismo de Tempo dos equipamentos para rede TCP-IP”, que contempla as especificações mínimas para o equipamento responsável pelo sincronismo de tempo dos equipamentos da rede de comunicação interna via TCP-IP.

O documento Descritivo de Obra deve incorporar as informações detalhadas da solução de automação, incluindo possíveis recomendações para compra direcionada minimizando esforços de integração;

Uma lista com a relação dos equipamentos necessários para a implementação do sistema de automação da Subestação, que incluem gateways, IHM, unidades de armazenamento histórico, painéis, entre outros, bem como os preços de cada item, deverá ser gerada para o processo de compra.

### **7.3. Anexo I - Descritivo Técnico de Obra**

O documento descritivo de obras deve ser composto dos seguintes itens:


- 
- 1) Endereço da Subestação
  - 2) Objetivo
  - 3) Data de conclusão do empreendimento
  - 4) Informações básicas
    - ETs
    - Dados técnicos de cada equipamento
    - Matrícula CEI
  - 5) Visita Técnica
  - 6) Responsabilidades da ENERGISA
  - 7) Métodos de Trabalho
  - 8) Responsabilidade Civil
  - 9) Anotação de Responsabilidade Técnica (ART)
  - 10) Segurança do Trabalho
  - 11) Preposto da Contratada
  - 12) Limpeza da obra
  - 13) Equipamentos Principais
  - 14) Descrição dos Serviços:
    - Arranjo da SE
    - Terreno
    - Estruturas
    - Sistema de iluminação



- Infraestrutura
  - Água e esgoto
  - Taludes
  - Cerca
  - Concertina
  - Portão
  - Acesso e Calçada
  - Canaleta
  - Baliza de sinalização
  - Fundações
  - Bacia de Contenção
  - Caixa separadora de Óleo
  - Placas de obra
  - Sistema de alarme
  - Sistema de Monitoramento
  - Sistema de Gerência
  - Sistema de Medição
  - Sistema de Telecomunicação
  - Sistema de alimentação externa

15) Casa de Comando/Eletrocentro

16) Sistema de Aterramento

- 
- 17) Sistema de Blindagem Contra Descargas Atmosféricas
  - 18) Circuitos de Comando, Controle e Proteção.
  - 19) Relés de Proteção
  - 20) Sistema Secundário Digital
  - 21) Automatismos, Intertravamentos e Bloqueios.
  - 22) Comissionamento
  - 23) Projeto Elétrico
  - 24) Estudos e Ajustes da Proteção
  - 25) ANEXOS
    - I. Desenhos específicos (DU)
    - II. Especificações Gerais
    - III. Orientações Técnicas de Comissionamento de Equipamentos e Proteções
    - IV. Especificações técnicas
    - V. Desenhos gerais
    - VI. Equipamentos
    - VII. Materiais que não possuem Especificação Técnica e que deverão atender a descrição abaixo
    - VIII. Diversos

## **8. CAMADA DE MEDIÇÃO**

Nesta camada são dadas as diretrizes para implementação de medição em cada tipo de Subestação.



Os objetivos principais para medição de energia na Subestação são:

- Cálculo de perdas por alimentador
- Evolução de consumo e demanda por alimentador
- Apoio ao planejamento
- Identificação dos picos de demanda
- Monitoramento da qualidade da energia distribuída.

As medições consideradas, de acordo com a aplicação e forma de aquisição, foram divididas em quatro dimensões:

- Medição de Operação
- Medição de Consumo
- Medição de Consumo Próprio
- Medição de Fronteira

Para cada dimensão, são apresentados os tipos de medidores empregados, forma de implantação, comunicação e destinação das informações.

## **8.1. Diagramas Unifilares**

Para o detalhamento das medições que deverão ser implementadas na subestação, é importante conhecer os diagramas unifilares padrões que constituem cada tipo de subestação.

Para maiores detalhes sobre os diagramas unifilares e arranjos físicos, deverá ser consultado o capítulo desta norma correspondente à camada de SISTEMA DE ENERGIA E PROTEÇÃO.

Para cada diagrama unifilar apresentado, são mostrados os pontos onde poderá haver medição SMF e de consumo.



Todos os diagramas unifilares estão disponíveis no formato dwg.

## 8.2. Tipos de Medição

As informações de medição podem ser utilizadas com enfoques diferentes de acordo com a aplicação, por exemplo, apoio à operação, contabilização de perdas, qualidade de energia, faturamento, etc. Conforme a aplicação pode-se alterar o modo de coleta dos dados medidos e a instalação do medidor.

As medições a serem realizadas na subestação poderão ser feitas pelos próprios IEDs (*Intelligent Electronic Device*), como por exemplo, os relés de proteção, ou então por medidores dedicados para esta finalidade dependendo da aplicação.

Uma alternativa interessante para otimizar o uso das informações é a combinação entre os recursos de medição existentes nos IEDs e de medidores específicos fazendo um compartilhamento das informações dos vários equipamentos de medição em operação na subestação para as várias áreas da concessionária.

As aplicações principais para medição de energia na subestação são:

- Apoio ao planejamento.
- Acompanhamento da evolução de consumo e demanda por alimentador.
- Estudos de previsão de demanda.
- Identificação dos picos de demanda.
- Apoio à operação.
- Monitoramento de grandezas elétricas.
- Monitoramento da qualidade da energia distribuída.
- Contabilização dos montantes de energia distribuída.
- Cálculo de perdas por alimentador.

- Identificação de sobrecargas em alimentador.
- Apoio à área de proteção

As medições empregadas no âmbito de uma subestação podem ser de quatro tipos conforme descritos a seguir.

### 8.2.1. Medição de Operação

As medições de operação dizem respeito às medições realizadas pelos dispositivos de proteção e controle da subestação e não por medidores específicos.


Algumas medições são importantes à operação e devem ser disponibilizadas em tempo real ao centro de operação pelo sistema SCADA, principalmente níveis de tensão, corrente, potência e fator de potência.

Os relés de proteção de cada alimentador também coletarão e disponibilizarão as medições importantes à operação.

Os relés de proteção deverão fornecer as seguintes informações:

- Correntes de fase (IA,IB, IC), de neutro (IN), residual calculada e medida (IG), correntes de sequência negativa (3I2) e zero (3I0).
- Tensões de fase (VA,VB,VC), tensões fase-fase (VAB,VBC,VCA), tensão de sincronismo (Vs), de sequência negativa (3V2), sequência zero (3V0) e tensão DC (Vbat).
- Potência aparente, ativa e reativa trifásica.
- Fator de potência trifásico.
- Energia ativa e reativa trifásica.
- Frequência

Os pontos de interligação dos transformadores de instrumentos e dos respectivos IEDs são mostrados nos diagramas unifilares, setor de alta tensão, no Capítulo 9.



Todos os IEDs estarão conectados à rede de comunicação da SE através de protocolo de comunicação baseado na norma IEC 61850.

Para maiores detalhes sobre a rede de comunicação que interligam os IEDs à IHM da subestação e ao sistema SCADA, deverá ser consultada a Camada de Comunicação para Subestações.

### 8.2.2. Medição de Consumo

A medição de consumo refere-se às medições realizadas através de medidores dedicados com objetivo de contabilizar os montantes de energia fornecidos ao sistema de distribuição nos vários seguimentos horários.

Além disso, os medidores podem ser dotados de recursos para medição da qualidade da energia elétrica (qualimetria).

As informações provenientes dos medidores de consumo, não necessariamente serão utilizadas para faturamento, mas usou-se este nome porque os procedimentos de leitura, processamento e armazenamento das informações são determinados pela área de medição e faturamento (área de *billing*).

A medição de consumo instalada na subestação deve disponibilizar as seguintes informações:


- Informações para faturamento.
- Qualidade da energia elétrica (QEE).
- Perfil de carga do sistema de distribuição.
- Curvas de carga.

Deverão ser instalados medidores de consumo em todos os alimentadores.

Os pontos de conexão destes medidores são mostrados nos diagramas unifilares de cada tipo de SE.

### 8.2.3. Medição de Consumo Próprio





A medição de consumo próprio é obrigatória para todas as subestações e tem a função de registrar o montante de energia consumida pela própria subestação.

O medidor de consumo próprio mede a energia fornecida pelo transformador de serviços essenciais da subestação e deve ser instalado no painel de corrente alternada (CA).

Este medidor deve ser cadastrado pela área de faturamento como uma unidade consumidora e, portanto, deve ter o mesmo tratamento dado a qualquer outra UC no que se refere aos procedimentos de leitura e faturamento.

O ponto de ligação do transformador de serviços essenciais, no qual será ligado o medidor de consumo próprio da SE é mostrado nos diagramas unifilares dos tipos.

#### **8.2.4. Medição de Fronteira**

Quando necessária deverá ser considerada medição para faturamento, aplicável ao fornecimento de energia em pontos de fronteira entre a transmissão e a distribuição.


Caso a subestação esteja conectada diretamente a uma linha de transmissão de uma transmissora, é necessário que haja um sistema de medição de fronteira no lado de AT da subestação.

Os equipamentos auxiliares (TC/TP) deverão possuir enrolamentos específicos para medição de faturamento (quando aplicável), separados dos demais enrolamentos e dotados de dispositivos para lacre de acordo com a especificação técnica da ENERGISA.

A execução da medição de fronteira deve atender às diretrizes do ONS e norma técnica da ENERGISA.

### **8.3. Qualidade de Energia Elétrica (QEE)**

A preocupação com a QEE é decorrente em parte da reformulação do setor elétrico. A ANEEL estabelece no Módulo 8 do PRODIST características e parâmetros que são analisados no processo de qualidade da energia.



Uma boa definição para o problema de qualidade de energia é: "Qualquer problema de energia manifestada na tensão, corrente ou nas variações de frequência que resultem em falha ou má operação de equipamentos de consumidores".

Verifica-se que tanto no nível de cargas domésticas, comerciais ou industriais, os consumidores estão cada vez mais sensíveis e dependentes das condições de operação do sistema de energia elétrica. Isso se deve ao aumento da complexidade das funções que as cargas elétricas devem desempenhar através de controle de processos, mesmo em equipamentos domésticos.

Desta forma, o monitoramento pela concessionária, da qualidade da energia que sai da subestação torna-se de grande importância.


Os aspectos considerados da qualidade do produto em regime permanente ou transitório são:

- Fator de potência
- Harmônicos
- Desequilíbrio de tensão
- Flutuação de tensão
- Variações de tensão de curta duração
- Variação de frequência

### **8.3.1. Tensão em Regime Permanente**

São estabelecidos os limites adequados, precários e críticos, para os níveis de tensão em regime permanente, os indicadores de conformidade de tensão elétrica, os critérios de medição e registro, os prazos para regularização, caso os limites de tensão observados não se encontrem na faixa de atendimento adequado.

Com relação à regulação das tensões contratadas:

- 
- a) Devem ser especificados valores correspondentes às derivações padronizadas ou pactuadas entre a distribuidora e o responsável por unidade consumidora atendida pelo Sistema de Distribuição de Alta Tensão - SDAT ou Sistema de Distribuição de Média Tensão - SDMT, dentro das faixas de tensão contratadas;
  - b) As faixas de tensão contratadas devem basear-se em estudos técnicos que considerem as variações de tensão no sistema de distribuição ao longo do tempo;
  - c) A tensão em regime permanente deve ser avaliada por meio de um conjunto de leituras obtidas por medição apropriada, de acordo com a metodologia descrita para os indicadores individuais e coletivos;
  - d) Para cada tensão de referência, as leituras a ela associadas classificam-se em três categorias: adequadas, precárias ou críticas, baseando-se no afastamento do valor da tensão de leitura em relação à tensão de referência.

### 8.3.2. Fator de Potência


O valor do fator de potência deverá ser calculado a partir dos valores registrados das potências ativa e reativa (P, Q) ou das respectivas energias (EA, ER), utilizando-se as seguintes fórmulas:

$$fp = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} \quad \text{ou} \quad fp = \frac{EA}{\sqrt{EA^2 + ER^2}}$$

Obs.: O controle do fator de potência deverá ser efetuado por medição permanente e obrigatória no caso de unidades consumidoras em MT e AT ou por medição individual facultativa nos casos de unidades consumidoras do Grupo B com instalações conectadas em BT.

### 8.3.3. Harmônicos

As distorções harmônicas são fenômenos associados com deformações nas formas de onda das tensões e correntes em relação à onda senoidal da frequência fundamental.



Para os sistemas elétricos trifásicos, as medições de distorção harmônica devem ser feitas através das tensões fase neutro para sistemas estrela aterrada e fase para as demais configurações.

O espectro harmônico a ser considerado para fins do cálculo da distorção total deve compreender uma faixa de frequências que considere desde a componente fundamental até, no mínimo, a 25ª ordem harmônica ( $h_{min} = 25$ ).

#### **8.3.4. Desequilíbrio de Tensão**

O desequilíbrio de tensão é o fenômeno associado a alterações dos padrões trifásicos do sistema de distribuição.

De forma a eliminar possíveis efeitos das componentes de sequência zero, as medições devem ser realizadas para as tensões fase.

O valor de referência nos barramentos do sistema de distribuição, com exceção da BT, deve ser igual ou inferior a 2%. Esse valor serve para referência do planejamento elétrico em termos de QEE e que, regulamentamente, será estabelecido em resolução específica, após período experimental de coleta de dados.

#### **8.3.5. Flutuação de Tensão**

A flutuação de tensão é uma variação aleatória, repetitiva ou esporádica do valor eficaz da tensão.

A determinação da qualidade da tensão de um barramento do sistema de distribuição quanto à flutuação de tensão tem por objetivo avaliar o incômodo provocado pelo efeito da cintilação luminosa no consumidor final, que tenha seus pontos de iluminação alimentados em baixa tensão.

#### **8.3.6. Variação de tensão de curta duração**

Variações de tensão de curta duração são desvios significativos no valor eficaz da tensão em curtos intervalos de tempo.

As variações são classificadas em:

- Variação de Tensão de Curta Duração (VTCD).
- Interrupção Momentânea de Tensão.
- Afundamento Momentâneo de Tensão.
- Elevação Momentânea de Tensão.
- Interrupção Temporária de Tensão.
- Afundamento Temporário de Tensão.
- Elevação Temporária de Tensão.

Além dos parâmetros duração e amplitude já definidos, a severidade da VTCD, medida entre fase e neutro, de determinado barramento do sistema de distribuição é também caracterizada pela frequência de ocorrência. Esta corresponde à quantidade de vezes que cada combinação dos parâmetros duração e amplitude ocorrem em determinado período de tempo ao longo do qual o barramento tenha sido monitorado.

As distribuidoras devem acompanhar e disponibilizar, em bases anuais, o desempenho das barras de distribuição monitoradas. Tais informações poderão servir como referência de desempenho das barras de unidades consumidoras atendidas em AT e MT com cargas sensíveis a variações de tensão de curta duração.

### **8.3.7. Variação de Frequência**

O sistema de distribuição e as instalações de geração conectadas ao mesmo devem, em condições normais de operação e em regime permanente, operar dentro dos limites de frequência situados entre 59,9 Hz e 60,1 Hz.

As instalações de geração conectadas ao sistema de distribuição devem garantir que a frequência retorne para a faixa de 59,5 Hz a 60,5 Hz, no prazo de 30 (trinta) segundos após sair desta faixa, quando de distúrbios no sistema de distribuição, para permitir a recuperação do equilíbrio carga-oferta.

### 8.3.8. Monitoramento da QEE

Para atender as necessidades descritas acima e demais previstas no Módulo 8 do PRODIST, deverá ser monitorada a tensão da barra de média tensão, a qual operará normalmente com a chave de interligação (TAI) aberta.

Portanto, optou-se por instalar dois medidores de QEE, sendo um de cada lado da barra, de forma a se monitorar as tensões nos dois lados. Desta forma, um alimentador de cada lado da barra terá medidor com qualimetria e os demais alimentadores terão medidores normais Grupo A THS.

A ideia de não instalar medidor de qualidade de energia em todos os alimentadores visa, unicamente, reduzir o valor de investimento e manutenção, porém, dependendo do caso e se a ENERGISA entender ser viável, poderá instalar medidores de qualidade em todos os alimentadores.

Os medidores eletrônicos utilizados para avaliação de indicadores de qualidade de energia elétrica - QEE deverão respeitar os parâmetros e metodologias de medição estabelecidos no Módulo 8 - Qualidade da Energia Elétrica do PRODIST. Os medidores de qualidade deverão atender os requisitos da norma IEC 61000-4-30 em sua classe A, garantindo assim a confiabilidade e precisão dos indicadores monitorados.

A medição do setor de média tensão será feita através de três TC's, com enrolamentos atendendo às precisões de medição, e três TP's de média tensão, que atenderão aos Requisitos de QEE, ao Planejamento da Expansão, à Operação do Sistema, e, também, aos Requisitos de Medição da ENERGISA.


## 8.4. Implantação

A seguir serão descritos os detalhes técnicos para implantação dos sistemas de medição na subestação.

### 8.4.1. Medição de Operação

Todos os IEDs instalados na subestação podem fornecer informações de medição, sejam eles instalados no campo ou na casa de comando.





Conforme citado anteriormente, todas as medições realizadas através dos relés de proteção deverão ser disponibilizadas, tanto para o operador via sistema SCADA, quanto para outras áreas do ambiente corporativo via rede de comunicação da subestação.


Para maiores detalhes quanto às características do sistema de comunicação de dados, deverá ser consultada a camada de Comunicação.

#### **8.4.2. Medição de Consumo**

Para a medição de consumo dos alimentadores, será prevista em cada alimentador a medição através de medidor e demais infraestruturas próprias e separadas, atendendo aos Requisitos de Medição da ENERGISA.

A Figura 24 apresenta o diagrama unifilar de um alimentador mostrando como serão ligados os medidores ao sistema elétrico da SE.





Para tanto, será instalado na entrada do quadro de barramentos um conjunto de TC's de baixa tensão (BT) para a medição de corrente. A medição de tensão será realizada diretamente no secundário do transformador dos serviços essenciais. As medições de tensão e corrente serão ligadas a um medidor trifásico que medirá todo o consumo próprio da SE.

A Figura 25 mostra o diagrama unifilar do quadro de distribuição de corrente alternada (QDCA) para uma entrada com o respectivo medidor de consumo próprio.

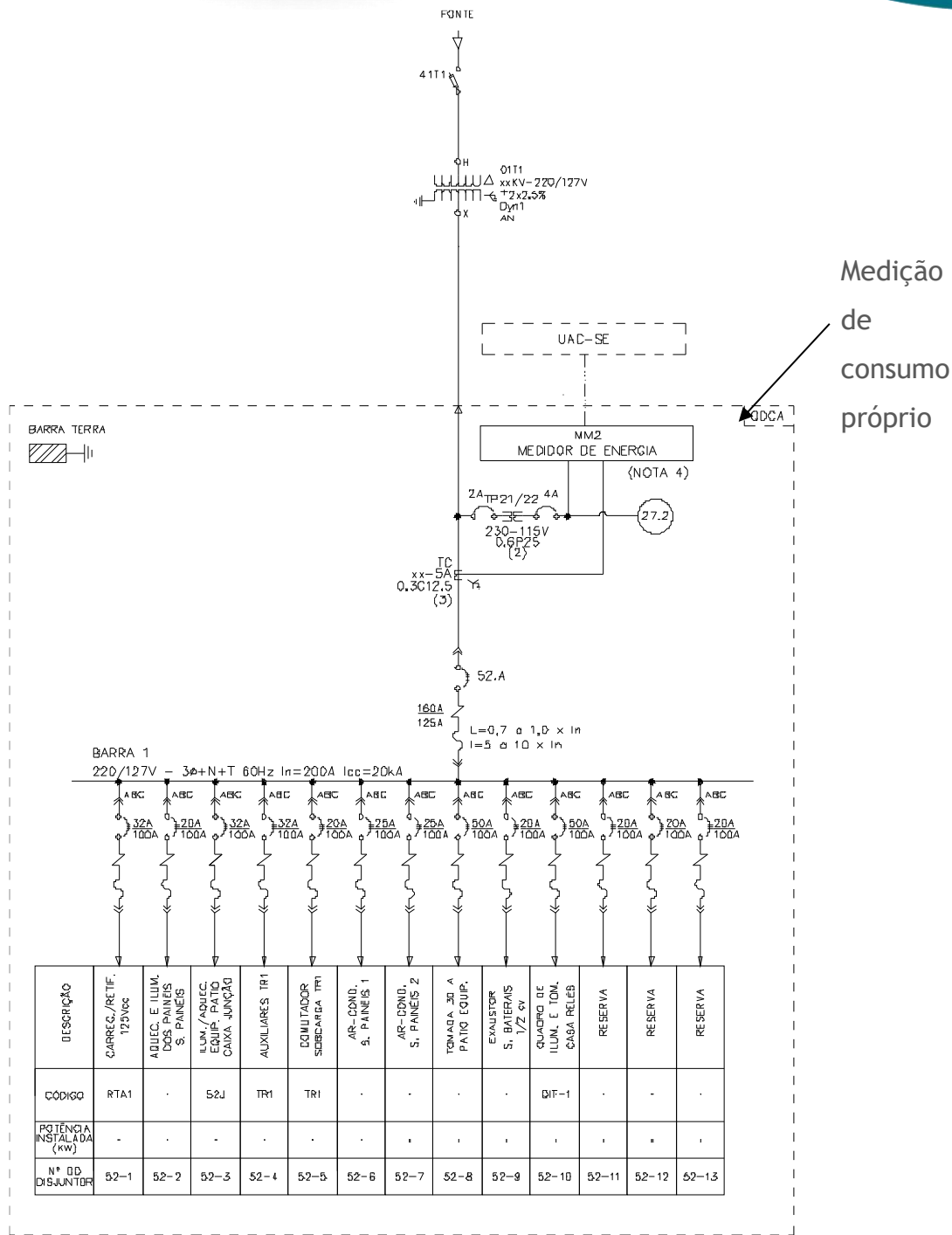


Figura 25: Diagrama Unifilar QDCA - uma entrada

A Figura 26 mostra o diagrama unifilar do quadro de distribuição de corrente alternada (QDCA) para duas entradas com os respectivos medidores de consumo próprio.

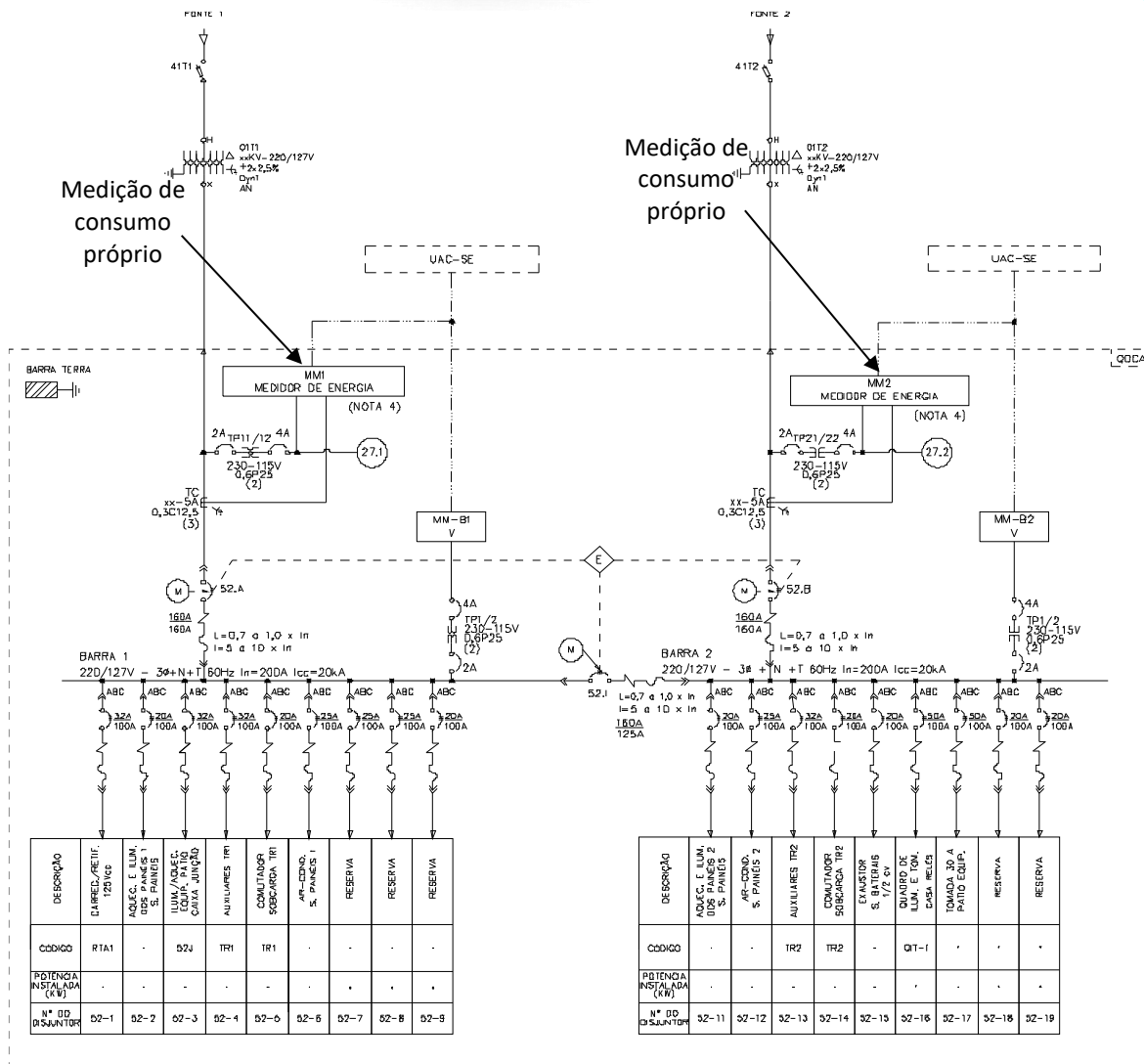


Figura 26: Diagrama Unifilar QDCA - duas entradas

Segue abaixo uma descrição dos principais equipamentos que compõem a medição de consumo próprio utilizados pela ENERGISA:

- Transformador de corrente: 3 TC de uso interno, em epóxi, tensão máxima 600V, corrente primária 200 ou 400 A (definido de acordo com a carga a ser medida), corrente secundária 5 A, relação de transformação 40 ou 80:1, classe de exatidão 0,3 C5/12,5VA, fator térmico 2, fator de sobrecorrente 60, corrente térmica nominal 60xIN, corrente dinâmica 150xIN, tipo janela e conforme NBR 6856/82.
- Chave de aferição: 1 chave de aferição, fabricada em baquelite, tensão de isolamento 2500V, tensão de operação 600V, corrente nominal 20A, circuito de potencial separado por placas isolantes, tampa transparente com bordas protetoras de entrada e saída dos cabos com dispositivo para selagem.

- Medidor: ver item 8.5.2

#### **8.4.4. Medição de Fronteira**

A implantação do Sistema de Medição para Faturamento - SMF implica o desenvolvimento de etapas, tais como a elaboração de um projeto em conformidade com o que está estabelecido na Especificação técnica das medições para faturamento, conforme padrão do Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS.

As informações relativas ao SMF constam em cadastro elaborado e constantemente atualizado pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE, do qual são provenientes as informações utilizadas pelo ONS.

Os medidores devem atender ao padrão da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE, ao Módulo 12 do Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS e ao Módulo 5 do Procedimento de Distribuição - PRODIST.

A Medição de Fronteira será feita através dos TC e TP do bay de entrada de linha e as medidas serão disponibilizadas ao medidor.

Quando da necessidade de implantação de SMF, os equipamentos auxiliares (TC/TP) deverão possuir enrolamentos específicos para medição de faturamento (quando aplicável), separados dos demais enrolamentos e dotados de dispositivos para lacre de acordo com a especificação técnica da ENERGISA.

##### **8.4.4.1. Transformador de Potencial (TP)**

Sempre que for solicitada a medição de fronteira, o TP deverá ter 03 enrolamentos, sendo:

TP 72,5 kV:

- Enrolamento de proteção:
  - quantidade: 01
  - carga / classe de exatidão: 0,6P200



- Enrolamento de medição:
  - quantidade: 02
  - carga / classe de exatidão: 0,3P200 (1x)
  - carga / classe de exatidão: 0,3P75 (1x) exclusivo para medição de faturamento, sendo que as caixas de terminais devem ser independentes e ter dispositivos que permitam lacrar os pontos de acesso aos circuitos de medição. Devem ainda atender integralmente a procedimento de rede do ONS Submódulo 12.2, ANEXO 1 item 1.2.2.

#### TP 88 kV:

- Enrolamento de proteção:
  - quantidade: 01
  - carga / classe de exatidão: 0,6P200
- Enrolamento de medição:
  - quantidade: 02
  - carga / classe de exatidão: 0,3P200 (1x)
  - carga / classe de exatidão: 0,3P75 (1x) exclusivo para medição de faturamento, sendo que as caixas de terminais devem ser independentes e ter dispositivos que permitam lacrar os pontos de acesso aos circuitos de medição. Devem ainda atender integralmente a procedimento de rede do ONS Submódulo 12.2, ANEXO 1 item 1.2.2.

#### TP 145 kV:

- Enrolamento de proteção:
  - quantidade: 01
  - carga / classe de exatidão: 0,6P200

- Enrolamento de medição:
  - quantidade: 02
  - carga / classe de exatidão: 0,3P200 (1x)
  - carga / classe de exatidão: 0,3P75 (1x) exclusivo para medição de faturamento, sendo que as caixas de terminais devem ser independentes e ter dispositivos que permitam lacrar os pontos de acesso aos circuitos de medição. Devem ainda atender integralmente a procedimento de rede do ONS Submódulo 12.2, ANEXO 1 item 1.2.2.


#### **8.4.4.2. Transformador de Corrente (TC)**

Sempre que for solicitada medição de fronteira, o TC deverá ter 03 enrolamentos, sendo:

TC 72,5 kV, 88 kV e 145 kV:

- Enrolamento de proteção:
  - quantidade: 01
  - carga / classe de exatidão: 10B200
- Enrolamento de medição:
  - quantidade: 02
  - carga / classe de exatidão: 0,3C50 (1x)
  - carga / classe de exatidão: 0,3C50 (1x) exclusivo para medição de faturamento, sendo que as caixas de terminais devem ser independentes e ter dispositivos que permitam lacrar os pontos de acesso aos circuitos de medição. Devem ainda atender integralmente a procedimento de rede do ONS Submódulo 12.2, ANEXO 1 item 1.2.2.

### **8.5. Medidores**



Abaixo são apresentadas as características principais para cada um dos medidores utilizados.

### 8.5.1. Medição de Consumo

Medidor para Grupo A - THS, medição dos alimentadores.

#### a) Características gerais

- Medidor Trifásico Eletrônico
- Memória de Massa - Multitarifa
- Classe 0,5% 120V/240 2,5/10A 04 Fios.
- Modelo homologado no INMETRO.
- Tensão nominal 120/240V
- Faixa de tensão 60 a 300V
- Corrente de partida 0,2% da corrente nominal.
- Corrente nominal 2,5 A
- Corrente máxima de 10 A
- Frequência 60 Hz
- Ligação linha-carga
- Compatível com sistemas a 03 e a 02 elementos - 04 fios.
- Classe 0,5%
- Consumo próprio máximo de 2 W e 10VA
- Bornes estanhados com capacidade para cabos até 50mm<sup>2</sup> com dois parafusos estanhados por terminal.

- Índice de classe de isolamento II (de acordo com a NBR14519 e NBR14520).
- Conector ótico
- Dispositivo de lacração para o conector ótico
- Registrador display eletrônico
- Saída de pulsos serial e paralela para o consumidor.
- Conectividade RS232 e/ou RS485; deve suportar temperatura ambiente até 80°C
- Placa de identificação com número e símbolo da empresa, acrescido de código de barras.
- Programável
- Multitarefa
- Medição de grandezas pertinentes à tarifa horo-sazonal.
- Memória de massa com disponibilidade de no mínimo 09 canais.
- Ser dotados de um sistema de preservação e salvamento dos registros durante as perdas de alimentação, armazenando os dados em memória não volátil por pelo menos 100 dias.
- Possibilidade de traçar o perfil das três tensões do sistema.

b) Grandezas

- Energia e demanda ativa total e nos postos horários.
- Energia e demanda reativa indutiva e capacitiva total e nos postos horários.
- UFER / DMCR

- Valores instantâneos de corrente, tensão, fator de potência, potência ativa e reativa, corrente de neutro, ângulos, frequência, distorção harmônica e outros.

### 8.5.2. Medição de Consumo Próprio

Medidor para Grupo B, características gerais:

- Medidor de energia elétrica de concepção eletrônica
- Medidor Trifásico Eletrônico s/ Memória de Massa
- Energia Ativa e Reativa - Classe 1% - 120/240V 15A 04 Fios
- Modelo homologado no INMETRO
- Tensão nominal 120/240V
- Tensão de operação 120/240V  $\pm$  20%
- Corrente de partida 0,4% da corrente nominal
- Corrente nominal 2,5 A
- Corrente máxima de 20 A
- Frequência 60Hz
- Ligação linha-carga - 03 elementos - 04 fios - classe 0,5%
- Consumo próprio máximo de 2 W e 10VA
- Bornes estanhados com capacidade para cabos até 50 mm<sup>2</sup>, com dois parafusos estanhados por terminal.
- Índice de classe de isolamento II (de acordo com a NBR14519 e NBR14520).
- Conector ótico

- Dispositivo de lacração para o conector ótico.
- Registrador display eletrônico em LCD.
- Saída de pulsos serial e paralela para o consumidor.
- Conectividade RS232 e/ou RS485.
- Deve suportar temperatura ambiente até 80°C.
- Placa de identificação com número e símbolo da empresa, acrescido de código de barras.
- Tampa solidária
- Multitarifa
- Programável
- Medição de grandezas pertinentes à tarifa horo-sazonal.
- Medição de energia ativa e reativa (indutivo-capacitiva).
- Memória de massa com disponibilidade de no mínimo 09 canais.
- Possibilidade de traçar o perfil das três tensões do sistema.

### **8.5.3. Medição de Faturamento de Fronteira**

Medidor para Grupo B, características gerais:

- Medidor Trifásico Eletrônico c/ Memória de Massa - Classe 0,2% 120V/240 2,5/10A 04 Fios.
- Medidor de energia elétrica de concepção eletrônica.
- Modelo homologado no INMETRO.
- Tensão nominal 120/240V.

- Faixa de tensão 60 a 300V.
- Corrente de partida 0,2% da corrente nominal.
- Corrente nominal 2,5 A.
- Corrente máxima de 10 A.
- Frequência 60Hz.
- Ligação linha-carga. Compatível com sistemas a 03 e a 02 elementos; 04 fios; Classe 0,2%.
- Consumo próprio máximo de 2 W e 10 VA.
- Bornes estanhados com capacidade para cabos até 50 mm<sup>2</sup>, com dois parafusos estanhados por terminal.
- Índice de classe de isolamento II (de acordo com a NBR14519 e NBR14520).
- Conector ótico.
- Dispositivo de lacração para o conector ótico.
- Registrador display eletrônico.
- Saída de pulsos serial e paralela para o consumidor.
- Conectividade RS232 e/ou RS485.
- Deve suportar temperatura ambiente até 80°C.
- Placa de identificação com número e símbolo da empresa, acrescido de código de barras.
- Equipamento deverá ser conforme Módulo 12 do Procedimento de Rede do Operador Nacional do Sistema.



- Deve garantir através do uso de Terminal Server conectado a interface RS232, acesso prioritário de leitura para o CCEE (Câmara Comercializadora de Energia Elétrica).

#### 8.5.4. Medidor com recurso de qualimetria

Medidor de faturamento e qualidade de energia, que realize até 256 amostras por ciclo, análise de harmônicas até a 63ª, mestre em Modbus com detecção de transiente até 65  $\mu$ s, componentes simétricos, forneça relatório de conformidade com a EN50160, IEC 61000-4-7 (inter-harmônicas) e IEC 61000-4-15 (flicker).

##### a) Características gerais

- Gerais
  - Uso em sistemas AT e BT
  - Precisão de corrente e tensão: 0,1%
  - Precisão de energia e potência: 0,2%
  - Taxa máxima de amostra por ciclo: 256
- Medição de energia e RMS instantâneo
  - Corrente, tensão e frequência.
  - Potências ativa, reativa e aparente - total e por fase
  - Fator de potência - total e por fase
  - Energias bidirecional, total, gerada, consumida e líquida.
  - Modo de acumulação ajustável
- Valores de demanda
  - Corrente - Janela e valores máximos

- Potência ativa, reativa e aparente - Janela e valores máximos.
- Potência ativa, reativa e aparente - previstas.
- Sincronização da janela de medição
- Ajuste do método de cálculo - Janela fixa, móvel, térmica.
- Medição de qualidade da energia:
  - Distorção harmônica - Corrente e Tensão
  - Harmônicas individuais: 63<sup>a</sup>
  - Captura de forma de onda
  - Detecção de quedas e oscilações na tensão
  - Detecção e captura de transitórios
  - Flicker (IEC 61000-4-7) e inter-harmônicas (IEC 61000-4-15)
  - Verificação em conformidade com a EN50160
  - Componentes simétricos: sequência positiva, negativa e zero.
  - Configurável para IEEE 519-1992, IEEE 159, SEMI.
- Contagem da disponibilidade do sistema elétrico em número de 9s
- Funções lógicas e matemáticas programáveis
- Frequência de referência: 60Hz, porém com “*frequency tracking*” na faixa de 50 a 70Hz.
- Classe: D (0,2) ou C (0,5)
- Faixa de temperatura de operação: -20° C até +60° C

b) Principais características

- Possuir no mínimo 16 Mb de capacidade de memória;
- Porta configurável EIA-232/EIA-485;
- Porta Ethernet, gateway Ethernet e servidor HTML;
- Protocolos: Modbus, DNP3, Modbus TCP/IP e DNP3 LAN/WAN;
- Registro de mín. / máx. para qualquer parâmetro;
- Alarmes;
- LED's independentes para calibração de energia ativa e reativa.

### **8.5.5. Especificações Gerais**

O sistema de medição instalado a partir de 01 de janeiro de 2011 deverá ter as mesmas especificações do sistema de medição do consumidor do Grupo A, conforme tensão no ponto de instalação do sistema, e, quando necessário, medir a inversão do fluxo de potência.

As chaves para aferição serão instaladas nos sistemas de medição de tal forma que possibilitem realizar curto-circuito nos secundários dos transformadores de corrente, abrindo o lado de corrente e de tensão dos medidores, sem necessidade de desligamento dos circuitos.


Os painéis de medição serão aterrados diretamente no sistema de aterramento da subestação.

Todos os equipamentos deverão ser homologados pelo Laboratório de Medição e pelo Centro de Operação de Medição da ENERGISA.

O sistema de medição deve ser compatível com o software de telemedição utilizado no Grupo A, atualmente o CAS-Hemera.

## **8.6. Leitura e Comunicação**

### **8.6.1. Medição de Operação**



As medições oriundas dos IEDs serão coletadas via rede de dados Ethernet, utilizando protocolo de comunicação IEC 61850.

Para maiores detalhes quanto ao sistema de comunicação deverão ser consultadas as camadas:

Critérios para Camada de Gerência das Subestações

Critérios para Camada de Comunicação para Subestações

### 8.6.2. Medição de Consumo

A leitura dos medidores poderá ser feita no *display* dos próprios medidores ou remotamente utilizando o canal de comunicação da subestação. Para tanto, os medidores estarão conectados a módulos de comunicação através de portas seriais tipo RS232, os quais serão conectados a um Switch através de ligação *Ethernet* e daí ao sistema supervisor Hemera.


Características do sistema de comunicação:

Solução de comunicação com função de servidor de terminais (Terminal servers) para conexão de até 4 (quatro) equipamentos seriais na rede de dados TCP/IP. Deve ter uma estrutura modular que permita o uso de, no mínimo, até 4 cartões do tipo GPRS (800/900/1800/1900MHz) e/ou Ethernet com endereço IP Fixo ou dinâmico (DHCP).

Características da interface serial:

- RS232 - velocidade programável de 300 a 115200bps
- Conector DB9 macho ou fêmea
- Conector RJ 45 para ethernet
- Fonte de alimentação: 5 VDC ou 90-240 VAC
- Temperatura de operação -20°C a +70°C

A solução deve ser compatível com a aplicação CAS-Hemera.



O software para configuração do dispositivo, leitura das medições e coleta de dados e oscilografias deverá estar incluso no fornecimento dos medidores. Todas as atualizações deste software deverão ser disponibilizadas sem ônus adicional.

Para maiores detalhes quanto ao sistema de comunicação deverão ser consultadas as camadas:

Critérios para Camada de Gerência das Subestações

Critérios para Camada de Comunicação para Subestações

### **8.6.3. Medição de Fronteira**


#### **8.6.3.1. Leitura dos Registros**

Os medidores devem possuir mostrador digital, para leitura local, com pelo menos 6 dígitos indicando de forma cíclica as grandezas programadas a serem medidas, associadas às suas respectivas unidades primárias, ou seja, levando em conta sua constante kh, e as relações de transformação dos TI.

Devem permitir, através de interface de comunicação, a leitura dos valores medidos e da memória de massa. Devem possuir no mínimo duas portas de comunicação independentes com acesso simultâneo ou que permitam a priorização de uma delas. Uma será de uso exclusivo da CCEE e a outra de acesso aos agentes envolvidos na medição do ponto. A porta da CCEE deverá ser acoplada a um canal de Internet estável e de bom desempenho, sob o qual será estabelecido um túnel VPN (Virtual Private Network) entre o medidor e a CCEE . Os medidores deverão ter capacidade de gerenciar o acesso simultâneo às suas portas de comunicação de forma que a porta de acesso disponibilizada à CCEE permita o acesso aos registros de memória de massa do medidor em tempo integral.

A aquisição de leituras em tempo integral deve ser um processo que permita, por meio de um canal de comunicação, fazer leituras dos valores registrados e da memória de massa em intervalo de tempo programado.

#### **8.6.3.2. Protocolos de Comunicação**



Podem ser utilizados todos os protocolos de medidores, desde que seus fornecedores desenvolvam os mesmos nos padrões e para as aplicações definidas pela CCEE, e forneçam à esta toda a documentação detalhada do protocolo.

#### **8.6.3.3. Canal de Comunicação**

Deve permitir a aquisição de leituras a qualquer tempo, diretamente de cada ponto de medição, conforme disposto no Procedimento de Comercialização da CCEE.

O canal de comunicação deve permitir a transferência dos dados numa taxa mínima compatível com a transmissão dos pacotes de dados do medidor, conforme detalhado no Procedimento de Comercialização da CCEE.

#### **8.6.3.4. Medição de Retaguarda**

A medição de retaguarda é de caráter obrigatório e deve ser composta de um medidor igual ou equivalente ao medidor principal, instalado no mesmo painel, com as mesmas informações de corrente e tensão (mesmos enrolamentos secundários dos transformadores para instrumentos).

#### **8.6.3.5. Medição de Consumo Próprio**


A comunicação do medidor de consumo próprio deverá ocorrer de modo idêntico ao apresentado para os medidores de consumo.

## **9. CAMADA DE MONITORAMENTO**

Este item estabelece as características técnicas do sistema de monitoramento para os cinco tipos de Subestação e definem os recursos de monitoramento empregados, assim como, os equipamentos e sistemas a serem monitorados.

Objetivos:

- A prevenção de faltas e defeitos nos equipamentos primários.

- 
- Oferecer ferramentas essenciais para que as empresas de distribuição possam modernizar as técnicas de manutenção e migrar para uma manutenção preditiva inteligente e otimizada.
  - A redução do número de faltas e defeitos que causam interrupções no suprimento de energia elétrica contribui enormemente para a melhoria dos índices de desempenho dos serviços prestados.

As regras atuais que regem a distribuição de energia elétrica no Brasil obrigam o monitoramento de itens específicos da qualidade do serviço, para cada unidade consumidora.

Estes requisitos levam a uma revisão das estratégias de manutenção pelas distribuidoras, deixando, cada vez mais, ações em manutenção corretiva e preventiva, e intensificando a prática da manutenção preditiva.

Contudo, para habilitar uma migração assertiva para a manutenção preditiva, é necessário o monitoramento direto e constante dos equipamentos de forma a prever falhas e otimizar a manutenção dos mesmos.

Somente efetuando a análise das informações coletadas em tempo real dos equipamentos é possível estabelecer uma manutenção baseada nas condições reais e não em intervalos de tempo. Esta análise permite estender o ciclo de manutenção e minimizar os custos associados.

Itens abordados:

- Arquitetura do monitoramento *on-line*
- Monitoramento dos Transformadores de Força
- Monitoramento de Disjuntores
- Monitoramento de Para-Raios
- Monitoramento do sistema de serviços essenciais



- Sistema de segurança patrimonial - CFTV e alarmes
- Sistema de CFTV para monitoramento de manobra de equipamentos no pátio
- Câmeras de Vídeo-Monitoramento
- Monitoramento da casa de controle

## 9.1. Arquitetura do monitoramento on-line

O monitoramento da subestação gera informações que devem ser disponibilizadas para várias áreas da concessionária, como, operação, engenharia, manutenção, planejamento, entre outras.

As informações coletadas pelos sensores de monitoramento devem “subir” para a camada de aplicação, a qual se encontra no nível dos sistemas operativos da ENERGISA.

É fundamental haver uma camada de aplicação das informações geradas e, para tanto, deve ser prevista a integração das informações do monitoramento com os sistemas operativos da ENERGISA.


A seguir serão mostradas as diferenças entre os sistemas de monitoramento centralizado e descentralizado.

Considerando as justificativas apresentadas optou-se pelo sistema descentralizado para ser empregado nas SEDs da ENERGISA.

### 9.1.1. Sistema centralizado

A arquitetura centralizada é a mais tradicional e possui sistemas desenvolvidos e funcionando em todo o mundo. A grande maioria dos sistemas de monitoramento comercializados por grandes fabricantes segue esta arquitetura.

Ela é composta pelos sensores tradicionais ligados a um ou mais elementos concentradores de informações. Estes elementos são geralmente, PLC's (Controladores Lógicos Programáveis) de uso industrial. As formas de entrada nestes



concentradores são as entradas digitais e as analógicas. Os sensores e equipamentos de medição são conectados a estas portas, de acordo com o tipo de sua saída destes concentradores os sinais são enviados a um computador para o processamento e armazenamento destas informações.

A sua mais acentuada desvantagem deriva justamente de uma das suas características fundamentais: o seu elemento concentrador. Este elemento é um equipamento padrão de mercado, usualmente concebido para uso em ambientes industriais. Por isso estes PLC's quando colocados junto ao transformador, normalmente no seu painel, podem ter seu funcionamento e desempenho comprometidos. Este comprometimento é causado pelas condições adversas de temperatura e a alta intensidade de interferências eletromagnéticas. Se estes equipamentos fossem instalados na sala de controle, o dispêndio de material, e conseqüentemente financeiro, seria muito alto visto que para cada sensor deverá existir cablagem específica.

Contudo, os sistemas de monitoramento convencionais requerem a instalação de sensores e equipamentos novos e especializados, bem como uma rede de comunicação específica para o tráfego desses dados. Além disso, eles não podem aproveitar a rede de comunicação do SAS (*Substation Automation System*) existente e as informações de monitoramento dos equipamentos que já estão sendo calculadas pelos IED's/PCM.

Outra desvantagem é a necessidade de duplicação de sensores ou dos seus sinais, através de transdutores ou relés auxiliares. Normalmente isto ocorre devido ao fato que as saídas dos sensores do transformador já estão sendo utilizadas por outros sistemas da subestação, como o sistema de proteção e o sistema supervisorio. Esta necessidade de duplicação gera vários problemas, como:

- Aumento do número de equipamentos passíveis de manutenção.
- Aumento do número de possíveis pontos de falha.
- Ampliação da demanda de estoque de peças.

- Aumento da complexidade e dos custos de montagem e manutenção.
- Diferenças de medição, em caso de duplicação de sensores.

### 9.1.2. Sistema descentralizado

O sistema baseado na arquitetura descentralizada, geralmente é constituído de IED's (*Intelligent Electronic Devices*). Estes IED's são dispositivos microcontrolados de alta confiabilidade. Cada IED é um conjunto de sensor e IHM (Interface Homem-Máquina), que provê inteligência e funcionalidade no próprio dispositivo. Ele possui todas as características que os sistemas de proteção e supervisão utilizam como contatos secos e saídas analógicas, e também, portas de comunicação serial, utilizando protocolos de comunicação IEC 61850 e Modbus.

A norma IEC 61850 estabelece as funcionalidades dos protocolos de comunicação vertical e horizontal, permitindo a interoperabilidade entre os sistemas e a troca rápida de múltiplos tipos de mensagens entre os equipamentos dos sistemas de proteção, controle, supervisão e medição das subestações (em outras palavras, os IED's).

As subestações de distribuição de energia elétrica projetadas para utilizar as funcionalidades dos protocolos IEC 61850 podem ser otimizadas através da utilização das mensagens projetadas para o SCADA, troca de dados em tempo real e coleta das informações de monitoramento dos equipamentos, reduzindo significativamente os equipamentos usados para proteção, controle, medição e automação.

Os diversos benefícios da utilização da arquitetura descentralizada a tornam aconselhável para os sistemas de monitoração, dada a maior confiabilidade e menores custos de manutenção, além da facilidade para especificação de sistemas de monitoração de pequeno porte e custo reduzido.

Contribui para isso a possibilidade de aproveitamento de IED's já existentes na subestação para as funções de supervisão e controle como fonte de dados (sensores) para o sistema de monitoração. Em alguns casos o sistema de monitoração pode ter custo zero com sensores.

## 9.2. Monitoramento dos Transformadores de Força

O transformador de potência é o equipamento mais importante de uma subestação de distribuição. O alto custo de aquisição, transporte e instalação, juntamente com o longo tempo necessário para entrar em operação, podem tornar a substituição do transformador uma tarefa difícil e demorada. Portanto, o monitoramento é essencial para permitir uma manutenção eficiente bem como um aproveitamento ótimo das capacidades operacionais.

Um sistema de monitoramento de transformadores que atenda ao contexto e premissas descritas deve fornecer, no mínimo:

- Geração de prognósticos e diagnósticos relativos a falhas e eventos.
- Obter informações seguras sobre o comportamento e do estado de desgaste e envelhecimento dos equipamentos e sistemas de monitoramento.
- Prolongamento da vida útil dos equipamentos.
- Determinação de valores de referência que servem de base para a comparação com os valores supervisionados.
- Operação intuitiva e fácil, reduzindo a necessidade de treinamento e o tempo gasto nele.
- Aproveitar o conhecimento do engenheiro especialista da empresa, obtendo assim resultados mais confiáveis em cada situação.
- Redução dos custos de manutenção dos equipamentos.
- Permitir a programação de intervenção da equipe de manutenção preventiva, com base nos desvios das grandezas monitoradas.
- Aumento da confiabilidade do sistema elétrico.
- Redução de intervenções com desligamentos.

### 9.2.1. Topologia típica de sistema de monitoração on-line de transformador

Tipicamente, os sistemas de monitoração *on-line* de transformadores de potência adotam a topologia mostrada no diagrama de blocos da Figura 27, em que se observam as seguintes partes constituintes principais:

- Medição de variáveis - A medição das diversas variáveis consideradas importantes para o conhecimento do estado do equipamento é efetuada por sensores e/ou transdutores, localizados, em geral, com o transformador.
- Transmissão de dados - Consiste na transmissão dos dados de medições dos sensores, obtidos na etapa anterior, para a etapa de armazenamento e processamento de dados a seguir, utilizando-se os meios físicos mais convenientes para a aplicação.
- Armazenamento e processamento de dados - O armazenamento e processamento dos dados de medições dos sensores têm por objetivo a obtenção de informações úteis para a manutenção e gestão do ativo, tais como os diagnósticos e prognósticos de estado dos vários subsistemas e da condição geral do transformador. Com isso, evita-se também que a engenharia de manutenção seja sobrecarregada com um grande volume de dados, nem sempre de fácil interpretação.
- Disponibilização das informações - Para que o sistema de monitoração atinja seus objetivos, as informações referentes ao estado dos equipamentos precisam ser disponibilizadas aos diversos setores interessados, mantendo, simultaneamente, a integridade dos dados e a segurança do acesso.

Na Figura 27 é apresentado um diagrama esquemático de um sistema de monitoramento baseado na arquitetura descentralizada. Como se pode observar, não existe o elemento concentrador. Os dispositivos IED's comunicam-se independentemente com o sistema de monitoramento. Neste caso, a proteção e a supervisão do transformador poderiam vir integradas ao monitoramento, visto que a falha de um dispositivo somente teria como resultado a perda de sua funcionalidade.

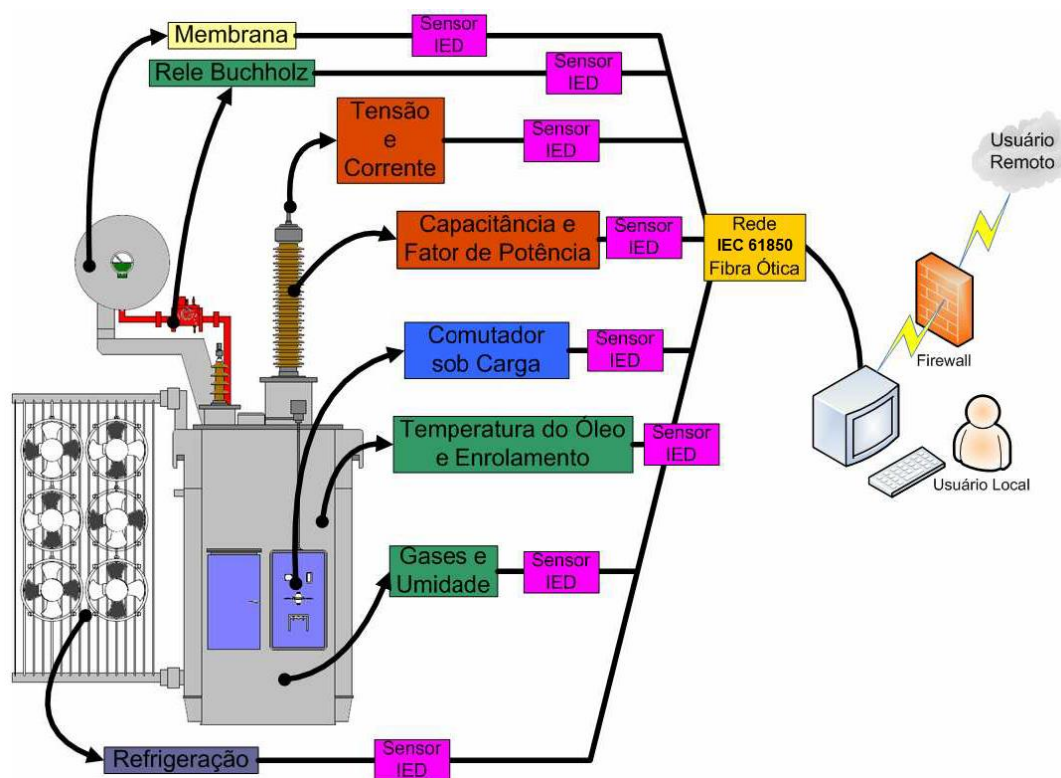



Figura 27 - Arquitetura do sistema descentralizado de aquisição e monitoramento.

O sistema de monitoramento de transformadores proposto para as subestações da ENERGISA tem por finalidade mitigar o risco de falhas catastróficas e auxiliar na tomada de decisões relativas à manutenção e/ou à operação dos transformadores. Ele deve medir, armazenar e correlacionar as grandezas indicativas do estado operativo do transformador, processando estes dados de forma a emitir diagnósticos e prognósticos indicativos de falhas incipientes, assim como sugerir ações de operação e manutenção para evitar as falhas.

O sistema de monitoramento deve ser especialista por excelência e reunir vários modelos de engenharia, que se utilizam o conhecimento do comportamento do transformador, apoiado em técnicas estatísticas adequadas e de aprendizado, definindo continuamente limites dinâmicos. Deve ultrapassar o conceito de supervisão baseado na simples medição da condição operativa com alarmes por limites pré-fixados e estáticos. Um diagnóstico pode ter origem em um único dado, um conjunto de dados, uma tendência ou extrapolação de dados que ultrapassem os





limites simples definidos pelo usuário ou os limites dinâmicos continuamente avaliados pelo sistema especialista.

Cada transformador monitorado pode ter uma série de sensores instalados em seu tanque principal e no comutador de TAP sob carga, sendo que as informações adquiridas por cada sensor são centralizadas em um painel localizado no corpo do transformador. Este painel se interliga a sala de controle, onde se encontra o painel centralizador, através de comunicação por protocolo TCP/IP (Ethernet) por meio físico de uma rede de fibra óptica.


No painel centralizador deve estar localizado o servidor do sistema, o qual executa os modelos especialistas de engenharia e armazena os dados. O sistema deverá dispor de tecnologia para análise que, quando empregada efetivamente pelo usuário, auxilia a estratégia de mitigação de riscos de falhas em transformadores, assim como a utilização de recursos de manutenção.

O sistema deve trazer os seguintes benefícios entre outros:

- Através do monitoramento efetivo da operação, a substituição da unidade pode ser avaliada com maior precisão.
- Identificação de falhas incipientes, com a oportunidade de tomar ações corretivas que possam evitar os custos decorrentes de uma falha catastrófica.
- Redução do prêmio de seguro por defeitos.
- Conhecimento e controle das condições operativas, reduzindo os riscos de falhas intempestivas e conseqüentemente, de custos relativos à Parcela Variável por Indisponibilidade (Resolução Normativa 270).
- Otimização do processo de manutenção, permitindo a manutenção baseada na condição dos equipamentos.

O sistema de monitoramento proposto deverá aquisitar diretamente do IED de proteção, utilizando medições dos TP/TC em combinação com sensores de temperatura para calcular a temperatura do topo do óleo (*top-oil temperature*) e a






temperatura mais alta do enrolamento (*winding hot-spot temperature*). Deve ser capaz de monitorar pelo menos as seguintes grandezas:

- Carregamento
- Temperatura do ambiente medida.
- Temperaturas do topo do óleo (“*top-oil*”) medida e calculada.
- Temperaturas mais altas (“*hot-spot*”) do enrolamento medida e calculada.
- Taxa de perda de vida útil diária.
- Taxa de perda de vida útil acumulada.
- Eficiência do sistema de ventilação forçada.
- Estágio da ventilação forçada.
- Fator de aceleração do envelhecimento da isolamento.
- Estimativa do tempo de vida útil da isolamento.
- Detecção de stress elétrico e mecânico causado por faltas passantes (“*through-faults*”).Taxa de perda de vida útil diária.
- Número de operações do comutador.
- Temperatura do comutador.
- Detecção de stress elétrico e mecânico causado por faltas passantes (“*through-faults*”).

Os transformadores monitorados, dependendo do tipo de subestação em que estão instalados, poderão ter sensores adicionais que complementam as medições acima, sendo que as informações adquiridas por cada sensor são centralizadas em um painel localizado no corpo do transformador. Este painel se interliga a sala de controle,



onde se encontra o painel centralizador, através de comunicação por protocolo TCP/IP (Ethernet) por meio físico de uma rede de fibra óptica.

Monitoramentos adicionais:

- Fator de potência das buchas - que permite a análise on-line do estado das mesmas (aplicável em 69 kV e superiores).
- Gases dissolvidos no óleo isolante - análise realizada através de sensores simples como de gases combinados ou mais completos por meio de gás-cromatografia.
- Umidade do óleo isolante.

### 9.2.2. Especificação dos Itens de Monitoramento do Transformador


De acordo com a *especificação técnica da ENERGISA para Transformador de Força*, o sistema de monitoramento deverá ter as seguintes características.

O sistema de monitoramento deverá ser baseado em microprocessador e expansível, tanto no aspecto de inclusão de novas grandezas dos transformadores, com a inclusão de novos sensores, ou inclusão de outros equipamentos. Deverá também permitir:

- Equipamentos de aquisição de dados.
- Equipamentos de armazenamento e tratamento de dados.
- Meio de comunicação, que interligará os dois itens acima.
- Sensores e variáveis.

É escopo de fornecimento o painel de monitoração *online*, completo com todos os acessórios e em perfeito funcionamento disponibilizando os seguintes equipamentos:

- Um IED para controle e monitoramento de *tap's*, função 90, medição de correntes e tensões, monitoramento de temperaturas de enrolamentos e de óleo isolante, aquisição de temperaturas via RTD, estágios de ventilação forçada,



controle de paralelismo de transformadores de força. O mesmo será acondicionado no respectivo painel de transformador de força.

- Um equipamento I/O Remoto para as proteções intrínsecas, o mesmo será acondicionado no respectivo painel de transformador de força e ser adequado para o protocolo de comunicação IEC 61850.

Todos os equipamentos deverão ser compatíveis com protocolo de comunicação IEC 61850, MMS e GOOSE.

Também é escopo de fornecimento os seguintes itens:

- Sensores básicos com saída de 4 a 20 mA.
  - Indicador de nível de óleo (alto e baixo).
  - Temperatura dos enrolamentos tipo RTD.
  - Temperatura do topo do óleo tipo RTD.
  - Temperatura da base do óleo tipo RTD.
  - Grandezas elétricas (potências, correntes, tensões, etc.).
  - Supervisor da bolsa do conservador de óleo através de entrada digital.
- Software de monitoramento
  - Programa com algoritmos necessários para monitoração, com gravação de histórico.
  - Instalação e configuração do software de monitoração.
  - Treinamento para operação e manutenção do sistema de monitoração.
  - Comissionamento e testes de software de monitoração.
  - Licença de utilização do software de monitoração.
  - Programa com interface gráfica para a estação remota.

- Projeto, documentação, instalação e supervisão.
  - Diagrama esquemático do sistema de monitoramento de interligação entre o gabinete, sensores do transformador e gabinetes da central de manobra.
  - Manual do produto.
  - Montagem do sistema de monitoração (gabinete, sensores, software e os cabos de interligação dos sensores instalados no transformador, supervisão e comissionamento).


Deve ser previsto monitoração da temperatura ambiente, para tanto deve ser instalado um sensor do tipo RTD no corpo do transformador com abrigo meteorológico, o qual será conectado no IED de monitoramento de temperatura do transformador e que usará a informação de temperatura ambiente no algoritmo de monitoramento térmico.

### 9.2.3. Características do IED para monitoramento de transformador


O IED/PCM empregado deverá receber TC's e TP's de proteção tradicionais em combinação com sensores de temperatura para calcular a temperatura do topo do óleo (*top-oil temperature*) e a temperatura mais alta do enrolamento (*winding hot-spot temperature*). Deverá efetuar oscilografia de resolução de pelo menos 16 amostras/ciclo.

O IED deverá, sem nenhum sensor independente adicional, externar as seguintes informações:

- Sequencial de eventos com capacidade de armazenamento dos últimos 1024 eventos.
- Oscilografia independente da proteção.
- Monitoramento de desgaste do transformador devido às faltas externas passantes.

- 
- Monitoramento das bobinas do disjuntor.
  - Monitoramento térmico IEEE C57.91:1995.
  - Temperatura do topo do óleo.
  - Temperatura ambiente.
  - Estágio da ventilação forçada.
  - Carga relativa.
  - Fator de aceleração de envelhecimento de isolamento.
  - Estimativa de vida útil do isolamento.
  - Detecção de stress elétrico e mecânico ocasionado por faltas passantes.
  - Número de operações do comutador.
  - Temperatura do comutador.
  - Eficiência do sistema de arrefecimento baseado na temperatura medida e calculada.
  - Tendência de perda de vida útil.
  - Tendência de perda de isolamento.
  - Tendência de aumento de temperatura do enrolamento.
  - Tendência de variação de carga.
  - Tendência de desgaste por faltas-passantes.
  - Comunicação com fibra ótica dual em IEC 61850.

#### **9.2.4. Monitoramento complementar do transformador**



Além das grandezas monitoradas diretamente pelo IED, propõe-se uma complementação para o monitoramento completo do transformador, para tanto, kits de monitoramento deverão ser instalados.

Os seguintes monitoramentos complementares são propostos:

- Teor de água e saturação relativa no óleo do transformador.
- Gás dissolvido no óleo.
- Capacitância e tangente delta das buchas.


#### **9.2.4.1. Sistema de Monitoramento de Buchas Capacitivas**

*Bushing tap adaptor*, como são conhecidos, monitoraram os valores de corrente da isolação capacitiva da bucha do transformador.

Com o valor da corrente e o ângulo de fase, associados à tensão do barramento, é possível monitorar as demais grandezas que são: capacitância, ângulo de fase de corrente e tensão, fator de potência, e tangente delta. Para aplicações trifásicas, é possível monitorar a soma das três correntes. Toda esta informação é processada por software aplicativo dedicado ao sistema. A utilização de sensores para buchas capacitivas, portanto, permite o monitoramento on-line do desempenho das mesmas, dispensando o desligamento do transformador para medidas de capacitância. Aplica-se tanto para transformadores de potencial, transformadores de corrente, transformadores elevadores, abaixadores e de uso geral.

### **9.3. Monitoramento de Para-Raios**

O acompanhamento da evolução da corrente de fuga do para-raios é um importante passo para compreender a sua “saúde”. Através do monitoramento da corrente de fuga pode-se saber o estado de degradação da isolação (varistores), assim como, obter uma curva de tendência no longo prazo.



Assim como a corrente de fuga, o monitoramento da corrente de surto pode fornecer informações importantes sobre a condição do para-raios.

O sistema proposto para monitoramento da condição do para-raios, monitora correntes de surto em para-raios sem *gap* com resistores de óxido metálicos não lineares. O sistema deve possibilitar a obtenção de informações para uma análise detalhada dos impulsos da corrente de surto e realizar o monitoramento no longo prazo.

O sistema de monitoramento de para-raios proposto tem como base o sistema ACM - *Arrester Condition Monitor* da Siemens.

O sistema deve realizar duas funções básicas: medir a corrente de fuga e registrar os impulsos de surto de corrente.

A medição da corrente de fuga determina a corrente resistiva analisando a componente da 3ª harmônica. A corrente de fuga deve ser medida uma vez ao dia e os resultados devem ser salvos em memória de massa com o propósito de detectar e avaliar tendências.

Ao registrar os impulsos da corrente de surto, o sistema deve gerar duas informações: o número total de impulso de surto de corrente e a duração individual da corrente para os impulsos registrados.


O sistema deverá gerar ainda, uma análise da energia convertida no para-raios.

Segue abaixo descrição das grandezas que deverão ser monitoradas pelo sistema:

### **Medição da corrente de fuga**

Ha dois tipos de medição de corrente de fuga: medição de corrente de fuga cíclica, que mede a corrente uma vez por minuto ou a cada 4 minutos dependendo do ajuste; e a medição da corrente de fuga no longo prazo, a qual mensura a corrente uma vez ao dia em um horário definido.





A medição da corrente de fuga cíclica deve possibilitar ler o valor da corrente de fuga total a qualquer momento no display integrado.

A medição da corrente de fuga no longo prazo deve possibilitar a análise de tendências da corrente de fuga devido ao envelhecimento. A corrente de fuga total e sua componente resistiva devem ser gravadas separadamente. A medição deve ser realizada uma vez ao dia no mesmo horário, sendo que, o horário da medição deverá ser definido pelo usuário através de software dedicado.

Obs.: Preferencialmente a corrente de fuga de longo prazo deve se medida à noite para eliminar os efeitos da temperatura da luz do sol na medição. Os raios solares podem aquecer muito a superfície do para-raios, desta forma alterando os valores para a temperatura ambiente.

#### **Registro da corrente de surto**


Diferentemente da medição de corrente de surto, o registro de impulsos da corrente de surto deve ocorrer somente enquanto o para-raios é acionado. O número de acionamentos do para-raios medido deve ser mostrado ciclicamente (uma vez por minuto ou uma vez a cada 4 minutos, dependendo da programação).

Uma avaliação detalhada dos impulsos da corrente de surto deverá ser disponibilizada por meio do software.

A medição dos impulsos de corrente de surto deve acumular um histórico do contador, assim como, da soma de energia convertida no para-raios. Esta análise compreensiva permite que seja feito um relato detalhado relativo às atividades e utilização do para-raios, de modo que a informação possa ser utilizada para analisar as suas condições operacionais.

### **9.4. MONITORAMENTO DO SISTEMA DE SERVIÇOS ESSENCIAIS**

O serviço auxiliar de corrente contínua de uma subestação é responsável por fornecer corrente CC para todos os dispositivos. Ele é composto basicamente por um



retificador, um carregador de baterias e um banco de baterias para cada nível de tensão CC necessária.

A operação apropriada do sistema de baterias CC e da fonte de corrente alternada (CA) é essencial para a operação dos sistemas de proteção e controle de uma subestação. Contudo, nem todos os retificadores e carregadores de bateria possuem mecanismos de autodiagnose, e aqueles que possuem, apenas sinalizam para indicar situações de alarme.

Tradicionalmente, o diagnóstico eficiente das condições do sistema CC de uma subestação somente pode ser efetuado por meio da adição de equipamentos específicos para esta função. Esses dados também existem nos IEDs/PCM, os quais têm capacidade para monitorar o sistema CC com precisão, podendo monitorar:

- Tensão CC e/ou polos positivo e negativo. Uma diferença entre as medições dos polos pode indicar uma corrente de fuga para a terra e possíveis danos ao carregador e/ou retificador.
- Nível de tensão CC. Um nível alto ou baixo de tensão CC pode danificar o banco de baterias CC ou não manter um carregamento adequado.
- Detecção de corrente de fuga a terra. Se a instalação do banco de baterias CC possuir um aterramento central, é possível medir a corrente de fuga a terra e prever problemas na cablagem das baterias do banco.
- *Ripple CA* no retificador. Níveis elevados do componente CA da tensão entregue pelo retificador podem danificar as baterias de forma irreversível.

Tanto o retificador quanto o conjunto de baterias deverão ser monitorados por um IED, o qual também se comunica através da *suite* por protocolos DNP3.0, SNMP, MODBUS priorizando protocolos da norma IEC 61850, se houver. Os seguintes pontos são monitorados:

- DC para terra
- DC baixa


- DC alta
- Medida da tensão DC
- Medida de corrente DC
- Bateria em descarga
- Bateria em carga de equalização
- Bateria em carga de flutuação
- Estado da chave de transferência
- Comando na chave de transferência
- Fonte de alimentação AC para o retificador anormal
- Retificador com defeito

Cada um dos IED's do sistema também deverá monitorar sua própria fonte de alimentação DC. Este monitoramento deve ser habilitado nos IED's, de forma que qualquer alarme gerado no IED deverá ser enviado para o sistema de supervisão usando mensagens via IEC 61850 ou MODBUS. Esses dados serão exibidos na lista de alarmes local e remota e também no relatório de sequenciamento de eventos.

Para os bancos de baterias, as informações de tensão, e demais informações associadas estará sendo totalizada pelos respectivos IED's, tendo as informações atualizadas destes equipamentos.

Para tanto, o conjunto retificador-banco de bateria deverá disponibilizar todas as informações necessárias aos monitoramentos previstos. O sistema deve realizar intervenções remotas como os demais IED's como: teste de carga/descarga, teste de condutância das baterias, etc.

## **9.5. Sistema de Segurança Patrimonial - CFTV e Alarmes**



O sistema de segurança patrimonial é composto por câmeras de circuito fechado de televisão (CFTV) com câmeras móveis e direcionáveis combinadas com os sensores de movimento e de presença que geram alarmes locais e remotos, via rede de comunicações da SE, funcionando 24 horas por dia.

Estas câmeras deverão estar posicionadas de modo que cada câmera possua um ângulo de visão abrangendo a maior área possível da SE, de modo que com poucas câmeras seja possível cobrir todo o pátio e os lados internos da SE.

Faz parte do escopo da contratada apenas o fornecimento da estrutura base (bandejamento, canaletas e suportes) para o sistema CFTV e Alarmes. O fornecimento dos sistemas é escopo da ENERGISA


### **9.5.1. Sistema de CFTV para monitoramento de operação no pátio**

O sistema deverá possibilitar o acompanhamento remoto dos estados dos equipamentos, medições, bem como o controle à distância da subestação através de sensores e dispositivos inteligentes. A partir das informações e sinais de alarmes fornecidos pelos equipamentos, o operador deverá tomar as ações necessárias de forma a operar, corrigir ou prever falhas no sistema elétrico.

O recurso de visualização de imagens de áreas (ou equipamentos) de interesse na subestação também é uma fonte importante de informações para o operador.

A posição estratégica da(s) câmera(s) na sua instalação oferece vantagens. “Enquanto o homem deve manter distâncias seguras dos equipamentos energizados e seu ângulo de visão pode ser prejudicado na inspeção de equipamento, a câmera pode ser instalada próxima ao equipamento e alguns tipos ainda, permitem movimentos horizontal, vertical e zoom, que são recursos que podem ser utilizados remotamente.”

O sistema de câmeras de CFTV para monitoramento de manobra de equipamentos no pátio é composto pelas mesmas câmeras móveis e direcionáveis que servem o sistema de segurança patrimonial. Dotadas de recursos de zoom (aproximação) é possível checar imagens com detalhes próximos aos equipamentos do pátio da SE, facilitando



o acompanhamento da manobra nos equipamentos e disponibilizando as imagens via rede de comunicações da SE durante 24 horas por dia.

As câmeras do CFTV serão projetadas de maneira a serem posicionadas e montadas em lugares estratégicos de maneira segura, facilitando a instalação, proteção de intempéries e vandalismos, aumentando a durabilidade, como já praticado nas subestações da ENERGISA e conhecido nas visitas ocorridas na etapa de diagnóstico.

A quantidade de câmeras necessárias para o monitoramento patrimonial e para a operação deverá ser definida no projeto executivo da subestação.

O sistema passa então a ser composto por uma solução de câmeras que tanto realizaram as funções de segurança patrimonial e de auxílio a operação. Para tanto, cada uma das necessidades exige algumas funcionalidades.

Características do sistema para segurança patrimonial:

- Detecção de movimento.
- Inviolabilidade das imagens gravadas localmente.
- Acesso local ou remoto às imagens em tempo real ou gravadas.
- Gravação na máquina usuária.
- Envio automático de mensagens com imagens anexadas.
- Entrada de alarmes.
- Detecção de imagens mesmo com baixa luminosidade.

Características do sistema para o auxílio à operação:

- Qualidade de vídeo com maior resolução.
- Possibilidade de ajuste na posição da câmera (PTZ).
- Áudio bi-direcional para uso, caso necessário de alto-falante.

- Utilização de alimentação a partir do serviço auxiliar da subestação, para garantir a não interrupção do envio de informações.

As informações fornecidas pelas câmeras deverão ser armazenadas em um servidor localizado na subestação, e também possibilitar o acesso das informações remotamente. Deste modo, deve-se contemplar DV-R que permita acesso remoto através de *browser*. A Figura 28 mostra de forma esquemática a arquitetura do sistema CFTV proposto.

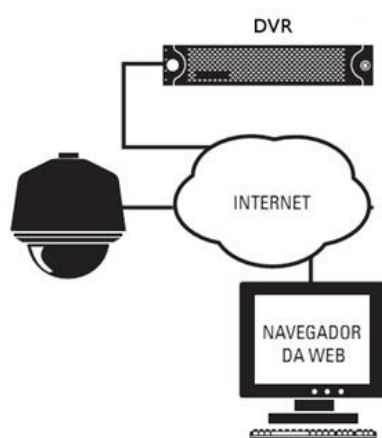



Figura 28 - Arquitetura do sistema CFTV proposto.

## 9.5.2. Equipamentos

### 9.5.2.1. Gravador de Imagem - DVR

Monitoramento de vídeo e áudio ao vivo, características:

- Sistema protegido contra vírus, sem risco de congelamento de imagem.
- 30 fps para cada câmera em monitoramento local.
- Qualidade de gravação ajustável para cada câmera.
- Áudio bidirecional.
- Visualização no monitor em 1 / 4 / 6 / 7 / 8 / 9 / 10 / 13 / 16 câmeras.

- 
- Controla as principais câmeras PTZ do mercado.
  - Diferentes PTZ podem trabalhar na mesma serial.
  - Log de sistema e log de operação.
  - Grava/monitora/reproduz simultaneamente.
  - Acesso em tempo real atrás de *browser*.
  - Baixo consumo de banda e com alta qualidade de vídeo.
  - Múltiplos protocolos de compactação: MPEG4, H.263, JPEG, M-JPEG.
  - Porta RS485 para controle PTZ embutido.

#### Gravação e reprodução:

- Marca d'água.
- Taxa de gravação e qualidade ajustada por câmera.
- Detecção de movimento / Alarmes / Cíclico / Programado / Prioridade em gravação.
- Gravação com Pré-motion ou pré-alarm e post-motion ou post-alarm.
- Taxa de *frames* gravados, ajustável quando dispara alarme ou detecção de movimento.
- Ajuste de brilho e cor durante a reprodução.
- *Zoom* digital durante a reprodução.
- Análise panorâmica por fotos antes da reprodução "*Thumbnail browsing*".
- Agenda de registro de eventos.
- Procura por tempo, dia, movimento, evento ou log de alarme.



- Armazena através de SCSI/USB/IDE RAID e NAS.
- Função de alarme:
- Avisa pelo sistema de áudio quando o alarme dispara.
- O sistema automaticamente mostra a imagem em tamanho grande quando dispara o alarme.
- Envio de fotos em anexo por e-mail ou ftp quando dispara o alarme.
- Relês I/O embutido.

#### 9.5.2.2. Câmeras de Vídeo-Monitoramento

O sistema de Vídeo-Monitoramento deverá ser feito através de câmeras IP, instaladas em pontos estratégicos do site, que enviarão suas informações em tempo real para a gerência no COS/COD.

A instalação de câmeras de Vídeo-Monitoramento possibilitará a visualização remota das SEDs, garantindo a segurança do patrimônio durante 24 horas por dia.

As câmeras IP deverão atender no mínimo aos seguintes requisitos:

- Câmera dome PTZ (360° com *Auto-Flip*).
- Zoom óptico de 29x e digital de 12x.
- Grau de proteção IP66 e NEMA 4x.
- Temperatura de operação de -20°C a 50°C.
- Funcionalidade Dia/Noite.
- *Streams* em H.264 (30fps) e *Motion* JPEG (30fps).
- Resolução até D1 (720x480 - 60Hz).
- Alimentação via IEEE802.3at High Power over Ethernet (com *midspan* incluído).

- Permitir instalação em torre/poste.

## 9.6. Monitoramento da Temperatura Ambiente da Casa de Controle/Eletrocentro

Deverá ser implementada no interior do eletrocentro um sistema de monitoramento da temperatura ambiente, de forma a detectar falhas no sistema de ar condicionado, evitando uma elevação da temperatura e possíveis danos a equipamentos e ao banco de baterias.

Para tanto deverá ser instalado um sensor de temperatura e umidade relativa, o qual é conectado à porta serial do computador através de um conversor RS232-RS485.

O sistema deverá ser acompanhado de um software para registro das temperaturas e umidades dos sensores, registrar as medidas em arquivo texto, conforme o intervalo de tempo pré-ajustado. Deverá permitir o ajuste de uma faixa considerada normal, se a temperatura sair desta faixa deverá enviar um sinal de alarme para o operador.

Características:

- Servidor *web* integrado. Acesso à temperatura via internet ou ethernet.
- Protocolo SNMP, permite o monitoramento e registro da temperatura ambiente através de ferramentas de gerenciamento como: [MRTG](#), [PRTG](#), [Cacti](#), [TIRS](#), etc.
- Registro de até 100 valores de temperatura com data e hora de ocorrência.
- Apresentação de gráficos das últimas leituras.
- Modbus/IP: Permite a comunicação com outros softwares de monitoramento.
- Dimensões reduzidas, podendo ser instalado em racks, retorno de ar condicionado e sala.
- Certificado de calibração válido por pelo menos 01 ano.

- Display de visualização.

## 9.7. Subestação Compacta Blindada a SF6 (GIS)

O meio isolante divide as subestações em dois grandes grupos, que apesar de servirem para propósitos equivalentes, possuem características e comportamentos distintos: Subestação Isolada a Ar (*Air Insulated Substation* - AIS) e Subestação Isolada a Gás (*Gas Insulated Substation* - GIS).


A utilização do SF6 na isolação dos condutores e partes vivas em uma subestação traz consigo vantagens importantes, como a redução de espaço físico na implantação da subestação e redução considerável no histórico de ocorrência de falhas.

Todavia, as subestações isoladas a gás não estão imunes a problemas. Como qualquer outro projeto e obra de engenharia, existem fatores internos e externos ao funcionamento do equipamento que contribuem para o envelhecimento dos materiais envolvidos.

Na manutenção baseada nas condições de operação ou manutenção centrada na confiabilidade do equipamento, aplicada à subestação GIS, prevê-se um monitoramento e diagnóstico contínuo, realizado para a aquisição de parâmetros que possam estimar as condições do equipamento.

Neste contexto, o sistema de monitoramento da subestação GIS, deverá ser composto de quatro componentes principais:

- 1) Sensores: convertem as quantidades físicas em sinais elétricos. A alteração destes sinais, através do monitoramento, pode indicar a existência de faltas.
- 2) Aquisição de Dados: esta unidade é importante para pré-amplificar e pré-processar sinais de saída dos sensores.
- 3) Detecção de Falta: módulo construído para a indicação da existência ou ausência de falta no equipamento monitorado. A detecção de faltas pode ser feita por comparação em relação aos padrões de falta existentes ou pelo processamento dos sinais captados durante a operação.

- 
- 4) Diagnóstico: processo de indicação dos sinais anormais que geralmente é realizada por um especialista. Pode ser realizado em tempo real juntamente com o monitoramento, através da utilização de computadores.

Apesar da subestação GIS, dependendo da configuração, ser um tipo de subestação que contém uma variedade de equipamentos (tais como transformadores, disjuntores, chaves entre outros) imersos em gás SF<sub>6</sub> confinados em um módulo, a mesma pode ser considerada como um único equipamento para efeito de monitoramento baseado nas condições de operação.

### **9.7.1. Sistema de Monitoramento de DP (quando aplicável)**

Este sistema não é obrigatório no fornecimento de todas as GIS. Quando necessário será informado no pedido de compra.

O sistema de monitoramento em uma GIS deverá detectar reduzidas rupturas na isolação do gás, as quais são comumente conhecidas como Descargas Parciais (DP). As DP's podem ter uma diversidade de causas, contudo é sabido que com o envelhecimento do sistema podem provocar a ocorrência de alguma falta significativa.

O sistema de monitoramento deverá ser capaz de detectar a ocorrência das DP's, para isso, é necessário o processamento dos sinais adquiridos e, a partir deste processamento, combinado com um sistema especialista, diagnosticar a existência da falta ou das causas que poderiam levar a uma falta do equipamento.

As Descargas Parciais apresentam padrões que se referem ao motivo (causa) para a ocorrência destas DP's, ou seja, existem padrões associados à causa da DP. Tal indício se deve à aquisição destas informações no estágio de monitoramento que são processadas e analisadas, intervindo nos equipamentos apenas quando houver real necessidade, porém antes da falha do mesmo.

No sistema de monitoramento de DP, algumas restrições devem ser seguidas quanto à medição de DP's junto a uma GIS:

- O projeto da GIS não deve ser modificado para que se possa implementar qualquer sistema de medição de irregularidades internas; tais sensores devem ser instalados na montagem da GIS.
- Os detectores devem ser compactos e leves de modo a facilitar sua manipulação no local.
- Os efeitos das descargas e ruídos externos devem ser minimizados pelo detector.

### 9.7.2. Sistema de Monitoramento do Gás

A capacidade de interrupção e isolação do gás SF<sub>6</sub> depende da densidade do gás a ser utilizado na GIS, essa densidade deve estar dentro dos limites previamente fixados, para que não haja comprometimento da isolação a ser utilizada quando a subestação estiver energizada.

O sistema de monitoramento deverá armazenar os dados de densidade compondo um histórico, de forma que se possa fazer uma projeção da evolução da densidade do gás. Em uma condição crítica, o sistema deverá alarmar quando a pressão do gás atingir um determinado limite inferior, indicando a perda de densidade.

Estas informações deverão ser levadas em tempo real ao operador, de forma que se possa selecionar a forma mais correta da operação dos equipamentos (disjuntores e chaves) e direcionar equipe de manutenção.

O sistema de medição deverá ser microprocessados, disponibilizando indicadores de pressão, temperatura e densidade, comparando as porcentagens das propriedades específicas do gás SF<sub>6</sub>.

O sistema deverá considerar que a pressão do gás irá variar conforme a temperatura com que os módulos da GIS estejam operando. No momento do preenchimento dos módulos com o gás a densidade é estabelecida para a completa isolação dos condutores e outras partes condutoras, mas, cerca de 10% a 20% da densidade deste gás pode ser perdida antes do próprio envelhecimento da GIS.

O sistema de monitoramento deverá ser composto por:

- Equipamentos de aquisição de dados.
- Equipamentos de armazenamento e tratamento de dados.
- Meio de comunicação, que interligará os dois itens acima.
- Sensores e variáveis.

O equipamento deverá ser compatível com a norma de comunicação IEC 61850 na sua última edição.

## 9.8. Recursos de Monitoramento


Segue abaixo os monitoramentos previstos para a subestação, de acordo com o padrão de subestações da ENERGISA e as suas características técnicas.

### 9.8.1. Transformador de Força

Com relação ao monitoramento do Transformador de Força, a subestação deverá ter os seguintes Itens de Monitoramento:

#### a) Sensores Básicos - 4 a 20mA:

- Indicador de nível de óleo (alto e baixo).
- Temperatura dos enrolamentos tipo RTD.
- Temperatura do topo do óleo tipo RTD.
- Temperatura da base do óleo tipo RTD.
- Grandezas elétricas (potências, correntes, tensões, etc.).
- Supervisor da bolsa do conservador de óleo através de entrada digital.
- Temperatura do comutador.
- Número de operações do comutador.

- 
- Temperatura do ambiente medida.
- b) Sistema Especialista, composto por:
- Carregamento
  - Cálculo do ponto mais quente (IEC).
  - Previsão de manutenção do equipamento de refrigeração.
  - Envelhecimento (IEC / IEEE).
  - Equilíbrio da temperatura do transformador.
  - Previsões de carga.
  - Previsão do ponto mais quente.
  - Capacidade de sobrecarga.
  - Temperaturas do topo do óleo (“*top-oil*”) medida e calculada.
  - Temperaturas mais altas (“*hot-spot*”) do enrolamento medida e calculada.
  - Taxa de perda de vida útil diária.
  - Taxa de perda de vida útil acumulada.
  - Eficiência do sistema de ventilação forçada.
  - Estágio da ventilação forçada.
  - Fator de aceleração do envelhecimento da isolação.
  - Estimativa do tempo de vida útil da isolação.
  - Detecção de stress elétrico e mecânico causado por faltas passantes (“*through-faults*”). Taxa de perda de vida útil diária.




- Detecção de stress elétrico e mecânico causado por faltas passantes (“*through-faults*”).
- c) Temperatura Ambiente
- d) Umidade do Óleo Isolante
- e) Gases Dissolvidos no Óleo Isolante
- f) Fator de Potência das Buchas Condensivas
- g) Software de Monitoramento
- h) Monitoramento *on-line*

### 9.8.2. GIS (Gas Insulated Substation)

Com relação ao monitoramento do Disjuntor de AT, a subestação deverá ter os seguintes Itens de Monitoramento:

- a) Sensores:
  - Desgaste dos contatos.
  - Número total de operações.
  - Tempo de operação mecânica.
  - Tempo de operação elétrica.
  - Tempo de inatividade.
  - Tempo de carregamento da mola.
  - Oscilografia das correntes, tensões (opcional) e potência consumida pelo motor durante as operações.
  - Contatos de sinalização de estado do seccionador aberto/fechado.

- 
- Deslocamento do contato principal durante a operação, medido através de *encoder* (opcional).
  - Tensão de comando (opcional).
  - Contatos de alarme de disjuntores de proteção do motor e/ou do circuito de comando atuadas (opcional).
  - Temperaturas do interior do mecanismo de acionamento e ambiente.
  - Corrente do aquecedor anticondensação do mecanismo de acionamento.
- b) Sistema Especialista, composto por:
- Indicação de falhas nos contatos.
  - Indicação de necessidade de manutenção.
  - Indicação de problemas no mecanismo de acionamento.
  - Indicação de problema no mecanismo de carregamento da mola.
  - Histórico.
  - Confiabilidade.
  - Assinatura de consumo e energia gasta pelo motor durante a operação.
  - Corrente de partida do motor no início da operação.
  - Tempo para operação do seccionador muito baixo ou alto.
  - Tensões mínimas e máximas no motor durante a operação.
  - Deslocamento total do contato principal durante a operação.
  - Coerência dos contatos de sinalização de estado do seccionador, entre si e com a medição de posição do contato principal.

- Nº de operações e tempo de serviço do motor, totais e após a última manutenção.
- Tempo restante para manutenção por tempo de serviço.
- Funcionamento do aquecedor do mecanismo em função das temperaturas.
- Temperatura do mecanismo de acionamento muito baixa ou alta.
- Sub e sobretensão das alimentações de comando e do motor.

c) Monitoramento *on-line*

### 9.8.3. Para-raios

Com relação ao monitoramento de Para-raios, a subestação deverá ter os seguintes Itens de Monitoramento

a) Sensores:

- Corrente de fuga.
- Corrente de surto.

b) Sistema Especialista, composto por:

- Número total de impulso de surto de corrente.
- Duração individual da corrente para os impulsos registrados.
- Estado de degradação da isolação (varistores).
- Curva de tendência no longo prazo.
- Energia convertida no para-raios.

c) Monitoramento *on-line*

### 9.8.4. Sistema de Serviços Essenciais



Com relação ao monitoramento de Serviços Essenciais, a subestação deverá ter os seguintes Itens de Monitoramento:

a) Sensores:

- Tensão CC
- Tensão CC para terra
- Tensão CC baixa
- Tensão CC alta
- Medida da tensão CC
- Medida de corrente C
- Corrente de fuga a terra.
- *Ripple CA* no retificador
- Bateria em descarga
- Bateria em carga de equalização.
- Bateria em carga de flutuação.
- Estado da chave de transferência.
- Comando na chave de transferência.

b) Sistema Especialista, composto por:

- Indicação de corrente de fuga para a terra.
- Carregamento adequado das baterias.
- Indicação de problemas na cablagem das baterias.
- Retificador com defeito.

- Fonte de alimentação AC para o retificador anormal.

c) Monitoramento *on-line*

#### **9.8.5. CFTV para Monitoramento de Operação no Pátio**

Com relação ao CFTV para Monitoramento de Equipamentos no Pátio, a subestação deverá ter os seguintes Itens de Monitoramento:

a) Sensores/aplicações:

- Acompanhamento remoto dos estados dos equipamentos.
- Abertura e fechamento das chaves seccionadoras.

b) Monitoramento *on-line*

#### **9.8.6. CFTV para Segurança Patrimonial**

Com relação ao CFTV para Segurança Patrimonial, a subestação deverá ter os seguintes Itens de Monitoramento:

a) Sensores/aplicações:

- Detecção de movimento.
- Visualização de pessoas ou animais no interior da subestação.
- Alarmes de intrusão.
- Envio automático de mensagens com imagens anexadas

b) Monitoramento *on-line*

#### **9.8.7. Temperatura da Casa de Comando**

Com relação ao Monitoramento da Temperatura da Casa de Comando, a subestação deverá ter os seguintes Itens de Monitoramento:

a) Sensores/aplicações:

- Registro de até 100 valores de temperatura com data e hora de ocorrência.
- Apresentação de gráficos das últimas leituras.
- Alarmes.

b) Monitoramento *on-line*

## 10. CAMADA DE GERÊNCIA DE EQUIPAMENTOS

O projeto de Subestação deve considerar aspectos relacionados ao gerenciamento e supervisão de equipamentos instalados nas subestações. O gerenciamento deve ocorrer via protocolo padrão de mercado, o Simple Network Management Protocolo (SNMP).

### 10.1. Definições


Os termos mostrados abaixo devem ser interpretados conforme descrição associada.

Tabela 14 - Definições

Termo	Descrição
Sistema de Gerência	No contexto atual da ENERGISA, é sinônimo do produto ASG-Sentry, aplicação software para gerenciamento de falhas de equipamentos/aplicações com interface SNMP.
Sistema de Gerência do Rádio	Aplicação software responsável pelo gerenciamento de falhas, desempenho e configuração dos rádios digitais.
Sistema de Gerência de Comunicação via Fibra Óptica	Aplicação software responsável pelo gerenciamento de falhas, desempenho e configuração da solução de comunicação via fibra ótica.
Sistema de Gerência da Comunicação via Satélite.	Aplicação software responsável pela visão de falhas, desempenho e configuração do serviço de comunicação via satélite contratado.

### 10.2. Exigências Básicas para a Escolha Do Sistema

A ENERGISA tem direcionado esforços no sentido de dotar sua rede de equipamentos com capacidade de gerenciamento centralizado e remoto.



Para isto definiu o SNMP, *Simple Network Management Protocol*, como protocolo padrão para gerência de equipamentos da rede de TI e rede de comunicação (ex: Roteadores e IDUs).

Para gerenciamento desses equipamentos, a ENERGISA possui o ASG Sentry, aplicação de software com função de gerente SNMP, cujas funcionalidades atuais estão concentradas, na sua maioria, no gerenciamento de falhas.

O uso do SNMP facilita uma eventual migração do ASG-Sentry para uma aplicação software que atenda outros domínios além da gerência de falha.

Conforme o padrão da Subestação é obrigatório que os equipamentos nela contidos, em especial aqueles que estão conectados na rede TCP/IP, sejam gerenciáveis via SNMP.

### **10.3.Gerência**

A definição sobre a utilização do SNMP como forma de gerenciamento remoto e centralizado é função do tipo de subestação e do meio de transporte de dados utilizado para comunicação entre a SE e o COS.

Os projetos de Subestações Inteligentes da ENERGISA, que utilizarem gerência SNMP devem ser baseados em um dos documentos, conforme definido no item 10.7 Definição de Sistema de Gerência de Comunicação , cujo conteúdo define as especificações técnicas para a gerência dos equipamentos da subestação. No item abaixo estão especificadas as condições para utilização do SNMP em uma SE.

### **10.4.Equipamentos com Suporte a SNMP**

A 29 indica a relação dos equipamentos e respectivas camadas que devem ser gerenciados via SNMP. A lista de equipamentos apresentada é a mínima, sendo permitida a inclusão do SNMP em outros equipamentos.



Tabela 15 - Tipos de equipamentos gerenciáveis e respectiva camada.

Tipo de Equipamento	Camada
Roteadores	Automação
Switches	Automação
Rádio digital	Comunicação
Plataformas computacionais	Automação

### 10.5. Versões Que Devem Ser Suportadas

Devem ser suportadas as versões V1, V2c e V3. A versão V3 tem como principal característica atender aspectos de segurança da informação.

### 10.6. Impacto No Gerenciamento SNMP

Para a implementação da gerência SNMP, a camada de Comunicação Externa deve utilizar uma das tecnologias abaixo:

- Comunicação Externa via Rádio Digital
- Comunicação Externa via Rádio Digital e GPRS
- Comunicação Externa via Fibra Óptica
- Comunicação Externa via Fibra Óptica e GPRS
- Comunicação Externa via Satélite
- Comunicação Externa via Satélite e GPRS

Por outro lado, a utilização de determinadas tecnologias de comunicação externa inviabilizam, por limitação de banda de tráfego, a utilização do SNMP como protocolo de gerência. As tecnologias de comunicação que impõem restrições ao gerenciamento via SNMP são:

- Comunicação Externa via GPRS

- Comunicação via Rádio Digital Banda Estreita

## 10.7. Definição de Sistema de Gerência de Comunicação

Conforme o tipo de tecnologia a ser utilizada na comunicação externa, para a implementação da gerência SNMP, deverá ser utilizada uma determinada ETU definida segundo a Tabela 16.

Tabela 16 - ETU adotada para o tipo de comunicação


Comunicação externa adotada
Comunicação Externa via Rádio Digital
Comunicação Externa via Rádio Digital e GPRS
Comunicação Externa via Fibra Óptica
Comunicação Externa via Fibra Óptica e GPRS
Comunicação Externa via Satélite
Comunicação Externa via Satélite e GPRS

## 10.8. Aspectos de Documentação

Devem ser solicitadas as documentações das MIBs dos equipamentos ao fornecedor, tanto para as MIBs padronizadas como para as proprietárias. Esta documentação é essencial para configuração do *Sistema de Gerência* pela ENERGISA.

## 11. CAMADA DE COMUNICAÇÃO

A comunicação externa representa a solução para a comunicação entre a Subestação e os demais centros de aquisição e controle remotos, entre eles: centro de operação em tempo real, centro de gestão da proteção, centro de gestão de ativos, centro de medição, centro de monitoramento e centro de gerência.



Também deverá conter, onde solicitado, a comunicação com equipamentos da rede de distribuição, dentro do conceito de redes inteligentes, para aplicações de detecção, localização, isolamento e restabelecimento de faltas, além de controle integrado de tensão e reativos.

A avaliação da solução de comunicação mais adequada deverá ser feita em paralelo com a avaliação da localização do terreno. A localização da Subestação pode inviabilizar a implantação de alguns tipos de tecnologias. Para as soluções utilizando comunicação via Rádios Digitais é imprescindível a realização de *site survey*, complementando os estudos de propagação de sinais.

### **11.1.Exigências Básicas Para a Escolha do Sistema**

O sistema de Comunicação Externa é o responsável pela transferência das informações de uma Subestação para os centros de operação, monitoramento e gerência da rede, bem como receber as informações de operação e controle enviadas pelo COS/COD.

A avaliação da solução de comunicação mais adequada deverá ser feita em paralelo com a avaliação da localização do terreno. A localização da Subestação pode inviabilizar a implantação de alguns tipos de tecnologias. Para as soluções utilizando comunicação via Rádios Digitais é imprescindível a realização de *site survey*, complementando os estudos de propagação de sinais.

Para que isso seja feito de maneira adequada, os projetos de Comunicação Externa das Subestações devem utilizar as tecnologias mais apropriadas para garantir o desempenho e atender às demandas de fluxo de informações entre ela e o COS/COD.

Deve-se lembrar de que os sistemas de transmissão de uma Subestação Inteligente demandam maiores quantidades de informações, portanto a tecnologia a ser empregada necessita de taxa de transferência adequada para garantir a entrega dos dados da Subestação.

### **11.2.SISTEMA DE COMUNICAÇÃO**

O sistema de Comunicação Externa a ser utilizado em uma Subestação deverá ser escolhido a partir da demanda de informações que ela irá fornecer, ou seja, deverá ter banda suficiente para trafegar dados de um sistema de transmissão de vídeo monitoramento remoto, telefonia IP para comunicação de voz, dentre outros serviços que demandam altas taxas de transmissão de dados.

Existem vários tipos de sistemas de Comunicação Externa possíveis, porém deverá ser escolhido aquele que irá atender as necessidades e as exigências de cada Subestação de energia.


A Tabela 17 apresenta os meios de transmissão que melhor atendem a cada padrão de Subestações:

Tabela 17 - Sistemas de Transmissão disponíveis para as Subestações

	URB A
Rádio Digital	X
Rádio Digital e GPRS	X
Rádio Digital Banda Estreita	
GPRS	
Satélite	X
Satélite e GPRS	X
Fibra Óptica	X
Fibra Óptica e GPRS	X

Uma vez definido o sistema de transmissão de dados que uma Subestação deve utilizar, é necessário verificar os detalhes técnicos específicos para a correta implementação desta solução.

O documento “Descritivo de Obra” é um documento que contempla os detalhes de construção de todas as camadas de uma Subestação, portanto deverá ser atualizado com os detalhes de construção necessários para atender a tecnologia de comunicação escolhida. O Descritivo Técnico de Obras exerce o papel de documento mestre,



indicando todo o cenário de desenvolvimento da obra, de forma sucinta, todos os materiais e serviços a serem aplicados e/ou/executados, fazendo referência a toda documentação relacionada (ETs, OTs, NTs, DU, entre outros). O “Descritivo de Obra” se encontra no Anexo I - Descritivo Técnico de Obra.

As informações técnicas necessárias para a aplicação de cada tecnologia e os impactos dos documentos necessários para a montagem dos projetos são apresentadas a seguir.

### **11.2.1. Comunicação via Rádio Digital**


Os projetos de Subestações Inteligentes da ENERGISA, que utilizarem a tecnologia de Rádio Digital como meio de comunicação externa, devem ser baseados nos seguintes documentos:

- Para as especificações de equipamentos a serem empregados nesta tecnologia, deve ser utilizada a "ETU-601 Comunicação via Rádio Digital", que contém todas as especificações técnicas para os equipamentos que serão utilizados neste sistema de comunicação.
- O documento “Descritivo de Obra” deverá incorporar todas as informações detalhadas para a implantação do sistema de comunicação externa utilizando Rádio Digital.
- Uma lista de materiais e equipamentos, bem como os preços de cada item, deverá ser gerada para o processo de compra.

### **11.2.2. Comunicação via Rádio Digital e GPRS**

Os projetos de Subestações Inteligentes da ENERGISA, que utilizarem a tecnologia de Rádio Digital como meio de comunicação externa, tendo uma rede GPRS como enlace de redundância, devem se basear nos seguintes documentos:

- Para as especificações de equipamentos a serem empregados nesta tecnologia, deve ser utilizada a "ETU-602 Comunicação via Rádio Digital e GPRS", que contém



todas as especificações técnicas para os equipamentos que serão utilizados neste sistema de comunicação.

- O documento “Descritivo de Obra” deverá incorporar todas as informações detalhadas para a implantação do sistema de comunicação externa utilizando Rádio Digital com GPRS de redundância.
- Uma lista de materiais e equipamentos, bem como os preços de cada item, deverá ser gerada para o processo de compra.

### 11.2.3. Comunicação via Satélite


Os projetos de Subestações Inteligentes da ENERGISA, que utilizarem a tecnologia de Rádio Satélite como meio de comunicação externa, devem ser baseados nos seguintes documentos:

- Para as especificações de equipamentos a serem empregados nesta tecnologia, deve ser utilizada a "ETU-604 Comunicação via Satélite", que contém todas as especificações técnicas para os equipamentos que serão utilizados neste sistema de comunicação.
- O documento “Descritivo de Obra” deverá incorporar todas as informações detalhadas para a implantação do sistema de comunicação externa utilizando Satélite.
- Uma lista de materiais e equipamentos, bem como os preços de cada item, deverá ser gerada para o processo de compra.

### 11.2.4. Comunicação via Satélite e GPRS

Os projetos de Subestações Inteligentes da ENERGISA, que utilizarem a tecnologia de Rádio Satélite como meio de comunicação externa, tendo uma rede GPRS como enlace *backup*, devem se basear nos seguintes documentos:

- Para as especificações de equipamentos a serem empregados nesta tecnologia, deve ser utilizada a "ETU-605 Comunicação via Satélite e GPRS", que contém



todas as especificações técnicas para os equipamentos que serão utilizados neste sistema de comunicação.

- O documento “Descritivo de Obra” deverá incorporar todas as informações detalhadas para a implantação do sistema de comunicação externa utilizando Satélite com GPRS de redundância.
- Uma lista de materiais e equipamentos, bem como os preços de cada item, deverá ser gerada para o processo de compra.

### **11.2.5. Comunicação via Fibra Óptica**

Os projetos de Subestações Inteligentes da ENERGISA, que utilizarem sistemas de Fibras Ópticas como meio de comunicação externa, devem ser baseados nos seguintes documentos:

- Para as especificações de equipamentos a serem empregados nesta tecnologia, deve ser utilizada a "ETU-608 Comunicação via Fibra Óptica", que contém todas as especificações técnicas para os equipamentos que serão utilizados neste sistema de comunicação.
- O documento “Descritivo de Obra” deverá incorporar todas as informações detalhadas para a implantação do sistema de comunicação externa utilizando Fibra Óptica.
- Uma lista de materiais e equipamentos, bem como os preços de cada item, deverá ser gerada para o processo de compra.

### **11.2.6. Comunicação via Fibra Óptica e GPRS**

Os projetos de Subestações Inteligentes da ENERGISA, que utilizarem sistemas de Fibra Óptica como meio de comunicação externa, tendo uma rede GPRS como enlace *backup*, devem se basear nos seguintes documentos:

Para as especificações de equipamentos a serem empregados nesta tecnologia, deve ser utilizada a "ETU-609 Comunicação via Fibra Óptica e GPRS", que contém todas as



especificações técnicas para os equipamentos que serão utilizados neste sistema de comunicação.

O documento “Descritivo de Obra” deverá incorporar todas as informações detalhadas para a implantação do sistema de comunicação externa utilizando Fibra Óptica e GPRS de redundância.

Uma lista de materiais e equipamentos, bem como os preços de cada item, deverá ser gerada para o processo de compra.


### **11.3.Fornecimento**

É responsabilidade da contratada pelo fornecimento da casa de comando/eletrocentro o fornecimento de um painel rack 19 com os itens para o sistema de comunicação apresentados na arquitetura de rede e NDU de cada tipo.

### **11.4.Anexo 1 - Descritivo Técnico de Obra**

O documento descritivo de obras deve ser composto dos seguintes itens:

- 1) Endereço da Subestação
- 2) Objetivo
- 3) Data de conclusão do empreendimento
- 4) Informações básicas
  - ETs
  - Dados técnicos de cada equipamento
  - Matrícula CEI
- 5) Visita Técnica
- 6) Responsabilidades da ENERGISA
- 7) Métodos de Trabalho

- 
- 8) Responsabilidade Civil
  - 9) Anotação de Responsabilidade Técnica (ART)
  - 10) Segurança do Trabalho
  - 11) Preposto da Contratada
  - 12) Limpeza da obra
  - 13) Equipamentos Principais
  - 14) Descrição dos Serviços:
    - Arranjo da SE
    - Terreno
    - Estruturas
    - Sistema de iluminação
    - Infraestrutura
      - Água e esgoto
      - Taludes
      - Cerca
      - Concertina
      - Portão
      - Acesso e Calçada
      - Canaleta
      - Baliza de sinalização
      - Fundações

- Bacia de Contenção
- Caixa separadora de Óleo
- Placas de obra
- Sistema de alarme
- Sistema de Monitoramento
- Sistema de Gerência
- Sistema de Medição
- Sistema de Telecomunicação
- Sistema de alimentação externa

15) Casa de Comando/Eletrocentro

16) Sistema de Aterramento

17) Sistema de Blindagem Contra Descargas Atmosféricas

18) Circuitos de Comando, Controle e Proteção.

19) Cubículo de média tensão

20) Relés de Proteção

21) Sistema Secundário Digital

22) Automatismos, Intertravamentos e Bloqueios.

23) Comissionamento

24) Projeto Elétrico

25) Estudos e Ajustes da Proteção

26) ANEXOS

- I. Desenhos específicos (DU)
- II. Especificações Gerais
- III. Orientações Técnicas de Comissionamento de Equipamentos e Proteções
- IV. Especificações técnicas
- V. Desenhos gerais
- VI. Equipamentos
- VII. Materiais que não possuem Especificação Técnica e que deverão atender a descrição abaixo
- VIII. Diversos

## 12. NOTAS COMPLEMENTARES

Em qualquer tempo e sem necessidade de aviso prévio, esta Norma poderá sofrer alterações, no seu todo ou em parte, por motivo de ordem técnica e/ou devido à modificações na legislação vigente, de forma a que os interessados deverão, periodicamente, consultar a Concessionária.

É parte integrante desta norma a NDU-021 (Adendo as Normas de Distribuição Unificadas da ENERGISA à Norma Regulamentadora nº 010).

## 13. HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO

Data	Versão	Descrição das Alterações Realizadas
06/11/2019	0.0	Versão inicial

## 14. VIGÊNCIA

Esta Norma entra em vigor na data de 01/01/2021 e revoga as versões anteriores em 02/02/2021.

