
PROJETO ELÉTRICO

Estação Experimental de Aquicultura

MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO INFRAESTRUTURA ELÉTRICA

Proprietária:

Universidade Federal da Fronteira Sul
CNPJ: 11.234.780/0001-50
Avenida Fernando Machado, 108E
Centro – Chapecó-SC

Responsável Técnico:

Eng. Eletric. Silvio Antonio Teston
CREA/SC: 094939-8
Avenida Fernando Machado, 108E
Centro – Chapecó-SC

Chapecó-SC, 13 de setembro de 2021

Conteúdo

1	DADOS DA OBRA	3
2	NORMAS APLICÁVEIS	4
3	INTRODUÇÃO	7
3.1	Relação de Plantas e Documentos	8
4	REDES DE DISTRIBUIÇÃO	8
4.1	Rede Primária	8
4.2	Rede Secundária	9
4.3	Proteção Contra Sobrecorrente	9
4.4	Contra Sobretensões e Descargas Atmosféricas	10
4.5	Postes	10
4.6	Aterramento	11
4.7	Iluminação Pública	12
5	SUBESTAÇÃO	13
5.1	Abrigo em Alvenaria	13
5.2	Tomada de Energia	13
5.3	Transformadores	13
6	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	13
6.1	Identificação dos Elementos	14
6.2	Passagem dos Cabos	14
6.3	Eletrodutos de PVC	14
6.4	Eletrodutos PEAD	15
6.5	Tomadas	15
6.6	Interruptores	15
6.7	Quadros Elétricos	15
6.7.1	Quadros elétricos para distribuição	15
6.8	Condutores	17
6.8.1	Condutor de cobre nu	17
6.8.2	Condutor de cobre isolado em PVC	18
6.8.3	Cabo unipolar de cobre isolado em PVC	18

6.9	Cabo multiplexado isolado em XLPE	19
6.10	Dispositivo de Proteção Contra Surtos - DPS	19
6.11	Disjuntores	20
6.12	Dispositivos Diferenciais Residuais	21
6.12.1	Princípio de funcionamento	21
6.12.2	Esquema de ligação	22
6.13	Proteção Contra Choques Elétricos	23
6.14	Proteção Contra Efeitos Térmicos	24
6.15	Compatibilidade dos Dispositivos de Proteção com a Instalação	25
6.16	Aterramento	25
6.17	Recomendações Adicionais	27
7	QUEDA DE TENSÃO	28
8	SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO	28
8.1	Recalque de Água	29
8.2	Aeradores	30
9	COMISSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES	30
10	RECOMENDAÇÕES ADICIONAIS	31
11	CONSIDERAÇÕES FINAIS	33

1 DADOS DA OBRA

OBRA: Estação Experimental de Aquicultura;

PROPRIETÁRIO: Universidade Federal da Fronteira Sul;

LOCAL DA OBRA: Rodovia BR-158 - km 405, Laranjeiras do Sul-PR;

TENSÃO PRIMÁRIA: 13,8 kV;

TENSÃO SECUNDÁRIA: 220/127 V;

CONEXÃO TRANSF.: Primário – Delta / Secundário – Estrela aterrado;

CARGA TOTAL TR-G: 41,4 kVA.

DEMANDA ESTIMADA TR-G: 24,8 kVA.

2 NORMAS APLICÁVEIS

- NR-10 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade¹;
- ABNT NBR NM 247-3 – Cabos isolados com policloreto de vinila (PVC) para tensões nominais até 450/750 V, inclusive - Parte 3: Condutores isolados (sem cobertura) para instalações fixas (IEC 60227-3, MOD);
- ABNT NBR NM 280 – Condutores de cabos isolados (IEC 60228, MOD);
- ABNT NBR 5111 – Fios de cobre nus, de seção circular, para fins elétricos;
- ABNT NBR 5356 – Transformadores de potência;
- ABNT NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão;
- ABNT NBR 5419-1 – Proteção contra descargas atmosféricas Parte 1: Princípios gerais;
- ABNT NBR 5419-2 – Proteção contra descargas atmosféricas Parte 2: Gerenciamento de risco;
- ABNT NBR 5419-3 – Proteção contra descargas atmosféricas Parte 3: Danos físicos a estruturas e perigos à vida;
- ABNT NBR 5419-4 – Proteção contra descargas atmosféricas Parte 4: Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura.
- ABNT NBR 5440 – Transformadores para redes aéreas de distribuição — Requisitos;
- ABNT NBR 5460 – Sistemas Elétricos de Potência – Terminologia;
- ABNT NBR 5597 – Eletroduto de aço-carbono e acessórios, com revestimento protetor e rosca NPT – Requisitos;
- ABNT NBR 5598 – Eletroduto de aço-carbono e acessórios, com revestimento protetor e rosca BSP – Requisitos;
- ABNT NBR 6251 – Cabos de potência com isolação extrudada para tensões de 1 kV a 35 kV - Requisitos construtivos;
- ABNT NBR 6524 – Fios e cabos de cobre duro e meio duro com ou sem cobertura protetora para instalações aéreas;
- ABNT NBR 6547 – Ferragem de Linha Aérea – Terminologia;
- ABNT NBR 7270 – Cabos de alumínio nus com alma de aço zincado para linhas aéreas - Especificação;
- ABNT NBR 7271 – Cabos de alumínio nus para linhas aéreas - Especificação;
- ABNT NBR 7286 – Cabos de potência com isolação extrudada de borracha etileno-

¹ Considerar todas as normas em sua última revisão na data de elaboração deste projeto.

- propileno (EPR, HEPR ou EPR 105) para tensões de 1 kV a 35 kV - Requisitos de desempenho;
- ABNT NBR 7288 – Cabos de potência com isolamento sólida extrudada de cloreto de polivinila (PVC) ou polietileno (PE) para tensões de 1 kV a 6 kV – Especificação;
 - ABNT NBR 8182 – Cabos de potência multiplexados autossustentados com isolamento extrudada de PE ou XLPE, para tensões até 0,6/1 kV - Requisitos de desempenho;
 - ABNT NBR 8453 – Cruzetas de concreto armado e protendido para redes de distribuição de energia elétrica;
 - ABNT NBR 8451-1 – Postes de concreto armado e protendido para redes de distribuição e de transmissão de energia elétrica;
 - ABNT NBR 8451-2 – Postes de Concreto Armado e Protendido para Redes de Distribuição e Transmissão de Energia Elétrica – Parte 2: Padronização de Postes para Redes de Distribuição de Energia Elétrica;
 - ABNT NBR 10160 – Tampões e grelhas de ferro fundido dúctil – Requisitos e métodos de ensaios;
 - ABNT NBR 11873 – Cabos cobertos com material polimérico para redes de distribuição aérea de energia elétrica fixados em espaçadores, em tensões de 13,8KV a 34,5KV;
 - ABNT NBR 13248 – Cabos de potência e condutores isolados sem cobertura, não halogenados e com baixa emissão de fumaça, para tensões até 1 kV – Requisitos de desempenho;
 - ABNT NBR 13570 – Instalações elétricas em locais de afluência de público – Requisitos específicos;
 - ABNT NBR 13571 – Haste de aterramento aço-cobreada e acessórios;
 - ABNT NBR 14039 – Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV;
 - ABNT NBR 14136 – Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo até 20 A/250 V em corrente alternada – Padronização;
 - ABNT NBR 15465 – Sistemas de eletrodutos plásticos para instalações elétricas de baixa tensão – Requisitos de desempenho;
 - ABNT NBR 15688 – Redes de distribuição aérea de energia elétrica com condutores nus;
 - ABNT NBR 15715 – Sistemas de dutos corrugados de polietileno (PE) para infraestrutura de cabos de energia e telecomunicações – Requisitos;
 - ABNT NBR 15820 – Caixa para medidor de energia elétrica – Requisitos;

- ABNT NBR 15992 – Redes de Distribuição Aérea de Energia Elétrica com Cabos Cobertos Fixados em Espaçadores para Tensões até 36,2 kV;
- ABNT NBR 16050 – Para-raios de resistor não linear de óxido metálico sem centelhas, para circuitos de potência de corrente alternada;
- ABNT NBR NM 60669-1 – Interruptores para instalações elétricas fixas domésticas e análogas – Parte 1: Requisitos gerais
- ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 – Iluminação de ambientes de trabalho – Parte 1: Interior;
- ABNT NBR NM 60898 – Disjuntores para proteção de sobrecorrentes para instalações domésticas e similares (IEC 60898:1995, MOD);
- ABNT NBR IEC 60947-2 – Dispositivos de manobra e comando de baixa tensão - Parte 2: Disjuntores.

3 INTRODUÇÃO

Este projeto tem a finalidade de dimensionar e especificar todos os materiais e componentes necessários à execução das instalações elétricas das redes de média tensão (MT) 13,8 kV e de baixa tensão (BT) 220/127 V com objetivo de viabilizar o funcionamento da Estação Experimental de Aquicultura da UFFS campus Laranjeiras do Sul-PR.

Este projeto foi elaborado atendendo às necessidades estabelecidas pelo campus Laranjeiras do Sul, áreas experimentais, pela Secretaria Especial de Obras (SEO) da UFFS e por diversas diretrizes elencadas durante a fase de planejamento da obra.

Antes de iniciar a execução dos serviços, a empresa contratada para a execução deverá ler atentamente este memorial e as pranchas que compõem o projeto. Eventuais dúvidas devem ser esclarecidas antes do início da obra.

A infraestrutura elétrica da UFFS campus Laranjeiras do Sul é composta por uma subestação de medição e proteção geral em 13,8 kV, redes aéreas compactas e convencionais em 13,8 kV para distribuição de energia internamente ao campus e subestações em poste e em cabines.

O responsável técnico pela execução da obra deve garantir que este projeto seja seguido fielmente. Em caso de dúvidas, possíveis erros ou inconsistências, deverá ser consultada a fiscalização da obra e o responsável técnico, os quais deverão fornecer os devidos esclarecimentos e propor soluções às dificuldades encontradas.

As alterações que ocorrerem durante a execução da obra devem ser anotadas nas respectivas plantas com caneta de cor vermelha e devem ser repassadas ao projeto *as built*. É fundamental que as alterações sejam anotadas conforme forem ocorrendo e não de uma única vez ao final da obra, quando algumas partes poderão estar inacessíveis ou serem de difícil acesso.

Antes de fechar valas ou concretar estruturas, a contratada para execução da obra (Contratada) deverá solicitar vistoria e aprovação da Fiscalização, a qual deverá avaliar a qualidade e a conformidade dos materiais e serviços executados e fazer um registro fotográfico. Recomenda-se a realização de registros fotográficos diários dos serviços executados.

Antes de iniciar a obra, a Contratada deverá elaborar um encarte técnico contendo as especificações, marca e modelo de todos os principais elementos do projeto elétrico. Esse encarte técnico deverá ser entregue à fiscalização, preferencialmente em mídia eletrônica, para análise e aprovação. Após a aprovação a Contratada estará apta a iniciar o processo

de compra e instalação dos materiais na obra.

A Contratada para execução da obra deverá fornecer todos os subsídios à Fiscalização para que seja possível esclarecer dúvidas quanto à equivalência técnica e orçamentária dos itens a serem empregados na obra.

3.1 Relação de Plantas e Documentos

Os seguintes documentos fazem parte do presente projeto e são peças indissociáveis:

- Memorial Descritivo – Este documento;
- ART – Anotação de Responsabilidade Técnica registrada junto ao CREA-SC;
- Plantas:
 - ELE-01/15 – Redes de distribuição de energia elétrica;
 - ELE-02/15 – Locação da subestação e detalhamento da estrutura de derivação;
 - ELE-03/15 – Detalhamento do posto de transformação e respectiva estrutura;
 - ELE-04/15 – Detalhamento do abrigo da subestação;
 - ELE-05/15 – Detalhamento do abrigo das motobombas;
 - ELE-06/15 – Diagrama de força do quadro de comando do recalque do poço;
 - ELE-07/15 – Diagrama de comando do quadro de comando do recalque do poço;
 - ELE-08/15 – Diagrama de força do quadro de comando do reservatório de decantação;
 - ELE-09/15 – Diagrama de comando do quadro de comando do reservatório de decantação;
 - ELE-10/15 – Detalhamento dos abrigos para comando dos aeradores e tomadas;
 - ELE-11/15 – Diagrama de força do quadro de comando dos aeradores;
 - ELE-12/15 – Diagrama de comando do quadro de comando dos aeradores;
 - ELE-13/15 – Diagrama de força do quadro de comando das tomadas;
 - ELE-14/15 – Diagrama de comando do quadro de comando das tomadas;
 - ELE-15/15 – Detalhamento da caixa de passagem e respectiva tampa pada BT.

4 REDES DE DISTRIBUIÇÃO

4.1 Rede Primária

A rede primária a ser construída é do tipo radial, classe de tensão 15 kV e do tipo convencional com cabos de alumínio nus. Apenas um vão de rede será construído para

atendimento de uma subestação em poste simples. Inicia no poste [053] e vai até o poste [060], onde deve ser instalado o transformador da subestação.

Para execução da rede primária deve ser fielmente seguida a norma da Celesc D código E-313.0002 – Estruturas para redes aéreas convencionais de distribuição. Também pode ser utilizada a normativa da concessionária Copel ou RGE, a critério da Contratada, desde que devidamente aprovado pela Fiscalização.

4.2 Rede Secundária

A rede secundária é de topologia radial, trifásica a quatro fios, com neutro multiaterrado e com condutores em alumínio multiplexado, isolamento XLPE 0,6/1,0 kV. O cabo a ser utilizado é 3x1x35+35 mm². A tensão secundária de distribuição é de 220/127 V, 60 Hz.

A rede secundária operará com neutro contínuo e multiaterrado. O condutor nu do cabo multiplexado tem função de neutro e os demais serão utilizados para as fases: R – preto, S – cinza e T – vermelho. O condutor neutro deve ser contínuo em toda a rede. Dessa forma, o neutro da rede a ser construída deve ser interligado ao neutro da rede existente.

Neste projeto foram utilizadas as estruturas secundárias padronizadas pela concessionária Celesc D, conforme norma: E-313.0078 – Rede de distribuição aérea secundária isolada até 1kV. Os cabos são suportados por ganchos de suspensão. Todos os detalhes de montagem, amarrações, conexões, ancoragem, etc. constam na normativa da concessionária e devem ser fielmente seguidas. Também pode ser utilizada a normativa da concessionária Copel ou RGE, a critério da Contratada, desde que devidamente aprovado pela Fiscalização.

A altura mínima do solo até o cabo não deve ser inferior a 6,0 m.

4.3 Proteção Contra Sobrecorrente

As proteções contra sobrecarga e curto-circuito foram projetadas com chave fusível com isolamento de 15 kV, 100 A, base “C” - 10 kA, e os elos fusíveis conforme indicado em planta. Todos os transformadores são protegidos por chave fusível com isolamento de 15 kV, 100 A, base “C” - 10 kA. Os elos estão indicados junto a cada transformador.

De forma a dar seletividade na proteção do sistema elétrico e também para permitir a desconexão de partes da instalação para manutenção enquanto outras partes continuam energizadas, foram previstas algumas chaves fusíveis adicionais. O dimensionamento dos elos fusíveis foi realizado através do cálculo da corrente *inrush* e da escolha de um elo fusível que atenda essa corrente em 0,1s. Além disso, os elos a jusante devem estar coordenados com os

elos a montante. A corrente de *inrush* foi determinada através de um método simplificado que consiste em multiplicar a corrente nominal por um fator 10. Na prática a corrente de *inrush* será menor do que este valor devido à impedância de curto-circuito no ponto de conexão².

O elo fusível do poste [008] atualmente é do tipo 6K. Com a adição de um transformador de 45 kVA a potência total do ramal passa a ser de 75 kVA, ou seja, a corrente é de 3,14 A e é suportada pelo fusível 6K. Para a corrente de *inrush* tem-se:

- Número de transformadores a jusante: 2 (30+45 kVA)
- Corrente nominal: 3,14 A
- Corrente de *inrush*: $10 \cdot 3,14 = 31,4$ A

O elo fusível 6K suporta corrente de *inrush* de aproximadamente 70 A. Portanto, não há necessidade de troca do elo fusível no poste [008].

4.4 Contra Sobretensões e Descargas Atmosféricas

Os transformadores são protegidos contra sobretensões e descargas atmosféricas por para-raios com classe de distribuição, tensão nominal de 12 kV, de óxido de zinco, com capacidade de interrupção de 10 kA. A ligação dos para-raios será do tipo estrela aterrada. Para transformadores que dispõem de suporte de para-raios no próprio tanque do transformador, esse local deve ser o preferido para instalação dos para-raios. Os fios de ligação dos para-raios devem ser os mais curtos possível, com trajeto de forma retilínea.

4.5 Postes

Estão previstos neste projeto postes em concreto pré-moldado, tronco cônico, tipo circular e duplo T. A altura e resistência estão especificadas em planta.

Os postes devem ser locados de acordo com a indicação em planta e a 50 cm do meio-fio. Postes em final de rede devem ter a base concretada. As estruturas com a designação “BC” devem ter a base concretada e os demais devem ter a base em terra socada em camadas de 20 cm. Eventuais problemas de estabilidade de solo, encontrados durante a execução da obra, devem ser relatados à fiscalização para discussão sobre possíveis formas de contornar o problema.

Os postes devem ser engastados a uma profundidade calculada por:

²CPFL, Proteção de Redes Aéreas de Distribuição - Sobrecorrente – GED-2912, 2016. Disponível em: <http://sites.cpfl.com.br/documentos-tecnicos/GED-2912.pdf>

$$e = 0,6 + h/10 \quad (4.1)$$

onde: e é a profundidade de engastamento em metros e h é a altura do poste também dada em metros.

Os postes devem ser fornecidos por fabricante cadastrado e homologado pela concessionária Copel/Celesc D/ RGE.

4.6 Aterramento

O aterramento do neutro da rede de baixa tensão nos pontos indicados no projeto deve ser executado com no mínimo três hastes *copperweld* 5/8"x3,0 m e seguir as especificações citadas no parágrafo anterior. A ligação do neutro da rede BT com a primeira haste da malha será feita com cabo de cobre nu 35 mm². Em todos os locais onde há aterramento do neutro da rede de baixa tensão, caso também exista rede primária compacta no mesmo poste, deve-se proceder o aterramento do cabo mensageiro. As interligações com a malha de aterramento devem ser feitas com cabo de cobre nu meio duro 35 mm². Deve-se dar preferência por levar o condutor de aterramento pelo interior do poste até a conexão com o neutro e, se for o caso, com o cabo mensageiro da rede MT. Todas as conexões cabo-haste e cabo-cabo devem ser feitas com solda exotérmica.

O aterramento do neutro do transformador deve ser executado com no mínimo sete hastes *copperweld* 5/8"x3,0 m. Deve ser construído um anel de aterramento circundando o posto de transformação. Esse anel deverá ter raio de 3,4 m (perímetro de aprox. 21 m), garantindo que o espaçamento entre as hastes seja de 3,0 m. As hastes devem ser interligadas com cabo de cobre nu meio duro 50 mm². A interligação da haste mais próxima do posto de transformação com a bucha de neutro deverá ser feita com cabo de cobre nu meio duro 50 mm².

Após a execução da malha de aterramento deve ser feita a medição da resistência de aterramento. Os valores obtidos devem ser anotados no projeto *as built* e informados à Fiscalização. Caso haja consenso entre a Contratada e a Fiscalização de que a resistência de aterramento apresentou valor relativamente alto, o projetista deverá ser consultado para uma análise da situação e, eventualmente, proposição de medidas para melhoria dos valores obtidos.

4.7 Iluminação Pública

As luminárias para iluminação pública também devem ser de tecnologia LED e com as seguintes características mínimas:

- Eficácia luminosa igual ou superior a 120 lm/W;
- Fluxo luminoso efetivo mínimo: 12.000 lm – considerando a temperatura de superfície do LED a 80°C, conforme padrão IES LM80;
- Índice de reprodução de cor mínimo de 70;
- Vida útil do LED L70 / 50.000 h;
- Expectativa de vida útil da luminária: superior a 30.000 h;
- Proteção contra sobretensão e sobrecorrente;
- Temperatura de cor: entre 4.000 e 5.000 K;
- Alimentação 100 V – 250 V, 60 Hz;
- Fator de potência $> 0,96$;
- Distorção harmônica total de corrente $< 15\%$;
- Grau de proteção: IP67;
- Sistema para fixação em braços para postes;
- A luminária deve ser composta de uma estrutura completa com: dissipador, LED, conversores estáticos, sistemas de proteção, lentes, difusores, etc.;
- Possuir lente grande angular para melhor espalhamento do fluxo luminoso;
- Garantia mínima de 2 anos (se superior, conforme anunciado pelo fabricante);
- Produto de referência: Zagonel ZL-5938.

São instaladas em braços para iluminação pública com 2,5 m de comprimento, fabricados em aço e galvanizados a fogo. Devem ser fornecidos por fabricante cadastrado e homologado pela concessionária Copel/Celesc D/ RGE.

A iluminação pública das ruas deve ser conectada à rede de distribuição BT e é acionada por relé fotoelétrico incorporado à luminária. A iluminação dos viveiros é acionada manualmente através de uma botoeira instalada no quadro de comando QC-AE1. Porém, o relé fotoelétrico das luminárias deve ser mantido, de forma que somente seja possível acionar essa iluminação à noite, evitando-se desperdício de energia elétrica.

5 SUBESTAÇÃO

Está previsto neste projeto a construção de uma subestação em poste simples com potência de 45 kVA. Essa subestação alimenta exclusivamente o Galpão.

5.1 Abrigo em Alvenaria

Junto ao poste da subestação deve ser construída um abrigo em alvenaria conforme detalhado no respectivo projeto Civil. Nesse abrigo deve ser instalado o QGP (quadro geral de proteção), o BEP e os DPS, conforme diagrama unifilar e detalhes específicos.

5.2 Tomada de Energia

A tomada de energia da rede da UFFS é realizada através de um conjunto de três chaves fusíveis unipolares, 15 kV, elos 3H, a serem instaladas no poste [053] onde é feita a derivação.

5.3 Transformadores

Os transformadores devem respeitar a especificações das normas NBR 5440 e NBR 5356. Além disso, devem possuir as seguintes características: tipo de ligação delta-estrela aterrada (Dyn1), tensão primária de 13,8/13,2/12,6/12,0/11,4 kV, tensão secundária de 220/127 V e potência nominal de 45 kVA.

Os transformadores devem ser novos e fornecidos de fabricante certificado pela concessionária local (Copel/Celesc D/RGE).

6 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Este capítulo apresenta as principais especificações dos elementos das instalações elétricas e orientações para a correta execução dos serviços.

6.1 Identificação dos Elementos

Em todos os locais acessíveis, placas, tampas, caixas de ligação, etc., os elementos devem ser identificados de forma indelével indicando-se o número do elemento e, sempre que se aplicar, o circuito ao qual pertence. Todos os cabos elétricos no interior de caixas acessíveis devem receber anilhas ou elemento similar que identifique o circuito ao qual pertence.

Sugere-se que sejam utilizados condutores coloridos sempre que possível. Caso sejam utilizados cabos elétricos de mesma cor (por exemplo, preta), em todos locais acessíveis, os cabos devem ser identificados com fitas coloridas, resistentes à ação do tempo e não propagantes de chamas.

6.2 Passagem dos Cabos

Para auxiliar na passagem dos cabos sugere-se o uso de lubrificantes especiais para essa finalidade. O lubrificante para puxamento de cabos é um gel incolor à base de polímeros solúveis em água. É um produto fácil de aplicar e de secagem lenta, sua fórmula permite uma suavidade e baixo coeficiente de fricção durante o puxamento e arrasto dos cabos elétricos e de comunicação.

Deve-se tomar cuidado para não danificar a capa dos condutores durante o puxamento.

6.3 Eletrodutos de PVC

Todos os eletrodutos de PVC rígido devem ter selo do INMETRO, estar em conformidade com a norma NBR 15465, de rosca e não propagar chamas. As bitolas dos eletrodutos encontram-se detalhadas em cada trecho das linhas elétricas. Os eletrodutos enterrados devem ser assentado sobre um colchão de areia ou pó de brita. Após o lançamento do eletroduto deverá ser adicionada uma camada de 10 cm de areia ou pó de brita e então proceder o lançamento de terra e compactação.

Os eletrodutos embutidos devem ser de PVC, flexíveis, reforçados, classe 305, anti-chama, conforme NBR NBR 15465. Devem ter resistência diametral para cargas até 750N/5cm. O diâmetro mínimo dos eletrodutos deverá ser de 1/2", meia-polegada. Eletrodutos não cotados considerar 3/4", três quartos de polegada. Nas instalações internas às unidades consumidoras, via de regra, os dutos serão todos embutidos.

6.4 Eletrodutos PEAD

Em trechos subterrâneos de tubulação, onde indicado, devem ser utilizados eletrodutos do tipo PE (Polietileno) em conformidade com a norma NBR 15715 e com diâmetro mínimo de 1.1/4" (uma polegada e um quarto).

Os eletrodutos enterrados devem ser assentado sobre um colchão de areia ou pó de brita. Após o lançamento do eletroduto deverá ser adicionada uma camada de 10 cm de areia ou pó de brita e então proceder o lançamento de terra e compactação. A terra utilizada para fechamento de valas deve estar isenta de resíduos de construção, pedras, entre outros elementos que possam causar danos aos eletrodutos. Em cruzamentos de vias ou locais de circulação de veículos os eletrodutos devem ser envelopados em concreto.

6.5 Tomadas

As tomadas elétricas para instalação em caixas metálicas de embutir deverão ser conformes à norma ABNT NBR 14136 com capacidade de corrente de acordo com o circuito ao qual estão instaladas. As tomadas devem ter uma identificação do circuito ao qual pertencem.

6.6 Interruptores

Está prevista a utilização de interruptores de 1, 2 e 3 seções, simples ou paralelos, sendo que a identificação das luminárias acionadas por interruptor é feita através de letras minúsculas, inseridas junto ao circuito. Os interruptores elétricos deverão ser conformes à norma ABNT NBR NM 60669-1 e possuir identificação do circuito ao qual pertencem.

6.7 Quadros Elétricos

Neste projeto estão previstos quadros elétricos que somente devem ser operados por pessoas BA4/BA5.

6.7.1 Quadros elétricos para distribuição

O sistema elétrico do conta com alguns quadros de distribuição e proteção e que são utilizados para permitir a alimentação das edificações a partir da rede de distribuição do campus, bem como a proteção adequada dos respectivos circuitos. Tais quadros somente podem ser operados por pessoal BA4 ou BA5.

Todos os quadros de distribuição deverão ser construídos em chapas de aço bitolas 14 e 16 MSG, com porta frontal vedada, resistentes a instalação ao tempo, pintura eletrostática

epóxi em pó RAL 7032, cor cinza, as placas de montagem com pintura eletrostática epóxi em pó RAL 2000, cor laranja segurança. O quadro deverá possuir fecho do tipo Cremona escamoteável e chave “Yale”.

Todos os quadros devem ter a identificação através de etiquetas adesivas e possuir placa externa com os dizeres “Perigo Eletricidade!” e “Somente Pessoal Autorizado” e indicar a classe de tensão.

A corrente de curto-circuito a qual o quadro está sujeita é apresentada no diagrama unifilar. O fabricante do quadro deverá produzi-lo para suportar os efeitos dessa corrente, adotando as medidas que se fizerem necessárias.

Características comuns a todos os quadros:

- Classe de isolamento: 600 V;
- Tensão: 3ϕ 220 V;
- Frequência: 60 Hz;
- Corrente máxima de curto-circuito: indicada no diagrama unifilar;
- Deve ser afixada a identificação de cada quadro na parte externa frontal através de etiqueta ou plaqueta;
- Barramentos pintados com tinta epóxi nas cores:
 - Fase R – Amarelo;
 - Fase S – Branco;
 - Fase T – Violeta;
 - Neutro – Azul Claro (obs.: o barramento de Neutro deverá ser isolado, assim como os barramentos das fases);
 - Terra – Verde / Verde e amarelo (obs: o barramento de Terra terá função de BEP, portanto deverá possuir livre acesso com as portas abertas).
- Deverão ser respeitadas as distâncias mínimas de isolamento e escoamento entre os barramentos, conforme normas vigentes da ABNT;
- Proteção contra contatos acidentais: Instalar placas de policarbonato transparente de 3 mm, conforme NR 10;
- Deverá ser disposto no interior do quadro o diagrama unifilar completo atualizado – *as built*;
- Identificar todos os cabos, condutores, barramentos, dispositivos de proteção, etc. com materiais apropriados, como plaquetas, etiquetas, anilhas, marcadores e outros que

forem necessários;

- O disjuntor de entrada deverá ser de ação simultânea e possuir dispositivo para impedimento de reenergização e sinalização de advertência com indicação da condição operativa, ou permitir o acoplamento de um dispositivo com essa finalidade. Deverá possuir indicação de posição: Verde – “D” desligado e Vermelho – “L” ligado.

6.8 Condutores

Neste projeto estão previstos basicamente três tipos de condutores: (I) condutores de cobre nu, (II) condutores de cobre isolados em PVC, (III) cabos unipolares de cobre isolado em PVC. Cada tipo de condutor deve atender normas específicas e sua utilização é restrita a certos tipos de aplicação.

Todos os cabos utilizados deverão possuir o selo de certificação do INMETRO.

A identificação dos circuitos terminais deverá ser feita através de cores e números, sendo que as cores serão utilizadas para identificar o tipo de condutor e sua função, sendo:

- Fase: R – Vermelho, S – Branco, T – Preto.
- Neutro: Azul.
- Terra: Verde ou verde com faixa amarela.
- Retorno: qualquer cor que não seja uma das anteriores.

Para a identificação do circuito, deverão ser utilizadas anilhas numeradas, sendo que essa identificação deverá ser feita em todos os locais acessíveis, ou seja, quadros de distribuição, caixas de passagens, etc. Todos os condutores dentro dos quadros de distribuição devem ser identificados, inclusive condutores neutro e de proteção.

Quando instalados em canaletas deverão ser agrupados conforme os respectivos circuitos, se os circuitos forem trifásicos deverão formar um trifólio para minimizar os efeitos eletromagnéticos entre os demais condutores e de forma a atender o critério de dimensionamento dos condutores. Quando instalados em eletrodutos metálicos, todos os condutores de um mesmo circuito devem estar dentro do mesmo eletroduto.

6.8.1 Condutor de cobre nu

Os fios e cabos de cobre nu são indicados para redes aéreas de energia elétrica e sistemas de aterramento. Os cabos utilizados neste projeto são cabos de cobre nu eletrolítico tempera meio-duro, encordoamento classe 2A (10 a 50 mm²) e classe 3A (70 a 95 mm²). Normas aplicáveis: NBR 6524 e NBR 5111.

São utilizados como eletrodo de aterramento e nas interligações de massas metálicas para equipotencialização. Nunca devem ficar em contato com metais como alumínio, ferro, telhas de aluzinco, e outros metais devido à formação de corrosão galvânica. Nas conexões com alumínio e ferro, por exemplo, devem ser utilizados conectores bimetálicos apropriados.

6.8.2 Condutor de cobre isolado em PVC

As instalações internas às edificações devem utilizar condutores isolados flexíveis BWF 750 V. Condutor com características de não propagação e autoextinção do fogo. Recomendado para aplicações onde exigem-se cabos com maior flexibilidade, como em redes de distribuição de energia de prédios residenciais, comerciais e industriais, ligações de painéis e motores elétricos. Norma aplicável: NBR NM 247-3.

Condutor flexível de cobre nu, têmpera mole, encordoamento classe 4 ou classe 5. Isolação de PVC/A 70°C - composto termoplástico extrudado à base de policloreto de vinila, com características especiais para não propagação e autoextinção do fogo. Deve ser livre de metais pesados.

Possui características para propiciar bom acabamento e facilitar o deslizamento dos condutores pelos eletrodutos ou calhas.

Temperatura máxima do condutor 70°C em regime permanente, 100°C em regime de sobrecarga e 160°C em regime de curto-circuito³.

6.8.3 Cabo unipolar de cobre isolado em PVC

Os circuitos subterrâneos, alimentadores prediais e das unidades consumidoras, quando indicado, devem utilizar cabos unipolares (também chamados de cabos de potência) com isolamento em PVC 0,6/1,0 kV. São condutores recomendados para instalações em prédios residenciais, comerciais, industriais e subestações. Indicado para aplicações fixas que exigem maior proteção mecânica do material isolante. Norma aplicável NBR 7288.

Condutor formado por fios de cobre nu, têmpera mole, encordoamento classe 2. Isolação de PVC/A 70°C - composto termoplástico extrudado à base de policloreto de vinila, com características especiais para não propagação e autoextinção do fogo. Cobertura de PVC/ST1 70°C - composto termoplástico extrudado à base de policloreto de vinila. Para a cobertura dos cabos de potência 0,6/1 kV unipolares, o composto termoplástico utilizado apresenta características de não propagação e autoextinção do fogo. Deve ser livre de metais

³https://www.corfio.com.br/pt/produtos/cabo_flexivel_bwf_750v_pt

pesados.

Temperatura máxima do condutor 70°C em regime permanente, 100°C em regime de sobrecarga e 160°C em regime de curto-circuito⁴.

6.9 Cabo multiplexado isolado em XLPE

Os cabos multiplexados 1 kV são indicados para os circuitos secundários de distribuição de energia e ligação de consumidores em baixa tensão. Devem seguir a norma NBR 8182.

Os condutores fase são compostos por fios de alumínio 1350, encordoamento classe 2 compacto, conforme NBR NM 280. A isolação é realizada por composto termofixo de XLPE (polietileno reticulado) resistente às intempéries. São identificados pelas cores preta, cinza e vermelha. O condutor neutro é composto por fios de alumínio 1350, têmpera H19, encordoamento redondo normal ou fios de alumínio liga 6201, têmpera T81, encordoamento redondo normal, conforme NBR 10298. O neutro não é isolado, é apresentado como um condutor nu.

Apresentam temperatura em regime permanente de 90°C, em sobrecarga 130°C e em curto circuito 250°C⁵.

6.10 Dispositivo de Proteção Contra Surtos - DPS

A proteção contra surtos de tensão no sistema elétrico de BT foi projetada utilizando-se DPS classe II. Esses DPS foram utilizados para proteção dos sistemas elétricos relacionados ao recalque de água e acionamento de aeradores.

A ligação dos DPS, qualquer que seja a sua classe, deve ser realizada de acordo com a NBR 5410 e orientações dos fabricantes dos DPS. O comprimento máximo dos condutores de ligação não pode exceder 0,5 m. Observa-se que esse é um valor limite, quanto menor for o comprimento dos condutores melhor. A Figura 6.1 ilustra duas formas de ligação e o respectivo comprimento máximo.

⁴https://www.corfio.com.br/pt/produtos/cabo_de_potencia_06_1kv_pt

⁵<https://conduspar.com.br/produtos/rede-aerea/cabo-multiplex-1kv/>

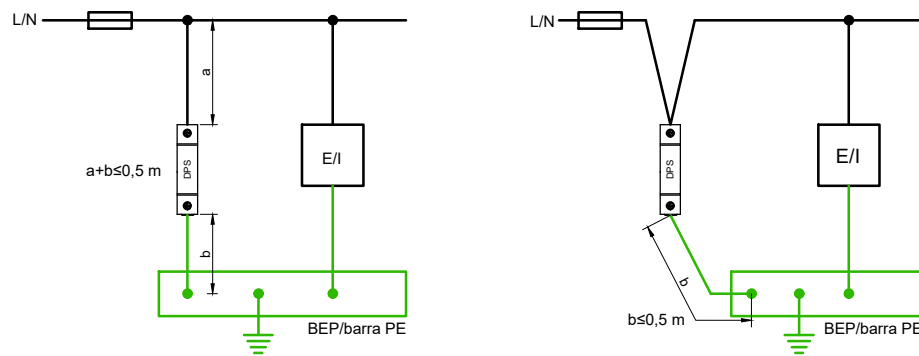


Figura 6.1: Comprimento máximo dos cabos na ligação dos DPS.

6.11 Disjuntores

Para os quadros de distribuição e proteção dos circuitos alimentadores, os disjuntores devem ser conformes a NBR IEC 60947-2.

Os disjuntores são normalmente usados para proteção e manobra de circuitos de distribuição e terminais, montados em quadros de distribuição padronizados. Nesse caso, são montados em caixas moldadas e podem ser unipolares, bipolares e tripolares, geralmente com acionamento manual e, se forem equipados com disparadores térmicos e eletromagnéticos, serão chamados de disjuntores termomagnéticos.

Os disjuntores utilizam a deformação de placas bimetálicas causada pelo seu aquecimento. Quando uma sobrecarga de corrente atravessa a placa bimetálica ou quando atravessa uma bobina situada próxima dessa placa, aquece-a, por efeito Joule, diretamente no primeiro caso e indiretamente no segundo, causando a sua deformação. A deformação desencadeia mecanicamente a interrupção de um contato que abre o circuito elétrico protegido. A proteção térmica tem como função principal a de proteger os condutores contra os sobreaquecimentos provocados pelas sobrecargas prolongadas na instalação elétrica.

A proteção magnética tem como objetivo proteger os condutores contra os sobreaquecimentos causados por correntes de curto-circuito, as quais são de elevada magnitude. A forte variação de intensidade da corrente que atravessa as espiras de uma bobina produz uma forte variação do campo magnético. O campo, assim criado, desencadeia o deslocamento de um núcleo de ferro que vai abrir mecanicamente o circuito e, assim, proteger a fonte e uma parte da instalação elétrica, nomeadamente os condutores elétricos entre a fonte e o curto-circuito.

Os disjuntores termomagnéticos são dispositivos que garantem, simultaneamente, a manobra e a proteção contra correntes de sobrecarga e contra correntes de curto-circuito. De forma resumida, os disjuntores cumprem três funções básicas:

- Abrir e fechar os circuitos (manobra);
- Proteger os condutores e os demais equipamentos a montante contra sobrecarga através de seu dispositivo térmico;
- Proteger os condutores e demais dispositivos a montante contra curto-circuito através de seu dispositivo magnético.

Este projeto foi elaborado usando como referência os disjuntores das marcas ABB, Schneider e Siemens. Outras marcas poderão ser utilizadas, desde que possuam características iguais ou superiores.

Todos os disjuntores devem ser identificados no quadro em que estão instalados através de fita adesiva resistente à ação do tempo. Marcar o número do circuito e a sua descrição.

6.12 Dispositivos Diferenciais Residuais

Os dispositivos DR (Diferenciais Residuais) deverão ser conformes à norma: NBR NM 61008-1. Todos os DRs devem ser identificados no quadro em que estão instalados através de fita adesiva. Marcar o número do circuito e a sua descrição.

Todos os dispositivos diferenciais residuais previstos neste projeto devem ser de alta sensibilidade, ou seja, atuação com corrente residual menor ou igual a 30 mA.

6.12.1 *Princípio de funcionamento*

O princípio de funcionamento desses dispositivos é decorrente da aplicação da lei de Kirchhoff, ou seja, em uma instalação sem defeito, a soma das correntes nos condutores de fase e neutro é nula. Dessa forma, se essas correntes forem aplicadas de forma apropriada aos enrolamentos de um transformador, o campo magnético gerado no núcleo será nulo e a tensão induzida em um enrolamento adicional (terciário) do transformador também será nula. Dessa forma, não há, portanto, grandeza elétrica residual para conversão numa ação mecânica.

A detecção dessa diferença é feita por um núcleo ferromagnético que envolve os condutores (menos o condutor PE) e que tem um enrolamento, no qual, em condições normais, não circula nenhuma corrente. Se houver uma diferença entre as correntes de entrada e de saída, surgirá uma tensão entre os terminais desse enrolamento, que acionará um eletroímã, que por sua vez abrirá o circuito principal. A corrente convencional de atuação do DR é representada por $I_{\Delta n}$. Um DR de corrente nominal de 30 mA oferece proteção contra contatos

indiretos e, se a corrente nominal for menor ou igual a 30 mA, oferecerá proteção também contra choques diretos.

O interruptor DR mede permanentemente a soma fasorial das correntes que percorrem os condutores de um circuito. Se o circuito elétrico estiver funcionando sem problemas, a soma das correntes nos seus condutores é praticamente nula. Ocorrendo falha de isolamento em um equipamento alimentado por esse circuito, irromperá uma corrente de falta a terra. Quando isto ocorre, a soma das correntes nos condutores monitorados pelo DR não é mais nula e o dispositivo detecta justamente essa diferença de corrente. Da mesma forma, se alguma pessoa vier a tocar uma parte viva do circuito protegido, a corrente circulará pelo corpo da pessoa, provocando igualmente um desequilíbrio na soma das correntes. Esse desequilíbrio será também detectado pelo DR tal como se fosse uma corrente de falta à terra.

6.12.2 Esquema de ligação

Nas Figuras 6.2, 6.3 e 6.4 são apresentados os esquemas de ligação de DRs em circuitos monofásicos, bifásicos e trifásicos, respectivamente.

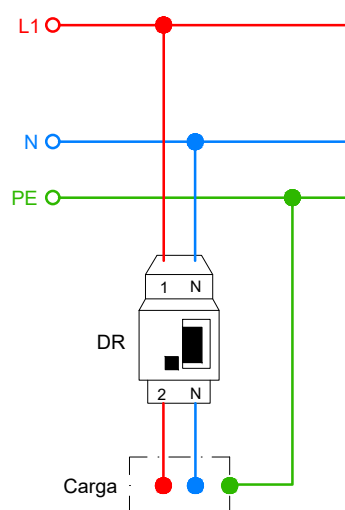


Figura 6.2: Esquema de ligação do DR em um circuito monofásico.

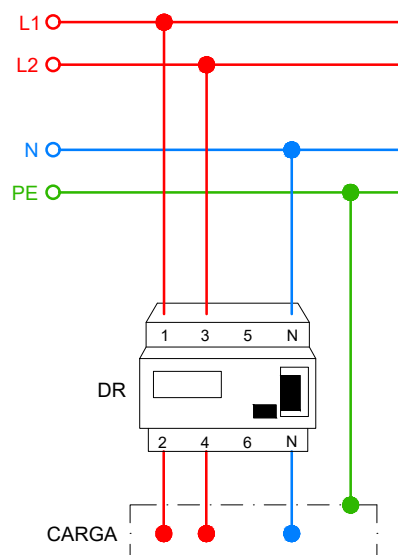


Figura 6.3: Esquema de ligação do DR em circuito bifásico com neutro.

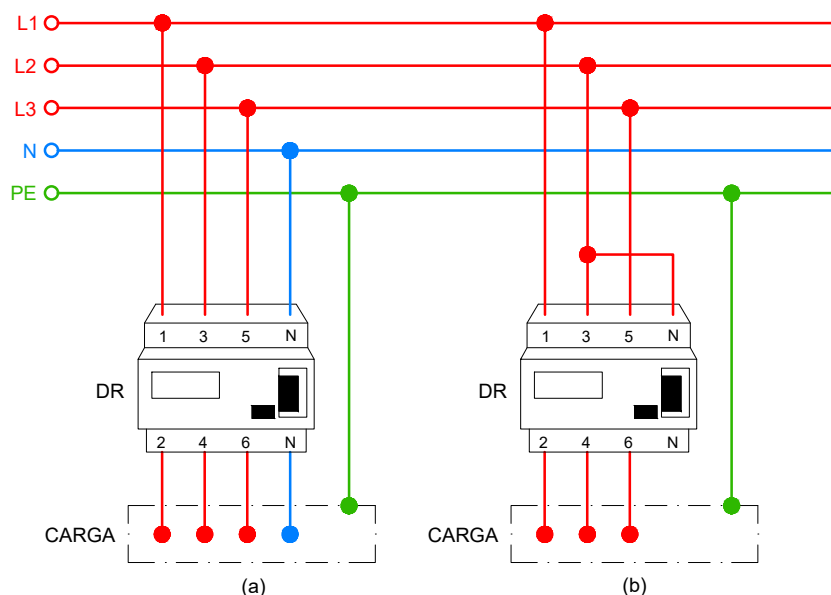


Figura 6.4: Esquema de ligação do DR em circuitos trifásicos (a) com neutro e (b) sem neutro.

6.13 Proteção Contra Choques Elétricos

O projeto foi elaborado para cumprir os seguintes princípios de segurança:

- Partes vivas perigosas não devem ser acessíveis;
- Massas ou partes condutivas acessíveis não devem oferecer perigo, seja em condições normais, seja, em particular, em caso de alguma falha que as tornem acidentalmente vivas. Para atender a esses princípios, a proteção contra choques elétricos compreende em caráter geral, dois tipos de proteção:

- Proteção básica
 - Isolação básica ou separação básica;
 - Uso de barreira ou invólucro;
 - Limitação da tensão (quando necessária ou recomendável);
- Proteção supletiva
 - Equipotencialização e seccionamento automático da alimentação;
 - Isolação suplementar (quando necessária ou recomendável);
 - Separação elétrica.

6.14 Proteção Contra Efeitos Térmicos

As pessoas, bem como os equipamentos e materiais fixos adjacentes a componentes da instalação elétrica devem ser protegidos contra os efeitos térmicos prejudiciais que possam ser produzidos por esses componentes, tais como:

- Risco de queimaduras;
- Combustão ou degradação dos materiais;
- Comprometimento da segurança de funcionamento dos componentes instalados.

Os componentes da instalação não devem representar perigo de incêndio para os materiais adjacentes. Devem ser observadas, além das prescrições da NBR 5410, as respectivas instruções dos fabricantes.

As partes acessíveis de componentes da instalação posicionados dentro da zona de alcance normal não devem atingir temperaturas que possam causar queimaduras em pessoas, respeitando os valores máximos listados abaixo:

- Alavancas, volantes ou punhos de dispositivos de manobra
 - Feitas de material metálico – Temperatura máxima 55° C;
 - Feitas de material não metálico – Temperatura máxima 65° C.
- Partes acessíveis previstas para serem tocadas, mas não empunhadas
 - Feitas de material metálico – Temperatura máxima 70° C;
 - Feitas de material não metálico – Temperatura máxima 80° C.
- Partes acessíveis não destinadas a serem tocadas em serviço normal
 - Feitas de material metálico – Temperatura máxima 80° C;
 - Feitas de material não metálico – Temperatura máxima 90° C.

6.15 Compatibilidade dos Dispositivos de Proteção com a Instalação

Os dispositivos de proteção foram selecionados para que a corrente nos condutores não ultrapasse sua capacidade nominal. Todas as especificações de: corrente nominal de disjuntores, capacidade de corrente de barramentos, seção nominal de condutores, etc., estão inter-relacionadas e devem ser seguidas como projetadas para que as proteções atuem corretamente na instalação elétrica.

Os dispositivos de proteção e demais componentes da instalação elétrica são compatíveis entre si, nas condições particulares de cada edificação ou circuito e, dessa forma, suas especificações são interdependentes em relação à segurança das instalações, pessoas e equipamentos elétricos.

6.16 Aterramento

Os pontos de consumo são alimentados por transformadores instalados na rede de distribuição ou em subestações particulares. O sistema de aterramento das redes de distribuição é com neutro multiaterrado e contínuo – o ponto neutro de todos os transformadores está aterrado e interconectado. Do transformador até cada ponto de consumo o neutro acumula as funções de neutro e PE, sendo, portanto, um condutor PEN. Cada edificação/ponto de consumo apresenta sua própria malha de aterramento, um anel de cabo de cobre nu 50 mm² circundando o perímetro da edificação. Em muitos casos também são utilizadas as armaduras da estrutura de concreto armado e a ferragem do piso como eletrodo de aterramento. No quadro elétrico principal das edificações (antes de adentrar nas mesmas), o PEN deve ser interligado ao sistema de aterramento da edificação e, a partir desse ponto, os condutores neutro e PE passam a ser completamente distintos. A Figura 6.5 ilustra o esquema de aterramento proposto, sendo globalmente um esquema TN-C-S.

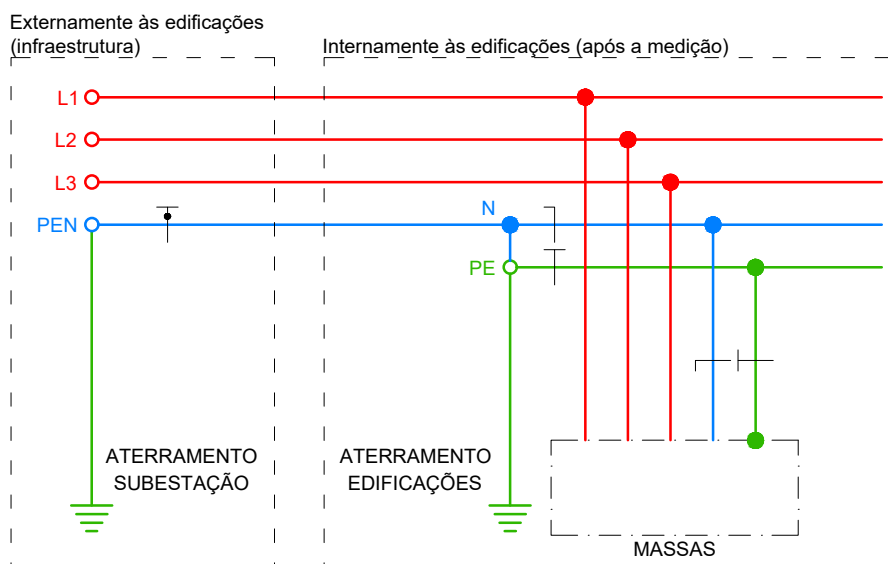


Figura 6.5: Esquema de aterramento global TN-C-S.

O sistema de aterramento internamente às edificações (abrigos, galpões, casas de bombas, etc.) deverá ser conforme a configuração TN-S, ou seja, o condutor neutro e o condutor de proteção são totalmente distintos. A Figura 6.6 apresenta o esquema de aterramento TN-S.

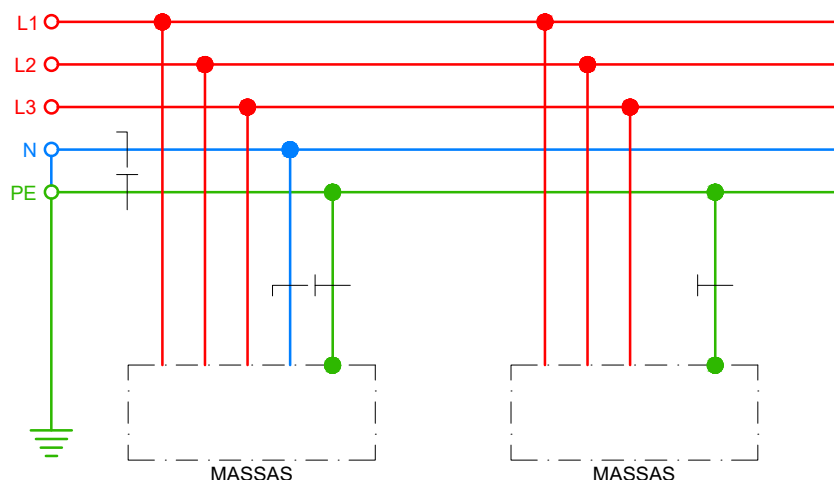


Figura 6.6: Esquema de aterramento utilizado internamente às edificações.

Os aterramentos dos abrigos/casa de motobombas deve ser executado conforme detalhes em planta. Nesses locais o neutro da rede de distribuição deve ser conectado ao aterramento local.

O condutor de proteção da motobomba do reservatório do arroio é derivado de um barramento de equipotencialização local (BEL). Um aterramento composto por três hastes *copperweld* 5/8"x3,0 m deve ser executado próximo ao reservatório. O neutro deve ser aterrado no referido BEL.

Todas as partes metálicas não energizadas deverão ser conectadas ao barramento de equipotencialização. Entenda-se por partes metálicas não energizadas: as eletrocalhas, carcaças de quadros de distribuição e de equipamentos, eletrodutos, postes metálicos, entre outras partes metálicas que podem ser encontradas na edificação.

6.17 Recomendações Adicionais

Recomendações sobre a restrição e advertência de pessoas quanto aos componentes das instalações:

- Todos os quadros elétricos devem possuir em sua porta frontal sinalização de advertência com relação ao risco oferecido pela eletricidade assim como a restrição de acesso ao seu interior, o qual somente é permitido a trabalhadores autorizados;
- Nas aberturas da subestação devem ser afixadas sinalizações de advertência com relação ao risco oferecido pela eletricidade assim como a restrição de acesso ao seu interior, o qual somente é permitido a trabalhadores autorizados;
- Todas as instalações elétricas, quando executadas a uma altura inferior a 2,5 m deverão estar obrigatoriamente acondicionadas em eletrocalhas ou perfilados com tampa ou em eletrodutos. As tampas das eletrocalhas e perfilados nas condições acima citadas devem ser fechadas com uso de dispositivo que somente permita a abertura da tampa com o uso de ferramenta.
- Os trabalhadores formalmente autorizados a executarem serviços em eletricidade deverão estar capacitados para tal atividade conforme define a Norma Regulamentadora nº 10 do Ministério do Trabalho e Emprego.
- Os trabalhos em altura deverão ser realizados por trabalhadores capacitados conforme NR-35.
- Está prevista neste projeto a possibilidade de manobra de dispositivos de proteção por pessoas leigas apenas nos quadros de distribuição dos apartamentos e nos quadros de distribuição condominiais.
- Fica a critério do executor das instalações definir o modelo de sinalização de advertência e restrição de acesso a ser empregado nos painéis.

7 QUEDA DE TENSÃO

O cálculo de queda de tensão (QT) é fundamental para que seja garantida tensão de fornecimento dentro dos padrões estabelecidos pela ANEEL. Isso contribui para que não ocorram falhas nos equipamentos internos e, também, para minimizar a perda de energia nos cabos elétricos.

Os limites adequados, precários e críticos de tensão no ponto de conexão são definidos no Módulo 8 do PRODIST (revisão 11). Por outro lado, a norma NBR 5410 estabelece que a queda de tensão máxima em instalações que possuem transformador próprio é de 7%, ou seja, para 220 V o valor mínimo de tensão é de 204,6 V.

Com essas considerações, neste projeto foram estabelecidas quedas de tensão para cada trecho do sistema elétrico projetado de forma a garantir o limite total de 7%. A queda de tensão foi calculada com base nos valores unitários de queda de tensão (ΔV_{pu}) dados em $V/(A \cdot km)^6$. A queda de tensão percentual pode ser obtida utilizando-se:

$$\Delta V_{\%} = \frac{\Delta V_{pu} \cdot c \cdot I \cdot 100}{V} \quad (7.1)$$

onde:

$\Delta V_{\%}$ - é a queda de tensão percentual;

ΔV_{pu} - é a queda de tensão por ampère e por quilômetro de cabo

c - é o comprimento do trecho;

I - é a corrente nominal de projeto;

V - é a tensão nominal da linha.

A prancha ELE-01/15 apresenta uma tabela com os valores de queda de tensão obtidos em cada ponto de consumo. Cabe salientar que o cálculo foi realizado para uma condição extrema, onde todas as cargas estariam ligadas simultaneamente. Porém, essa condição dificilmente ocorre na prática. Portanto, os valores de queda de tensão verificados com a planta em operação provavelmente serão inferiores aos calculados.

8 SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO

Este projeto contempla alguns sistemas de automação dos sistemas de recalque de água e aeradores. São fornecidos diagramas unifilares de força e comando típicos, os quais

⁶https://br.prysmiangroup.com/sites/default/files/atoms/files/Guia_de_Dimensionamento-Baixa_Tensao_Rev9.pdf

a Contratada deverá utilizar como referência para a montagem dos quadros. Modificações nas proteções ou sistemas de comando podem ser necessários conforme os componentes escolhidos.

8.1 Recalque de Água

Há três pontos de recalque de água utilizados neste projeto. Um sistema instalado no arroio, que transfere água ao poço em situações de maior estiagem. Um sistema instalado no poço, que transfere água para o reservatório superior. E, um sistema instalado no tanque de decantação, que transfere água para o reservatório superior. A movimentação da água do reservatório superior para os dez viveiros e destes para a decantação ocorre por gravidade.

Os sistemas de recalque de água a serem instalados no Poço e no Tanque de Decantação funcionam com duas motobombas sendo acionadas alternadamente. O comando de cada motobomba deve permitir três modos de operação: I - manutenção, II - *bypass* e III - automático. O modo de manutenção, como o próprio nome sugere, somente deve ser ativado para manutenção. Nesse modo a motobomba pode ser acionada através das botoeiras liga/desliga. O modo II, *bypass*, é utilizado para desconsiderar o acionamento alternado. Por exemplo, se a motobomba 1 estiver no modo *bypass*, a motobomba 2 deve ser mantida no modo manutenção. Nesse caso, somente a motobomba 1 será acionada. Esse modo é utilizado quando uma das motobombas está com defeito ou foi removida para manutenção. Em operação normal, os comandos de ambas as motobombas devem ser mantidos no modo automático, no qual as boias de nível são respeitadas e é realizado o acionamento alternado.

Neste projeto optou-se por não utilizar a boia de nível no reservatório superior nos recalques do poço e do tanque de decantação. Assim, apenas a boia de nível do reservatório inferior foi utilizada. Dessa forma, a ativação e desativação do sistema de recalque é parcialmente automática. Uma chave seletora foi adicionada no painel de comando com a função de ativar/desativar o sistema de recalque. Ao ser ativado, a boia do reservatório inferior (poço ou tanque de decantação) controla o acionamento das motobombas. Quando o reservatório inferior estiver cheio, o recalque permanece em funcionamento até que ocorra o seu esvaziamento ou que a chave seletora no painel seja colocada na posição que desativa o recalque. Nesta primeira etapa do projeto, o controle de nível do reservatório superior é realizado de forma manual.

O sistema de comando do recalque de água do arroio até o poço foi dotado de boias em ambos os reservatórios. Dessa forma, esse recalque é totalmente automático. Para evitar

o acionamento indesejado do recalque do arroio, deve-se manter esse sistema na posição manutenção e somente passar para automático em épocas que a água do poço não for suficiente para o abastecimento do sistema. Caso o recalque do arroio seja mantido no modo automático, sempre que o nível do poço atingir o nível mínimo irá ativar o recalque do arroio, o que pode ser uma situação indesejável. Por outro lado, fica a critério do operador definir os modos de operação do sistema.

Como se pode ver, o acionamento dos sistemas de recalque é fortemente dependente do funcionamento correto das boias. Além disso, o controle de nível inferior impede que a motobomba funcione quando o nível da água cai abaixo de um certo nível mínimo. O principal objetivo é evitar que a motobomba funcione sem água, o que provavelmente causaria danos irreversíveis ao equipamento. Por outro lado, o controle de nível superior evita transbordamentos dos reservatórios e desperdício de energia elétrica. Por esses motivos, é fundamental que a Contratada instale e regule adequadamente as boias de nível.

8.2 Aeradores

O sistema de acionamento dos aeradores é relativamente simples. Conta com dois modos de operação: manual e automático. O modo manual permite que o operador ative e desative cada saída utilizando as botoeiras do painel de comando. O modo automático utiliza a programação de um relógio digital de duas saídas para controlar os horários de ativação/desativação dos respectivos aeradores.

Como as instalações dos aeradores não são fixas, foram incluídas tomadas industriais ao lado do quadro de comando. Especial cuidado deve ser tomado na conexão/desconexão dos plugues nas tomadas. Antes de plugar/desplugar o aerador na tomada o operador deve se certificar que o respectivo circuito esteja desligado. Isso pode ser feito ao colocar a chave seletora na posição manual (caso não esteja), pressionar a boteira para desligar e verificar que o sinalizador verde do respectivo circuito esteja acessa no painel.

9 COMISSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES

O objetivo central do comissionamento é assegurar a transferência das instalações da Contratada para a UFFS de forma ordenada e segura, garantindo sua operabilidade em termos de desempenho, confiabilidade e rastreabilidade de informações.

O comissionamento das instalações na fase de execução da obra é um processo que visa

assegurar que os sistemas e componentes da instalação foram instalados conforme projetado, estão configurados e programados adequadamente, estão devidamente identificados e estão em pleno funcionamento (verificado através de testes).

Deverão ser entregues relatórios contendo parâmetros de configuração de equipamentos, manuais, relatórios de medição, os projetos *as built*, orientações sobre manutenção, entre outros. Essa documentação pode ser entregue em mídia digital ou impressa. Caso o responsável técnico não possua assinatura digital (ICP-Brasil ou equivalente), os documentos assinados devem ser entregues em meio físico. Não são aceitas assinaturas escaneadas e inseridas no documento antes de ser impresso.

Os sistemas automatizados devem ser entregues configurados e em pleno funcionamento. Por exemplo: sistemas de automação de bombeamento de água, de renovação de ar, de climatização, de iluminação, de medição e proteção, entre outros. Caso sejam utilizados arquivos de programação ou configuração, como ocorre em CLPs e similares, os mesmos devem ser entregues à UFFS para permitir a reprogramação em caso de substituição ou mau funcionamento de algum equipamento. O software e os cabos necessários a comunicação do computador com o equipamento também devem ser fornecidos.

Ao final da obra a Contratada deverá realizar o comissionamento das instalações com acompanhamento da Fiscalização ou de pessoa designada pela UFFS. Se constatadas irregularidades as mesmas devem ser corrigidas antes da entrega final da obra.

Os documentos editáveis devem ser disponibilizados em formato DWG e ODT (Libre-Office/OpenOffice). Documentos assinados eletronicamente devem ser entregues preferencialmente em PDF ou formato que suporte assinatura digital. Também deve ser entregue uma versão impressa/plotada de todos os projetos e documentos da obra.

10 RECOMENDAÇÕES ADICIONAIS

Os responsáveis técnicos da Contratada devem providenciar a Anotação de Responsabilidade Técnica – ART/RRT/TRT, devidamente registrada junto ao respectivo conselho de classe e quitada, antes do início dos serviços.

O canteiro de obras deverá ser o mais organizado possível mantendo-se todos os materiais que não estão em uso guardados em local apropriado e protegidos contra ações da chuva e do sol e com possibilidade para trancamento como impedimento de furtos.

Os trabalhadores da Contratada devem estar devidamente identificados com uniformes

apropriados e crachás. Uma relação dos trabalhadores autorizados deve ser entregue à Fiscalização antes do início dos serviços. Essa relação pode ser atualizada a qualquer momento quando forem necessárias alterações na equipe de trabalhadores.

As ferramentas utilizadas deverão ser as apropriadas para o tipo de trabalho, não sendo permitido adaptações que possam vir a danificar os materiais, instalar de forma inadequada ou causar risco de acidente ao operador do equipamento ou a terceiros.

A equipe envolvida nos serviços de instalação deverá ter treinamento apropriado à sua atividade (eletricidade, trabalho em altura, etc.) e usar, obrigatoriamente, os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) apropriados.

É IMPORTANTE A ANÁLISE DOS DESENHOS, MEMORIAIS E QUANTITATIVOS DO PROJETO PARA O BOM ENTENDIMENTO E DESENVOLVIMENTO DA OBRA.

11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Cabe à Proprietária manter as instalações em conformidade com as normas, a legislação vigente e em perfeitas condições de conservação, contratando profissionais capacitados e habilitados (conforme regulamentação dada pela NR-10) para execução da obra e sempre que forem necessárias intervenções nas instalações elétricas.

A Proprietária deverá manter uma cópia do projeto a disposição dos profissionais que vierem a fazer intervenções futuras na instalação elétrica.

Chapecó-SC, 13 de setembro de 2021.

Proprietária:

Universidade Federal da Fronteira Sul

CNPJ: 11.234.780/0001-50

Responsável Técnico:

Eng. Eletric. Silvio Antonio Teston

CREA/SC: 094939-8



Emitido em 13/09/2021

**MEMORIAL DESCRITIVO E DE ESPECIFICAÇÕES Nº DOC (28) MEMORIAL DESCRITIVO DO
PROJETO INFRA ELE/2021 - DGCT (10.55.01.01)**
(Nº do Documento: 7)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 20/09/2021 07:04)

FABIO CORREA GASPARETTO

SECRETARIO - TITULAR

SEO (10.55)

Matrícula: 2015260

(Assinado digitalmente em 18/09/2021 11:24)

SILVIO ANTONIO TESTON

ENGENHEIRO-AREA

DPCE (10.55.03)

Matrícula: 1762435

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sipac.uffs.edu.br/documentos/> informando seu número: **7**, ano: **2021**, tipo: **MEMORIAL DESCRITIVO E DE ESPECIFICAÇÕES**, data de emissão: **18/09/2021** e o código de verificação: **0f1cf513fa**