
PROJETO ELÉTRICO E DE SPDA Galpão de Aquicultura

MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO PROJETOS ELÉTRICO E DE SPDA

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, 14 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	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	8
4.1	Identificação dos Elementos	9
4.2	Passagem dos Cabos	9
4.3	Eletrodutos de PVC	9
4.4	Eletrodutos PEAD	10
4.5	Tomadas	10
4.6	Interruptores	10
4.7	Eletrocalhas	10
4.8	Quadros Elétricos	11
4.8.1	Quadros elétricos para distribuição	11
4.9	Condutores	13
4.9.1	Condutor de cobre nu	13
4.9.2	Condutor de cobre isolado em PVC	14
4.9.3	Cabo unipolar de cobre isolado em PVC	14
4.10	Dispositivo de Proteção Contra Surtos - DPS	15
4.11	Disjuntores	16
4.12	Dispositivos Diferenciais Residuais	17
4.12.1	Princípio de funcionamento	17
4.12.2	Esquema de ligação	18
4.13	Proteção Contra Choques Elétricos	20
4.14	Proteção Contra Efeitos Térmicos	20
4.15	Compatibilidade dos Dispositivos de Proteção com a Instalação	21
4.16	Aterramento	22
4.17	Recomendações Adicionais	23
4.18	Queda de Tensão	24

5	PROJETO LUMINOTÉCNICO	25
5.1	Materiais e Métodos de Instalação	26
5.2	Lâmpadas	27
6	SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS	29
6.1	Malha de Aterramento – Subsistema de Aterramento	29
6.2	Malha Captora – Subsistema de Captação	30
6.3	Subsistema de Descidas	30
6.4	Inspeções Periódicas	31
6.5	Considerações Finais	31
7	COMISSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES	31
8	RECOMENDAÇÕES ADICIONAIS	32
9	CONSIDERAÇÕES FINAIS	34

1 DADOS DA OBRA

OBRA: Galpão de Aquicultura;

PROPRIETÁRIO: Universidade Federal da Fronteira Sul;

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

ÁREA CONSTRUÍDA: 218,16 m²;

ÁREA EXTERNA DE INTERVENÇÃO: 999,36 m²;

TENSÃO SECUNDÁRIA: 220/127 V;

CARGA TOTAL: 42,4 kVA.

DEMANDA ESTIMADA: 21,2 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, SPDA (Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas) e SIEM (Sistema de Iluminação de Emergência) do Galpão 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.

O projeto elétrico abrange as instalações elétricas de baixa tensão e iluminação. Detalha todos os circuitos de iluminação, tomadas, quadro de distribuição, eletrocalhas, dutos e circuitos terminais. O projeto de SPDA contempla os subsistemas de aterramento, captação e descidas e os detalhes de instalação.

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:
 - Anotação de Responsabilidade Técnica - ART;
 - Memorial descritivo e de especificações;
 - ELE 01/04 – Projeto elétrico interno;
 - ELE 02/04 – Iluminação externa;
 - ELE 03/04 – Diagrama unifilar geral e quadro de cargas;
 - ELE 04/04 – Detalhes de instalação;
 - ELE 01/01 – Projeto de SPDA.

4 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

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

Via de regra, os dutos são aparentes, exceto nas instalações das áreas molhadas, que compreendem os sanitários, hall dos sanitários e hall de entrada.

Os eletrodutos utilizados nessa instalação são do tipo rígido de PVC ou corrugado flexível, conforme o caso. Os eletrodutos aparentes a serem utilizados nas instalações deverão ser do tipo rígido, rosqueável ou de encaixe, antichama de acordo com a ABNT NBR 15465. Deverão ser firmemente fixados através de abraçadeiras adequadas. As conexões e derivações entre eletrodutos e caixas de equipamentos ou passagem deverão ser feitas utilizando-se somente os acessórios adequados.

Quando a instalação for aparente deverão ser utilizados somente eletrodutos na cor branca/bege e fixados através de abraçadeiras da mesma cor, também de PVC. Quando não indicado em planta, considerar o diâmetro mínimo dos eletrodutos de 1" (uma polegada).

Os eletrodutos corrugados, de instalação subterrânea, deverão ser conformes à norma NBR 15715, com diâmetro mínimo de 1.1/4" (uma polegada e um quarto). Os eletrodutos flexíveis corrugados utilizados na instalação interna deverão ser não-propagantes de chamas e de diâmetro mínimo de 1" (três quartos de polegada).

4.1 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.

4.2 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.

4.3 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, antichama, conforme NBR NBR 15465. Devem ter resistência diametral para cargas até 750N/5 cm. O diâmetro mínimo dos eletrodutos deverá ser de 1/2", meia-polegada. Ele-

trodotos não cotados considerar 3/4", três quartos de polegada. Nas instalações internas às unidades consumidoras, via de regra, os dutos serão todos embutidos.

4.4 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.

4.5 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.

4.6 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.

4.7 Eletrocalhas

Todas as eletrocalhas previstas neste projeto são do tipo perfurada e pintadas na cor branca. A pintura deve ser eletrostática, executada pelo fabricante da eletrocalha. Não serão admitidas eletrocalhas pintadas na obra.

Devem ser instaladas utilizando-se exclusivamente os acessórios apropriados e recomendados pelos fabricantes, tais como, suspensão para tirante, tirantes rosqueados, ganchos, curvas, flanges, etc. As curvas verticais e horizontais, junções em "T", cruzetas, flanges, tampas

e demais acessórios devem ser produzidos pelo fabricante da eletrocalha. Não se admite o uso de peças fabricadas na obra.

Todas as eletrocalhas devem ser fabricadas com chapas de aço #18 MSG.

As conexões dos eletrodutos e perfilados com as eletrocalhas devem ser feitas através de saídas laterais ou caixas de derivação ou outro elemento apropriado. As eletrocalhas não devem ser perfuradas para o encaixe de eletrodutos ou de outras eletrocalhas.

Nas emendas, conexões e derivações deverão ser utilizados exclusivamente parafusos do tipo “cabeça de lentilha” autotravante, porcas e arruelas lisas e de pressão, tendo sempre o cuidado de deixar a parte lisa do parafuso para o lado de dentro da eletrocalha.

Para a fixação das peças de sustentação, deverão ser utilizados buchas e parafusos adequados para o peso a ser sustentado. Quando a fixação for feita em lajes deve-se certificar que seja ultrapassada a camada de reboco, quando existir.

Todas as eletrocalhas deverão ter acabamento que impeça danos aos condutores durante o seu lançamento, preferencialmente com abas dobradas.

O caminhamento apresentado para as eletrocalhas poderá sofrer alterações diante de obstáculos que possam surgir durante a execução da obra. Nesse caso deverão ser discutidas as alternativas com a fiscalização da obra e devem ser anotadas as alterações na planta para elaboração do *as built*.

Na conexão da eletrocalha com o quadro de distribuição deverá ser utilizado o flange apropriado. O quadro deverá ser recortado no mesmo formato da eletrocalha e o local do corte deverá ser protegido contra corrosão e ter acabamento que impeça danos aos condutores.

4.8 Quadros Elétricos

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

4.8.1 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;
- Frequencia: 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.

4.9 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.

4.9.1 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 têmpera

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.

4.9.2 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-circuito².

4.9.3 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

²https://www.corfio.com.br/pt/produtos/cabo_flexivel_bwf_750v_pt

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 pesados.

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

4.10 Dispositivo de Proteção Contra Surtos - DPS

A proteção contra surtos de tensão no sistema elétrico do Empreendimento foi projetada utilizando-se DPS Classe I+II. No local onde o circuito alimentador adentra na edificação foi previsto o quadro Q-DPS/BEP. Nesse quadro são instalados os DPS Classe I+II, fusíveis de proteção e o Barramento de Equipotencialização Principal (BEP).

A edificação é protegida por SPDA com nível de proteção (NP) igual a III. Conforme Tabela 3 da NBR 5419 a corrente de pico da descarga atmosférica é de 100 kA para o NP III na onda 10/350 μ s. A IEC 62305-4 convencionou que a corrente da descarga atmosférica se divide ao longo do SPDA, sendo que, ao chegar ao solo, metade dessa corrente se dispersa nele e a outra metade retorna para a instalação. Esse retorno de corrente se dá em função da diferença de tensão que aparece entre os aterramentos da edificação e da fonte de alimentação. Dessa forma, a corrente de surto conduzida na instalação é:

$$I_{SURTO} = 100 \text{ kA} / 2 = 50 \text{ kA} \quad (4.1)$$

O circuito alimentador da edificação é composto por 3F+PEN. Portanto, a corrente de surto imposta a cada condutor é:

$$I_{SURTO,COND} = 50 \text{ kA} / 4 = 12,5 \text{ kA} \quad (4.2)$$

A corrente I_{IMP} dos DPS deverá ser igual ou superior à $I_{SURTO,COND}$.

Conforme NBR 5410, o DPS Classe I, instalado no primeiro nível de proteção, deve proteger produtos de categoria II de suportabilidade a impulsos, ou seja, $U_p \leq 2,5 \text{ kV}$. Foi adotada proteção complementar por DPS Classe II com a intenção de aprimorar a proteção de cargas sensíveis. Dessa forma, o DPS deve proteger produtos de categoria I de suportabilidade a impulsos, ou seja, $U_p \leq 1,5 \text{ kV}$.

Foi prevista a instalação de fusíveis em série com cada DPS Classe I para evitar que em

³https://www.corfio.com.br/pt/produtos/cabo_de_potencia_06_1kv_pt

caso de falha por curto-circuito os parâmetros máximos dos DPS sejam excedidos. Também, para evitar que ocorra o desligamento da edificação em caso de falha.

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 4.1 ilustra duas formas de ligação e o respectivo comprimento máximo.

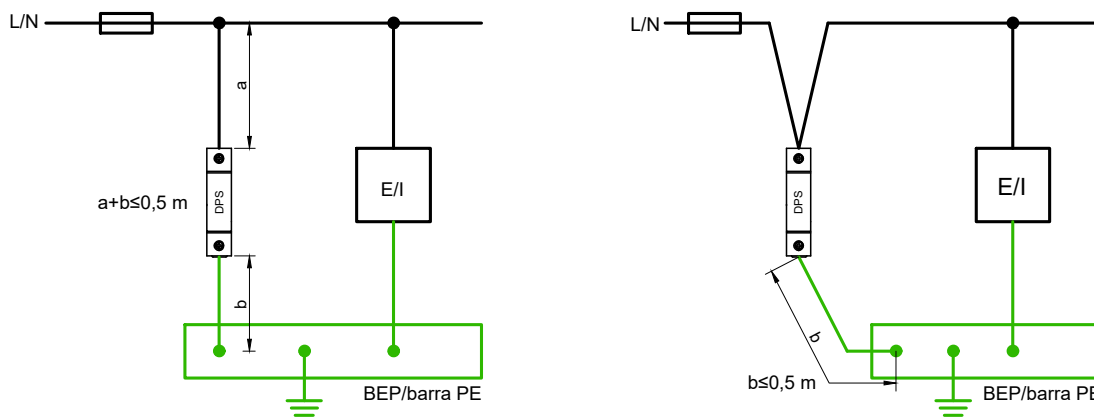


Figura 4.1: Comprimento máximo dos cabos na ligação dos DPS.

4.11 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 sobreaqueci-

mentos 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.

4.12 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.

4.12.1 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.

4.12.2 Esquema de ligação

Nas Figuras 4.2, 4.3 e 4.4 são apresentados os esquemas de ligação de DRs em circuitos monofásicos, bifásicos e trifásicos, respectivamente.

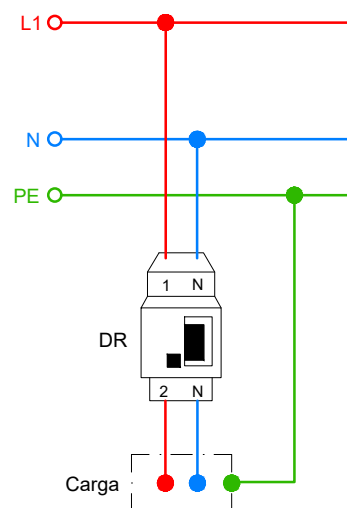


Figura 4.2: Esquema de ligação do DR em um circuito monofásico.

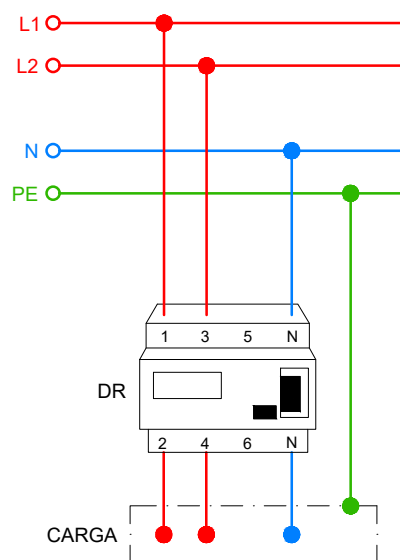


Figura 4.3: Esquema de ligação do DR em circuito bifásico com neutro.

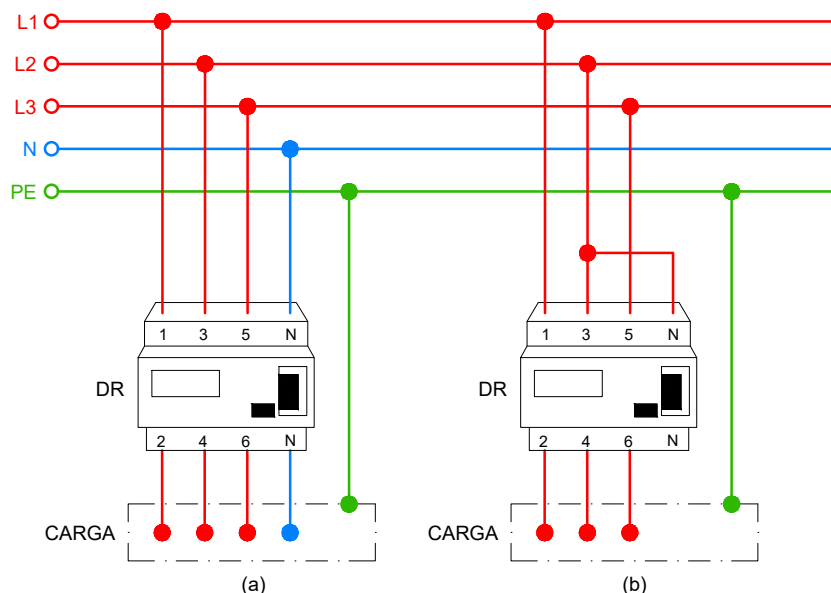


Figura 4.4: Esquema de ligação do DR em circuitos trifásicos (a) com neutro e (b) sem neutro.

4.13 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.

4.14 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.

4.15 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.

4.16 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 multiterrado 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 4.5 ilustra o esquema de aterramento proposto, sendo globalmente um esquema TN-C-S.

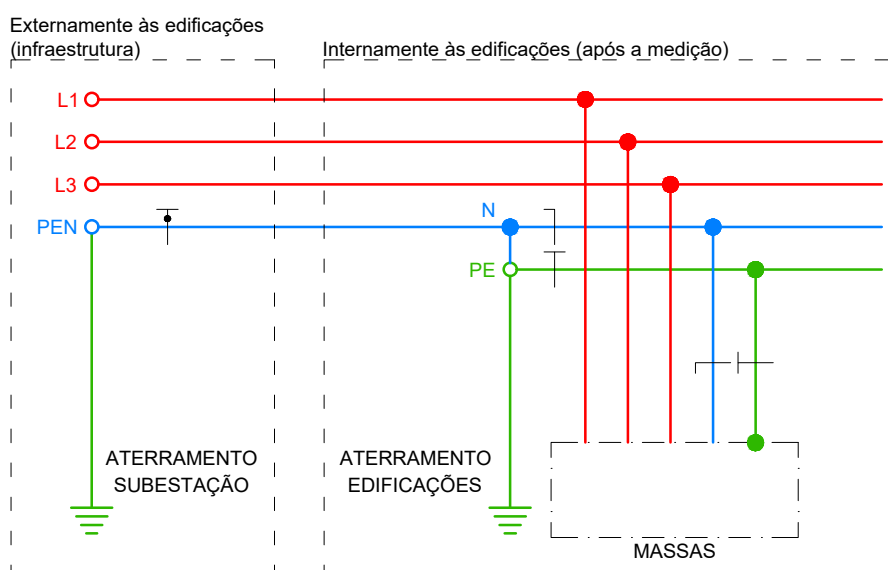


Figura 4.5: Esquema de aterramento global TN-C-S.

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 4.6 apresenta o esquema de aterramento TN-S.

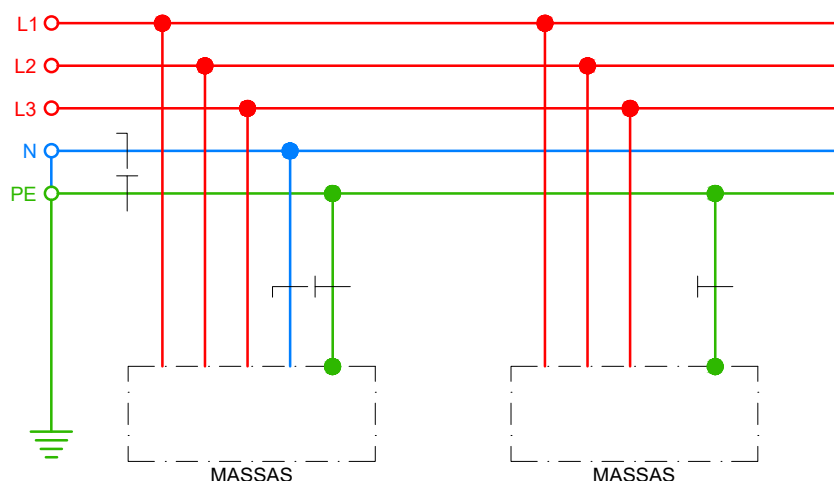


Figura 4.6: Esquema de aterramento utilizado internamente às edificações.

O sistema de aterramento da edificação Galpão de Aquicultura é um anel composto por cabo de cobre 50 mm² enterrado e que circunda o perímetro da edificação. Maiores detalhes sobre o sistema de aterramento são encontrados no capítulo sobre o SPDA.

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.

4.17 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.

4.18 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 $V/(A \cdot km)^4$. A queda de tensão percentual pode ser obtida utilizando-se:

$$\Delta V_{\%} = \frac{\Delta V_{pu} \cdot c \cdot I \cdot 100}{V} \quad (4.3)$$

onde:

⁴https://br.prysmiangroup.com/sites/default/files/atoms/files/Guia_de_Dimensionamento-Baixa_Tensao_Rev9.pdf

- $\Delta V_{\%}$ - 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.

5 PROJETO LUMINOTÉCNICO

A divisão dos circuitos de iluminação foi projetada seguindo critérios estabelecidos pela NBR 5410, item 4.2.5: segurança, conservação de energia, funcionalidade, produção, manutenção, e necessidades futuras.

As seções dos condutores dos circuitos de iluminação foram dimensionadas conforme item 6.2.6 Norma NBR 5410:2004, que preconiza que para definir a seção mínima de seus condutores, esses deverão suportar satisfatoriamente e simultaneamente as condições de:

- Limite de temperatura, determinado pela capacidade de condução de corrente;
- Limite de queda de tensão;
- Capacidade dos dispositivos de proteção contra sobrecargas;
- Capacidade de condução da corrente de curto-circuito por tempo determinado;
- Proteção contra choques elétricos;
- Seção mínima.

Os condutores de proteção dos circuitos de iluminação foram projetados seguindo as especificações conforme item 6.4.3 da Norma NBR 5410:2004 que especifica que para condutores de fase com seções nominais até 16 mm² a seção do condutor de proteção terá a mesma seção.

A proteção dos condutores dos circuitos de iluminação foi projetada conforme item 5.3 da Norma 5410:2004, a qual deve ser responsável por:

- Proteção contra sobrecarga e curto circuito;
- Comando funcional;
- Seccionamento;
- Seccionamento de emergência;
- Proteção contra contatos indiretos;
- Proteção contra quedas e ausência de tensão.

Assim, os condutores dos circuitos de iluminação serão protegidos por disjuntores termomagnéticos monopolares curva C e corrente nominal conforme Quadro de Cargas da prancha.

5.1 Materiais e Métodos de Instalação

A infraestrutura utilizada para o acondicionamento dos condutores da iluminação será a mesma utilizada para os outros circuitos terminais, conforme pranchas do projeto. Todos os circuitos de iluminação serão compostos por cabos unipolares.

As posições das luminárias, altura de instalação e método de instalação estão indicadas nas pranchas. As instruções para fixação das luminárias seguem abaixo.

Luminárias instaladas sob perfilados e eletrocalhas: instaladas diretamente nos mesmos, com parafuso fenda e porca borboleta $\varnothing 1/4"$ conforme detalhes em projeto. A conexão elétrica da luminária será por meio de um pedaço de cabo tripolar não halogenado com bitola igual à do circuito de iluminação, com plugues macho e fêmea 2P+T.

Luminárias instaladas diretamente na laje: com parafuso e bucha de nylon conforme detalhes em projeto. A conexão elétrica da luminária será por meio de um pedaço de cabo tripolar não halogenado com bitola igual à do circuito de iluminação, com plugue macho 2P+T e tomada instalada em condutele ao lado da luminária.

Todas as luminárias devem ser identificadas através de etiquetas constando o circuito ao qual pertencem, da mesma forma que foi apresentado para as tomadas na Figura 1.

Todas as salas foram projetadas conforme a NBR ISO/CIE 8995-1, tendo como referência a seção 5 que trata dos níveis de iluminância mantida (E_m) de acordo com o tipo de tarefa realizada. Para auxiliar no projeto foi utilizado o Software DIALux evo versão 9.2.

As luminárias utilizadas nos dimensionamentos estão devidamente identificadas nas pranchas do projeto, com descrição detalhada junto à simbologia de cada prancha. Para cada tipo de luminária foi indicado um modelo de referência do fabricante Lumicenter.

As luminárias foram escolhidas de forma a reduzir ao mínimo a variedade de lâmpadas a utilizar (luminárias diferentes podem utilizar o mesmo tipo de lâmpadas).

A iluminação dos ambientes foi projetada de acordo com a NBR ISO/CIE 8995-1, para garantir que os níveis mínimos da Tabela 5.1 sejam atingidos.

Tabela 5.1: Iluminância por local.

LOCAL	ILUMINÂNCIA (Lux)
Área de Experimentos	500
Sala Seca	500
Sala de Materiais	300
Circulação	100
Sala de Ração	100
Sanitários	200

O acionamento de iluminação será através de interruptores, conforme localização nas pranchas e identificação dos comandos com letras minúsculas.

Em caso de alteração de qualquer característica do projeto luminotécnico durante a obra, um novo estudo deve ser feito para verificar o atendimento das iluminâncias descritas. Também, recomenda-se fazer uma verificação final, utilizando instrumento de medição apropriado e calibrado, seguindo as metodologias normatizadas.

5.2 Lâmpadas

De forma geral as lâmpadas serão todas de tecnologia LED. Somente serão aceitas lâmpadas com selo PROCEL, tanto para as lâmpadas tipo bulbo base E-27 quanto para as tubulares base G-13.

As lâmpadas de 600 mm deverão apresentar as seguintes características mínimas:

- Eficácia luminosa superior a 100 lm/W;
- Fluxo luminoso efetivo mínimo: 1.000 lm – considerando a temperatura de superfície do LED a 80 °C, conforme padrão IES LM80;
- Índice de reprodução de cor mínimo de 80;
- Vida útil do LED L70 / 50.000 h;
- Vida útil mínima da lâmpada de 25.000 h;
- Encaixe padrão G13;
- 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 $< 15\%$;
- Garantia mínima de 2 anos (se superior, conforme anunciado pelo fabricante).

As lâmpadas de 1200 mm devem ter as mesmas características das lâmpadas de 600 mm, excetuando-se o fluxo luminoso mínimo, o qual deve ser superior a 2.000 lm.

As luminárias do Galpão de Aquicultura, área de experimentos, devem ser de tecnologia LED com as seguintes características mínimas:

- Eficácia luminosa superior a 125 lm/W;
- Fluxo luminoso efetivo mínimo: 18.000 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 50.000 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: IP20;
- A luminária deve ser composta de uma estrutura completa com: dissipador, LED, conversores estáticos, sistemas de proteção, difusores, etc.
- Garantia mínima de 2 anos (se superior, conforme anunciado pelo fabricante).

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

- Eficácia luminosa igual ou superior a 126 lm/W;
- Fluxo luminoso efetivo mínimo: 14.280 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 postes;
- A luminária deve ser composta de uma estrutura completa com: dissipador, LED, conversores estáticos, sistemas de proteção, difusores, etc.
- Não há necessidade de célula fotoelétrica integrada à luminária;
- Garantia mínima de 2 anos (se superior, conforme anunciado pelo fabricante).

6 SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

- Nível de proteção: III;
- Método de Proteção: Eletrogeométrico;
- Número de Descidas: 6.

6.1 Malha de Aterramento – Subsistema de Aterramento

Deve ser instalada uma malha de aterramento em forma de anel com cabo de cobre nu com seção $\#50\text{mm}^2$ circundando o perímetro da edificação conforme disposto na prancha SPDA 01/01. A malha de aterramento deve ser enterrada a profundidade de 60 centímetros e distante da edificação conforme indicação em planta. Esse eletrodo de aterramento devem ser interligado ao barramento de terra (BEP) do quadro elétrico (QD-G.P.).

Todas as conexões entre cabos enterrados devem ser efetuadas através de solda exotérmica. As conexões entre o subsistema de descida e o subsistema de aterramento devem ser feitas com terminais de compressão desmontáveis por meio de ferramenta para efeito de medições elétricas, conforme Detalhe “L” da prancha SPDA 01/01.

Todas as conexões desmontáveis devem ser fortemente apertadas para garantir uma boa resistência entre as conexões.

Para assegurar a dispersão da corrente de descarga atmosférica na terra sem causar sobretensões perigosas, o arranjo e as dimensões do sistema de aterramento são mais importantes do que o próprio valor da resistência de aterramento. Recomenda-se que a resistência ôhmica seja de aproximadamente $10\ \Omega$ como forma de reduzir os gradientes de potencial no solo evitando assim as tensões de passo e a probabilidade de centelhamento perigoso. Se a medição acusar resistência com valor muito maior do que $10\ \Omega$ deve-se discutir com o projetista eventual necessidade de intervenções com o objetivo de reduzir a resistência de

aterramento.

6.2 Malha Captora – Subsistema de Captação

A malha de captação é realizada através de barras chatas de alumínio 7/8"x1/8" (70 mm²), dimensionadas para o respectivo nível de proteção da estrutura, posicionadas sobre a mesma de acordo com a prancha SPDA 01/01.

A fixação das barras de alumínio sobre o telhado deve ser realizada através de parafuso auto-atarraxante cabeça chata phillips Ø4,8x50 mm, bucha de nylon S6, arruela lisa Ø1/4" e arruela de neoprene Ø1/4" a cada 1 (um) metro aproximadamente. Em todos os pontos de fixação onde forem feitos furo que possam ocasionar infiltrações, deve ser aplicado veda calha PU antes e após o aperto do elemento de fixação. Na aplicação do veda calha PU devem ser tomadas medidas para assegurar a limpeza do furo, para que o mesmo não contenha limalhas de ferro que comprometam a vedação.

As conexões entre duas barras de alumínio devem ser feitas com 02 (dois) parafusos sextavados cabeça chata Ø1/4"x3/4" em aço inox, porca e arruela Ø1/4" conforme detalhes da prancha SPDA 01/01.

Todas as conexões e fixações das barras chatas de alumínio devem ser firmemente fixadas, de modo a impedir que esforços eletrodinâmicos, ou esforços mecânicos acidentais (por exemplo, vibração) possam causar sua ruptura ou desconexão.

Sobre o subsistema de captação deve ser instalado terminais aéreos de barra chata de alumínio 7/8"x1/8"x600 mm nos pontos indicados na prancha SPDA 01/01, fixados através de parafuso auto-atarraxante cabeça chata phillips Ø4,8x50 mm, bucha de nylon S6 e arruela lisa Ø1/4".

6.3 Subsistema de Descidas

Para diminuir o risco de centelhamento perigoso, os condutores de descida preferencialmente devem ser dispostos de modo que a corrente percorra diversos trajetos paralelos, e o comprimento desses trajetos seja o menor possível para a malha de aterramento. Esses condutores devem ser instalados a uma distância mínima de 0,5 m de portas, janelas e outras aberturas com acesso de pessoas.

As descidas devem ser feitas através de cabo de cobre nu com seção #35 mm², fixado a cada 01 (um) metro através de suporte ômega com parafuso auto-atarraxante cabeça chata Ø4,8x50 mm, arruela lisa Ø1/4" e bucha de nylon S6, dispostas conforme Detalhe "K" da

prancha SPDA 01/01.

As estruturas de material metálico da edificação, tais como janelas, portas e outros devem ser conectadas à descida não natural mais próxima através de cabo de cobre rígido com isolamento em PVC na cor verde e terminal de compressão para cabos $\varnothing 35 \text{ mm}^2$ conforme Detalhe “M” da mesma prancha.

Todas as conexões e fixações do cabo de cobre nu deverão ser firmemente fixadas, de modo a impedir que esforços eletrodinâmicos, ou esforços mecânicos acidentais (por exemplo, vibração) possam causar sua ruptura ou desconexão.

6.4 Inspeções Periódicas

Ao término da obra deve-se verificar se a instalação está de acordo com o projeto e livre de vícios. Um profissional qualificado e habilitado deverá realizar uma inspeção completa do sistema, verificando se todos os componentes do SPDA estão em bom estado, as conexões e fixações estão firmes e livres de qualquer tipo de defeito.

Esses mesmos procedimentos devem ser efetuados a cada 03 (três) anos ou quando for constatado que o sistema foi atingido por uma descarga atmosférica.

As seguintes documentações técnicas devem ser mantidas no local:

- Plantas em escala do sistema de proteção contra descargas atmosféricas;
- Um registro de valores medidos de resistência de aterramento a ser atualizado nas inspeções periódicas. As medições de resistência de aterramento podem ser realizadas pelo método de queda de potencial usando um medidor de resistência de aterramento.

6.5 Considerações Finais

O SPDA não impede a ocorrência das descargas atmosféricas pois se trata de um fenômeno natural. Além disso, vale salientar que o SPDA não garante a total proteção às estruturas e às pessoas, entretanto a sua utilização estabelece uma considerável redução dos riscos.

7 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.

8 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.

9 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, 14 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 14/09/2021

**MEMORIAL DESCRITIVO E DE ESPECIFICAÇÕES Nº DOC (27) MEMORIAL DESCRITIVO DO
PROJETO ELE E SPDA/2021 - DGCT (10.55.01.01)**
(Nº do Documento: 6)

(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 11:21)

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: **6**, ano: **2021**, tipo: **MEMORIAL DESCRITIVO E DE ESPECIFICAÇÕES**, data de emissão: **18/09/2021** e o código de verificação: **b6fa65f20d**