



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
SECRETARIA ESPECIAL DE OBRAS

PROJETO ELÉTRICO

Cobertura de Interligação Entre Blocos

MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO

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 julho de 2022



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
SECRETARIA ESPECIAL DE OBRAS

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	Condutores	10
4.6.1	Condutor de cobre nu	11
4.6.2	Condutor de cobre isolado em PVC	11
4.6.3	Cabo unipolar de cobre isolado em PVC	12
4.7	Disjuntores	12
4.8	Dispositivos Diferenciais Residuais	14
4.8.1	Princípio de funcionamento	14
4.8.2	Esquema de ligação	15
4.9	Proteção Contra Choques Elétricos	16
4.10	Proteção Contra Efeitos Térmicos	17
4.11	Compatibilidade dos Dispositivos de Proteção com a Instalação	18
4.12	Aterramento	18
4.13	Queda de Tensão	19
4.14	Recomendações Adicionais	20
5	PROJETO LUMINOTÉCNICO	20



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
 UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
 SECRETARIA ESPECIAL DE OBRAS

5.1	Materiais e Métodos de Instalação	21
5.2	Lâmpadas	22
6	INFORMAÇÕES ADICIONAIS DA INSTALAÇÃO	23
7	COMISSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES	24
8	RECOMENDAÇÕES ADICIONAIS	24
9	CONSIDERAÇÕES FINAIS	26



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
SECRETARIA ESPECIAL DE OBRAS

1 DADOS DA OBRA

OBRA: Cobertura de Interligação Entre Blocos;

PROPRIETÁRIO: Universidade Federal da Fronteira Sul;

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

ÁREA CONSTRUÍDA: 727,05 m²;

TENSÃO SECUNDÁRIA: 220/127 V;



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
SECRETARIA ESPECIAL DE OBRAS

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 isolamento 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;

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



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
SECRETARIA ESPECIAL DE OBRAS

- 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 isolamento extrudada de borracha etileno-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 13534 – Instalações elétricas de baixa tensão - Requisitos específicos para instalação em estabelecimentos assistenciais de saúde;
- ABNT NBR 13571 – Haste de aterramento aço-cobreada e acessórios;



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
SECRETARIA ESPECIAL DE OBRAS

- 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;
- ABNT NBR 61537 – Encaminhamento de cabos - Sistemas de eletrocalha para cabos e sistemas de leitos para cabos



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
SECRETARIA ESPECIAL DE OBRAS

3 INTRODUÇÃO

Este projeto tem a finalidade de dimensionar e especificar todos os materiais e componentes necessários à execução das instalações elétricas da Cobertura de Interligação Entre Blocos do campus Laranjeiras do Sul - PR.

Este projeto foi elaborado atendendo às necessidades estabelecidas pelo campus Laranjeiras do Sul - PR, 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 os circuitos de iluminação e tomadas.

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,



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
SECRETARIA ESPECIAL DE OBRAS

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 01/02 – Iluminação e tomadas do trecho 1;
 - ELE 02/02 – Iluminação e tomadas do trecho 2, locação e detalhes de instalação;

4 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

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

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 deverão ser feitas utilizando-se somente os acessórios adequados.

Nas instalações aparentes 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).



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
SECRETARIA ESPECIAL DE OBRAS

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).

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. Para alguns elementos é importante também identificar a tensão de alimentação, como tomadas e luminárias, por exemplo.

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



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
SECRETARIA ESPECIAL DE OBRAS

o lançamento de terra e compactação.

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 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.

Tomadas de 127 V e 220 V devem ser de cor diferente. Sugere-se que as tomadas de 127 V sejam brancas e as tomadas de 220 V sejam vermelhas. De qualquer modo, cada tomada deve ter identificação da tensão por etiqueta adesiva ou outra forma de marcação indelével.

4.6 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.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
SECRETARIA ESPECIAL DE OBRAS

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.

4.6.1 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.

4.6.2 Condutor de cobre isolado em PVC

As instalações da iluminação e tomadas da cobertura (exceto trechos subterrâneos) 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.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
SECRETARIA ESPECIAL DE OBRAS

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.

4.6.3 Cabo unipolar de cobre isolado em PVC

Os circuitos subterrâneos, 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 pesados.

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

4.7 Disjuntores

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

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

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



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
SECRETARIA ESPECIAL DE OBRAS

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.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
SECRETARIA ESPECIAL DE OBRAS

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.

4.8 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.

4.8.1 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



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
SECRETARIA ESPECIAL DE OBRAS

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.

4.8.2 Esquema de ligação

Nas Figuras 4.1, 4.2 e 4.3 são apresentados os esquemas de ligação de DRs em circuitos monofásicos, bifásicos e trifásicos, respectivamente.

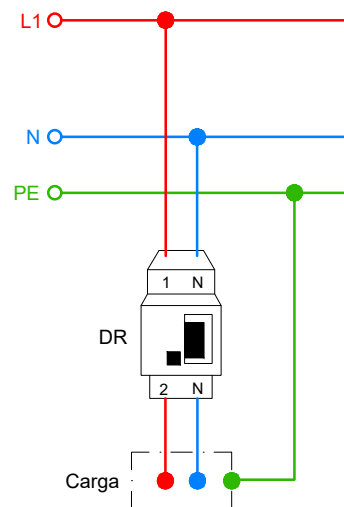


Figura 4.1: Esquema de ligação do DR em um circuito monofásico.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
SECRETARIA ESPECIAL DE OBRAS

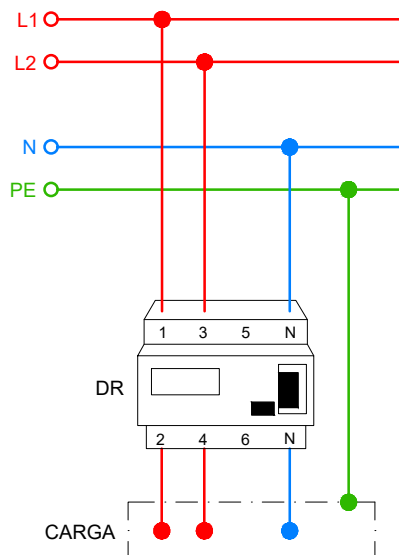


Figura 4.2: Esquema de ligação do DR em circuito bifásico com neutro.

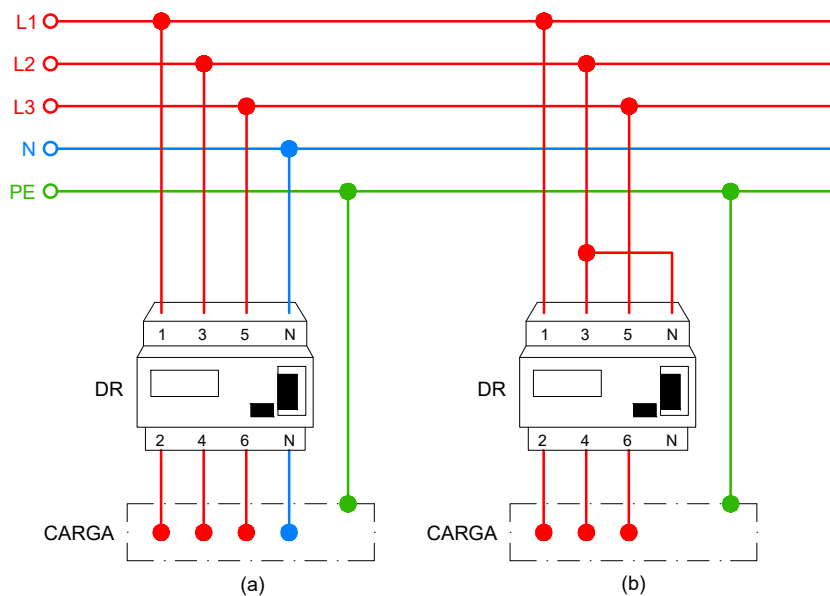


Figura 4.3: Esquema de ligação do DR em circuitos trifásicos (a) com neutro e (b) sem neutro.

4.9 Proteção Contra Choques Elétricos

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

- Partes vivas perigosas não devem ser acessíveis;



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
SECRETARIA ESPECIAL DE OBRAS

- 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.

4.10 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



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
SECRETARIA ESPECIAL DE OBRAS

- 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.

4.11 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.

4.12 Aterramento

Todos os postes metálicos da cobertura deverão ter seus chumbadores interligados com as ferragens das estacas através de clips de emenda, garantindo continuidade elétrica entre os elementos.

Além disso, nas extremidades do trecho 1, os pilares P1 e P41 devem ser conectados através de terminais de compressão e cabo nu 50 mm² às malhas de aterramento do Bloco A e Bloco dos Professores, respectivamente, no ponto mais próximo, conforme detalhes apresentados no projeto. O mesmo deve ser feito na extremidade do trecho 2 com o pilar P1,



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
SECRETARIA ESPECIAL DE OBRAS

que deve ser conectado à malha de aterramento do Bloco A, utilizando os mesmos elementos indicados anteriormente.

4.13 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:

$$\Delta V_{\%} = \frac{\Delta V_{pu} \cdot c \cdot I \cdot 100}{V} \quad (4.1)$$

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.

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



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
SECRETARIA ESPECIAL DE OBRAS

4.14 Recomendações Adicionais

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

- 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.

5 PROJETO LUMINOTÉCNICO

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;



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
SECRETARIA ESPECIAL DE OBRAS

- 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 indicado nas notas 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 circuitos de tomadas, 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.

As luminárias serão instaladas sob perfilados, fixadas 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.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
SECRETARIA ESPECIAL DE OBRAS

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.

O ambiente foi projetado 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 10.1.

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

A iluminação do ambiente 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 Circulação Externa	25

O acionamento de iluminação será através de sensor fotoelétrico para o trecho 2 e programador horário no trecho 1, 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 da iluminância descrita. Também, recomenda-se fazer uma verificação final, utilizando instrumento de medição apropriado e calibrado, seguindo as metodologias normatizadas.

5.2 Lâmpadas

As lâmpadas serão todas de tecnologia LED. Somente serão aceitas lâmpadas com selo PROCEL.

As lâmpadas de 1200 mm deverão apresentar as seguintes características mínimas:

- Eficácia luminosa superior a 100 lm/W;
- Fluxo luminoso efetivo mínimo: 2.000 lm – considerando a temperatura de superfície do LED a 80 °C, conforme padrão IES LM80;



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
SECRETARIA ESPECIAL DE OBRAS

- 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).

6 INFORMAÇÕES ADICIONAIS DA INSTALAÇÃO

O circuito de iluminação do trecho 1 será derivado do circuito "IPL" já existente, o local de conexão está descrito na prancha ELE-01/02. O circuito de tomadas do trecho 1 chamado "T.E.1" deverá ser derivado do QDG do Bloco dos Professores utilizando-se de disjuntor bipolar de 16 A curva C juntamente com DR bipolar de 25 A, cabo 6,0 mm² 750 V e 1 kV para o trecho subterrâneo.

Já o circuito de iluminação do trecho 2 chamado "ICB" deverá ser derivado do QGBT do Bloco A (localizado no shaft do térreo) com disjuntor monopolar 10 A curva C e cabo 2,5 mm² 750 V. O circuito de tomadas do trecho 2 chamado "T.E.2" deverá ser derivado do QGBT do Bloco A, utilizando-se de disjuntor bipolar de 16 A curva C juntamente com DR bipolar de 25 A, cabo 4,0 mm² 750 V.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
SECRETARIA ESPECIAL DE OBRAS

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 iluminação.

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 (LibreOffice/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

O circuito de iluminação do trecho 1 será derivado do circuito "IPL" já existente, o local de conexão está descrito na prancha ELE-01/02. O circuito de tomadas do trecho 1 chamado "T.E.1" deverá ser derivado do QDG do Bloco dos Professores utilizando-se de



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
SECRETARIA ESPECIAL DE OBRAS

disjuntor bipolar de 16 A curva C juntamente com DR bipolar de 25 A, cabo 6,0 mm² 750 V e 1 kV para o trecho subterrâneo.

Já o circuito de iluminação do trecho 2 chamado "ICB" deverá ser derivado do QGBT do Bloco A (localizado no shaft do térreo) com disjuntor monopolar 10 A curva C e cabo 2,5 mm² 750 V. O circuito de tomadas do trecho 2 chamado "T.E.2" deverá ser derivado do QGBT do Bloco A, utilizando-se de disjuntor bipolar de 16 A curva C juntamente com DR bipolar de 25 A, cabo 4,0 mm² 750 V.

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.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
SECRETARIA ESPECIAL DE OBRAS

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 julho de 2022.

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 14/07/2022

**MEMORIAL DESCRITIVO E DE ESPECIFICAÇÕES Nº DOC (32) MEMORIAL DESCRITIVO DO
PROJETO ELE/2022 - DGCT (10.55.01.01)**
(Nº do Documento: 80)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 12/08/2022 16:41)

FABIO CORREA GASPARETTO

SECRETARIO - TITULAR

SEO (10.55)

Matrícula: 2015260

(Assinado digitalmente em 12/08/2022 16:32)

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: **80**, ano: **2022**, tipo: **MEMORIAL DESCRITIVO E DE ESPECIFICAÇÕES**, data de emissão: **12/08/2022** e o código de verificação: **0975451a1c**