



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Sul
Campus Vacaria

MEMORIAL DESCRITIVO
REDE ELÉTRICA PARA IMPLANTAÇÃO DE BLOCO
ACADÊMICO – CAMPUS VACARIA

Estrada Engenheiro João Viterbo de Oliveira, nº 3061, Zona Rural, Vacaria – RS

Fone/Fax: (54) 3231-7400

<https://ifrs.edu.br/vacaria>



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Sul
Campus Vacaria

Sumário

1	GENERALIDADES	3
2	NORMAS APLICÁVEIS	3
3	DESCRIÇÃO DO PROJETO	5
3.1	Sistemas de Iluminação	5
3.2	Interruptores	6
3.3	Tomadas	6
3.4	Proteção e seccionamento em Baixa Tensão	7
3.4.1	Disjuntores convencionais	7
3.4.2	Disjuntores Residuais	7
3.5	Condutos e Ferragens	7
3.5.1	Eletrodutos e conexões	7
3.5.2	Eletrocalhas e acessórios	8
3.6	Quadros de distribuição	8
3.7	Condutores Elétricos	10
3.8	Dispositivos de Proteção Contra Surto (DPS)	11
3.9	Sistema de Aterramento	13
3.10	Sistema de Proteção contra Descarga Atmosféricas	14
3.10.1	Metodologia e tipo de SPDA	15
3.10.2	Subsistema de captação	15
3.10.3	Subsistema de descida	15
3.10.4	Subsistema de aterramento	16
3.10.5	Recomendações para execução	16
3.11	Instalação de equipamentos especiais	17
3.12	Entrada de Energia e QGBT	17
4	CÁLCULO DA DEMANDA	19
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	20
5.1	Considerações de Segurança	20
5.2	Considerações de Instalação	21



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Sul
Campus Vacaria

1 GENERALIDADES

O presente memorial descritivo tem por objetivo apresentar o projeto das instalações elétricas, as especificações de materiais e equipamentos, os aspectos construtivos e memórias de cálculos referentes a implantação de um bloco acadêmico a ser construído no campus Vacaria do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – IFRS; situado na Estrada Eng. João Viterbo de Oliveira, nº 3061, Zona Rural, Vacaria – RS.

O projeto será realizado como parte integrante do processo de implantação do bloco, sendo harmonizado com os demais projetos envolvidos, a saber: arquitetônico, estrutural, PDA, aterramento e etc.

A instalação é classificada, quanto ao seu nível de tensão de alimentação, como de Baixa tensão (380/220V), possuindo alimentação de energia diretamente da subestação já construída no campus.

2 NORMAS APLICÁVEIS

A execução dos serviços deve obedecer às melhores técnicas, sendo realizados por profissionais qualificados e legalmente habilitados, além de possuir responsável técnico com habilitação junto ao CREA, conforme resolução nº 218 do CONFEA.

Na execução é imprescindível obedecer às determinações deste memorial técnico, bem como todas as demais normas regulamentadoras técnicas (NBR's) e de segurança (NR's) pertinentes, em especial as seguintes, quais sejam:

- NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão;
- NBR 5419 – Proteção contra descargas atmosféricas;
- NBR IEC 8995-1 – Iluminação de ambientes de trabalho Parte 1: Interior;
- 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;
- NBR IEC 60947-2 – Dispositivo de manobra e comando de baixa tensão. Parte 2: Disjuntores;
- NBR NM 247-3 – Cabos isolados com policloreto de vinila (PVC) para tensões nominais até 450/750 V, inclusive Parte 3: Condutores isolado (sem cobertura) para instalações fixas (IEC 60227-3, MOD);



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Sul

Campus Vacaria

- NBR NM 60898 – Disjuntores para proteção de sobrecorrentes para instalações domésticas e similares (IEC 60898:1995, MOD);
- IEC 61009-1 – Residual current operated circuit-breakers with integral overcurrent protection for household and similar uses (RCBOs) - Part 1: General rules;
- NBR 15465 – Sistemas de eletrodutos plásticos para instalações elétricas de baixa tensão – Requisitos de Desempenho;
- NBR 14136 – Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo até 20A/250V em corrente alternada – Padronização;
- NBR 6527 - Interruptores para instalação elétrica fixa doméstica e análoga – Especificação;
- NBR NM 60669-1 – Interruptores para instalações elétricas fixas domésticas e análogas Parte 1: Requisitos gerais (IEC 60669-1:2000, MOD).
- IEC 61643-1 (Dispositivos de proteção contra surto em baixa tensão, Parte 1: Dispositivos de proteção conectados a sistemas de distribuição de energia de baixa tensão – Requisitos de desempenho e métodos de ensaio);
- NBR 6524 - Fios e cabos de cobre duro e meio duro com ou sem cobertura protetora para instalações aéreas;
- NBR 15715 - Sistemas de dutos corrugados de polietileno (PE) para infraestrutura de cabos de energia e telecomunicações – Requisitos;
- NBR 14692 – Sistemas de subdutos de polietileno para telecomunicações - determinação do tempo de oxidação induzida;
- NBR 13571 – Haste de aterramento aço-cobreada e acessórios – Especificação;
- NBR 6808 – Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão montados em fábrica – CMF;
- NBR IEC 60670-1 – Caixas e invólucros para acessórios elétricos para instalações elétricas fixas domésticas e análogas. Parte 1: Requisitos gerais;
- NBR IEC 60439-3 – Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão Parte 3: Requisitos particulares para montagem de acessórios de baixa tensão destinados a instalação em locais acessíveis a pessoas não qualificadas durante sua utilização - Quadros de distribuição;
- NBR 7008-1 – Chapas e bobinas de aço revestidas com zinco ou liga zinco-ferro pelo processo contínuo de imersão a quente, Parte 1: Requisitos.



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Sul

Campus Vacaria

- NR-10: Segurança em instalações e serviços em eletricidade;
- GED 13 – Fornecimento em tensão secundária de distribuição – Padrão de redes elétricas da concessionária de energia;

Outrossim, todos os materiais especificados e citados no projeto deverão estar de acordo com suas respectivas normas técnicas.

3 DESCRIÇÃO DO PROJETO

A concepção do projeto prevê a elaboração de projeto elétrico a ser seguido para a execução das instalações elétricas do Bloco Acadêmico do Campus Vacaria do IFRS, incluindo as especificações técnicas de equipamentos, dos condutores elétricos, eletrocalhas, eletrodutos, detalhes de instalação, sistemas de aterramento, proteção contra sobretensões de origem atmosférica e demais sistemas necessários para a consecução do presente memorial.

Ademais, toda a instalação que conter o lançamento de condutores em dutos deverá ser aparente, salvo expressa especificação neste memorial ou na Prancha 02.

O bloco contará com um quadro geral de baixa tensão (QGBT) para proteção e manobra dos alimentadores de baixa tensão (BT). Quadros de distribuição (CD's) serão utilizados em cada recinto para proteção e manobra das cargas terminais, a saber: cargas de iluminação, tomadas de uso geral (TUG's), tomadas de uso especial (TUE's), ar condicionados (AR's) e etc.

Todas as referências de equipamentos e imagens representativas constituem sugestões de materiais a serem utilizados, não sendo obrigatório sua utilização; sendo necessário, no entanto, que os mesmos observem as respectivas especificações e normas técnicas.

3.1 Sistemas de Iluminação

O sistema de iluminação interno do bloco deverá ser constituído de luminárias com tecnologia LED, construídas em chapa de aço tratado, pintura eletrostático, refletor transparente e difusor leitoso; método de instalação de sobrepor, sob eletroduto de PVC, com pé direito conforme indicado na Prancha 02.

O conjunto de luminárias deverá apresentar as seguintes características elétricas: tensão 220 V, frequência de alimentação: 60 Hz, potência máxima do conjunto 64 W; dimensões aproximadas: 240x1190 mm, temperatura de cor: 4000-5000K, IRC >



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Sul

Campus Vacaria

80, alto FP, THD em conformidade com IEC 61000-3-2 (máx. 10%), IP 20 (mínimo), fluxo luminoso > 3000 lúmens suficientes para atender o mínimo de 500 lux estabelecidos pela NBR IEC 8995-1, possuir expectativa de vida maior que 50.000 h; e, sistema de limitação de ofuscamento segundo a norma NBR IEC 8995-1 (2013), considerando UGR máximo 19 (ref. Intral, cód, 09872, modelo DS-169).

Para a conferência do parâmetro luminotécnico de iluminância mantida deve-se realizar a medição através de luxímetro digital devidamente certificado com atestado de calibração com rastreabilidade RBC Inmetro.

3.2 Interruptores

Os interruptores – responsáveis pelo comando/acionamento do sistema de iluminação – são monopolares, bipolares, tripolares, three way (paralelo), conforme o caso, segundo a indicação na Prancha 02.

Deverão possuir as seguintes especificações: corrente nominal 10 A, 250 V, método de instalação de sobrepor a 1,2 m do piso acabado tendo a sua face maior na vertical, sobre condutes de PVC com múltiplas entradas, bitola 1", na cor cinza; espelhos na cor cinza, dimensões padronizadas de 4"x2". Ademais, deverão atender a NBR 6527 e NBR NM 60669-1, no que couber (ref. PIAL, modelo 3000).

3.3 Tomadas

As tomadas serão simples e duplas, monofásicas, método de instalação de sobrepor, tipo 2P+T, 20 A, 250 V, modelo hexagonal, padrão NBR 14136, deverá permitir conexões com cabos unipolares de cobre com seção até 6 mm². Instalação junto a condute de PVC através de presilhas com fixação por caixa tipo esmaltada produzida em PVC de elevada resistência mecânica e a corrosão, acabamento com pintura eletrostática a pó, espelho 4"x2" (ref. B Lux, cód. 9026-3).

As tomadas serão, portanto, aparentes e devem ser conectadas por eletrodutos de PVC rígido roscável; e os pontos utilizando os condutes compatíveis com as especificações devem possuir perfeito encaixe e acabamento da instalação. Maiores informações sobre a descrição das características dos eletrodutos e seus respectivos acessórios podem ser consultados no item 3.5.1.



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Sul

Campus Vacaria

3.4 Proteção e seccionamento em Baixa Tensão

3.4.1 Disjuntores convencionais

Para proteção contra correntes de sobrecorrente e curto-circuito, comando e seccionamento dos circuitos elétricos gerais, destinados a alimentação de iluminação, TUG's e AR's, serão utilizados disjuntores com as seguintes especificações: termomagnéticos, tipo DIN, caixa moldada; nº de polos, corrente nominal e curva de atuação conforme especificado em quadro de cargas na Prancha 03; corrente mínima de interrupção 10 kA, frequência nominal 60 Hz, tensão de isolamento nominal 250/440 VCA, tensão de operação nominal 220/380 VCA, fabricados conforme NBR NM 60898 e/ou NBR IEC 60947-2 (ref. Marca Siemens, linha 5SY4).

3.4.2 Disjuntores Residuais

Para proteção contra corrente de fuga à terra, sobrecorrentes e curto-circuito dos circuitos elétricos serão utilizados disjuntores residuais (DR's).

Os DR's deverão possuir as seguintes especificações: bipolares (1F+N), corrente residual nominal máxima de 30 mA – uso para proteção pessoal contra os efeitos dos choques danosos; tipo AC, categoria de sobretensão III, resistência à corrente instantânea de surto > 1 kA – padrão EN 60060-2, tipo A, forma de onda 8/20 µs; tensão nominal 230 VCA, frequência nominal 60 Hz, capacidade de interrupção nominal 10 kA, fabricados conforme IEC 61009-1 (ref. Siemens, família DR 5SU1).

3.5 Condutos e Ferragens

3.5.1 Eletrodutos e conexões

Os eletrodutos e suas respectivas conexões deverão ser de PVC, rígidos, roscáveis, possuir cor cinza, diâmetro conforme indicado na Prancha 02, observar a taxa de ocupação máxima de 40% - para lançamento de 3 ou mais condutores; método de instalação de sobrepor, fixação através de abraçadeiras em paredes de alvenaria, fabricados com tecnologia anti chama, conforme NBR 15465.

As luvas, curvas, buchas e arruelas, abraçadeiras, condutores e demais ferragens utilizadas deverão ser do mesmo material dos eletrodutos, com diâmetros correspondentes, e atender à todas as normas técnicas pertinentes, outrossim devem ser instalados conforme a necessidade de lançamentos dos condutores apresentado na Prancha 02 e em planilha orçamentária.



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Sul

Campus Vacaria

Todas as conexões de eletroduto com condutores deverão possuir buchas e arruelas, posicionados de modo a permitir o perfeito encaixe do conjunto. Todas as curvas deverão possuir abraçadeiras em suas extremidades para permitir perfeita fixação do conjunto à estrutura civil da instalação.

As abraçadeiras deverão ser instaladas a cada 2 m de eletroduto, para garantir a fixação dos conjuntos.

Caixas de passagem com tampa cega deverão ser usados a cada 3 m, nos eletrodutos, sempre que não houver outra ramificação ou condutores para TUG's e interruptores, para facilitar o lançamento de condutores e posterior manutenção da instalação (ref. Cigame, Tigre, Wetzel).

3.5.2 Eletrocalhas e acessórios

As eletrocalhas e seus respectivos acessórios deverão ser em forma de bandeja metálica, fabricadas em chapas de aço SAE/1008/1010, conforme NBR 11888-2 e NBR 7013, perfurada simples, forma "C", acabamento galvanizado a fogo (NBR 6223), com virola e tampa aparafusada, dimensões mínimas 50x50x3000mm.

Método de instalação aparente sob laje de alvenaria, fixadas através de suportes horizontais e tirantes, com chumador (ref. marca Valemam, linha VL; marca AGS, linha 10XX).

As eletrocalhas devem ser conectadas à rede de aterramento a cada 15-20 metros, através de conectores e/ou terminais metálicos.

As conexões, saídas laterais e horizontais, terminais, curvas, talas, junções e demais acessórios a serem instalados junto às eletrocalhas deverão possuir dimensões compatíveis com esta, bem como atender todos as normas técnicas pertinentes, outrossim devem ser instalados conforme a necessidade de lançamentos dos condutores apresentado em Prancha 02 e em planilha orçamentária.

3.6 Quadros de distribuição

Os quadros de distribuição (CD's) deverão ser de plástico, de sobrepor, providos de tampa, possuir barramento fase tipo pente com isolador de barra de distribuição, construídos de cobre eletrolítico, com capacidade de condução de corrente mínima de 100 A por barra; barramento de neutro e terra independentes instalados em trilho DIN (ref.: marca WEG, linha QDW).



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Sul

Campus Vacaria

As dimensões mínimas dos CD deverão ser 199x255x98mm (AxLxP), possuir grau de proteção IP31 – IK05, pintura eletrostática a pó na cor branca (RAL 9010) nos quadros e fechamentos. Ademais, os quadros devem atender as especificações contidas nas NR-10, NBR 5410, NBR 6808, NBR IEC 60670-1 e NBR IEC 60439-3, bem como nas demais normas técnicas pertinentes, no que couber.

A localização dos quadros foi determinada segundo o item 6.5.4.8 da NBR 5410, sendo instalados em local de fácil acesso localizados conforme indicação da Prancha 02, com cada sala de aula contendo um CD, além do QGBT que será instalado no corredor do bloco.

Os quadros de energia deverão ser instalados a uma altura, considerando seu centro, a 1,5 m do piso acabado. Possuirão entrada de circuitos alimentadores por cima com caminhamento protegido por eletrocalhas/eletrodutos.

No lado externo do quadro deverá ser posta indicação com placa de perigo de choque elétrico conforme prescrição do item 10.10.1 da NR-10, e NR-26, no que couber.

A supracitada placa deverá ser confeccionada em plástico rígido 2 mm, impressão feita diretamente no material, através da tecnologia de impressão digital UV.



Figura 01 - Placa de perigo de choque elétrico.

Os quadros conterão disjuntores monopolares, tripolares e disjuntores residuais, com características consoante apresentado nos diagramas de carga e unifilares da Prancha 03 e quantidades conforme planilha orçamentária.

Nas partes internas das portas dos quadros de distribuição devem ser afixados os respectivos diagramas unifilares dos circuitos elétricos protegidos por eles, sendo utilizado o diagrama apresentado na Prancha 03 ou através de desenvolvimento de arquivo “as built”.



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Sul

Campus Vacaria

Seguindo as prescrições do item 5.1.1.1 da NBR 5410, como medida de proteção contra-choque, as partes vivas perigosas não devem ser acessíveis, para isso deve-se isolá-los de possíveis contatos diretos e indiretos.

Todos os componentes e conjuntos de circuitos elétricos devem ser identificados, e de tal forma que a correspondência entre componente e respectivo circuito possa ser prontamente reconhecida. Essa identificação deve ser legível, indelével, posicionada de forma a evitar risco de confusão e, além disso, corresponder à notação adotada no projeto ou “as built”.

Todas as conexões de disjuntores e disjuntores residuais com seus respectivos circuitos elétricos e barramentos deverão ser realizadas por meio de terminal pré-isolado tipo tubular ilhós para cabo de cobre flexível, com seção adequada às dimensões deste; utilizar alicate grimpador com força de aperto adequada (ref. Eletrodex).

A interligação dos condutores neutro e terra a seus respectivos barramentos deverá ser através de terminal pré-isolado tipo olhal (ref. Eletrodex).

As partes metálicas não energizadas do quadro devem ser conectadas ao respectivo sistema de aterramento.



Figura 02 - Exemplo de terminais.

3.7 Condutores Elétricos

Os condutores elétricos deverão ser de cobre, isolados, unipolares, isolação em XLPE ou HEPR, temperatura em regime permanente 90°C, antichama (BWF-B), seção conforme especificada em quadro de carga na Prancha 03, isolação 0,6/1kV, classe de encordoamento 2, têmpera mole, fabricado conforme NBR 7288 ou NBR 7286, instalados segundo métodos de instalação e referência estipulados pela NBR 5410.

OBS.: condutores com seção especificada em projeto até 4 mm² poderão ter isolação PVC, 450/750V, temperatura em regime permanente 70°C/A, tecnologia anti-



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Sul

Campus Vacaria

chama, conforme NBR NM 247-3, sendo condutores flexíveis, têmpera mole, classe de encordoamento 4, a fim de proporcionar economicidade ao projeto.

No lançamento dos circuitos deve-se tomar o cuidado para não danificar seu isolamento, bem como é vedado que um mesmo conduto comporte circuitos elétricos e sinais de lógica, sem divisória adequada ou circuitos CC junto a circuitos CA.

Os condutores isolados deverão ser identificados, ao longo de sua extensão, conforme item 6.1.5.3 da NBR 5410, através do seguinte sistema de cores:

- Neutro: cor azul clara;
- Proteção (PE): cor verde ou verde-amarela;
- Fase: qualquer cor que não as dispostas acima, preferencialmente utilizando a cor vermelha para condutores fases e brancos para retorno. Quando da identificação de circuitos trifásicos, as fases podem ser identificadas por anilhamento;

Todos os condutores devem ser contínuos, sem emendas e ter comprimento suficiente, de modo a permitir sua conexão aos equipamentos de proteção e seccionamento; ademais, deve-se deixar sobras de cabos nas caixas de passagens e curvas. Excepcionalmente, no caso de ser necessário realização de emendas devem ser utilizadas luvas de compressão revestidas por fita de auto-fusão, não sendo permitido o uso de solda em hipótese alguma, e ser localizadas em caixas de passagem para facilitar as manutenções.

Quando uma rede elétrica, no todo ou em parte, seguir o mesmo percurso que canalizações que possam gerar condensações (tubulações de água, vapor, gás), ela não deve ser disposta abaixo das canalizações.

3.8 Dispositivos de Proteção Contra Surto (DPS)

Seguindo as prescrições do item 5.4.2.1 e 6.3.5.2.1 da NBR 5410, será instalado, para proteção da edificação contra surtos de sobretensão atmosféricas oriundos da rede elétrica, DPS (3F+N) em cada um dos quadros de distribuição (CD's); todos conectados ao sistema de aterramento conforme fig. 03 e instalados a montante dos disjuntores residuais, para fins de coordenação da proteção, onde houver.



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Sul

Campus Vacaria

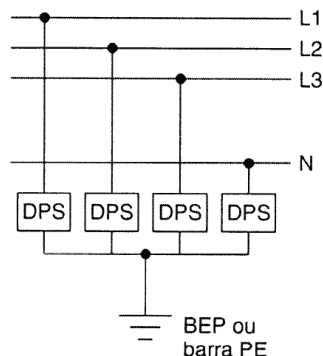


Figura 03 - Esquema ligação DPS, para aterramento tipo TN-S.

A instalação do DPS deverá atender, outrossim, o item 6.3.5.2.5, alínea “a” da NBR 5410, sendo posicionado a jusante da proteção geral dos respectivos quadros de energia. A seção dos condutores de conexão DPS-BEP devem ser de, no mínimo 6 mm², deve-se utilizar a cor verde para sua identificação.

O comprimento dos condutores destinados a conectar os DPS's (ligações fase-DPS, neutro-DPS) deve ser o mais curto possível, sem curvas, laços ou emendas. De preferência o comprimento total não deve exceder 0,5 m, a ligação deverá ser em paralelo (T-Shape), segundo a IEC 60364-5-334, conforme ilustra a fig. 04.

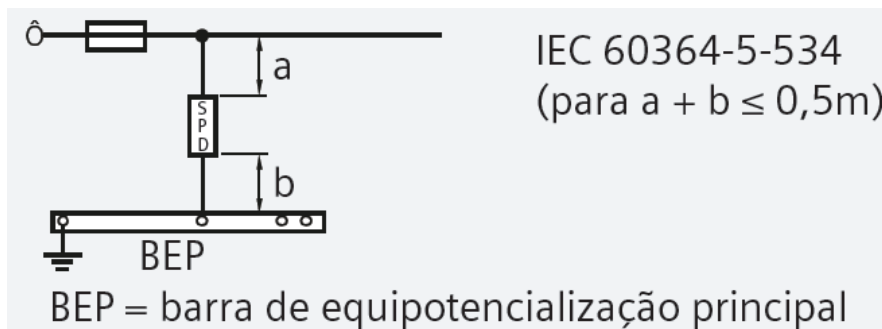


Figura 04 - Ligação em paralelo dos DPS's.

Os DPS's deverão possuir as seguintes características: tetrapolares, aplicação 3F+N, classe II, fixação em trilho DIN, tensão nominal de operação 240/415 VAC, tensão máxima de operação contínua 350 VCA, frequência 60 Hz, nível de proteção de tensão $\leq 1,9$ kV; corrente nominal de descarga, com forma de onda padronizada 8/20 μ s, 20 kA por fase; corrente máxima de descarga 40 kA por fase; tempo de reação ≤ 25 ns; dotado de proteção interna para garantir continuidade de fornecimento de energia elétrica contra os efeitos do curto circuito permanente do varistor, possuir supressor de surto



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Sul

Campus Vacaria

com dispositivo interruptor automático e não explosivo com indicador de estado de funcionamento. Ademais, os DPS's devem possuir certificado de que atendem a IEC 61643-1. (ref. Siemens, família 5SD7 464-X; Schneider, família IPRD20).

3.9 Sistema de Aterramento

O esquema de aterramento a ser utilizado será o TN-S – condutor neutro e terra independentes, desde o barramento geral da subestação. Cada quadro de distribuição (CD's) possuirá barra de equipotencialização (Terra), no qual serão aterrados os circuitos terminais, DPS's, partes metálicas não energizadas, carcaças de equipamentos e etc.

Como eletrodos de aterramento, consoante item 6.4.1.1 da NBR 5410, será utilizado um anel metálico enterrado a uma profundidade mínima de 0,5 m, circundando o perímetro da edificação – a 1 m desta – e complementado, quando necessário, por hastes verticais dispostas radialmente, no caso de que a medição de resistência de aterramento indicar valores maiores que 10Ω em qualquer época do ano.

Os condutores do anel de aterramento deverão ser de cobre eletrolítico nu, têmpera meia dura, classe de encordoamento 2A, forma de cordoalha, seção 50 mm^2 ; deve, ainda, atender a NBR 6524 (ref. Condu spar, Inteli). As hastes de aterramento, quando houver, serão de aço revestido de cobre, tipo "Copperweld", diâmetro 5/8" e no mínimo 2,4 m de comprimento, espaçados conforme apresentado na Prancha 04.

As conexões entre haste e anel de aterramento serão efetuadas por solda exotérmica, contidas dentro de caixa de inspeção de PVC, com tampa de ferro fundido reforçada, diâmetro 300 mm, altura mínima 300 mm.

A interligação do anel de aterramento com o sistema de aterramento das edificações já existentes, SPDA, barramentos de terra do QGBT e demais partes metálicas não energizadas na instalação deverá ser realizada no BEP – barramento de equipotencialização principal – com 5 terminais (1 terminal para cabos 50 mm^2), método de instalação de sobrepor, para uso externo, montado em caixa de polipropileno, flange inferior e vedação na porta, com dimensões mínimas $140 \times 180 \times 90 \text{ mm}$. O BEP deverá ser instalado a uma altura de 1 m do solo, localizando-se conforme indicação da Prancha 04 (ref. Termotécnica, TEL902; Montal, MON-730).

A seção dos condutores de equipotencialização principal, conforme item 6.4.4.1.1 da NBR 5410, deverá ser de 25 mm^2 , servindo para interligar o barramento de terra do QGBT ao BEP.



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Sul

Campus Vacaria

Outrossim, as conexões de equipotencialização devem atender ao que prescreve o item 6.4.2.1 da NBR 5410, no que couber.

3.10 Sistema de Proteção contra Descarga Atmosféricas

Seguindo as prescrições da NBR 5419/2015 – Parte 2: Gerenciamento de risco, foram realizados os cálculos que determinam, basicamente, os riscos aos quais uma edificação está submetida quando do evento de uma descarga atmosférica atingir a estrutura.

Para caracterização da estrutura e “input” de dados, foram utilizadas as seguintes informações:

- Tipo de Edificação: Bloco acadêmico – ambiente educacional;
- Perdas: L1;
- Riscos: R1;
- Risco tolerável: $RT = 10^{-5}$;
- Componente de risco: $R1 = Ra + Rb + Ru + Rv$;
- Altura máxima da edificação: 4 m;
- Densidade de descargas ATM: $Ddat = 5,9$ (1/km/ano);

Como Risco inicial calculado, sem nenhuma proteção adicional, obteve-se o valor de: $3,088 \times 10^{-5}$; portanto necessita-se de proteção através de PDA. Para reduzir o risco R1 a valores menores que RT deverão ser adotadas as seguintes medidas de proteção:

- Instalação de SPDA classe IV;
- Instalação de sistema de DPS coordenado tipo IV;

Com a adoção de tais medidas o risco R1, recalculado, fica com o valor de $1,69 \times 10^{-6}$, ou seja, a estrutura ficará protegida, segundo as exigências da NBR 5419.

As subseções subsequentes se ocuparão de descrever o SPDA, sua metodologia de instalação e de seus subsistemas.



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Sul

Campus Vacaria

3.10.1 Metodologia e tipo de SPDA

A metodologia para implantação do SPDA adotado contará com subsistemas de captação, descida e aterramento interligados; os quais deverão possuir as seguintes características:

- Nível de proteção: IV;
- Método de proteção adotado: gaiola de faraday com proteção adicional de minicaptadores de haste;
- Subsistema de captação e descida: barras chatas de alumínio, 7/8" x 1/8", 3 mm de espessura;
- Dimensão da malha de captação: 13,9 x 8,25 m;
- Distância máxima entre condutores de descida: 14 m;
- Número de descidas: 8 descidas;
- Subsistema de aterramento: cabo de cobre nu, seção 50 mm²;
- Tipo de malha de aterramento: anel circundando o perímetro da edificação, a 1 m desta;
- Total de hastes de aterramento: 9 hastes;
- Tipo de conexão haste/malha: solda exotérmica;
- Espaçamento mínimo entre hastes: 7 m;
- Resistência de aterramento: inferior a 10 ohms;

3.10.2 Subsistema de captação

O subsistema de captação será composto por minicaptadores de hastes, h = 300 mm, e barras chatas de alumínio com dimensões 7/8"x1/8", espessura 3 mm (seção mínima 70 mm²). O subsistema será instalado em forma de malha – conforme disposto na Prancha 04 –, a fim de criar uma proteção em forma de gaiola de faraday no entorno da edificação, cuja fixação será diretamente sobre o telhado, após deverá ser impermeabilizado o conjunto com poliuretano para evitar infiltrações.

3.10.3 Subsistema de descida

O subsistema de descida será composto pelas mesmas barras de alumínio especificadas no item 3.10.2, fixados diretamente, através de parafuso inox, na estrutura de alvenaria – constituindo um SPDA do tipo não isolado.



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Sul

Campus Vacaria

As barras de descida devem ser protegidas contra danos mecânicos até, no mínimo, 2,5 m acima do nível do solo, através de eletroduto rígido de PVC, fixados por abraçadeiras, diretamente na estrutura de alvenaria.

Devera-se atentar para que os condutores de descida sejam instalados a uma distância mínima de 50 cm de portas, janelas e demais aberturas.

Cada descida deverá conter caixa de inspeção suspensa, fabricada em poliamida, dimensões 150x110 mm, com entrada para eletroduto 1", para abertura e medição da malha de terra.

A partir destas caixas de inspeção, o subsistema de descida será conectado ao subsistema de aterramento, através de terminal de compressão para condutores com seção 50 mm².

3.10.4 Subsistema de aterramento

A malha de aterramento será constituída de condutores em anel circundando o perímetro da edificação, a 1 m desta. Os condutores deverão ser de cobre nu, seção 50 mm², encordado, 7 fios, cada fio com cordoalha 3 mm, enterrados a no mínimo 0,5 m de profundidade em relação ao nível do solo.

O subsistema de aterramento deverá ser conectado ao subsistema de descida até da junção cabo de cobre nu – barra chata de alumínio, realizada por meio de terminal de compressão.

Complementando o subsistema de aterramento, e para cada descida e interligação da malha de aterramento com o barramento de terra do QGBT, deverão ser utilizadas hastes de aterramento cobreadas de alta camada, diâmetro 5/8", altura mínima 2,4 m, fabricadas conforme NBR 13571.

Para mais informações sobre o subsistema de aterramento deve-se consultar o item 3.9 do presente memorial.

3.10.5 Recomendações para execução

O sistema de proteção contra descargas atmosféricas deverá ser instalado consoante as prescrições da NBR 5419/2015.

Todas as estruturas metálicas externas deverão ser interligadas entre si para garantir a continuidade elétrica do conjunto (telhas, treliças, terças).



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Sul

Campus Vacaria

Deverá ser feita a equalização de potenciais da malha de aterramento do SPDA com o aterramento elétrico, telefônico, tubulação de gás, ou seja, todos os aterramentos deverão estar interligados.

Para certificação da continuidade elétrica da estrutura da edificação, bem como para medição da resistência de aterramento, deverão ser realizados testes com o terrômetro, para aferição destas grandezas.

O sistema deverá ter uma manutenção preventiva anual e sempre que atingido por descargas por descarga atmosférica, para verificar eventuais irregularidades e garantir a eficiência do SPDA;

Para especificações do sistema de DPS coordenado consultar item 3.8.

3.11 Instalação de equipamentos especiais

Para a instalação de circuitos individuais com carga maior que 20 A – cargas de ar condicionados – devem-se tomar algumas medidas com relação a sua instalação.

Cada aparelho de ar condicionado (AR) deverá possuir CD próprio, de sobrepôr, para instalação de disjuntor monopolar, dimensões mínimas 100x150x95 mm (AxLxP), possuir barramento de neutro e terra, ser provido de trilho DIN e observar as demais especificações contidas no item 3.6.

O AR a ser instalado deverá ser monofásico, com potência máxima de 36.000 BTu, tensão entre e neutro 220 V, com classificação do INMETRO, com relação a eficiência energética, nível A.

3.12 Entrada de Energia e QGBT

A entrada de energia do bloco acadêmico será subterrânea, com condutores de cobre, isolados, unipolares, isolação em XLPE, temperatura em regime permanente 90°C, antichama (BWF-B), seção 35 mm² para condutores fase, seção 25 mm² para o condutor neutro, seção 16 mm² para condutor proteção – 3#35(25)T16 mm² –, isolação 0,6/1kV, classe de encordoamento 2, têmpera mole, fabricado conforme NBR 7288. Seguirão o método de instalação 61A, método de referência D, prescrito na NBR 5410. Dimensionados conforme a demanda total da instalação – ver item 4 do presente memorial descritivo e diagrama de cargas apresentado na Prancha 03.

Obs.: os cabos de lógica também deverão possuir entrada subterrânea na instalação para não comprometer os estudos desenvolvidos no cálculo de



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Sul

Campus Vacaria

gerenciamento de risco realizado para o sistema de proteção contra descargas atmosféricas.

Os condutores serão protegidos em seu caminhamento – desde a subestação até o QGBT – por dutos Kanaflex fabricados em PEAD (polietileno de alta densidade), na cor cinza escuro, de seção circular, diâmetro 2”, flexível, corrugado, impermeável, fornecido com aditivo antichama, com elevada resistência mecânica e raio de curvatura; enterrados a uma profundidade mínima de 0,5 m, com largura das canaletas abertas no solo de 1 m, cobertos com areia para acompanhar as movimentações terra; deve atender as NBR 15715, NBR 14692 e demais normas técnicas pertinentes, no que couber (ref. Kanaflex, cod. KL-AC).

Devem ser utilizados – para conexão dos dutos Kanaflex – conexões, tampões, terminais, luvas, anéis de vedação; tanto quantos forem necessários, constando sua relação em planilha orçamentária, faz-se sobremaneira que estas conexões sejam vedadas – com silicone ou massa calefadora – para impedir a infiltração de líquidos e impurezas no interior dos dutos. Todos estes acessórios devem atender as normas técnicas atribuídas aos dutos Kanaflex e serem de diâmetro equivalente, proporcionando um perfeito encaixe e vedação. Ademais, os dutos devem ser dispostos com inclinação de 3% e não permitir escoamento de água sobre a linha de condutores de baixa tensão.

Em cada curva, com raio de curvatura superior a 45º; a cada 25 m de dutos lançados no solo de maneira retilínea; sobre QGBT e na saída da subestação; devem ser instaladas caixas de passagem de concreto, com tampa e dimensões mínimas 300x300x500 mm, parede 25 mm. A localização destas caixas está indicada na Prancha 01.

Deverá ser lançado, junto ao duto e acessórios especificados outro duto como reserva, já considerando um potencial de expansão de consumo das unidades consumidoras, até o ponto F, conforme indicado na Prancha 01.

O QGBT deve atender a todas as especificações contidas no item 3.6, entretanto, o barramento fase deverá ser constituído de barras de cobre eletrolítico retangulares com dimensões mínimas 3/4”x1/8”, capacidade de corrente de 150 A por barramento – barramento tipo espinha de peixe. A fig. 05 ilustra um exemplo de como podem ser as disposições do barramento supracitado (ref. Cemar, Steal).

Os barramentos deverão ser protegidos contra contatos diretos e indiretos por chapa de policarbonato transparente, espessura 4 mm.



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Sul
Campus Vacaria

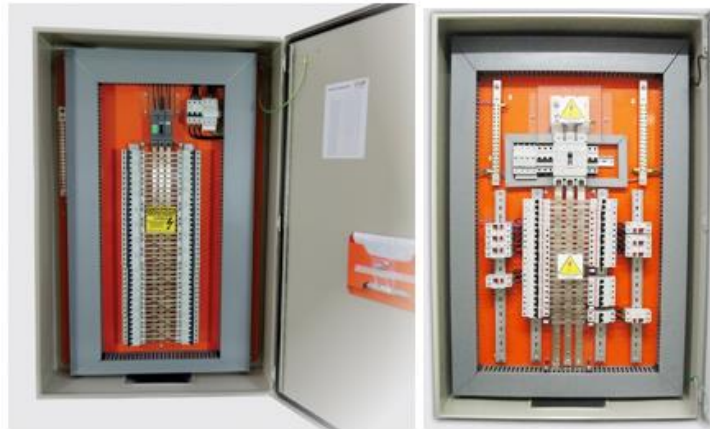


Figura 05 - Exemplo de disposição dos barramentos de fase.

Os DPS do QGBT deverão possuir as seguintes características: tetrapolares, aplicação 3F+N, classe I, fixação em trilho DIN, tensão nominal de operação 240/415 VAC, tensão máxima de operação contínua 350 VCA, frequência 60 Hz, nível de proteção de tensão $\leq 2,5$ kV; corrente de impulso, com forma de onda padronizada 10/350 μ s, 75 kA; capacidade de corrente subsequente 75 kA; tempo de reação ≤ 100 ns; dotado de proteção interna para garantir continuidade de fornecimento de energia elétrica contra os efeitos do curto circuito permanente do varistor, possuir supressor de surto com dispositivo interruptor automático e não explosivo com indicador de estado de funcionamento. Ademais, os DPS's devem possuir certificado de que atendem a IEC 61643-1. (ref. Siemens, família 5SD7 414-X).

A seção mínima dos condutores de conexão DPS-BEP deverá ser de 16 mm², conforme item 6.3.5.2.9 da NBR 5410.

4 CÁLCULO DA DEMANDA

A determinação da demanda total da instalação foi realizada conforme prescreve o GED-13, pela edificação se localizar dentro da área de concessão da distribuidora RGE e ser alimentada diretamente pelos barramentos de baixa tensão do quadro geral da subestação do campus.

O cálculo considerou o ambiente como educacional para a determinação da demanda, com cargas referentes a iluminação com tecnologia LED, TUG's para alimentação de equipamentos em geral e TUE's para alimentação de equipamentos de ar condicionados.



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Sul

Campus Vacaria

A seguir será apresentada a metodologia de cálculo, considerando a carga instalada contida na tabela 1:

- Cálculo da demanda da carga de iluminação:
 - $a = 2,24 \times 1 = 2,24 \text{ kVA}$;
- Cálculo da demanda da carga TUG's:
 - $b = 8,211 \times 1 = 8,211 \text{ kVA}$;
- Cálculo da demanda da carga AR's:
 - $c = 20 \times 1 = 20 \text{ kVA}$;
- Total:
 - $D = a + b + c + \text{reserva} = 36,951 \text{ kVA}$;

A tabela 1 apresenta um resumo dos valores determinados acima.

Tabela 1 - Quadro de Cargas da Instalação.

Carga	Carga Instalada (kVA)	Método de Cálculo	Demanda Calculada (kVA)
Iluminação	2,24	Tab. 18 do GED-13	2,24
TUG	8,211	Tab. 18 do GED-13	8,211
AR	20	Tab. 09 do GED-13	20
Reserva	6,5	Considerar 100%	6,5
TOTAL	36,951	-	36,951

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 Considerações de Segurança

Todos os serviços em eletricidade a serem realizados devido a execução do presente projeto devem observar as respectivas normas de segurança, em especial a NR-10.

Os trabalhos devem ser realizados por profissionais habilitados e autorizados a intervirem em sistema de baixa tensão.

Nos locais de trabalho só podem ser utilizados equipamentos, dispositivos e ferramentas elétricas compatíveis com a instalação elétrica existente, preservando-se as características de proteção, respeitadas as recomendações do fabricante e as influências externas.



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Sul

Campus Vacaria

Os locais de serviços elétricos e os quadros de distribuição e proteção são exclusivos para essa finalidade, sendo expressamente proibido utilizá-los para armazenamento ou guarda de quaisquer objetos.

5.2 Considerações de Instalação

Todos os condutores ligados a disjuntores, motores ou qualquer outro tipo de equipamento elétrico deverão possuir conector apropriado.

Após a realização da execução dos trabalhos da rede elétrica, a empresa contratada deverá apresentar documento “*as built*”, conforme prescreve a NR-10.

Caso reste qualquer dúvida, a mesma deve ser sanada junto ao engenheiro projetista ou ao fiscal da obra. Qualquer alteração no projeto deve ser autorizada por escrito pelo engenheiro projetista ou fiscal da obra.

Sempre que forem executados serviços que não possam ser verificados posteriormente, a executante deverá informar à fiscalização com no mínimo 48 horas de antecedência, para que possa ocorrer o acompanhamento da sua execução, sob pena de não pagamento do mesmo. Exemplo desses serviços são: os lançamentos dos condutores de cobre nos eletrodutos, eletrocalhas, perfilados, etc.

Os equipamentos utilizados na execução do presente projeto devem observar estritamente as especificações técnicas nele contidas, e as demais normas regulamentadoras no que couber, salvo melhor contido do executor, mediante autorização do projetista.

Wellington Luiz Santos Bonato
Engenheiro Eletricista
CREA RS 190028