
PROJETO DE SPDA

Unidade Clínica Escola de Nutrição

MEMORIAL DESCRITIVO

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, 28 de abril de 2022

Conteúdo

1	DADOS DA OBRA	2
2	NORMAS APLICÁVEIS	3
3	INTRODUÇÃO	4
3.1	Relação de Plantas e Documentos	5
4	SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS	5
4.1	Subsistema de Captação	6
4.2	Subsistema de Descida	7
4.3	Subsistema de Aterramento	7
4.4	Equipotencialização	8
4.5	Ensaio de Continuidade Elétrica das Armaduras	8
4.6	Inspeções Periódicas	9
5	DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS - DPS	9
6	COMISSONAMENTO DAS INSTALAÇÕES	10
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	12

1 DADOS DA OBRA

OBRA: Unidade Clínica Escola de Nutrição.

PROPRIETÁRIO: Universidade Federal da Fronteira Sul.

LOCAL DA OBRA: Avenida Edmundo Gaievski, 1000, Realeza-PR.

TIPO: SPDA Estrutural.

CLASSE SPDA: III.

NÚMERO DE DESCIDAS: 12.

2 NORMAS APLICÁVEIS

- NBR 5419-1 - Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 1: Princípios gerais;
- NBR 5419-2 - Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 2: Gerenciamento de risco;
- NBR 5419-3 - Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 3: Danos físicos a estruturas e perigos à vida;
- NBR 5419-4 - Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 4: Sistemas eletrônicos interno na estrutura;

3 INTRODUÇÃO

Este projeto tem a finalidade de dimensionar e especificar todos os materiais e componentes necessários à execução do sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) da edificação denominada Unidade Clínica Escola de Nutrição da UFFS.

Este projeto foi elaborado atendendo às necessidades estabelecidas pela proprietária e pela Secretaria Especial de Obras da UFFS, pelo projeto arquitetônico, pelo projeto estrutural, pelo projeto preventivo de incêndio 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 esclarecer antecipadamente quaisquer dúvidas que possam ocorrer. A execução do SPDA deve ocorrer de forma concomitante e em harmonia com os demais serviços, uma vez que há elementos embutidos em vigas, pilares e fundações, entre outras interferências.

O projeto de SPDA foi precedido de análise de risco conforme NBR 5419-2, elaborada com auxílio do *software* Tupã/USP Tupan2020_mk1_versaoV2.1.xls. O relatório encontra-se anexo a este memorial.

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/ou 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* ao final da obra. É fundamental que as alterações sejam repassadas ao projeto *as built* conforme forem ocorrendo e não de uma única vez ao final da obra, quando algumas partes estão inacessíveis ou são de difícil acesso.

Antes de fechar valas, aberturas em alvenaria ou de concretar lajes e estruturas, a empresa responsável pela execução deverá solicitar vistoria e aprovação da fiscalização da obra, 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 empresa responsável pela execução deverá elaborar um encarte

técnico contendo as especificações, marca e modelo de todos os principais elementos do projeto. 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 de itens.

3.1 Relação de Plantas e Documentos

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

- Memorial Descritivo – Este documento;
- ART – Anotação de Responsabilidade Técnica registrada junto ao CREA-SC;
- Plantas:
 - ELE 01/02 – Plantas de SPDA ao nível do solo, nível da cobertura e detalhe da esfera rolante;
 - ELE 02/02 – Detalhes construtivos.

4 SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOS-FÉRICAS

O sistema de SPDA projetado é do tipo estrutural. Desse modo, a execução do SPDA deve iniciar junto com as demais partes da obra, desde as fundações até a finalização da cobertura metálica. Eletricistas capacitados devem realizar a montagem dos eletrodos que ficam dentro dos pilares e das vigas baldrame de acordo com as instruções e detalhes deste projeto. Não se admite delegar essa função a outros trabalhadores. Além disso, os eletricistas e o responsável técnico devem revisar a montagem dos eletrodos antes da concretagem. Um SPDA estrutural traz ganho estético e economia para a obra, mas requer uma participação efetiva de profissionais treinados em todas as etapas.

Para que o sistema seja confiável, é imprescindível garantir a continuidade elétrica de pilares, vigas e lajes. Como a amarração intencional destas armaduras não é o procedimento padrão nas edificações de concreto armado, o método mais seguro é a introdução de barras específicas para esta finalidade, as chamadas REBARS. Na maioria dos casos, é também o método mais econômico, se comparado aos sistemas externos desde que instalados a partir das

fundações. Dessa maneira, propõe-se a inclusão de um vergalhão de 10 mm em aço maciço galvanizado a quente exclusivo para o SPDA. Cada conexão e emenda desse vergalhão deve ser realizada com três clips, conforme Detalhes C, D e E da planta SPDA 02/02. Todas as conexões devem ser devidamente apertadas e conferidas antes da concretagem. Todas as ferragens dos pilares e vigas devem ser amarradas com transpasse adequado. As demais barras estruturais, verticais e horizontais, deverão ser ligadas entre si, uma sim, outra não, alternadamente, conforme Detalhes A, F e G da planta SPDA 02/02.

Recomenda-se o registro fotográfico e documentação de cada etapa da obra.

O SPDA estrutural deve ser ensaiado conforme Anexo F da NBR 5419. Ao final da obra o responsável pela execução deverá emitir laudo contendo informações sobre as medições, equipamentos utilizados, laudos de calibração dos equipamentos, registros fotográficos e demais informações que julgar necessárias. O laudo deve ser acompanhado de anotação de responsabilidade técnica registrada junto ao conselho do profissional.

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 total proteção às estruturas e pessoas, entretanto a sua utilização estabelece uma considerável redução dos riscos.

4.1 Subsistema de Captação

O telhado metálico da edificação é composto por telhas metálicas galvalume. A telha externa, que fica exposta, é de espessura 0,5 mm. O elemento isolante interno é em poliestireno expandido (EPS) com espessura de 30 mm e a telha interna, voltada para o lado interno da edificação, é de 0,43 mm. A NBR-5419-3 traz na Tabela 3 que a espessura mínima para chapas metálicas poderem ser utilizadas como captor natural do SPDA é de 0,5 mm. Por outro lado, as telhas de galvalume de 0,5 mm de espessura, quando não protegidas, estão sujeitas à perfurações e o material interno EPS poderá entrar em combustão. Por esses motivos, optou-se pela instalação de captadores aéreos em barra chata de alumínio 7/8"x 1/8"x 300 mm. Esses captadores devem estar espaçados a cada 6,5 m, aproximadamente, e devem fixados utilizando o parafuso que fixa o telhado à terço metálica ou à tesoura. Os parafusos que visam apenas a fixação das folhas da cobertura entre si nos locais onde é feito o transpasse não devem ser utilizados para fixação do terminal aéreo.

Os demais elementos da cobertura metálica, como tesouras e terços metálicas, não estão sujeitas a descargas diretas. Possuem espessura e seção transversal adequadas à condução

da corrente de descarga de forma segura até as REBAR dos pilares.

Todas as partes metálicas da cobertura devem estar firmemente conectadas através de parafusos e porcas, solda elétrica ou cabos e conectores. Deve-se garantir a continuidade elétrica de toda a estrutura da cobertura. Ensaio de continuidade elétrica são fundamentais para assegurar o funcionamento seguro do sistema de SPDA. Detalhes e procedimentos sobre ensaios de continuidade podem ser obtidos no Anexo F da NBR 5419-3.

4.2 Subsistema de Descida

Os condutores de descida são vergalhões adicionados à armadura metálica do pilar. Na parte superior são conectados à estrutura metálica da cobertura conforme os Detalhes H e I da prancha SPDA 02/02. A conexão deve ser protegida da ação do tempo através de limpeza da solda e pintura. Os vergalhões adicionais devem descer até as fundações. Devem ser firmemente interligados aos demais elementos das armaduras da estrutura de concreto, inclusive armadura de pisos. Nesse sentido, os Detalhes de A até G da prancha SPDA-02/02 apresentam as formas de amarração e emenda.

A interligação das REBARS com as ferragens adjacentes de vigas ou lajes é obrigatória e deverá ser feita com peças em “L” de 8 a 10 mm de diâmetro, de medidas 20x20 cm, amarradas firmemente com arame recozido ou clips. As demais barras estruturais, verticais e horizontais, deverão ser ligadas entre si, uma sim, outra não, alternadamente, conforme Detalhes A, B, F e G da prancha SPDA 02/02.

4.3 Subsistema de Aterramento

O eletrodo de aterramento fica embutido nas fundações e nas vigas baldrame conforme planta SPDA 01/02. Pelo menos um tubulão raso ou profundo para cada pilar deverá ter uma REBAR amarrada às demais ferragens, desde o ponto mais profundo até os blocos dos pilares. As REBARS também deverão ser instaladas nas vigas baldrames, horizontalmente, de modo a interligar todos os blocos, formando um anel. A interligação de uma REBAR vertical com outra horizontal se dá de acordo com os Detalhes D e H da prancha SPDA 02/02. A execução do anel de aterramento horizontal atende às normas NBR 5419 e NBR 5410.

Uma conexão entre o eletrodo de aterramento e o BEP do QDG (quadro de distribuição geral da edificação) deve ser realizada utilizando-se cabo de cobre nu 50 mm². O cabo de cobre não deve adentrar na viga/pilar, deve ser conectado ao vergalhão adicional através de

conector bimetálico e a conexão deve ser protegida contra danos mecânicos e intempéries. Essa conexão deve ser inspecionável. O Detalhe K apresenta uma forma de se realizar essa conexão.

Em nenhuma hipótese admite-se que cabos de cobre sejam colocados em contato com as armaduras de aço da estrutura da edificação. Quando o aço e o cobre entram em contato ocorre corrosão galvânica. Nesse caso, poderão ocorrer danos severos à estrutura de concreto armado.

4.4 Equipotencialização

É um conjunto de medidas que visa a redução das tensões nas instalações causadas pelas descargas atmosféricas a níveis suportáveis para essas instalações e equipamentos por elas servidos, além de reduzir riscos de choque elétrico. Tais medidas consistem tipicamente em ligações entre partes metálicas das instalações e destas ao SPDA, direta ou indiretamente (por meio de DPS), envolvendo massas metálicas de equipamentos, condutores de proteção, malhas de condutores instaladas sob ou sobre equipamentos sensíveis, blindagens de cabos e condutos metálicos, elementos metálicos estruturais, tubulações metálicas entre outros.

A barra de terra do quadro geral de proteção da edificação foi considerada como Barramento de Equipotencialização Principal (BEP). Dessa forma, os elementos metálicos que adentram a edificação devem ser conectados ao BEP, isto é, tubulações de água, gás, entre outros.

4.5 Ensaios de Continuidade Elétrica das Armaduras

Conforme anexo F da NBR 5419-3, deverão ser efetuadas ao menos duas verificações da continuidade elétrica das armaduras do concreto armado. A primeira verificação é feita em todos os pilares que são utilizados como descidas e nos trechos de vigas baldrame que fazem parte do anel de aterramento ao nível do solo. Os valores de resistência medidos por instrumentos adequados devem ser inferiores a $1\ \Omega$ nesses trechos. A medição deve ser realizada por microohmímetro utilizando quatro fios. O equipamento deve ter sido calibrado há menos de um ano por laboratório acreditado pelo Inmetro.

A verificação final de continuidade é feita após a conclusão da instalação do SPDA. A medição da resistência deve ser realizada entre a parte mais alta do subsistema de captação e o aterramento, preferencialmente no BEP (Barramento de Equipotencialização principal). O valor máximo permitido para o ensaio de resistência nesse trecho é de $0,2\ \Omega$.

Os ensaios deverão ser acompanhados de certificado de calibração dos equipamentos, emitido a menos de um ano da data de realização dos testes, de um relatório técnico e da respectiva ART registrada junto ao CREA.

4.6 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 dos valores medidos da continuidade das estruturas, desde o ponto mais alto até o BEP. Esse valor não pode ser superior a $0,2\Omega$.

5 DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS - DPS

A proteção contra surtos de tensão no sistema elétrico da Unidade Clínica Escola de Nutrição foi projetada utilizando-se DPS Classe I+II. Foram previstos DPS Classe I+II no quadro geral da edificação.

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 $10/350 \mu s$. 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:

$$I_{SURTO} = 100 \text{ kA} / 2 = 50 \text{ kA} \quad (5.1)$$

O circuito alimentador de cada edificação é composto por 3F+PEN. Portanto, a cor-

rente de surto imposta a cada condutor é:

$$I_{SURTO,COND} = 50 \text{ kA}/4 = 12,5 \text{ kA} \quad (5.2)$$

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, $U_p \leq 2,5 \text{ kV}$. Considerando a proteção adicional Classe II, a solução conjugada de DPS I+II deve proteger produtos de categoria I de suportabilidade a impulsos, ou seja, $U_p \leq 1,5 \text{ kV}$.

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

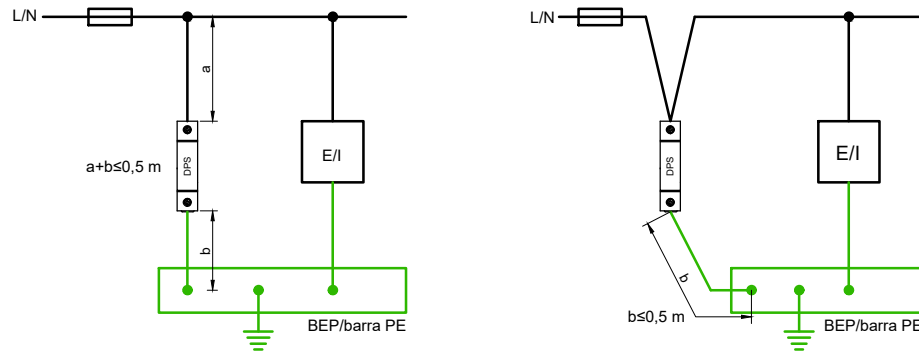


Figura 5.1: Comprimento máximo dos cabos na ligação dos DPS.

6 COMISSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES

O objetivo central do comissionamento é assegurar a transferência das instalações do construtor para o proprietário 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 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* (como construído), 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.

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

Ao final da obra, o responsável pela execução deverá atualizar o projeto e a versão *as built* deverá ser disponibilizada em formato DWG e ODT (LibreOffice/OpenOffice). A critério da fiscalização, também deve ser entregue uma versão impressa/plotada de todos os projetos e documentos da obra.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A empresa ou profissionais contratados para executar a obra deverão providenciar 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.

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.

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 no SPDA.

Chapecó-SC, 28 de abril 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

Projeto:

Dimensões da estrutura

Zona:

Área de exposição equivalente A_D [m²]

Clínica de Nutrição

Área interna

2704

Influências ambientais

	Estrutura cercada por objetos de mesma altura ou mais baixos
Localização (c_D):	
Frequência de descarga para terra N_G [1/km ² /ano]:	11,7037951
Tipo de solo:	Mármore, Cerâmico
	Locais onde falhas de sistemas internos não causam perdas de vidas humanas
Tipo de estrutura:	Incêndio Baixo ou explosão (zonas 2,22)
Risco de incêndio (r_f):	

Perigo especial (h_z):	Sem perigo especial
Número de pessoas na zona:	60
Serviços conectados:	
Largura da blindagem ou distância entre as descidas w_1 [m]	8,3333
Largura da blindagem ou distância entre as descidas w_2 [m]	8,3333

Medidas de proteção

Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA):	Classe do SPDA III
Meios para restringir as consequências de incêndio (r_p):	Sem proteção
	Nenhuma medida de proteção
Contra tensão de toque ou passo na estrutura (P_{TA}):	Nenhuma medida de proteção
Contra tensão de toque ou passo na linha (P_{TA}):	

Atributos da linha conectada:

Linha de energia

Fator ambiental da linha:	Suburbano
	Não blindado- sem precaução para evitar laços
Fiação interna:	
Tensão suportável de impulso atmosférico no sistema [kV]	2,5kV
Dispositivo de proteção contra Surto DPS (P_{SPD}):	III-IV
Modo de instalação da linha (C_i):	Enterrado

Linha de telecomunicação

Fator ambiental da linha:	Suburbano
	Não blindado- sem precaução para evitar laços
Fiação interna:	
Tensão suportável de impulso atmosférico no sistema [kV]	1,5kV
	Sem proteção
Dispositivo de proteção contra Surto DPS (P_{SPD}):	coordenada com DPS
Modo de instalação da linha (C_i):	Enterrado

Resultado

Perda de vida humana R_1	2,2557E-07
Avaliação de risco:	tolerável
Perda de serviço público R_2	8,1501E-05
Avaliação de risco:	tolerável
Perda de herança cultural R_3	0,0000E+00
Avaliação de risco:	tolerável
Perda econômica R_4	7,4580E-06
Avaliação de risco:	tolerável

	Eng. Eletricista Silvio Antonio Teston
Projeto avaliado por:	
Data da avaliação:	28/04/2022

Total:	
Perda de vida humana R_1	2,2557E-07
Perda de serviço público R_2	8,1501E-05
Perda de herança cultural R_3	0,0000E+00
Perda econômica R_4	7,4580E-06



Emitido em 28/04/2022

**MEMORIAL DESCRITIVO E DE ESPECIFICAÇÕES Nº DOC (30) MEMORIAL DESCRITIVO DO
PROJETO SPDA/2022 - DGCT (10.55.01.01)
(Nº do Documento: 48)**

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 16/05/2022 09:24)

FABIO CORREA GASPARETTO

SECRETARIO - TITULAR

SEO (10.55)

Matrícula: 2015260

(Assinado digitalmente em 16/05/2022 08:32)

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: **48**, ano: **2022**, tipo: **MEMORIAL DESCRITIVO E DE ESPECIFICAÇÕES**, data de emissão: **14/05/2022** e o código de verificação: **4735ff9b37**