



IMPLEMENTAÇÃO DE SPDA NO BLOCO C: ANÁLISE TÉCNICA E APLICAÇÕES PRÁTICAS

**Felipe Lima Martins¹, Anderson da Silva Rosa², Aurea Messias de Jesus³, Emerson³
Carlos Guimarães³, Alan Kardec Candido dos Reis³, Olavo Antônio de Oliveira Reis³**

¹Discente da Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG, Ituiutaba, Brasil
(felipelimamartins276@gmail.com)

²Bacharel em Engenharia Elétrica. Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG,
Ituiutaba, Brasil

³Docente da Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG, Ituiutaba, Brasil

Resumo: Este estudo apresenta a implementação de um Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) no Bloco C de uma edificação, seguindo as diretrizes da norma ABNT NBR 5419:2015. A pesquisa combina revisão bibliográfica e estudo de caso, utilizando cálculos de risco para determinar a necessidade de implementação do sistema. O projeto foi desenvolvido com base em critérios normativos, abrangendo os subsistemas de captação, descida e aterramento.

Palavras-chave: Proteção contra Descargas Atmosféricas; SPDA; Aterramento; Segurança Estrutural.

INTRODUÇÃO

A proteção contra descargas atmosféricas é um tema de grande relevância na área de Engenharia Elétrica e segurança predial. Raios são fenômenos naturais poderosos que podem causar danos estruturais significativos, incêndios e até risco de morte para os ocupantes de edificações. Para mitigar esses riscos, o Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) é projetado para proteger as construções, garantindo um caminho seguro para a energia elétrica dos raios ser direcionada ao solo. Este sistema não apenas aumenta a segurança estrutural, mas também preserva vidas, sublinhando a importância de um estudo meticuloso sobre as metodologias e normativas técnicas, como a ABNT NBR 5419, que orientam sua implementação correta. A instalação adequada do SPDA é vital para assegurar que as edificações possam resistir a esses eventos naturais extremos sem sofrer danos catastróficos.

Neste contexto, o objetivo principal deste artigo é analisar a necessidade e, se for o caso, implementar um sistema de proteção contra descargas atmosféricas no Bloco C, aderindo estritamente às diretrizes da ABNT NBR 5419:2015. Espera-se que os resultados deste estudo contribuam significativamente para a segurança e a preservação patrimonial, fornecendo evidências técnicas robustas que auxiliem engenheiros e gestores a tomar decisões informadas e responsáveis no contexto da proteção contra raios.

MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa adota uma abordagem aplicada, combinando revisão bibliográfica e desenvolvimento prático para a elaboração de um projeto de Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA). O estudo fundamenta-se nas diretrizes estabelecidas pela norma ABNT NBR 5419:2015, que regulamenta a proteção contra raios no Brasil, garantindo a segurança de edificações e seus ocupantes.

Inicialmente, será realizada uma análise detalhada da normativa vigente, com o objetivo de compreender os critérios técnicos exigidos para o dimensionamento e implementação de um SPDA eficiente. Em seguida, será conduzido um levantamento de dados em campo, incluindo medições e inspeção da estrutura do bloco escolar em estudo. Esse levantamento permitirá avaliar as condições da edificação e verificar a necessidade de medidas corretivas ou adaptações para conformidade com a norma.

Por fim, os resultados obtidos serão analisados e discutidos, permitindo a validação do projeto e a indicação de melhorias ou adequações, caso necessárias. Esse método proporciona uma abordagem completa, associando teoria e prática para o desenvolvimento de um sistema de proteção eficaz e normativamente adequado.

Componentes do SPDA

Captore: são elementos fundamentais para a interceptação de descargas atmosféricas, sendo

posicionados nas partes mais elevadas das edificações.



Figura 1. Captor Franklin e terminais aéreos.

Condutores de Descida: são responsáveis por direcionar a corrente elétrica captada até o sistema de aterramento, garantindo que a energia seja dissipada de forma segura.



Figura 2. Condutor de descida.

Sistema de Aterramento: tem como principal objetivo dispersar a corrente elétrica das descargas atmosféricas no solo de maneira eficaz. Para isso, pode ser composto por hastes de aterramento, eletrodos em disposição horizontal ou em malha.

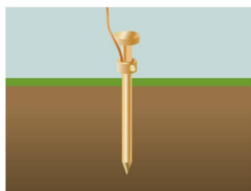


Figura 3. Eletrodo de aterramento.

Caixa de Inspeção: facilita o acesso e a manutenção dos eletrodos de aterramento, permitindo a verificação periódica da integridade do sistema.



Figura 4. Caixa de inspeção PVC com tampa.

Equipotencialização e Proteção Interna

A equipotencialização é uma técnica utilizada para interligar componentes condutores a fim de minimizar diferenças de potencial elétrico que possam gerar descargas perigosas. Para isso, é empregado o Barramento de Equipotencialização

(BEP), que conecta todos os elementos metálicos da estrutura.

Adicionalmente, a proteção interna contra descargas atmosféricas inclui a instalação de Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS), que atenuam os impactos de sobretensões transitórias, evitando danos aos equipamentos elétricos.



Figura 5. Barramento de equipotencialização (BEP).

Solda Exotérmica

A solda exotérmica é um método utilizado para unir permanentemente condutores metálicos, proporcionando uma conexão de alta qualidade, com excelente condutividade elétrica e resistência à corrosão. Esse procedimento é amplamente empregado na integração dos componentes do SPDA.

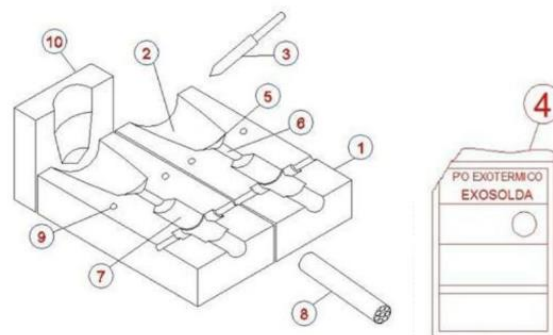


Figura 6. Materiais utilizados em uma solda exotérmica.

Os materiais utilizados em uma solda exotérmica são os seguintes: molde para solda exotérmica (1), câmara de reação (2), palito ignitor (3), pó exotérmico para soldagem (4), disco de retenção metálico (5), canaleta de ligação das câmaras (6), câmara de soldagem (7), condutor que se deseja soldar ou emendar (8), pino guia (9) e tampa do molde (10).

A execução da soldagem exotérmica ocorre por meio de uma reação química de combustão na qual um pó metálico é inflamado, produzindo calor intenso o suficiente para fundir os materiais a serem conectados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da necessidade de um Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) é fundamental para garantir a segurança de edificações e seus ocupantes contra os efeitos das descargas elétricas atmosféricas. Conforme estabelecido pela norma ABNT NBR 5419:2015, a avaliação do risco



deve considerar diversos fatores, como dimensões da edificação, frequência de descargas, probabilidade de danos e impacto na segurança dos ocupantes. O presente estudo aplica os critérios normativos para determinar a necessidade da implementação de um SPDA na estrutura analisada.

A implementação de um Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) em escolas exige a consideração do número de ocupantes, conforme a ABNT NBR 5419:2015. A lotação dos ambientes é determinada pela área disponível, garantindo uma análise precisa dos riscos

A edificação em análise possui comprimento (L) de 72,38 m, largura (W) de 15,54 m e altura (H) de 9,49m.

Cálculo de Risco

O cálculo de risco é uma etapa crucial na avaliação da segurança de edificações contra descargas atmosféricas, conforme estipulado pela norma ABNT NBR 5419:2015. Este processo envolve a análise quantitativa de vários fatores, incluindo a frequência das descargas na área, a natureza da ocupação da edificação, o tipo de estrutura e os materiais de construção utilizados.

Realizando as seguintes equações iremos saber se realmente será necessária a implementação do sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA).

A área de captação (A_d) é a região protegida por um para-raios ou sistema de proteção, calculada com base na altura do captor, no nível de proteção e nos critérios normativos, como a NBR 5419:2015. O cálculo da área de captação é realizado utilizando a equação 1.

$$A_d = WL + 2(3H) \times (WL) + \pi \times (3H)^2 \quad (1)$$

Temos:

$$A_d = 15,54 \times 72,38 + 2(3 \times 9,49) \times (15,54 \times 72,38) + \pi \times (3 \times 9,49)^2$$

$$A_d = 8677,73 \text{ m}^2$$

O número de eventos perigosos (N_d) representa a quantidade de descargas atmosféricas que podem atingir uma estrutura e causar danos. O número de eventos perigosos é calculado utilizando a equação 2.

$$N_d = A_d \times N_g \times C_d \times 10^{-6} \quad (2)$$

Temos:

$$N_d = 8677,73 \times 9 \times 0,25 \times 10^{-6}$$

$$N_d = 0,0195$$

Probabilidade de falha na instalação do sistema de proteção, considerando sua eficiência e capacidade de interceptar descargas atmosféricas (P_a). Probabilidade de falha na contenção de surtos elétricos no interior da estrutura, incluindo a proteção de equipamentos e instalações internas (P_b). De acordo com os valores de P_a e P_b e utilizando a equação 3 é possível calcular o valor de P_a .

$$P_a = P_b \times P_{ta} \quad (3)$$

Temos:

$$P_a = 1 \times 1$$

$$P_a = 1$$

O cálculo de L_a (Perda de Serviço por Incêndio) estima a perda de serviço de uma edificação devido a incêndios originados por descargas atmosféricas. É calculado utilizando a equação 4.

$$L_a = L_u = \frac{LT \times rt \times nz}{\frac{nt \times tz}{8760}} \quad (4)$$

Temos:

$$L_a = L_u = \frac{10^{-1} \times 10^{-2} \times 360}{\frac{1080 \times 4500}{8760}}$$

$$L_a = L_u = 1,71 \times 10^{-1}$$

O cálculo de L_b (Perda de Serviço por Danos) quantifica a perda de serviço de uma estrutura em decorrência de danos físicos causados por descargas atmosféricas, e é calculado utilizando a equação 5.

$$L_b = \frac{LF \times rf \times rp \times hz \times nz}{\frac{nt \times tz}{8760}} \quad (5)$$

Temos:

$$L_b = \frac{10^{-1} \times 5 \times 10^{-3} \times 0,5 \times 360}{\frac{1080 \times 4500}{8760}}$$

$$L_b = 4,28 \times 10^{-5}$$

O cálculo de R_a quantifica o risco de ferimentos a seres vivos por choque elétrico devido a descargas atmosféricas conforme a ABNT NBR 5419:2015 e é calculado utilizando a equação 6.

$$R_a = N_d \times L_a \times P_a \quad (6)$$

Temos:

$$R_a = 0,0195 \times 1,71 \times 10^{-4} \times 1$$

$$R_a = 3,33 \times 10^{-6}$$

O parâmetro R_b é utilizado para estimar os danos físicos que uma estrutura pode sofrer devido a descargas atmosféricas, conforme a ABNT NBR 5419:2015, é calculado utilizando a equação 7.

$$R_b = N_d \times L_b \times P_b \quad (7)$$



Temos:

$$R_b = 0,0195 \times 4,28 \times 10^{-5} \times 1$$

$$R_b = 8,34 \times 10^{-7}$$

O cálculo de R_u representa o risco de perda de vida devido a descargas atmosféricas, conforme os critérios da ABNT NBR 5419:2015, é calculado utilizando a equação 8.

$$P_u = CLD \times PLD \times PEB \times PTU \quad (8)$$

Temos:

$$P_u = 1 \times 1 \times 1 \times 1$$

$$P_u = 1$$

O cálculo de P_u determina a probabilidade de ocorrência de perda de vida devido a descargas atmosféricas, e é calculado utilizando a equação 9.

$$R_u = N_d \times L_u \times P_u \quad (9)$$

Temos:

$$R_u = 0,0195 \times 1,71 \times 10^{-4} \times 1$$

$$R_u = 3,33 \times 10^{-6}$$

O Risco Total (R_t) é obtido pela soma dos riscos associados a ferimentos por choque elétrico (R_a), danos físicos (R_b) e perda de vida (R_u), conforme os critérios da ABNT NBR 5419:2015.

Se o risco aceitável (R_1) for maior que o risco total calculado ($R_1 > R_t$), a instalação de um SPDA não é obrigatória. Caso contrário ($R_1 \leq R_t$), é necessário implementar medidas de proteção para reduzir os riscos a um nível aceitável.

No entanto o cálculo Total do Risco:

$$R_t = R_u + R_b + R_a$$

$$R_t = 3,33 \times 10^{-6} + 8,34 \times 10^{-7} + 3,33 \times 10^{-6}$$

$$R_t = 7,49 \times 10^{-6}$$

Com base nos cálculos, o risco total (R_t) foi determinado como $7,49 \times 10^{-6}$, que está abaixo do valor limite de 10^{-5} estabelecido pelas normas técnicas (como a NBR 5419:2015). Isso indica que o risco de danos devido a descargas atmosféricas é aceitável e não há necessidade de instalação de um SPDA para proteção adicional.

As Figura 7 e 8 e a Tabela 1 apresentam uma comparação objetiva entre os custos de implantação do SPDA com uso de cabos de cobre nu e, alternativamente, barras de alumínio.

Item	Qtd. (Cobre)	Valor Unit. (R\$) (Cobre)	Total (R\$) (Cobre)	Qtd. (Alum.)	Valor Unit. (R\$) (Alum.)	Total (R\$) (Alum.)	Dif. (R\$) (Cobre - Alum.)
Caixas de inspeção	10	14,91	149,1	10	14,91	149,1	0
Hastes de cobre 5/8	10	146,8	1.468,00	10	146,8	1.468,00	0
Eletrodutos em PVC	11	17,99	197,89	11	17,99	197,89	0
Abraçadeiras de PVC	30	1,03	30,9	30	1,03	30,9	0
Terminal aéreo	13	19,02	247,26	13	19,02	247,26	0
Captor Franklin	1	121,33	121,33	1	121,33	121,33	0
Mastro para captor Franklin	1	250,08	250,08	1	250,08	250,08	0
Base do mastro Franklin	1	63,64	63,34*	1	63,64	63,34*	0
Cartucho p/ solda exotérmica (150 g)	26	35	910	26	35	910	0
Conector Split bolt	4	16,78	67,12	4	16,78	67,12	0
Caixa de equalização	1	534,66	534,66	1	534,66	534,66	0
Parafusos inox c/ bucha (kit c/ 100)	3 kits (300 un.)	147,67 (por kit)	443,01	3 kits (300 un.)	147,67 (por kit)	443,01	0
Arruela de vedação de borracha	150	3,25	492	150	3,25	492	0
Cabo 50	191 m	58,19	11.114,29	191 m	58,19	11.114,29	0

Figura 7. Orçamento.

mm²	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
Cabo 35	363 m	41,27 (m)	14.981,01	20 m	41,27 (m)	825,4	14.155,61
Presilhas em latão	200	2,19	438	—	—	—	438
Fita de alumínio (barras de 6 m)	—	—	—	58	66,08	3.832,64	-3.832,64
Terminais de compressão 35 mm²	—	—	—	20	4,05	81	-81
Parafusos inox p/ emendas	—	—	—	150	4,18	627	-627
Porcas de inox p/ emendas	—	—	—	150	0,4	60	-60
Caixas de inspeção suspensas	—	—	—	11	26,65	293,15	-293,15
Total Geral	—	—	31.507,99	—	—	21.808,17	9.699,82

Fonte: Autores.

Figura 8. Orçamento - continuação.

Tabela 1. Diferença de valores.

Tipo	Valor (R\$)
Orçamento com Cabo de Cobre Nu	31.507,99
Orçamento com Barra de Alumínio	21.808,17
Diferença	9.699,82

Nota-se que o orçamento referente aos cabos de cobre nu (R\$31.507,99) supera de forma significativa o das barras de alumínio (R\$21.808,17), gerando uma diferença de R\$9.699,82. Esse contraste evidencia a influência decisiva da escolha do material condutor na viabilidade financeira do projeto, indicando que a adoção de fitas de alumínio pode reduzir expressivamente as despesas, sem desprezar as normas de segurança para a edificação.

CONCLUSÃO



A implementação de um Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) é um aspecto fundamental para a segurança estrutural e a preservação de vidas em edificações expostas a descargas elétricas atmosféricas. O estudo de caso apresentado demonstrou a importância da aplicação rigorosa das diretrizes normativas, especialmente da ABNT NBR 5419:2015, na avaliação da necessidade e da viabilidade de instalação do sistema. A abordagem adotada, que combinou revisão teórica e análise prática, permitiu uma compreensão aprofundada dos riscos envolvidos e das soluções mais adequadas para mitigá-los.

Os cálculos efetuados indicaram que o risco total estimado para a edificação estava dentro dos limites aceitáveis, a instalação do SPDA opcional. Este resultado sublinha a relevância de uma análise minuciosa antes de proceder com implementação dispendiosa, garantido a segurança sem incorrer em custos excessivos. Além disso, o estudo enfatizou a importância da equipotencialização e um aterramento adequado, assegurando que a edificação mantenha proteção eficiente contra surtos elétricos e descargas indiretas, mesmo na ausência de um SPDA completo.

Importante destacar, o trabalho também mostrou que inspeções regulares e a atualização dos sistemas de proteção são vitais, considerando que alterações estruturais no edifício, variações climáticas e novas normativas podem alterar os riscos existentes. Assim, este estudo não apenas avança nosso entendimento sobre a proteção efetiva contra descargas atmosféricas, mas também serve como um recurso primordial para futuras implementações e pesquisas na área de Engenharia Elétrica e segurança predial.

Encerramos enfatizando a responsabilidade dos engenheiros e gestores de infraestrutura em manter uma vigilância contínua e adaptar as práticas de segurança às novas descobertas e tecnologias disponíveis, garantindo que os avanços na área sejam aplicados de maneira que maximizem a segurança em todas as edificações.

REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 5419:2015 Proteção contra descargas atmosféricas. Rio de Janeiro, 2015.
- Cigame. Caixa de inspeção PVC aterramento com tampa – Bet Plásticos. Disponível em: <https://www.cigame.com.br/produto/737/caixa-de-inspecao-pvc-aterramento-230mm-com-tampa---bet-plasticos> . Acesso em: 12 fev. 2026.
- Energia Kaplan. Barra de equipotencialização. Disponível em: <https://www.kaplanenergy.com.br/barra-de-equipotencializacao-com-terminais-de-pressao-1011>. Acesso em: 12 fev. 2026.

Mercado Livre. Cartucho para solda exotérmica 150g. Disponível em: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-3614821059-cartucho-para-solda-exotermica-150g-_JM. Acesso em: 10 jan. 2026.

Montal Solda exotérmica. Disponível em: <https://montal.com.br/categoria-produto/08-solda-exotermica/>. Acesso em 12 fev. 2026.

Multiseg. Para-raios SPDA/cabos. Disponível em: <https://www.multiseg.com.br/para-raios-spda/cabos>. Acesso em: Acesso em 12 fev. 2026.

Proluz. Captor Franklin. Disponível em: <https://www.proluz.com.br/produtos/4430/captor-franklin->. Acesso em: 12 fev. 2026.

Santil. Terminal aéreo. Disponível em: <https://www.santil.com.br/produto/terminal-aereo-38-x-300mm-aluminio-paratec/2897708>. Acesso em: 12 fev. 2026.