MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO
SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS – SPDA

Pavilhão de Eventos – Venda Nova do Imigrante/ES
Análise de risco e concepção do SPDA – Nível de Proteção III (NP III)

Parâmetro	**Valor adotado**
Uso da edificação	Pavilhão destinado a eventos diversos
Localização	Venda Nova do Imigrante – Espírito Santo
Dimensões adotadas na análise de risco	130,00 m × 48,00 m
Altura máxima adotada	12,00 m
Lotação máxima	7.000 pessoas
Tempo anual estimado de ocupação	144 h/ano
Estrutura	Predominantemente metálica, isolada de outras edificações
Alimentação elétrica	Subterrânea, trecho externo aproximado de 10 m
Telecomunicações externas	Não consideradas / inexistentes conforme informação de projeto
Proteções complementares	DPS, hidrantes e alarme de incêndio
Nível de proteção adotado	NP III

1. OBJETO

Este memorial apresenta os critérios, hipóteses, cálculos de análise de risco e diretrizes de projeto do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) do pavilhão de eventos localizado em Venda Nova do Imigrante/ES. O documento consolida as informações de projeto fornecidas, incluindo as particularidades arquitetônicas que impedem uma distribuição uniforme das descidas.

O projeto deve ser compatibilizado com a estrutura metálica, instalações elétricas, sistema de prevenção e combate a incêndio e detalhes executivos. A execução deve ser acompanhada por profissional legalmente habilitado.

E-mail: alphaengenharia79@gmail.com, (27)99522-5897
CNPJ: 47.938.970/0001-04
Rua Nicolau Pagung, 573, Cocal, Santa Leopoldina -ES

2. REFERÊNCIAS TÉCNICAS

Foram adotados como referência os critérios da série ABNT NBR 5419:2026 – Proteção contra descargas atmosféricas, especialmente as Partes 1, 2, 3 e 4. Para o NP III, a ABNT NBR 5419-3:2026 estabelece raio máximo da esfera rolante de 45 m e módulo máximo de malha de captação de 15 m × 15 m.

Para a análise de risco, foi adotado NG = 10 descargas/km²·ano para Venda Nova do Imigrante/ES, conforme tabela municipal do Anexo F da ABNT NBR 5419-2:2026.

3. CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO

O SPDA foi concebido como sistema externo não isolado, NP III, combinando captação artificial e integração/equipotencialização dos elementos metálicos da cobertura. O subsistema de captação possui quatro captores tipo Franklin com 6,00 m de altura acima da cobertura, complementados por minicaptores periféricos de 0,60 m.

O subsistema de descidas possui 22 descidas identificadas em projeto como D01 a D22. As descidas adicionais são executadas em barra chata com seção nominal de 70 mm², devendo o material, espessura, conexões e compatibilidade eletroquímica ser confirmados no detalhamento executivo.

A distribuição das descidas não é uniforme em razão da arquitetura. Existe trecho de grande vão, da ordem de 60 m, no qual não é possível instalar descidas intermediárias. Essa condição está explicitamente indicada no projeto e é tratada por continuidade dos condutores/elementos metálicos horizontais, interligações equipotenciais e descidas nas regiões adjacentes.

O fechamento metálico lateral da platibanda possui aproximadamente 5,00 m de altura e sua região inferior situa-se aproximadamente a 7,00 m do piso acabado. Esse elemento será utilizado como interligação/equipotencialização intermediária, sendo necessário a comprovação da sua continuidade elétrica e sua conexão adequada às descidas.

O aterramento é constituído por condutor perimetral de cobre nu de 50 mm² e hastes de aterramento distribuídas aproximadamente a cada 10 m, conforme planta.

4. ANÁLISE DE RISCO – PERDA DE VIDA HUMANA (R1)

4.1 Área de exposição equivalente da estrutura

Para a estrutura retangular isolada, foi utilizada a expressão geométrica de área de exposição equivalente:

$$AD = L \times W + 6 \times H \times (L + W) + 9 \times \pi \times H^2$$

$$AD = 130 \times 48 + 6 \times 12 \times (130 + 48) + 9 \times \pi \times 12^2$$

$$AD \approx 23.127{,}5\ m^2$$

Para estrutura isolada foi adotado fator de localização CD = 1,0.

E-mail: alphaengenharia79@gmail.com, (27)99522-5897
CNPJ: 47.938.970/0001-04
Rua Nicolau Pagung, 573, Cocal, Santa Leopoldina -ES

4.2 Número anual esperado de descargas diretas

$$ND = NG \times AD \times CD \times 10^{-6}$$

$$ND = 10 \times 23.127{,}5 \times 1{,}0 \times 10^{-6}$$

$$ND \approx 0{,}2313 \text{ ano}^{-1}$$

O valor corresponde, estatisticamente, a aproximadamente uma descarga direta na área equivalente a cada 4,3 anos. Trata-se de indicador probabilístico, não de periodicidade determinística.

4.3 Ocupação

$$tz / 8.760 = 144 / 8.760 = 0{,}01644$$

A ocupação anual considerada corresponde a aproximadamente 1,64% das horas do ano. A lotação máxima informada é de 7.000 pessoas. Foi adotado fator de perigo especial hz = 10 para evento com grande concentração de pessoas.

4.4 Parâmetros conservadores utilizados

Parâmetro	**Valor adotado**
Risco tolerável para R1 (RT)	$1{,}0 \times 10^{-5}$ /ano
Probabilidade associada ao SPDA NP III (PB)	0,10
Fator de perigo especial (hz)	10
Perda típica por danos físicos em entreten-imento público (LF)	$5{,}0 \times 10^{-2}$
Perda típica por choque elétrico (LT)	$1{,}0 \times 10^{-2}$
Fator de risco de incêndio adotado (rf)	$1{,}0 \times 10^{-2}$ – hipótese conservadora de risco normal
Fator de proteção contra incêndio adotado (rp)	0,5 – considerando medidas de combate; hipótese conservadora
Fator de ocupação temporal	0,01644

4.5 Componente RA – choque devido a descarga na estrutura

Para uma verificação conservadora, foi mantida a hipótese de piso com fator rt = 10^{-2} e não foram apropriadas reduções adicionais decorrentes de condições especiais de equipotencialização.

$$LA = rt \times LT \times (tz/8.760)$$

$$LA = 10^{-2} \times 10^{-2} \times 0{,}01644 = 1{,}644 \times 10^{-6}$$

$$RA = ND \times PA \times LA$$

E-mail: alphaengenharia79@gmail.com, (27)99522-5897
CNPJ: 47.938.970/0001-04
Rua Nicolau Pagung, 573, Cocal, Santa Leopoldina -ES

$$RA = 0{,}2313 \times 0{,}10 \times 1{,}644 \times 10^{-6} \approx 3{,}80 \times 10^{-8}$$

4.6 Componente RB – danos físicos por descarga na estrutura

$$LB = rp \times rf \times hz \times LF \times (tz/8.760)$$

$$LB = 0{,}5 \times 10^{-2} \times 10 \times 5{\times}10^{-2} \times 0{,}01644$$

$$LB \approx 4{,}11 \times 10^{-5}$$

$$RB = ND \times PB \times LB$$

$$RB = 0{,}2313 \times 0{,}10 \times 4{,}11{\times}10^{-5} \approx 9{,}50 \times 10^{-7}$$

4.7 Linha de alimentação elétrica

A alimentação é subterrânea e possui aproximadamente 10 m de trecho externo. Não foi considerada linha externa de telecomunicações. Para a verificação simplificada da linha de energia foi adotada área equivalente AL = 40 × LL e fator CI = 0,5 para linha enterrada.

$$AL = 40 \times 10 = 400\ m^2$$

$$NL = NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$$

$$NL = 10 \times 400 \times 0{,}5 \times 1 \times 1 \times 10^{-6} = 2{,}00 \times 10^{-3}\ ano^{-1}$$

Foi considerada a existência de DPS na entrada. Para que os fatores de redução associados ao DPS sejam formalmente apropriados no cálculo definitivo, o dispositivo deve ser confirmado como adequado à ligação equipotencial de entrada e coordenado com o NP III.

4.8 Componentes RU e RV – linha elétrica

$$RU \approx 1{,}64 \times 10^{-10}$$

$$RV \approx 4{,}11 \times 10^{-9}$$

Os valores são pequenos devido ao reduzido comprimento externo da alimentação subterrânea e à existência de proteção contra surtos.

4.9 Resultado consolidado

$$R1 = RA + RB + RU + RV$$

$$R1 \approx 3{,}80{\times}10^{-8} + 9{,}50{\times}10^{-7} + 1{,}64{\times}10^{-10} + 4{,}11{\times}10^{-9}$$

$$R1 \approx 9{,}93 \times 10^{-7}$$

$$RT = 1{,}00 \times 10^{-5}$$

$$R1 / RT \approx 0{,}099$$

RESULTADO: R1 < RT. Para as hipóteses adotadas, o risco calculado é aproximadamente dez vezes inferior ao risco tolerável, sendo compatível com a adoção do SPDA NP III.

E-mail: alphaengenharia79@gmail.com, (27)99522-5897
CNPJ: 47.938.970/0001-04
Rua Nicolau Pagung, 573, Cocal, Santa Leopoldina -ES

5. MEMORIAL DE CÁLCULO DO SUBSISTEMA DE CAPTAÇÃO

5.1 Critérios do NP III

Parâmetro	Valor adotado
Raio da esfera rolante	45 m
Módulo máximo de malha de captação	15 m × 15 m
Captores Franklin	4 unidades
Altura dos Franklin acima da cobertura	6,00 m
Minicaptores periféricos	0,60 m

5.2 Verificação simplificada dos captores Franklin

Para um captor com altura h acima de um plano horizontal e esfera de raio R, a projeção horizontal na seção vertical pode ser estimada por:

$$x = \sqrt{(2Rh - h^2)}$$

$$xF = \sqrt{(2\times45\times6 - 6^2)} = \sqrt{504} \approx 22{,}45 \text{ m}$$

Com espaçamento longitudinal aproximado de 30 m entre os quatro Franklins, existe sobreposição na seção longitudinal, pois 2 × 22,45 = 44,90 m > 30 m.

5.3 Verificação simplificada dos minicaptores de 0,60 m

$$xm = \sqrt{(2\times45\times0{,}60 - 0{,}60^2)}$$

$$xm \approx 7{,}32 \text{ m}$$

Essa verificação é apenas uma leitura bidimensional auxiliar. A comprovação final pelo método da esfera rolante deve ser feita considerando a geometria tridimensional da cobertura, todos os captores, beirais, saliências e níveis de referência.

A telha metálica é um componente natural capaz de receber impacto direto; os minicaptores foram projetos para auxiliar no possível impacto direto diminuindo a necessidade de manutenção de reparo na cobertura, sendo assim a telha deve ser equipotencializada junto ao sistema de captação.

6. SUBSISTEMA DE DESCIDAS

O projeto possui 22 descidas, identificadas D01 a D22. A distribuição é propositalmente não uniforme em razão das condicionantes arquitetônicas. Há um grande vão no qual não é possível instalar descida intermediária.

Para NP III, o espaçamento de referência das descidas deve ser verificado conforme a ABNT NBR 5419-3:2026. No presente caso, a existência do grande vão exige tratamento específico na: a impossibilidade arquitetônica deixou um espaçamento de 60 m entre duas descidas, Portanto devem ser garantidos caminhos horizontais contínuos e de baixa impedância até as descidas adjacentes, integração com a estrutura metálica efetivamente equipotencializada e conexão ao anel intermediário. A utilização de

E-mail: alphaengenharia79@gmail.com, (27)99522-5897
CNPJ: 47.938.970/0001-04
Rua Nicolau Pagung, 573, Cocal, Santa Leopoldina -ES

qualquer elemento estrutural como componente natural de descida somente poderá ser contabilizada após comprovação de continuidade elétrica e atendimento aos requisitos aplicáveis.

As descidas D20, D21 e D17, que atendem regiões mais internas/longitudinais da cobertura conforme a planta, devem ser mantidas como caminhos relevantes de condução. A D22, próxima à região crítica do grande vão, também deve ser mantida e possuir conexão robusta com os elementos horizontais e o aterramento.

7. INTERLIGAÇÃO INTERMEDIÁRIA NA PLATIBANDA

O fechamento lateral metálico da platibanda possui aproximadamente 5 m de altura e será utilizado como elemento de interligação intermediária, com sua cota inferior aproximadamente a +7,00 m em relação ao piso acabado. A cobertura encontra-se aproximadamente a +12,00 m.

A utilização desse elemento é favorável à equipotencialização e à divisão de correntes entre as descidas, especialmente nas regiões com distribuição irregular. Deve ser comprovada a continuidade elétrica das chapas/perfis, juntas e conexões, evitando-se depender de contatos mecânicos ocasionais ou revestimentos que interrompam a continuidade.

8. SUBSISTEMA DE ATERRAMENTO

O aterramento será executado em anel perimetral, com cabo de cobre nu de 50 mm², interligando todas as descidas. A planta indica hastes de aterramento aproximadamente a cada 10 m ao longo do perímetro.

Todas as descidas D01 a D22 devem ser conectadas ao mesmo sistema de aterramento e equipotencialização. Devem ser previstas conexões inspecionáveis quando aplicável, proteção mecânica nos trechos sujeitos a danos e compatibilidade entre materiais para evitar corrosão galvânica.

9. PROTEÇÃO INTERNA E EQUIPOTENCIALIZAÇÃO

A alimentação elétrica é subterrânea e o projeto informa a existência de DPS. Deve ser adotada coordenação de DPS conforme o conceito de zonas de proteção contra raios e as características do sistema elétrico. O DPS de entrada deve ser compatível com a corrente de descarga esperada e com o NP III quando utilizado como medida de redução de risco.

Partes metálicas acessíveis, estrutura metálica, massas elétricas, tubulações metálicas e demais sistemas condutivos que possam introduzir diferenças perigosas de potencial devem ser avaliados para ligação equipotencial, observando-se também as distâncias de segurança aplicáveis.

10. PARTICULARIDADE ARQUITETÔNICA – GRANDE VÃO SEM DESCIDA

O pavilhão possui trecho de grande vão, aproximadamente 60 m, no qual a arquitetura impede a instalação de descidas intermediárias. Essa condição é uma restrição real do empreendimento.

A solução técnica adotada é a inclusão de descidas nas regiões extremas/adjacentes da edificação, como postes de iluminação , aterrados e ligados a malha, continuidade elétrica dos elementos horizontais de captação e interligação; integração com o anel intermediário a aproximadamente 7 m; equipotencialização da estrutura metálica; aterramento perimetral contínuo; e verificação das distâncias de segurança e tensões de toque/passo nas áreas acessíveis.

E-mail: alphaengenharia79@gmail.com, (27)99522-5897
CNPJ: 47.938.970/0001-04
Rua Nicolau Pagung, 573, Cocal, Santa Leopoldina -ES

A simples existência de hastes de aterramento a cada 10 m não compensa a ausência de descidas no vão, pois as hastes atuam após a corrente alcançar o subsistema de aterramento.

11. PLANTAS DE REFERÊNCIA

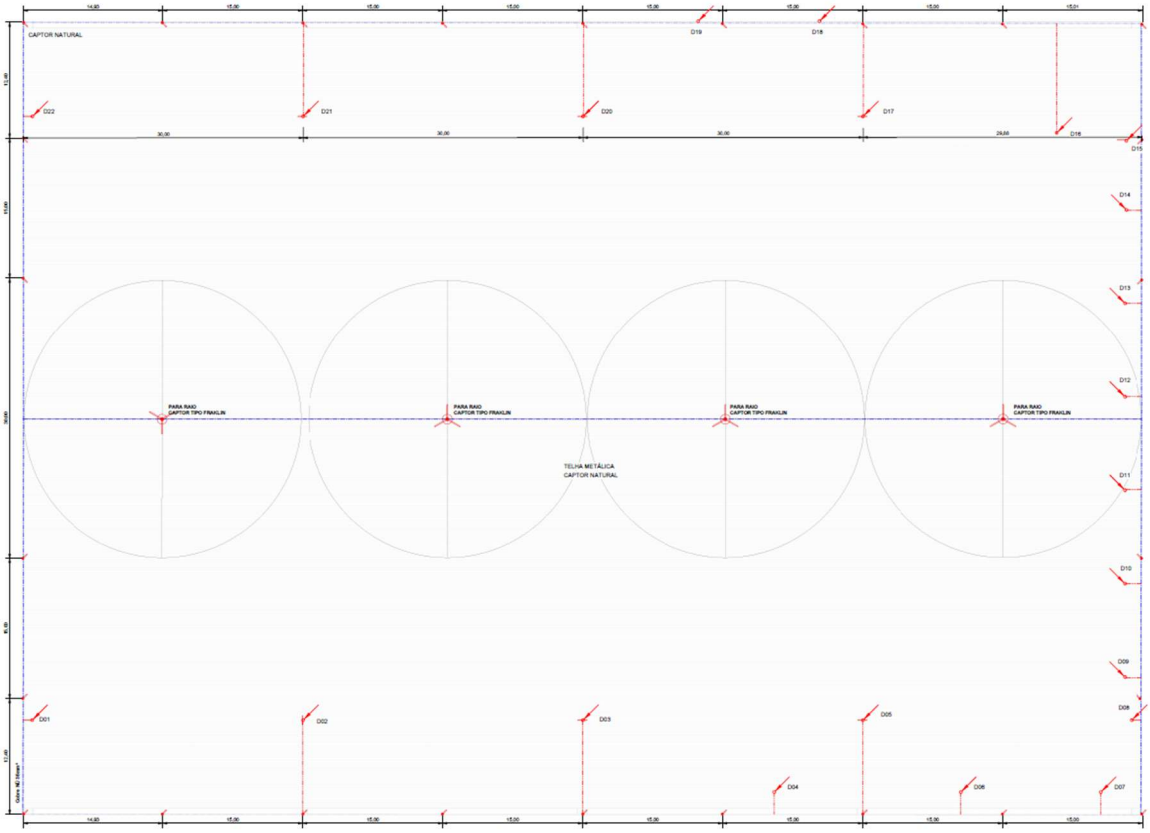


Figura 1 – Planta de cobertura e distribuição dos captores/descidas.

E-mail: alphaengenharia79@gmail.com, (27)99522-5897
CNPJ: 47.938.970/0001-04
Rua Nicolau Pagung, 573, Cocal, Santa Leopoldina -ES

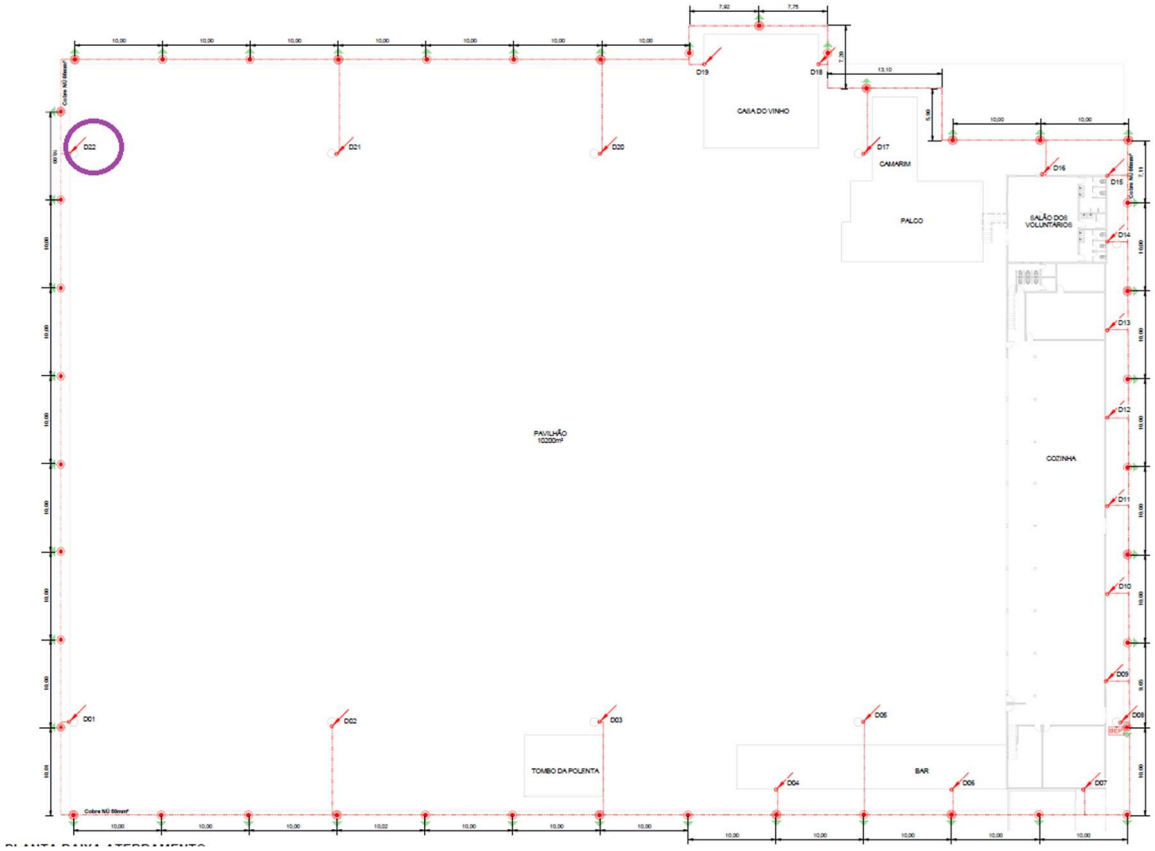


Figura 2 – Planta de aterramento, com hastes distribuídas aproximadamente a cada 10 m.

12. CONCLUSÃO

Com base nas informações fornecidas e nas hipóteses explicitadas neste memorial, a análise de risco para perda de vida humana resultou em $R1 \approx 9{,}93 \times 10^{-7}$, inferior ao risco tolerável $RT = 1{,}00 \times 10^{-5}$. Assim, a adoção de SPDA Nível de Proteção III é compatível com a análise apresentada.

O projeto externo é composto por quatro captores Franklin de 6 m, minicaptores periféricos de 0,60 m, 22 descidas D01 a D22, interligação metálica intermediária aproximadamente a 7 m e aterramento em anel com cobre nu de 50 mm² e hastes aproximadamente a cada 10 m.

A principal condicionante executiva é o grande vão sem possibilidade de descidas intermediárias. Essa situação requer atenção específica na continuidade dos caminhos horizontais, equipotencialização e verificação das distâncias de segurança.

E-mail: alphaengenharia79@gmail.com, (27)99522-5897
CNPJ: 47.938.970/0001-04
Rua Nicolau Pagung, 573, Cocal, Santa Leopoldina -ES

13. QUADRO-RESUMO

Parâmetro	Valor adotado
Nível de proteção	NP III
NG – Venda Nova do Imigrante/ES	10 descargas/km²·ano
R1 calculado	≈ $9{,}93 \times 10^{-7}$
RT	$1{,}00 \times 10^{-5}$
Situação da análise de risco	R1 < RT – atende nas hipóteses adotadas
Esfera rolante NP III	45 m
Malha máxima NP III	15 × 15 m
Franklin	4 × 6,00 m
Minicaptores	0,60 m
Descidas	22 (D01 a D22)
Barra chata das descidas adicionais	70 mm²
Interligação intermediária	aprox. +7,00 m
Aterramento	anel em Cu nu 50 mm²
Hastes	aprox. a cada 10 m
Alimentação	subterrânea, aprox. 10 m
DPS / incêndio	DPS, hidrantes e alarme

HENRIQUE T. MELIM
ENGENHEIRO ELETRICISTA
CREA- ES 0050664/D

E-mail: alphaengenharia79@gmail.com, (27)99522-5897
CNPJ: 47.938.970/0001-04
Rua Nicolau Pagung, 573, Cocal, Santa Leopoldina -ES