

Revisão	Modificação	Data	Autor	Aprovo
00	Emissão Inicial	14/02/2025	Andrei G. Korquevicz	JK
01	Revisão projeto executivo	21/05/2025	Andrei G. Korquevicz	JK
02	Alteração para SPDA estrutural classe IV	22/08/2025	Andrei G. Korquevicz	JK
03	Atualização conforme parecer do dia 05/09/2025	10/09/2025	Andrei G. Korquevicz	JK



STCP ENGENHARIA DE PROJETOS LTDA.

CONSULTORIA
ENGENHARIA
GERENCIAMENTO

Coordenadora do Projeto	CREA	UF	Autor do Projeto	CREA	UF	Corresponsável	CREA/CAU	UF
Juliana C. Kreische	54.602/D	PR	Andrei Korquevicz	92.905/D	PR			



GOVERNO DO ESTADO
DO ESPÍRITO SANTO

Secretária de Estado da Educação – SEDU

LOCAL
**RECONSTRUÇÃO DA EEEFM
DESEMBARGADOR CARLOS XAVIER PAES
BARRETO**

ESCALA	DATA	DESENHISTA	ESPECIALIDADE / SUBESPECIALIDADE
-	SETEMBRO / 2025	RENATO B. GODOI	SPDA – SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

GESTOR DO CONTRATO	RUBRICA	TIPO / ESPECIFICAÇÃO DO DOCUMENTO
		MEMORIAL DESCRITIVO

FISCAL DO CONTRATO	RUBRICA	TIPO DE OBRA	ETAPA
		CONSTRUÇÃO	PROJETO EXECUTIVO

TERMO DE CONTRATO Nº	ART Nº	CODIFICAÇÃO
016/2021	1720251856627	08GES0120-MD-SPDA-PE-001

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	4
2. SIMBOLOGIA	4
3. NORMAS E ESPECIFICAÇÕES	4
4. MEMORIAL DESCRITIVO – SPDA	5
4.1.ESCOLHA DO SISTEMA	5
4.2.EDIFICAÇÃO	6
4.2.1. SUBSISTEMA DE CAPTAÇÃO	6
4.2.2. SUBSISTEMA DE DESCIDA	7
4.2.3. SUBSISTEMA DE ATERRAMENTO	8
4.3.EQUALIZAÇÃO DO POTENCIAL	8
4.4.CORROSÃO ELETROLÍTICA	8
4.5.MEDIÇÃO	8
4.6.INSPEÇÃO, MANUTENÇÃO E DOCUMENTAÇÃO DO SPDA	9
4.6.1. INSPEÇÕES	9
4.6.2. MANUTENÇÃO	10
4.6.3. DOCUMENTAÇÃO	10
4.7.AS BUILT	11
4.8.LAUDO TÉCNICO	11
5. MEMORIAL DE CÁLCULO - SPDA	12
5.1.VERIFICAÇÃO DA NECESSIDADE DO SPDA	12
5.1.1. PARÂMETROS DA EDIFICAÇÃO	12
5.1.2. DANOS E PERDAS	12
5.1.2.1. FONTE DOS DANOS	12
5.1.2.2. TIPOS DE DANOS	13
5.1.2.3. TIPOS DE PERDAS	13
5.1.3. RISCO E COMPONENTES DE RISCO	13
5.1.3.1. RISCOS	13
5.1.3.2. RISCO TOLERÁVEL	14
5.2.ANÁLISE DE RISCO	14
5.2.1. ANÁLISE DE RISCO ESCOLA	15
5.2.2. DECISÃO DA NECESSIDADE DE PROTEÇÃO ESCOLA	17



5.2.2.1.	SEM INSTALAÇÃO DE SPDA	17
5.2.2.2.	COM INSTALAÇÃO DE SPDA CLASSE IV	17
5.2.2.3.	RESULTADO DAS ANÁLISES PARA A ESCOLA	18
5.2.3.	ANÁLISE DE RISCO DO AUDITÓRIO DA ESCOLA	18
5.2.4.	DECISÃO DA NECESSIDADE DE PROTEÇÃO DO AUDITÓRIO	20
5.2.4.1.	SEM INSTALAÇÃO DE SPDA	20
5.2.4.2.	COM INSTALAÇÃO DE SPDA CLASSE IV	21
5.2.4.3.	RESULTADO DAS ANÁLISES PARA O AUDITÓRIO	21
5.2.5.	CÁLCULO DA MALHA DE CAPTAÇÃO E DAS DESCIDAS	22
6.	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – SPDA	25
6.1.	CABO DE COBRE NÚ	25
6.2.	MINICAPTOR AÉREO	25
6.3.	BARRA CHATA DE ALUMÍNIO	25
6.4.	VERGALHÃO RE-BAR	26
6.5.	CONECTOR MINIGAR	27
6.6.	CONECTOR ATERRINSERT	27
6.7.	ELETRODUTO	28
6.8.	CAIXA DE INSPEÇÃO	28
6.9.	HASTE	29
6.10.	SOLDA	29
6.11.	ABERTURA MECÂNICA DE VALAS	30
6.12.	FECHAMENTO MECÂNICO DE VALAS	31
6.13.	LAUDO DE MEDIÇÃO DA MALHA DE ATERRAMENTO	31



A STCP Engenharia de Projetos Ltda. apresenta a SEDU - Secretaria de Educação do Estado do Espírito Santo, o Memorial Descritivo de SPDA, do Projeto Executivo para construção da Escola Estadual Xavier Paes Barreto e auditório, usando como base as informações obtidas nas visitas técnicas, nas necessidades do cliente, nas soluções mais vantajosas e na viabilidade econômica do projeto.

A área de implantação da edificação está localizada na Av. Leitão da Silva, nº 500, Vitória/ES.

ABNT - Associação Brasileira de Norma Técnicas
NBR - Normas Técnicas Brasileiras
PVC - Policloreto de Vinila
DPS - Dispositivo de Proteção Contra Surtos
SPDA - Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas

Os critérios gerais apresentados estão baseados em documentos e Normas Técnicas descritas abaixo:

- NBR-14039 Instalações Elétricas de Média Tensão de 1,0kV a 36,2kV - ABNT
- NBR-5410 Instalações Elétricas de Baixa Tensão - ABNT
- NBR-5419 Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas – ABNT
- NR 10 Segurança em instalações e serviços em eletricidade
- MANUAL DE PREMISSAS BÁSICAS PARA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS DA DISCIPLINA DE ELÉTRICA - Secretaria Estadual da Educação – SEDU



4. MEMORIAL DESCRITIVO – SPDA

É escopo do projeto a instalação de sistema SPDA na edificação, com fornecimento, instalação, testes e relatório do Sistema de SPDA, além de toda infraestrutura para perfeito funcionamento do sistema dentro das normas aplicáveis.

O sistema de SPDA será do tipo convencional e pelo método da esfera rolante, será composto de sistema de captação, descida e aterramento.

Considerando a Análise de Risco da escola e auditório, verificou-se ser necessária a instalação de Sistema de SPDA, pois os riscos calculados foram maiores do que estipulado em norma.

Para a edificação do auditório, será utilizado o mesmo sistema e padrão da escola.

4.1. ESCOLHA DO SISTEMA

Os sistemas de SPDA serão projetados da seguinte maneira:

ESTRUTURAL: é a instalação que utiliza a própria estrutura da edificação (armaduras, perfis metálicos, colunas ou coberturas metálicas) como parte integrante do sistema de proteção contra descargas atmosféricas, desde que devidamente verificada sua eficácia elétrica e mecânica conforme a NBR 5419:2015, garantindo funcionalidade e redução de custos, além de aspectos estéticos mais atraentes.

Neste projeto optou-se por utilizar as ferragens das colunas e fundações, respectivamente, para as descidas e aterramento e a instalação de mini-captadores e captadores Franklin na cobertura para a captação.

Considerando a Análise de Risco da edificação, ver item 5.2, foi adotado o nível de proteção IV.

A proteção de equipamentos eletroeletrônicos dar-se-á através de sistema coordenado de DPS previstos nos quadros elétricos.



4.2. EDIFICAÇÃO

Por se tratar de um edifício com uma extensão considerável, será utilizado para o sistema de proteção contra descargas atmosféricas o método da Gaiola de Faraday para o sistema de captação e para o sistema de descida.

4.2.1. SUBSISTEMA DE CAPTAÇÃO

A captação será constituída pelo método das Malhas através do captor Franklin de 3 metros e de minicaptadores de inserção aéreos de 60cm instalados nas extremidades do telhado e beirais e interligados com barra chata de alumínio de 70mm².

Essa barra será fixada por aderibase (suporte fixador colável em alumínio com tela inox colado no telhado), para ser evitado ao máximo realizar furos nas coberturas;

De acordo com a Tabela 2 da ABNT NBR 5419-3:2015, para a Classe IV de SPDA, o máximo afastamento dos condutores da malha será de 20x20 metros.

Deverá ser observada com atenção a continuidade elétrica entre toda a instalação da cobertura.

Todas as partes metálicas tais como escadas, caixilhos de tampas, etc., deverão ser ligadas ao sistema.

Todo o sistema de captação deverá estar interligado formando um sistema único e contínuo.

A conexão do subsistema de captação com os descidas serão realizadas por conectores Aterrinert.

A cobertura será em telha termoacústica tipo telha/telha TR40 em aço galvanizado, espessura 0,5 mm e núcleo em poliisocianurato (PIR) injetado esp. 30 mm. Conforme a Tabela 3 da norma 5419 parte III, a espessura mínima para prevenir perfurações é 4 mm e como uma perfuração nessa telha somente será notada quando a infiltração estiver avançada optou por não utilizar as telhas como captor natural.



Classe do SPDA	Material	Espessura ^a <i>t</i> mm	Espessura ^b <i>t'</i> mm
I a IV	Chumbo	–	2,0
	Aço (inoxidável, galvanizado a quente)	4	0,5
	Titânio	4	0,5
	Cobre	5	0,5
	Alumínio	7	0,65
	Zinco	–	0,7
^a <i>t</i> previne perfuração, pontos quentes ou ignição. ^b <i>t'</i> somente para chapas metálicas, se não for importante prevenir a perfuração, pontos quentes ou problemas com ignição.			

Tabela 1 - Espessura mínima de chapas metálicas ou tubulações metálicas em sistemas de captação.

Fonte NBR 5419-3:2015

4.2.2. SUBSISTEMA DE DESCIDA

As descidas serão através de barras rebar inseridas no interior das colunas e devidamente interligadas às ferragens, conforme detalhes construtivos existente nas pranchas. As descidas serão conectadas às ferragens da fundação.

As descidas da malha captação para a malha de aterramento deverão ser executadas com distância máxima de 20m, podendo ultrapassar no máximo 20% desse valor.

Para as descidas onde houver pilares metálicos os mesmos deverão ser utilizados como condutores naturais até a malha de aterramento.

Durante e após a implantação do sistema, devem ser efetuadas a inspeção visual, verificação de continuidade, e todo o sistema deve estar conectado entre si e ao sistema de proteção contra descargas atmosféricas, de forma a garantir continuidade elétrica e o escoamento de uma possível descarga elétrica para o solo, assegurando a dispersão da corrente de descarga atmosférica sem causar sobretensões perigosas.



4.2.3. SUBSISTEMA DE ATERRAMENTO

O aterramento será realizado pelas estacas metálicas e pelas ferragens das vigas baldrames. A conexão entre as barras rebar e as ferragens serão realizadas por clips embutidos nas sapatas.

O aterramento da edificação deverá ser interligado com as instalações elétricas internas da edificação, através do BEP.

Está previsto a instalação de uma caixa de inspeção e medição do aterramento, conforme indicado nas pranchas.

4.3. EQUALIZAÇÃO DO POTENCIAL

Deverão ser interligadas as partes metálicas não energizadas das instalações elétricas e das demais, como, escadas, partes metálicas, etc.

4.4. CORROSÃO ELETROLÍTICA

A união de materiais diferentes (cobre, aço e alumínio) em qualquer combinação (cobre/aço, aço/alumínio) proporciona condição favorável para o aparecimento da corrosão eletrolítica através do par galvânico formado. Nesses casos, devem ser utilizados conectores bimetálicos ou um dos materiais deve ser recoberto por uma camada de estanho, desta forma, evitando a corrosão eletrolítica.

4.5. MEDIÇÃO

O instrumento adequado para medir a continuidade deve injetar corrente elétrica entre 1 A e 10 A, com frequência diferente de 60 Hz e seus múltiplos, entre os pontos extremos da armadura sob ensaio, sendo capaz de, ao mesmo tempo em que injeta essa corrente, medir a queda de tensão entre esses pontos. A resistência ôhmica obtida na verificação da continuidade é calculada dividindo-se a tensão medida pela corrente injetada.

Considerando que o afastamento dos pontos onde se faz a injeção de corrente pode ser de várias dezenas de metros, o sistema de medida deve utilizar a configuração de quatro fios,



sendo dois para corrente e dois para potencial, evitando assim o erro provocado pela resistência própria dos cabos de ensaio e de seus respectivos contatos.

Não é admissível a utilização de multímetro convencional na função de ohmímetro, pois a corrente que este instrumento injeta no circuito é insuficiente para obter resultados estáveis e confiáveis.

4.6. INSPEÇÃO, MANUTENÇÃO E DOCUMENTAÇÃO DO SPDA

A eficácia de qualquer SPDA depende da sua instalação, manutenção e métodos de ensaio utilizados. Inspeções, ensaios e manutenção não podem ser realizados durante a ameaça de tempestades.

4.6.1. INSPEÇÕES

O objetivo das inspeções é assegurar que:

- O SPDA está de acordo com projeto baseado nesta Norma;
- Todos os componentes do SPDA estão em boas condições e são capazes de cumprir suas funções; que não apresentem corrosão, e atendam às suas respectivas Normas;
- Qualquer nova construção ou reforma que altere as condições iniciais previstas em projeto além de novas tubulações metálicas, linhas de energia e sinal que adentrem a estrutura estão incorporadas ao SPDA externo e interno.

ORDEM DAS INSPEÇÕES

Inspeções devem ser feitas como a seguir:

- Após a instalação do SPDA, no momento da emissão do documento “as built”;
- Após alterações ou reparos, ou quando houver suspeita de que a estrutura foi atingida por uma descarga atmosférica;
- Inspeção visual semestral apontando eventuais pontos deteriorados no sistema;



- Periodicamente, realizada por profissional habilitado e capacitado a exercer esta atividade, com emissão de documentação pertinente, em intervalos determinados, assim relacionados:
 - Um ano, para estruturas contendo munição ou explosivos, ou em locais expostos à corrosão atmosférica severa (regiões litorâneas, ambientes industriais com atmosfera agressiva etc.), ou ainda estruturas pertencentes a fornecedores de serviços considerados essenciais (energia, água, telecomunicações etc.);
 - Três anos, para as demais estruturas.

Durante as inspeções periódicas, é particularmente importante checar os seguintes itens:

- Deterioração e corrosão dos captadores, condutores de descida e conexões;
- Condição das equipotencializações;
- Corrosão dos eletrodos de aterramento;
- Verificação da integridade física dos condutores do eletrodo de aterramento para os subsistemas de aterramento não naturais.

Na medição de continuidade elétrica, é desejável a utilização de equipamentos que tenham sua construção baseada em esquemas a quatro fios (dois para injeção de corrente e dois para medir a diferença de potencial), tipo ponte, por exemplo, micro-ohmímetros. Não podem ser utilizados multímetros na função de ohmímetro.

4.6.2. MANUTENÇÃO

A regularidade das inspeções é condição fundamental para a confiabilidade de um SPDA. O responsável pela estrutura deve ser informado de todas as irregularidades observadas por meio de relatório técnico emitido após cada inspeção periódica. Cabe ao profissional emitente da documentação recomendar, baseado nos danos encontrados, o prazo de manutenção no sistema, que pode variar desde “imediato” a “item de manutenção preventiva”.

4.6.3. DOCUMENTAÇÃO



A seguinte documentação técnica deve ser mantida no local, ou em poder dos responsáveis pela manutenção do SPDA:

- Verificação da necessidade do SPDA (externo e interno), além da seleção do respectivo nível de proteção para a estrutura, por meio de um relatório de uma análise de risco;
- Desenhos em escala mostrando as dimensões, os materiais e as posições de todos os componentes do SPDA externo e interno;
- Quando aplicável, os dados sobre a natureza e a resistividade do solo; constando detalhes relativos à estratificação do solo, ou seja, o número de camadas, a espessura e o valor da resistividade de cada uma;
- Registro de ensaios realizados no eletrodo de aterramento e outras medidas tomadas em relação à prevenção contra as tensões de toque e passo. Verificação da integridade física do eletrodo (continuidade elétrica dos condutores) e se o emprego de medidas adicionais no local foi necessário para mitigar tais fenômenos (acréscimo de materiais isolantes, afastamento do local etc.), descrevendo-o.

4.7. AS BUILT

A contratada deverá entregar à Fiscalização, na data do recebimento provisório da obra o projeto “AS-BUILT” detalhado das instalações executadas, alterando e complementando as informações contidas no projeto original.

4.8. LAUDO TÉCNICO

A contratada deverá entregar à Fiscalização, ao fim da instalação do sistema de SPDA, laudo técnico com os detalhes do sistema e com a medição da resistência do sistema.



5. MEMORIAL DE CÁLCULO - SPDA

Este memorial foi elaborado para determinar a necessidade de as edificações serem protegidas contra descargas atmosféricas. Para se avaliar quando uma proteção contra descargas atmosféricas é necessária ou não, deve ser feita uma avaliação dos riscos de acordo com os procedimentos contidos na ABNT NBR 5419-2/2015. Devem ser levados em conta os riscos relacionados a perdas ou danos permanentes em vidas humanas, risco de perdas de serviços ao público, risco de perdas do patrimônio cultural e risco de perdas de valor econômico.

5.1. VERIFICAÇÃO DA NECESSIDADE DO SPDA

5.1.1. PARÂMETROS DA EDIFICAÇÃO

- Cidade: Vitória/ES

Prédio	L - Largura	W - Comprimento	H - Altura
ESCOLA	21 metros	83 metros	12,50 metros
AUDITÓRIO	22 metros	45 metros	10,40 metros

Tabela 1 - Parâmetros das Edificações

5.1.2. DANOS E PERDAS

5.1.2.1. FONTE DOS DANOS

A corrente da descarga atmosférica é a principal fonte de dano. As seguintes fontes são distintas pelo ponto de impacto:

- Descargas atmosféricas na estrutura;
- Descargas atmosféricas perto da estrutura;
- Descargas atmosféricas na linha;
- Descargas atmosféricas perto da linha.



5.1.2.2. TIPOS DE DANOS

A descarga atmosférica pode causar danos dependendo das características da estrutura a ser protegida. Algumas características mais importantes são: tipo de construção, conteúdos e aplicações, tipo de serviço e medidas de proteção existentes.

Para aplicações práticas desta análise de risco, é usual distinguir entre três tipos básicos de danos os quais aparecem como consequência das descargas atmosféricas. Eles são os seguintes:

- Ferimentos aos seres vivos por choque elétrico;
- Danos físicos;
- Falhas de sistemas eletroeletrônicos.

Os danos a uma estrutura devido às descargas atmosféricas podem ser limitados a uma parte da estrutura ou pode se estender a estrutura inteira. Podem envolver também as estruturas ao redor ou o meio ambiente.

5.1.2.3. TIPOS DE PERDAS

Cada tipo de dano, sozinho ou em combinação com outros, pode produzir diferentes perdas consequentes em uma estrutura a ser protegida. O tipo de perda pode acontecer dependendo das características da própria estrutura e do seu conteúdo. Os seguintes tipos de perdas devem ser levados em consideração:

- Perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes);
- Perda de serviço ao público;
- Perda de patrimônio cultural;
- Perda de valores econômicos (estrutura, conteúdo, e perdas de atividades).

5.1.3. RISCO E COMPONENTES DE RISCO

5.1.3.1. RISCOS

O risco, R , é um valor relativo a uma provável perda anual média. Para cada tipo de perda que pode aparecer na estrutura, o risco resultante deve ser avaliado.



Os riscos a serem avaliados em uma estrutura devem ser como a seguir:

- R_1 - risco de perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes);
- R_2 - risco de perda de serviço ao público;
- R_3 - risco de perda de patrimônio cultural;
- R_4 - risco de perda de valores econômicos.

Cada risco, R , é a soma dos seus componentes de risco. Ao calcular um risco, os componentes de risco podem ser agrupados de acordo com as fontes de danos e os tipos de danos.

Para este projeto serão considerados os tipos de perda R_1 e R_2 . O tipo de perda R_2 , segundo a NBR 5419, não seria necessário porque somente podem ser considerados serviços ao público os suprimentos de água, gás, energia e sinais de TV e telecomunicações. Ainda assim, optou-se pela avaliação do Risco R_2 para uma maior segurança da edificação. Os tipos de perdas R_3 e R_4 não se enquadram no projeto.

5.1.3.2. RISCO TOLERÁVEL

Valores representativos de risco tolerável R_T , onde as descargas atmosféricas envolvem perdas de vida humana ou perdas de valores sociais ou culturais, são fornecidos conforme Tabela 4 da ABNT NBR 5419-2:2015.

TIPO DE PERDA		DESCRIÇÃO
L1	Perda de vida humana ou ferimentos permanentes	10^{-5}
L2	Perda de serviço ao público	10^{-3}

Tabela 2 - Valores de Risco Tolerável

5.2. ANÁLISE DE RISCO

Nas tabelas abaixo podem ser vistas as análises de risco de descargas atmosféricas para o caso de não instalação de Sistema de SPDA e para o caso após a instalação do Sistema de SPDA proposto em projeto. Estas tabelas foram elaboradas através do Software Tupã - SPDA, versão 2019.

HASH: c0db249e349dc88d8832971f75735bbd11c2c8f9275120064e88954e7e8d0c5emDOCUMENTOORIGINAL08/04/2023 08:46:13 PÁGINA 14/32



Em relação à blindagem espacial, estes parâmetros estão relacionados às larguras de uma eventual blindagem em forma de grade ou com as distâncias entre os condutores de descidas externas e as distâncias entre os anéis de interligação entre as descidas ou o espaçamento entre colunas metálicas ou de colunas de concreto armado utilizadas como descidas (item B.5 da Parte 2 da norma). Estes valores podem ser utilizados se forem menores que 8,333 metros, e se forem superiores, limitar a 8,333 metros, pois KS1 e KS2 não podem ser maiores que 1. Para os cálculos deste projeto, foi utilizado considerando o pior caso, ou seja, 8,333 metros.

5.2.1. ANÁLISE DE RISCO ESCOLA

Projeto:	Escola Xavier Barreto
SPDA	Sem SPDA CLASSE IV
Zona:	Escola
Área de exposição equivalente A_D [m ²]	13961
Influências ambientais	
Localização (C_D):	Estrutura isolada
Frequência de descarga para terra N_G [1/km ² /ano]:	2,434928534
Tipo de solo:	Mármore, Cerâmico
Tipo de estrutura:	Locais onde falhas de sistemas internos não causam perdas de vidas humanas
Risco de incêndio (r_f):	Incêndio Normal
Perigo especial (h_z):	Médio nível de pânico (ex.: prédio destinado a eventos e quantidade de pessoas limitadas de 100 a 1000)
Número de pessoas na zona:	1725
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):	Sem SPDA	Classe do SPDA IV
Meios para restringir as consequências de incêndio (r_p):	Extintores manuais, alarmes manuais, hidrantes, rotas de fuga protegidas ou compartimentos à prova de fogo	
Contra tensão de toque ou passo na estrutura (P_{TA}):	Nenhuma medida de proteção	
Contra tensão de toque ou passo na linha (P_{TA}):	Nenhuma medida de proteção	

Atributos da linha conectada:

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

Resultado

Perda de vida humana R_1	4,2467E-05	8,4935E-06
Avaliação de risco:	intolerável	tolerável
Perda de serviço público R_2	1,2123E-06	2,4246E-06
Avaliação de risco:	tolerável	tolerável
Perda de herança cultural R_3	0,0000E+00	0,0000E+00
Avaliação de risco:	tolerável	tolerável
Perda econômica R_4	0,0000E+00	0,0000E+00





De acordo com o valor calculado para o risco R₂ e sua comparação com o risco tolerável RT em norma, conforme abaixo, verifica-se que o nível de proteção para a edificação está **adequado** para o tipo de perda L2 (serviço público).

$R_2 = 2,4246 \times 10^{-6} < R_T = 1 \times 10^{-3}$

5.2.2.3. RESULTADO DAS ANÁLISES PARA A ESCOLA

Considerando a Análise de Risco da Tabela 1, verificou-se ser necessária a instalação de Sistema de SPDA CLASSE IV.

Por esta ser uma escola e de acordo com as premissas indicadas pelo SEDU, o sistema a ser instalado será de para-raios tipo Gaiola de Faraday.

Considerando a Análise de Risco da edificação conforme Memorial de Cálculo, foi adotado o nível de proteção IV, que refere-se às construções protegidas, cuja falha no sistema de para-raios pode ocasionar perda de bens de grande valor ou que abriga um grande número de pessoas, porém sem consequências para construções adjacentes como, por exemplo, escolas e teatros.

A proteção de equipamentos eletroeletrônicos dar-se-á através de sistema coordenado de DPS previstos nos quadros elétricos.

5.2.3. ANÁLISE DE RISCO DO AUDITÓRIO DA ESCOLA

Projeto:	Auditório Escola Xavier Barreto
	Classe do SPDA
	sem SPDA IV
Zona:	Auditório
Área de exposição equivalente A _D [m²]	13961
Influências ambientais	
Localização (c _D):	Estrutura cercada por objetos maiores
Frequência de descarga para terra N ₀ [1/km²/ano]:	2,434928534

HASH: c0db249e349dc88d832971f75735bbd11c2c8f9275120264b889547e7e8DOCS DOCUMENTO ORIGINAL 08/01/2026 08:46 PÁGINA 18/32
Assinado por: REINALDO BARBOSA MARTINS em 08/01/2026.





ESCOLA XAVIER BARRETO - VITÓRIA/ES

Tipo de solo: Mármore, Cerâmico

Tipo de estrutura: Locais onde falhas de sistemas internos não causam perdas de vidas humanas

Risco de incêndio (r_f): Incêndio Normal

Perigo especial (h_z): Médio nível de pânico (ex.: prédio destinado a eventos e quantidade de pessoas limitadas de 100 a 1000)

Número de pessoas na zona: 585

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): sem SPDA Classe do SPDA IV

Meios para restringir as consequências de incêndio (r_p): Extintores manuais, alarmes manuais, hidrantes, rotas de fuga protegidas ou compartimentos à prova de fogo

Contra tensão de toque ou passo na estrutura (P_{TA}): Nenhuma medida de proteção

Contra tensão de toque ou passo na linha (P_{TA}): Nenhuma medida de proteção

Atributos da linha conectada:

Linha de energia
Fator ambiental da linha: Urbano

Fiação interna: Não blindado- precaução para evitar laços

Tensão suportável de impulso atmosférico no sistema [kV] 1,5kV

Dispositivo de proteção contra Surto DPS (P_{SPD}): III-IV I

Modo de instalação da linha (C_i): Enterrado

Linha de telecomunicação
Fator ambiental da linha: Urbano

HASH: c0db249e349dc88d8832971f75735bbd11c2c8f9275120064e88954e7e8d006 DOCUMENTO ORIGINAL 08/01/2026 08:46 PÁGINA 19/32



Fiação interna:	Não blindado- precaução para evitar grandes laços
Tensão suportável de impulso atmosférico no sistema [kV]	1,5kV
Dispositivo de proteção contra Surto DPS (P _{SPD}):	Sem proteção coordenada com DPS
Modo de instalação da linha (C _l):	Enterrado

Resultado

Perda de vida humana R ₁	1,0708E-05	2,1416E-06
Avaliação de risco:	intolerável	tolerável
Perda de serviço público R ₂	2,1294E-06	4,2588E-07
Avaliação de risco:	tolerável	tolerável
Perda de herança cultural R ₃	0,0000E+00	0,0000E+00
Avaliação de risco:	tolerável	tolerável
Perda econômica R ₄	0,0000E+00	0,0000E+00
Avaliação de risco:	tolerável	tolerável

Projeto avaliado por:	STCP
Data da avaliação:	22/08/2025

Total:		
Perda de vida humana R ₁	1,2850E-05	2,1416E-06
Perda de serviço público R ₂	2,5553E-06	4,2588E-07

Tabela 3 - Análise de Risco do Auditório da Escola Xavier Barreto
Fonte: STCP, 2025

5.2.4. DECISÃO DA NECESSIDADE DE PROTEÇÃO DO AUDITÓRIO

Foram realizadas duas análises de risco para a escola, a primeira sem a instalação de SPDA e segunda com a instalação de SPDA Classe IV.

5.2.4.1. SEM INSTALAÇÃO DE SPDA

De acordo com o valor calculado para o risco R₁ e sua comparação com o risco tolerável R_T em norma, conforme abaixo, verifica-se que o nível de proteção para a edificação está **inadequado** para o tipo de perda L1 (vida humana).

$$R_1 = 1,0708 \times 10^{-5} > R_T = 1 \times 10^{-5}$$



De acordo com o valor calculado para o risco R2 e sua comparação com o risco tolerável RT em norma, conforme abaixo, verifica-se que o nível de proteção para a edificação está **adequado** para o tipo de perda L2 (serviço público).

$$R_2 = 2,1294 \times 10^{-6} < R_T = 1 \times 10^{-3}$$

5.2.4.2. COM INSTALAÇÃO DE SPDA CLASSE IV

De acordo com o valor calculado para o risco R1 e sua comparação com o risco tolerável RT em norma, conforme abaixo, verifica-se que o nível de proteção para a edificação está **adequado** para o tipo de perda L1 (vida humana).

$$R_1 = 2,1416 \times 10^{-6} < R_T = 1 \times 10^{-5}$$

De acordo com o valor calculado para o risco R2 e sua comparação com o risco tolerável RT em norma, conforme abaixo, verifica-se que o nível de proteção para a edificação está **adequado** para o tipo de perda L2 (serviço público).

$$R_2 = 4,2588 \times 10^{-7} < R_T = 1 \times 10^{-3}$$

5.2.4.3. RESULTADO DAS ANÁLISES PARA O AUDITÓRIO

Considerando a Análise de Risco da Tabela 2, verificou-se ser necessária a instalação de Sistema de SPDA CLASSE IV.

Por esta ser um auditório e de acordo com as premissas indicadas pelo SEDU, o sistema a ser instalado será de para-raios tipo Gaiola de Faraday.

Considerando a Análise de Risco da edificação conforme Memorial de Cálculo, foi adotado o nível de proteção IV, que refere-se às construções protegidas, cuja falha no sistema de para-raios pode ocasionar perda de bens de grande valor ou que abriga um grande número de pessoas, porém sem consequências para construções adjacentes como, por exemplo, escolas e teatros.

A proteção de equipamentos eletroeletrônicos dar-se-á através de sistema coordenado de DPS previstos nos quadros elétricos.



5.2.5. CÁLCULO DA MALHA DE CAPTAÇÃO E DAS DESCIDAS

As malhas de captação a ser instalada nas coberturas da Escola e do Auditório obedecerão ao espaçamento definido na NBR 5419:2015, parte 3, tabela 2:

—	Método de proteção		
Classe do SPDA	Raio da esfera rolante - R m	Máximo afastamento dos condutores da malha m	Ângulo de proteção α°
I	20	5 × 5	Ver Figura 1
II	30	10 × 10	
III	45	15 × 15	
IV	60	20 × 20	

Tabela 4 - Valores máximos dos raios da esfera rolante, tamanho da malha e ângulo de proteção correspondentes a classe do SPDA

Fonte: NBR 2419-3:2015

As descidas serão instaladas em todos os pilares dos perímetros da Escola e do Auditório, superando dessa forma o mínimo estipulado na NBR 5419:2015, parte 3, tabela 4, reproduzida a seguir.

Classe do SPDA	Distâncias m
I	10
II	10
III	15
IV	20

NOTA É aceitável que o espaçamento dos condutores de descidas tenha no máximo 20 % além dos valores acima.

Tabela 5 - Valores típicos de distância entre os condutores de descida e entre os anéis condutores de acordo com a classe de SPDA

Fonte: NBR 2419-3:2015



Edificação	Escola	Auditório
Classe do SPDA	IV	IV
Perímetro (m)	213	128
Distância entre as descidas (m)	20	20
Descidas necessárias (quant.)	11	7
Pilares no perímetro (quant.)	36	37

Tabela 6 – Cálculo da quantidade mínima de descidas

Fonte: STCP, 2025

Nas imagens a seguir estão indicados, com retângulos vermelhos, os pilares escolhidos para descidas, nos quais serão instaladas os barras rebar.

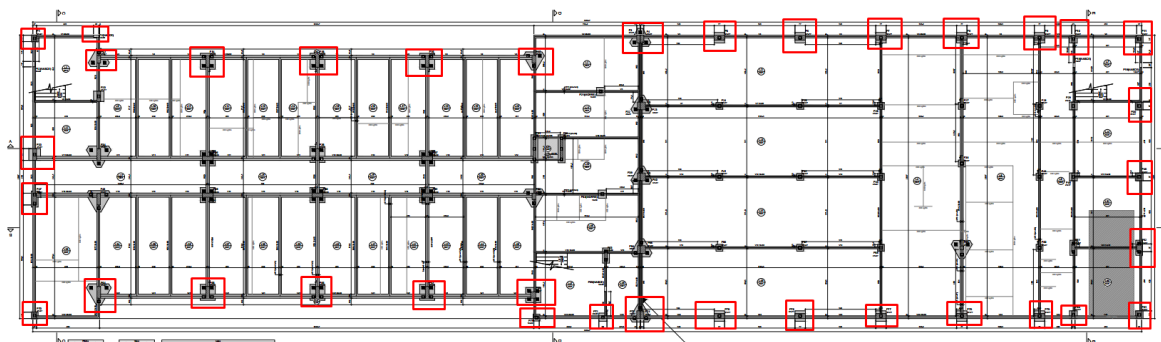


Figura 3 - Projeto estrutural da escola nível térreo

Fonte: STCP, 2025



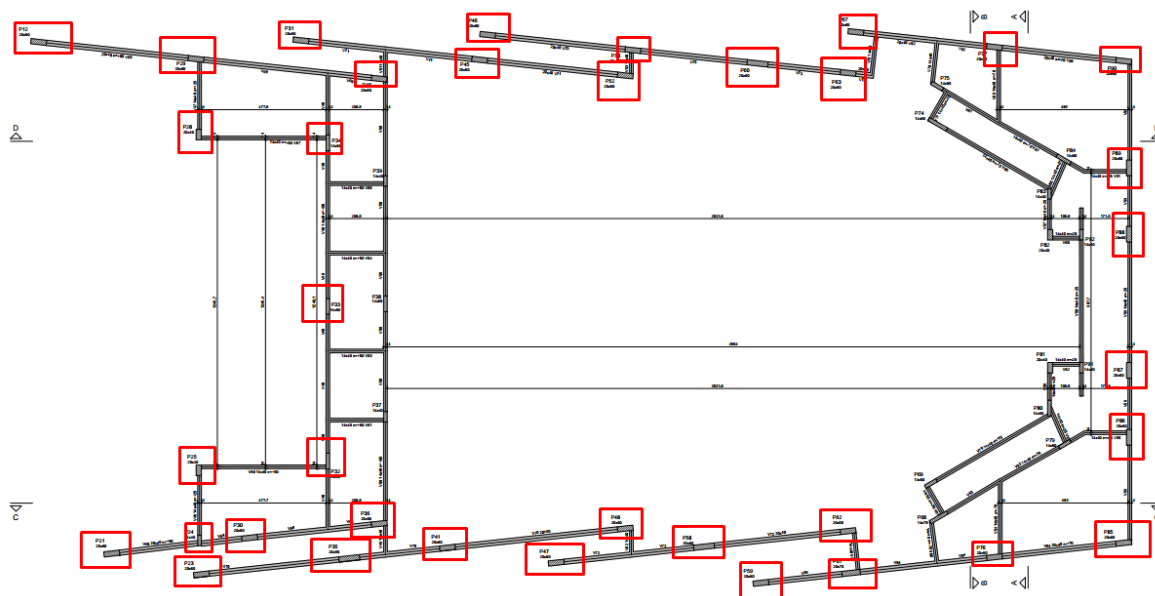


Figura 4 - Projeto estrutural Auditório nível térreo

Fonte: STCP, 2025



6. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – SPDA

6.1. CABO DE COBRE NÚ

A CONTRATADA deverá fornecer e instalar cabo de cobre nú #35mm² com 7 fios, conforme a norma NBR 5419, para o sistema de captação.

A CONTRATADA deverá fornecer e instalar cabo de cobre nú #50mm² com 7 fios, conforme a norma NBR 5419, para a malha de aterramento.

Os serviços aceitos serão medidos e pagos por metro de cabo de cobre nú, fornecido e instalado, conforme especificações e plantas do projeto.

Referência Condu spar, Ficap, Prysmian ou equivalente técnico.

6.2. MINICAPTOR AÉREO

a) Aplicação

No sistema de captação do SPDA, a ser instalado na platibanda da cobertura.

b) Material

Mini captor aéreos de alumínio de 7/8" x 1/8" x 30 cm.

Referência Termotécnica, modelo TEL-942 ou equivalente técnico.

6.3. BARRA CHATA DE ALUMÍNIO

A CONTRATADA deverá fornecer e instalar barra chata em alumínio de 7/8" x 1/8", instaladas conforme indicado em projeto.

Devem estar incluídos todos os materiais e acessórios para a instalação e a mão de obra envolvida.

Os serviços aceitos serão medidos e pagos por metro de barra chata de cobre, fornecidos e instalados, conforme especificações e plantas do projeto.



Referência Termotécnica, modelo TEL-783 ou equivalente técnico.

6.4. VERGALHÃO RE-BAR

a) Aplicação

No sistema de captação, descida e aterramento do SPDA. A ser instalado junto às armaduras. No sistema de captação o RE-BAR deve aflorar a estrutura, agindo como terminal aéreo.

b) Material

Vergalhão RE-BAR galvanizado à fogo, Ø10 mm x 3,00 m (80 mm²)

Referência Termotécnica, modelo TEL-765 ou equivalente técnico.

c) Execução / Controle

A CONTRATADA deverá fornecer e instalar vergalhão RE-BAR galvanizado à fogo, Ø10 mm x 3,00 m (80 mm²), instalados conforme indicado em projeto.

As RE-BARS deverão ser instaladas nas faces mais externas dos pilares ou vigas locadas no perímetro da edificação. Nos pilares e vigas internos a instalação dos RE-BARS pode ser feito em qualquer face.

Todas as emendas de RE-BARS deverão ser feitas com conectores apropriados e com transpasse mínimo de 20 cm. Sempre que existir um cruzamento de ferragens dos pilares com ferragens das vigas deverá ser utilizada RE-BAR específica em forma de “L” com emendas apropriadas, amarradas firmemente com arame recozido ou clip's. As demais barras estruturais, verticais e horizontais, deverão ser ligadas entre si, uma sim, outra não, alternadamente.

Durante e após a implantação do sistema de aterramento, devem ser efetuadas a inspeção visual, verificação de continuidade e a medição da resistência aterramento. Todas as armações das lajes impermeabilizadas necessitam estar conectadas entre si e ao sistema de proteção contra descargas atmosféricas, de forma a garantir continuidade elétrica e o escoamento de uma possível descarga elétrica para o solo, assegurando a dispersão da corrente de descarga atmosférica sem causar sobretensões perigosas.



É imprescindível a conferência das conexões antes das concretagens.

Os RE-BARS também deverão ser instalados nas vigas baldrame, horizontalmente, de modo a interligar todos os blocos, formando um anel.

Devem estar incluídos todos os materiais e acessórios para a instalação e a mão de obra envolvida.

6.5. CONECTOR MINIGAR

a) Aplicação

No sistema de descida do SPDA. A ser instalado para a vinculação das ferragens das juntas de dilatação.

b) Material

Conector Minigar estanhado para vergalhão de Ø8 a 10mm e cabos de 16 a 50mm².

Referência Termotécnica, modelo TEL-583 ou equivalente técnico.

c) Execução / Controle

A CONTRATADA deverá fornecer e instalar conector Minigar estanhado para vergalhão de Ø8 a 10mm e cabos de 16 a 50mm², instalados conforme indicado em projeto.

Devem estar incluídos todos os materiais e acessórios para a instalação e a mão de obra envolvida.

6.6. CONECTOR ATERRINSERT

a) Aplicação

No sistema de descida do SPDA. A ser instalado nas ferragens e ficar exposto junto aos pilares.

b) Material

Conector ATERRINSERT com disco de latão, rosca fêmea M12 e distância entre RE-BAR e face da forma regulável de 25 mm a 40 mm.

Referência Termotécnica, modelo TEL-656 ou equivalente técnico.



c) Execução / Controle

A CONTRATADA deverá fornecer e instalar conector ATERRINSERT com disco de latão, rosca fêmea M12 e distância entre RE-BAR e face da forma regulável de 25 mm a 40 mm, instalados conforme indicado em projeto.

Devem estar incluídos todos os materiais e acessórios para a instalação e a mão de obra envolvida.

6.7. ELETRODUTO

Eletrodutos de PVC rígido roscável, acabamento interno liso, grande resistência mecânica e não propagador de chama, bitolas indicadas em planta. As curvas e luvas deverão ter as mesmas características dos eletrodutos. Deverá atender a norma NBR 15465.

Conforme item 6.2.11.1.2 da NBR 5410: “nas instalações elétricas abrangidas por esta norma só são admitidos em instalações aparentes e embutidas eletrodutos que não propaguem chama”.

Todo o material para suporte dos eletrodutos, bem como de conexões (luva, bucha, prensa cabo, condutores, tampas, etc.) deverão ser fornecidos com o eletroduto.

Os eletrodutos deverão ser instalados paralelamente ou estruturas. Deverão ser fixados aos suportes através de braçadeiras.

Os eletrodutos deverão estar marcados, de forma bem visível e indelével, com os seguintes:

- Marca ou identificação do fabricante;
- Diâmetro nominal em milímetros;
- Classe ou a norma a que pertence o duto;

6.8. CAIXA DE INSPEÇÃO

A CONTRATADA deverá fornecer e instalar Caixa de Inspeção para aterramento com diâmetro de 300mm, profundidade 300mm, em cimento agregado, com tampa de ferro fundido reforçada, com escotilha.



As caixas serão colocadas onde previsto no projeto, devendo ser providenciado adequadamente à escavação da vala e o reaterro no entorno das mesmas.

Os serviços aceitos serão medidos e pagos por caixas de inspeção, fornecida e instalada, conforme especificações e plantas do projeto.

Referência Termotécnica, modelo TEL-513 e TEL-536 ou equivalente técnico.

6.9. HASTE

A CONTRATADA deverá fornecer e instalar haste cobreada tipo Copperweld 5/8" x 3 m (camada min. 250µm de espessura).

Devem estar incluídos todos os materiais e acessórios para as ligações e a mão de obra envolvida.

Os serviços aceitos serão medidos e pagos por haste de aterramento, fornecidos e instalados, conforme especificações e plantas do projeto.

Referência Termotécnica, modelo TEL-5820 ou equivalente técnico.

6.10. SOLDA

A CONTRATADA deverá executar solda exotérmica em todas as emendas de cabos na malha de aterramento, e também na conexão entre cabo e haste de aterramento. A conexão entre o condutor de cobre e as hastes terra se dará por solda exotérmica, através de cadinhos com matriz específica para cada tipo de emenda e utilização de munição apropriada para esta soldagem.

Devem estar incluídos todos os materiais e acessórios para a instalação e a mão de obra envolvida.

Os serviços aceitos serão medidos e pagos por verba após a conclusão de todas as soldas, fornecido e instalado, conforme especificações e plantas do projeto.

Referência Termotécnica, Maxxweld ou equivalente técnico.



6.11. ABERTURA MECÂNICA DE VALAS

Serão abertas valas e cavas, com auxílio de retroescavadeira, para a inserção de dutos corrugados e caixas de passagens, conforme projeto.

As valas a serem abertas deverão ter as seguintes dimensões e características:

- Para a instalação das Caixas CB-2 serão abertas cavas medindo 2,00x2,00x2,00 metros.
- Para instalação de Rede de Dutos com 2 dutos serão abertas valas medindo 0,60 x 0,60m.
- Profundidade deve ser adequada com a inclinação dos dutos em 2%.
- A marcação e abertura das valas deverão ser feitas de acordo com o projeto, procurando seguir em linha reta entre as caixas de passagem.
- Se possível escavar todo o trajeto em uma única vez.
- Material escavado a ser reutilizado para aterro pode ser depositado ao longo da vala sem que cause transtornos aos trabalhos.
- Valas deverão ser mantidas se, limpas de terra e desmoronamentos e entulhos durante a execução dos serviços.
- As valas devem ser escoradas ou executadas com paredes em taludes quando excederem as dimensões de 1,00 x 1,00 metro.
- A base deve ficar uniformemente distribuída e o material convenientemente compactado.
- Solo de baixa resistência (lodo) deverá ser utilizado fundação adequada.
- A abertura deverá ser procedida de raspagem do terreno para retirar o solo orgânico superficial.
- Os trechos entre as Caixas de Passagens deverão ser perfeitamente retilíneos com caimento em direção as duas Caixas de Passagem ficando o meio do trecho mais alto que o nível de entrada das tubulações.
- As Caixas de Passagens serão assentadas em brita nº 03 para escoamento das águas.
- Deverão ser tomadas as medidas de controle ambiental durante as obras de execução do projeto.
- As valas só serão abertas após verificação das interferências indicadas em projeto, as interferências não previstas deverão ser evitadas usando-se critério prático



evitando-se curvas de raio pequeno e variação de nível a fim de não formar pontos baixos de acumulação de água.

Os serviços aceitos serão medidos em metros cúbicos conforme Especificações, Plantas e Seções do Projeto e aprovados pela Fiscalização.

6.12. FECHAMENTO MECÂNICO DE VALAS

A recomposição de terreno ou pavimento deverá obedecer aos trechos indicados nos Projetos. O pavimento / terreno cortado deverá ser reconstituído às suas condições originais, devendo ser aplicado solo de jazida com alto nível de compactação.

- Fazer o reaterro das valas abertas utilizando retroescavadeira e compactação deve utilizar equipamento compactador de Solo / Percussão, “sapo”.
- O material para o reaterro poderá ser de solo laterítico, salvo quando o material retirado na abertura das valas apresentar boa consistência. O reaterro será em camadas bem apiloadas, a fim de que seja obtida a mesma homogeneidade do existente ao seu redor.
- O material inadequado ao reaterro deverá ser rejeitado e ao ser concluído o serviço, todo o material remanescente deverá ser retirado do local, devendo o terreno ser entregue limpo e nivelado.
- Deverão ser tomadas as medidas de controle ambiental durante as obras de execução do projeto.

Os serviços aceitos serão medidos em metros cúbicos conforme Especificações, Plantas e Seções do Projeto e aprovados pela Fiscalização.

6.13. LAUDO DE MEDIÇÃO DA MALHA DE ATERRAMENTO

Depois de feito todo o aterramento deverá ser medida a resistência ôhmica do solo. De posse da leitura e confirmando-se valores mínimos estipulados por norma, o sistema de aterramento estará aprovado. Caso os valores medidos não confirmarem, o sistema deverá ser corrigido e testado novamente até os resultados estarem de acordo.

A contratada deverá fornecer laudo de medição da malha de aterramento, comissionamento



das instalações de SPDA e fornecer uma declaração de conformidade das instalações de SPDA conforme NBR-5419:2015.

O serviço aceito será medido e pago após a entrega do Laudo.



Documento original assinado eletronicamente, conforme MP 2200-2/2001, art. 10, § 2º, por:

JULIANA CRISTINA KREISCHE
CIDADÃO
assinado em 07/01/2026 16:13:41 -03:00

ANDREI GUERRA KORQUEVICZ
CIDADÃO
assinado em 07/01/2026 11:27:19 -03:00



INFORMAÇÕES DO DOCUMENTO
Documento capturado em 08/01/2026 08:46:49 (HORÁRIO DE BRASÍLIA - UTC-3)
por SABRINA ALVES DA SILVA (ARQUITETO PLENO - CONSÓRCIO AVANÇA EDUCAÇÃO - SUPROJ - SEDU - GOVES)
Valor Legal: ORIGINAL | Natureza: DOCUMENTO NATO-DIGITAL

A disponibilidade do documento pode ser conferida pelo link: <https://e-docs.es.gov.br/d/2026-LB89B4>

