ENGEPLANTI
PROJETOS E SUPERVISÃO

Memorial Descritivo e de Cálculo

PROJETO DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

CASA DO AUTISTA

012-25-10-CASA DO AUTISTA-SPD-PE-MEM-R00

SANTO AMARO DA IMPERATRIZ / SC
2026

(48) 3364-2209
engeplanti.com.br
CNPJ: 23.002.667/0001-29
Rua Cristóvão Nunes Pires, 110 - Salas 101 e 903
Centro Florianópolis/SC - CEP 88010-120

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO
00	27/10/2026	EMISSÃO INICIAL

(48) 3364-2209
engeplanti.com.br
CNPJ: 23.002.667/0001-29
Rua Cristóvão Nunes Pires, 110 - Salas 101 e 903
Centro Florianópolis/SC - CEP 88010-120

SUMÁRIO

1. INFORMAÇÕES GERAIS **5**
1.1. Descrição da Edificação 5
1.2. Uso Pretendido da Edificação 5
1.3. Nome do Proprietário 5
1.4. Endereço do Imóvel 5
1.5. Responsável Técnico do Projeto 5
1.6. Finalidade do Memorial 5
1.7. Da Composição do Projeto 5
2. NORMAS TÉCNICAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA **6**
3. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO **6**
3.1. Objetivo e delimitação 6
3.2. Mudanças incorporadas na revisão 7
3.3. Expressões gerais 7
4. DADOS DE ENTRADA **8**
4.1. Geometria e localização 8
4.2. Ocupação e fatores de perda 8
4.3. Linhas externas e estruturas adjacentes 9
5. CÁLCULOS COMUNS AOS DOIS CENÁRIOS **10**
5.1. Áreas de exposição equivalente 10
5.2. Números anuais de eventos perigosos 10

6. CENÁRIO A - SEM SPDA E SEM MPS **11**
6.1. Probabilidades de dano 11
6.2. Fatores de perda para R1 11
6.3. Risco R1 — perda de vida humana 12
6.4. Risco R3 — patrimônio cultural 12
6.5. Frequência de danos F 12
7. CENÁRIO B - COM SPDA NP IV E MPS **13**
7.1. Medidas consideradas 13
7.2. Probabilidades de dano 13
7.3. Fatores de perda para R1 14
7.4. Risco R1 — perda de vida humana 14
7.5. Risco R3 — patrimônio cultural 14
7.6. Frequência de danos F 14
8. RESULTADOS E PARÂMETROS DE PROJETO **15**
8.1. Quadro comparativo 15
8.2. Parâmetros do nível de proteção IV 15
9. MEMORIAL DESCRITIVO DO SPDA E DAS MPS **17**
9.1. Subsistema de captação 17
9.2. Subsistema de descida 17
9.3. Subsistema de aterramento 18
9.4. Equipotencialização 19
9.5. Componentes, execução e controle de qualidade 21
9.6. Inspeção e manutenção 22
10. CONCLUSÃO TÉCNICA **24**
10.1. Avaliação econômica R4 24
11. ASSINATURAS **25**

1. INFORMAÇÕES GERAIS

1.1. Descrição da Edificação

Trata-se de uma edificação térrea destinada ao atendimento de pessoas com Transtorno do Espectro Autista, composta por 2 (dois) blocos distintos — Bloco 1, de uso educacional/pedagógico, e Bloco 2, de uso administrativo —, situada na cidade de Santo Amaro da Imperatriz, estado de Santa Catarina.

1.2. Uso Pretendido da Edificação

Edificação institucional destinada ao atendimento de pessoas com Transtorno do Espectro Autista (educação e apoio).

1.3. Nome do Proprietário

Prefeitura Municipal de Santo Amaro da Imperatriz
CPF/CNPJ: 82.892.324/0001-46

1.4. Endereço do Imóvel

Rua Natividade, Bairro Vila Becker, CEP 88140-000, Santo Amaro da Imperatriz/SC.

1.5. Responsável Técnico do Projeto

Eng. Rafael Nagi Cruz Gerges
CREA/SC: 123734-3

1.6. Finalidade do Memorial

Este memorial descritivo destina-se ao projeto de proteção contra descargas atmosféricas da Casa do Autista, no município de Santo Amaro da Imperatriz, SC.

O objetivo deste documento é trazer referências normativas, detalhar as especificações dos elementos e serviços de proteção contra descargas atmosféricas, trazendo os esclarecimentos necessários à perfeita execução da obra do projeto apresentado.

1.7. Da Composição do Projeto

São partes integrantes e indispensáveis deste projeto os seguintes documentos:

- Memorial descritivo;
- Plantas do projeto;
- ART.

2. NORMAS TÉCNICAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

O projeto, a execução, a inspeção e a manutenção devem observar os documentos abaixo. Os capítulos de cálculo do memorial fornecido adotam a série ABNT NBR 5419:2026. As notas das pranchas R00 ainda citam a edição de 2015; a referência normativa e os procedimentos de ensaio devem ser harmonizados pelo responsável técnico, conforme item 9.8. Esta revisão compatibiliza o descritivo com os desenhos, sem refazer o gerenciamento de risco.

- ABNT NBR 5419-1:2026 — Proteção contra descargas atmosféricas — Parte 1: Princípios gerais;
- ABNT NBR 5419-2:2026 — Parte 2: Gerenciamento de risco;
- ABNT NBR 5419-3:2026 — Parte 3: Danos físicos a estruturas e perigos à vida;
- ABNT NBR 5419-4:2026 — Parte 4: Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura;
- ABNT NBR 5410 — Instalações elétricas de baixa tensão;
- série ABNT NBR IEC 62561 — Componentes dos sistemas de proteção contra descargas atmosféricas;
- NR-10 — Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade, em sua redação vigente; e
- projeto estrutural, projeto elétrico, plantas de SPDA, ART e instruções técnicas do CBMSC aplicáveis.

3. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

3.1. Objetivo e delimitação

Este memorial reúne a descrição do SPDA da Casa do Autista, compatibilizada com as sete pranchas executivas R00, e os cálculos existentes para os cenários sem proteção e com SPDA/MPS. A solução representada abrange os blocos 01 e 02..

O SPDA não impede a ocorrência de descargas atmosféricas. Sua finalidade é reduzir, a níveis toleráveis, os riscos de danos físicos, perigos à vida e falhas dos sistemas internos, por meio de proteção externa, equipotencialização, coordenação de DPS e demais medidas de proteção contra surtos — MPS.

3.2. Mudanças incorporadas na revisão

Tema	Tratamento nesta revisão
Necessidade de proteção	Verificação dos riscos R1 e R3; R1 deve ser ≤ 1,0 × 10^{-5}/ano e R3 ≤ 1,0 × 10^{-4}/ano.
Frequência de danos	Cálculo de F = FB + FC + FM + FV + FW + FZ. Para esta ocupação crítica, adota-se FT = 0,1/ano.

Tema	Tratamento nesta revisão
Antigo risco R2	Não é reproduzido como critério decisório. Na edição 2026, o desempenho de serviço é tratado pela frequência de danos F.
Risco econômico R4	Avaliação opcional. Não calculada porque os memoriais fornecidos informam custos e valores econômicos iguais a zero.
Fator estrutural rs	Incluído nos fatores de perda. Para a estrutura robusta em concreto/condutores naturais, rs = 1, sem majoração.
Densidade Ng	Atualizada para 18 descargas/(km²·ano), valor do Anexo F para Santo Amaro da Imperatriz/SC.

Classificação da ocupação — A Casa do Autista foi tratada como instalação crítica para a frequência de danos, em razão do uso institucional/educacional, presença de usuários vulneráveis e possível dificuldade de evacuação. Assim, FT = 0,1/ano.

3.3. Expressões gerais

$$R = \Sigma RX \quad e \quad F = FB + FC + FM + FV + FW + FZ$$

Para cada risco, a proteção é necessária quando R > RT. Para a frequência, devem ser adotadas medidas quando F > FT. As componentes de risco seguem RX = NX × PX × LX; as componentes da frequência seguem FX = NX × PX, sem fator de perda.

Símbolo	Significado
NX	número anual de eventos perigosos associados à fonte de dano X
PX	probabilidade de dano correspondente ao evento perigoso
LX	perda consequente ao dano
RT	risco tolerável: 10^{-5}/ano para R1 e 10^{-4}/ano para R3
FT	frequência tolerável adotada: 0,1/ano para instalação crítica

4. DADOS DE ENTRADA

4.1. Geometria e localização

Grandeza	Símbolo	Valor	Origem/critério
Altura	H	6,21 m	memoriais fornecidos
Largura	W	17,35 m	memoriais fornecidos
Comprimento	L	20,73 m	memoriais fornecidos
Fator de localização	CD	0,5	estrutura cercada por objetos da mesma altura ou menores
Densidade de descargas	Ng	18 km^{-2}·ano^{-1}	ABNT NBR 5419-2:2026, Anexo F
Nível de proteção ensaiado	NP	IV	menor nível aplicável ao cenário protegido

4.2. Ocupação e fatores de perda

Parâmetro	Símbolo	Valor
Pessoas na zona / total	nz / nt	86 / 86 = 1
Tempo de presença	tz	8.760 h/ano
Risco de choque	rt	$1,0 \times 10^{-2}$
Risco de incêndio	rf	$1,0 \times 10^{-3}$
Perigo especial	hz	5
Perda por choque	LT	$1,0 \times 10^{-2}$
Perda por dano físico	LF	$1,0 \times 10^{-1}$
Fator estrutural	rs	1
Valor cultural	cz / ct	0 / 1.000.000 = 0

Premissa conservadora — Foi mantida a permanência equivalente a 8.760 h/ano e nz/nt = 1, exatamente como nos dois memoriais fornecidos. Qualquer alteração na lotação, no tempo de exposição ou na divisão de zonas exige novo cálculo.

4.3. Linhas externas e estruturas adjacentes

Parâmetro	Energia	Telecomunicações
Comprimento da linha LL	200 m	200 m
Área de exposição AL = 40LL	8.000 m²	8.000 m²
Área de exposição AI = 4.000LL	800.000 m²	800.000 m²
Fator de instalação CI	1	1
Fator ambiental CE	0,1	0,1
Fator do tipo de linha CT	1	1
Área da estrutura adjacente ADJ	1.806,86 m²	0 m²
Localização da adjacente CDJ	0,5	0,25
Tensão suportável Uw	1,5 kV	1,5 kV
Probabilidade PLI	0,6	0,5

5. CÁLCULOS COMUNS AOS DOIS CENÁRIOS

5.1. Áreas de exposição equivalente

$$AD = L \cdot W + 2 \cdot (3H) \cdot (L + W) + \pi \cdot (3H)^2$$

$$AD = 20{,}73 \cdot 17{,}35 + 2 \cdot 18{,}63 \cdot (20{,}73 + 17{,}35) + \pi \cdot 18{,}63^2 = 2.868{,}90\ m^2$$

$$AM = 2 \cdot 500 \cdot (L + W) + \pi \cdot 500^2$$

$$AM = 2 \cdot 500 \cdot (20{,}73 + 17{,}35) + \pi \cdot 500^2 = 823.478{,}16\ m^2$$

$$AL = 40 \cdot LL = 40 \cdot 200 = 8.000\ m^2$$

$$AI = 4.000 \cdot LL = 4.000 \cdot 200 = 800.000\ m^2$$

5.2. Números anuais de eventos perigosos

$$ND = Ng \cdot AD \cdot CD \cdot 10^{-6} = 18 \cdot 2.868{,}90 \cdot 0{,}5 \cdot 10^{-6} = 2{,}58201 \times 10^{-2}/ano$$

$$NM = Ng \cdot AM \cdot 10^{-6} = 18 \cdot 823.478{,}16 \cdot 10^{-6} = 1{,}482260688 \times 10^{1}/ano$$

$$NL = Ng \cdot AL \cdot CI \cdot CE \cdot CT \cdot 10^{-6}$$

$$NDJ = Ng \cdot ADJ \cdot CDJ \cdot CT \cdot 10^{-6}$$

$$NI = Ng \cdot AI \cdot CI \cdot CE \cdot CT \cdot 10^{-6}$$

Grandeza	Energia	Telecomunicações	Total/estrutura
ND	—	—	0,0258201/ano
NM	—	—	14,82260688/ano
NL	0,0144/ano	0,0144/ano	0,0288/ano
NDJ	0,01626174/ano	0/ano	0,01626174/ano
NL + NDJ	0,03066174/ano	0,0144/ano	0,04506174/ano
NI	1,44/ano	1,44/ano	2,88/ano

6. CENÁRIO A - SEM SPDA E SEM MPS

6.1. Probabilidades de dano

Neste cenário, não há SPDA externo, equipotencialização para descargas atmosféricas, DPS coordenados nem medidas específicas de proteção contra surtos. São mantidos os fatores dos memoriais “SEM SPDA”.

$$PA = PTA \cdot PB = 1 \cdot 1 = 1$$

$$PU = PTU \cdot PEB \cdot PLD \cdot CLD = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

$$PC = 1 - (1 - PC,E) \cdot (1 - PC,T) = 1$$

$$PMS = (KS1 \cdot KS2 \cdot KS3 \cdot KS4)^2 = (1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0{,}666667)^2 = 0{,}444444$$

$$PM = 1 - (1 - 0{,}444444)^2 = 0{,}691358$$

Probabilidade	Energia	Telecom	Agregada/aplicável
PA	—	—	1
PB	—	—	1
PC	1	1	1
PM	0,444444	0,444444	0,691358
PU	1	1	por linha = 1
PV	1	1	por linha = 1
PW	1	1	por linha = 1
PZ = PLI·CLI	0,6	0,5	por linha

6.2. Fatores de perda para R1

$$LA = rt \cdot LT \cdot (nz/nt) \cdot (tz/8.760) \cdot rs = 10^{-2} \cdot 10^{-2} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1{,}0 \times 10^{-4}$$

$$LB = LV = rp \cdot rf \cdot hz \cdot LF \cdot (nz/nt) \cdot (tz/8.760) \cdot rs$$

$$LB = LV = 1 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^{-1} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 5{,}0 \times 10^{-4}$$

Para a componente RU, o fator de perda por choque é igual a LA nesta zona; portanto, LU = 1,0 × 10^{-4}.

6.3. Risco R1 — perda de vida humana

Componente	Expressão substituída	Resultado (/ano)
RA	$0{,}0258201 \cdot 1 \cdot 1{,}0 \times 10^{-4}$	$2{,}582010 \times 10^{-6}$
RB	$0{,}0258201 \cdot 1 \cdot 5{,}0 \times 10^{-4}$	$1{,}291005 \times 10^{-5}$
RU energia	$0{,}03066174 \cdot 1 \cdot 1{,}0 \times 10^{-4}$	$3{,}066174 \times 10^{-6}$
RU telecom	$0{,}0144 \cdot 1 \cdot 1{,}0 \times 10^{-4}$	$1{,}440000 \times 10^{-6}$
RV energia	$0{,}03066174 \cdot 1 \cdot 5{,}0 \times 10^{-4}$	$1{,}533087 \times 10^{-5}$
RV telecom	$0{,}0144 \cdot 1 \cdot 5{,}0 \times 10^{-4}$	$7{,}200000 \times 10^{-6}$

$$R1 = RA + RB + RU,E + RU,T + RV,E + RV,T$$

$$R1 = 4{,}2529104 \times 10^{-5}/ano > RT = 1{,}0 \times 10^{-5}/ano$$

Resultado do cenário A — R1 não atende ao limite tolerável. São necessárias medidas de proteção.

6.4. Risco R3 — patrimônio cultural

Os memoriais fornecidos informam cz = 0. Assim, os fatores de perda cultural associados a danos físicos são nulos e, consequentemente:

$$R3 = RB3 + RV3 = 0/ano \leq RT3 = 1{,}0 \times 10^{-4}/ano$$

6.5. Frequência de danos F

Adota-se FB = 0 porque não foram identificados equipamentos expostos em ZPR 0A. Caso a inspeção de campo identifique essa condição, o cálculo deve ser revisado.

Componente	Cálculo	Resultado (/ano)
FB	0	0
FC	ND·PC = 0,0258201·1	0,0258201
FM	NM·PM = 14,82260688·0,691358	10,24772821
FV energia	0,03066174·1	0,03066174
FV telecom	0,0144·1	0,0144
FW energia	0,03066174·1	0,03066174
FW telecom	0,0144·1	0,0144
FZ energia	1,44·0,6	0,864
FZ telecom	1,44·0,5	0,72

F = 11,94767179/ano > FT = 0,1/ano

Conclusão do cenário A — Sem SPDA e sem MPS, tanto R1 quanto F superam os limites adotados. A estrutura requer proteção externa e interna.

7. CENÁRIO B - COM SPDA NP IV E MPS

7.1. Medidas consideradas

- SPDA externo nível de proteção IV, com PB = 0,2;
- restrições de aproximação e controle de tensões de toque, com PTA = 0,01;
- mais de uma medida de proteção contra incêndio, com rp = 0,2;
- equipotencialização para descargas atmosféricas, com PEB = 0,05;
- DPS coordenados nas linhas de energia e telecomunicações, com PSPD = 0,05;
- roteamento/blindagem interna representada por KS3 = 0,01; e
- coordenação da suportabilidade dos sistemas, Uw = 1,5 kV.

7.2. Probabilidades de dano

$$PA = PTA \cdot PB = 0,01 \cdot 0,2 = 0,002$$

$$PU = PTU \cdot PEB \cdot PLD \cdot CLD = 0,1 \cdot 0,05 \cdot 1 \cdot 1 = 0,005$$

$$PC = 1 - (1 - 0,05)^2 = 0,0975$$

$$PMS = (1 \cdot 1 \cdot 0,01 \cdot 0,666667)^2 = 4,44444 \times 10^{-5}$$

$$PM,sistema = PSPD \cdot PMS = 0,05 \cdot 4,44444 \times 10^{-5} = 2,22222 \times 10^{-6}$$

$$PM = 1 - (1 - 2{,}22222\times10^{-6})^2 = 4{,}44444 \times 10^{-6}$$

Probabilidade	Energia	Telecom	Agregada/aplicável
PA	—	—	0,002
PB	—	—	0,2
PC	0,05	0,05	0,0975
PM	$2{,}22222\times10^{-6}$	$2{,}22222\times10^{-6}$	$4{,}44444\times10^{-6}$
PU	0,005	0,005	por linha
PV	0,05	0,05	por linha
PW	0,05	0,05	por linha
PZ = PLI·CLI	0	0	CLI = 0

7.3. Fatores de perda para R1

$$LA = LU = 1{,}0 \times 10^{-4}$$

$$LB = LV = 0{,}2\cdot10^{-3}\cdot5\cdot10^{-1}\cdot1\cdot1\cdot1 = 1{,}0 \times 10^{-4}$$

7.4. Risco R1 — perda de vida humana

Componente	Expressão substituída	Resultado (/ano)
RA	$0{,}0258201\cdot0{,}002\cdot1{,}0\times10^{-4}$	$5{,}164020\times10^{-9}$
RB	$0{,}0258201\cdot0{,}2\cdot1{,}0\times10^{-4}$	$5{,}164020\times10^{-7}$
RU energia	$0{,}03066174\cdot0{,}005\cdot1{,}0\times10^{-4}$	$1{,}533087\times10^{-8}$
RU telecom	$0{,}0144\cdot0{,}005\cdot1{,}0\times10^{-4}$	$7{,}200000\times10^{-9}$
RV energia	$0{,}03066174\cdot0{,}05\cdot1{,}0\times10^{-4}$	$1{,}533087\times10^{-7}$
RV telecom	$0{,}0144\cdot0{,}05\cdot1{,}0\times10^{-4}$	$7{,}200000\times10^{-8}$

$$R1 = 7{,}6940559 \times 10^{-7}/\text{ano} < RT = 1{,}0 \times 10^{-5}/\text{ano}$$

Resultado do cenário B — Com as medidas especificadas, R1 atende ao limite tolerável.

7.5. Risco R3 — patrimônio cultural

$$R3 = 0/\text{ano} \leq RT3 = 1{,}0 \times 10^{-4}/\text{ano}$$

7.6. Frequência de danos F

Componente	Cálculo	Resultado (/ano)
FB	0	0
FC	0,0258201·0,0975	0,00251745975
FM	14,82260688·4,44444×10⁻⁶	0,00006587818
FV energia	0,03066174·0,05	0,001533087
FV telecom	0,0144·0,05	0,00072
FW energia	0,03066174·0,05	0,001533087
FW telecom	0,0144·0,05	0,00072
FZ energia	1,44·0	0
FZ telecom	1,44·0	0

F = 0,00708951193/ano < FT = 0,1/ano

Conclusão do cenário B — O conjunto SPDA NP IV + equipotencialização + DPS coordenados + MPS reduz R1 e F a valores inferiores aos limites adotados.

8. RESULTADOS E PARÂMETROS DE PROJETO

8.1. Quadro comparativo

Verificação	Sem SPDA/MPS	Com SPDA NP IV/MPS	Limite	Situação final
R1	4,253×10⁻⁵	7,694×10⁻⁷	1,0×10⁻⁵	**ATENDE**
R3	0	0	1,0×10⁻⁴	**ATENDE**
F	1,195×10¹	7,090×10⁻³	0,1	**ATENDE**

Para as premissas e os fatores adotados no memorial de cálculo, o cenário sem proteção excede os limites de R1 e F, enquanto o cenário protegido apresenta valores inferiores a esses limites. A aplicação desses resultados à execução depende da confirmação da geometria dos dois blocos e da implantação das medidas de proteção consideradas, inclusive as MPS descritas no item 9.5.

8.2. Parâmetros do nível de proteção IV

Parâmetro	Valor de projeto
Raio da esfera rolante	60 m
Dimensão máxima da malha de captação	20 m × 20 m
Espaçamento típico máximo entre descidas	20 m
Métodos de posicionamento	esfera rolante, malha e ângulo de proteção conforme limites geométricos da Parte 3
Probabilidade de dano físico PB	0,2

A captação, as descidas estruturais, os pontos de aterramento e os BEPs devem seguir as posições das pranchas 101, 201, 202, 301 e 302. Os cortes 201 e 202 representam a verificação por esfera rolante de raio 60 m. Os limites indicados na tabela são parâmetros de projeto, não quantitativos nem autorização para alterar as rotas. A seleção dos DPS depende da complementação do projeto elétrico e de telecomunicações.

9. MEMORIAL DESCRITIVO DO SPDA E DAS MPS

O projeto prevê SPDA externo integrado à estrutura de concreto dos blocos 01 e 02, associado à equipotencialização e às medidas de proteção contra surtos. A captação é executada em alumínio; as descidas e o aterramento utilizam barras de aço galvanizado a fogo incorporadas aos pilares, vigas, baldrames e fundações.

9.1. Subsistema de captação

A malha captora acompanha os perímetros e os volumes elevados das coberturas, conforme as plantas e os isométricos. Será executada com barra chata de alumínio de seção nominal 70 mm², dimensões 7/8" × 1/8", em peças de 3 m, referência indicada TEL-771. Os trechos devem formar caminhos eletricamente contínuos e interligados às descidas estruturais nas posições representadas.

Os terminais aéreos são minicaptores em barra chata de alumínio de 7/8" × 1/8" × 300 mm, referência TEL-942, instalados nas posições indicadas nos cortes e nos isométricos dos dois blocos.

A fixação das barras seguirá o detalhe 501: bucha de nylon nº 6, referência TEL-5306, e parafuso autoatarrachante em aço inox Ø 4,2 × 32 mm, referência TEL-5333. As conexões entre barras utilizam parafuso de cabeça chata em alumínio Ø 1/4" × 5/8", referência TEL-5321, e porca sextavada em alumínio Ø 1/4", referência TEL-5313. A fixação deve ser compatível com o substrato e preservar a impermeabilização, as telhas, os rufos e as calhas.

As transições entre a captação em alumínio e as barras estruturais devem empregar os conectores previstos no detalhe 501, sem contato improvisado entre metais distintos. Alterações de altura, posição dos captores, equipamentos de cobertura ou rotas de captação exigem verificação do volume protegido pelo projetista. Referências: pranchas 101, 201, 202, 301, 302 e 501.

9.2. Subsistema de descida

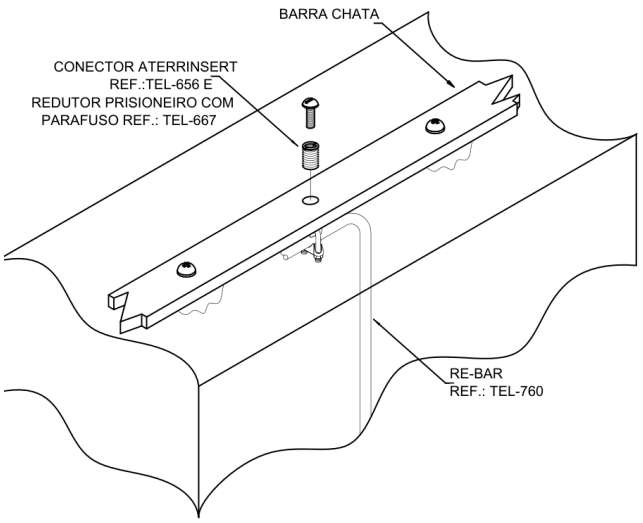
As descidas representadas são condutores dedicados em barra redonda maciça de aço galvanizado a fogo, tipo RE-BAR, de seção nominal 80 mm², integrados à estrutura de concreto e interligados às armaduras.

Os percursos verticais devem ligar a captação aos condutores horizontais e aos pontos de aterramento estrutural, conforme as posições indicadas. As RE-BARs devem ser fixadas às ferragens, mantendo a continuidade ao longo de pilares, vigas e baldrames. Não se deve considerar a simples presença da armadura como comprovação de continuidade elétrica. O posicionamento e as conexões devem ser inspecionados antes da concretagem.

As emendas e as ligações com condutores horizontais seguirão os detalhes da prancha 501, com clips para emenda, referência TEL-5238, ou os conectores previstos nas notas. A nota geral exige transpasse mínimo de 20 vezes o diâmetro da barra, enquanto o detalhe indica transpasse superior a 20 cm; deverão ser atendidas as duas indicações. Nos cruzamentos, executar a interligação prevista, sem deixar RE-BARs apenas justapostas.

A conexão com a barra chata de captação utiliza conector estrutural tipo Aterrinsert, referência TEL-656, e redutor prisioneiro com parafuso, referência TEL-667, conforme detalhe

501. Os pontos acessíveis de conexão deverão ser protegidos por caixas de passagem em PVC 4" × 4" com tampa, conforme as notas gerais. As saídas na cobertura devem receber a vedação epóxi prevista no projeto, compatível com a impermeabilização.



CONEXÃO DA RE-BAR COM A CAPTAÇÃO EM BARRA CHATA DE ALUMÍNIO

Figura 1 - Interface da descida com a captação. Fonte: prancha 501, R00, sem escala.

9.3. Subsistema de aterramento

O aterramento previsto é estrutural, constituído por RE-BAR de aço galvanizado a fogo de seção nominal 80 mm², integrada aos baldrames, blocos e estacas. Os condutores horizontais devem interligar os pontos de descida e de fundação segundo o traçado da planta do térreo. A continuidade entre captação, descidas, fundações e equipotencialização deve ser comprovada por ensaios e registros de execução.

Em cada bloco de fundação associado à descida deverá ser utilizada a estaca mais alinhada verticalmente com o percurso. O condutor deve continuar até o fundo da estaca, sem sair do concreto. As interligações com vigas, blocos e armaduras, bem como a continuidade dos trechos horizontais, devem seguir os detalhes e ser conferidas com o projeto estrutural antes da concretagem.

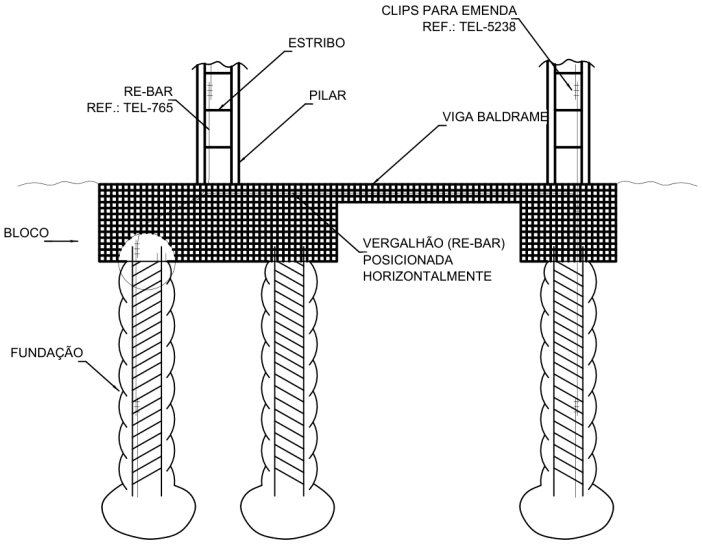


Figura 2 - Aterramento estrutural nas fundações. Fonte: prancha 501, R00, sem escala.
A geometria de montagem é ilustrativa; a RE-BAR deve atender à compatibilização do item 9.8.

9.4. Equipotencialização

A planta do térreo indica dois barramentos de equipotencialização principal, um em cada bloco. As chamadas e a legenda especificam caixas em aço, dimensões 210 × 210 × 90 mm, com nove terminais. Os BEPs deverão ficar acessíveis para inspeção, identificação e reaperto, nas posições representadas na prancha 101, e ser interligados ao aterramento estrutural por conexões compatíveis.

Deverão ser vinculados ao sistema de equipotencialização os condutores de proteção da instalação elétrica, as partes condutivas estruturais e os serviços metálicos que ingressem nos blocos, de acordo com os projetos complementares. Identificar cada circuito ou ligação no barramento. O material e a seção de cada condutor, sua rota e o terminal correspondente devem constar da definição executiva, sem aplicar uma única seção a todas as ligações.

9.6. Componentes, execução e controle de qualidade

O quadro reúne as características identificadas nos desenhos. Os comprimentos e as quantidades de peças devem ser levantados pelas rotas, emendas e fixações, sem somar repetições de um mesmo elemento em planta, corte e isométrico. Os códigos comerciais são referências dos desenhos; a compra deverá confirmar material, dimensões, aplicação e compatibilidade do conjunto.

Componente	Especificação identificada	Aplicação e referência
Minicaptor	Alumínio, 7/8" × 1/8" × 300 mm; TEL-942.	Captação dos dois blocos; 201, 202, 301 e 302.
Barra chata	Alumínio, 70 mm², 7/8" × 1/8" × 3 m; TEL-771.	Malha captora e interligações de cobertura; 101 e 501.
RE-BAR estrutural	Aço galvanizado a fogo, seção nominal 80 mm² nas chamadas. Código comercial a compatibilizar.	Descidas, condutores horizontais e fundações; 101, 201, 202, 301 e 302.
Pontos de aterramento	16 pontos AG 80 mm²: AT-01 a AT-16.	8 pontos por bloco; planta 101. Não equivalem a 16 hastes.
Caixa BEP	2 caixas em aço, 210 × 210 × 90 mm, com 9 terminais, conforme planta.	1 por bloco; 101. Divergência com o detalhe 501: ver 9.8.
Clips de emenda	Referência TEL-5238; compatíveis com a RE-BAR e com o detalhe de montagem.	Emendas e interligações; 501.
Interface estrutural	Aterrinsert TEL-656 e redutor prisioneiro com parafuso TEL-667.	Conexão RE-BAR/captação; 501.
Proteção dos inserts	Caixa de passagem em PVC 4" × 4", com tampa.	Pontos acessíveis; notas gerais.
Fixação das barras	Bucha nº 6 TEL-5306 e parafuso inox Ø 4,2 × 32 mm TEL-5333.	Fixação ao substrato; 501.
Conexão entre barras	Parafuso chato de alumínio Ø 1/4" × 5/8" TEL-5321; porca de alumínio Ø 1/4" TEL-5313.	Emendas da barra chata; 501.
Vedação	Adesivo epóxi indicado nas notas, compatível com a impermeabilização.	Saídas das RE-BARs na cobertura.
DPS e ligações de cobre	Características, quantidades e seções por circuito a definir nos projetos complementares.	Premissas de MPS do memorial; ver 9.5.

Antes da aquisição, conferir as fichas técnicas e a compatibilidade entre barras, conectores, parafusos e barramentos. Qualquer substituição deverá preservar as características especificadas e receber aprovação do responsável técnico. A montagem deverá atender à edição normativa definida para o projeto, à série ABNT NBR IEC 62561 aplicável e às instruções dos fabricantes.

Na execução, conferir as rotas com a estrutura e a impermeabilização, identificar cada ponto AT e BEP, limpar as superfícies de contato e aplicar o aperto prescrito para cada conector. Não admitir emendas improvisadas, seções inferiores às definidas ou conexões ocultas sem registro. Antes da concretagem, registrar por fotografias e planilhas as barras, os transpasses, os cruzamentos e as interfaces.

A entrega deve incluir desenhos conforme executado, relação dos componentes e DPS instalados, fichas técnicas, certificados aplicáveis, registros fotográficos e relatórios dos ensaios. A medição isolada da resistência de aterramento não substitui a verificação de continuidade, das conexões, da geometria e da equipotencialização.

9.7. Inspeção e manutenção

A inspeção deverá acompanhar a montagem e a concretagem e ser repetida após a conclusão, após descarga atmosférica direta conhecida e após intervenções relevantes. Os intervalos periódicos e os critérios de aceitação deverão seguir a edição normativa harmonizada para o projeto e as condições de uso e exposição.

As notas das pranchas preveem verificações de continuidade entre bases e topos de pilares, entre pilares e baldrames e em trechos intermediários para localizar descontinuidades. Ao final, preveem medição do topo ao BEP ou, onde inviável, do topo a cada base nos conectores. A indicação de 0,2 Ω deve ser tratada como referência de continuidade das notas, sujeita à confirmação do procedimento e do critério normativo; não é meta de resistência de aterramento ao solo.

- Verificar integridade e fixação dos captores e barras, conservação das vedações, corrosão e condições dos conectores.
- Conferir identificação, acessibilidade e continuidade dos pontos AT, dos inserts e dos BEPs, mantendo rastreabilidade com os desenhos conforme executado.
- Verificar as ligações equipotenciais, a separação de segurança aplicável, os indicadores dos DPS, os desconectores e a proteção de retaguarda definida.
- Registrar alterações de cobertura, reservatório, equipamentos, instalações de energia e telecomunicações que possam modificar as condições de proteção.

10. CONCLUSÃO TÉCNICA

Os cálculos mantidos neste memorial apresentam, para o cenário sem proteção, R1 = 4,2529104 × 10^{-5}/ano e F = 11,94767179/ano, superiores aos limites adotados. Para essas premissas, são necessárias medidas de proteção externa e interna.

No cenário protegido, com SPDA nível de proteção IV e as MPS consideradas, os resultados existentes são R1 = 7,6940559 × 10^{-7}/ano e F = 0,00708951193/ano, inferiores a RT = 1,0 × 10^{-5}/ano e FT = 0,1/ano. O risco R3 permanece nulo nas premissas do cálculo. A solução descritiva passa a corresponder às pranchas: captação em alumínio de 70 mm², descidas e aterramento estrutural em RE-BAR de 80 mm² e equipotencialização nos dois blocos. A liberação executiva requer a solução das divergências do item 9.8 e a confirmação das medidas assumidas no cálculo pelo responsável técnico.

10.1. Avaliação econômica R4

A avaliação econômica R4 não foi realizada. A edição 2026 trata essa avaliação como opcional/informativa; se o contratante desejar realizá-la, deverão ser fornecidos os valores de reposição, perdas anuais, indisponibilidade e custos das medidas.

11. ASSINATURAS

11.1.Assinatura Responsável Técnico

RAFAEL NAGI CRUZ GERGES:00622342932

Digitally signed by RAFAEL NAGI CRUZ GERGES:00622342932
Date: 2026.11.10 15:05:58 -03'00'

Eng. Rafael Nagi Cruz Gerges

CREA/SC: 123734-3

11.2.Assinatura Proprietário

GUSTAVO JOSE DE ABREU:04958573941

Assinado de forma digital por GUSTAVO JOSE DE ABREU:04958573941
Dados: 2026.11.17 16:30:22 -03'00'

Prefeitura Municipal de Santo Amaro da Imperatriz

CPF/CNPJ: 82.892.324/0001-46