



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

MEMORIAL DESCRITIVO

PROJETO SPDA

SALÃO - COMPLEXO EMÍLIO GOMES

ROLÂNDIA 2025



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

SUMÁRIO

1	Dados da edificação	3
2	Dados do projeto	3
3	Risco de perda de vida humana (R1) - SALÃO - COMPLEXO EMÍLIO GOMES.....	5
4	Risco de perdas de serviço ao público (R2) - SALÃO - COMPLEXO EMÍLIO GOMES.....	10
5	Risco de perdas de patrimônio cultural (R3) - SALÃO - COMPLEXO EMÍLIO GOMES	17
6	Avaliação do custo de perdas do valor econômico - SALÃO - COMPLEXO EMÍLIO GOMES.....	27



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

Memorial de cálculo

O presente documento tem por finalidade descrever o projeto de construção de um Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA), elaborado de acordo com a norma NBR 5419/2015.

1 Dados da edificação

Altura (m)	Largura (m)	Comprimento (m)
6.87 m	20.80 m	40.40 m

A área de exposição equivalente (A_d) corresponde à área do plano da estrutura prolongada em todas as direções, de modo a levar em conta sua altura. Os limites da área de exposição equivalente estão afastados do perímetro da estrutura por uma distância correspondente à altura da estrutura no ponto considerado.

$$A_d = 4697.44 \text{ m}^2$$

2 Dados do projeto

Classificação da estrutura

Nível de proteção: IV

A definição da classe de proteção contra descargas atmosféricas adotada neste projeto foi obtida conforme a ABNT NBR 5419:2015 – Parte 2: Gerenciamento de Risco.

A classe de proteção é determinada a partir do processo de avaliação de risco descrito nos itens 5 a 9 da referida norma, que considera fatores como: tipo e uso da estrutura, dimensões, ocupação, presença de pessoas, localização geográfica (N_g), além das possíveis perdas (L_1 a L_4).



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA

Estado do Paraná

Foi realizado o cálculo conforme a metodologia da NBR 5419-2, utilizando os parâmetros normativos de risco tolerável (RT) e as probabilidades de ocorrência (PA, PB, PC e PD).

Para a estrutura em questão — SALÃO - COMPLEXO EMÍLIO GOMES—, o resultado do cálculo de risco indicou a necessidade de adoção de Classe de SPDA IV, que é a classe mais branda, conforme estabelecido na Tabela 3 da NBR 5419-2, por apresentar risco calculado inferior ao risco tolerável ($R < RT$).

Dessa forma, a classe IV foi adotada de acordo com o método de avaliação de risco definido pela ABNT NBR 5419:2015 (Partes 1 e 2), sendo plenamente conforme à norma brasileira vigente.

Densidade de descargas atmosféricas (Nd) para a terra: $8.39/\text{km}^2 \times \text{ano}$.

O valor adotado no presente projeto ($N_g = 8,39 \text{ descargas} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{ano}^{-1}$) foi obtido automaticamente pelo software QiBuilder ao selecionar o Município de Rolândia – PR no diálogo de Avaliação de Risco do módulo SPDA. O QiBuilder preenche esse parâmetro utilizando os valores de densidade de descargas fornecidos pelo INPE (mapa de densidade de descargas atmosféricas), que representam a incidência média anual de raios ao solo por km^2 na célula georreferenciada correspondente ao município. Esse procedimento está de acordo com a prática recomendada na ABNT NBR 5419, que indica a utilização de mapas de N_g atualizados para determinação do parâmetro nas avaliações de risco.

COMPONENTES DO SISTEMA DE SPDA

Subsistema de Captação

- Terminal aéreo TEL 942 – 350 mm^2 , instalado em barra chata de alumínio $7/8" \times 1/8" \times 350 \text{ mm}$;
- Condutores horizontais em cordoalha de cobre nú 35 mm.

Subsistema de Descida

- Descidas executadas com barra de aço liso CA-25 $\varnothing 3/8"$, fixadas conforme critérios de equipotencialização;
- Conexões com o subsistema de captação realizadas com conectores compatíveis alumínio–aço.



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA

Estado do Paraná

Subsistema de Aterramento

- Eletrodos constituídos por hastes de cobre 3/4" x 2,40 m, instaladas em caixas de inspeção de PVC Ø 30 x 30 cm;
- Interligações entre descidas e hastes através de condutor de cobre nu 50mm², assegurando baixa impedância do sistema.

Ligações Equipotenciais

- Equipotencialização das descidas ao sistema de aterramento executada com cobre nu 35mm;
- Utilização de conector a compressão tipo C – modelo CCO 50 x 50, garantindo união segura e baixa resistência elétrica.

3 Risco de perda de vida humana (R₁) - SALÃO - COMPLEXO EMÍLIO GOMES

A avaliação do risco de perda de vida humana (R₁) foi realizada conforme os procedimentos estabelecidos na ABNT NBR 5419-2:2015 – Proteção contra Descargas Atmosféricas – Parte 2: Gerenciamento de Risco.

O valor de R₁ considera a probabilidade e as consequências associadas às descargas atmosféricas diretas sobre a estrutura e em suas proximidades, bem como descargas incidentes em linhas ou redes conectadas à estrutura.

Esses componentes de risco abrangem a possibilidade de choques elétricos, queimaduras, danos físicos e ferimentos permanentes ocasionados pela passagem da corrente de raio pela estrutura ou por sistemas interligados.

O cálculo foi desenvolvido com base na metodologia descrita nos itens 5 a 9 da NBR 5419-2, avaliando as perdas do tipo L₁ – Perda de vida humana e comparando o risco obtido (R₁) com o nível de risco tolerável (R_t = 10⁻⁵) definido pela norma.

Componente Ra (risco de ferimentos a seres vivos causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a ferimentos aos seres vivos, causados por choque elétrico devido às tensões de toque e passo dentro da estrutura e fora, nas zonas até 3m ao redor dos condutores de descidas.



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$8.39/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$1.97 \times 10^{-2}/\text{ano}$

Pa (probabilidade de uma descarga na estrutura causar ferimentos a seres vivos por choque elétrico)

Pta (Probabilidade de uma descarga a uma estrutura causar choque a seres vivos devido a tensões de toque e de passo)	1×10^{-2}
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	2×10^{-1}
$Pa = Pta \times Pb$	2×10^{-3}

La (valores de perda na zona considerada)

rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)	1×10^{-2}
Lt (Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	100
nt (Número total de pessoas na estrutura)	100
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
$La = rt \times Lt \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	1×10^{-4}

$$Ra = Nd \times Pa \times La$$

$$Ra = 3.94 \times 10^{-9}/\text{ano}$$

Componente Rb (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a danos físicos, causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$8.39/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$1.97 \times 10^{-2}/\text{ano}$
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	2×10^{-1}



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1×10^{-3}
hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)	2
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	100
nt (Número total de pessoas na estrutura)	100
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
$Lb = rp \times rf \times hz \times Lf \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	1×10^{-5}

$$Rb = Nd \times Pb \times Lb$$

$$Rb = 3.94 \times 10^{-8} / \text{ano}$$

Componente Ru (risco de ferimentos a seres vivos causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a ferimentos aos seres vivos, causados por choque elétrico devido às tensões de toque e passo dentro da estrutura.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
$Al = 40 \times LI$	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	8.39/km ² x ano	

NI (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
$NI = Ng \times Al \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$3.36 \times 10^{-2} / \text{ano}$	$3.36 \times 10^{-2} / \text{ano}$

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	716.39 m ²	716.39 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.25



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

$N_{dj} = N_g \times Adj \times C_{dj} \times C_t \times 10^{-6}$	$3.01 \times 10^{-3}/\text{ano}$	$1.5 \times 10^{-3}/\text{ano}$
Ptu (Probabilidade de uma estrutura em uma linha que adentre a estrutura causar choques a seres vivos devidos a tensões de toque perigosas)	1	
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)	0.05	

Pu (probabilidade de uma descarga em uma linha causar ferimentos a seres vivos por choque elétrico)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pld (Probabilidade dependendo da resistência R_s da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso U_w do equipamento)	0.6	0.6
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$P_u = P_{tu} \times P_{eb} \times P_{ld} \times C_{ld}$	3×10^{-2}	3×10^{-2}

Lu (valores de perda na zona considerada)

rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)	1×10^{-2}
Lt (Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	100
nt (Número total de pessoas na estrutura)	100
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
$L_u = r_t \times L_t \times (n_z / n_t) \times (t_z / 8760)$	1×10^{-4}

$$R_u = R_{u.E} + R_{u.T}$$

$$R_u = [(N_{I.E} + N_{dj.E}) \times P_{u.E} \times L_u] + [(N_{I.T} + N_{dj.T}) \times P_{u.T} \times L_u]$$

$$R_u = 2.15 \times 10^{-7}/\text{ano}$$

Componente Rv (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas, geralmente no ponto de entrada da linha na estrutura), devido à corrente da descarga atmosférica transmitida, ou ao longo das linhas.

AI (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
$AI = 40 \times LI$	40000 m ²	40000 m ²



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	8.39/km ² x ano
---	----------------------------

NI (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
NI = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	3.36x10 ⁻² /ano	3.36x10 ⁻² /ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	716.39 m ²	716.39 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.25
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 ⁻⁶	3.01x10 ⁻³ /ano	1.5x10 ⁻³ /ano
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)	0.05	

Pv (probabilidade de uma descarga em uma linha causar danos físicos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	0.6	0.6
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
Pv = Peb x Pld x Cld	3x10 ⁻²	3x10 ⁻²

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5x10 ⁻¹
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1x10 ⁻³
hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)	2
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1x10 ⁻²
nz (Número de pessoas na zona considerada)	100
nt (Número total de pessoas na estrutura)	100
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
Lv = rp x rf x hz x Lf x (nz/nt) x (tz/8760)	1x10 ⁻⁵

$$R_v = R_v.E + R_v.T$$

$$R_v = [(NI.E + Ndj.E) \times P_v.E \times L_v] + [(NI.T + Ndj.T) \times P_v.T \times L_v]$$



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA

Estado do Paraná

$$R_v = 2.15 \times 10^{-8} / \text{ano}$$

Resultado de R1

O risco R1 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

$$R_1 = R_a + R_b + R_u + R_v$$

$$R_1 = 2.8 \times 10^{-7} / \text{ano}$$

4 Risco de perdas de serviço ao público (R₂) - SALÃO - COMPLEXO EMÍLIO GOMES

O risco de perda de serviço ao público (R₂) foi avaliado em conformidade com a ABNT NBR 5419-2:2015, considerando as interrupções de serviços essenciais ou públicos ocasionadas por descargas atmosféricas.

São analisadas as descargas diretas na estrutura e em suas proximidades, bem como aquelas em linhas de energia ou comunicação que alimentam o sistema, capazes de gerar paralisações temporárias ou falhas de operação.

Esse risco está associado às perdas do tipo L₂ – Perda de serviço ao público, sendo comparado com o nível de risco tolerável (R_t = 10⁻³) indicado na norma.

No caso do terminal em estudo, por se tratar de uma estrutura de uso coletivo, porém de baixa complexidade funcional, o valor calculado de R₂ apresentou-se inferior ao limite tolerável, não sendo necessária a adoção de medidas adicionais de proteção além das já previstas no projeto.

Componente Rb (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na estrutura)



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

Componente relativo a danos físicos, causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$8.39/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$1.97 \times 10^{-2}/\text{ano}$
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	2×10^{-1}

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1×10^{-3}
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-1}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	100
nt (Número total de pessoas na estrutura)	100
$Lb = rp \times rf \times Lf \times (nz/nt)$	5×10^{-5}

$$Rb = Nd \times Pb \times Lb$$

$$Rb = 1.97 \times 10^{-7}/\text{ano}$$

Componente Rc (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$8.39/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$1.97 \times 10^{-2}/\text{ano}$



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

Pc (probabilidade de uma descarga na estrutura causar falha a sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	5×10^{-2}	5×10^{-2}
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$Pc.E = Pspd.E \times Cld.E$, $Pc.T = Pspd.T \times Cld.T$	5×10^{-2}	5×10^{-2}
$Pc = 1 - [(1 - Pc.E) \times (1 - Pc.T)]$	9.75×10^{-2}	

Lc (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	100
nt (Número total de pessoas na estrutura)	100
$Lc = Lo \times (nz/nt)$	1×10^{-2}

$$Rc = Nd \times Pc \times Lc$$

$$Rc = 1.92 \times 10^{-5}/\text{ano}$$

Componente Rm (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perdas de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Nm (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da estrutura)

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$8.39/\text{km}^2 \times \text{ano}$
Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)	846598.16 m^2
$Nm = Ng \times Am \times 10^{-6}$	$7.1/\text{ano}$

Pm (probabilidade de uma descarga perto da estrutura causar falha de sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	5×10^{-2}	5×10^{-2}
Ks1 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha de uma estrutura)	1	1



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

Ks2 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha dos campos internos de uma estrutura)	1	1
Ks3 (Fator relevante às características do cabeamento interno)	1×10^{-4}	1×10^{-4}
Uw (Tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido) (kV)	2.5	2.5
Ks4 (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema)	4×10^{-1}	4×10^{-1}
$Pms = (Ks1 \times Ks2 \times Ks3 \times Ks4)^2$	1.6×10^{-9}	1.6×10^{-9}
$Pm.E = Pspd.E \times Pms.E$, $Pm.T = Pspd.T \times Pms.T$	8×10^{-11}	8×10^{-11}
$Pm = 1 - [(1 - Pm.E) \times (1 - Pm.T)]$	1.6×10^{-10}	

Lm (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	100
nt (Número total de pessoas na estrutura)	100
$Lm = Lo \times (nz/nt)$	1×10^{-2}

$$Rm = Nm \times Pm \times Lm$$

$$Rm = 1.14 \times 10^{-11}/\text{ano}$$

Componente Rv (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas, geralmente no ponto de entrada da linha na estrutura), devido à corrente da descarga atmosférica transmitida, ou ao longo das linhas.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
$Al = 40 \times LI$	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	8.39/km ² x ano	

NI (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
$NI = Ng \times Al \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$3.36 \times 10^{-2}/\text{ano}$	$3.36 \times 10^{-2}/\text{ano}$



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	716.39 m ²	716.39 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.25
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 ⁻⁶	3.01x10 ⁻³ /ano	1.5x10 ⁻³ /ano
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)	0.05	

Pv (probabilidade de uma descarga em uma linha causar danos físicos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	0.6	0.6
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
Pv = Peb x Pld x Cld	3x10 ⁻²	3x10 ⁻²

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5x10 ⁻¹
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1x10 ⁻³
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1x10 ⁻¹
nz (Número de pessoas na zona considerada)	100
nt (Número total de pessoas na estrutura)	100
Lv = rp x rf x Lf x (nz/nt)	5x10 ⁻⁵

$$R_v = R_{v.E} + R_{v.T}$$

$$R_v = [(Nl.E + Ndj.E) \times Pv.E \times Lv] + [(Nl.T + Ndj.T) \times Pv.T \times Lv]$$

$$R_v = 1.07 \times 10^{-7} / \text{ano}$$

Componente Rw (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

AI (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
$AI = 40 \times LI$	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	8.39/km ² x ano	

NI (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
$NI = Ng \times AI \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	3.36x10 ⁻² /ano	3.36x10 ⁻² /ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	716.39 m ²	716.39 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.25
$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$	3.01x10 ⁻³ /ano	1.5x10 ⁻³ /ano

Pw (probabilidade de uma descarga em uma linha causar falha a sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	5x10 ⁻²	5x10 ⁻²
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	0.6	0.6
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$Pw = Pspd \times Pld \times Cld$	3x10 ⁻²	3x10 ⁻²

Lw (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10 ⁻²
nz (Número de pessoas na zona considerada)	100
nt (Número total de pessoas na estrutura)	100
$Lw = Lo \times (nz/nt)$	1x10 ⁻²



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

$$Rw = Rw.E + Rw.T$$

$$Rw = [(NI.E + Ndj.E) \times Pw.E \times Lw] + [(NI.T + Ndj.T) \times Pw.T \times Lw]$$

$$Rw = 2.15 \times 10^{-5} / \text{ano}$$

Componente Rz (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da linha)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Ai (área de exposição equivalente de descargas para a terra perto da linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
Ai = 4000 x LI	4000000 m ²	4000000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	8.39/km ² x ano	

Ni (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
Ni = Ng x Ai x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	3.36/ano	3.36/ano

Pz (probabilidade de uma descarga perto da linha conectada à estrutura causar falha de sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	5x10 ⁻²	5x10 ⁻²
Pli (Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga perto da linha conectada dependendo das características da linha e dos equipamentos)	0.3	0.2
Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolação da linha)	1	1
Pz = Pspd x Pli x Cli	1.5x10 ⁻²	1x10 ⁻²



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

Lz (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	100
nt (Número total de pessoas na estrutura)	100
$Lz = Lo \times (nz/nt)$	1×10^{-2}

$$Rz = Rz.E + Rz.T$$

$$Rz = (Ni.E \times Pz.E \times Lz) + (Ni.T \times Pz.T \times Lz)$$

$$Rz = 8.39 \times 10^{-4}/ano$$

Resultado de R2

O risco R2 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

$$R2 = Rb + Rc + Rm + Rv + Rw + Rz$$

$$R2 = 8.8 \times 10^{-4}/ano$$

5 Risco de perdas de patrimônio cultural (R3) - SALÃO - COMPLEXO EMÍLIO GOMES

O risco de perda de patrimônio cultural (R_3) foi determinado conforme o método de avaliação descrito na ABNT NBR 5419-2:2015, considerando as possíveis perdas irreversíveis decorrentes de danos a bens de valor histórico, artístico ou cultural.

São consideradas as descargas diretas e indiretas capazes de causar destruição, incêndio, ou degradação de elementos culturais relevantes.

O valor de referência para risco tolerável é $R_t = 10^{-4}$, conforme estabelecido pela norma.



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

Como a Cobertura Avenida Oktoberfest em análise não abriga bens culturais ou históricos, o risco R_3 é nulo ou desprezível, sendo classificado como não aplicável (N/A).

Componente Rb (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a danos físicos, causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$8.39/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$1.97 \times 10^{-2}/\text{ano}$
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	2×10^{-1}

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1×10^{-3}
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-1}
cz (Valor do patrimônio cultural na zona considerada) (R\$)	0
ct (Valor total da edificação e conteúdo da estrutura) (R\$)	1000000
$Lb = rp \times rf \times Lf \times (cz/ct)$	0

$$Rb = Nd \times Pb \times Lb$$

$$Rb = 0/\text{ano}$$

Componente Rv (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas, geralmente no ponto de entrada da linha na estrutura), devido à corrente da descarga atmosférica transmitida, ou ao longo das linhas.



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

AI (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
AI = 40 x LI	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	8.39/km ² x ano	

NI (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	3.36x10 ⁻² /ano	3.36x10 ⁻² /ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	716.39 m ²	716.39 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.25
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 ⁻⁶	3.01x10 ⁻³ /ano	1.5x10 ⁻³ /ano
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)	0.05	

Pv (probabilidade de uma descarga em uma linha causar danos físicos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	0.6	0.6
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
Pv = Peb x Pld x Cld	3x10 ⁻²	3x10 ⁻²

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5x10 ⁻¹
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1x10 ⁻³
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1x10 ⁻¹
cz (Valor do patrimônio cultural na zona considerada) (R\$)	0
ct (Valor total da edificação e conteúdo da estrutura) (R\$)	1000000
Lv = rp x rf x Lf x (cz/ct)	0

$$R_v = R_v.E + R_v.T$$



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

$$R_v = [(NI.E + Ndj.E) \times Pv.E \times Lv] + [(NI.T + Ndj.T) \times Pv.T \times Lv]$$

$$R_v = 0/\text{ano}$$

Resultado de R3

O risco R3 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

$$R_3 = R_b + R_v$$

$$R_3 = 0/\text{ano}$$

Risco de perda de valores econômicos (R4) - SALÃO - COMPLEXO EMÍLIO GOMES

O risco de perda econômica (R_4) foi calculado em conformidade com os critérios da ABNT NBR 5419-2:2015, considerando as perdas materiais decorrentes de danos físicos à estrutura, falhas de equipamentos e interrupções de atividades.

São avaliados os efeitos de descargas diretas sobre a estrutura e em linhas conectadas, incluindo danos a instalações elétricas e eletrônicas, prejuízos a sistemas de comunicação e eventuais paralisações operacionais.

O risco tolerável estabelecido para esse tipo de perda é $R_t = 10^{-3}$.

No caso do terminal, por se tratar de uma edificação de pequeno porte e sem processos produtivos ou armazenagem de bens de alto valor, o valor de R_4 obtido foi inferior ao risco tolerável, enquadrando a estrutura na Classe de Proteção IV, conforme os critérios da NBR 5419-2.

Componente Rb (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a danos físicos, causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente.



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$8.39/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$1.97 \times 10^{-2}/\text{ano}$
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	2×10^{-1}

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1×10^{-3}
Lf (Valor relativo médio típico de todos os valores atingidos pelos danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-1}
ca (Valor dos animais na zona) (R\$)	0
cb (Valor da edificação relevante à zona) (R\$)	0
cc (Valor do conteúdo da zona) (R\$)	0
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
$Lb = rp \times rf \times Lf \times ((ca+cb+cc+cs)/CT)$	5×10^{-5}

$$Rb = Nd \times Pb \times Lb$$

$$Rb = 1.97 \times 10^{-7}/\text{ano}$$

Componente Rc (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$8.39/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$1.97 \times 10^{-2}/\text{ano}$

Pc (probabilidade de uma descarga na estrutura causar falha a sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
--	------------------------------	---------------------------------------



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	5×10^{-2}	5×10^{-2}
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$Pc.E = Pspd.E \times Cld.E$, $Pc.T = Pspd.T \times Cld.T$	5×10^{-2}	5×10^{-2}
$Pc = 1 - [(1 - Pc.E) \times (1 - Pc.T)]$	9.75×10^{-2}	

Lc (valores de perda na zona considerada)

Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1×10^{-4}
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
$Lc = Lo \times (cs/CT)$	1×10^{-4}

$$Rc = Nd \times Pc \times Lc$$

$$Rc = 1.92 \times 10^{-7} / \text{ano}$$

Componente Rm (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perdas de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Nm (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da estrutura)

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$8.39 / \text{km}^2 \times \text{ano}$
Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)	846598.16 m^2
$Nm = Ng \times Am \times 10^{-6}$	$7.1 / \text{ano}$

Pm (probabilidade de uma descarga perto da estrutura causar falha de sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	5×10^{-2}	5×10^{-2}
Ks1 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha de uma estrutura)	1	1
Ks2 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha dos campos internos de uma estrutura)	1	1



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

Ks3 (Fator relevante às características do cabeamento interno)	1×10^{-4}	1×10^{-4}
Uw (Tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido) (kV)	2.5	2.5
Ks4 (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema)	4×10^{-1}	4×10^{-1}
$Pms = (Ks1 \times Ks2 \times Ks3 \times Ks4)^2$	1.6×10^{-9}	1.6×10^{-9}
$Pm.E = Pspd.E \times Pms.E$, $Pm.T = Pspd.T \times Pms.T$	8×10^{-11}	8×10^{-11}
$Pm = 1 - [(1 - Pm.E) \times (1 - Pm.T)]$	1.6×10^{-10}	

Lm (valores de perda na zona considerada)

Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1×10^{-4}
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
$Lm = Lo \times (cs/CT)$	1×10^{-4}

$$Rm = Nm \times Pm \times Lm$$

$$Rm = 1.14 \times 10^{-13}/\text{ano}$$

Componente Rv (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas, geralmente no ponto de entrada da linha na estrutura), devido à corrente da descarga atmosférica transmitida, ou ao longo das linhas.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
$Al = 40 \times LI$	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	8.39/km ² x ano	

NI (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
$NI = Ng \times Al \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$3.36 \times 10^{-2}/\text{ano}$	$3.36 \times 10^{-2}/\text{ano}$



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	716.39 m ²	716.39 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.25
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 ⁻⁶	3.01x10 ⁻³ /ano	1.5x10 ⁻³ /ano
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)	0.05	

Pv (probabilidade de uma descarga em uma linha causar danos físicos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	0.6	0.6
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
Pv = Peb x Pld x Cld	3x10 ⁻²	3x10 ⁻²

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5x10 ⁻¹
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1x10 ⁻³
Lf (Valor relativo médio típico de todos os valores atingidos pelos danos físicos devido a um evento perigoso)	1x10 ⁻¹
ca (Valor dos animais na zona) (R\$)	0
cb (Valor da edificação relevante à zona) (R\$)	0
cc (Valor do conteúdo da zona) (R\$)	0
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
Lv = rp x rf x Lf x ((ca+cb+cc+cs)/CT)	5x10 ⁻⁵

$$R_v = R_{v.E} + R_{v.T}$$

$$R_v = [(Nl.E + Ndj.E) \times P_{v.E} \times L_v] + [(Nl.T + Ndj.T) \times P_{v.T} \times L_v]$$

$$R_v = 1.07 \times 10^{-7} / \text{ano}$$

Componente Rw (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

AI (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
AI = 40 x LI	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	8.39/km ² x ano	

NI (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	3.36x10 ⁻² /ano	3.36x10 ⁻² /ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	716.39 m ²	716.39 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.25
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 ⁻⁶	3.01x10 ⁻³ /ano	1.5x10 ⁻³ /ano

Pw (probabilidade de uma descarga em uma linha causar falha a sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	5x10 ⁻²	5x10 ⁻²
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	0.6	0.6
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
Pw = Pspd x Pld x Cld	3x10 ⁻²	3x10 ⁻²

Lw (valores de perda na zona considerada)

Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10 ⁻⁴
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

$Lw = Lo \times (cs/CT)$	1×10^{-4}
--------------------------	--------------------

$$Rw = Rw.E + Rw.T$$

$$Rw = [(NI.E + Ndj.E) \times Pw.E \times Lw] + [(NI.T + Ndj.T) \times Pw.T \times Lw]$$

$$Rw = 2.15 \times 10^{-7} / \text{ano}$$

Componente Rz (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da linha)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Ai (área de exposição equivalente de descargas para a terra perto da linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
$Ai = 4000 \times LI$	4000000 m ²	4000000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	8.39/km ² x ano	

Ni (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
$Ni = Ng \times Ai \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	3.36/ano	3.36/ano

Pz (probabilidade de uma descarga perto da linha conectada à estrutura causar falha de sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	5×10^{-2}	5×10^{-2}



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

Pli (Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga perto da linha conectada dependendo das características da linha e dos equipamentos)	0.3	0.2
Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolação da linha)	1	1
$Pz = Pspd \times Pli \times Cli$	1.5×10^{-2}	1×10^{-2}

Lz (valores de perda na zona considerada)

Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1×10^{-4}
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
$Lz = Lo \times (cs/CT)$	1×10^{-4}

$$Rz = Rz.E + Rz.T$$

$$Rz = (Ni.E \times Pz.E \times Lz) + (Ni.T \times Pz.T \times Lz)$$

$$Rz = 8.39 \times 10^{-6}/ano$$

Resultado de R4

O risco R4 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

$$R4 = Rb + Rc + Rm + Rv + Rw + Rz$$

$$R4 = 9.1 \times 10^{-6}/ano$$

6 Avaliação do custo de perdas do valor econômico - SALÃO - COMPLEXO EMÍLIO GOMES

Resultado das perdas de valor econômico

As perdas de valor econômico são afetadas diretamente pelas características de cada tipo de perda da zona. O custo total de perdas da estrutura (CT) é o somatório dos valores estabelecidos para cada tipo de perda da estrutura e quando multiplicado pelo risco (R4) obtêm-se o custo anual de perdas (CL).



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA

Estado do Paraná

Custo total de perdas (ct)

O custo total de perdas (ct) é a somatória dos valores de perdas na zona, compreendendo o valor dos animais na zona (ca), o valor da edificação relevante à zona (cb), o valor do conteúdo da zona (cc) e o valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona (cs). O seu valor calculado é monetário.

$$ct = ca + cb + cc + cs$$

$$ct = 0$$

Custo total de perdas da estrutura (CT)

O custo total de perdas da estrutura (CT) é a somatória dos valores de perdas de todas as zonas da estrutura. O seu valor calculado é monetário.

$$CT = ct(z1) + \dots ct(zn)$$

$$CT = 0$$

Custo anual de perdas (CL)

O custo anual de perdas (CL) é a multiplicação entre o custo total de perdas (CT) e o risco (R4), na qual contribui para análise do risco econômico total da estrutura. O seu valor calculado é monetário.

$$CL = CT \times R4$$

$$CL = 0$$



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

Avaliação final do risco – Estrutura

Com base na metodologia de avaliação de risco estabelecida pela ABNT NBR 5419:2015 – Partes 1 e 2, e nos resultados obtidos para os riscos R_1 (perda de vida humana), R_2 (perda de serviço ao público), R_3 (perda de patrimônio cultural) e R_4 (perda econômica), verifica-se que todos os valores calculados encontram-se abaixo dos respectivos níveis de risco tolerável ($R < R_t$).

Dessa forma, a estrutura analisada — terminal de transporte urbano em Rolândia/PR — não requer medidas adicionais de proteção além das previstas no projeto de SPDA elaborado. A classificação da estrutura resultou em Classe de Proteção IV, conforme os critérios da NBR 5419-2, sendo esta a classe mais branda dentre as estabelecidas pela norma.

O projeto de proteção contra descargas atmosféricas, portanto, atende integralmente às exigências técnicas e de segurança previstas na ABNT NBR 5419:2015 (Partes 1 a 4), estando apto para implantação.

Zona	R1	R2	R3	R4
Estrutura	0.02797×10^{-5}	0.88×10^{-3}	0	0.0091×10^{-3}

Foram avaliados os seguintes riscos da estrutura:

R1: risco de perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes)

$$R1 = 0.02797 \times 10^{-5}/\text{ano}$$

Status: O risco de perda de vida humana ou ferimentos permanentes está abaixo do risco tolerável 10^{-5}

R2: risco de perdas de serviço ao público

$$R2 = 0.88 \times 10^{-3}/\text{ano}$$

Status: O risco de perda de serviço ao público está abaixo do risco tolerável 10^{-3}



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

R3: risco de perdas de patrimônio cultural

$R3 = 0/\text{ano}$

Status: O risco de perda de patrimônio cultural está abaixo do risco tolerável 10^{-4}

R4: risco de perda de valor econômico

$R4 = 0.0091 \times 10^{-3}/\text{ano}$

CT: custo total de perdas de valor econômico da estrutura (valores em \$)

$CT = 0$

CL: custo anual de perdas (valores em \$)

$CL = 0$



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

MEMORIAL DESCRITIVO

PROJETO SPDA

COBERTURA AVENIDA OKTOBERFEST

ROLÂNDIA 2025



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

SUMÁRIO

1	Dados da edificação.....	3
2	Dados do projeto.....	3
3	Risco de perda de vida humana (R1) - COBERTURA AVENIDA OKTOBERFEST.....	5
4	Risco de perdas de serviço ao público (R2) - COBERTURA AVENIDA OKTOBERFEST	10
5	Risco de perdas de patrimônio cultural (R3) - COBERTURA AVENIDA OKTOBERFEST	18
6	Avaliação do custo de perdas do valor econômico - COBERTURA AVENIDA OKTOBERFEST	28



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

Memorial de cálculo

O presente documento tem por finalidade descrever o projeto de construção de um Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA), elaborado de acordo com a norma NBR 5419/2015.

1 Dados da edificação

Altura (m)	Largura (m)	Comprimento (m)
7.19 m	19.00 m	43.80 m

A área de exposição equivalente (A_d) corresponde à área do plano da estrutura prolongada em todas as direções, de modo a levar em conta sua altura. Os limites da área de exposição equivalente estão afastados do perímetro da estrutura por uma distância correspondente à altura da estrutura no ponto considerado.

$$A_d = 5003.06 \text{ m}^2$$

2 Dados do projeto

Classificação da estrutura

Nível de proteção: IV

A definição da classe de proteção contra descargas atmosféricas adotada neste projeto foi obtida conforme a ABNT NBR 5419:2015 – Parte 2: Gerenciamento de Risco.

A classe de proteção é determinada a partir do processo de avaliação de risco descrito nos itens 5 a 9 da referida norma, que considera fatores como: tipo e uso da estrutura, dimensões, ocupação, presença de pessoas, localização geográfica (N_g), além das possíveis perdas (L_1 a L_4).



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA

Estado do Paraná

Foi realizado o cálculo conforme a metodologia da NBR 5419-2, utilizando os parâmetros normativos de risco tolerável (RT) e as probabilidades de ocorrência (PA, PB, PC e PD).

Para a estrutura em questão — Cobertura Avenida Oktoberfest —, o resultado do cálculo de risco indicou a necessidade de adoção de Classe de SPDA IV, que é a classe mais branda, conforme estabelecido na Tabela 3 da NBR 5419-2, por apresentar risco calculado inferior ao risco tolerável ($R < RT$).

Dessa forma, a classe IV foi adotada de acordo com o método de avaliação de risco definido pela ABNT NBR 5419:2015 (Partes 1 e 2), sendo plenamente conforme à norma brasileira vigente.

Densidade de descargas atmosféricas (Nd) para a terra: $8.39/\text{km}^2 \times \text{ano}$.

O valor adotado no presente projeto ($N_g = 8,39 \text{ descargas} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{ano}^{-1}$) foi obtido automaticamente pelo software QiBuilder ao selecionar o Município de Rolândia – PR no diálogo de Avaliação de Risco do módulo SPDA. O QiBuilder preenche esse parâmetro utilizando os valores de densidade de descargas fornecidos pelo INPE (mapa de densidade de descargas atmosféricas), que representam a incidência média anual de raios ao solo por km^2 na célula georreferenciada correspondente ao município. Esse procedimento está de acordo com a prática recomendada na ABNT NBR 5419, que indica a utilização de mapas de N_g atualizados para determinação do parâmetro nas avaliações de risco.

COMPONENTES DO SISTEMA DE SPDA

Subsistema de Captação

- Terminal aéreo TEL 942 – 350 mm^2 , instalado em barra chata de alumínio $7/8" \times 1/8" \times 350 \text{ mm}$;
- Condutores horizontais em cordoalha de cobre nú 35 mm.

Subsistema de Descida

- Descidas executadas com barra de aço liso CA-25 $\varnothing 3/8"$, fixadas conforme critérios de equipotencialização;
- Conexões com o subsistema de captação realizadas com conectores compatíveis alumínio–aço.



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA

Estado do Paraná

Subsistema de Aterramento

- Eletrodos constituídos por hastes de cobre 3/4" x 2,40 m, instaladas em caixas de inspeção de PVC Ø 30 x 30 cm;
- Interligações entre descidas e hastes através de condutor de cobre nu 50mm², assegurando baixa impedância do sistema.

Ligações Equipotenciais

- Equipotencialização das descidas ao sistema de aterramento executada com cobre nu 35mm;
- Utilização de conector a compressão tipo C – modelo CCO 50 x 50, garantindo união segura e baixa resistência elétrica.

3 Risco de perda de vida humana (R₁) - COBERTURA AVENIDA OKTOBERFEST

A avaliação do risco de perda de vida humana (R₁) foi realizada conforme os procedimentos estabelecidos na ABNT NBR 5419-2:2015 – Proteção contra Descargas Atmosféricas – Parte 2: Gerenciamento de Risco.

O valor de R₁ considera a probabilidade e as consequências associadas às descargas atmosféricas diretas sobre a estrutura e em suas proximidades, bem como descargas incidentes em linhas ou redes conectadas à estrutura.

Esses componentes de risco abrangem a possibilidade de choques elétricos, queimaduras, danos físicos e ferimentos permanentes ocasionados pela passagem da corrente de raio pela estrutura ou por sistemas interligados.

O cálculo foi desenvolvido com base na metodologia descrita nos itens 5 a 9 da NBR 5419-2, avaliando as perdas do tipo L₁ – Perda de vida humana e comparando o risco obtido (R₁) com o nível de risco tolerável (R_t = 10⁻⁵) definido pela norma.

Componente Ra (risco de ferimentos a seres vivos causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a ferimentos aos seres vivos, causados por choque elétrico devido às tensões de toque e passo dentro da estrutura e fora, nas zonas até 3m ao redor dos condutores de descidas.



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$8.39/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$2.1 \times 10^{-2}/\text{ano}$

Pa (probabilidade de uma descarga na estrutura causar ferimentos a seres vivos por choque elétrico)

Pta (Probabilidade de uma descarga a uma estrutura causar choque a seres vivos devido a tensões de toque e de passo)	1×10^{-2}
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	2×10^{-1}
$Pa = Pta \times Pb$	2×10^{-3}

La (valores de perda na zona considerada)

rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)	1×10^{-2}
Lt (Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	100
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
$La = rt \times Lt \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	6.25×10^{-5}

$$Ra = Nd \times Pa \times La$$

$$Ra = 2.62 \times 10^{-9}/\text{ano}$$

Componente Rb (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a danos físicos, causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$8.39/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$2.1 \times 10^{-2}/\text{ano}$
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	2×10^{-1}



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1×10^{-3}
hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)	2
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	100
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
$Lb = rp \times rf \times hz \times Lf \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	6.25×10^{-6}

$$Rb = Nd \times Pb \times Lb$$

$$Rb = 2.62 \times 10^{-8} / \text{ano}$$

Componente Ru (risco de ferimentos a seres vivos causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a ferimentos aos seres vivos, causados por choque elétrico devido às tensões de toque e passo dentro da estrutura.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
Al = 40 x LI	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	8.39/km ² x ano	

NI (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
NI = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	$3.36 \times 10^{-2} / \text{ano}$	$3.36 \times 10^{-2} / \text{ano}$

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	716.39 m ²	0 m ²



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.5
$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$	$3.01 \times 10^{-3}/ano$	0/ano
Ptu (Probabilidade de uma estrutura em uma linha que adentre a estrutura causar choques a seres vivos devidos a tensões de toque perigosas)	1	
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)	0.05	

Pu (probabilidade de uma descarga em uma linha causar ferimentos a seres vivos por choque elétrico)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pld (Probabilidade dependendo da resistência R_s da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso U_w do equipamento)	0.6	0.6
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$Pu = Ptu \times Peb \times Pld \times Cld$	3×10^{-2}	3×10^{-2}

Lu (valores de perda na zona considerada)

rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)	1×10^{-2}
Lt (Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	100
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
$Lu = rt \times Lt \times (nz / nt) \times (tz / 8760)$	6.25×10^{-5}

$$Ru = Ru.E + Ru.T$$

$$Ru = [(NI.E + Ndj.E) \times Pu.E \times Lu] + [(NI.T + Ndj.T) \times Pu.T \times Lu]$$

$$Ru = 1.31 \times 10^{-7}/ano$$

Componente Rv (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas, geralmente no ponto de entrada da linha na estrutura), devido à corrente da descarga atmosférica transmitida, ou ao longo das linhas.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
--	-----------------------	--------------------------------



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
AI = 40 x LI	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	8.39/km ² x ano	

NI (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
NI = Ng x AI x Ci x Ct x 10 ⁻⁶	3.36x10 ⁻² /ano	3.36x10 ⁻² /ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	716.39 m ²	0 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.5
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 ⁻⁶	3.01x10 ⁻³ /ano	0/ano
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)	0.05	

Pv (probabilidade de uma descarga em uma linha causar danos físicos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	0.6	0.6
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
Pv = Peb x Pld x Cld	3x10 ⁻²	3x10 ⁻²

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5x10 ⁻¹
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1x10 ⁻³
hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)	2
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1x10 ⁻²
nz (Número de pessoas na zona considerada)	100
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
Lv = rp x rf x hz x Lf x (nz/nt) x (tz/8760)	6.25x10 ⁻⁶



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA

Estado do Paraná

$$R_v = R_{v.E} + R_{v.T}$$

$$R_v = [(NI.E + Ndj.E) \times Pv.E \times Lv] + [(NI.T + Ndj.T) \times Pv.T \times Lv]$$

$$R_v = 1.31 \times 10^{-8} / \text{ano}$$

Resultado de R1

O risco R1 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

$$R_1 = R_a + R_b + R_u + R_v$$

$$R_1 = 1.73 \times 10^{-7} / \text{ano}$$

4 Risco de perdas de serviço ao público (R₂) - COBERTURA AVENIDA OKTOBERFEST

O risco de perda de serviço ao público (R₂) foi avaliado em conformidade com a ABNT NBR 5419-2:2015, considerando as interrupções de serviços essenciais ou públicos ocasionadas por descargas atmosféricas.

São analisadas as descargas diretas na estrutura e em suas proximidades, bem como aquelas em linhas de energia ou comunicação que alimentam o sistema, capazes de gerar paralisações temporárias ou falhas de operação.

Esse risco está associado às perdas do tipo L₂ – Perda de serviço ao público, sendo comparado com o nível de risco tolerável (R_t = 10⁻³) indicado na norma.

No caso do terminal em estudo, por se tratar de uma estrutura de uso coletivo, porém de baixa complexidade funcional, o valor calculado de R₂ apresentou-se inferior ao limite tolerável, não sendo necessária a adoção de medidas adicionais de proteção além das já previstas no projeto.



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

Componente Rb (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a danos físicos, causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$8.39/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$2.1 \times 10^{-2}/\text{ano}$
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	2×10^{-1}

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1×10^{-3}
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-1}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	100
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
$Lb = rp \times rf \times Lf \times (nz/nt)$	3.13×10^{-5}

$$Rb = Nd \times Pb \times Lb$$

$$Rb = 1.31 \times 10^{-7}/\text{ano}$$

Componente Rc (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$8.39/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$2.1 \times 10^{-2}/\text{ano}$

Pc (probabilidade de uma descarga na estrutura causar falha a sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	5×10^{-2}	5×10^{-2}
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$Pc.E = Pspd.E \times Cld.E$, $Pc.T = Pspd.T \times Cld.T$	5×10^{-2}	5×10^{-2}
$Pc = 1 - [(1 - Pc.E) \times (1 - Pc.T)]$	9.75×10^{-2}	

Lc (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	100
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
$Lc = Lo \times (nz/nt)$	6.25×10^{-3}

$$Rc = Nd \times Pc \times Lc$$

$$Rc = 1.28 \times 10^{-5}/\text{ano}$$

Componente Rm (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perdas de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Nm (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da estrutura)

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$8.39/\text{km}^2 \times \text{ano}$
Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)	848198.16 m^2
$Nm = Ng \times Am \times 10^{-6}$	$7.12/\text{ano}$



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

Pm (probabilidade de uma descarga perto da estrutura causar falha de sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	5×10^{-2}	5×10^{-2}
Ks1 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha de uma estrutura)	1	1
Ks2 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha dos campos internos de uma estrutura)	1	1
Ks3 (Fator relevante às características do cabeamento interno)	1×10^{-4}	1
Uw (Tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido) (kV)	2.5	2.5
Ks4 (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema)	4×10^{-1}	4×10^{-1}
$Pms = (Ks1 \times Ks2 \times Ks3 \times Ks4)^2$	1.6×10^{-9}	1.6×10^{-1}
$Pm.E = Pspd.E \times Pms.E$, $Pm.T = Pspd.T \times Pms.T$	8×10^{-11}	8×10^{-3}
$Pm = 1 - [(1 - Pm.E) \times (1 - Pm.T)]$	8×10^{-3}	

Lm (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	100
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
$Lm = Lo \times (nz/nt)$	6.25×10^{-3}

$$Rm = Nm \times Pm \times Lm$$

$$Rm = 3.56 \times 10^{-4} / \text{ano}$$

Componente Rv (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas, geralmente no ponto de entrada da linha na estrutura), devido à corrente da descarga atmosférica transmitida, ou ao longo das linhas.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
$Al = 40 \times LI$	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	8.39/km ² x ano	



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

NI (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
$NI = Ng \times Al \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$3.36 \times 10^{-2}/ano$	$3.36 \times 10^{-2}/ano$

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	716.39 m ²	0 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.5
$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$	$3.01 \times 10^{-3}/ano$	0/ano
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)	0.05	

Pv (probabilidade de uma descarga em uma linha causar danos físicos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	0.6	0.6
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$Pv = Peb \times Pld \times Cld$	3×10^{-2}	3×10^{-2}

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1×10^{-3}
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-1}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	100
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
$Lv = rp \times rf \times Lf \times (nz/nt)$	3.13×10^{-5}

$$Rv = Rv.E + Rv.T$$

$$Rv = [(NI.E + Ndj.E) \times Pv.E \times Lv] + [(NI.T + Ndj.T) \times Pv.T \times Lv]$$

$$Rv = 6.57 \times 10^{-8}/ano$$



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

Componente Rw (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

AI (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
AI = 40 x LI	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	8.39/km ² x ano	

NI (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	3.36x10 ⁻² /ano	3.36x10 ⁻² /ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	716.39 m ²	0 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.5
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 ⁻⁶	3.01x10 ⁻³ /ano	0/ano

Pw (probabilidade de uma descarga em uma linha causar falha a sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	5x10 ⁻²	5x10 ⁻²
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	0.6	0.6
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

$P_w = P_{spd} \times P_{ld} \times C_{ld}$	3×10^{-2}	3×10^{-2}
---	--------------------	--------------------

Lw (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	100
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
$L_w = L_o \times (nz/nt)$	6.25×10^{-3}

$$R_w = R_{w.E} + R_{w.T}$$

$$R_w = [(N_{I.E} + N_{d,j.E}) \times P_{w.E} \times L_w] + [(N_{I.T} + N_{d,j.T}) \times P_{w.T} \times L_w]$$

$$R_w = 1.31 \times 10^{-5}/\text{ano}$$

Componente Rz (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da linha)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Ai (área de exposição equivalente de descargas para a terra perto da linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
$A_i = 4000 \times LI$	4000000 m ²	4000000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	8.39/km ² x ano	

Ni (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
$N_i = N_g \times A_i \times C_i \times C_e \times C_t \times 10^{-6}$	3.36/ano	3.36/ano



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

Pz (probabilidade de uma descarga perto da linha conectada à estrutura causar falha de sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	5×10^{-2}	5×10^{-2}
Pli (Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga perto da linha conectada dependendo das características da linha e dos equipamentos)	0.3	0.2
Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolação da linha)	1	1
$Pz = Pspd \times Pli \times Cli$	1.5×10^{-2}	1×10^{-2}

Lz (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	100
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
$Lz = Lo \times (nz/nt)$	6.25×10^{-3}

$$Rz = Rz.E + Rz.T$$

$$Rz = (Ni.E \times Pz.E \times Lz) + (Ni.T \times Pz.T \times Lz)$$

$$Rz = 5.24 \times 10^{-4}/ano$$

Resultado de R2

O risco R2 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

$$R2 = Rb + Rc + Rm + Rv + Rw + Rz$$

$$R2 = 9.06 \times 10^{-4}/ano$$



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

5 Risco de perdas de patrimônio cultural (R₃) - COBERTURA AVENIDA OKTOBERFEST

O risco de perda de patrimônio cultural (R₃) foi determinado conforme o método de avaliação descrito na ABNT NBR 5419-2:2015, considerando as possíveis perdas irreversíveis decorrentes de danos a bens de valor histórico, artístico ou cultural.

São consideradas as descargas diretas e indiretas capazes de causar destruição, incêndio, ou degradação de elementos culturais relevantes.

O valor de referência para risco tolerável é $R_t = 10^{-4}$, conforme estabelecido pela norma.

Como a Cobertura Avenida Oktoberfest em análise não abriga bens culturais ou históricos, o risco R₃ é nulo ou desprezível, sendo classificado como não aplicável (N/A).

Componente Rb (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a danos físicos, causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5x10 ⁻¹
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	8.39/km ² x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10 ⁻⁶	2.1x10 ⁻² /ano
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	2x10 ⁻¹

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5x10 ⁻¹
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1x10 ⁻³
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1x10 ⁻¹
cz (Valor do patrimônio cultural na zona considerada) (R\$)	0
ct (Valor total da edificação e conteúdo da estrutura) (R\$)	1000000
Lb = rp x rf x Lf x (cz/ct)	0



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

$$R_b = N_d \times P_b \times L_b$$

$$R_b = 0/\text{ano}$$

Componente Rv (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas, geralmente no ponto de entrada da linha na estrutura), devido à corrente da descarga atmosférica transmitida, ou ao longo das linhas.

AI (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
AI = 40 x LI	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	8.39/km ² x ano	

NI (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	3.36x10 ⁻² /ano	3.36x10 ⁻² /ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	716.39 m ²	0 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.5
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 ⁻⁶	3.01x10 ⁻³ /ano	0/ano
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)	0.05	



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

Pv (probabilidade de uma descarga em uma linha causar danos físicos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	0.6	0.6
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$Pv = Peb \times Pld \times Cld$	3×10^{-2}	3×10^{-2}

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1×10^{-3}
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-1}
cz (Valor do patrimônio cultural na zona considerada) (R\$)	0
ct (Valor total da edificação e conteúdo da estrutura) (R\$)	1000000
$Lv = rp \times rf \times Lf \times (cz/ct)$	0

$$Rv = Rv.E + Rv.T$$

$$Rv = [(NI.E + Ndj.E) \times Pv.E \times Lv] + [(NI.T + Ndj.T) \times Pv.T \times Lv]$$

$$Rv = 0/\text{ano}$$

Resultado de R3

O risco R3 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

$$R3 = Rb + Rv$$

$$R3 = 0/\text{ano}$$

Risco de perda de valores econômicos (R4) - COBERTURA AVENIDA OKTOBERFEST

O risco de perda econômica (R_4) foi calculado em conformidade com os critérios da ABNT NBR 5419-2:2015, considerando as perdas materiais decorrentes de danos físicos à estrutura, falhas de equipamentos e interrupções de atividades.



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

São avaliados os efeitos de descargas diretas sobre a estrutura e em linhas conectadas, incluindo danos a instalações elétricas e eletrônicas, prejuízos a sistemas de comunicação e eventuais paralisações operacionais.

O risco tolerável estabelecido para esse tipo de perda é $R_t = 10^{-3}$.

No caso do terminal, por se tratar de uma edificação de pequeno porte e sem processos produtivos ou armazenagem de bens de alto valor, o valor de R_4 obtido foi inferior ao risco tolerável, enquadrando a estrutura na Classe de Proteção IV, conforme os critérios da NBR 5419-2.

Componente Rb (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a danos físicos, causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$8.39/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$2.1 \times 10^{-2}/\text{ano}$
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	2×10^{-1}

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1×10^{-3}
Lf (Valor relativo médio típico de todos os valores atingidos pelos danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-1}
ca (Valor dos animais na zona) (R\$)	0
cb (Valor da edificação relevante à zona) (R\$)	0
cc (Valor do conteúdo da zona) (R\$)	0
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
$Lb = rp \times rf \times Lf \times ((ca+cb+cc+cs)/CT)$	5×10^{-5}

$$Rb = Nd \times Pb \times Lb$$

$$Rb = 2.1 \times 10^{-7}/\text{ano}$$



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

Componente Rc (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$8.39/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$2.1 \times 10^{-2}/\text{ano}$

Pc (probabilidade de uma descarga na estrutura causar falha a sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	5×10^{-2}	5×10^{-2}
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$Pc.E = Pspd.E \times Cld.E$, $Pc.T = Pspd.T \times Cld.T$	5×10^{-2}	5×10^{-2}
$Pc = 1 - [(1 - Pc.E) \times (1 - Pc.T)]$	9.75×10^{-2}	

Lc (valores de perda na zona considerada)

Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1×10^{-4}
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
$Lc = Lo \times (cs/CT)$	1×10^{-4}

$$Rc = Nd \times Pc \times Lc$$

$$Rc = 2.05 \times 10^{-7}/\text{ano}$$

Componente Rm (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perdas de serviço ao público pode



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

ocorrer em todos os casos junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Nm (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da estrutura)

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	8.39/km ² x ano
Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)	848198.16 m ²
Nm = Ng x Am x 10 ⁻⁶	7.12/ano

Pm (probabilidade de uma descarga perto da estrutura causar falha de sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	5x10 ⁻²	5x10 ⁻²
Ks1 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha de uma estrutura)	1	1
Ks2 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha dos campos internos de uma estrutura)	1	1
Ks3 (Fator relevante às características do cabeamento interno)	1x10 ⁻⁴	1
Uw (Tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido) (kV)	2.5	2.5
Ks4 (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema)	4x10 ⁻¹	4x10 ⁻¹
Pms = (Ks1 x Ks2 x Ks3 x Ks4) ²	1.6x10 ⁻⁹	1.6x10 ⁻¹
Pm.E = Pspd.E x Pms.E, Pm.T = Pspd.T x Pms.T	8x10 ⁻¹¹	8x10 ⁻³
Pm = 1 - [(1 - Pm.E) x (1 - Pm.T)]	8x10 ⁻³	

Lm (valores de perda na zona considerada)

Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10 ⁻⁴
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
Lm = Lo x (cs/CT)	1x10 ⁻⁴

$$Rm = Nm \times Pm \times Lm$$

$$Rm = 5.69 \times 10^{-6} / \text{ano}$$



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

Componente Rv (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas, geralmente no ponto de entrada da linha na estrutura), devido à corrente da descarga atmosférica transmitida, ou ao longo das linhas.

AI (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
$AI = 40 \times LI$	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	8.39/km ² x ano	

NI (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
$NI = Ng \times AI \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	3.36x10 ⁻² /ano	3.36x10 ⁻² /ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	716.39 m ²	0 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.5
$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$	3.01x10 ⁻³ /ano	0/ano
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)	0.05	

Pv (probabilidade de uma descarga em uma linha causar danos físicos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	0.6	0.6
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$Pv = Peb \times Pld \times Cld$	3x10 ⁻²	3x10 ⁻²



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5x10 ⁻¹
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1x10 ⁻³
Lf (Valor relativo médio típico de todos os valores atingidos pelos danos físicos devido a um evento perigoso)	1x10 ⁻¹
ca (Valor dos animais na zona) (R\$)	0
cb (Valor da edificação relevante à zona) (R\$)	0
cc (Valor do conteúdo da zona) (R\$)	0
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
Lv = rp x rf x Lf x ((ca+cb+cc+cs)/CT)	5x10 ⁻⁵

$$R_v = R_{v.E} + R_{v.T}$$

$$R_v = [(Nl.E + Ndj.E) \times Pv.E \times Lv] + [(Nl.T + Ndj.T) \times Pv.T \times Lv]$$

$$R_v = 1.05 \times 10^{-7} / \text{ano}$$

Componente Rw (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
Al = 40 x LI	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	8.39/km ² x ano	

NI (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

$NI = Ng \times Al \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$3.36 \times 10^{-2}/\text{ano}$	$3.36 \times 10^{-2}/\text{ano}$
--	----------------------------------	----------------------------------

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	716.39 m ²	0 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.5
$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$	$3.01 \times 10^{-3}/\text{ano}$	0/ano

Pw (probabilidade de uma descarga em uma linha causar falha a sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	5×10^{-2}	5×10^{-2}
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	0.6	0.6
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$Pw = Pspd \times Pld \times Cld$	3×10^{-2}	3×10^{-2}

Lw (valores de perda na zona considerada)

Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1×10^{-4}
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
$Lw = Lo \times (cs/CT)$	1×10^{-4}

$$Rw = Rw.E + Rw.T$$

$$Rw = [(NI.E + Ndj.E) \times Pw.E \times Lw] + [(NI.T + Ndj.T) \times Pw.T \times Lw]$$

$$Rw = 2.1 \times 10^{-7}/\text{ano}$$

Componente Rz (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da linha)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda da vida humana, nos casos de



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Ai (área de exposição equivalente de descargas para a terra perto da linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
Ai = 4000 x LI	4000000 m ²	4000000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	8.39/km ² x ano	

Ni (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
Ni = Ng x Ai x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	3.36/ano	3.36/ano

Pz (probabilidade de uma descarga perto da linha conectada à estrutura causar falha de sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	5x10 ⁻²	5x10 ⁻²
Pli (Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga perto da linha conectada dependendo das características da linha e dos equipamentos)	0.3	0.2
Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolação da linha)	1	1
Pz = Pspd x Pli x Cli	1.5x10 ⁻²	1x10 ⁻²

Lz (valores de perda na zona considerada)

Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10 ⁻⁴
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
Lz = Lo x (cs/CT)	1x10 ⁻⁴

$$R_z = R_z.E + R_z.T$$

$$R_z = (N_i.E \times P_z.E \times L_z) + (N_i.T \times P_z.T \times L_z)$$

$$R_z = 8.39 \times 10^{-6} / \text{ano}$$



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA Estado do Paraná

Resultado de R4

O risco R4 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

$$R4 = Rb + Rc + Rm + Rv + Rw + Rz$$

$$R4 = 1.48 \times 10^{-5} / \text{ano}$$

6 Avaliação do custo de perdas do valor econômico - COBERTURA AVENIDA OKTOBERFEST

Resultado das perdas de valor econômico

As perdas de valor econômico são afetadas diretamente pelas características de cada tipo de perda da zona. O custo total de perdas da estrutura (CT) é o somatório dos valores estabelecidos para cada tipo de perda da estrutura e quando multiplicado pelo risco (R4) obtêm-se o custo anual de perdas (CL).

Custo total de perdas (ct)

O custo total de perdas (ct) é a somatória dos valores de perdas na zona, compreendendo o valor dos animais na zona (ca), o valor da edificação relevante à zona (cb), o valor do conteúdo da zona (cc) e o valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona (cs). O seu valor calculado é monetário.

$$ct = ca + cb + cc + cs$$

$$ct = 0$$



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA Estado do Paraná

Custo total de perdas da estrutura (CT)

O custo total de perdas da estrutura (CT) é a somatória dos valores de perdas de todas as zonas da estrutura. O seu valor calculado é monetário.

$$CT = ct(z1) + \dots ct(zn)$$

$$CT = 0$$

Custo anual de perdas (CL)

O custo anual de perdas (CL) é a multiplicação entre o custo total de perdas (CT) e o risco (R4), na qual contribui para análise do risco econômico total da estrutura. O seu valor calculado é monetário.

$$CL = CT \times R4$$

$$CL = 0$$

Avaliação final do risco – Estrutura

Com base na metodologia de avaliação de risco estabelecida pela ABNT NBR 5419:2015 – Partes 1 e 2, e nos resultados obtidos para os riscos R_1 (perda de vida humana), R_2 (perda de serviço ao público), R_3 (perda de patrimônio cultural) e R_4 (perda econômica), verifica-se que todos os valores calculados encontram-se abaixo dos respectivos níveis de risco tolerável ($R < R_t$).

Dessa forma, a estrutura analisada — terminal de transporte urbano em Rolândia/PR — não requer medidas adicionais de proteção além das previstas no projeto de SPDA elaborado. A classificação da estrutura resultou em Classe de Proteção IV, conforme os critérios da NBR 5419-2, sendo esta a classe mais branda dentre as estabelecidas pela norma.



MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA
Estado do Paraná

O projeto de proteção contra descargas atmosféricas, portanto, atende integralmente às exigências técnicas e de segurança previstas na ABNT NBR 5419:2015 (Partes 1 a 4), estando apto para implantação.

Zona	R1	R2	R3	R4
Estrutura	0.01735×10^{-5}	0.906×10^{-3}	0	0.015×10^{-3}

Foram avaliados os seguintes riscos da estrutura:

R1: risco de perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes)

$$R1 = 0.01735 \times 10^{-5}/\text{ano}$$

Status: O risco de perda de vida humana ou ferimentos permanentes está abaixo do risco tolerável 10^{-5}

R2: risco de perdas de serviço ao público

$$R2 = 0.906 \times 10^{-3}/\text{ano}$$

Status: O risco de perda de serviço ao público está abaixo do risco tolerável 10^{-3}

R3: risco de perdas de patrimônio cultural

$$R3 = 0/\text{ano}$$

Status: O risco de perda de patrimônio cultural está abaixo do risco tolerável 10^{-4}

R4: risco de perda de valor econômico

$$R4 = 0.015 \times 10^{-3}/\text{ano}$$

CT: custo total de perdas de valor econômico da estrutura (valores em \$)

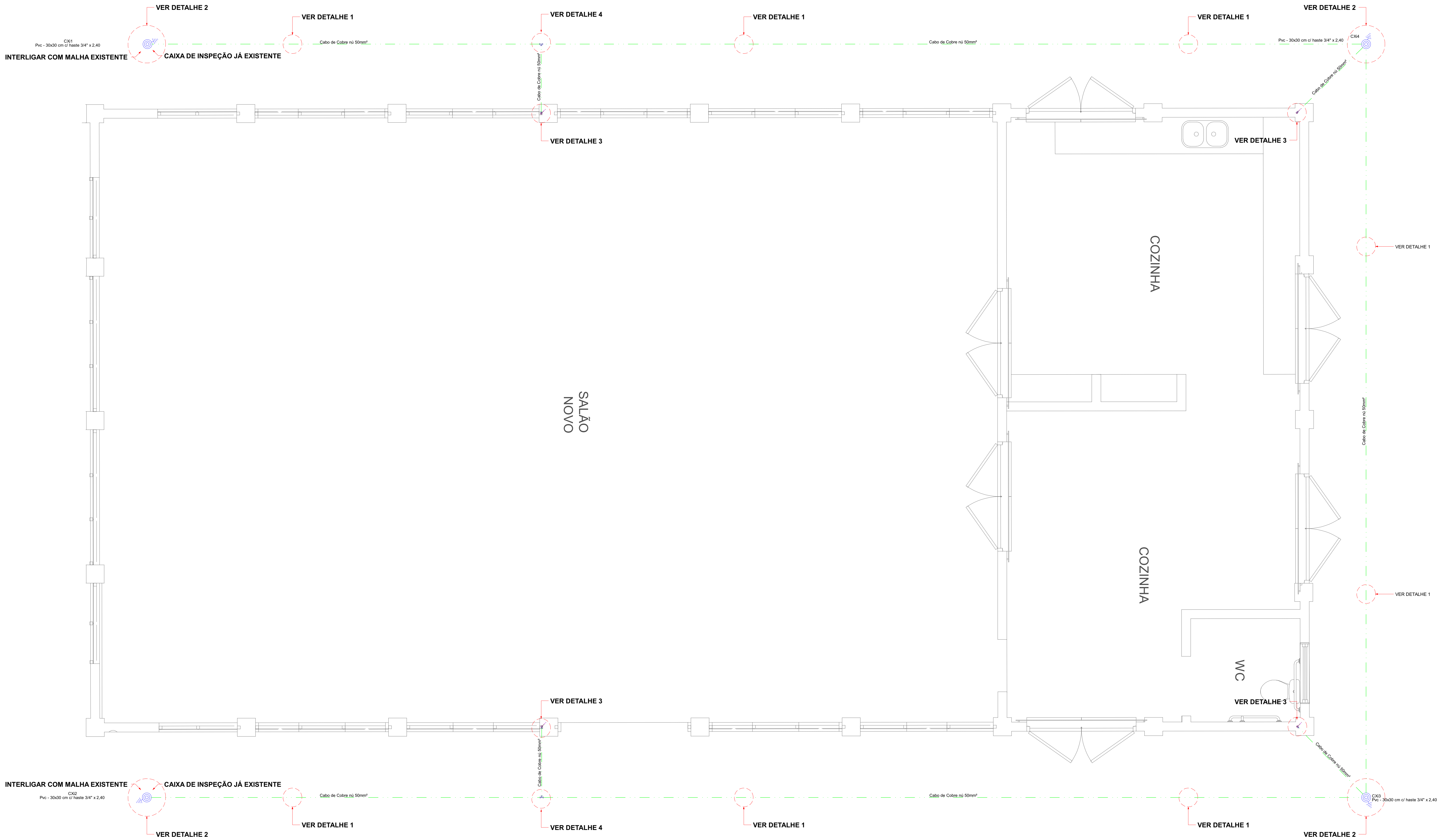
$$CT = 0$$

CL: custo anual de perdas (valores em \$)

$$CL = 0$$

Planta Baixa - Pavimento Térreo - SPDA

Escala 1-50



Lista de materiais - TERREO	
SPDA	
Aterramento:	
Caixa de Inspeção	
PVC - Ø300x300mm	4 pc
Conector	
Split Bolt	12 pc
Conector	
Minicar em Bronze Estanhado	4 pc
Clo (Grampo)	
Bornas reforçadas para 2 cabos 50mm² e 1 haste 3/4"	16 pc
Haste de aterramento - cotada 3/4" x 2,40m	4 pc
Condutores de proteção (SPDA)	
Cabo de cobre nu - 7 Ros 50mm²	116,08 m

Legenda de condutores - TERREO
SPDA - CORDOALHA DE COBRE nu 50mm²

Legenda - TERREO
Caixa de inspeção em Aterramento com tampa forma, 30x30 cm, e haste de aterramento 3/4" x 2,40

NOTAS DO PROJETO

SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

- NOS LOCAIS ONDE NÃO EXISTE ACESSO AO PÚBLICO (TELHADO DA COBERTURA), O PONTALETE DEVERÁ AFLORAR NO MÍNIMO 20cm ACIMA.
- DEVERÃO SER ADICIONADOS AO SISTEMA DE CAPTAÇÃO, TERMINAIS AÉREOS COLOCADOS CONFORME A INDICAÇÃO DA TABELA PRESENTE NA NORMA NBR 5419-3: 2015 (TABELA 2), ESTES TERMINAIS DIMINUIRÃO A PROBABILIDADE DE A MALHA CAPTORA SER DANIFICADA NOS PONTOS DE IMPACTO.
- PARA CERTIFICAÇÃO DA CONTINUIDADE ELÉTRICA DA ESTRUTURA DA EDIFICAÇÃO, DEVERÁ SER REALIZADO TESTE DE CONTINUIDADE ELÉTRICA ATRAVÉS DE MICRO-OHMÍMETRO CONFORME ANEXO "F" DA NBR 5419-3 / 2015.
- O SISTEMA DEVERÁ TER UMA MANUTENÇÃO PREVENTIVA ANUAL E SEMPRE QUE ATINGIDO POR DESCARGAS ATMOSFÉRICAS, PARA VERIFICAR EVENTUAIS IRREGULARIDADES E GARANTIR A EFICIÊNCIA DO SPDA.
- NÃO É FUNÇÃO DO SPDA A PROTEÇÃO DE EQUIPAMENTOS ELETRO-ELETRÔNICOS. PARA TAL, OS INTERESSADOS DEVERÃO ADQUIRIR SUPRESSORES DE SURTOS INDIVIDUAIS (PROTETORES DE LINHA) NAS CASAS ESPECIALIZADAS E INSTALADOS POR PROFISSIONAIS QUALIFICADOS.
- ESTE PROJETO NÃO PODERÁ SOFRER MODIFICAÇÕES SEM A PRÉVIA AUTORIZAÇÃO DO PROJETISTA.

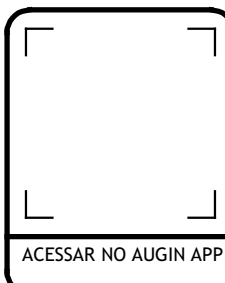
Tabela de Revisão			
Rev.	Data	Descrição	Desenho
00	05/12/2025	EMIÇÃO INICIAL	OSMAR

AS INFORMAÇÕES CONTIDAS NESTE PROJETO SÃO DE PROPRIEDADE INTELECTUAL DA SOLID ENGENHARIA E NÃO PODEM SER DUPLICADAS E/OU UTILIZADAS POR TERCEIROS SEM A PRÉVIA AUTORIZAÇÃO DO AUTOR.

SOLID
ENGENHARIA

SOLID ENGENHARIA LTDA
CNPJ: 41.346.739/0001-03
fone: 43 98840-6268
solidenghariafacv@gmail.com
@solid_engenharia

CLIENTE:
PREFEITURA MUNICIPAL DE ROLÂNDIA
OBRA:
COMPLEXO EMÍLIO GOMES
LOCAL:
AV. CASTRO ALVES - Nº 2116 - ROLÂNDIA PR



TÍTULO:
PROJETO SPDA
SOLID - SALÃO EMÍLIO GOMES

RESPONSÁVEL TÉCNICO
ENG. OSMAR RAGANINI
CREA PR - 187266/D
DESENHO
SPDA - 1
FASE
Status do projeto

DATA
05/12/2025
NÚMERO DA REVISÃO
00
ESCALA
1/50
ID
#00000-XXX-00-00-000

SPDA



Lista de materiais - COBERTURA	
SPDA	
BIMFLUX - SPDA	
CONECTORES	
FIXADOR UNIVERSAL NA TELHA CERÂMICA	30 pç
Captore	
Terminal Aéreo	
Terminal Aéreo TEL-942- 350 mm - Fixação vertical - Minicaptor em barra chata de alumínio	9 pç
Condutores de proteção (SPDA)	
Cabo de cobre nu - 7 fios 35mm²	110,95 m
Re-bar redonda aço galvanizado Ferro Iso CA-25 - Ø38"	12 m

Legenda de condutos - COBERTURA
SPDA

Legenda - COBERTURA
FIXADOR UNIVERSAL NA TELHA CERÂMICA
Terminal Aéreo TEL-942- 350 mm - Fixação vertical - Minicaptor em barra chata de alumínio

NOTAS DO PROJETO

SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

- NOS LOCAIS ONDE NÃO EXISTE ACESSO AO PÚBLICO (TELHADO DA COBERTURA), O PONTELETE DEVERÁ AFLORAR NO MÍNIMO 20cm ACIMA.
- DEVERÃO SER ADICIONADOS AO SISTEMA DE CAPTAÇÃO, TERMINAIS AÉREOS COLOCADOS CONFORME A INDICAÇÃO DA TABELA PRESENTE NA NORMA NBR 5419-3: 2015 (TABELA 2), ESTES TERMINAIS DIMINUIRÃO A PROBABILIDADE DE A MALHA CAPTORA SER DANIFICADA NOS PONTOS DE IMPACTO.
- PARA CERTIFICAÇÃO DA CONTINUIDADE ELÉTRICA DA ESTRUTURA DA EDIFICAÇÃO, DEVERÁ SER REALIZADO TESTE DE CONTINUIDADE ELÉTRICA ATRAVÉS DE MICRO-OHMÍMETRO CONFORME ANEXO "F" DA NBR 5419-3 / 2015.
- O SISTEMA DEVERÁ TER UMA MANUTENÇÃO PREVENTIVA ANUAL E SEMPRE QUE ATINGIDO POR DESCARGAS ATMOSFÉRICAS, PARA VERIFICAR EVENTUAIS IRREGULARIDADES E GARANTIR A EFICIÊNCIA DO SPDA.
- NÃO É FUNÇÃO DO SPDA A PROTEÇÃO DE EQUIPAMENTOS ELETRO-ELETRÔNICOS. PARA TAL, OS INTERESSADOS DEVERÃO ADQUIRIR SUPRESSORES DE SURTOS INDIVIDUAIS (PROTETORES DE LINHA) NAS CASAS ESPECIALIZADAS E INSTALADOS POR PROFISSIONAIS QUALIFICADOS.
- ESTE PROJETO NÃO PODERÁ SOFRER MODIFICAÇÕES SEM A PRÉVIA AUTORIZAÇÃO DO PROJETISTA.

Tabela de Revisão			
Rev.	Data	Descrição	Desenho
00	05/12/2025	EMIÇÃO INICIAL	OSMAR

AS INFORMAÇÕES CONTIDAS NESTE PROJETO SÃO DE PROPRIEDADE INTELECTUAL DA SOLID ENGENHARIA E NÃO PODEM SER DUPLICADAS E/OU UTILIZADAS POR TERCEIROS SEM A PRÉVIA AUTORIZAÇÃO DO AUTOR.

SOLID

ENGENHARIA

SOLID ENGENHARIA LTDA

CNPJ: 41.346.739/0001-03

fone: 43 98840-6266

solidengenhariacv@gmail.com

@solid_engenharia

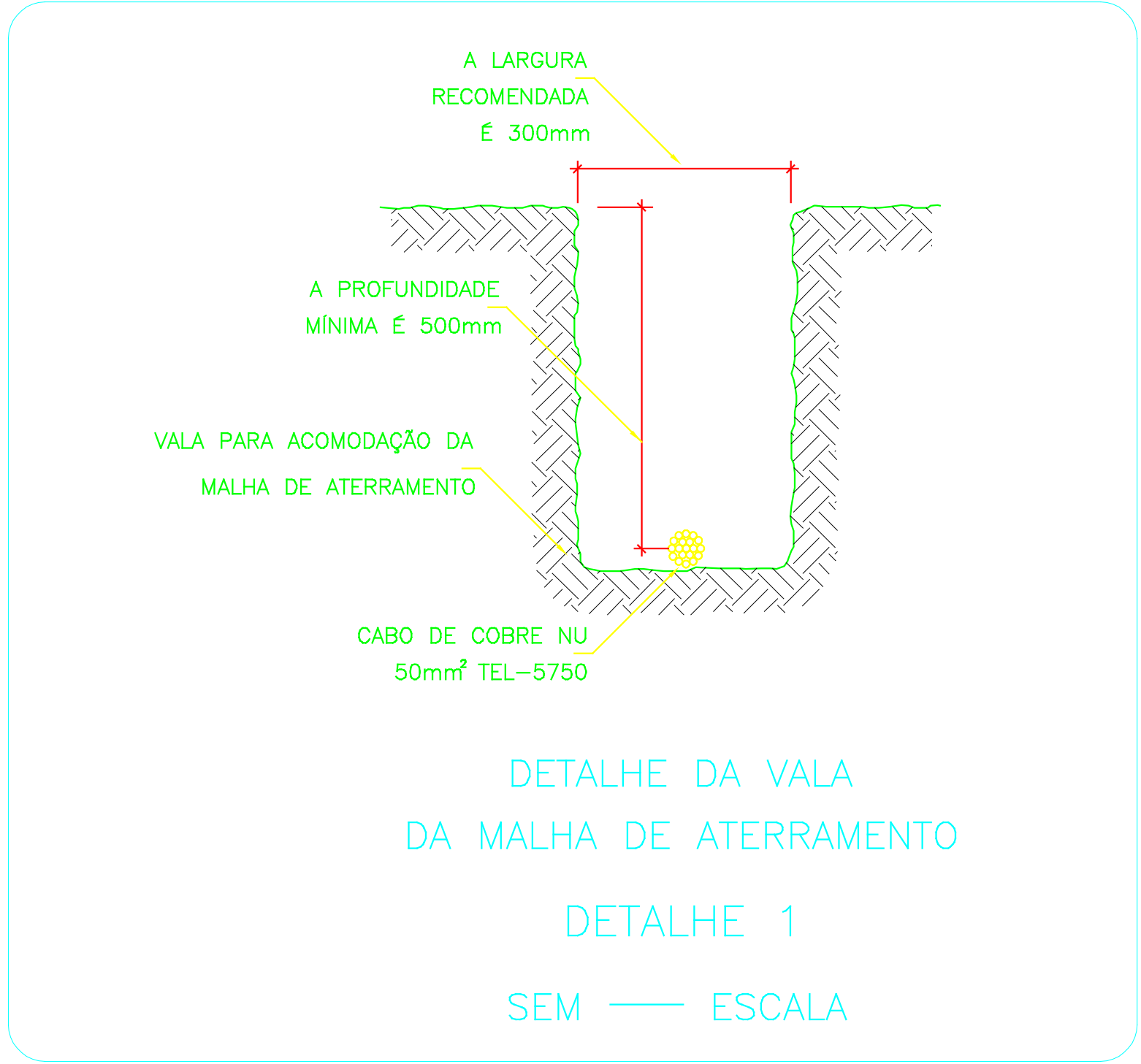
CLIENTE:
PREFEITURA MUNICIPAL DE ROLÂNDIA

OBRA:
COMPLEXO EMÍLIO GOMES

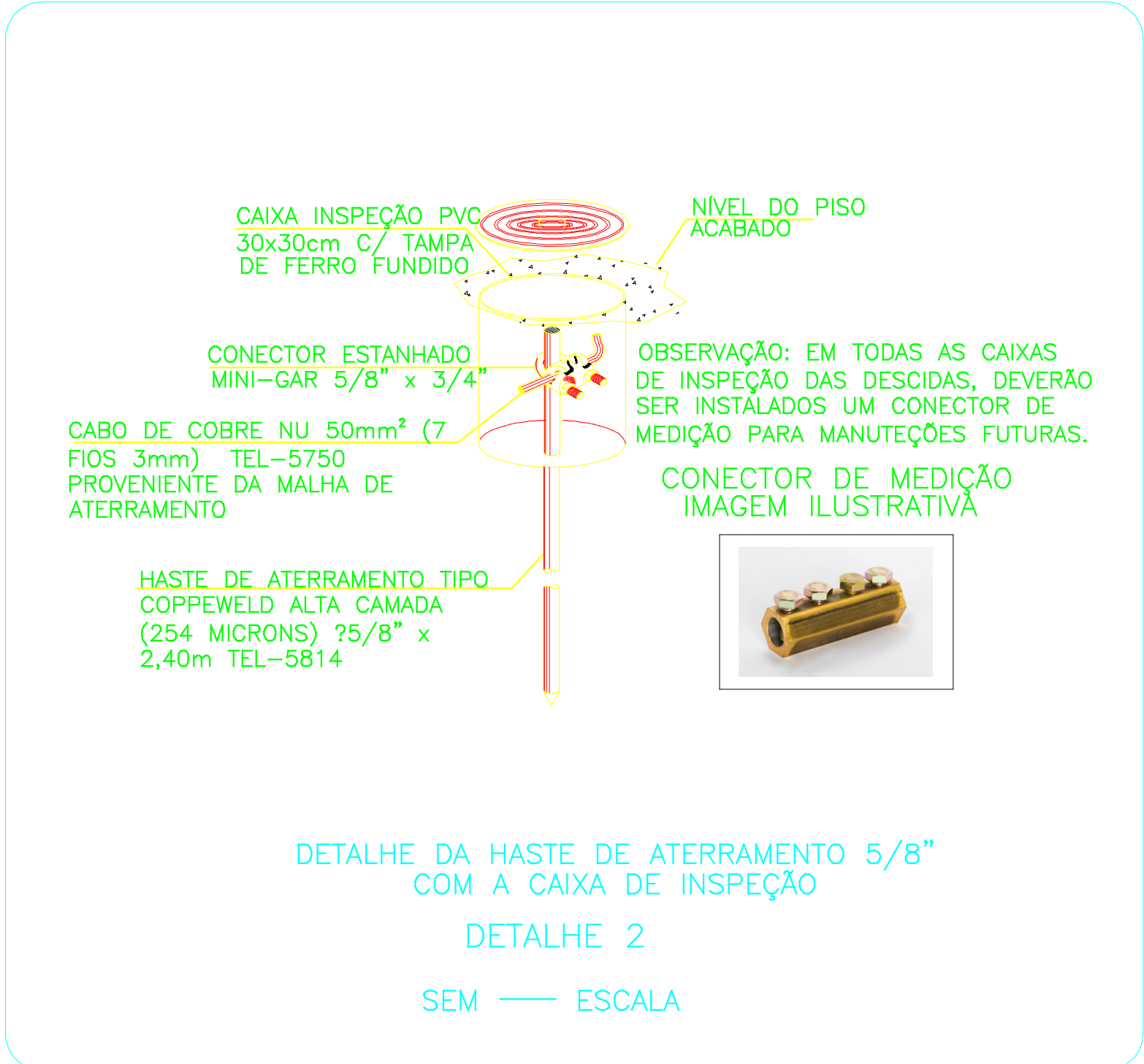
LOCAL:
AV. CASTRO ALVES - Nº 2116 - ROLÂNDIA PR

TÍTULO:
PROJETO SPDA

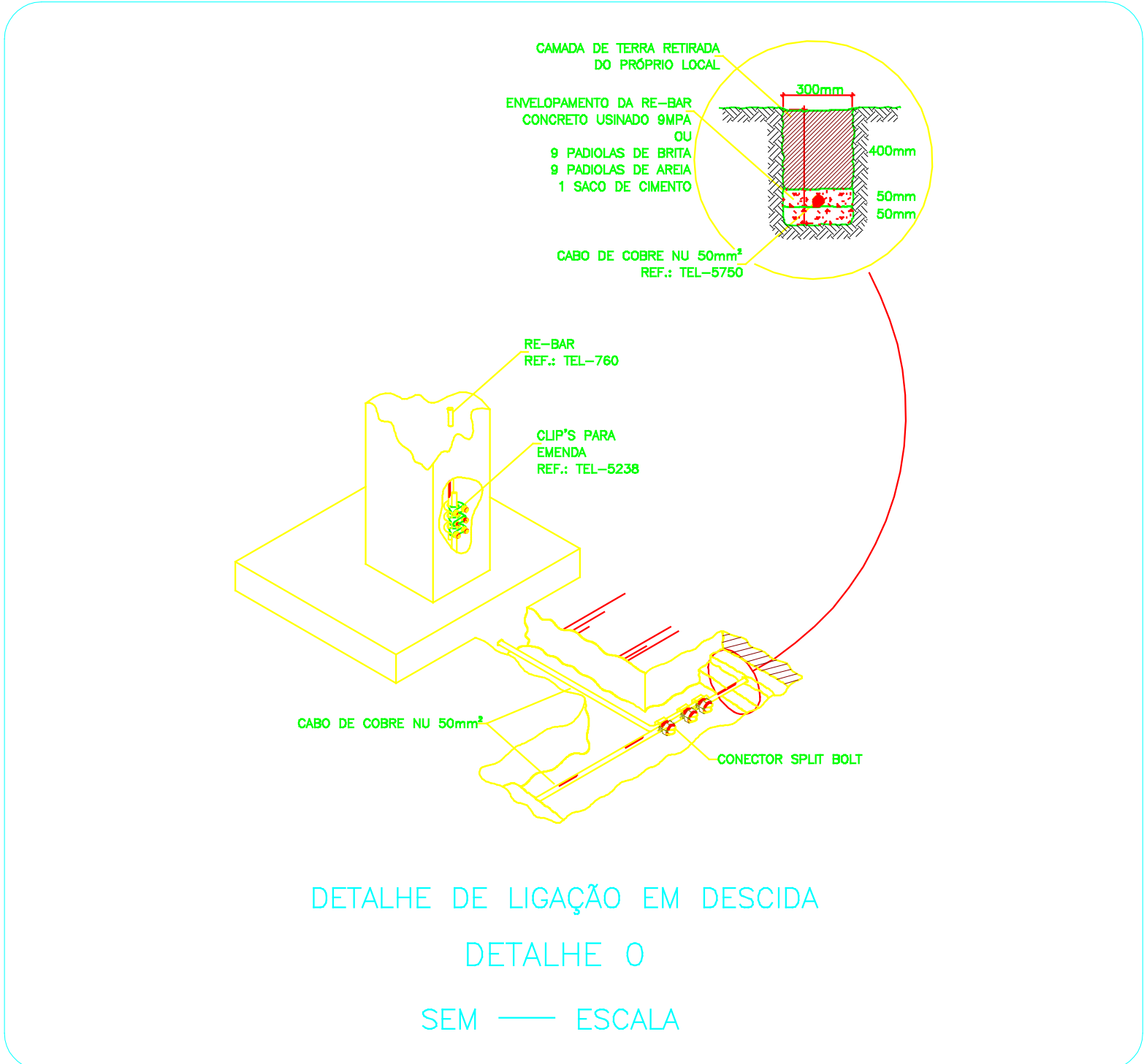
SOLID - SALÃO EMÍLIO GOMES



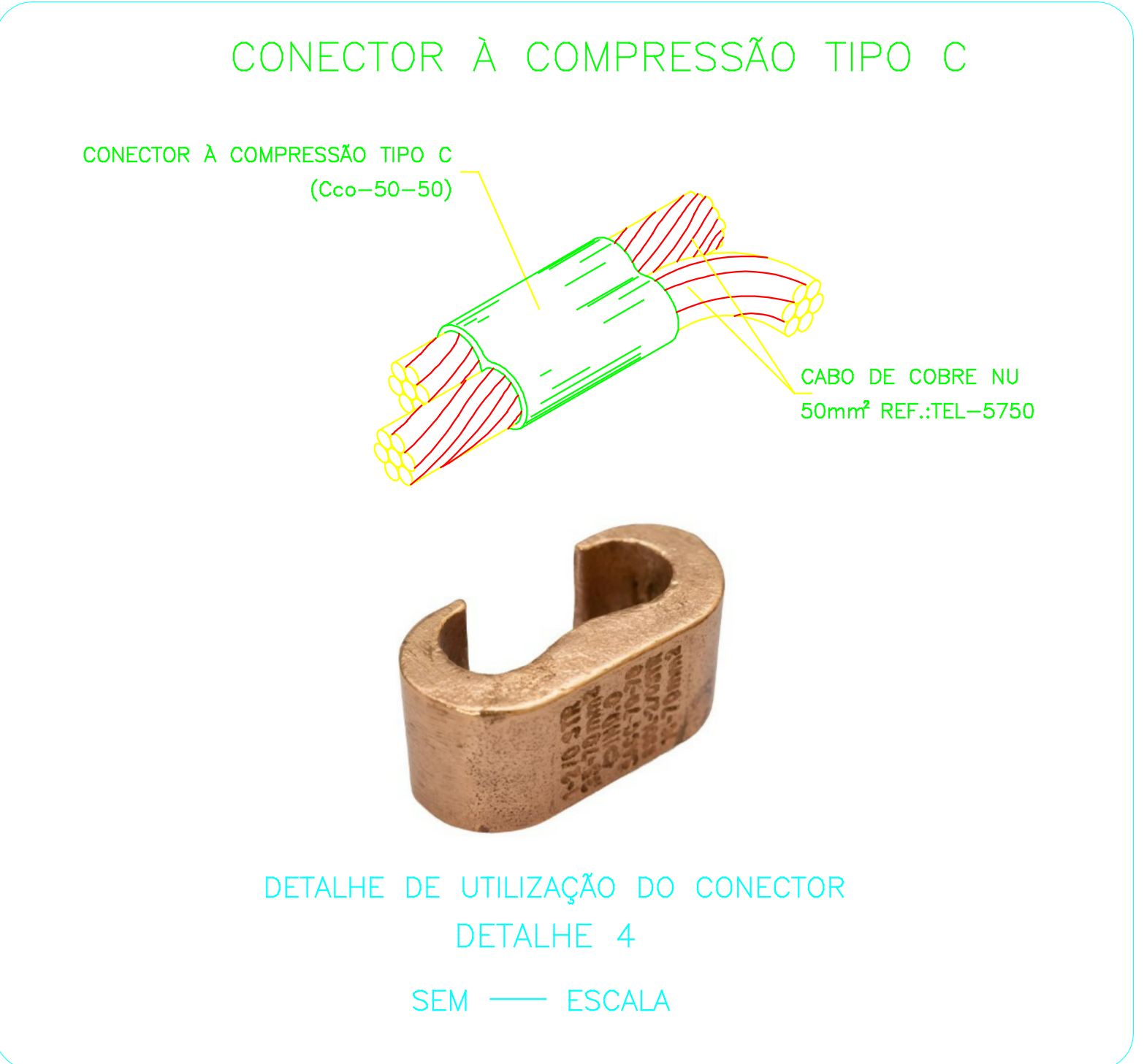
DETALHE DA VALA
DA MALHA DE ATERRAMENTO
DETALHE 1
SEM — ESCALA



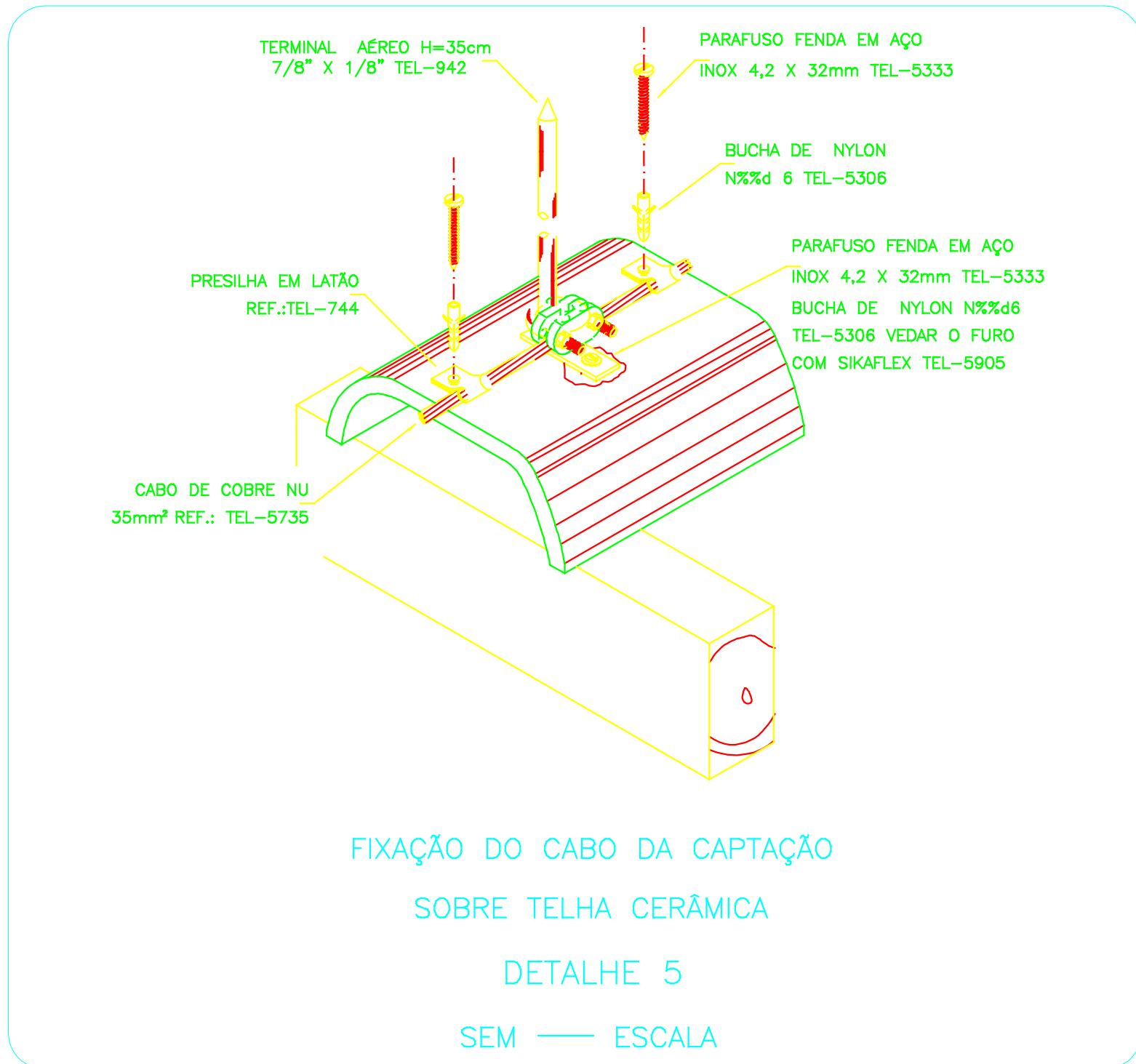
DETALHE DA HASTE DE ATERRAMENTO 5/8"
COM A CAIXA DE INSPEÇÃO
DETALHE 2
SEM — ESCALA



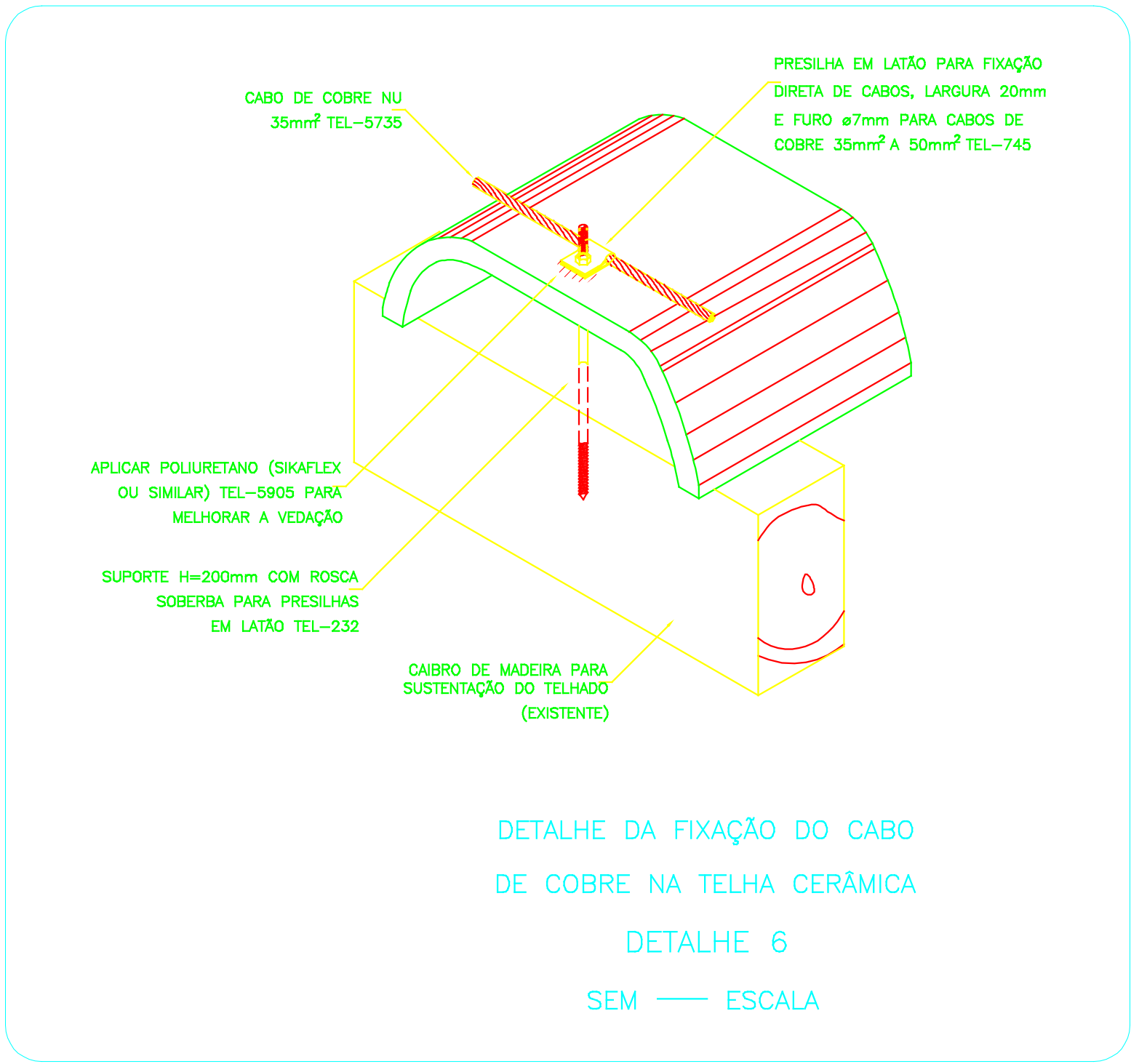
DETALHE DE LIGAÇÃO EM DESCIDA
DETALHE 3
SEM — ESCALA



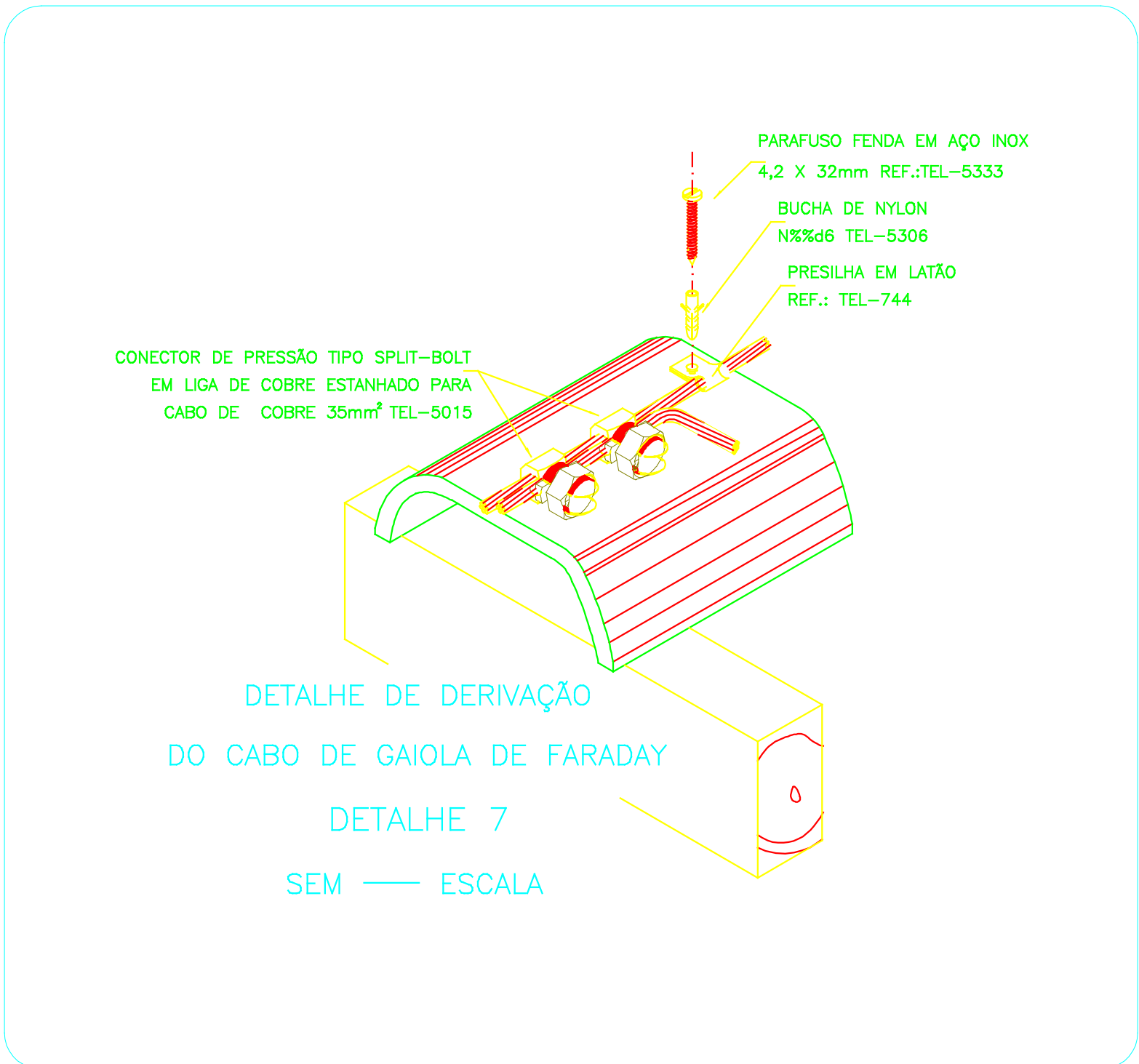
DETALHE DE UTILIZAÇÃO DO CONECTOR
DETALHE 4
SEM — ESCALA



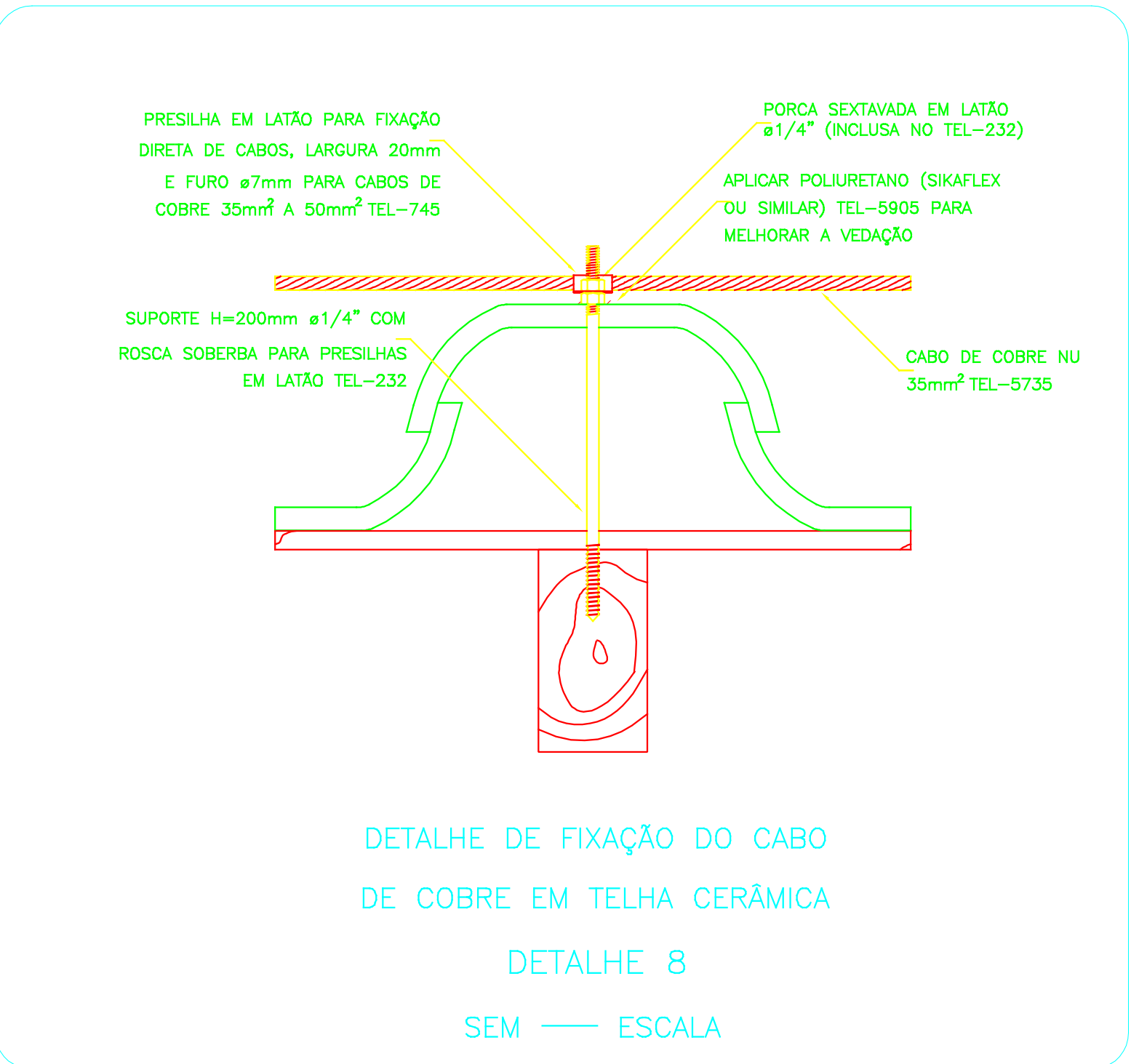
FIXAÇÃO DO CABO DA CAPTAÇÃO
SOBRE TELHA CERÂMICA
DETALHE 5
SEM — ESCALA



DETALHE DA FIXAÇÃO DO CABO
DE COBRE NA TELHA CERÂMICA
DETALHE 6
SEM — ESCALA



DETALHE DE DERIVAÇÃO
DO CABO DE GAIOLA DE FARADAY
DETALHE 7
SEM — ESCALA



DETALHE DE FIXAÇÃO DO CABO
DE COBRE EM TELHA CERÂMICA
DETALHE 8
SEM — ESCALA

Tabela de Revisão			
Rev.	Data	Descrição	Desenho
00	05/12/2025	EMIÇÃO INICIAL	OSMAR

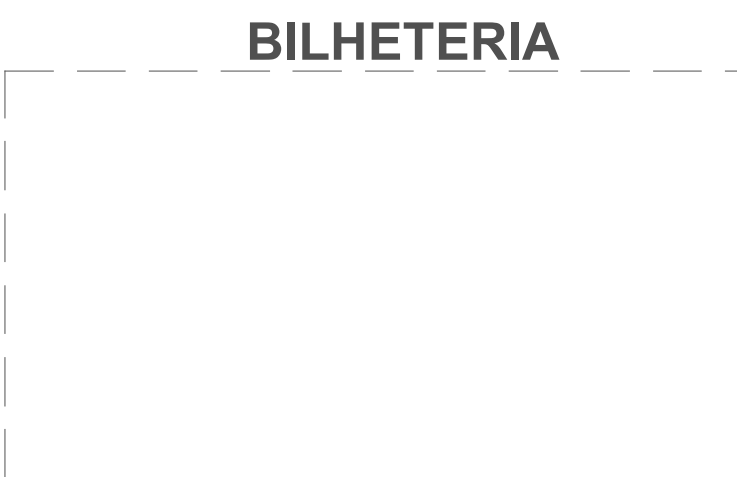
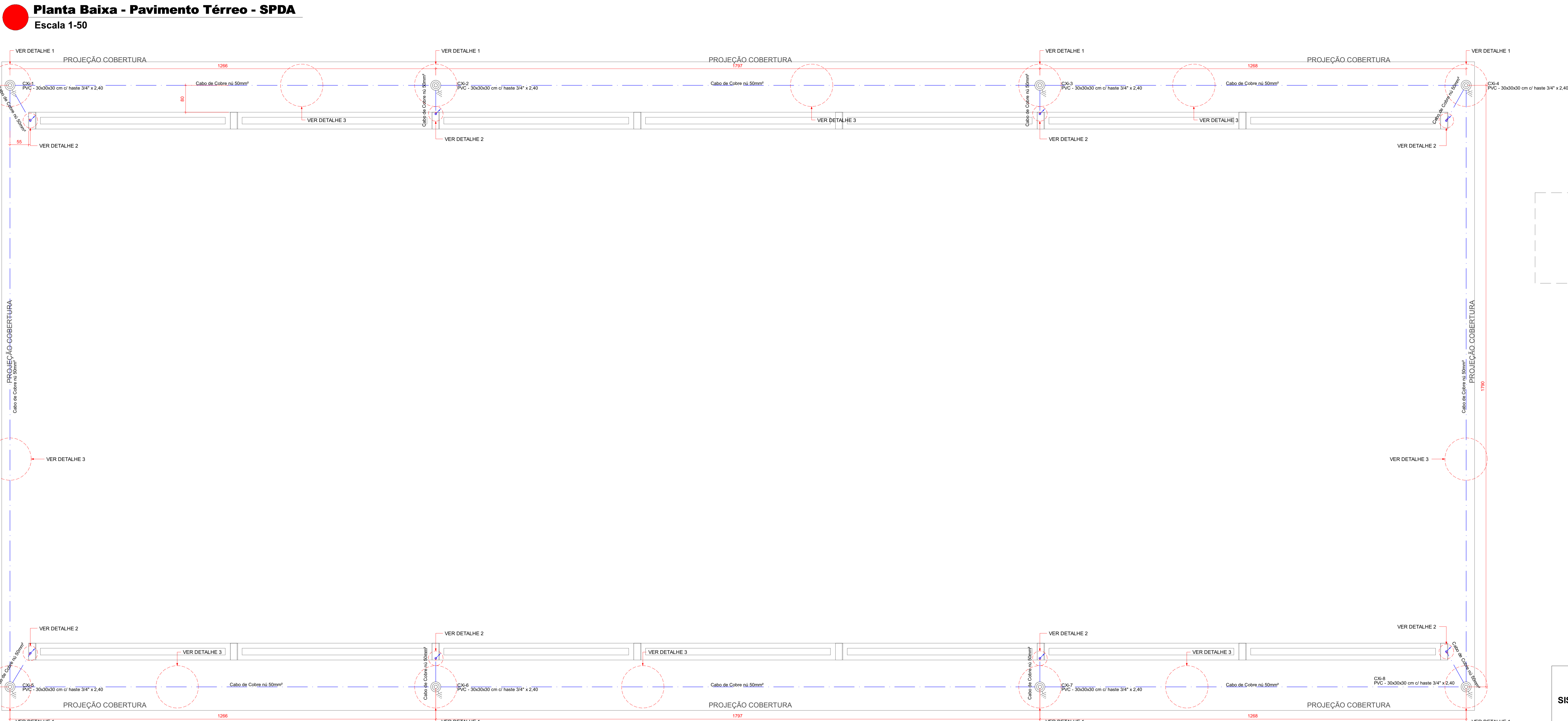
AS INFORMAÇÕES CONTIDAS NESTE PROJETO SÃO DE PROPRIEDADE INTELECTUAL DA SOLID ENGENHARIA E NÃO PODEM SER DUPLICADAS E/OU UTILIZADAS POR TERCEIROS SEM A PRÉVIA AUTORIZAÇÃO DO AUTOR.

SOLID
ENGENHARIA

ENG. OSMAR FAGUNHINI
CREA PR - 187266/D

SOLID ENGENHARIA LTDA
CNPJ: 41.346.739/0001-03
Fone: 43 98840-6268
solidengenhariacv@gmail.com
@solid_engenharia

CLIENTE:
PREFEITURA MUNICIPAL DE ROLÂNDIA
OBRA:
COMPLEXO EMÍLIO GOMES
LOCAL:
AV. CASTRO ALVES - Nº 2116 - ROLÂNDIA PR
TÍTULO:
PROJETO SPDA
RESPONSÁVEL TÉCNICO:
ENG. OSMAR FAGUNHINI
CREA PR - 187266/D
DATA:
05/12/2025
NÚMERO DA REVISÃO:
00
ESCALA:
1/50
ID:
#00000-XXX-00-00-R00



Lista de materiais - TERREIO	
Aterramento	
Cabo de Inspeção	
PVC Ø300x300mm	8 pc
Terminal de Compressão	
Terminal de Compressão Ø50mm²	18 pc
Clip (Grampo)	
Bronze reforçado para 2 cabos 50mm² e 1 haste 3/4"	8 pc
Haste de aterramento - colorada	
3/4" x 2,40m	8 pc
Condutores de proteção (SPDA)	
Cabo de cobre nu - 7 fios	
50mm²	130,61 m

Legenda de condutos - TERREIO

SPDA - CORDEALHA DE COBRE 50mm²

Legenda - TERREIO

Cabo de inspeção em PVC Ø300x300 cm, e haste de aterramento 3/4" x 2,40m

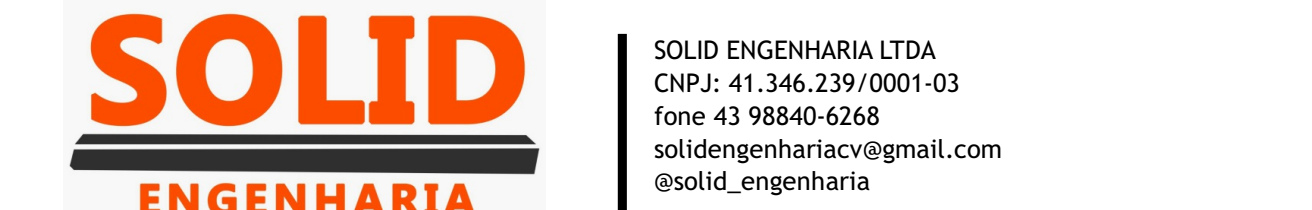
NOTAS DO PROJETO

SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

- NOS LOCAIS ONDE NÃO EXISTE ACESSO AO PÚBLICO (TELHADO DA COBERTURA), O PONTALETE DEVERÁ AFLORAR NO MÍNIMO 20cm ACIMA.
- DEVERÃO SER ADICIONADOS AO SISTEMA DE CAPTAÇÃO, TERMINAIS AÉREOS COLOCADOS CONFORME A INDICAÇÃO DA TABELA PRESENTE NA NORMA NBR 5419-3: 2015 (TABELA 2). ESTES TERMINAIS DIMINUIRÃO A PROBABILIDADE DE A MALHA CAPTORA SER DANIFICADA NOS PONTOS DE IMPACTO.
- PARA CERTIFICAÇÃO DA CONTINUIDADE ELÉTRICA DA ESTRUTURA DA EDIFICAÇÃO, DEVERÁ SER REALIZADO TESTE DE CONTINUIDADE ELÉTRICA ATRAVÉS DE MICRO-OHMÍMETRO CONFORME ANEXO "F" DA NBR 5419-3 / 2015.
- O SISTEMA DEVERÁ TER UMA MANUTENÇÃO PREVENTIVA ANUAL E SEMPRE QUE ATINGIDO POR DESCARGAS ATMOSFÉRICAS, PARA VERIFICAR EVENTUAIS IRREGULARIDADES E GARANTIR A EFICIÊNCIA DO SPDA.
- NÃO É FUNÇÃO DO SPDA A PROTEÇÃO DE EQUIPAMENTOS ELETRO-ELETRÔNICOS. PARA TAL, OS INTERESSADOS DEVERÃO ADQUIRIR SUPRESSORES DE SURTOS INDIVIDUAIS (PROTETORES DE LINHA) NAS CASAS ESPECIALIZADAS E INSTALADOS POR PROFISSIONAIS QUALIFICADOS.
- ESTE PROJETO NÃO PODERÁ SOFRER MODIFICAÇÕES SEM A PRÉVIA AUTORIZAÇÃO DO PROJETISTA.

Tabela de Revisão			
Rev.	Data	Descrição	Desenho
00	05/12/2025	EMIÇÃO INICIAL	OSMAR

AS INFORMAÇÕES CONTIDAS NESTE PROJETO SÃO DE PROPRIEDADE INTELECTUAL DA SOLID ENGENHARIA E NÃO PODEM SER DUPLICADAS E/OU UTILIZADAS POR TERCEIROS SEM A PRÉVIA AUTORIZAÇÃO DO AUTOR.



CLIENTE:
PREFEITURA MUNICIPAL DE ROLÂNDIA

OBRA:
AVENIDA OKTOBERFEST

LOCAL:
Avenida Salgado Filho, Centro - Rolândia/PR

TÍTULO:
PROJETO SPDA

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
ENG. OSMAR RAGANINI
CREA PR - 187266/D

DATA:
05/12/2025

NÚMERO DA REVISÃO:
00

ESCALA:
1/50

ID:
#00000-XXX-00-00-000

SPDA

Legenda - COBERTURA	
	Capotr Franklin - H=300mm - 02 descidas
	FIXADOR UNIVERSAL NA TELHA METÁLICA
	

SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

2. DEVERÃO SER ADICIONADOS AO SISTEMA DE CAPTAÇÃO, TERMINAIS AÉREOS COLOCADOS CONFORME A INDICAÇÃO DA TABELA PRESENTE NA NORMA NBR 5419-3: 2015 (TABELA 2). ESTES TERMINAIS DIMINUIRÃO A PROBABILIDADE DE A MALHA CAPTORA SER DANIFICADA NOS PONTOS DE IMPACTO.

3. PARA CERTIFICAÇÃO DA CONTINUIDADE ELÉTRICA DA ESTRUTURA DA EDIFICAÇÃO, DEVERÁ SER REALIZADO TESTE DE CONTINUIDADE ELÉTRICA ATRAVÉS DE MICRO-OHMÍMETRO CONFORME ANEXO "F" DA NBR 5419-3 / 2015.

4. O SISTEMA DEVERÁ TER UMA MANUTENÇÃO PREVENTIVA ANUAL E SEMPRE QUE ATINGIDO POR DESCARGAS ATMOSFÉRICAS, PARA VERIFICAR EVENTUAIS IRREGULARIDADES E GARANTIR A EFICIÊNCIA DO SPDA.

5. NÃO É FUNÇÃO DO SPDA A PROTEÇÃO DE EQUIPAMENTOS ELETRO-ELETRÔNICOS. PARA TAL, OS INTERESSADOS DEVERÃO ADQUIRIR SUPRESSORES DE SURTOS INDIVIDUAIS (PROTETORES DE LINHA) NAS CASAS ESPECIALIZADAS E INSTALADOS POR PROFISSIONAIS QUALIFICADOS.

6. ESTE PROJETO NÃO PODERÁ SOFRER MODIFICAÇÕES SEM PRÉVIA AUTORIZAÇÃO DO PROJETISTA.

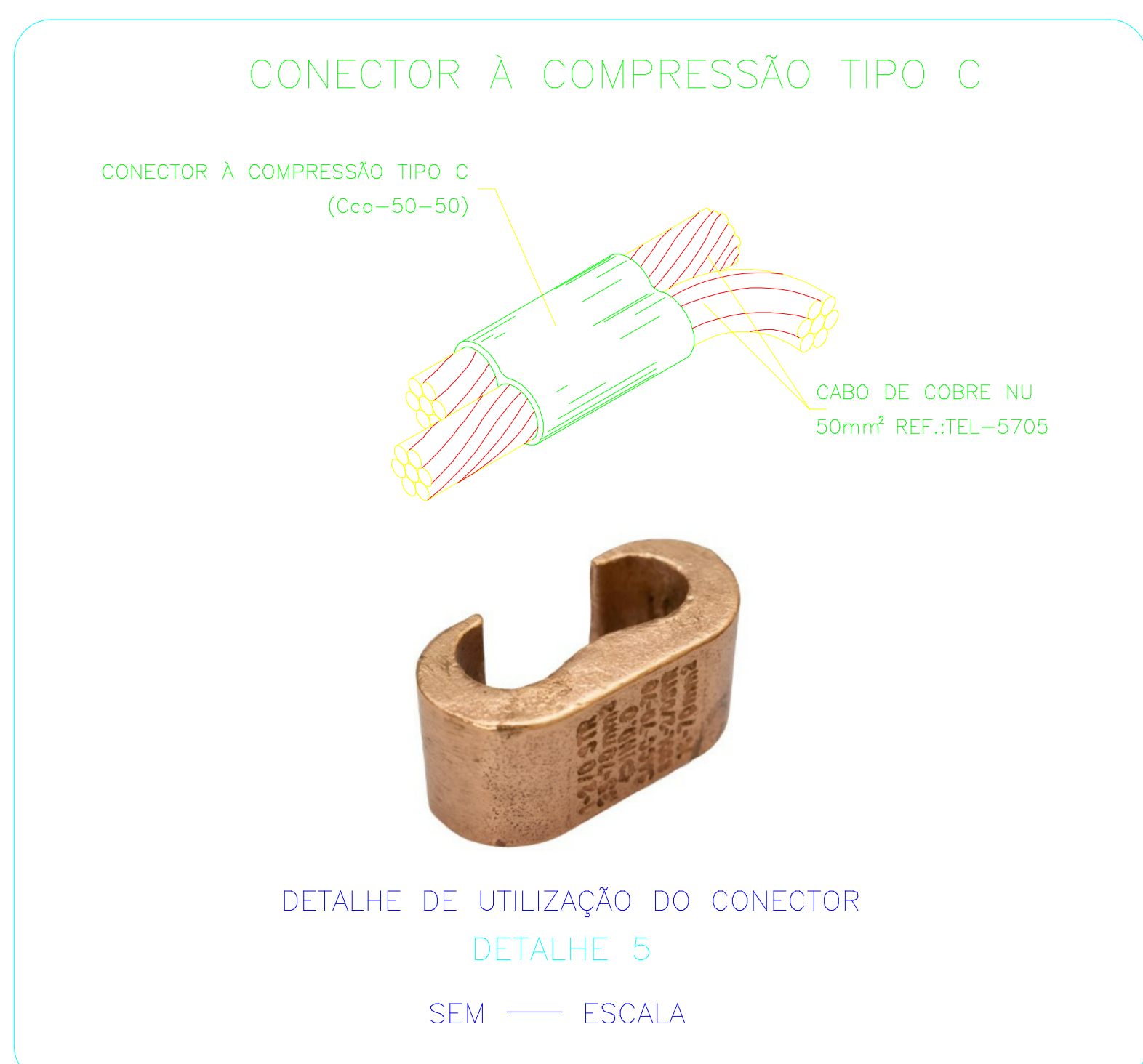
AS INFORMAÇÕES CONTIDAS NESTE PROJETO SÃO DE PROPRIEDADE INTELECTUAL DA SOLID ENGENHARIA. NÃO PODEM SER DUPLICADAS E/OU UTILIZADAS POR TERCEIROS SEM A PRÉVIA AUTORIZAÇÃO DO AUTOR.

SOLID ENGENHARIA LTDA
CNPJ: 41.346.239/0001-03
fone 43 98840-6268
solidengenhariacv@gmail.com
@solid_engenharia

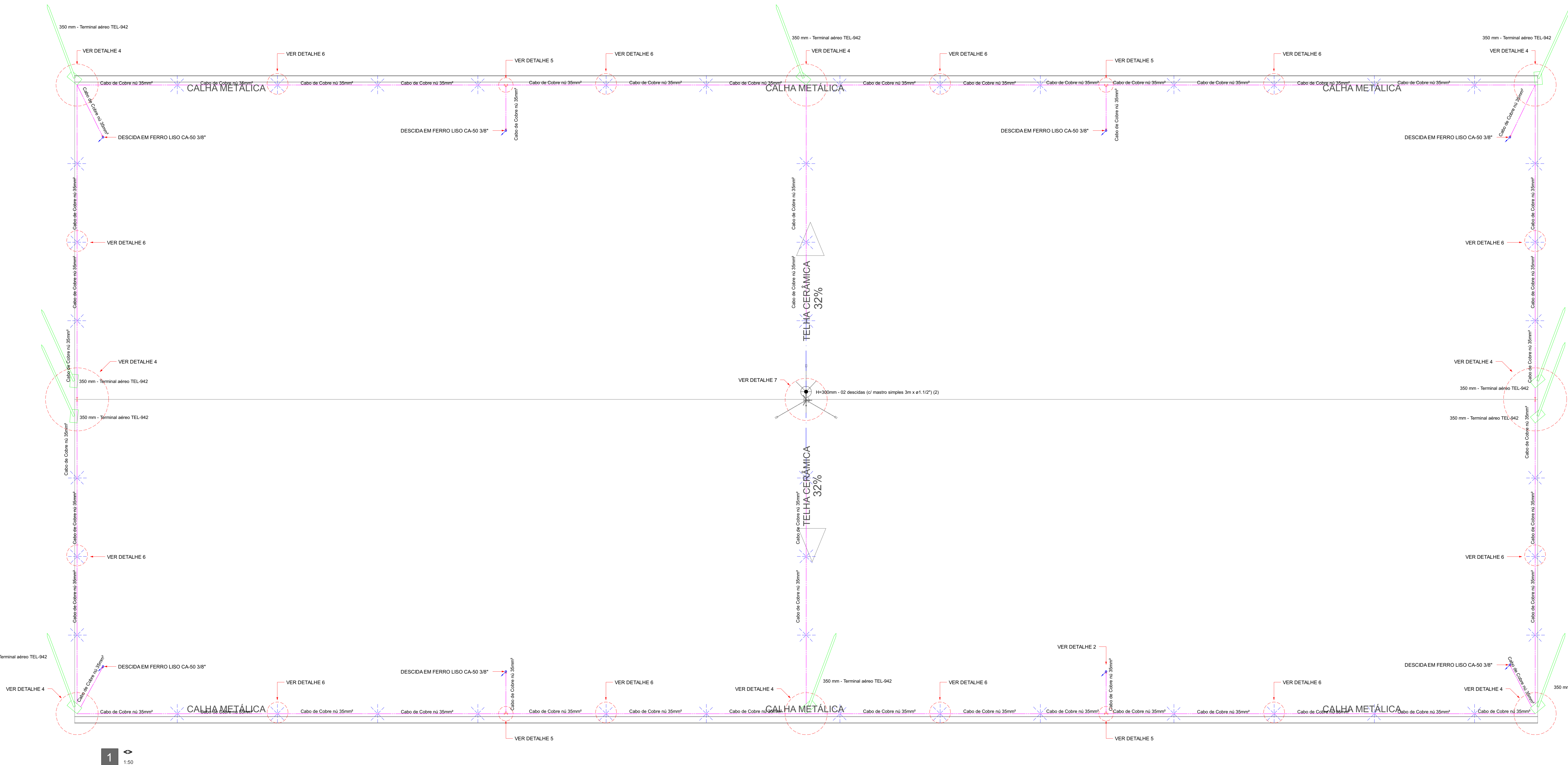
ACESSAR NO AUGIN

 Documento assinado digitalmente
OSMAR FERNANDES PAGANI
Data: 09/12/2025 17:54:57 O300
<https://brasil.gov.br/gov.br>

SPDA



Planta Baixa - Pavimento Cobertura - SPDA
Escala 1-50



Lista de materiais - COBERTURA	
SPDA	
CONECTORES	
FIXADOR UNIVERSAL NA TELHA METÁLICA	44 pçs
Cabo de Cobre nu 35mm²	
Capto Franklin Lado 4 pontas	1 pç
H=300mm - 02 descidas	1 pç
Mastro simples galvanizado	1 pç
3m x ø1.1/2"	
Base em Ferro Fundido	1 pç
Para Mastro de Para Raios 1. 1/2"	
Conjunto de Estais e Esticadores	3 pçs
8 metros cada Estai 1. 1/2"	
Sinalizador	1 pç
Sinalizador de Obstáculos ao Voo com Fotocélula	
Terminal de Compressão	2 pçs
Com Parafusos para Cabo Ø35mm	
Terminal Aéreo	10 pçs
Terminal Aéreo TEL-942-350 mm - Fixação vertical - Minicaptor em barra chata de alumínio	
Condutores de proteção (SPDA)	
Cabo de cobre Nu - 7 fios	156.02 m
35mm²	
Re-bar redonda aço galvanizado	31.92 m
Ferro liso CA-25 - Ø3/8"	

Legenda de condutos - COBERTURA
SPDA - CORDALHA DE COBRE 35mm²

Legenda - COBERTURA
Capto Franklin - H=300mm - 02 descidas
FIXADOR UNIVERSAL NA TELHA METÁLICA
Terminal Aéreo TEL-942-350 mm - Fixação vertical - Minicaptor em barra chata de alumínio

NOTAS DO PROJETO

SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

- NOS LOCAIS ONDE NÃO EXISTE ACESSO AO PÚBLICO (TELHADO DA COBERTURA), O PONTELETE DEVERÁ AFLORAR NO MÍNIMO 20cm ACIMA.
- DEVERÃO SER ADICIONADOS AO SISTEMA DE CAPTAÇÃO, TERMINAIS AÉREOS COLOCADOS CONFORME A INDICAÇÃO DA TABELA PRESENTE NA NORMA NBR 5419-3: 2015 (TABELA 2), ESTES TERMINAIS DIMINUIRÃO A PROBABILIDADE DE A MALHA CAPTORA SER DANIFICADA NOS PONTOS DE IMPACTO.
- PARA CERTIFICAÇÃO DA CONTINUIDADE ELÉTRICA DA ESTRUTURA DA EDIFICAÇÃO, DEVERÁ SER REALIZADO TESTE DE CONTINUIDADE ELÉTRICA ATRAVÉS DE MICRO-OHMÍMETRO CONFORME ANEXO "F" DA NBR 5419-3 / 2015.
- O SISTEMA DEVERÁ TER UMA MANUTENÇÃO PREVENTIVA ANUAL E SEMPRE QUE ATINGIDO POR DESCARGAS ATMOSFÉRICAS, PARA VERIFICAR EVENTUAIS IRREGULARIDADES E GARANTIR A EFICIÊNCIA DO SPDA.
- NÃO É FUNÇÃO DO SPDA A PROTEÇÃO DE EQUIPAMENTOS ELETRO-ELETRÔNICOS. PARA TAL, OS INTERESSADOS DEVERÃO ADQUIRIR SUPRESSORES DE SURTOS INDIVIDUAIS (PROTETORES DE LINHA) NAS CASAS ESPECIALIZADAS E INSTALADOS POR PROFISSIONAIS QUALIFICADOS.
- ESTE PROJETO NÃO PODERÁ SOFRER MODIFICAÇÕES SEM A PRÉVIA AUTORIZAÇÃO DO PROJETISTA.

Tabela de Revisão			
Rev.	Data	Descrição	Desenho
00	05/12/2025	EMIÇÃO INICIAL	OSMAR
01	09/12/2025	ADIÇÃO DE MINI CAPTORES EM CUMEIRA	OSMAR

AS INFORMAÇÕES CONTIDAS NESTE PROJETO SÃO DE PROPRIEDADE INTELECTUAL DA SOLID ENGENHARIA E NÃO PODEM SER DUPLICADAS E/OU UTILIZADAS POR TERCEIROS SEM A PRÉVIA AUTORIZAÇÃO DO AUTOR.

SOLID
ENGENHARIA

SOLID ENGENHARIA LTDA
CNPJ: 41.346.739/0001-03
Fone: 43.98840-6268
solidengenhariacv@gmail.com
@solid_engenharia

CLIENTE:
PREFEITURA MUNICIPAL DE ROLÂNDIA

OBRA:
AVENIDA OKTOBERFEST

LOCAL:
Avenida Salgado Filho, Centro - Rolândia/PR

TÍTULO:
PROJETO SPDA

SOLID - COBERTURA AVENIDA OKTOBERFEST

RESPONSÁVEL TÉCNICO
ENG. OSMAR RAGANINI
CREA PR - 187266/D
DESENHO
SPDA - 1
FASE
Status do projeto

DATA
09/12/2025
NÚMERO DA REVISÃO
01
ESCALA
1/50
ID
#00000-XXX-00-00-000

SPDA