

**CURITIBA-PR**

## **MEMORIAL DESCRITIVO SPDA E MPS MERCADO DAS FLORES**

**NOME DO CONTRATANTE: CEASA - PARANÁ**

**NOME DA CONTRATADA: SEMEAR CONSULTORIA E CAPACITAÇÃO LTDA**

Bráulio Vinícius Cardoso de Souza  
COORDENADOR

Joel Tadeu Pereira  
ENGENHEIRO ELETRICISTA CREA – PR – 181040/D

CIDADE, 01 de abril de 2025

## SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO .....	3
1.1. INTRODUÇÃO .....	3
1.2. NORMAS UTILIZADAS .....	3
1.3. LITERATURAS DE APOIO .....	4
2. ANÁLISE E GERENCIAMENTO DE RISCO .....	4
2.1. CARACTERÍSTICAS DA ESTRUTURA: .....	4
2.2. RESUMO DAS PROTEÇÕES:.....	9
2.3. RESUMO DAS ZONAS:.....	16
3. SISTEMA DE SPDA E SUBSISTEMAS .....	22
4. DIMENSIONAMENTO.....	23
5. ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS .....	23
5.1. HASTES DE ATERRAMENTO .....	23
5.2. CABOS DE COBRE NU.....	23
5.3. CONEXÃO ENTRE CABO E HASTE .....	24
5.4. POÇO DE INSPEÇÃO DE ATERRAMENTO.....	24
5.5. ESPAÇADORES .....	24
5.6. MINI-CAPTORES .....	24
5.7. MASTRO CAPTOR .....	25
5.8. HASTES DE CONEXÃO RE-BAR .....	25
5.9. ELETRODUTOS DE DESCIDA.....	26
6. MEDIDAS DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS - MPS .....	26
7. PROFISSIONAL (IS) RESPONSÁVEL (IS).....	27
8. anexo 01 – ART .....	28

## **1. APRESENTAÇÃO**

### **1.1. INTRODUÇÃO**

A Brasil detém a marca de país com maior incidência de descargas atmosféricas do mundo. Assim, os sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) e as medidas de proteção contra surtos (MPS) tem papel fundamental para proteger as estruturas e pessoas contra esses fenômenos. Tais sistemas não tem a função de inibir a queda de raios, de forma direta ou indireta, seu papel é direcionar essa descarga para o solo onde sua potência pode ser dissipada de maneira segura. Por estarmos diante de forças da natureza cujas suas grandezas ainda são fontes de debates, o estudo a ser apresentado leva em conta fatores técnicos verificados em literaturas específicas e normas técnicas nacionais e internacionais vigentes, buscando suprir todas as possibilidades no caso de enfrentarmos tais fenômenos.

O objeto deste estudo é o empreendimento Pavilhão das Flores, a ser construído pela Prefeitura Municipal de Curitiba e estará situado na BR 116 km 10 Ceasa Curitiba, 22881 - Tatuquara, Curitiba - PR, 81690-500.

### **1.2. NORMAS UTILIZADAS**

- NBR 5410 / 2004 - Instalações elétricas de baixa tensão;
- NBR 5419-1 / 2015 - Proteção contra descargas atmosféricas: Princípios gerais;
- NBR 5419-2 / 2015 - Proteção contra descargas atmosféricas: Gerenciamento de risco;
- NBR 5419-3 / 2015 - Proteção contra descargas atmosféricas: Danos físicos a estrutura e perigos à vida;
- NBR 5419-4 / 2015 - Proteção contra descargas atmosféricas: Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura;
- NR 10 / 2004 - Segurança em instalações e serviços em eletricidade;
- NR 18 / 2018 - Condições de segurança e saúde no trabalho da indústria da construção;
- NBR 15749 / 2009 - Medição de resistência de aterramento e de potenciais na superfície do solo em sistemas de aterramento;

### 1.3. LITERATURAS DE APOIO

- MAMEDE FILHO, João. Instalações Elétricas Industriais. 9. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2017. 1297 p.;
- SOUZA, André Nunes de; RODRIGUES, José Eduardo; BORELLI, Reinaldo; BARROS, Benjamim Ferreira de. SPDA Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas: teoria, prática e legislação. 2. ed. São Paulo: Érica, 2020. 216 p.;
- MARTINHO, Edson. Distúrbios da Energia Elétrica: qualidade de energia, distúrbios, conceitos, cuidados, soluções, normalização. 3. ed. São Paulo: Érica, 2009. 144 p.

## 2. ANÁLISE E GERENCIAMENTO DE RISCO

### 2.1. CARACTERÍSTICAS DA ESTRUTURA:

Comprimento (m)	Largura (m)	Altura (m)
127,00	32,40	11,80

Tipo de estudo da estrutura:

Estudo com formato prismático simples – quadrado ou retângulo

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.

$$A_d = 19337,24 \text{ m}^2$$

Influências ambientais:

Rua Borba Gato, 142 C, Jardim Bandeirantes - CEP 34.800-000 • Caeté - MG

CNPJ: 26.673.492/0001-70

braulio.engenharia@yahoo.com.br • (31) 98486-1529

- Localização da estrutura:  
Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos;
- Densidade e descargas atmosféricas para a terra ( $N_g$ ) ( $1/\text{km}^2/\text{ano}$ ):  
9,00.

Medidas de proteção da estrutura:

- Nível de proteção do SPDA (NP):  
Estrutura protegida por SPDA III;
- Número de pessoas em toda a edificação:  
1400 pessoas.

Atributos da linha de Energia conectada:

Estrutura principal:

- Possui linha de energia entrando na edificação?  
SIM - Tem esta linha de Potência ou sinal conectada à estrutura;
- Como a linha de energia adentra a edificação?  
[Fator CI]:  $l/p = 0,5$
- Comprimento da linha em metros:  
 $LL/p = 1000,00$ ;
- Fator tipo da linha:  
Linha de energia em AT (com transformador AT/BT):  
 $CT/p = 0,20$ ;
- Fator ambiental:  
Urbano:  $CE = 0,1$ ;
- Blindagem da linha:  
Não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento:  
 $S/p = -$ ;
- Condições de blindagem, aterramento, isolamento:  
Linha enterrada não blindada # indefinida:  
 $CLD/p = 1,0$ ;  
 $CLI/p = 1,0$ .

Estrutura adjacente:

Rua Borba Gato, 142 C, Jardim Bandeirantes - CEP 34.800-000 • Caeté - MG  
CNPJ: 26.673.492/0001-70  
braulio.engenharia@yahoo.com.br • (31) 98486-1529

- Possui estrutura adjacente?  
Contém estrutura adjacente à linha
- Dimensões da estrutura adjacente:

Comprimento (m)	Largura (m)	Altura (m)
127,00	8,00	4,00

Fator de localização da estrutura adjacente:

- Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos:  
 $CDj/p = 0,50$
- Tensão suportável do sistema interno:  
Tensão suportável UW – 1,5 kV;  
 $UW/p = 1,50$
- Tipo de linha da estrutura adjacente:  
Linhas de energia:  
 $PLi/p = 0,60$   
Parâmetros resultantes:  
 $KS4/p = 0,67$   
Este valor muda em função da blindagem da linha e tensão suportável:  
 $PLD/p = 1,00$ .

Atributos da linha de Sinal conectada:

Estrutura principal:

- Possui linha de energia entrando na edificação:  
Sim – tem esta linha de potência ou sinal conectada à estrutura.
- Como a linha de energia adentra a edificação [Fator CI]:  
Aéreo;  
 $CI/t = 1$ .
- Comprimento da linha em metros:  
 $CI/t = 1000,00$ .
- Fator tipo de linha:  
Linha de energia BT ou sinal;  
 $CT/t = 1,00$ .

Rua Borba Gato, 142 C, Jardim Bandeirantes - CEP 34.800-000 • Caeté - MG

CNPJ: 26.673.492/0001-70

braulio.engenharia@yahoo.com.br • (31) 98486-1529

- Fator ambiental:  
Urbano;  
 $CE = 0,1$
- Blindagem da linha:  
Blindada e interligada ao mesmo barramento -  $1 \Omega/\text{km} < RS \leq 5 \Omega/\text{km}$ ;  
 $RS/t = 1 \Omega/\text{km} < RS \leq 5 \Omega/\text{km}$ .
- Condições de blindagem, aterramento e isolação:  
Linha aérea não blindada indefinida # indefinida;  
 $CLD/t = 1,0$ ;  
 $CLI/t = 1,0$ .

#### Estrutura adjacente:

- Possui estrutura adjacente:  
Contém estrutura adjacente à linha.
- Dimensões da estrutura adjacente:

Comprimento (m)	Largura (m)	Altura (m)
70,00	110,00	12,00

- Fator de localização da estrutura adjacente:  
Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos:  
 $CDJ/t = 0,50$ .
- Tensão suportável do sistema interno (kV):  
Tensão suportável UW – 1,5 kV;  
 $UW/t = 1,50$ .
- Tipo de linha da estrutura adjacente:  
Linhas de energia:  
 $PLI/t = 0,00$ ;  
Parâmetros resultantes:  
 $KS4/t = 0,00$   
Este valor muda em função da blindagem da linha e tensão suportável:  
 $PLD/t = 0,0$

Áreas de exposição equivalente da estrutura e linhas na edificação:

Rua Borba Gato, 142 C, Jardim Bandeirantes - CEP 34.800-000 • Caeté - MG

CNPJ: 26.673.492/0001-70

braulio.engenharia@yahoo.com.br • (31) 98486-1529

Estrutura:	
Equação	Resultado (m²)
$AD = L \times W + 2 \times (3 \times H) \times (L + W) + \pi \times (3 \times H)^2$	19.337,24
$AM = 2 \times 500 \times (L + W) + \pi \times 500^2$	944.798,00

Linha de Energia:	
Equação	Resultado (m²)
$AL/P = 40 \times LL$	40.000,00
$AL/P = 4.000 \times LL$	4.000.000,00
$AD = LJ/p \times WJ/p + 2 \times (3 \times HJ/p) \times (LJ/p + WJ/p) + \pi \times (3 \times HJ/p)^2$	4.708,39

Linha de Sinal:	
Equação	Resultado (m²)
$AL/T = 40 \times LL$	40.000,00
$AL/T = 4.000 \times LL$	4.000.000,00
$AD = LJ/t \times WJ/t + 2 \times (3 \times HJ/t) \times (LJ/t + WJ/t) + \pi \times (3 \times HJ/t)^2$	24.731,50

Número esperado anual de eventos perigosos na edificação:

Estrutura:	
Equação	Resultado 1/ano
$ND = NG \times AD \times CD \times 10^{-6}$	8,70E-02
$NM = NG \times AM \times 10^{-6}$	8,50E+00

Linha de Energia:	
Equação	Resultado 1/ano
$NL/P = NG \times AL/P \times CI/P \times CE/P \times CT/P \times 10^{-6}$	3,60E-03
$NI/P = NG \times AI/P \times CI/P \times CE/P \times CT/P \times 10^{-6}$	3,60E-01
$NDJ/P = NG \times ADJ/P \times CDJ/P \times CT/P \times 10^{-6}$	4,24E-03

Linha de Sinal:	
Equação	Resultado 1/ano

Rua Borba Gato, 142 C, Jardim Bandeirantes - CEP 34.800-000 • Caeté - MG

CNPJ: 26.673.492/0001-70

braulio.engenharia@yahoo.com.br • (31) 98486-1529

	ano
$NL/T = NG \times AL/T \times CI/T \times CE/T \times CT/T \times 10^{-6}$	3,60E-02
$NI/T = NG \times AI/T \times CI/T \times CE/T \times CT/T \times 10^{-6}$	3,60E+00
$NDJ/T = NG \times ADJ/T \times CDJ/T \times CT/T \times 10^{-6}$	1,11E-01

## 2.2. RESUMO DAS PROTEÇÕES:

Características das Zonas:

As medidas de proteção como SPDA, condutores de blindagem, blindagens magnéticas e DPS determinam as zonas de proteção contra descargas atmosféricas “raio” (ZPR).

Como regra geral de proteção, a estrutura a ser protegida deve estar em uma ZPR cujas características eletromagnéticas sejam compatíveis com sua capacidade de suportar solicitações que, de outra forma, causariam danos (dano físico ou falha de sistemas elétricos e eletrônicos devido a sobretensões).

Quantas zonas estão sendo avaliadas:

2 zonas estão sendo avaliadas nesse Gerenciamento de Risco. As zonas foram especificadas e escolhidas para determinar a melhor solução em “custo-benefício”, buscando escolher as Medidas de Proteção adequadas para cada necessidade:

Quais zonas estão sendo avaliadas?

Abaixo estão as zonas que foram escolhidas de acordo com análise técnica do local:

Descrição das zonas avaliadas:

Nº da Zona	Nº Pessoas na Zona	Nome da Zona	Está sendo utilizada?
------------	--------------------	--------------	-----------------------

Rua Borba Gato, 142 C, Jardim Bandeirantes - CEP 34.800-000 • Caeté - MG

CNPJ: 26.673.492/0001-70

braulio.engenharia@yahoo.com.br • (31) 98486-1529

Zona 01	1.200	Pavilhão das flores	SIM
Zona 02	200	Administrativo	SIM
Zona 03	0	Zona não avaliada	NÃO
Zona 04	0	Zona não avaliada	NÃO
Zona 05	0	Zona não avaliada	NÃO
Zona 06	0	Zona não avaliada	NÃO

Análise das componentes de riscos:

Componente de risco para uma estrutura devido a descargas atmosféricas na estrutura:

- a) RA: 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 3 m ao redor dos condutores de descidas. Perda de tipo L1 e, no caso de estruturas contendo animais vivos, as perdas do tipo L4 com possíveis perdas de animais podem também aumentar;
- b) RB: 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. Todos os tipos de perdas (L1, L2, L3 e L4) podem aumentar;
- c) RC: componente relativo a falhas de sistemas internos causados por LEMP. Perdas do tipo L2 e L4 podem ocorrer em todos os casos junto com o tipo L1, 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.

Componente de risco para uma estrutura devido a descargas atmosféricas perto da estrutura:

- a) RM: componente relativo a falhas de sistemas internos causados por LEMP. Perdas do tipo L2 e L4 podem ocorrer em todos os casos junto com o tipo L1, 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.

Componente de risco para uma estrutura devido a descargas atmosféricas em uma linha conectada à estrutura:

- RU: componente relativo a ferimentos aos seres vivos causados por choque elétrico devido às tensões de toque e passo dentro da estrutura. Perda do tipo L1 e, no caso de propriedades agrícolas, perdas do tipo L4 com possíveis perdas de animais podem também ocorrer;
- RV: 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. Todos os tipos de perdas (L1, L2, L3 e L4) podem ocorrer;
- RW: componente relativo a falhas de sistemas internos causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perdas do tipo L2 e L4 podem ocorrer em todos os casos, junto com o tipo L1, 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.

Componente de risco para uma estrutura devido a descargas atmosféricas perto de uma linha conectada à estrutura:

- a) RZ: componente relativo a falhas de sistemas internos causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perdas do tipo L2 e L4 podem ocorrer em todos os casos, junto com o tipo L1, 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.

Componente dos componentes de risco:

Os componentes de risco a serem considerados para cada tipo de perda na estrutura são listados a seguir:

- R1: Risco de perda de vida humana:  
 $R1 = RA1 + RB1 + RC1 + RM1 + RU1 + RV1 + RW1 + RZ1;$

Rua Borba Gato, 142 C, Jardim Bandeirantes - CEP 34.800-000 • Caeté - MG  
CNPJ: 26.673.492/0001-70  
braulio.engenharia@yahoo.com.br • (31) 98486-1529

- R2: Risco de perdas de serviço ao público:  
 $R2 = RB2 + RC2 + RM2 + RV2 + RW2 + RZ2$ ;
- R3: Risco de perdas de patrimônio cultural:  
 $R3 = RB3 + RV3$ ;
- R4: Risco de perdas de valor econômico:  
 $R4 = RA4 + RB4 + RC4 + RM4 + RU4 + RV4 + RW4 + RZ4$ .

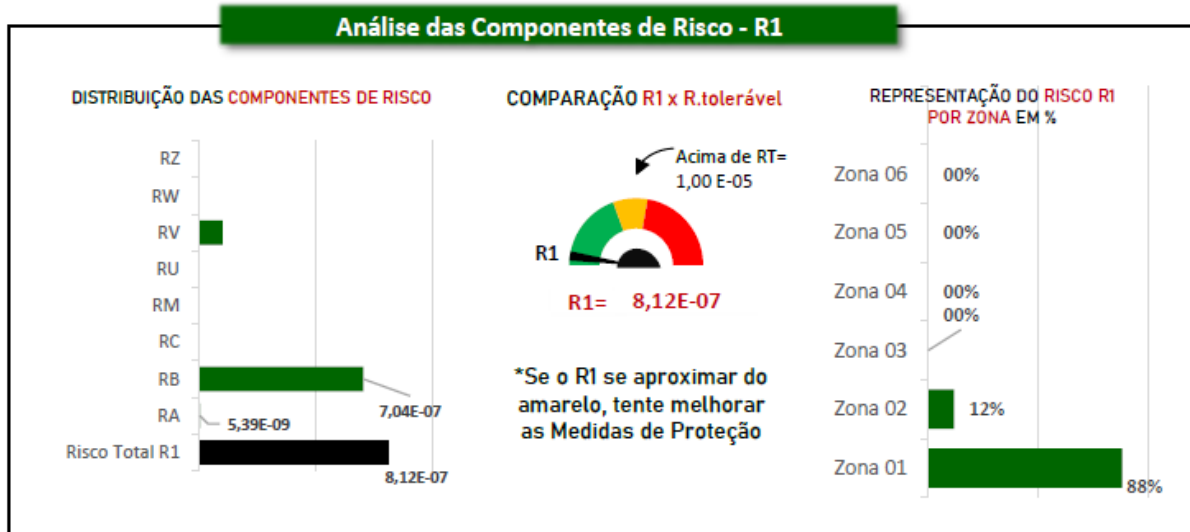
Resultado das componentes de risco

Abaixo é apresentado o resumo do Resultado Global dos Riscos de Perdas avaliado nesse Gerenciamento de Risco:

### RESULTADO GLOBAL FINAL

<p>R1 = Risco de perda de vida humana</p>  <p><b>R1= 8,12E-07</b></p> <p>ATENDENDO! R1 global menor que R1 tolerável</p>	<p>R2 = Risco de perda de serviço ao público</p>  <p><b>R2= 0,00E+00</b></p> <p>NÃO ESTÁ SENDO AVALIADA</p>	<p>R3 = Risco de perda de patrimônio cultural</p>  <p><b>R3= 4,98E-07</b></p> <p>ATENDENDO! R3 global menor que R3 tolerável</p>	<p>R4 = Risco de perda de valores econômicos.</p>  <p><b>R4= 1,64E-05</b></p> <p>ATENDENDO! R4 global menor que R4 tolerável</p>
---	--	--	---

- R1 – Risco de perda de vida humana:  
 $R1 = RA1 + RB1 + RC1 + RM1 + RU1 + RV1 + RW1 + RZ1$   
Abaixo segue a análise das Componentes de Riscos para R1 Total, e a representação em % das zonas especificadas:



Segue os valores globais das componentes de risco relacionadas a perda de vida humana:

R1 - Valores Somados das Zonas Avaliadas		
	A	5,39E-09
S1- Estruturas	B	7,04E-07
	C	0,00E+00
S2 -Perto da Estrutura	M	0,00E+00
	U	7,78E-10
S3 - Na Linha	V	1,02E-07
	W	0,00E+00
S4 -Perto da Linha	Z	0,00E+00
<b>R1 total:</b>	<b>1t</b>	<b>8,12E-07</b>

- R2 – Risco de perdas de serviço ao público:

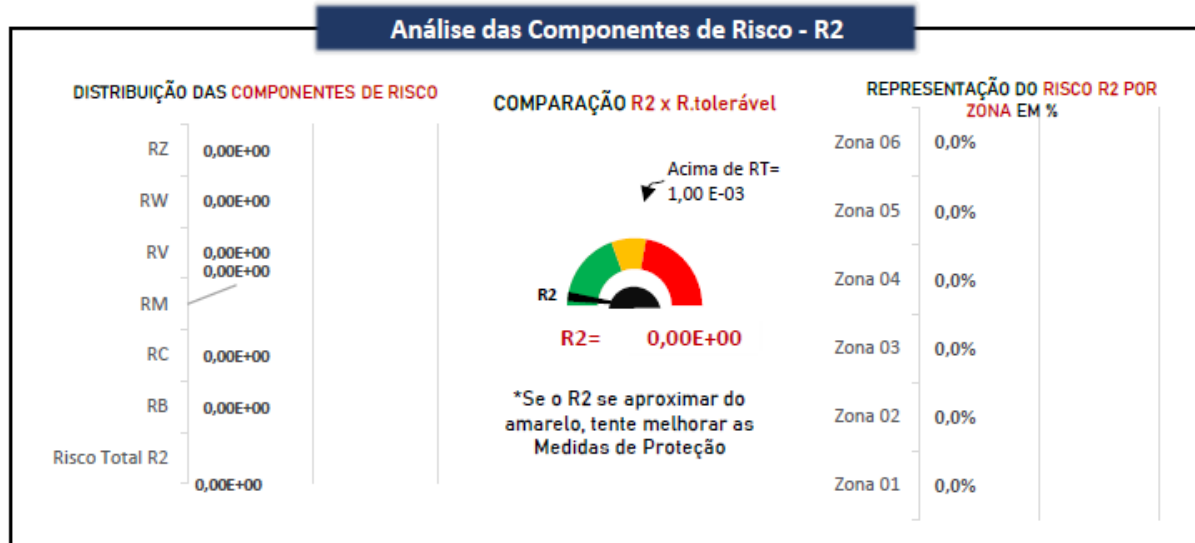
$$R2 = RB2 + RC2 + RM2 + RV2 + RW2 + RZ2$$

Abaixo segue a análise das Componentes de Riscos para R2 Total, e a representação em % das zonas especificadas:

Rua Borba Gato, 142 C, Jardim Bandeirantes - CEP 34.800-000 • Caeté - MG

CNPJ: 26.673.492/0001-70

braulio.engenharia@yahoo.com.br • (31) 98486-1529

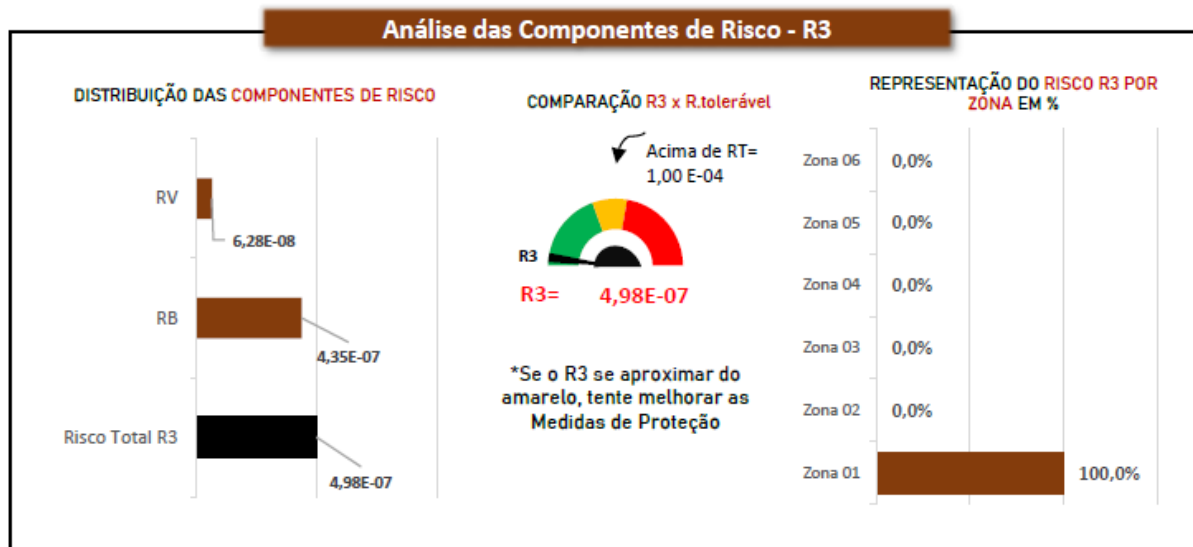


Seguem os valores globais das componentes de risco relacionados a perda de serviço público:

R2 - Valores Somados das Zonas Avaliadas		
S1 -Estrutura	B	0,00E+00
	C	0,00E+00
S2 - Perto da Estrutura	M	0,00E+00
S3 -Na Linha	V	0,00E+00
	W	0,00E+00
S4 -Perto da Linha	Z	0,00E+00
<b>R2 total:</b>	<b>2t</b>	<b>0,00E+00</b>

- R3 – Risco de perdas de patrimônio cultural:  
R2 = RB3 + RV3

Abaixo segue a análise das Componentes de Riscos para R3 Total, e a representação em % das zonas especificadas:



Segue os valores Globais das Componentes de Risco relacionadas a Perda de Patrimônio Cultural:

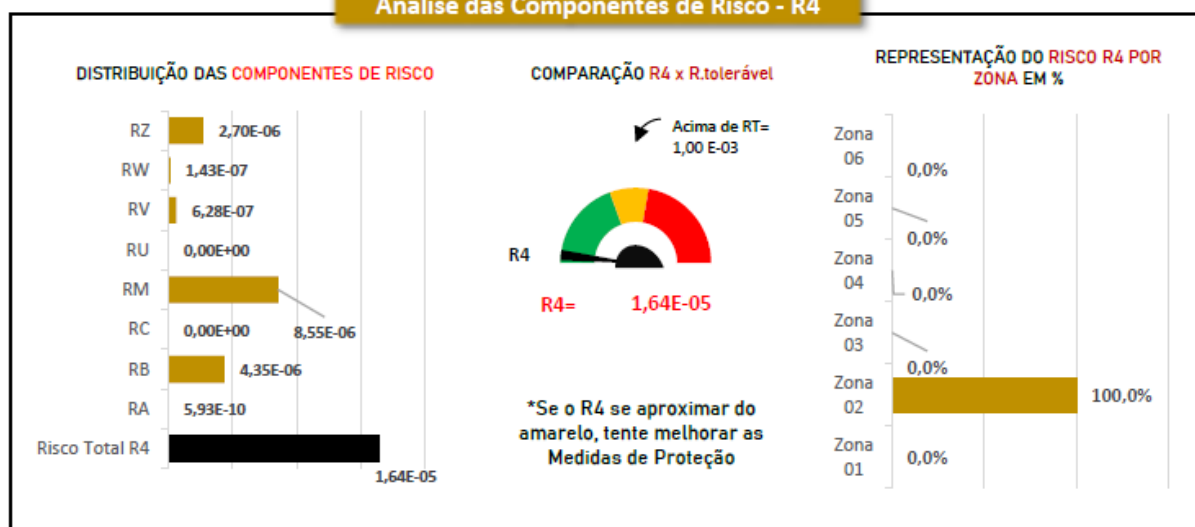
R3 - Valores Somados das Zonas Avaliadas		
S1 -Estrutura	RB	4,35E-07
S3 - Na linha	RV	6,28E-08
<b>R3 total:</b>	<b>R3t</b>	<b>4,98E-07</b>

- R4: Risco de perdas de valor econômico:  

$$R4 = RA4 + RB4 + RC4 + RM4 + RU4 + RV4 + RW4 + RZ4$$

Abaixo segue a análise das Componentes de Riscos para R4 Total, e a representação em % das zonas especificadas:

**Análise das Componentes de Risco - R4**



Segue os valores Globais das Componentes de Risco relacionadas a Perda de Valor Econômico:

R4 - Valores Somados das Zonas Avaliadas		
	A	5,93E-10
S1- Estruturas	B	4,35E-06
	C	0,00E+00
S2 -Perto da Estrutura	M	8,55E-06
	U	0,00E+00
S3 - Na Linha	V	6,28E-07
	W	1,43E-07
S4 -Perto da Linha	Z	2,70E-06
R4 total:	4t	1,64E-05

### 2.3. RESUMO DAS ZONAS:

## Zona 01: Pavilhão das Flores

- Abaixo está apresentado o resumo das características da Zona 01:

Condições da zona	
ZONA está sendo Avaliada?	<b>SIM</b>
Este projeto contém Risco de Explosão?	<b>NÃO</b>
Existe atendimento ao público?	<b>NÃO</b>
Pode haver perda de patrimonio cultural?	<b>SIM</b>
Este projeto contém Animais?	<b>NÃO</b>
Hávera avaliação econômica?	<b>NÃO</b>

- Abaixo consta o resumo das Medidas Protetivas na Zona 01, segundo essa análise de Risco:

Medidas Protetivas	
<b>Blindagem Espacial Externa</b>	SEM blindagem espacial
<b>Proteção contra choque (descarga atm. na estrutura)</b>	Equipotencialização efetiva do solo
<b>Proteção contra choque (descarga atmosférica na linha)</b>	Isolação elétrica
<b>Proteção contra incêndio</b>	extintores, instalações fixas operadas manualmente, instalações de alarme manuais, hidrantes, compartimentos à prova de fogo, rotas de escape
Fiação interna	
<b>Energia (LINHA 01)</b>	Cabo não blindado – sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços (a)
<b>Sinal (LINHA 02)</b>	Cabo não blindado – sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços (a)
Sistema de DPS	

Rua Borba Gato, 142 C, Jardim Bandeirantes - CEP 34.800-000 • Caeté - MG

CNPJ: 26.673.492/0001-70

braulio.engenharia@yahoo.com.br • (31) 98486-1529

<b>Tipo de DPS</b>	DPS - I
<b>Tipo Coordenação de DPS</b>	Sistema de DPS coordenado - II

- Abaixo consta o resumo das Componentes de risco R1 na Zona 01, segundo essa análise de risco:

<b>R1 - Valores Somados das Zonas Avaliadas</b>		
	A	4,97E-09
<b>S1- Estruturas</b>	B	6,22E-07
	C	0,00E+00
<b>S2 -Perto da Estrutura</b>	M	0,00E+00
	U	7,18E-10
<b>S3 - Na Linha</b>	V	8,98E-08
	W	0,00E+00
S4 -Perto da Linha	Z	0,00E+00
<b>R1 total:</b>	<b>1t</b>	<b>7,17E-07</b>

- Abaixo consta o resumo das Componentes de Risco R2 na Zona 01, segundo essa análise de Risco:

<b>R2 - Valores Somados das Zonas Avaliadas</b>		
S1 -Estrutura	B	0,00E+00
	C	0,00E+00
- Perto da Estrutura	M	0,00E+00
S3 -Na Linha	V	0,00E+00
	W	0,00E+00
S4 -Perto da Linha	Z	0,00E+00
<b>R2 total:</b>	<b>2t</b>	<b>0,00E+00</b>

- Abaixo consta o resumo das Componentes de Risco R3 na Zona 01, segundo essa análise de Risco:

<b>R3 - Valores Somados das Zonas Avaliadas</b>		
S1 -Estrutura	RB	4,35E-07
S3 - Na linha	RV	6,28E-08
<b>R3 total:</b>	<b>R3t</b>	<b>4,98E-07</b>

- Abaixo consta o resumo das Componentes de Risco R4 na Zona 01, segundo essa análise de Risco:

<b>R4 - Valores Somados das Zonas Avaliadas</b>		
	A	0,00E+00
<b>S1- Estruturas</b>	B	0,00E+00
	C	0,00E+00
<b>S2 -Perto da Estrutura</b>	M	0,00E+00
	U	0,00E+00
<b>S3 - Na Linha</b>	V	0,00E+00
	W	0,00E+00
<b>S4 -Perto da Linha</b>	Z	0,00E+00
<b>R4 total:</b>	<b>4t</b>	<b>0,00E+00</b>

Zona 02: Administrativo

- Abaixo está apresentado o resumo das características da Zona 02:

<b>Condições da zona</b>
--------------------------

Rua Borba Gato, 142 C, Jardim Bandeirantes - CEP 34.800-000 • Caeté - MG

CNPJ: 26.673.492/0001-70

braulio.engenharia@yahoo.com.br • (31) 98486-1529

ZONA está sendo Avaliada?	<b>SIM</b>
Este projeto contém Risco de Explosão?	<b>NÃO</b>
Existe atendimento ao público?	<b>NÃO</b>
Pode haver perda de patrimonio cultural?	<b>NÃO</b>
Este projeto contém Animais?	<b>NÃO</b>
Hávera avaliação econômica?	<b>SIM</b>

- Abaixo consta o resumo das Medidas Protetivas na Zona 02, segundo essa análise de Risco:

<b>Medidas Protetivas</b>	
<b>Blindagem Espacial Externa</b>	SEM blindagem espacial
<b>Proteção contra choque (descarga atm. na estrutura)</b>	Equipotencialização efetiva do solo
<b>Proteção contra choque (descarga atmosférica na linha)</b>	Isolação elétrica
<b>Proteção contra incêndio</b>	Isolação elétrica
<b>Fiação interna</b>	
<b>Energia (LINHA 01)</b>	Cabo não blindado – sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços (a)
<b>Sinal (LINHA 02)</b>	Cabo não blindado – sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços (a)
<b>Sistema de DPS</b>	
<b>Tipo de DPS</b>	DPS - I
<b>Tipo Coordenação de DPS</b>	Sistema de DPS coordenado - II

- Abaixo consta o resumo das Componentes de Risco R1 na Zona 02, segundo essa análise de risco:

<b>R1 - Valores Somados das Zonas Avaliadas</b>
---

	A	4,14E-10
<b>S1- Estruturas</b>	B	8,29E-08
	C	0,00E+00
<b>S2 -Perto da Estrutura</b>	M	0,00E+00
	U	5,98E-11
<b>S3 - Na Linha</b>	V	1,20E-08
	W	0,00E+00
S4 -Perto da Linha	Z	0,00E+00
<b>R1 total:</b>	<b>1t</b>	<b>9,53E-08</b>

- Abaixo consta o resumo das Componentes de Risco R2 na Zona 02, segundo essa análise de Risco:

<b>R2 - Valores Somados das Zonas Avaliadas</b>		
S1 -Estrutura	B	0,00E+00
	C	0,00E+00
- Perto da Estrutura	M	0,00E+00
S3 -Na Linha	V	0,00E+00
	W	0,00E+00
S4 -Perto da Linha	Z	0,00E+00
<b>R2 total:</b>	<b>2t</b>	<b>0,00E+00</b>

- Abaixo consta o resumo das Componentes de Risco R3 na Zona 02, segundo essa análise de Risco:

<b>R3 - Valores Somados das Zonas Avaliadas</b>		
S1 -Estrutura	RB	0,00E+00
S3 - Na linha	RV	0,00E+00

<b>R3 total:</b>	<b>R3t</b>	<b>0,00E+00</b>
------------------	------------	-----------------

- Abaixo consta o resumo das Componentes de Risco R4 na Zona 02, segundo essa análise de Risco Abaixo:

<b>R4 - Valores Somados das Zonas Avaliadas</b>		
	A	5,93E-10
<b>S1- Estruturas</b>	B	4,35E-06
	C	0,00E+00
<b>S2 -Perto da Estrutura</b>	M	8,55E-06
	U	0,00E+00
<b>S3 - Na Linha</b>	V	6,28E-07
	W	1,43E-07
<b>S4 -Perto da Linha</b>	Z	2,70E-06
<b>R4 total:</b>	<b>4t</b>	<b>1,64E-05</b>

### 3. SISTEMA DE SPDA E SUBSISTEMAS

O sistema de SPDA é composto por ao menos três subsistemas: o subsistema de captação é o conjunto de componentes destinado a receber os impactos diretos de uma descarga atmosférica e ficam posicionados no alto da estrutura. é composto mini captore de alumínio e ferro galvanizado a fogo e por mastros com captore do tipo Franklin, cabo de cobre nu, fita chata de alumínio isoladores etc.

O subsistema de descida é responsável por conduzir a corrente da descarga até o subsistema de aterramento. É composto por cabos, descidas naturais, isoladores e conexões.

Responsável por dissipar toda a energia de uma descarga atmosférica, o subsistema de aterramento é composto por cabos, hastes, poços de inspeção etc., estrutura das fundações, elementos de conexão etc.

#### 4. DIMENSIONAMENTO

Para aplicação do sistema de proteção de forma eficaz iremos utilizar o método de esfera rolante. Esse modelo consiste em rolar sobre a estrutura uma esfera fictícia com raio determinando, verificando os pontos onde a esfera toca a estrutura e fazer as devidas proteções.

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

**FIGURA 1 – Esfera rolante – raio da esfera adotado**

#### 5. ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS

##### 5.1. HASTES DE ATERRAMENTO

Devem ser utilizadas hastes de aterramento do tipo aço-cobreado de alta camada com as dimensões 5/8" de diâmetro e 2,40 m de comprimento. A camada mínima de cobre deve ser de 0,254 mm utilizando o processo de eletrodeposição.

##### 5.2. CABOS DE COBRE NU

Os cabos de cobre nu devem ser do tipo encordoado (7 fios) atendendo a NBR6524-1998 e devem ter grau de pureza mínimo de 99,9%. Adotar cabos com têmpera dura ou meio-dura, conforme disponibilidade, custo e maleabilidade. Não é permitido emprego de cabos e cordoalhas cobreadas.

### 5.3. CONEXÃO ENTRE CABO E HASTE

Para conexão entre cabos e hastes no eletrodo de aterramento deverá ser utilizado conector tipo compressão modelo Sacg-1258-70. A crimpagem deve ser realizada por meio de ferramenta específica para este fim, não sendo admitido emprego de marreta ou outra ferramenta que promova o amassamento irregular do conector.

Para os mastros de captação de 10 m deverá ser utilizado grampo terra duplo com parafuso em "U". Esses são os únicos pontos onde é admitido esse tipo de conector.

### 5.4. POÇO DE INSPEÇÃO DE ATERRAMENTO

Os poços de inspeção servem para verificação da malha de aterramento, realização de medições e ensaios técnicos, além de permitir inspeção visual do eletrodo de aterramento. Devem ser instalados conforme projeto e devem ser fabricados em poliuretano, com diâmetro de 300mm e altura mínima de 200mm. Seu fechamento deve ser com tampa de ferro galvanizado à fogo.

### 5.5. ESPAÇADORES

Deverão ser utilizados no sistema de captação e descida espaçadores plásticos com afastamento mínimo de 22 mm. Sua fixação se dará por meio de parafuso, rebite ou cola específica para este fim.

### 5.6. MINI-CAPTORES

Para este projeto em especial serão utilizados três modelos de mini captor: de 300 mm, 600 mm e 1000 mm. É necessário que todos os captos sejam instalados perpendicularmente ao plano do céu.

Os mini captos de 300 mm devem ser fabricados chapa de alumínio nas medidas 7/8" x 1/8". A área da seção deve ser de no mínimo 70 mm<sup>2</sup> e sua fixação deve ser conforme detalhes de projeto.

Os mini captores de 600 mm devem ser fabricados chapa de alumínio nas medidas 7/8" x 1/8". A área da seção deve ser de no mínimo 70 mm<sup>2</sup> e sua fixação deve ser conforme detalhes de projeto.

Os mini captores de 1000 mm devem ser fabricados em barra circular de aço com diâmetro de 10 mm e altura de 1000 mm. A fim de garantir a durabilidade do captor o mesmo deve ser galvanizado a fogo e sua fixação deve ser conforme detalhes de projeto.

## **5.7. MASTRO CAPTOR**

Conforme projeto deverão ser instalados 2 mastros de captação com 10,0 m de altura. Em sua extremidade deverão ser instalados captores do tipo Franklin. A própria estrutura do mastro deve ser utilizada como elemento de descida. Na base do mastro deverá ser feita conexão com a malha de aterramento por meio de furo com rosca para receber parafuso M6. Na conexão mastro-cabo deve ser utilizado terminal do tipo compressão para cabo 50 mm<sup>2</sup>. Esse cabo deve ser conectado à malha de aterramento dentro de poço de inspeção por meio de conector específico.

## **5.8. HASTES DE CONEXÃO RE-BAR**

Como a grande parte do eletrodo de aterramento será composto pelas fundações da edificação é de suma importância que seja garantida a interconexão elétrica entre as ferragens da fundação. Somente o contato simples não é suficiente para garantir a longevidade e efetividade dessa conexão. Assim sendo é necessária a utilização de re-bars, que são elementos metálicos desenvolvidos para prover a conexão entre as ferragens, principalmente entre os elementos estruturais, um pilar para uma viga, um bloco para uma estaca e assim por diante. O re-bar também tem a função de conectar o subsistema de descida com o subsistema de aterramento.

Para fixação dos re-bar nos chumbadores dos pilares metálicos, estes devem ser soldados com cordão de solda de no mínimo 5 cm, procedimento obrigatório.

Para conexão dos re-bars as ferragens da fundação devem-se utilizar cliques de emenda 5/8", cada conexão deve ter no mínimo 3 cliques, procedimento obrigatório.

## **5.9. ELETRODUTOS DE DESCIDA**

Os cabos do subsistema de descida devem ser protegidos por eletroduto em PVC Ø 1.1/2" por pelo menos 2,50 m a contar do piso acabado. Devem ser fixos à edificação com abraçadeiras do tipo "D" com chaveta utilizando bucha de nylon e parafuso sextavado 10. Em todas as descidas é obrigatória a instalação de ponto de desconexão afim de isolar o subsistema de captação dos demais subsistemas.

## **6. MEDIDAS DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS - MPS**

Os surtos elétricos têm entre as principais origens a indução de tensões ocasionadas por descargas diretas nas linhas de alimentação elétrica, descargas próximas dessas linhas ou descargas próximas da edificação. Outra causa comumente observada é por conta do chaveamento de contadores, partida de motores etc. As consequências desses fenômenos vão desde a queima de equipamentos elétricos mais sensíveis até acidentes com pessoas e animais, como choques elétricos.

Para minimizar esses efeitos deve-se adotar o uso de supressores de surto, tanto da classe I quanto classe II, que tem a capacidade de detectar essas anomalias e direcioná-las para o sistema de aterramento de forma segura, rápida e eficiente. Devem ser instaladas supressores do tipo monopolar, com capacidade de ruptura mínima de 20 kA e tensão de trabalho compatíveis com a tensão de fase disponível no canteiro de obras. Além dos supressores outras medidas devem ser adotadas para minimizar os impactos com surtos como a instalação de placas de advertência, entre outros. Todos os itens estão no projeto de SPDA e MPS e devem ser seguidos na íntegra.

Afim de garantir a longevidade das conexões entre as re-bar e as ferragens, deve ser realizado tratamento anticorrosivo com produto à base de zinco.

**7. PROFISSIONAL (IS) RESPONSÁVEL (IS)**

Engenheiro Coordenador Sênior:



---

Bráulio Vinícius Cardoso de Souza  
Engenheiro Produção/Civil  
CREA-MG 137.030/D


Engenheiro Eletricista:

---

JOEL TADEU PEREIRA  
Engenheiro Eletricista  
CREA-PR – 181040/D

LOCAL E DATA DO MEMORIAL  
Curitiba PR, 01 de abril de 2025

**8. ANEXO 01 – ART**



**Anotação de Responsabilidade Técnica - ART**  
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

**CREA-PR**  
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

Página 1/1  
**ART de Obra ou Serviço**  
1720251842111  
Equipe à 1720247284827

**1. Responsável Técnico**  
**JOEL TADEU PEREIRA**  
Título profissional:  
**ENGENHEIRO ELETRICISTA**

RNP: 1718756429  
Carteira: PR-181040/D

**2. Dados do Contrato**

Contratante: **SEMEAR CONSULTORIA E CAPACITACAO LTDA** CNPJ: 26.673.492/0001-70  
RUA BORBA GATO, 142  
LOJA C JARDIM BANDEIRANTES - CAETE/MG 34800-000

Contrato: 057/2024 Celebrado em: 10/10/2024  
Valor: R\$ 449.999,99 Tipo de contratante: Pessoa Jurídica (Direito Privado) brasileira

**3. Dados da Obra/Serviço**

ROD BR-116, 22881 - CEASA - CENTRAIS DE ABASTECIMENTO DO PARANA, 22881  
TATUQUARA- CURITIBA/PR 81690-901

Data de Inicio: 10/03/2025 Previsão de término: 31/05/2025 Coordenadas Geográficas: -25,5521 x -49,3024

Finalidade: Outro  
Proprietário: CENTRAIS DE ABASTECIMENTO DO PARANA S/A CNPJ: 75.063.164/0001-67

**4. Atividade Técnica**

	Quantidade	Unidade
[Projeto] de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas - SPDA	5111,73	M2
[Projeto] de instalações elétricas em baixa tensão para fins comerciais	5111,73	M2
[Projeto] de instalações elétricas em baixa tensão para fins comerciais	5111,73	M2
[Projeto] de cabeamento por meios metálicos	5111,73	M2
[Projeto] de equipamentos de redes	5111,73	M2

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

**5. Observações**  
Proj. elétrico de baixa tensão, rede de dados e SPDA


**7. Assinaturas**

Documento assinado eletronicamente por JOEL TADEU PEREIRA, registro Crea-PR PR-181040/D, na área restrita do profissional com uso de login e senha, na data 01/04/2025 e hora 19h33.

**8. Informações**

- A ART é válida somente quando quitada, conforme informações no rodapé deste formulário ou conferência no site [www.crea-pr.org.br](http://www.crea-pr.org.br).
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site [www.crea-pr.org.br](http://www.crea-pr.org.br) ou [www.confex.org.br](http://www.confex.org.br)
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

Acesso nosso site [www.crea-pr.org.br](http://www.crea-pr.org.br)  
Central de atendimento: 0800 041 0067



**CREA-PR**  
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

SEMEAR CONSULTORIA E CAPACITACAO LTDA CNPJ: 26.673.492/0001-70

Valor da ART: R\$ 103,03 Registrada em : 01/04/2025 Valor Pago: R\$ 103,03

A autenticidade desta ART pode ser verificada em <https://servicos.crea-pr.org.br/publico/art>  
Impresso em: 01/04/2025 19:33:59

[www.crea-pr.org.br](http://www.crea-pr.org.br)

