

ANÁLISE DE RISCO SPDA

| Análise de Risco de Descargas Atmosféricas | |
|--|---|
| Cliente | SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO - GO |
| Projeto | CEPI DIVINO PAI ETERNO |
| Endereço | AV. FRANCISCO PAULO, N° 670, VILA PAI ETERNO, TRINDADE - GO |

As principais zonas de estudo podem ser definidas:

Z0 - Fora da estrutura

Z1 - Dentro da estrutura

Para a zona Z0, considera-se que nenhuma pessoa está fora da estrutura e, portanto, o risco R1 nesta zona é nulo.

Para a zona Z1, não haverá estudo do risco econômico R4. O risco R1 para esta zona é considerado tendo em vista a presença de pessoas e é demonstrado no decorrer deste estudo.

| Tabela 1 - Características da Estrutura e do Meio Ambiente | | | | |
|---|---|-----|--------|------------|
| Parâmetro | Comentário | Id | Valor | Referência |
| Densidade de descargas atmosféricas para o local estudado (1/km²/ano) | Consultado em: http://www.inpe.br/webelat/ABNT_NBR5419_Ng/ | Ng | 9 | INPE |
| Dimensões da estrutura | Estudo com formato prismático simples | L | 61,22 | 21.392 |
| | | W | 123,12 | |
| | | H | 9,98 | |
| | AD' (somente para construções com formatos complexos) | AD' | 7 | |
| Fator de localização da | Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos | Cd | 0,5 | Tabela A.1 |
| SPDA instalado | Estrutura não protegida por SPDA | Pb | 1 | Tabela B.2 |
| Ligação Equipotencial | Sem DPS | Peb | 1 | Tabela B.7 |
| Blindagem externa | Não se aplica | Wm1 | - | - |
| | | Wm2 | - | |
| | $Ks1=0,12 \cdot Wm1$ | Ks1 | 1 | Eq B.5 |
| | $Ks2=0,12 \cdot Wm2$ | Ks2 | 1 | Eq B.6 |

| Tabela 2 - Linhas conectadas à estrutura | | | | |
|--|--|------|-------|------------|
| Parâmetro | Comentário | Id | Valor | Referência |
| Linha de energia | Se aplica | Pli | 0,3 | Tabela B.9 |
| Comprimento (m) | Padrão LI=1000 | LI | 1000 | Metros |
| Fator de instalação | Enterrado | Cl | 0,5 | Tabela A.2 |
| Fator tipo de linha | Linha de energia ou sinal | Ct | 1 | Tabela A.3 |
| Fator ambiental | Urbano | Ce | 0,1 | Tabela A.4 |
| Blindagem da linha | Linha aérea ou enterrada, não blindada ou | RS | - | Tabela B.8 |
| Blindagem, aterramento, isolamento | Linha enterrada não blindada, Indefinida | Cldp | 1 | Tabela B.4 |
| | | Cli | 1 | |
| Estrutura adjacente | Dimensões da estrutura adjacente | Lj | 0 | 0 |
| | | Wj | 0 | |
| | | Hj | 0 | |
| Fator de localização da | Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos | Cdj | 0,5 | Tabela A.1 |
| Tensão suportável do sistema interno | 2,5 kV | Uw | 2,5 | Tabela B.8 |
| | | Ks4 | 0,400 | Eq B.7 |
| | | Plid | 1 | Tabela B.8 |

| | | | | |
|------------------------------------|---|------|------|------------|
| Linha de sinal | Se aplica | Pli | 0,5 | Tabela B.9 |
| Comprimento (m) | Padrão LI=1000 | LI | 1000 | Metros |
| Fator de instalação | Aéreo | Cl | 1 | Tabela A.2 |
| Fator tipo de linha | Linha de energia ou sinal | Ct | 1 | Tabela A.3 |
| Fator ambiental | Urbano | Ce | 0,1 | Tabela A.4 |
| Blindagem da linha | Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interliga | RS | - | Tabela B.8 |
| Blindagem, aterramento, isolamento | Linha aérea não blindada, Indefinida | Cldd | 1 | Tabela B.4 |
| | | Cli | 1 | |
| Estrutura adjacente | Dimensões da estrutura adjacente | Lj | 0 | 0 |
| | | Wj | 0 | |
| | | Hj | 0 | |

ANÁLISE DE RISCO SPDA

| | | | | |
|---|--|-----|-------|------------|
| Fator de localização da estrutura | Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos | Cdj | 0,5 | Tabela A.1 |
| Tensão suportável do sistema interno (kV) | 1,5 kV | Uw | 1,5 | Tabela B.8 |
| | | Ks4 | 0,667 | Eq B.7 |
| | | Pld | 1 | Tabela B.8 |

Tabela 3 - Características da Zona de Exposição

| Parâmetro | | Comentário | Id | Valor | Referência |
|------------------------------------|----------------|---|-------|----------|------------|
| Tipo de piso | | Marmore, cerâmica | rt | 1,00E-03 | Tabela C.3 |
| Proteção contra choque (estrutura) | | Nenhuma medida de proteção | Pta | 1 | Tabela B.1 |
| Proteção contra choque (linha) | | Nenhuma medida de proteção | Ptu | 1 | Tabela B.6 |
| Risco de incêndio ou explosão | | Incêndio, Baixo | rf | 1,00E-03 | Tabela C.5 |
| Proteção contra incêndio | | Nenhuma providência | rp | 1 | Tabela C.4 |
| Energia | Fiação Interna | Cabo não blindado – sem preocupação noroteamento no | Ks3p | 1 | Tabela B.5 |
| | DPS | Nenhum sistema de DPS coordenado | Pspdp | 1 | Tabela B.3 |
| Dados | Fiação Interna | Cabo não blindado – sem preocupação noroteamento no | Ks3t | 1 | Tabela B.5 |
| | DPS coordenado | Nenhum sistema de DPS coordenado | Pspdt | 1 | Tabela B.3 |
| Tipo de perigo especial | | Nível médio de pânico (por exemplo, estruturas | hz | 5 | Tabela C.6 |

Tabela 4 - Tipos de Perdas Inaceitáveis de Vida Humana - L1

| Parâmetro | Id | Valor | Referência |
|---|-------------|----------|------------|
| Ferimentos | Lt | 1,00E-02 | Tabela C.2 |
| Danos Físicos | Lf1 | 1,00E-01 | |
| Falhas de sistemas internos | Lo0 | 1,00E+00 | |
| Número de pessoas na zona de perigo | nz | 626 | - |
| Número de pessoas na estrutura inteira | nt | 626 | |
| Horas por dia em que a estrutura se mantém ocupada | Thor | 14 | |
| Total de dias por ano em que a edificação se mantém ocupada | Tdia | 260 | |
| Tempo, em horas por ano, em que as pessoas estão presentes em um local perigoso | tz | 3640 | |
| $LU=LA=rt*nt*nz/nt*tz/8760$ | LU=LA | 4,16E-06 | Eq. C.1 |
| $LB=LV=rp*rf*hz*Lf*nt*nz/nt*tz/8760$ | LB=LV | 2,08E-04 | Eq. C.3 |
| $LC1=LM=LW=LZ=Lo0*nt*nz/nt*tz/8760$ | LC=LM=LW=LZ | 4,16E-01 | Eq. C.4 |

Tabela 5 - Tipos de Perdas Inaceitáveis de Serviço ao Público - L2

| Parâmetro | Comentário | Id | Valor | Referência |
|---------------------------------|------------|-------------|-------|------------|
| D2 - Danos Físicos | - | Lf2 | 0 | Tabela C.8 |
| D3 - Falhas de sistemas interno | - | Lo2 | 0 | |
| $LB2=LV=rp*rf*LF*nz/nt$ | | LB=LV | 0 | Eq. C.7 |
| $LC2=LM=LW=LZ=Lo2*nz/nt$ | | LC=LM=LW=LZ | 0 | Eq. C.8 |

Tabela 6 - Tipos de Perdas Inaceitáveis ao Patrimônio Cultural - L3

| Parâmetro | Comentário | Id | Valor | Referência |
|----------------|--|-------|-------|------------------|
| Perda cultural | Não se aplica | LF3 | 0 | Tabela C.10 |
| Valores | Cz - Valor do patrimônio cultural | Cz | 0 | Milhões de reais |
| | Ct - valor total da edificação e conteúdo da estrutura | Ct | 0 | |
| | $LB3=LV=rp*rf*LF*Cz/Ct$ | LB=LV | 0 | Eq. C.12 |

Tabela 6 - Perda Econômica - L4

| Parâmetro | Comentário | Id | Valor | Referência |
|---|---------------|-------|--------|-------------|
| Ferimento devido a choque | Não se aplica | Lt | 0 | Tabela C.12 |
| Danos físicos | Outros | Lf | 0,1 | Tabela C.12 |
| Falha de sistemas | Outros | Lo | 0,0001 | Tabela C.12 |
| Valor dos animais na zona | | ca | 0 | - |
| Valor da edificação relevante à zona | | cb | 0 | |
| Valor do conteúdo da zona | | cc | 0 | |
| Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades | | cs | 0 | |
| Valor total da estrutura | | ct | 0 | |
| $LU=LA=rt*Lf*ca/ct$ | | LU=LA | 0 | Eq. C.10 |
| $LB=LV=rp*rf*hz*Lf*(ca+cb+cc+cs)/ct$ | | LB=LV | 0 | Eq. C.12 |

ANÁLISE DE RISCO SPDA

| | | | | |
|---------|------------------------|-------------------------|---|----------|
| Valores | $LC=LM=LW=LZ=Lo*cs/ct$ | LC= LM= LW= LZ | 0 | Eq. C.13 |
|---------|------------------------|-------------------------|---|----------|

| Tabela 7 - Área de Exposição Equivalente | | | | |
|--|---|-------|----------|------------|
| Parâmetro | Equação | Id | Valor | Referência |
| Estrutura | $Ad=L*W+2*(3*H)*(L+W)+\pi*(3*H)^2$ | Ad | 7,00E+00 | Eq. A.2 |
| | $Am=2*500*(L+W)+\pi*500^2$ | Am | 9,70E+05 | Eq. A.7 |
| Linha de energia | $Alp=40*LI$ | Alp | 4,00E+04 | Eq. A.9 |
| | $Aip=4000*LI$ | Aip | 4,00E+06 | Eq. A.11 |
| | $Adj p=Ljp*Wjp+2*(3*Hjp)*(Ljp+Wjp)+\pi*(3*Hjp)^2$ | Adj p | 0,00E+00 | Eq. A.2 |
| Linha de dados | $Ald=40*LI$ | Ald | 4,00E+04 | Eq. A.9 |
| | $Aid=4000*LI$ | Aid | 4,00E+06 | Eq. A.11 |
| | $Adj d=Ljd*Wjd+2*(3*Hjd)*(Ljd+Wjd)+\pi*(3*Hjd)^2$ | Adj d | 0,00E+00 | Eq. A.2 |

| Tabela 8 - Número esperado Anual de Eventos perigosos | | | | |
|---|----------------------------------|-------|---------------|------------|
| Parâmetro | Equação | Id | Valor (1/ano) | Referência |
| Estrutura | $Nd=Ng*Ad*Cd*10E-6$ | Nd | 3,15E-05 | Eq. A.4 |
| | $Nm=Ng*Am*10E-6$ | Nm | 8,73E+00 | Eq. A.6 |
| Linha de energia | $NLp=Ng*Alp*Cip*Cep*Ctp*10E-6$ | NLp | 1,80E-02 | Eq. A.8 |
| | $Nlp=Ng*Aip*Cip*Cep*Ctp*10E-6$ | Nlp | 1,80E+00 | Eq. A.10 |
| | $Ndj p=Ng*Adj p*Cdj p*Ctp*10E-6$ | Ndj p | 0,00E+00 | Eq. A.5 |
| Linha de dados | $NLd=Ng*Alt*Cl t*Cet*Ctt*10E-6$ | NLd | 3,60E-02 | Eq. A.8 |
| | $Nld=Ng*Aid*Cid*Ced*Ctd*10E-6$ | Nld | 3,60E+00 | Eq. A.10 |
| | $Njd=Ng*Adj d*Cjd*Ctd*10E-6$ | Njd | 0,00E+00 | Eq. A.5 |

| Tabela 9 - Avaliação da Probabilidade Px de Danos | | | | | |
|---|------------------------------|---------------------------|------|----------|------------|
| Probabilidade da descarga causar: | | Equação | Id | Valor | Referência |
| Ferimentos a seres vivos por meio de choque elétrico | | $Pa=Pta*Pb$ | Pa | 1,00E+00 | Eq. B.1 |
| Probabilidade da descarga na estrutura causar falha nos sistemas interno | Energia | $Pcp=Pspdp*Cl dp$ | Pcp | 1,00E+00 | Eq. B.2 |
| | Dados | $Pcd=Pspdd*Cl dd$ | Pcd | 1,00E+00 | Eq. B.2 |
| | Composição | $Pc=1-(1-Pcp)*(1-Pcd)$ | Pc | 1,00E+00 | Eq. 14 |
| Probabilidade da descarga perto da estrutura causar danos internos | Energia | $Pmp=Pspdp*Pmsp$ | Pmp | 4,00E-01 | Eq. B.3 |
| | Dados | $Pmd=Pspdd*Pmsd$ | Pmd | 6,67E-01 | Eq. B.3 |
| Probabilidade da descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque | Energia | $Pup=Ptu*Peb*Pl dp*Cl dp$ | Pup | 1,00E+00 | Eq. B.8 |
| | Dados | $Pud=Ptu*Peb*Pl dd*Cl dd$ | Pud | 1,00E+00 | Eq. B.8 |
| Probabilidade da descarga na linha causar falhas de sistemas internos | Energia | $Pwp=Pspdp*Pl dp*Cl p$ | Pwp | 5,00E-01 | Eq. B.10 |
| | Dados | $Pwd=Pspdd*Pl dd*Cl d$ | Pwd | 1,00E+00 | Eq. B.10 |
| Probabilidade da descarga perto da linha causar falhas de sistemas internos | Energia | $Pzp=Pspdp*Pl ip*Cl ip$ | Pzp | 3,00E-01 | Eq. B.11 |
| | Dados | $Pzd=Pspdd*Pl id*Cl id$ | Pzd | 5,00E-01 | Eq. B.11 |
| Probabilidade da descarga em uma linha causar danos físicos | Energia | $Pvp=Peb*Pl dp*Cl dp$ | Pvp | 1,00E+00 | Eq. B.9 |
| | Dados | $Pvd=Peb*Pl dd*Cl dd$ | Pvd | 1,00E+00 | Eq. B.9 |
| Energia | $Pmsp=(Ks1*Ks2*Ks3p*Ks4p)^2$ | | Pmsp | 4,00E-01 | Eq. B.4 |
| Dados | $Pmst=(Ks1*Ks2*Ks3d*Ks4d)^2$ | | Pmsd | 6,67E-01 | Eq. B.4 |
| $Pm=1-(1-Pmp)*(1-Pmd)$ | | | Pm | 8,00E-01 | Eq. 15 |

| Tabela 10 - Análise das Componentes de Risco para R1 | | | | |
|--|----------------------------|------|----------|------------|
| Risco | | Id | Valor | Referência |
| $RA=Nd*Pa*LA$ | | RA | 1,31E-10 | Eq. 6 |
| $RB=Nd*Pb*LB$ | | RB | 6,54E-09 | Eq. 7 |
| $RC=Nd*Pc*LC$ | | RC | 0,00E+00 | Eq. 8 |
| $RM=Nm*Pm*Lm$ | | RM | 0,00E+00 | Eq. 9 |
| Energia | $RU p=(NL p+Ndj p)*Pup*LU$ | RU p | 7,48E-08 | Eq. 10 |
| Dados | $RU d=(NL d+Njd)*Pud*LU$ | RU d | 1,50E-07 | Eq. 10 |
| $RU=(NL+Ndj)*Pu*LU$ | | RU | 2,24E-07 | Eq. 10 |
| Energia | $RV p=(NL p+Ndj p)*Pvp*LV$ | RV p | 3,74E-06 | Eq. 11 |
| Dados | $RV d=(NL d+Njd)*Pvd*LV$ | RV d | 7,48E-06 | Eq. 11 |
| $RV=(NL+Ndj)*Pv*LV$ | | RV | 1,12E-05 | Eq. 11 |
| Energia | $RW p=(NL p+Ndj p)*Pwp*LW$ | RW p | 3,74E-03 | Eq. 12 |
| Dados | $RW d=(NL d+Njd)*Pwd*LW$ | RW d | 7,48E-03 | Eq. 12 |
| $RW=(NL+Ndj)*Pw*LW$ | | RW | 0,00E+00 | Eq. 12 |
| Energia | $RZ p=Nlp*Pzp*Lz$ | RZ p | 2,24E-01 | Eq. 13 |
| Dados | $RZ d=Nld*Pzd*Lz$ | RZ d | 7,48E-01 | Eq. 13 |
| $RZ=Ni*Pz*LZ$ | | RZ | 0,00E+00 | Eq. 13 |

ANÁLISE DE RISCO SPDA

Tabela 11 - Análise das Componentes de Risco para R4

| Risco | | Id | Valor | Referência |
|---------------------------|-------------------------------------|-----|----------|------------|
| $RA=N_d*P_a*LA$ | | RA | 0,00E+00 | Eq. 6 |
| $RB=N_d*P_b*LB$ | | RB | 0,00E+00 | Eq. 7 |
| $RC=N_d*P_c*LC$ | | RC | 0,00E+00 | Eq. 8 |
| $RM=N_m*P_m*LM$ | | RM | 0,00E+00 | Eq. 9 |
| Energia | $R_{up}=(N_{Lp}+N_{djp})*P_{up}*LU$ | RUp | 0,00E+00 | Eq. 10 |
| Dados | $R_{ud}=(N_{Ld}+N_{djd})*P_{ud}*LU$ | RUd | 0,00E+00 | Eq. 10 |
| $R_u=(N_L+N_{dj})*P_u*LU$ | | RU | 0,00E+00 | Eq. 10 |
| Energia | $R_{vp}=(N_{Lp}+N_{djp})*P_{vp}*LV$ | Rvp | 0,00E+00 | Eq. 11 |
| Dados | $R_{vt}=(N_{Lt}+N_{djt})*P_{vt}*LV$ | Rvt | 0,00E+00 | Eq. 11 |
| $R_v=(N_L+N_{dj})*P_v*LV$ | | RV | 0,00E+00 | Eq. 11 |
| Energia | $R_{wp}=(N_{Lp}+N_{djp})*P_{wp}*LW$ | RWp | 0,00E+00 | Eq. 12 |
| Dados | $R_{wt}=(N_{Lt}+N_{djt})*P_{wt}*LW$ | RWd | 0,00E+00 | Eq. 12 |
| $R_W=(N_L+N_{dj})*P_W*LW$ | | RW | 0,00E+00 | Eq. 12 |
| Energia | $R_{zp}=N_{lp}*P_{zp}*LZ$ | RZp | 0,00E+00 | Eq. 13 |
| Dados | $R_{zd}=N_{ld}*P_{zd}*LZ$ | RZd | 0,00E+00 | Eq. 13 |
| $R_Z=N_i*P_z*L_z$ | | RZ | 0,00E+00 | Eq. 13 |

Tabela 12 - Análise do Risco

| Equação | Id | Valor | Referência | Tolerável | Risco de explosão ou hospital | Não |
|------------------------------|----|----------|------------|-----------|-------------------------------|-----|
| $R1=RA+RB+RC+RM+RU+RV+RW+RZ$ | R1 | 1,15E-05 | Eq. 1 | 1,00E-05 | Atendimento ao público | Não |
| $R2=RB+RC+RM+RV+RW+RZ$ | R2 | 0,00E+00 | Eq. 2 | 1,00E-03 | Perda de patrimônio cultural | Não |
| $R3=RB+RV$ | R3 | 0,00E+00 | Eq. 3 | 1,00E-04 | Animais | Não |
| $R4=RA+RB+RC+RM+RU+RV+RW+RZ$ | R4 | 0,00E+00 | Eq. 4 | 1,00E-03 | Avaliação econômica | Não |
| $RA+RB+RU+RV$ | - | 1,15E-05 | - | 1,00E-05 | | |

Considerando que:

R1 numera o risco de perda de vida humana;
 R2 numera o risco de perdas de serviço público
 R3 numera o risco de perdas de patrimônio cultural
 R4 numera o risco de perdas de valor econômico
 RA numera a componente relacionado a seres vivos por choque elétrico (D1, S1)
 RB numera a componente relacionado a danos físicos (D2, S1)
 RC numera a componente relacionado à falha de sistemas internos (D3, S1)
 RM numera a componente relacionada à falha de sistemas internos (D3, S2)
 RU numera a componente relacionado a seres vivos por choque elétrico (D1, S3)
 RV numera a componente relacionado a danos físicos (D2, S3)
 RW numera a componente relacionada à falha de sistemas internos (D3, S3)
 RZ numera a componente relacionada à falha de sistemas internos (D3, S4)

Conclui-se:

Dada a análise de risco e comparando com os valores de risco máximos sugeridos pela ABNT NBR5419-2 de 2015, a edificação não está protegida contra descargas atmosféricas, pois o risco é maior que o risco máximo tolerável.

ANÁLISE DE RISCO SPDA

| Análise de Risco de Descargas Atmosféricas | |
|--|---|
| Cliente | SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO - GO |
| Projeto | CEPI DIVINO PAI ETERNO |
| Endereço | AV. FRANCISCO PAULO, N° 670, VILA PAI ETERNO, TRINDADE - GO |

Dado a necessidade do reforço do SPDA, um cenário é estudado com as seguintes variáveis modificadas:

| Proteções Adotadas | | | | | |
|------------------------------------|----------------|---|-------|-------|------------|
| Proteção | | Medida instalada | id | Valor | Referência |
| SPDA instalado | | Estrutura protegida por SPDA classe IV | Pb | 0,2 | Tabela B.2 |
| Proteção contra choque (estrutura) | | Nenhuma medida de proteção | Pta | 1 | Tabela B.1 |
| Proteção contra choque (linha) | | Nenhuma medida de proteção | Ptu | 1 | Tabela B.6 |
| Proteção contra incêndio | | Nenhuma providência | rp | 1 | Tabela C.4 |
| Ligação equipotencial | | III-IV | Peb | 0,05 | Tabela B.7 |
| Energia | Fiação interna | Cabo não blindado – sem preocupação noroteamento no | Ks3p | 1 | Tabela B.5 |
| | DPS | III-IV | Pspdp | 0,05 | Tabela B.3 |
| Dados | Fiação interna | Cabo não blindado – sem preocupação noroteamento no | Ks3t | 1 | Tabela B.5 |
| | DPS | III-IV | Pspdd | 0,05 | Tabela B.3 |

Dados os novos coeficientes acima, os novos valores de probabilidade e riscos são calculados:

| Análise do Risco | | | | | |
|------------------------------|----|----------|------------|-----------|--------------|
| Equação | Id | Valor | Referência | Tolerável | Atende? |
| $R1=RA+RB+RC+RM+RU+RV+RW+RZ$ | R1 | 5,74E-07 | Eq. 1 | 1,00E-05 | Sim |
| $R2=RB+RC+RM+RV+RW+RZ$ | R2 | 0,00E+00 | Eq. 2 | 1,00E-03 | Não estudado |
| $R3=RB+RV$ | R3 | 0,00E+00 | Eq. 3 | 1,00E-04 | Não estudado |
| $R4=RA+RB+RC+RM+RU+RV+RW+RZ$ | R4 | 0,00E+00 | Eq. 4 | 1,00E-03 | Não estudado |

Com a adição de dos seguintes componentes:

--SPDA classe IV .

--DPS.

Os valores dos riscos assumiram valores toleráveis segundo a norma NBR5419-2 de 2015.

Portanto, a solução acima se mostra eficaz à solução do problema. Abaixo os novos coeficientes demonstrados.

| Avaliação da Probabilidade Px de Danos | | | | |
|---|---|------|----------|------------|
| Probabilidade da descarga causar: | Equação | Id | Valor | Referência |
| Ferimentos a seres vivos por meio de choque elétrico | $Pa=Pta \cdot Pb$ | Pa | 2,00E-01 | Eq. B.1 |
| Probabilidade da descarga na estrutura causar falha nos sistemas interno | Energia $Pcp=Pspdp \cdot Clcp$ | Pcp | 5,00E-02 | Eq. B.2 |
| | Dados $Pcd=Pspdd \cdot Clcd$ | Pcd | 5,00E-02 | Eq. B.2 |
| | Composição $Pc=1-(1-Pcp) \cdot (1-Pcd)$ | Pc | 9,75E-02 | Eq. 14 |
| Probabilidade da descarga perto da estrutura causar danos internos | Energia $Pmp=Pspdp \cdot Pmsp$ | Pmp | 8,00E-03 | Eq. B.3 |
| | Dados $Pmd=Pspdd \cdot Pmsd$ | Pmd | 8,00E-03 | Eq. B.3 |
| Probabilidade da descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque | Energia $Pup=Ptu \cdot Peb \cdot Pldp \cdot Clcp$ | Pup | 5,00E-02 | Eq. B.8 |
| | Dados $Pud=Ptu \cdot Peb \cdot Pldd \cdot Clcd$ | Pud | 5,00E-02 | Eq. B.8 |
| Probabilidade da descarga na linha causar falhas de sistemas internos | Energia $Pwp=Pspdp \cdot Pldp \cdot Clp$ | Pwp | 2,50E-02 | Eq. B.10 |
| | Dados $Pwd=Pspdd \cdot Pldd \cdot Clcd$ | Pwd | 5,00E-02 | Eq. B.10 |
| Probabilidade da descarga perto da linha causar falhas de sistemas internos | Energia $Pzp=Pspdp \cdot Plip \cdot Clip$ | Pzp | 1,50E-02 | Eq. B.11 |
| | Dados $Pzd=Pspdd \cdot Plid \cdot Clid$ | Pzd | 2,50E-02 | Eq. B.11 |
| Probabilidade da descarga em uma linha causar danos físicos | Energia $Pvp=Peb \cdot Pldp \cdot Clcp$ | Pvp | 5,00E-02 | Eq. B.9 |
| | Dados $Pvd=Peb \cdot Pldd \cdot Clcd$ | Pvd | 5,00E-02 | Eq. B.9 |
| Energia | $Pmsp=(Ks1 \cdot Ks2 \cdot Ks3p \cdot Ks4p)^2$ | Pmsp | 1,60E-01 | Eq. B.4 |
| Dados | $Pmsd=(Ks1 \cdot Ks2 \cdot Ks3d \cdot Ks4d)^2$ | Pmsd | 1,60E-01 | Eq. B.4 |
| $Pm=1-(1-Pmp) \cdot (1-Pmd)$ | | Pm | 1,59E-02 | Eq. 15 |

| Análise das Componentes de Risco para R1 | | | | | |
|--|-----------------------|----|----------|------------|--------|
| Risco | | Id | Valor | Referência | |
| RA=Nd*Pa*LA | | RA | 2,62E-11 | Eq. 6 | |
| RB=Nd*Pb*LB | | RB | 1,31E-09 | Eq. 7 | |
| RC=Nd*Pc*LC | | RC | 0,00E+00 | Eq. 8 | |
| RM=Nm*Pm*LM | | RM | 0,00E+00 | Eq. 9 | |
| Energia | RUp=(NLp+Ndpj)*Pup*LU | | RUp | 3,74E-09 | Eq. 10 |

ANÁLISE DE RISCO SPDA

| | | | | |
|---------|---------------------------------|-------|----------|--------|
| Dados | $RUd = (NLd + Ndjd) * Pud * LU$ | RUd | 7,48E-09 | Eq. 10 |
| | $Ru = (NL + Ndj) * Pu * LU$ | RU | 1,12E-08 | Eq. 10 |
| Energia | $RVp = (NLp + Ndjp) * Pvp * LV$ | Rvp | 1,87E-07 | Eq. 11 |
| Dados | $RVd = (NLd + Ndjd) * Pvd * LV$ | Rvt | 3,74E-07 | Eq. 11 |
| | $RV = (NL + Ndj) * Pv * LV$ | RV | 5,61E-07 | Eq. 11 |
| Energia | $RWp = (NLp + Ndjp) * Pwp * LW$ | RWp | 1,87E-04 | Eq. 12 |
| Dados | $RWd = (NLd + Ndjd) * Pwd * LW$ | RWd | 7,48E-04 | Eq. 12 |
| | $RW = (NL + Ndj) * Pw * LW$ | RW | 0,00E+00 | Eq. 12 |
| Energia | $RZp = Nlp * Pzp * LZ$ | RZp | 1,12E-02 | Eq. 13 |
| Dados | $RZd = Nld * Pzd * LZ$ | RZd | 3,74E-02 | Eq. 13 |
| | $RZ = Ni * Pz * LZ$ | RZ | 0,00E+00 | Eq. 13 |

| Análise das Componentes de Risco para R4 | | | | |
|--|-----------------------|-----|----------|------------|
| Risco | | Id | Valor | Referência |
| RA=Nd*Pa*LA | | RA | 0,00E+00 | Eq. 6 |
| RB=Nd*Pb*LB | | RB | 0,00E+00 | Eq. 7 |
| RC=Nd*Pc*LC | | RC | 0,00E+00 | Eq. 8 |
| RM=Nm*Pm*LM | | RM | 0,00E+00 | Eq. 9 |
| Energia | RUp=(NLp+Ndjp)*Pup*LU | RUp | 0,00E+00 | Eq. 10 |
| Dados | RUd=(NLd+Ndjd)*Pud*LU | RUd | 0,00E+00 | Eq. 10 |
| Ru=(NL+Ndj)*Pu*LU | | RU | 0,00E+00 | Eq. 10 |
| Energia | RVp=(NLp+Ndjp)*Pvp*LV | Rvp | 0,00E+00 | Eq. 11 |
| Dados | RVd=(NLd+Ndjd)*Pvd*LV | Rvt | 0,00E+00 | Eq. 11 |
| RV=(NL+Ndj)*Pv*LV | | RV | 0,00E+00 | Eq. 11 |
| Energia | RWp=(NLp+Ndjp)*Pwp*LW | RWp | 0,00E+00 | Eq. 12 |
| Dados | RWd=(NLd+Ndjd)*Pwd*LW | RWd | 0,00E+00 | Eq. 12 |
| RW=(NL+Ndj)*Pw*LW | | RW | 0,00E+00 | Eq. 12 |
| Energia | RZp=Nlp*Pzp*LZ | RZp | 0,00E+00 | Eq. 13 |
| Dados | RZd=Nld*Pzd*LZ | RZd | 0,00E+00 | Eq. 13 |
| RZ=Ni*Pz*LZ | | RZ | 0,00E+00 | Eq. 13 |