

**ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA – EEAB DO RIO JUNDIAÍ MIRIM**  
Rod. Vereador Geraldo Dias, 2000, Jundiaí - SP

## **PDA - PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS** **PROJETO EXECUTIVO DA PROTEÇÃO**

### **1- OBJETIVO:**

Este documento tem o objetivo complementar as informações do projeto executivo e desenho anexo, complementando-o e por ele sendo complementado.

### **2- NORMALIZAÇÃO:**

O trabalho está embasado nos dispositivos de normalização ABNT NBR 16785 – Sistema de Alerta de tempestades e ABNT NBR-5419:2015 - Proteção Descargas Atmosféricas, que agregou conceitos de proteção necessários para o desenvolvimento de proteção mais abrangente e eficaz de áreas abertas, estruturas, pessoas, instalações elétricas e componentes que dela se utilizem. Doravante, sempre que necessário, nos referiremos a estes documentos simplesmente como NBR 16785 ou NBR 5419.

### **3- CONSIDERAÇÕES RELACIONADAS À PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS:**

A confecção do projeto, instalação e manutenção da PDA conforme a NBR 5419 não isenta a estação elevatória de água bruta do rio Jundiaí Mirim do DAE (EEAB – DAE) de ser alvo dos efeitos de descargas atmosféricas, porém os riscos implícitos nesses efeitos passam a ser probabilisticamente aceitáveis em função dos estudos envolvendo a análise e o gerenciamento desses riscos. Este preceito se aplica principalmente nas estruturas e instalações elétricas.

Quando da ocorrência de trovoadas, mesmo sem a presença de chuva, pessoas não devem permanecer em áreas abertas, devendo transitar por rotas curtas o suficiente para chegar a locais fechados e dotados de SPDA – Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas, conforme NBR 16785.

Certas áreas ficam parcialmente protegidas dos efeitos causados pelos impactos diretos das descargas atmosféricas devido aos postes de iluminação, mastros metálicos existentes, ou à altura das edificações providas de SPDA. Isso possibilita o direcionamento das pessoas para recintos fechados que atendam aos níveis aceitáveis de segurança.

Para evitar que as descargas atmosféricas venham a oferecer perigo às pessoas que trabalham ou circulam em locais considerados de alto risco, consta da NBR 5419 a recomendação da utilização de avisos informativos colocados em pontos estratégicos orientando que o local não é seguro quando da ocorrência de trovoadas. É recomendável a adição de procedimento padrão tanto para os colaboradores quanto para os usuários do local associada à instalação do SATE – Sistema de alerta de tempestades elétricas, conforme NBR 16785.

Recomenda-se também a realização de treinamentos ministrados aos colaboradores do local visando sua conscientização sobre os perigos das descargas atmosféricas e como minimizar os riscos dos seus efeitos.

Sugestão para o conteúdo dos avisos:

**EM CASO DE TROVOADA, MESMO SEM A OCORRÊNCIA DE CHUVA, DIRIJA-SE IMEDIATAMENTE À EDIFICAÇÃO FECHADA MAIS PRÓXIMA PERMANECENDO NA MESMA ATÉ CINCO MINUTOS APÓS A CERTA CONSTATAÇÃO DO TÉRMINO DESSA CONDIÇÃO CLIMÁTICA.**

### **4- CONSIDERAÇÕES SOBRE A PROTEÇÃO:**

As informações para proteção contra surto estão contidas no desenho que complementa este documento.

**5- ANÁLISE E GERENCIAMENTO DE RISCO:**

Este assunto consta da parte 2 da NBR 5419.

A análise reside no risco “R” de uma descarga atmosférica que ocorra na edificação e na(s) linha(s) de serviços não enterrada(s) que adentra(m) essa edificação, ou próximo a elas, provocar danos (choque elétrico, incêndio, queima de componente, perda de referência, ou lucro cessante) às pessoas, equipamentos, instalações e estruturas, através de impacto direto, centelhamento, tensões de toque ou passo, tensões transferidas ou induzidas. Todos esses efeitos provocam perdas de maior ou menor valor que deverão ser consideradas, atenuadas com medidas de mitigação (SPDA, MPS, Sinalização, etc.) e finalmente comparadas ao risco tolerável “R<sub>T</sub>” normalizado. Após a proteção instalada as condições de risco tolerável devem sempre ser atendidas.

A avaliação de risco é dividida em quatro tipos de perda (Loss) - L1, L2, L3, L4. Dentro de cada perda existem os riscos (Riscs) R1, R2, R3 e R4, que são formados pelas componentes de risco R<sub>x</sub> (R<sub>A</sub>, R<sub>B</sub>, R<sub>C</sub>, R<sub>M</sub>, R<sub>U</sub>, R<sub>V</sub>, R<sub>W</sub>, R<sub>Z</sub>).

Definem-se quais os tipos de perda existem na estrutura, e o método de cálculo (perdas consequentes L<sub>x</sub>, eventos perigosos N<sub>x</sub> e probabilidades de danos P<sub>x</sub>).

Com esses valores calculam-se as componentes de risco R<sub>x</sub> para cada tipo de perda pertinente.

Por fim, somam-se as componentes que pertencem a cada risco e compara-se com o risco tolerável RT.

Repete-se o processo mudando as variáveis das componentes (equivalentes a uma situação de mitigação), quando R > RT

**5.1- Variáveis assumidas nas análises de risco desenvolvida em cada estrutura**

Zona:	Cabine de Média Tensão	Guarita	Casa dos Operadores	CB9 - Marlene	Galpão da MEC	ETA Industrial	CB5 - Casa de Bombas	CB4 - Casa de Bombas Distrito	Casa de Compressores	Lixeira
Área de exposição equivalente A <sub>D</sub> [m <sup>2</sup> ]	2916	776	1165	1131	1582	574	5642	581	581	390
Localização (cd):	Estrutura cercada por objetos de mesma altura ou mais baixos	Estrutura cercada por objetos maiores	Estrutura cercada por objetos de mesma altura ou mais baixos	Estrutura cercada por objetos de mesma altura ou mais baixos	Estrutura cercada por objetos de mesma altura ou mais baixos	Estrutura cercada por objetos maiores	Estrutura cercada por objetos de mesma altura ou mais baixos	Estrutura cercada por objetos de mesma altura ou mais baixos	Estrutura cercada por objetos de mesma altura ou mais baixos	Estrutura cercada por objetos maiores
Frequência de descarga para terra N <sub>c</sub> [1/km <sup>2</sup> /ano]	9,021890834	9,021890834	9,021890834	9,021890834	9,021890834	9,021890834	9,021890834	9,021890834	9,021890834	9,021890834
Tipo de solo:	Agrícola, Concreto	Mármore, Cerâmico	Mármore, Cerâmico	Agrícola, Concreto	Agrícola, Concreto	Agrícola, Concreto	Agrícola, Concreto	Agrícola, Concreto	Agrícola, Concreto	Agrícola, Concreto
Tipo de estrutura:	Locais onde falhas de sistemas internos não causam perdas de vidas humanas	Locais onde falhas de sistemas internos não causam perdas de vidas humanas	Locais onde falhas de sistemas internos não causam perdas de vidas humanas	Locais onde falhas de sistemas internos não causam perdas de vidas humanas	Locais onde falhas de sistemas internos não causam perdas de vidas humanas	Locais onde falhas de sistemas internos não causam perdas de vidas humanas	Locais onde falhas de sistemas internos não causam perdas de vidas humanas	Locais onde falhas de sistemas internos não causam perdas de vidas humanas	Locais onde falhas de sistemas internos não causam perdas de vidas humanas	Locais onde falhas de sistemas internos não causam perdas de vidas humanas

<b>Risco de incêndio (r<sub>i</sub>):</b>	Incêndio Normal	Incêndio Normal	Nenhum	Incêndio Normal	Incêndio Normal	Incêndio Normal	Incêndio Normal	Incêndio Normal	Incêndio Normal	Incêndio Normal
<b>Perigo especial (h<sub>z</sub>):</b>	Sem perigo especial	Sem perigo especial	Sem perigo especial	Sem perigo especial	Sem perigo especial	Sem perigo especial	Sem perigo especial	Sem perigo especial	0	Sem perigo especial
<b>Número de pessoas na zona:</b>	2	1	13	1	12	2	2	2	1	1
<b>Largura da blindagem ou distância entre as descidas w<sub>1</sub> [m]</b>	8,3333	8,3333	8,3333	8,3333	8,3333	8,3333	8,3333	8,3333	8,3333	8,3333
<b>Largura da blindagem ou distância entre as descidas w<sub>2</sub> [m]</b>	8,3333	8,3333	8,3333	8,3333	8,3333	8,3333	8,3333	8,3333	8,3333	8,3333
<b>Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA):</b>	Classe do SPDA I	Classe do SPDA III	Classe do SPDA III	Classe do SPDA I	Classe do SPDA I	Classe do SPDA I	Classe do SPDA I	Classe do SPDA I	Classe do SPDA I	Sem SPDA
<b>Meios para restringir as consequências de incêndio (r<sub>p</sub>):</b>	Sem proteção	Extintores manuais, alarmes manuais, hidrantes, rotas de fuga protegidas ou compartimentos à prova de fogo	Sem proteção	Sem proteção	Extintores manuais, alarmes manuais, hidrantes, rotas de fuga protegidas ou compartimentos à prova de fogo	Sem proteção	Sem proteção	Sem proteção	Sem proteção	Sem proteção
<b>Contra tensão de toque ou passo na estrutura (P<sub>TA</sub>):</b>	Nenhuma medida de proteção	Nenhuma medida de proteção	Nenhuma medida de proteção	Nenhuma medida de proteção	Nenhuma medida de proteção	Nenhuma medida de proteção	Nenhuma medida de proteção	Nenhuma medida de proteção	Nenhuma medida de proteção	Nenhuma medida de proteção
<b>Contra tensão de toque ou passo na linha (P<sub>TA</sub>):</b>	Nenhuma medida de proteção	Nenhuma medida de proteção	Nenhuma medida de proteção	Nenhuma medida de proteção	Nenhuma medida de proteção	Nenhuma medida de proteção	Nenhuma medida de proteção	Nenhuma medida de proteção	Nenhuma medida de proteção	Nenhuma medida de proteção
<b>Linha de</b>										

<b>energia</b>											
<b>Fator ambiental da linha:</b>	Urbano	Urbano	Urbano	Urbano	Urbano	Urbano	Urbano	Urbano	Urbano	Urbano	Urbano
<b>Fiação interna:</b>	Não blindado-sem precaução para evitar laços	Não blindado-sem precaução para evitar laços	Não blindado-sem precaução para evitar laços	Não blindado-sem precaução para evitar laços	Não blindado-sem precaução para evitar laços	Não blindado-sem precaução para evitar laços	Não blindado-sem precaução para evitar laços	Não blindado-sem precaução para evitar laços	Não blindado-sem precaução para evitar laços	Não blindado-sem precaução para evitar laços	Não blindado-sem precaução para evitar laços
<b>Tensão suportável de impulso atmosférico no sistema [kV]</b>	2,5kV	2,5kV	2,5kV	2,5kV	2,5kV	2,5kV	2,5kV	2,5kV	2,5kV	2,5kV	Nenhuma linha externa
<b>Dispositivo de proteção contra Surto DPS (PSPD):</b>	I	III-IV	III-IV	I	I	I	I	I	I	I	Nenhuma linha externa
<b>Modo de instalação da linha (Ci):</b>	Aéreo	Enterrado	Enterrado	Enterrado	Enterrado	Enterrado	Enterrado	Enterrado	Enterrado	Enterrado	Nenhuma linha externa
<b>Linha de telecomunicação</b>											
<b>Fator ambiental da linha:</b>	Nenhuma linha externa	Urbano	Rural	Urbano	Urbano	Urbano	Urbano	Urbano	Urbano	Urbano	Nenhuma linha externa
<b>Fiação interna:</b>	Nenhuma linha externa	Não blindado-sem precaução para evitar laços	Não blindado-sem precaução para evitar laços	Não blindado-sem precaução para evitar laços	Não blindado-sem precaução para evitar laços	Não blindado-sem precaução para evitar laços	Não blindado-sem precaução para evitar laços	Não blindado-sem precaução para evitar grandes laços	Não blindado-sem precaução para evitar laços	Não blindado-sem precaução para evitar laços	Nenhuma linha externa
<b>Tensão suportável de impulso atmosférico no sistema [kV]</b>	Nenhuma linha externa	1,5kV	1,5kV	1,5kV	1,5kV	1,5kV	1,5kV	1,5kV	1,5kV	1,5kV	Nenhuma linha externa
<b>Dispositivo de proteção contra Surto DPS (PSPD):</b>	Nenhuma linha externa	III-IV	III-IV	I	I	I	I	I	I	I	Nenhuma linha externa
<b>Modo de instalação da linha (Ci):</b>	Nenhuma linha externa	Enterrado	Enterrado	Enterrado	Aéreo	Enterrado	Enterrado	Enterrado	Enterrado	Enterrado	Nenhuma linha externa

**5.2- Resultado dos cálculos desenvolvidos para o local já com as proteções consideradas:**

Zona:	Cabine de Média Tensão	Guarita	Casa dos Operadores	CB9 - Marlene	Galpão da MEC	ETA Industrial	CB5 - Casa de Bombas	CB4 - Casa de Bombas Distrito	Casa de Compressores	Lixeira
Perda de vida humana R <sub>1</sub>	7,5512E-10	1,0974E-08	5,0280E-09	1,9457E-09	3,6004E-08	3,7864E-09	4,8597E-09	1,1222E-09	5,6109E-09	8,7889E-08
Avaliação de risco:	tolerável	tolerável	tolerável	tolerável	tolerável	tolerável	tolerável	tolerável	tolerável	tolerável
Perda de serviço público R <sub>2</sub>	1,4053E-04	2,9330E-04	6,0474E-04	1,1904E-04	6,1173E-04	5,8895E-04	1,2692E-04	1,1758E-04	5,8792E-04	2,8636E-04
Avaliação de risco:	tolerável	tolerável	tolerável	tolerável	tolerável	tolerável	tolerável	tolerável	tolerável	tolerável
Perda de herança cultural R <sub>3</sub>	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
Avaliação de risco:	tolerável	tolerável	tolerável	tolerável	tolerável	tolerável	tolerável	tolerável	tolerável	tolerável
Perda econômica R <sub>4</sub>	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
Avaliação de risco:	tolerável	tolerável	tolerável	tolerável	tolerável	tolerável	tolerável	tolerável	tolerável	tolerável

**6- INSPEÇÕES:**

As inspeções visam assegurar que a PDA – proteção contra descargas atmosféricas (SPDA – sistema de proteção contra descargas atmosféricas + MPS – medidas de proteção contra surtos) esteja conforme o projeto, que sempre deve estar presente na EEAB - DAE , acompanhado do último relatório técnico de inspeção, tanto para prover embasamento numa próxima inspeção, quanto para efeito de fiscalização;

**6.1 SPDA**

Os componentes do SPDA devem estar posicionados conforme desenho do projeto, em bom estado de conservação, os condutores bem tensionados, as conexões e fixações firmes e livres de corrosão;

Todos os apêndices acrescentados à estrutura posteriormente à instalação original devem ser integrados no volume de proteção imposto pelo SPDA, naturalmente, através de interligação ou sua ampliação.

É de extrema importância que a continuidade elétrica dos condutores de aterramento seja ensaiada e garantida.

**6.2 MPS**

Deve ser verificado se as MPSs, no caso da EEAB - DAE, se a instalação de DPSs está de acordo com o desenho e se qualquer nova medida de proteção adicionada está em conformidade com aquelas concebidas no projeto.

Verificações pós-instalação devem contemplar:

- existência de maus contatos em condutores e conexões;
- comprometimento de parte do sistema devido à corrosão, principalmente ao nível do solo;
- se os condutores de equipotencialização e blindagens dos cabos estão intactos e devidamente interligados;
- se não existem acréscimos ou alterações de instalação que necessitam medidas de proteção adicionais;
- se não existe indicação de danos nos DPSs, seus fusíveis ou elementos de interrupção;
- se as distâncias de segurança estão garantidas;

Para manter a eficiência da PDA, tanto SPDA quanto MPS devem passar por inspeção periódica. Os intervalos a que as instalações devem ser submetidas são os seguintes:

- Durante a instalação, garantindo a fidelidade ao projeto;
- Após qualquer modificação ou reparo na estrutura ou na instalação que comprometa as proteções, por exemplo,



<b>MPS</b>		
DPS tipo I/II Up 1,5kV Uc 275V Iimp 12,5kA In 30kA	3	Pç
DPS tipo I Up 1,3kV Uc 275V Iimp 60kA	19	Pç
DPS tipo I Up 2,5kV Uc 460V Iimp 60kA	9	Pç
<b>Proteção</b>		
Disjuntor Ik 5kA In 63A	3	Pç
Disjuntor Ik 5kA In 40A	6	Pç
Fusível Ik 100kA In 63A	18	Pç
Fusível Ik 65kA In 63A	4	Pç

  
YASSON MODENA  
CREA N.º 1601960636