DRB Assessoria e Consultoria Educacional

Projeto, Instalação e Manutenção Elétrica



# Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas

ABNT NBR 54192015
PARTES 1,2,3 e 4

A necessidade de proteger um dado edifício contra descargas atmosféricas ou é uma exigência legal ou é uma consequência da experiência dos proprietários que desejam evitar a destruição total ou parcial de sua propriedade ou dos bens nela contido.

No Brasil é uma exigência legal fixada pelos códigos de obras municipais.

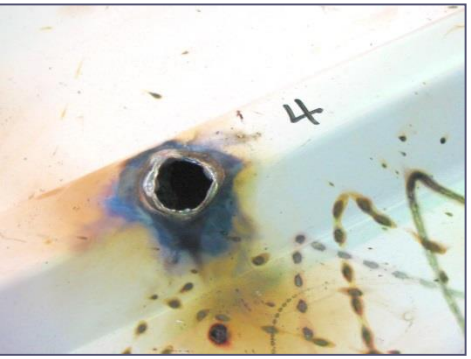
# Principais Danos





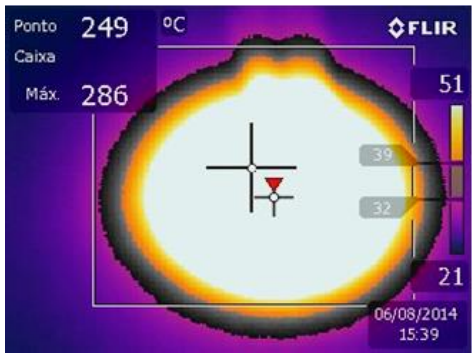












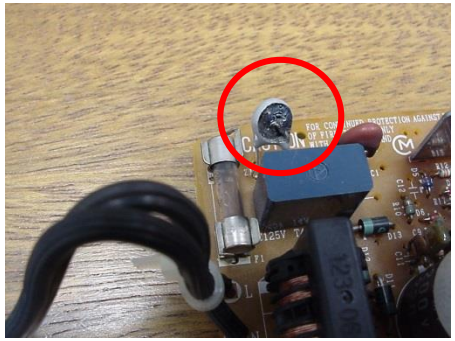
# Principais Danos



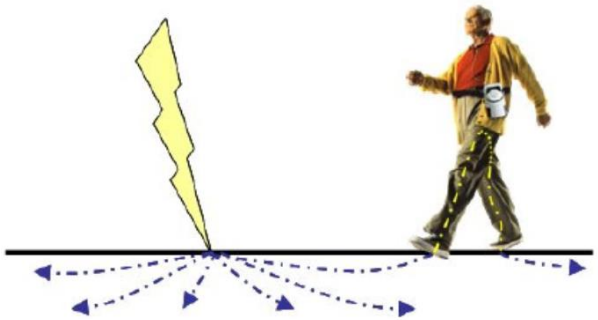














# Principais Danos

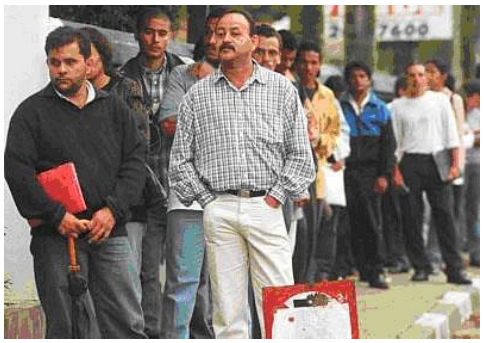






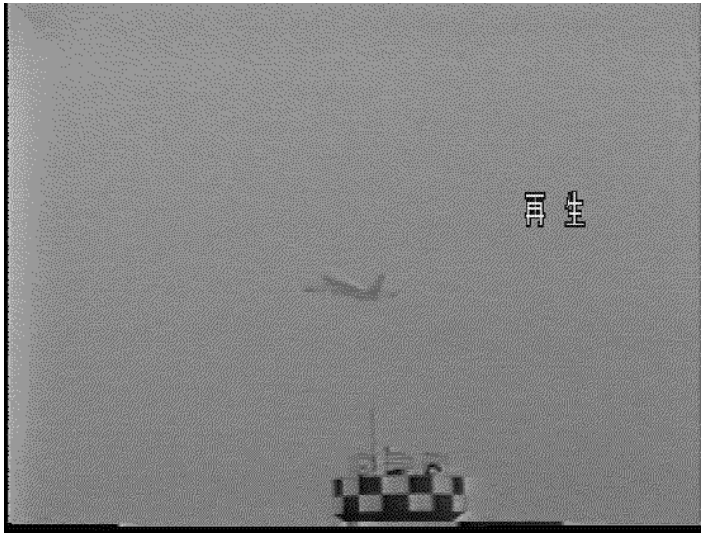


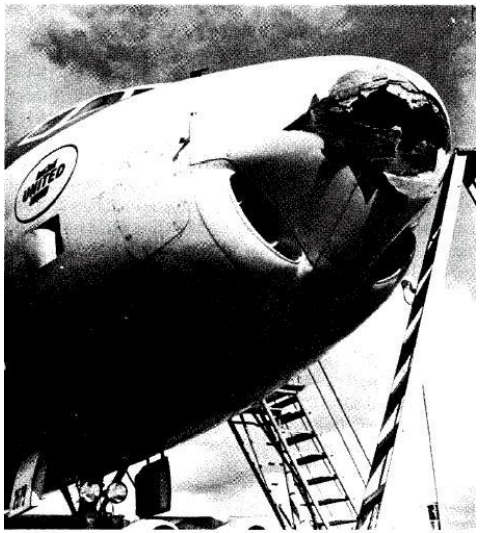




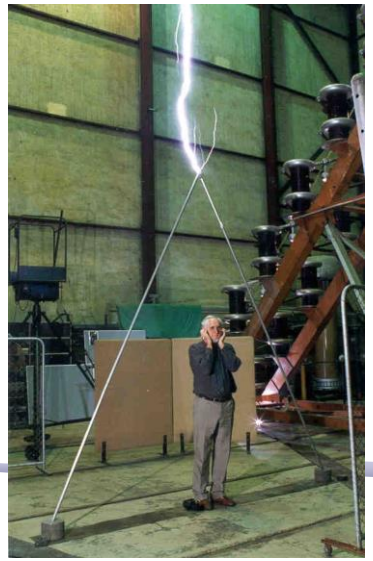





再生







NORMA BRASILEIRA

# ABNT NBR 5419

Segunda edição
29.07.2005

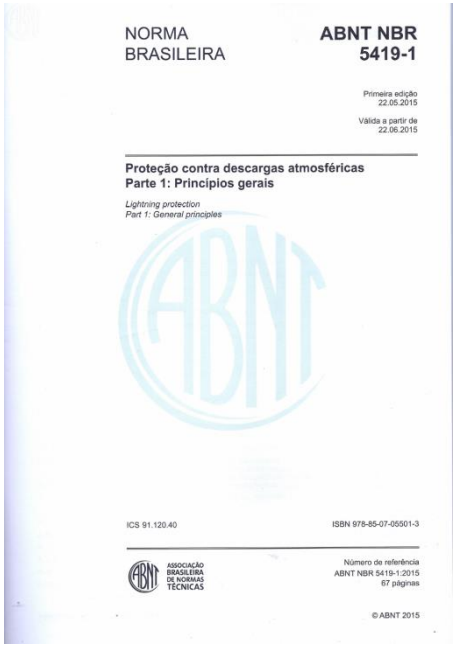
Válida a partir de
29.08.2005

42 pgs

## Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas

*Protection of structures against lightning – Procedure*

67 pgs


NORMA BRASILEIRA

ABNT NBR 5419-1

Primeira edição
22.05.2015

Válida a partir de
22.06.2015

**Proteção contra descargas atmosféricas**
**Parte 1: Princípios gerais**

*Lightning protection*
*Part 1: General principles*

ICS 91.120.40

ISBN 978-85-07-05501-3

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS

Número de referência
ABNT NBR 5419-1:2015
67 páginas

© ABNT 2015

104 pgs


NORMA BRASILEIRA

ABNT NBR 5419-2

Primeira edição
22.05.2015

Válida a partir de
22.06.2015

**Proteção contra descargas atmosféricas**
**Parte 2: Gerenciamento de risco**

*Lightning protection*
*Part 2: Risk management*

ICS 91.120.40

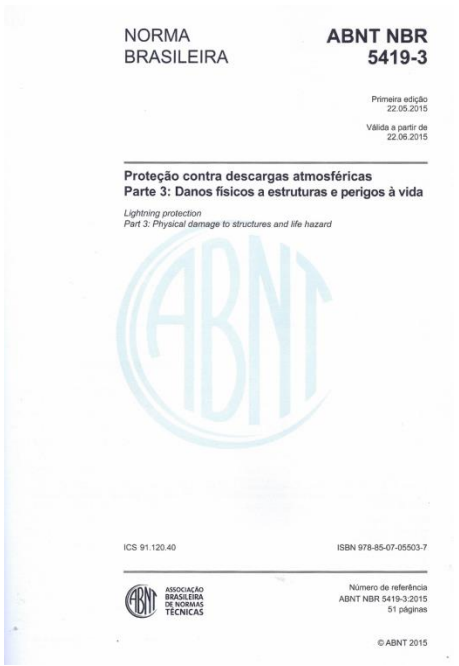
ISBN 978-85-07-05502-0

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS

Número de referência
ABNT NBR 5419-2:2015
104 páginas

© ABNT 2015

51 pgs


NORMA BRASILEIRA

ABNT NBR 5419-3

Primeira edição
22.05.2015

Válida a partir de
22.06.2015

**Proteção contra descargas atmosféricas**
**Parte 3: Danos físicos a estruturas e perigos à vida**

*Lightning protection*
*Part 3: Physical damage to structures and life hazard*

ICS 91.120.40

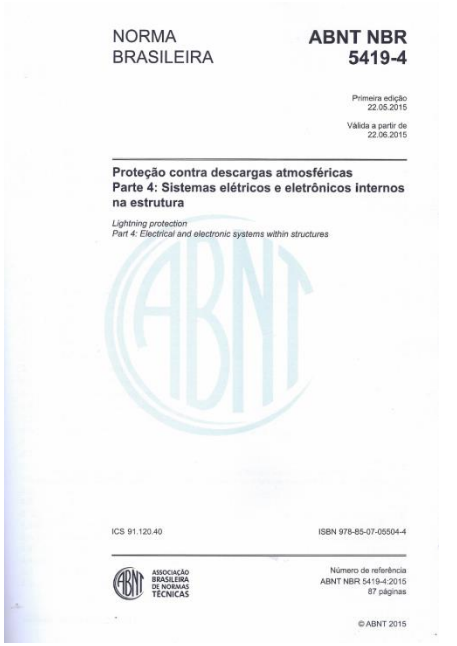
ISBN 978-85-07-05503-7

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS

Número de referência
ABNT NBR 5419-3:2015
51 páginas

© ABNT 2015

87 pgs


NORMA BRASILEIRA

ABNT NBR 5419-4

Primeira edição
22.05.2015

Válida a partir de
22.06.2015

**Proteção contra descargas atmosféricas**
**Parte 4: Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura**

*Lightning protection*
*Part 4: Electrical and electronic systems within structures*

ICS 91.120.40

ISBN 978-85-07-05504-4

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS

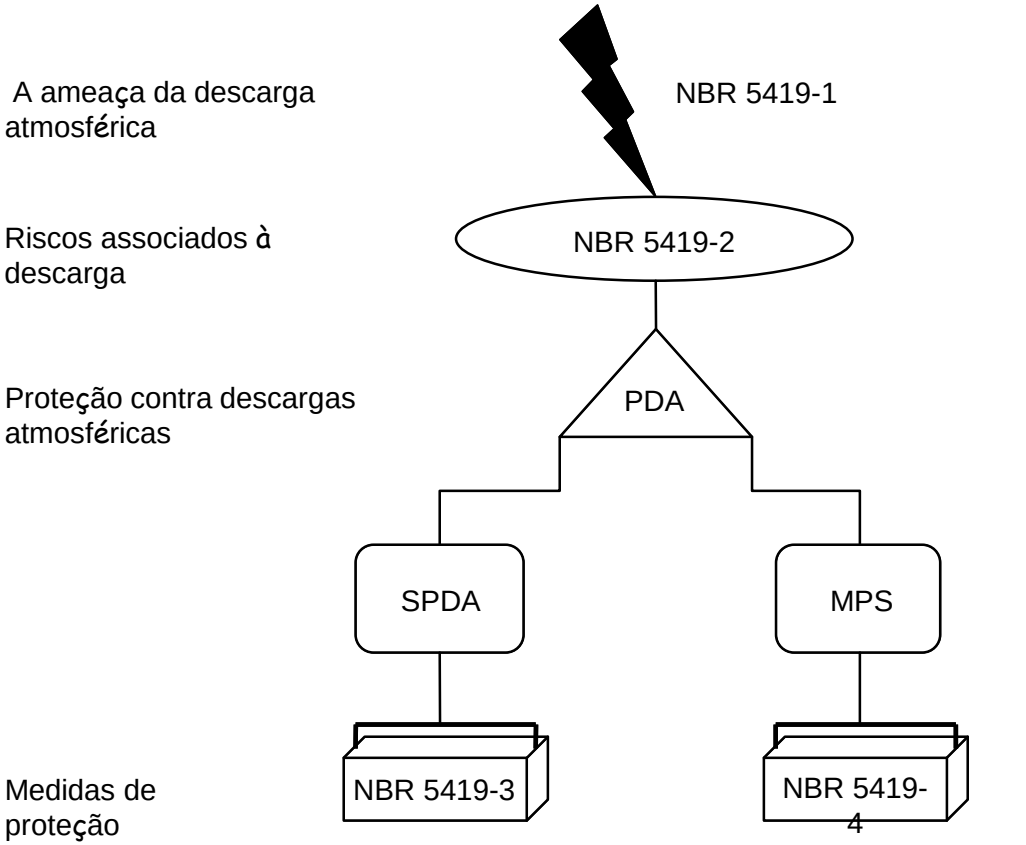
Número de referência
ABNT NBR 5419-4:2015
87 páginas

© ABNT 2015

Total (4 partes) : 309 pgs

Válida a partir de 22/06/2015

# ABNT NBR 5419 – 1
# PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS
# PARTE 1: PRINCÍPIOS GERAIS



## Sistema de proteção contra descargas atmosféricas *(lightning protection system)*

*SPDA (LPS)*

Sistema utilizado para reduzir danos físicos devido às descargas atmosféricas em uma estrutura.

NOTA: Um SPDA consiste de sistemas externo e interno de proteção contra descargas atmosféricas.

- **SPDA externo** *(external lightning protection system)*

Parte do SPDA composto pelos subsistemas de captação, descida e aterramento.

- **SPDA interno** *(internal lightning protection system)*

Parte do SPDA consistindo de ligações equipotenciais e/ou isolação elétrica do SPDA externo

# MEDIDAS DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS (MPS):

- ATERRAMENTO E EQUIPOTENCIALIZAÇÃO
- BLINDAGEM MAGNÉTICA (ESPACIAL E LINHAS)
- ROTEAMENTO DE LINHAS
- COORDENAÇÃO DE DPS
- INTERFACES ISOLANTES

# FONTE DE DANOS

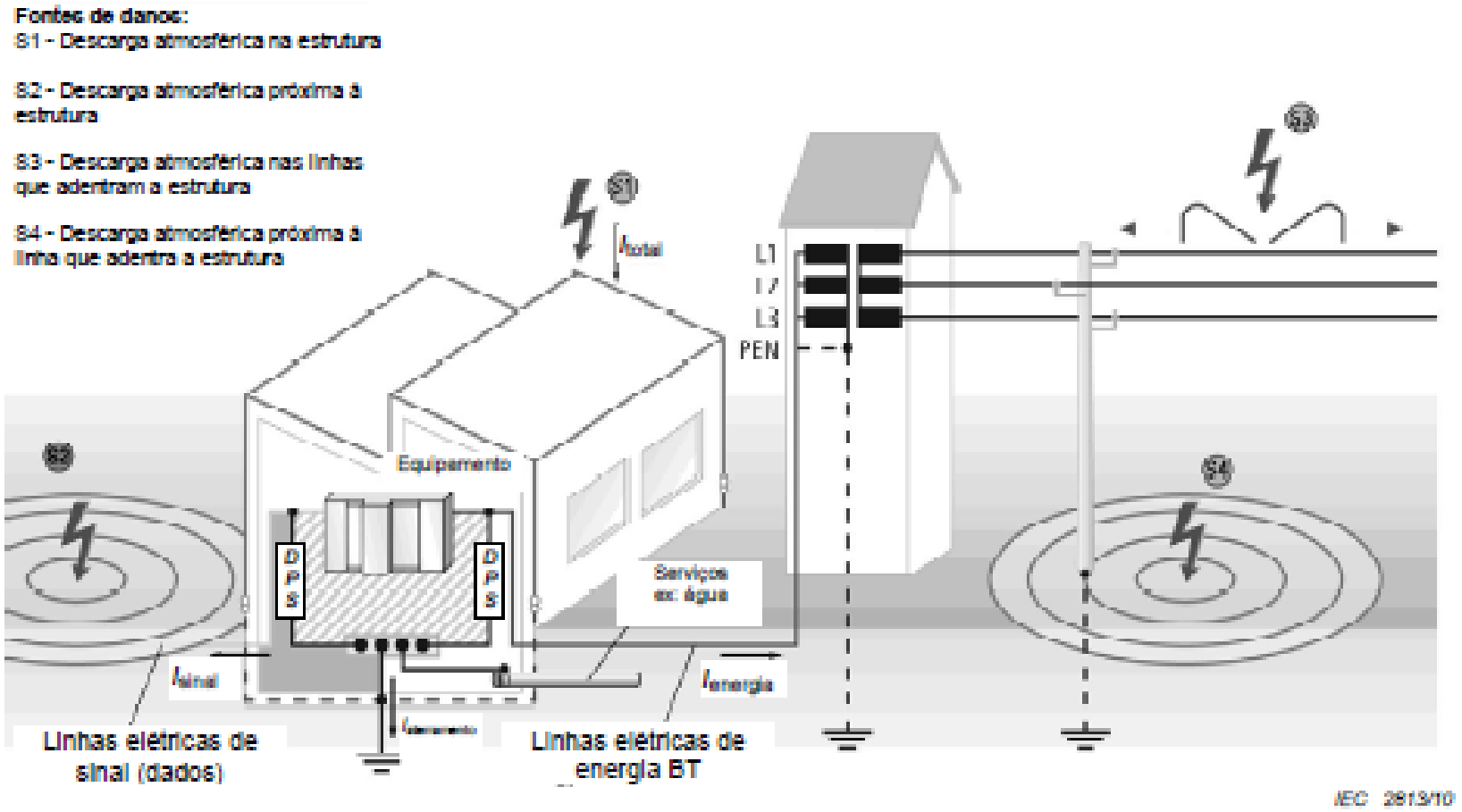



Figura D.2 – Exemplo básico de diferentes fontes de danos a uma estrutura e de distribuição da corrente da descarga atmosférica dentro de um sistema

# Gerenciamento de Risco de acordo com a NBR 5419-2 2015

110 Parâmetros (entre dados de entrada e calculados)

# SPDA

## Níveis de Proteção

**NÍVEL I**
**Estruturas com risco confinado:** estações de telecomunicações, usinas elétricas;
**Estruturas com risco para os arredores:** refinarias, postos de combustíveis, fábricas de fogos ou munição;
**Estruturas com risco para o meio ambiente:** indústrias químicas, usinas nucleares, laboratórios bioquímicos.

**NÍVEL II**
**Estruturas comuns:** teatros, escolas, lojas de departamentos, áreas esportivas, igrejas, bancos, companhias de seguro, hospitais, casas de repouso, prisões, museus, locais arqueológicos.

**NÍVEL III**
**Estruturas comuns:** residências, fazendas, estabelecimentos agropecuários, industriais em geral.

**NÍVEL IV**
**Estruturas comuns:** construídas com materiais não inflamáveis e com pouco acesso de pessoal, contendo no seu interior materiais também não inflamáveis.

# TIPO DE PERDAS

L1 - Perda de vidas humanas

L2 - Perda de instalação de serviço ao público

L3 - Perda de memória cultural

L4 - perda de valor econômico (estrutura e seu conteúdo, instalação de serviço e perda de atividade).

# Riscos a serem avaliados em uma estrutura :

R1: risco de perda de vida humana

R2: risco de perda de instalação de serviço ao público

R3: risco de perda de memória cultural

R4: risco de perda de valor econômico

RISCO É O VALOR DE UMA PROVÁVEL PERDA MÉDIA ANUAL (VIDA E BENS) DEVIDO ÀS DESCARGAS ATMOSFÉRICAS, EM RELAÇÃO AO VALOR TOTAL (VIDA E BENS) DO OBJETO A SER PROTEGIDO

ESTE RISCO DEPENDE DE:

-o número anual de descargas atmosféricas que influenciam a estrutura;

-a probabilidade de dano por uma das descargas atmosféricas que influenciam;

-a quantidade média das perdas causadas.

# Componentes do risco

RA: componente devido a tensões de passo e de toque em distâncias até 3 m do lado de fora da estrutura: L1 para seres humanos e L4 para o caso de estrutura com animais

RB: componente relacionado com os danos físicos causados por centelhamentos que iniciam explosões. Podem ocorrer todos os tipos de perdas: L1, L2, L3 e L4.

RC: componente devido à falha de sistemas internos causados por LEMPs (pulsos eletromagnéticos devido aos raios). Podem ocorrer perdas L2 e L4 em todos os casos e L1 quando há risco de explosões, ou em hospitais e estruturas com riscos análogos.

RM - Falha de sistemas internos causada por LEMP

RU - Relacionado a ferimentos por tensão de toque e passo dentro da estrutura

RV - Danos físicos por incêndio ou explosão devida a centelhamento

RW – Falhas de sistemas internos por sobretensões induzidas nas linhas que adentram a estrutura

RZ – Idem, porem em estrutura com risco de explosão, hospitais e outras com riscos de vida por falha de sistemas internos

**Composição dos riscos relacionados a uma estrutura:**

- R1: risco de perdas de vidas humanas:

$$R1 = R_A + R_B + R_C + R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$$

- R2: risco de perda de instalação de serviço ao público:

$$R2 = R_B + R_C + R_M + R_V + R_W + R_Z$$

- R3: risco de perda de memória cultural:

$$R3 = R_B + R_V$$

- R4: risco de perda de valor econômico:

$$R4 = R_A + R_B + R_C + R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$$

$$R_x = N_x \times P_x \times L_x$$

EQUAÇÃO BÁSICA

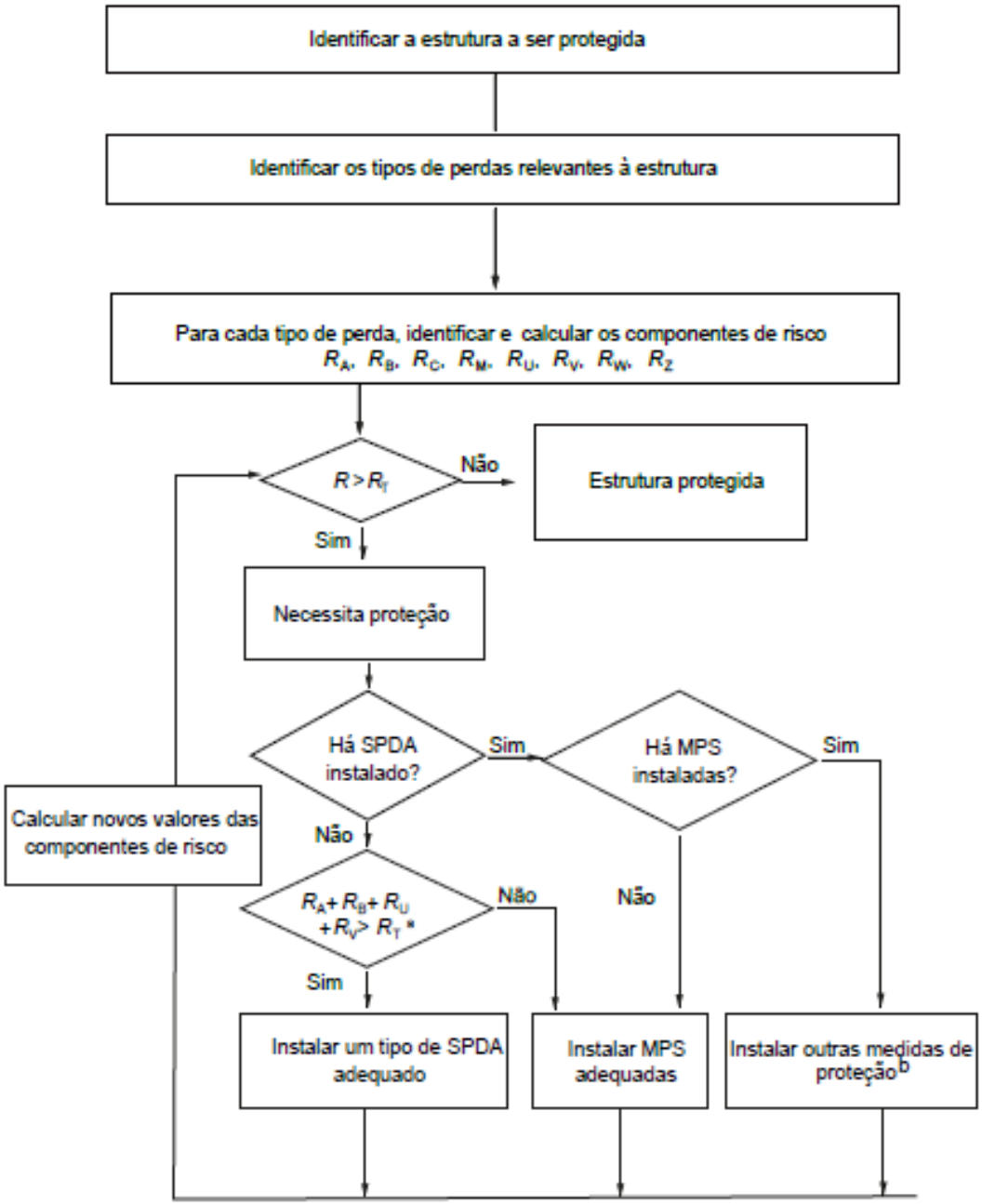
Nx é o número de eventos perigosos por ano

Px é a probabilidade de danos a estrutura

Lx é a conseqüente perda

# Tabela 4 – Valores típicos de risco tolerável *R*T

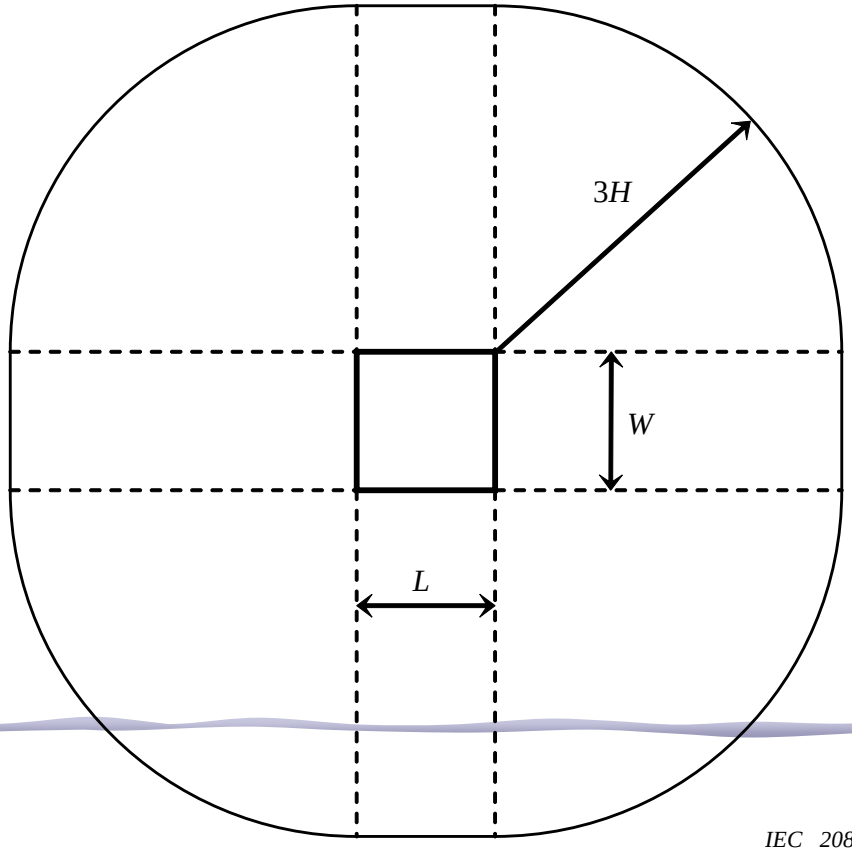
| Tipo de perda | | *R*T (y–1) |
|---|---|---|
| L1 | Perda de vida humana ou ferimentos permanentes | 10–5 |
| L2 | Perda de serviço ao público | 10–3 |
| L3 | Perda de patrimônio cultural | 10–4 |




**PROCEDIMENTO PARA DECISÃO DA NECESSIDADE DA PROTEÇÃO E PARA SELECIONAR AS MEDIDAS DE PROTEÇÃO**

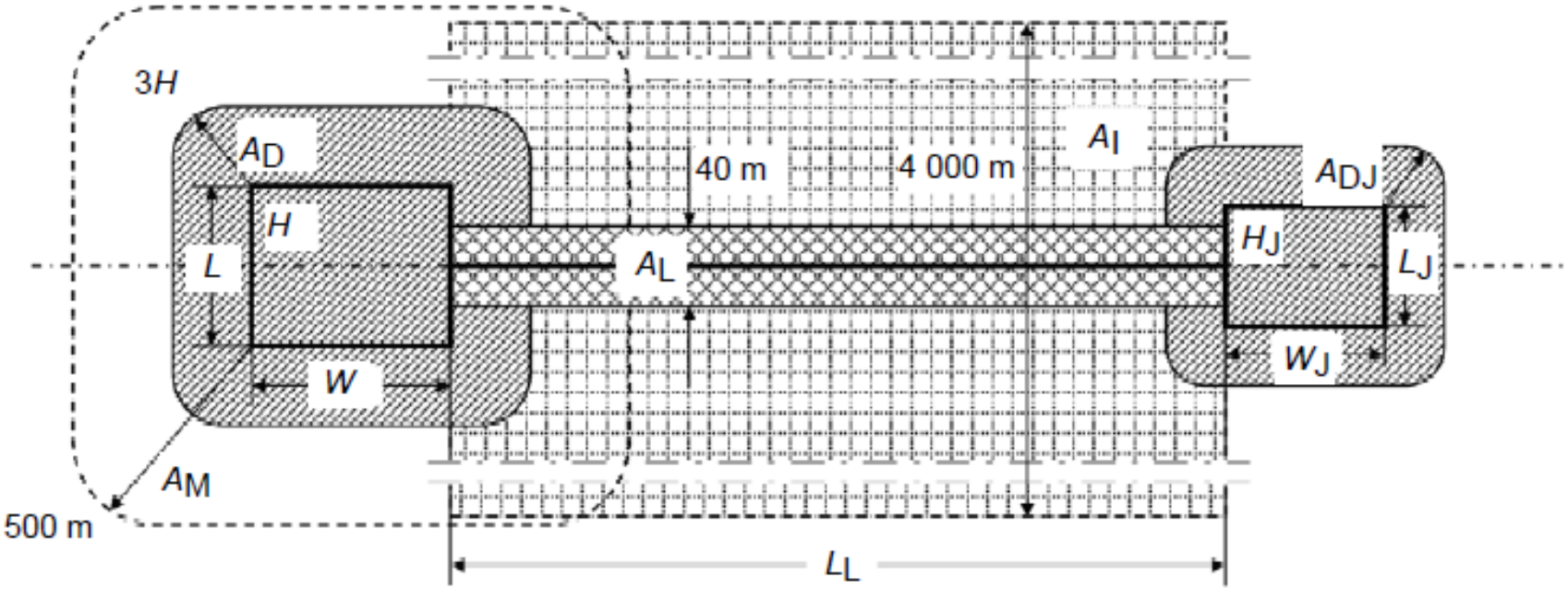
# ÁREA DE EXPOSIÇÃO EQUIVALENTE

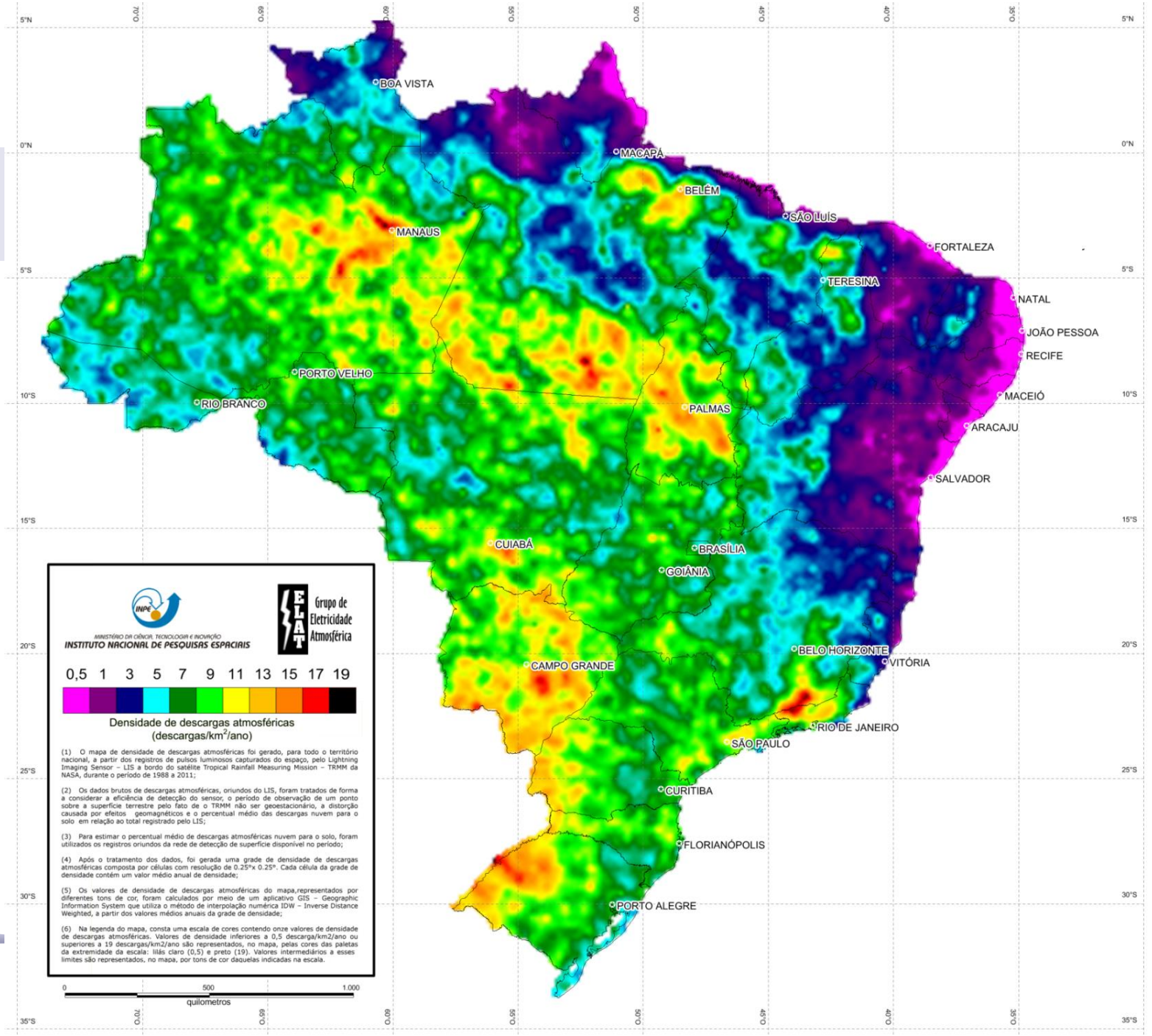


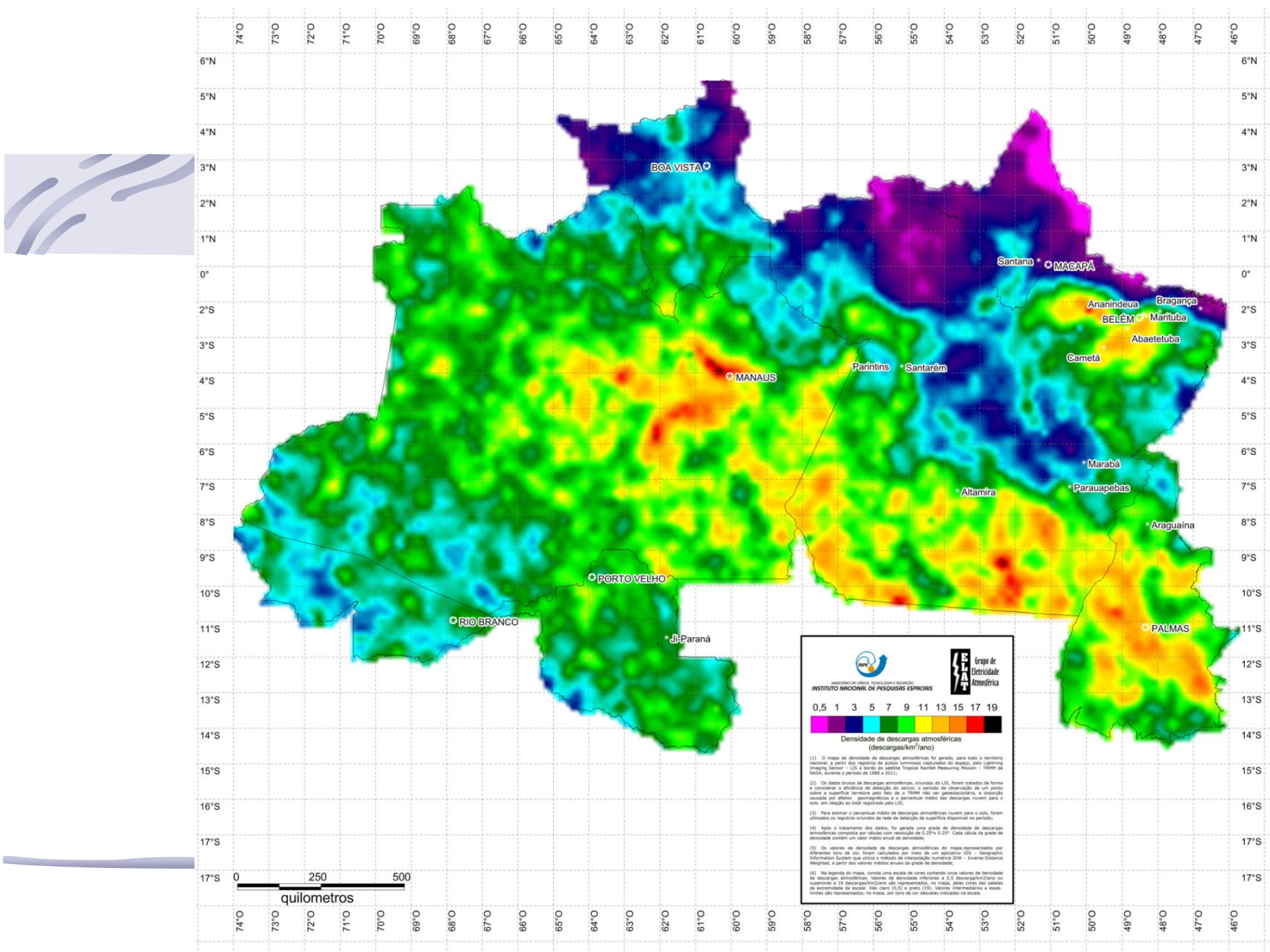



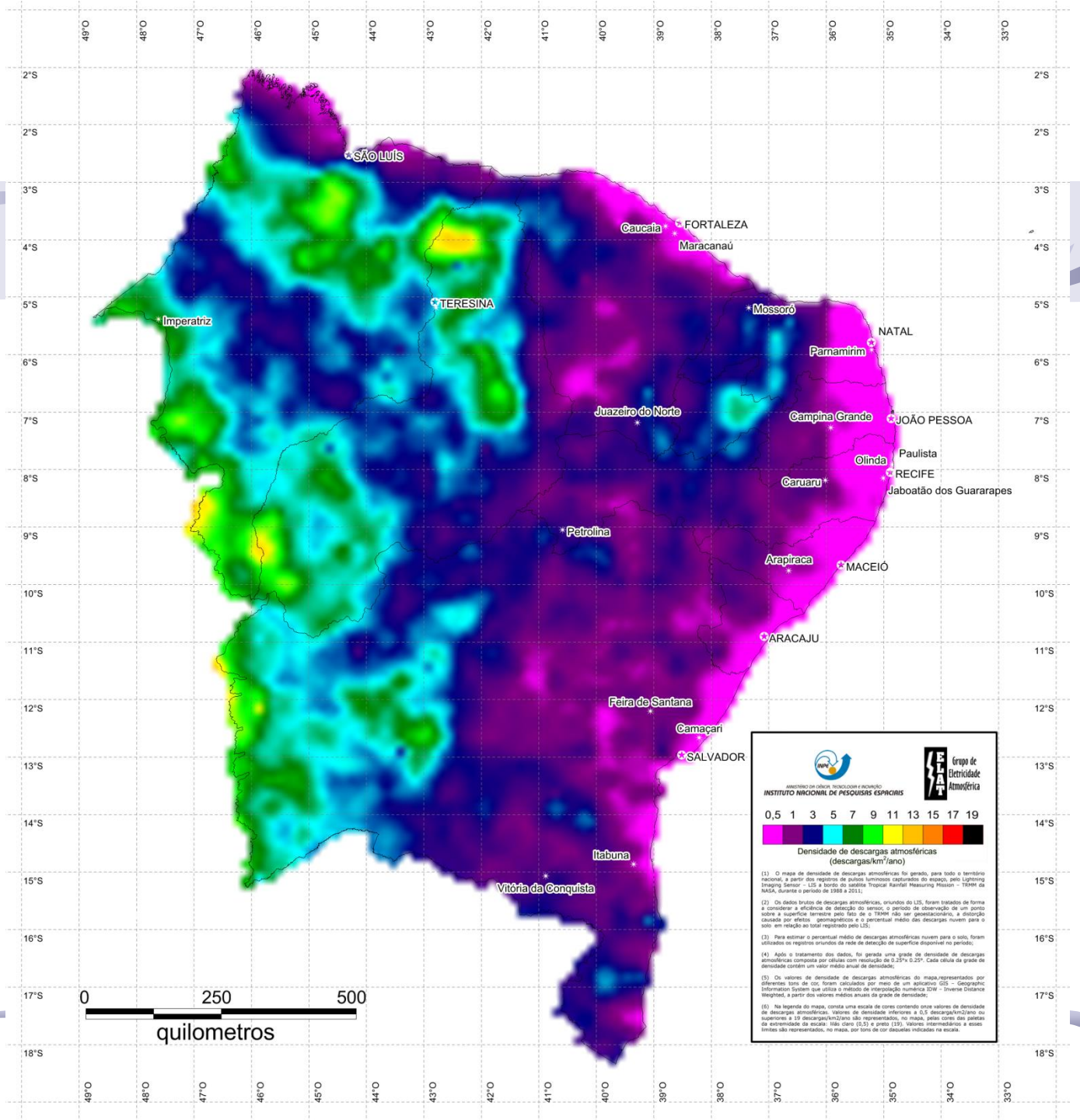

IEC 2087/05

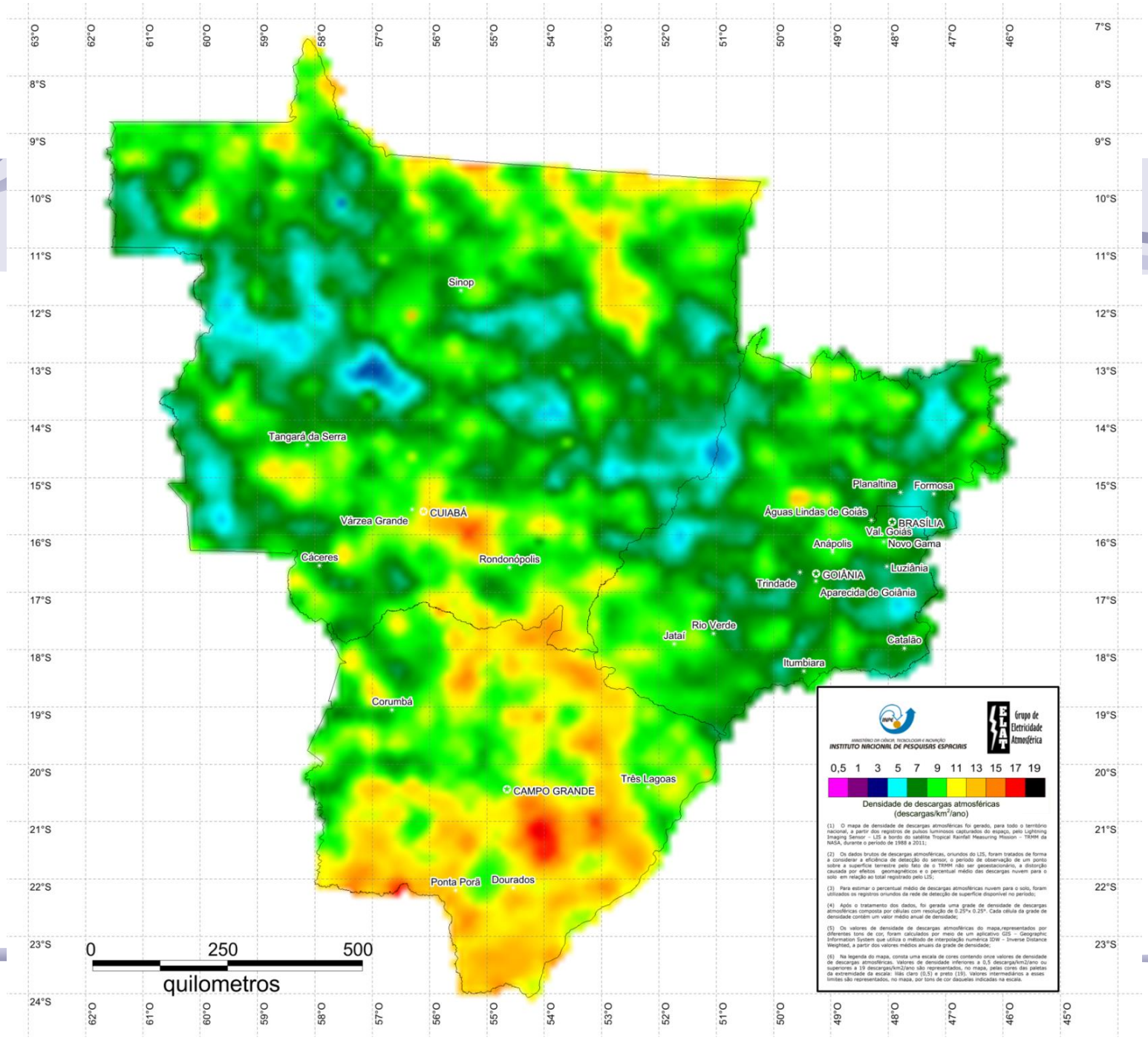
# Áreas de exposição (*Ad*, *Am*, *Ai*, *Al*)

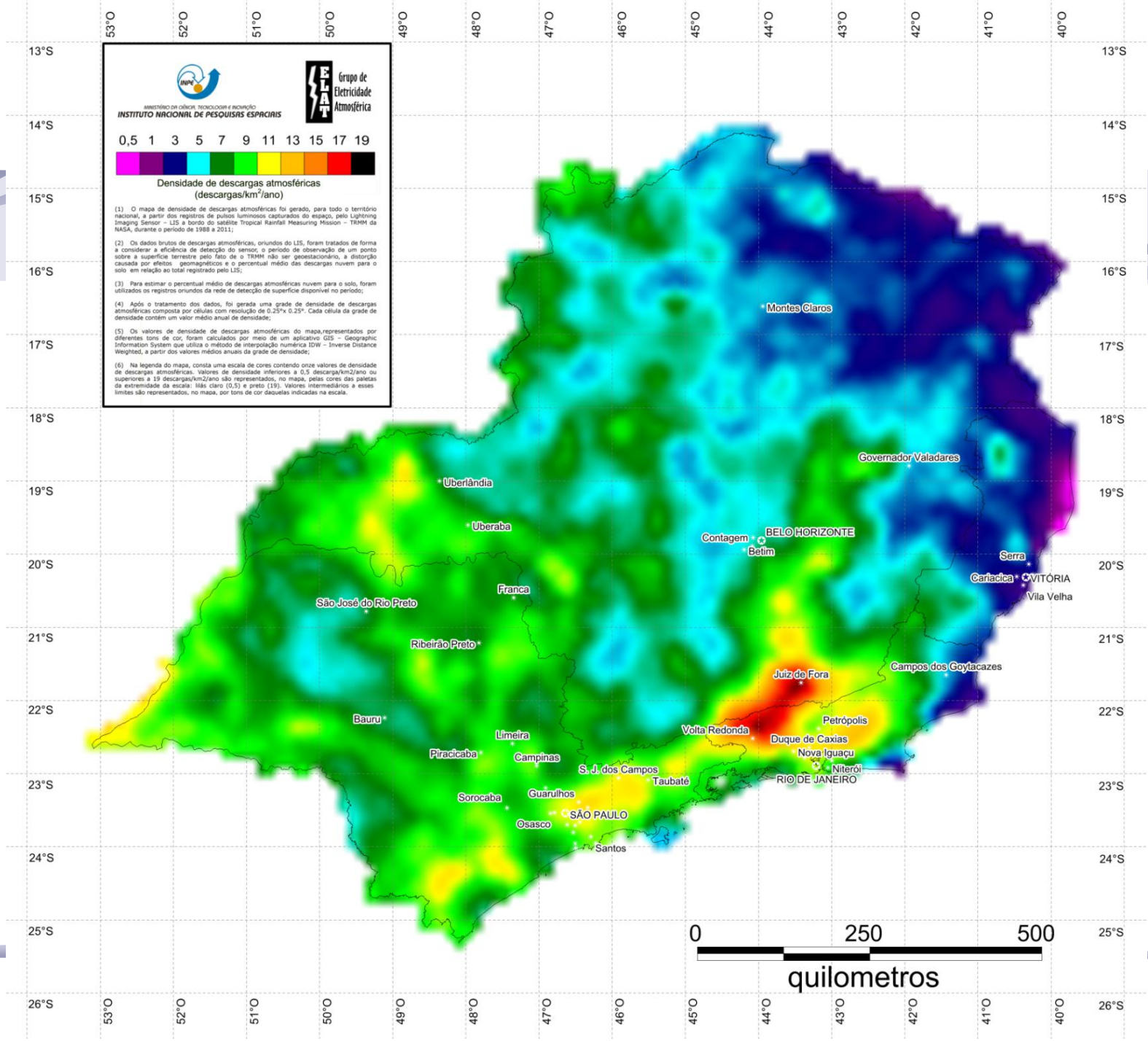


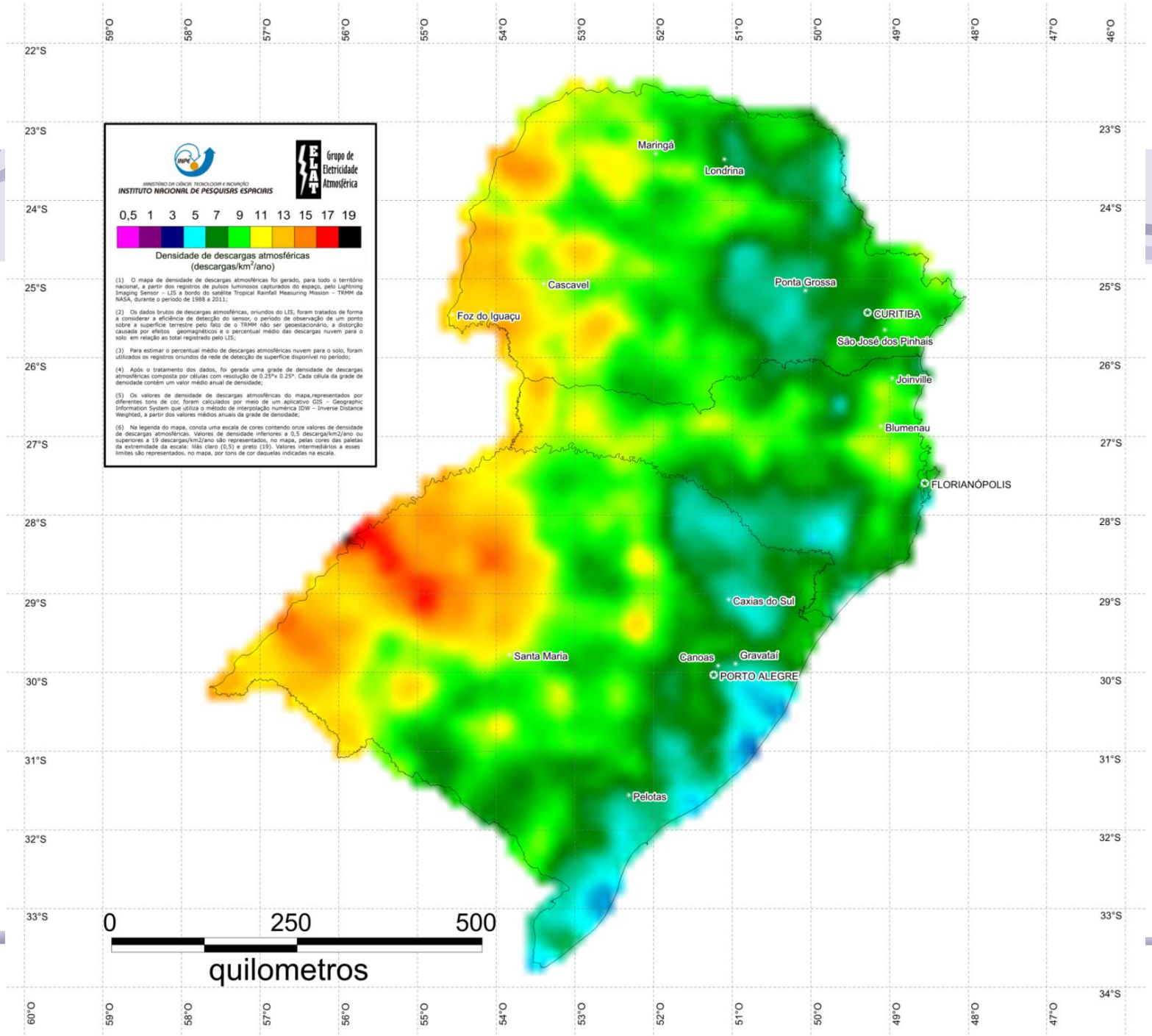

BOA VISTA
MACAPÁ
BELÉM
SÃO LUÍS
MANAUS
FORTALEZA
TERESINA
NATAL
JOÃO PESSOA
RECIFE
PORTO VELHO
MACEIÓ
RIO BRANCO
PALMAS
ARACAJU
SALVADOR
CUIABÁ
BRASÍLIA
GOIÂNIA
BELO HORIZONTE
VITÓRIA
CAMPO GRANDE
RIO DE JANEIRO
SÃO PAULO
CURITIBA
FLORIANÓPOLIS
PORTO ALEGRE
5°N
0°N
5°S
10°S
15°S
20°S
25°S
30°S
35°S
70°O
65°O
60°O
55°O
50°O
45°O
40°O
35°O
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS
Grupo de Eletricidade Atmosférica
0,5 1 3 5 7 9 11 13 15 17 19
Densidade de descargas atmosféricas
(descargas/km²/ano)
(1) O mapa de densidade de descargas atmosféricas foi gerado, para todo o território nacional, a partir dos registros de pulsos luminosos capturados do espaço, pelo Lightning Imaging Sensor – LIS a bordo do satélite Tropical Rainfall Measuring Mission – TRMM da NASA, durante o período de 1988 a 2011;
(2) Os dados brutos de descargas atmosféricas, oriundos do LIS, foram tratados de forma a considerar a eficiência de detecção do sensor, o período de observação de um ponto sobre a superfície terrestre pelo fato de o TRMM não ser geoestacionário, a distorção causada por efeitos geomagnéticos e o percentual médio das descargas nuvem para o solo em relação ao total registrado pelo LIS;
(3) Para estimar o percentual médio de descargas atmosféricas nuvem para o solo, foram utilizados os registros oriundos da rede de detecção de superfície disponível no período;
(4) Após o tratamento dos dados, foi gerada uma grade de densidade de descargas atmosféricas composta por células com resolução de 0.25°x 0.25°. Cada célula da grade de densidade contém um valor médio anual de densidade;
(5) Os valores de densidade de descargas atmosféricas do mapa,representados por diferentes tons de cor, foram calculados por meio de um aplicativo GIS – Geographic Information System que utiliza o método de interpolação numérica IDW – Inverse Distance Weighted, a partir dos valores médios anuais da grade de densidade;
(6) Na legenda do mapa, consta uma escala de cores contendo onze valores de densidade de descargas atmosféricas. Valores de densidade inferiores a 0,5 descarga/km2/ano ou superiores a 19 descargas/km2/ano são representados, no mapa, pelas cores das paletas da extremidade da escala: lilás claro (0,5) e preto (19). Valores intermediários a esses limites são representados, no mapa, por tons de cor daquelas indicadas na escala.
0
500
1.000
quilometros


BOA VISTA
Santana
MACAPÁ
Ananindeua
Bragança
BELÉM
Marituba
Abaetetuba
Cametá
Parintins
Santarém
MANAUS
Marabá
Altamira
Parauapebas
Araguaína
PORTO VELHO
RIO BRANCO
Ji-Paraná
PALMAS
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS
Grupo de Eletricidade Atmosférica
0,5 1 3 5 7 9 11 13 15 17 19
Densidade de descargas atmosféricas
(descargas/km²/ano)
0 250 500
quilometros


SÃO LUÍS
Caucaia
FORTALEZA
Maracanaú
TERESINA
Imperatriz
Mossoró
NATAL
Parnamirim
Juazeiro do Norte
Campina Grande
JOÃO PESSOA
Paulista
Olinda
RECIFE
Caruaru
Jaboatão dos Guararapes
Petrolina
Arapiraca
MACEIÓ
ARACAJU
Feira de Santana
Camaçari
SALVADOR
Itabuna
Vitória da Conquista
0
250
500
quilometros
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS
Grupo de Eletricidade Atmosférica
0,5 1 3 5 7 9 11 13 15 17 19
Densidade de descargas atmosféricas
(descargas/km²/ano)
(1) O mapa de densidade de descargas atmosféricas foi gerado, para todo o território nacional, a partir dos registros de pulsos luminosos capturados do espaço, pelo Lightning Imaging Sensor – LIS a bordo do satélite Tropical Rainfall Measuring Mission – TRMM da NASA, durante o período de 1988 a 2011;
(2) Os dados brutos de descargas atmosféricas, oriundos do LIS, foram tratados de forma a considerar a eficiência de detecção do sensor, o período de observação de um ponto sobre a superfície terrestre pelo fato de o TRMM não ser geoestacionário, a distorção causada por efeitos geomagnéticos e o percentual médio das descargas nuvem para o solo em relação ao total registrado pelo LIS;
(3) Para estimar o percentual médio de descargas atmosféricas nuvem para o solo, foram utilizados os registros oriundos da rede de detecção de superfície disponível no período;
(4) Após o tratamento dos dados, foi gerada uma grade de densidade de descargas atmosféricas composta por células com resolução de 0.25°x 0.25°. Cada célula da grade de densidade contém um valor médio anual de densidade;
(5) Os valores de densidade de descargas atmosféricas do mapa,representados por diferentes tons de cor, foram calculados por meio de um aplicativo GIS – Geographic Information System que utiliza o método de interpolação numérica IDW – Inverse Distance Weighted, a partir dos valores médios anuais da grade de densidade;
(6) Na legenda do mapa, consta uma escala de cores contendo onze valores de densidade de descargas atmosféricas. Valores de densidade inferiores a 0,5 descarga/km2/ano ou superiores a 19 descargas/km2/ano são representados, no mapa, pelas cores das paletas da extremidade da escala: lilás claro (0,5) e preto (19). Valores intermediários a esses limites são representados, no mapa, por tons de cor daquelas indicadas na escala.


Sinop
Tangará da Serra
Cáceres
Rondonópolis
Várzea Grande
CUIABÁ
Planaltina
Formosa
Águas Lindas de Goiás
BRASÍLIA
Val. Goiás
Anápolis
Novo Gama
Luziânia
GOIÂNIA
Trindade
Aparecida de Goiânia
Rio Verde
Jataí
Catalão
Itumbiara
Corumbá
CAMPO GRANDE
Três Lagoas
Ponta Porã
Dourados
0
250
500
quilometros
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS
Grupo de Electricidade Atmosférica
0,5 1 3 5 7 9 11 13 15 17 19
Densidade de descargas atmosféricas
(descargas/km²/ano)
(1) O mapa de densidade de descargas atmosféricas foi gerado, para todo o território nacional, a partir dos registros de pulsos luminosos capturados do espaço, pelo Lightning Imaging Sensor – LIS a bordo do satélite Tropical Rainfall Measuring Mission – TRMM da NASA, durante o período de 1988 a 2011;
(2) Os dados brutos de descargas atmosféricas, oriundos do LIS, foram tratados de forma a considerar a eficiência de detecção do sensor, o período de observação de um ponto sobre a superfície terrestre pelo fato de o TRMM não ser geoestacionário, a distorção causada por efeitos geomagnéticos e o percentual médio das descargas nuvem para o solo em relação ao total registrado pelo LIS;
(3) Para estimar o percentual médio de descargas atmosféricas nuvem para o solo, foram utilizados os registros oriundos da rede de detecção de superfície disponível no período;
(4) Após o tratamento dos dados, foi gerada uma grade de densidade de descargas atmosféricas composta por células com resolução de 0.25°x 0.25°. Cada célula da grade de densidade contém um valor médio anual de densidade;
(5) Os valores de densidade de descargas atmosféricas do mapa,representados por diferentes tons de cor, foram calculados por meio de um aplicativo GIS – Geographic Information System que utiliza o método de interpolação numérica IDW – Inverse Distance Weighted, a partir dos valores médios anuais da grade de densidade;
(6) Na legenda do mapa, consta uma escala de cores contendo onze valores de densidade de descargas atmosféricas. Valores de densidade inferiores a 0,5 descarga/km2/ano ou superiores a 19 descargas/km2/ano são representados, no mapa, pelas cores das paletas da extremidade da escala: lilás claro (0,5) e preto (19). Valores intermediários a esses limites são representados, no mapa, por tons de cor daquelas indicadas na escala.


MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS
Grupo de Eletricidade Atmosférica
0,5 1 3 5 7 9 11 13 15 17 19
Densidade de descargas atmosféricas (descargas/km²/ano)
(1) O mapa de densidade de descargas atmosféricas foi gerado, para todo o território nacional, a partir dos registros de pulsos luminosos capturados do espaço, pelo Lightning Imaging Sensor – LIS a bordo do satélite Tropical Rainfall Measuring Mission – TRMM da NASA, durante o período de 1988 a 2011;
(2) Os dados brutos de descargas atmosféricas, oriundos do LIS, foram tratados de forma a considerar a eficiência de detecção do sensor, o período de observação de um ponto sobre a superfície terrestre pelo fato de o TRMM não ser geoestacionário, a distorção causada por efeitos geomagnéticos e o percentual médio das descargas nuvem para o solo em relação ao total registrado pelo LIS;
(3) Para estimar o percentual médio de descargas atmosféricas nuvem para o solo, foram utilizados os registros oriundos da rede de detecção de superfície disponível no período;
(4) Após o tratamento dos dados, foi gerada uma grade de densidade de descargas atmosféricas composta por células com resolução de 0.25°x 0.25°. Cada célula da grade de densidade contém um valor médio anual de densidade;
(5) Os valores de densidade de descargas atmosféricas do mapa,representados por diferentes tons de cor, foram calculados por meio de um aplicativo GIS – Geographic Information System que utiliza o método de interpolação numérica IDW – Inverse Distance Weighted, a partir dos valores médios anuais da grade de densidade;
(6) Na legenda do mapa, consta uma escala de cores contendo onze valores de densidade de descargas atmosféricas. Valores de densidade inferiores a 0,5 descarga/km2/ano ou superiores a 19 descargas/km2/ano são representados, no mapa, pelas cores das paletas da extremidade da escala: lilás claro (0,5) e preto (19). Valores intermediários a esses limites são representados, no mapa, por tons de cor daquelas indicadas na escala.
53°O 52°O 51°O 50°O 49°O 48°O 47°O 46°O 45°O 44°O 43°O 42°O 41°O 40°O
13°S 14°S 15°S 16°S 17°S 18°S 19°S 20°S 21°S 22°S 23°S 24°S 25°S 26°S
Montes Claros
Governador Valadares
Uberlândia
Uberaba
Contagem
BELO HORIZONTE
Betim
Serra
Cariacica
VITÓRIA
Vila Velha
Franca
São José do Rio Preto
Ribeirão Preto
Campos dos Goytacazes
Juiz de Fora
Bauru
Petrópolis
Volta Redonda
Duque de Caxias
Limeira
Nova Iguaçu
Piracicaba
Campinas
Niterói
S. J. dos Campos
Taubaté
RIO DE JANEIRO
Sorocaba
Guarulhos
SÃO PAULO
Osasco
Santos
0 250 500
quilometros


MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS
Grupo de Eletricidade Atmosférica
0,5 1 3 5 7 9 11 13 15 17 19
Densidade de descargas atmosféricas
(descargas/km²/ano)
(1) O mapa de densidade de descargas atmosféricas foi gerado, para todo o território nacional, a partir dos registros de pulsos luminosos capturados do espaço, pelo Lightning Imaging Sensor – LIS a bordo do satélite Tropical Rainfall Measuring Mission – TRMM da NASA, durante o período de 1988 a 2011;
(2) Os dados brutos de descargas atmosféricas, oriundos do LIS, foram tratados de forma a considerar a eficiência de detecção do sensor, o período de observação de um ponto sobre a superfície terrestre pelo fato de o TRMM não ser geoestacionário, a distorção causada por efeitos geomagnéticos e o percentual médio das descargas nuvem para o solo em relação ao total registrado pelo LIS;
(3) Para estimar o percentual médio de descargas atmosféricas nuvem para o solo, foram utilizados os registros oriundos da rede de detecção de superfície disponível no período;
(4) Após o tratamento dos dados, foi gerada uma grade de densidade de descargas atmosféricas composta por células com resolução de 0.25°x 0.25°. Cada célula da grade de densidade contém um valor médio anual de densidade;
(5) Os valores de densidade de descargas atmosféricas do mapa,representados por diferentes tons de cor, foram calculados por meio de um aplicativo GIS – Geographic Information System que utiliza o método de interpolação numérica IDW – Inverse Distance Weighted, a partir dos valores médios anuais da grade de densidade;
(6) Na legenda do mapa, consta uma escala de cores contendo onze valores de densidade de descargas atmosféricas. Valores de densidade inferiores a 0,5 descarga/km2/ano ou superiores a 19 descargas/km2/ano são representados, no mapa, pelas cores das paletas da extremidade da escala: lilás claro (0,5) e preto (19). Valores intermediários a esses limites são representados, no mapa, por tons de cor daquelas indicadas na escala.
Maringá
Londrina
Cascavel
Ponta Grossa
Foz do Iguaçu
CURITIBA
São José dos Pinhais
Joinville
Blumenau
FLORIANÓPOLIS
Caxias do Sul
Santa Maria
Canoas
Gravataí
PORTO ALEGRE
Pelotas
0
250
500
quilometros

# http://www.inpe.br/webelat/ABNT_NBR5419_Ng

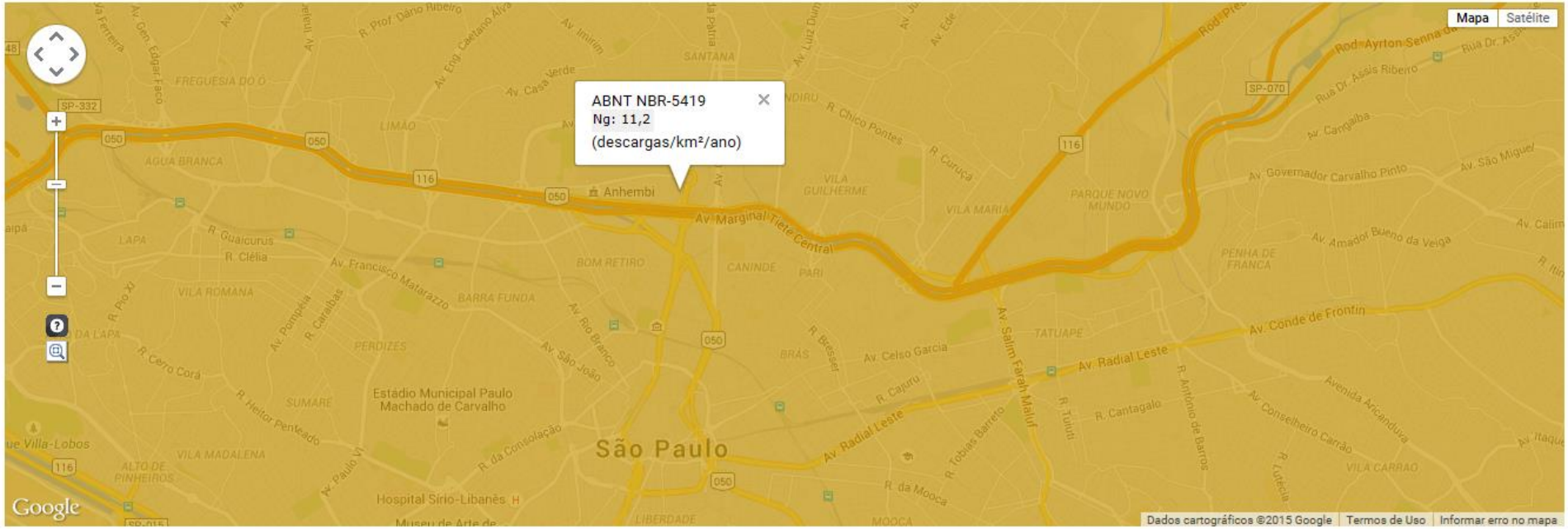


## Densidade de descargas atmosféricas para a terra (Ng)

## Dados publicados na ABNT NBR 5419-2:2015 - Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 2: Gerenciamento de risco.

Grupo de Eletricidade Atmosférica

**Latitude:** **Longitude:** **Endereço:** **Mostrar no mapa**



- **Anexo A**

(informativo)

**Análise do número anual *N* de eventos perigosos**

- **Anexo B**

(informativo)

**Avaliação da probabilidade *P*X de danos**

- **Anexo C**

(informativo)

**Análise de quantidade de perda *L*X**

- **Anexo D**

(informativo)

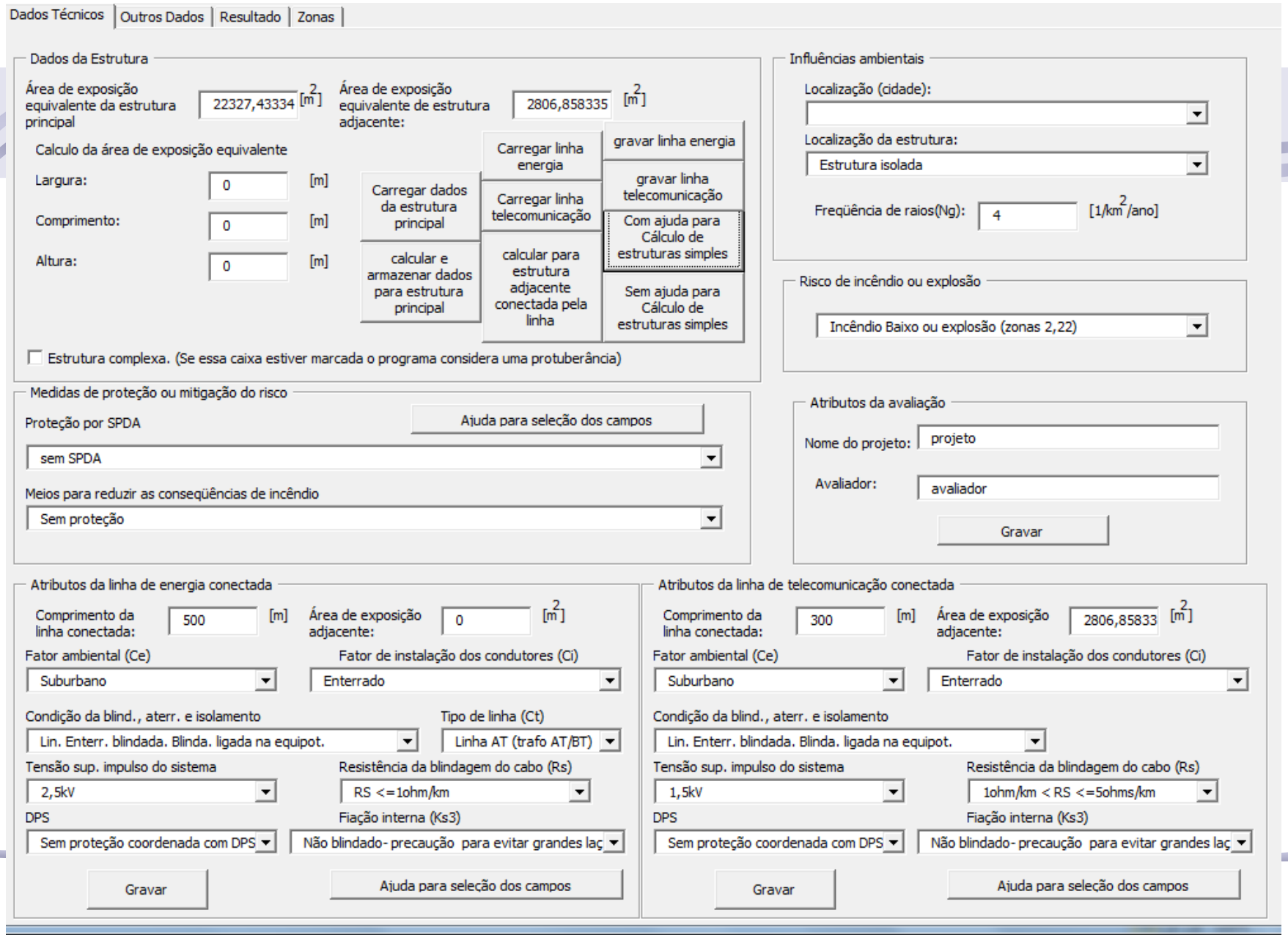
**Avaliação dos custos das perdas**

- **Anexo E**

(informativo)

**Estudo de casos**

# TUPÃ : Planilha de análise de risco



Dados Técnicos | Outros Dados | Resultado | Zonas

## Medidas de proteção contra tensão de passo e toque e blindagem

Contra tensão de passo e toque na estrutura: Nenhuma medida de proteção

Contra tensão de passo e toque na linha conecada: Nenhuma medida de proteção

☐ Blindagem metálica contínua ☑ Sem blindagem metálica

Largura da blindagem ou distância das descidas: Wm1 8,3333 [m] Wm2 8,3333 [m]

Ajuda para definir largura da blindagem ou distância das descidas

Gravar

## Fatores de variação das perdas

Fator de redução pelo tipo de solo ou piso: Asfalto, Linóleo, Madeira

Fator de acréscimo devido a um perigo especial: Dificuldade de evacuação (ex.: presença de pessoas imobilizadas-hospitais)

Risco admissível

| | | |
|---|---|---|
| R1 (risco de perda de vida humana) | 1 | |
| R2 (risco de perda de serviço ao público) | 100 | |
| R3 (risco de perda de patrimônio cultural) | 10 | x $10^{-5}$ |
| R4 (risco de perda de valor econômico) | 0 | |

Valores de norma

Gravar

## Dimensionamento das perdas potenciais (montante do risco)

### Vidas humanas (perda L1)

Número de pessoas na zona: 5

Tempo de exposição na zona(em horas por

Número total de pessoas: 1000

Gravar

#### Fatores de avaliação do risco ambiental para as pessoas na zona

Risco de falha de sistemas internos: Unidade de Terapia Intensiva e bloco cirúrgico de hospitais

Tipo da estrutura: Hospital, hotel, escola, edifício cívico

### Instalações de serviço ao público (perda L2)

Tipo do serviço: TV, linhas de telecomunicações

### Valor econômico (perda L4)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Valor dos animais na zona | 0 | Valor do conteúdo na zona | 0 |
| Valor da edificação na zona | 0 | Valor dos sistemas internos na zona | 0 |

#### Fatores de avaliação do risco ambiental para as pessoas na zona

Risco de falha de sistemas internos: Nenhum risco

Tipo da estrutura: Outros

Gravar

Ajuda para preenchimento

### Memória cultural (perda L3)

Valor do patrimônio cultural na zona: 0

Valor total da edificação: 0

Gravar

Dados Técnicos | Outros Dados | Resultado | Zonas

Resultado

Atributos da avaliação

Projeto:

Avaliador:

Atualizar resultados

Marcar valores acima do tolerável

Riscos

-5

**Os valores abaixo devem ser multiplicados por 10**

| | Valores toleráveis | ZONA Z1 | ZONA Z2 | ZONA Z3 | ZONA Z4 | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|
| R1-Perda de vida humana | 1 | 0,008930 | 64,35174 | 4,751921 | 0,678845 | 69,79143 |
| R2-Perda de serviço ao público | 100 | 1,261289 | 15,23708 | 0,406899 | 5,812853 | 15,70337 |
| R3-Perda de herança cultural | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R4-Perda de valor econômico | 0 | 0 | 0,000901 | 0 | 0 | 0,000901 |

## RESULTADOS NA MEMÓRIA DE TRABALHO (VOLÁTIL)

| | $R_A$ | $R_U$ | $R_B$ | $R_V$ | $R_C$ | $R_W$ | $R_1$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Última zona carregada na memória: | 0 | 0 | 0,022327 | 0,004845 | 0,446548 | 0,096909 | 0,678845 |

**NENHUMA**

**D1 - Ferimento**

Descarga na estrutura | Descarga na linha

**D2 - Danos físicos**

Descarga na estrutura | Descarga na linha

**D3 - Falhas de sistemas**

Descarga na estrutura | Descarga na linha

Dados Técnicos | Outros Dados | Resultado | Zonas

Zonas de estudo

Z4-Quatro zonas

| externa | bloco de quartos | bloco de operação | UTI |
|---|---|---|---|

Apagar memória

| Guardar Z1 | Guardar Z2 | Guardar Z3 | Guardar Z4 |
|---|---|---|---|
| Carregar Z1 | Carregar Z2 | Carregar Z3 | Carregar Z4 |

☑ Z1 Pertence à estrutura principal

☑ Z2 Pertence à estrutura principal

☑ Z3 Pertence à estrutura principal

☑ Z4 Pertence à estrutura principal

Carregar exemplo E.3 da norma

Carregar exemplo E.2 da norma (teste da memória volátil de trabalho)

Universidade de São Paulo
BRASIL



# Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas

## A ABNT NBR 5419-3: 2015

**DANOS FÍSICOS A ESTRUTURAS E PERIGOS À VIDA**

IEE USP
INSTITUTO DE ENERGIA E AMBIENTE
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

## **Subsistema de captação** *(air-termination system)*

Parte de um SPDA externo usando elementos metálicos tais como hastes, condutores em malha ou cabos em catenária, projetados e posicionados para interceptarem descargas atmosféricas.


TERMOTÉCNICA


9 10:03



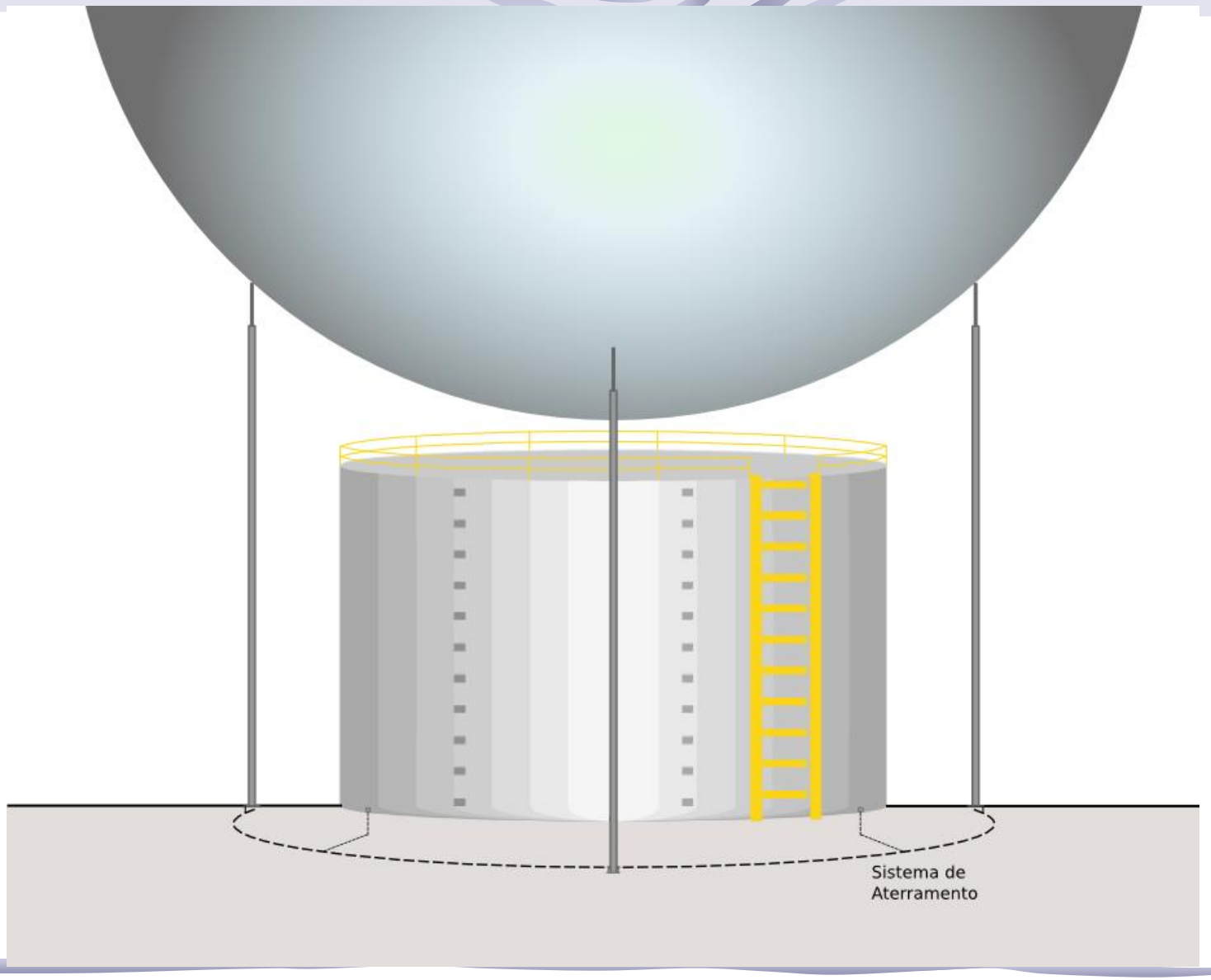


# Métodos de Proteção: Subsistema de Captação

- Método do Ângulo de proteção (Franklin)
- Modelo Eletrogeométrico (Esfera Rolante ou fictícia)
- Condutores em Malha ou gaiola (Método Faraday)

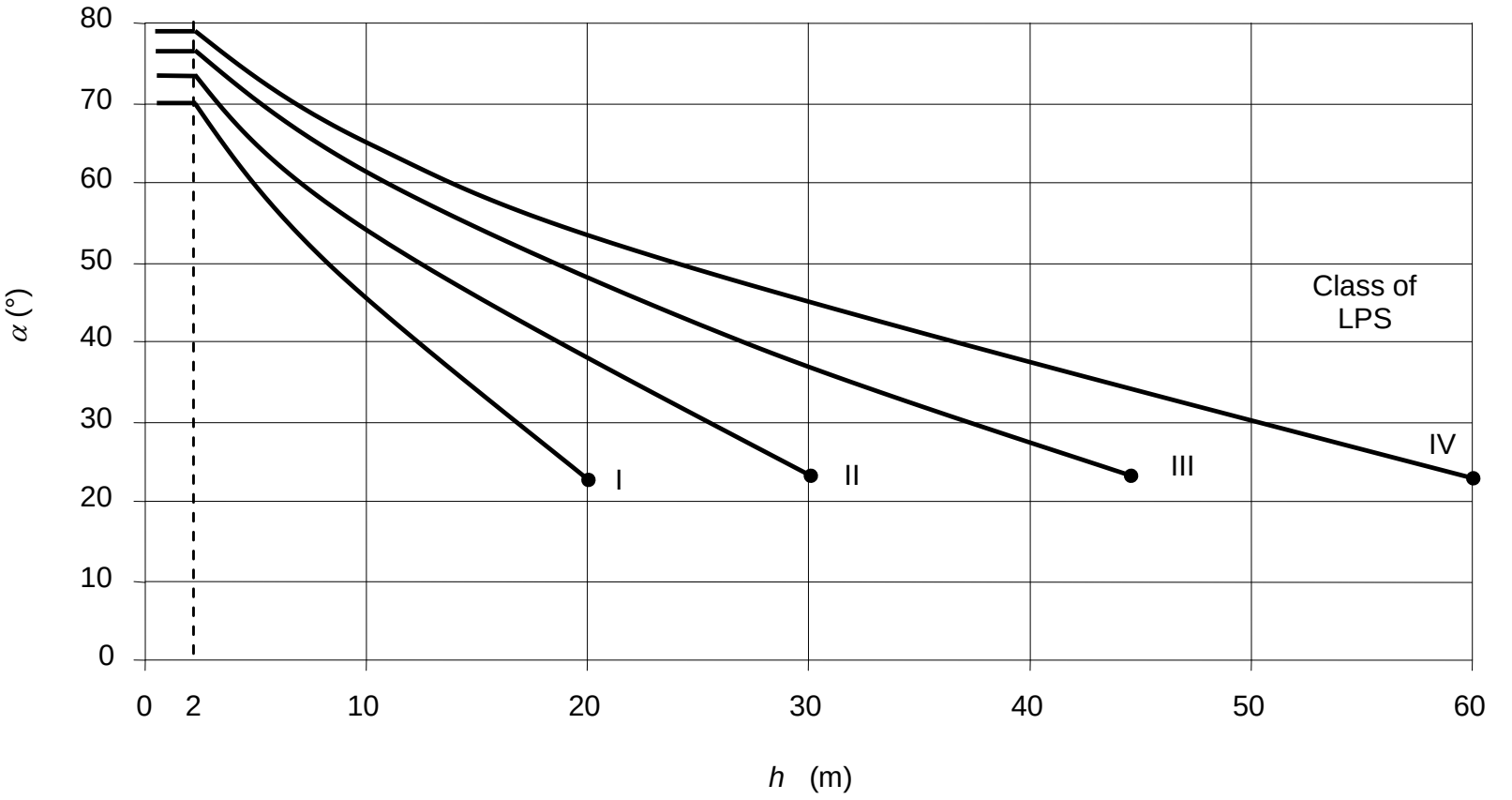
**Tabela 2 – Valores máximos dos raios da esfera rolante, tamanho da malha e ângulo de proteção correspondentes a classe do SPDA**

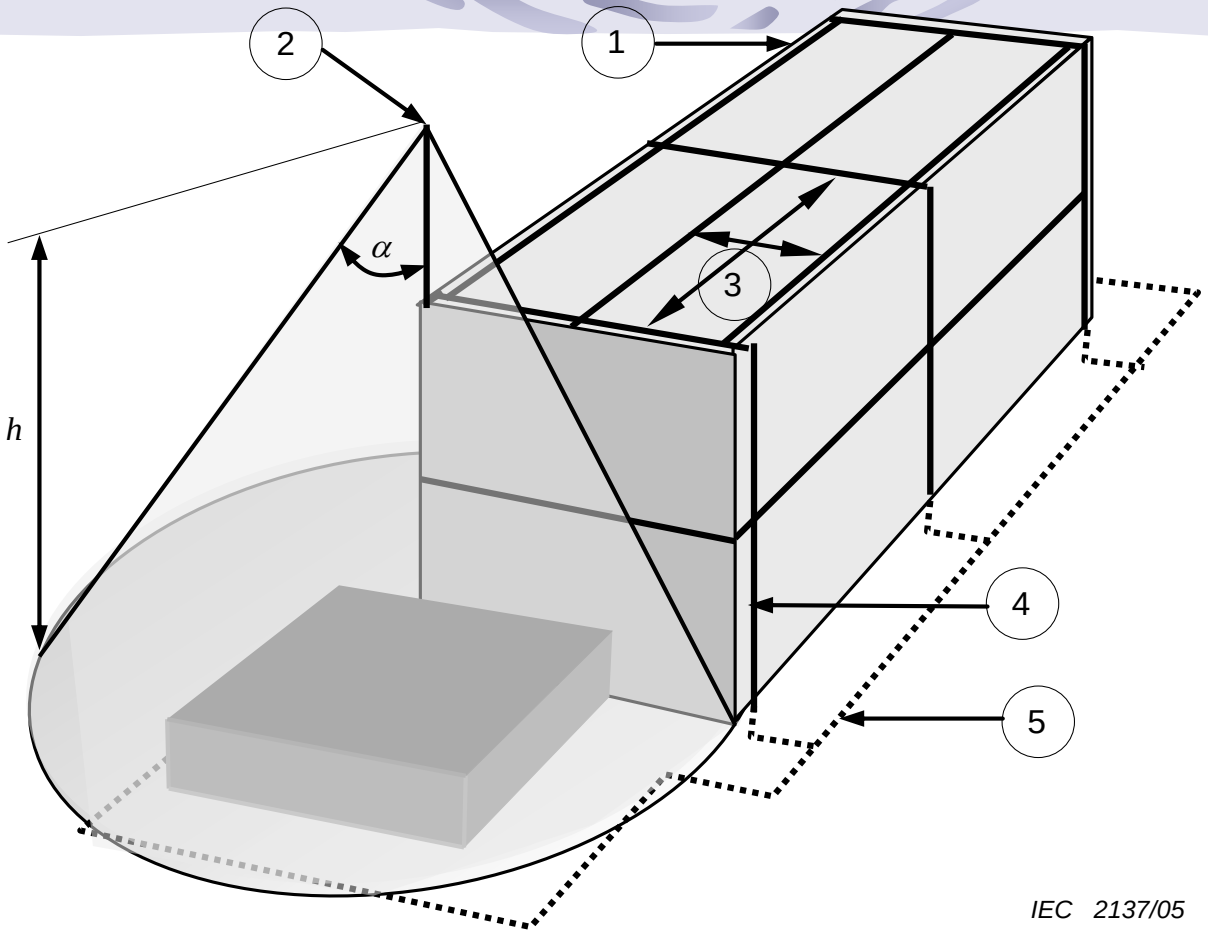
| — | Método de proteção | | |
|---|---|---|---|
| Classe do SPDA | Raio da esfera rolante - R<br>m | Máximo afastamento dos condutores da malha<br>m | Ângulo de proteção<br>$\alpha^{\circ}$ |
| I | 20 | 5 × 5 | Ver Figura 1 |
| II | 30 | 10 × 10 | |
| III | 45 | 15 × 15 | |
| IV | 60 | 20 × 20 | |




# MÉTODO ELETROGEOMÉTRICO

# ÂNGULO DE PROTEÇÃO – NBR 5419-3:2015






Projeto de um subsistema de captação do SPDA, de acordo com o método das esferas rolantes, método do ângulo de proteção, método das malhas. Disposição geral dos elementos do subsistema de captação

## **Subsistema de descida** *(down-conductor system)*

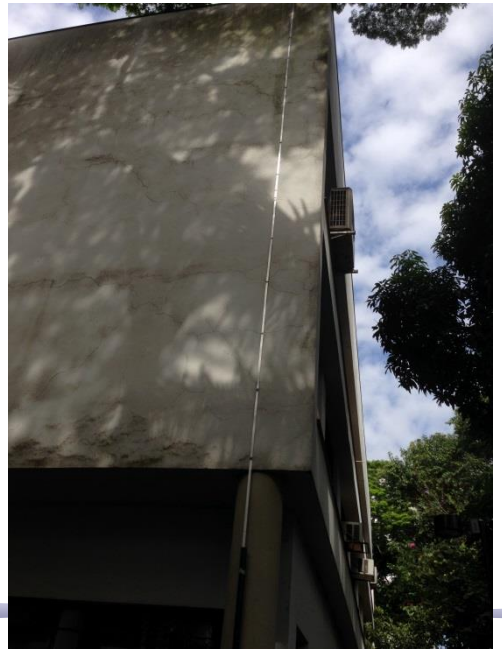
Parte de um SPDA externo que tem como objetivo conduzir a descarga atmosférica do subsistema de captação ao subsistema de aterramento.











# SPDA

## Condutores de descida – ABNT NBR 5419/2005

ESPAÇAMENTO MÉDIO DOS CONDUTORES DE DESCIDA NÃO NATURAIS CONFORME O NÍVEL DE PROTEÇÃO

| NÍVEL DE PROTEÇÃO | ESPAÇAMENTO MÉDIO [m] |
|---|---|
| I | 10 |
| II | 15 |
| III | 20 |
| IV | 25 |

**Tabela 4 – Valores típicos de distância entre os condutores de descida e entre os anéis condutores de acordo com a classe de SPDA - NBR 5419-3:2015**

| Classe do SPDA | Distâncias m |
|---|---|
| I | 10 |
| II | 10 |
| III | 15 |
| IV | 20 |

## Posicionamento para um SPDA não isolado

"Para cada SPDA não isolado, o número de condutores de descida não pode ser inferior a dois, mesmo se o valor do calculo do perímetro dividido pelo espaçamento para o nível correspondente resultar em valor inferior".

"No posicionamento utilizar o espaçamento mais uniforme possível entre os condutores de descida ao redor do perímetro. Valores das distâncias entre os condutores de descida são dados na Tabela 4".

É aceitável que o espaçamento dos condutores de descidas tenha no máximo 20% além dos valores da norma.

Na versão de 2015 não consta a obrigatoriedade da proteção mecânica dos cabos de descidas até 2,5 m do nível do solo.

Não aparece também aquela distância fixa de janelas e portas que estava na versão de 2005

Não está também na nova versão a necessidade de descidas internas para as estruturas com largura superior a 40 metros

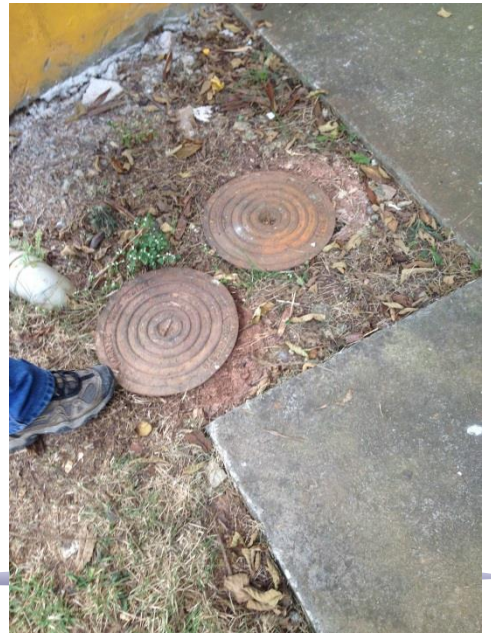
Um condutor de descida deve ser instalado, preferencialmente, em cada canto saliente da estrutura, além dos demais condutores impostos pela distância de segurança calculada.

**Subsistema de aterramento** *(earth-termination system)*

Parte de um SPDA externo que tem como objetivo conduzir e dispersar a descarga atmosférica no solo.









"O objetivo é obter a menor resistência de aterramento compatível com o arranjo, a topologia e a resistividade do solo no local"

A versão 2015 da norma não menciona o valor de 10 Ω.

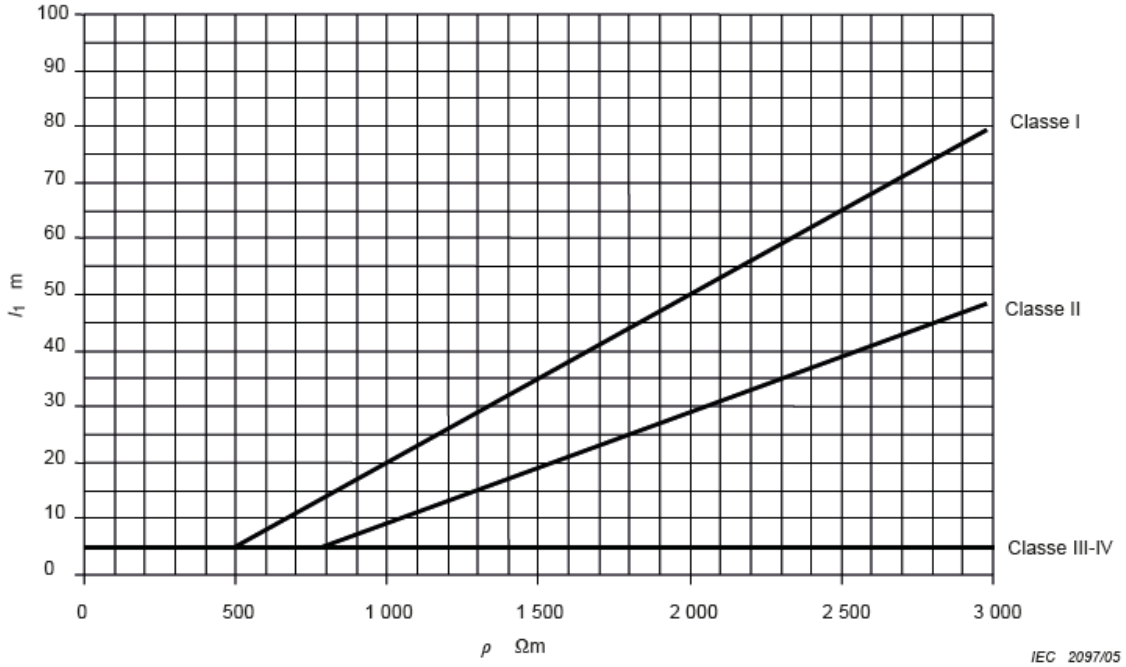
"Sob o ponto de vista da proteção contra descargas atmosféricas, uma única infraestrutura de aterramento é adequada para todos os propósitos, ou seja, comum a proteção contra descargas atmosféricas, sistemas de energia elétrica e sinal (telecomunicações, TV a cabo, dados, etc)"

"Textos da NBR 5419-3"

Para o eletrodo de aterramento em anel ou interligando a fundação descontínua, o raio médio $r_e$ da área abrangida pelos eletrodos não pode ser inferior ao valor $l_1$:

$$r_e \geq l_1 \quad (1)$$

onde $l_1$ é representado na Figura 3 de acordo com o SPDA classe I, II, III e IV.




NOTA 1 As classes III e IV são independentes da resistividade do solo.

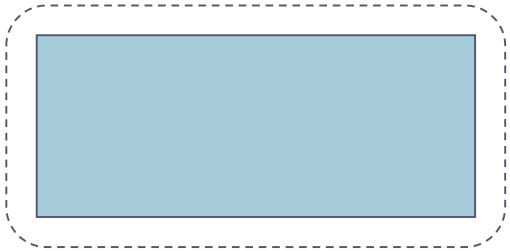
NOTA 2 Para solos com resistividades maiores que 3 000 Ω.m, prolongar as curvas por meio das equações:

$$l_1 = 0{,}03\rho - 10 \text{ (para classe I)} \quad (1a)$$

$$l_1 = 0{,}02\rho - 11 \text{ (para a classe II)} \quad (1b)$$

**Figura 3 – Comprimento mínimo $l_1$ do eletrodo de aterramento de acordo com a classe do SPDA**

# EXEMPLO DE DIMENSIONAMENTO DE MALHA DE ATERRAMENTO



NP I

Resistividade do solo= 2000Ω.m

Nº descidas: 5

$l_1$ = 50 m

Estrutura: 8 x 15 m

Malha: 10 x 17 m

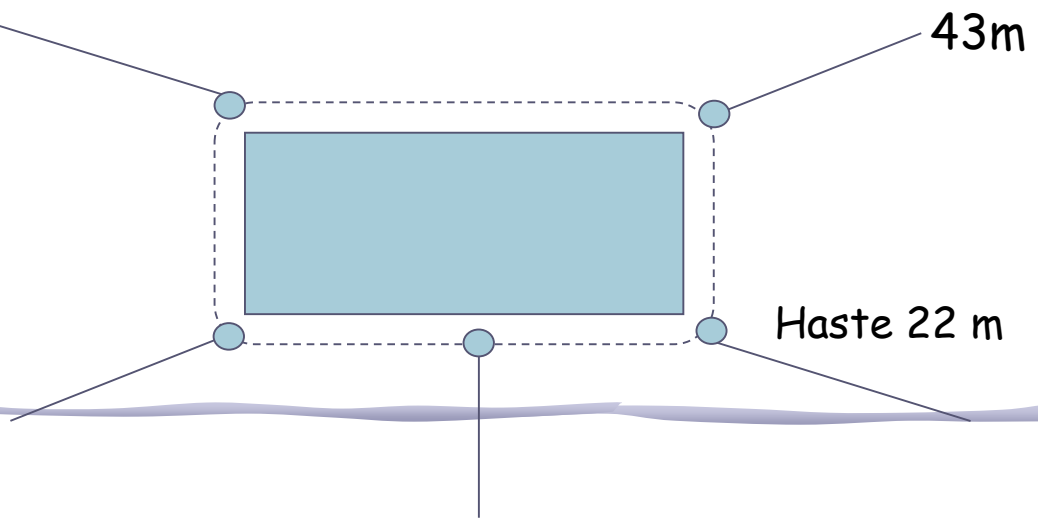
Área da Malha: 170 m²

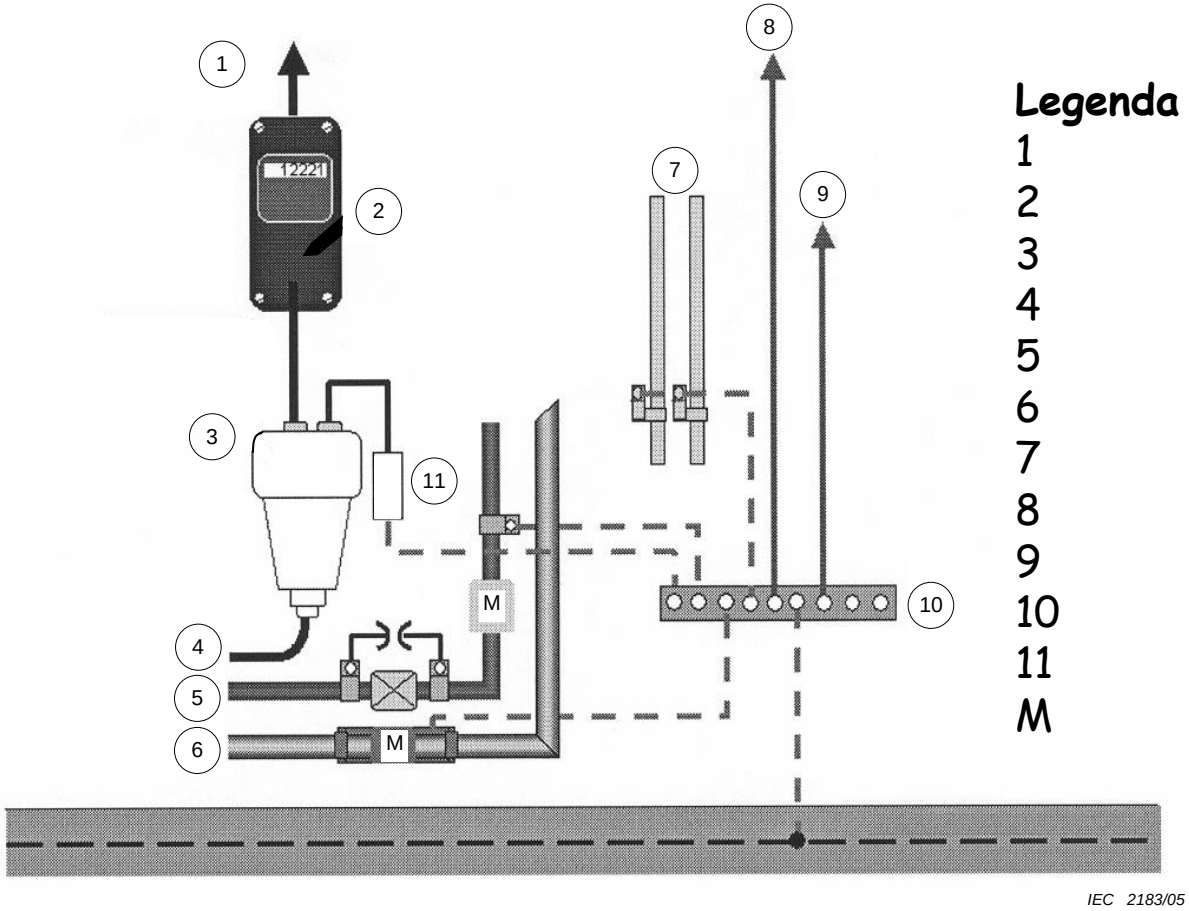
$$re = \sqrt{\frac{170}{\pi}}$$

re = 7,35 m

$$lr = l1 - re = 50 - 7{,}35 = 42{,}65\ m$$

$$lv = (l1 - re)/2 = 21{,}32\ m$$

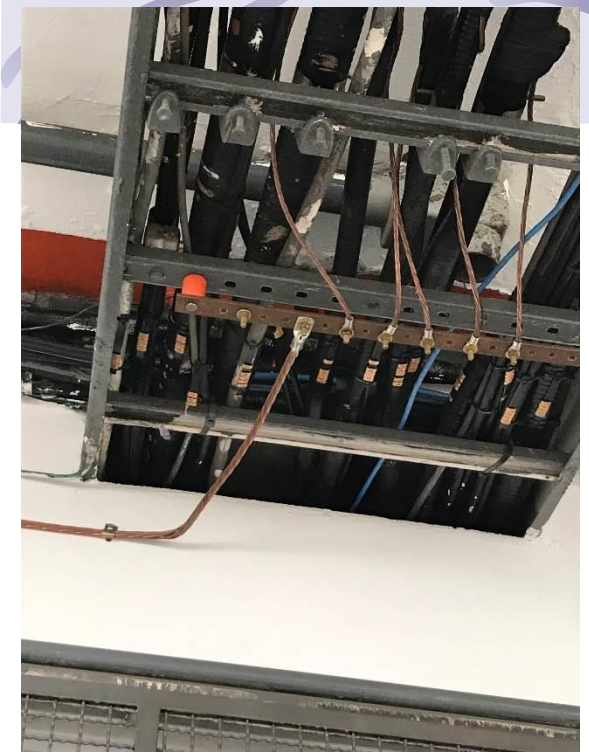


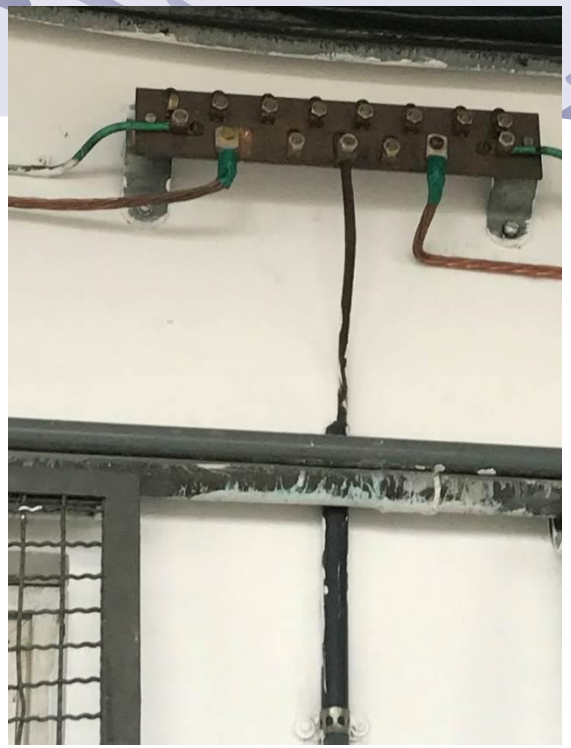


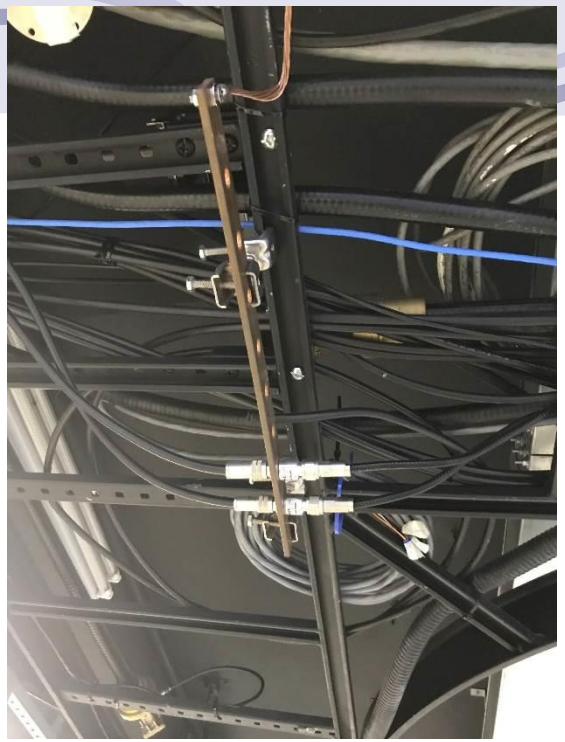

**Legenda**

| | |
|---|---|
| 1 | Força – para o usuário |
| 2 | Medidor de energia |
| 3 | Conexão de energia |
| 4 | Cabos da concessionária |
| 5 | Gas |
| 6 | Água |
| 7 | Sistema de Aquecimento Central |
| 8 | Equipamentos eletrônicos |
| 9 | Blindagem do cabo da antena |
| 10 | BEP |
| 11 | DPS |
| M | Medidor de água |

# Exemplo de uma barra de ligação equipotencial principal












SPIKEGuard
ST-NFF-AL
PolyPhaser
SPIKEGuard
ST-NFF-AL
PolyPhaser


QS
Mak



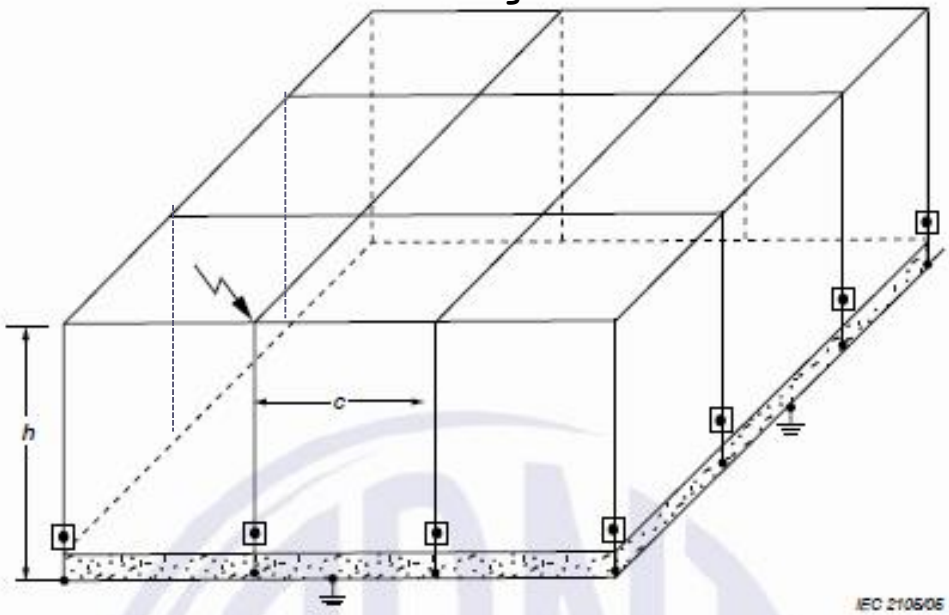








# DISTÂNCIAS DE SEGURANÇA




Assim:

$$K_c = \frac{1}{2n} + 0{,}1 + 0{,}2 \times \sqrt[3]{\frac{c}{h}}$$

onde

*n* número total de condutores de descidas;
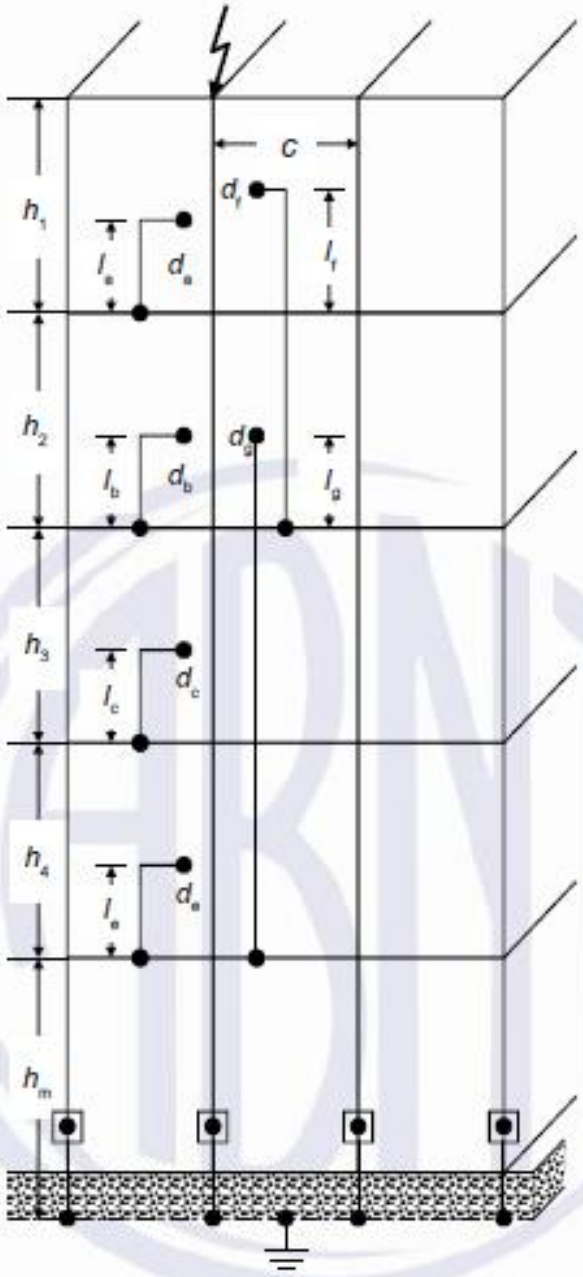
*c* distância ~~de um condutor de descida ao próximo~~ entre condutor de descida;

*h* espaçamento (ou altura) entre os condutores em anel.

NOTA 1 Para uma avaliação detalhada do valor do coeficiente $k_c$, ver Figura C.3.

NOTA 2 Se existirem condutores de descida internos, recomenda-se que eles sejam levados em consideração na avaliação de $k_c$.

**Figura C.2 – Valores de coeficiente $k_c$ no caso de um sistema de captores em malha e sistema de aterramento em anel**




$$d_a \geq s_a = \frac{k_i}{k_m} \times k_{c1} \times l_a$$

$$d_b \geq s_b = \frac{k_i}{k_m} \times k_{c2} \times l_b$$

$$d_c \geq s_c = \frac{k_i}{k_m} \times k_{c3} \times l_c$$

$$d_e \geq s_e = \frac{k_i}{k_m} \times k_{c4} \times l_e$$

$$d_f \geq s_f = \frac{k_i}{k_m} \times (k_{c1} \times l_f + k_{c2} \times h_2)$$

$$d_g \geq s_g = \frac{k_i}{k_m} \times (k_{c2} \times l_g + k_{c3} \times h_3 + k_{c4} \times h_4)$$

$$K_c = \frac{1}{2n} + 0{,}1 + 0{,}2 \times \sqrt[3]{\frac{c}{h}}$$

1 1

$$K_{c2} = \frac{1}{n} + 0{,}1$$

$$K_{c3} = \frac{1}{n} + 0{,}01$$

$$K_{c4} = \frac{1}{n}$$

$$K_{cm} = K_{c4} = \frac{1}{n}$$

*n* é o número total de condutores de descidas;

*c* é a distância ~~ao mais próximo~~ entre condutor de descida;

*h* é o espaçamento (ou altura) entre os condutores em anel;

*m* é o número total de níveis;

*d* é a distância ao condutor de descida mais próximo;

*l* é a altura acima ao ponto de ~~blindagem~~ equipotencializado.

| Material | Configuração | Área da seção mínima mm² | Comentários [4] |
|---|---|---|---|
| Cobre | Fita Maciça | 35 | Espessura 1,75mm |
| | Arredondado Maciço [4] | 35 | Diâmetro 6mm |
| | Encordoado | 35 | Diâmetro de cada fio da cordoalha 2,5mm |
| | Arredondado Maciço [2] | 200 | Diâmetro 16mm |
| Alumínio | Fita Maciça | 70 | Espessura 3mm |
| | Arredondado Maciço | 70 | Diâmetro 9,5mm |
| | Encordoado | 70 | Diâmetro de cada fio da cordoalha 3,5mm |
| | Arredondado Maciço [2] | 200 | Diâmetro 16mm |
| Aço cobreado IACS 30% [6] | Arredondado Maciço | 50 | Diâmetro 8mm |
| | Encordoado | 50 | Diâmetro de cada fio da cordoalha 3mm |
| Alumínio cobreado IACS 64% | Arredondado Maciço | 50 | Diâmetro 8mm |
| | Encordoado | 70 | Diâmetro de cada fio da cordoalha 3,6mm |
| Aço galvanizado a quente [1] | Fita Maciça | 50 | Espessura mínima 2,5mm |
| | Arredondado Maciço | 50 | Diâmetro 8mm |
| | Encordoado | 50 | Diâmetro de cada fio cordoalha 1,7mm |
| | Arredondado Maciço [2] | 200 | Diâmetro 16mm |
| Aço inoxidável [3] | Fita Maciça | 50 | Espessura 2mm |
| | Arredondado Maciço | 50 | Diâmetro 8mm |
| | Encordoado | 70 | Diâmetro de cada fio cordoalha 1,7mm |
| | Arredondado Maciço [2] | 200 | Diâmetro 16mm |

50 na IEC

# Tabela 7 – Material, configuração e dimensões mínimas de eletrodo de aterramento

| Material | Configuração | Dimensões Mínimas [6] | | Comentários [6] |
|---|---|---|---|---|
| | | Eletrodo cravado (Diâmetro) | Eletrodo não cravado | |
| **Cobre** | Encordoado [3] | - | 50mm² | Diâmetro de cada fio cordoalha 3mm |
| | Arredondado Maciço [3] | - | 50mm² | Diâmetro 8mm |
| | Fita Maciça [3] | - | 50mm² | Espessura 2 mm |
| | Arredondado Maciço | 15mm | - | |
| | Tubo | 20mm | - | Espessura da parede 2mm |
| **Aço galvanizado à quente** | Arredondado Maciço [1] [2] | 16mm | Diâmetro 10mm | - |
| | Tubo [1] [2] | 25mm | - | Espessura da parede 2mm |
| | Fita Maciça [1] | - | 90mm² | Espessura 3mm |
| | Encordoado | - | 70mm² | - |
| **Aço cobreado** | Arredondado Maciço [4] Encordoado [7] | 12,7mm | 70mm² | Diâmetro de cada fio da cordoalha 3,45mm |
| **Aço inoxidável [5]** | Arredondado Maciço Fita Maciça | 15mm | Diâmetro 10 mm 100 mm² | Espessura min.2 mm |

## ANEXO R

## Atestado de conformidade das instalações elétricas

| | | |
|---|---|---|
| Classificação (uso) da edificação: | | Idade do imóvel: |
| Endereço: | | |
| Bairro: | Cidade: | CEP: |
| Pessoa de contato: | | Fone: (  ) |

**O responsável pelo fornecimento deste atestado deve preencher todos os campos da tabela a seguir.**

"C" = CONFORME / "NA" = NÃO APLICÁVEL

| Item da IT 41 | Requisito para inspeção visual | C | NA |
|---|---|---|---|
| 6.1 | Condições de instalação dos condutores isolados, cabos unipolares e cabos multipolares. | | |
| 6.2 | Os circuitos elétricos devem possuir proteção contra sobrecorrentes (disjuntores ou fusíveis). | | |
| 6.3 | As partes vivas estão isoladas e/ou protegidas por barreiras ou invólucros. | | |
| 6.4 | Todo circuito deve dispor de condutor de proteção "fio-terra" e todas as massas da instalação estão ligadas a condutores de proteção (salvo as exceções). | | |
| 6.5 | Todas as tomadas de corrente fixas devem ser do tipo com polo de aterramento (2P + T ou 3P+T). | | |
| 6.6 | Existência de dispositivo diferencial residual (DR) para proteção contra choques elétricos (salvo as exceções do item 6.6). | | |
| 6.7 | Quando houver possibilidade dos componentes da instalação elétrica representarem perigo de incêndio para os materiais adjacentes, deverá haver a devida proteção. | | |
| 6.8 | Os quadros de distribuição devem ser instalados em locais de fácil acesso. | | |
| | Os quadros de distribuição devem ser providos de identificação e sinalização do lado externo, de forma legível e não facilmente removível. | | |
| | Os componentes dos quadros devem ser identificados de tal forma que a correspondência entre componentes e respectivos circuitos possa ser prontamente reconhecida, de forma legível e não facilmente removível. | | |
| 6.9 | Sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA). | | |
| 7.1.2 | Os quadros, circuitos e linhas dos sistemas de segurança contra incêndio devem ser independentes dos circuitos comuns. | | |
| 7.1.3 a 7.1.5 | As fontes de energia, os quadros, os circuitos e as linhas elétricas que alimentam equipamentos de segurança destinados ao combate e supressão de incêndio, à ventilação, à pressurização e ao controle de fumaça devem estar devidamente protegidos com material resistente ao fogo ou enclausurados em ambientes resistentes ao fogo. | | |
| 7.1.6 | Sala do motogerador e circuitos elétricos de segurança por ele alimentados estão em conformidade com o item 7.1.6. | | |
| 7.1.9 | Circuitos de corrente alternada estão separados dos circuitos de corrente contínua. | | |
| 8.1 e 8.3 | ART específica do sistema elétrico (projeto, execução, inspeção, manutenção – conforme o caso). | | |
| Obs. | | | |

**Avaliação geral das instalações elétricas:**

Atesto, nesta data, que o sistema elétrico da edificação (incluindo o SPDA) foi inspecionado e verificado conforme as prescrições da NBR 5410/04 (capítulo "Verificação final") e da NBR 5419/05, e encontra-se em conformidade, estando o proprietário e/ou responsável pelo uso ciente das responsabilidades constantes do item 2.3.2 desta IT.

Data da inspeção:

| | |
|---|---|
| Eng. Resp: | Nome: |
| Título profissional: | Proprietário ou Responsável pelo uso: |
| CREA Nº: | |

**(obrigatório anexar ART que inclua a emissão deste atestado)**

*NR – 10: Portaria n.º 598, de 07/12/2004 (D.O.U. de 08/12/2004 – Seção 1)*
*Ementas: Portaria n.º 126, de 03/06/2005 (D.O.U. de 06/06/2005 – Seção 1)*

# NORMA REGULAMENTADORA Nº 10
# SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE

**10.2.4** Os estabelecimentos com carga instalada superior a 75 kW devem constituir e manter o Prontuário de Instalações Elétricas, contendo, além do disposto no subitem 10.2.3, no mínimo: (210.004-5/I=4)

a) conjunto de procedimentos e instruções técnicas e administrativas de segurança e saúde, implantadas e relacionadas a esta NR e descrição das medidas de controle existentes; (210.005-3/I=3)

b) documentação das inspeções e medições do sistema de proteção contra descargas atmosféricas e aterramentos elétricos; (210.006-1/I=2)

c) especificação dos equipamentos de proteção coletiva e individual e o ferramental, aplicáveis conforme determina esta NR; (210.007-0/I=2)

Universidade de São Paulo
BRASIL



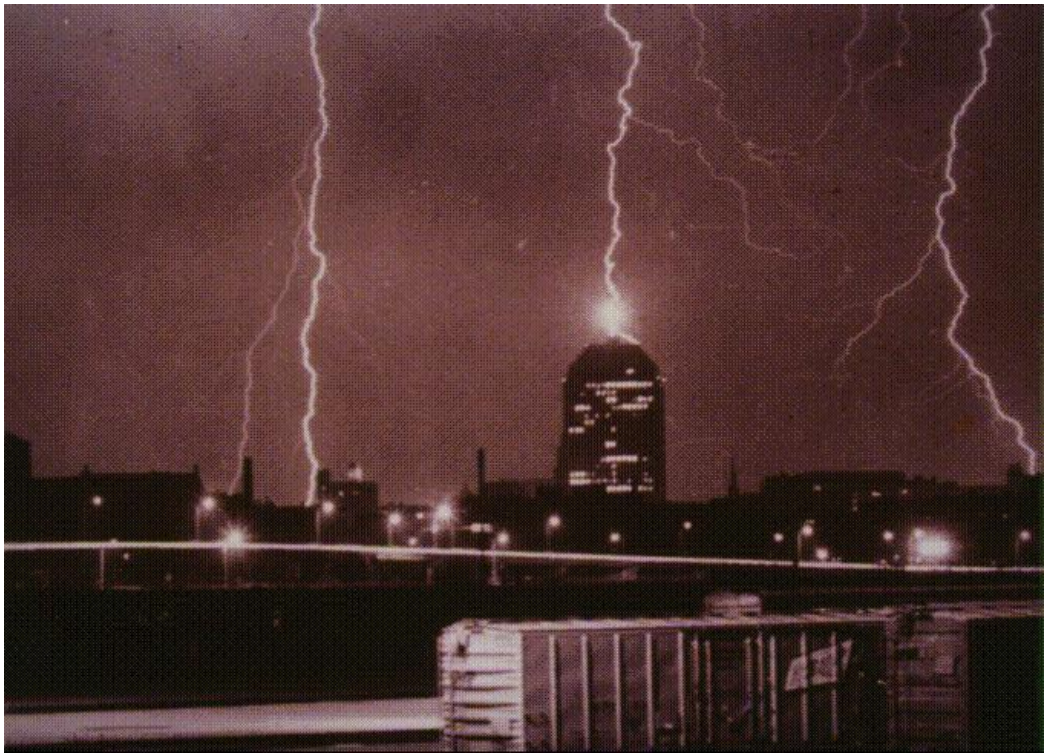
# Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas

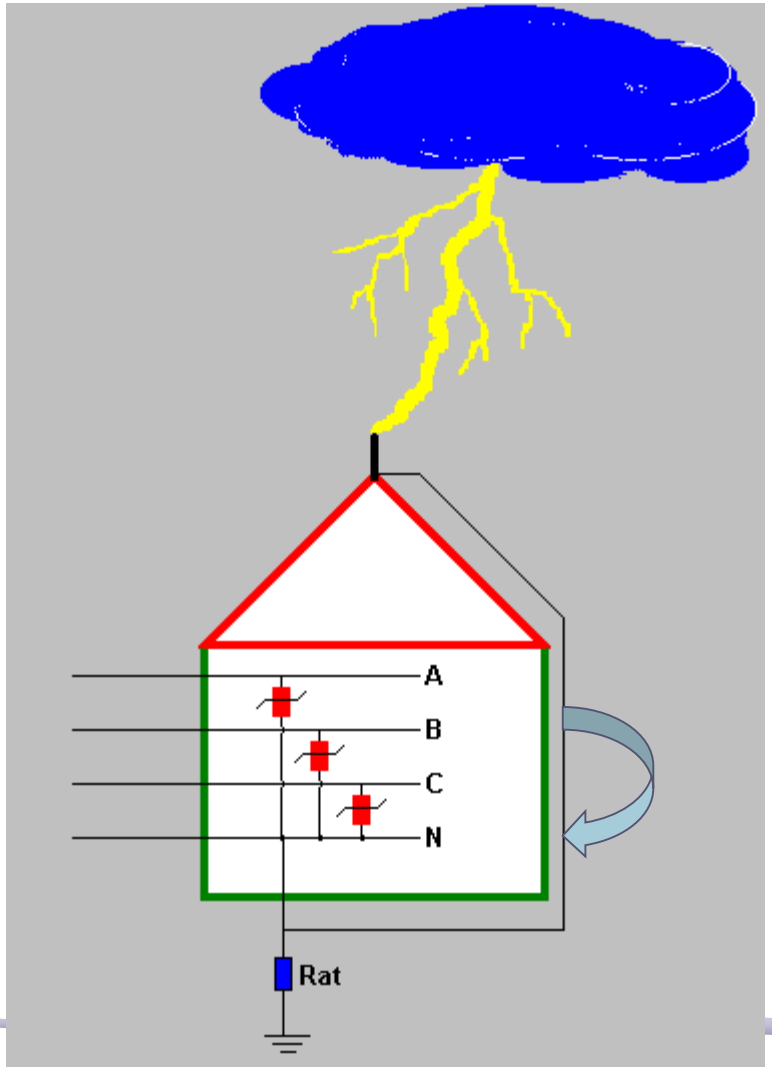
## ABNT NBR 5419/2015

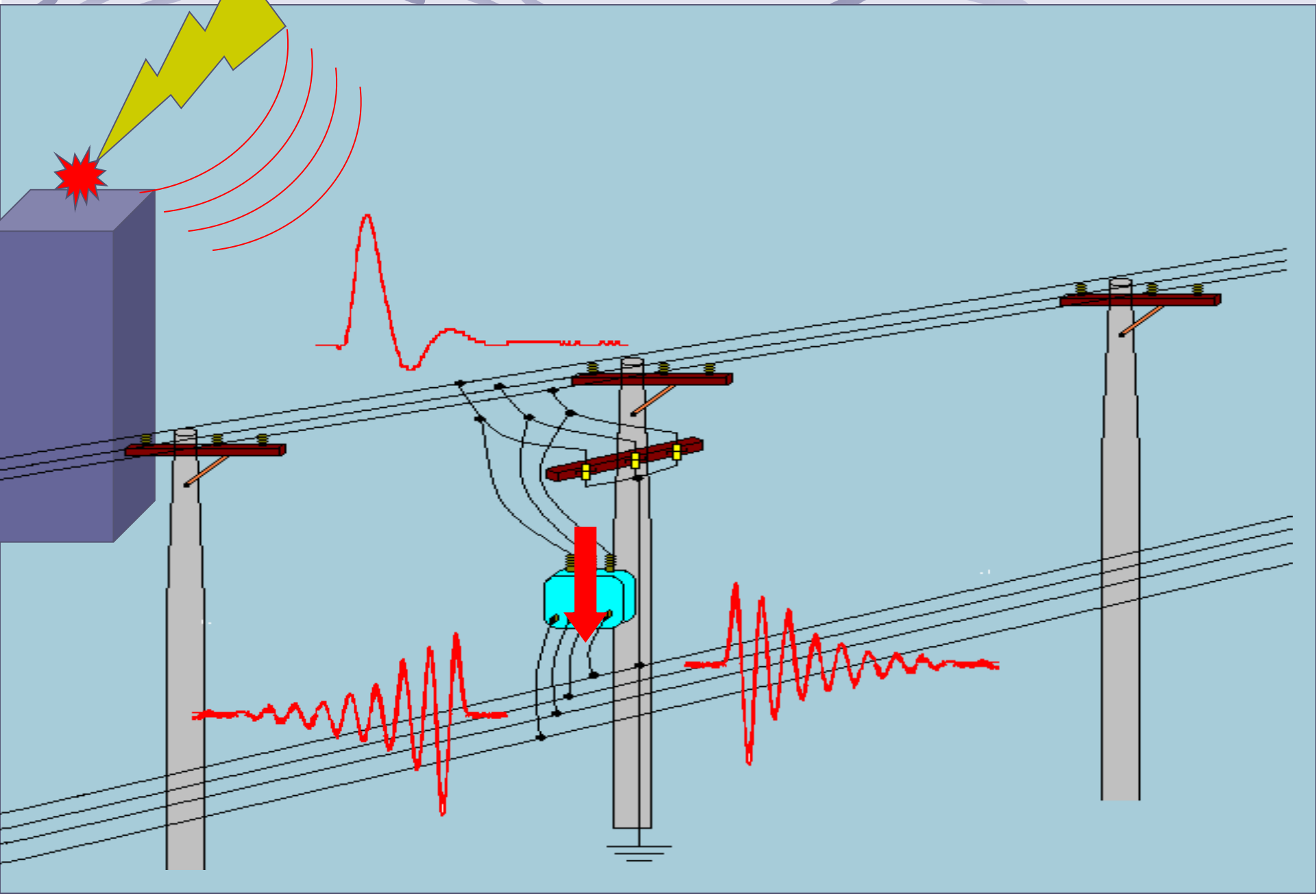
PARTE 4: Sistemas elétricos e eletrônicos na estrutura

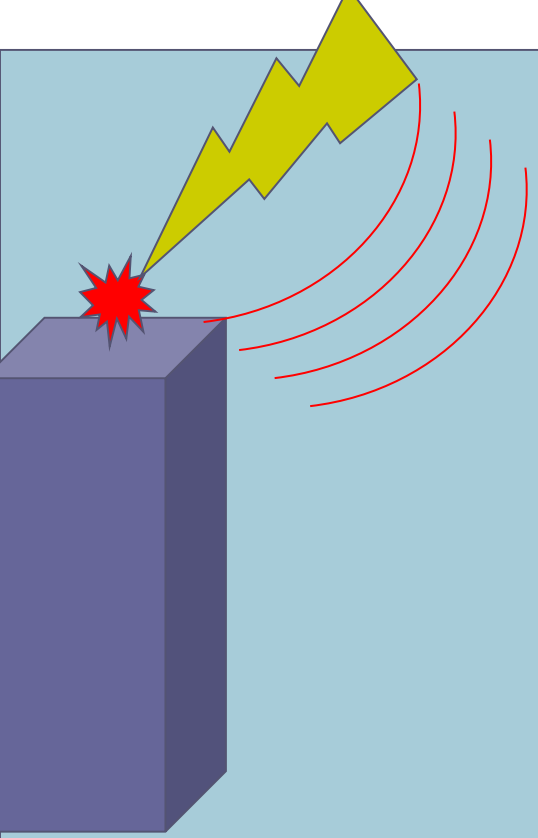
IEE USP
INSTITUTO DE ENERGIA E AMBIENTE
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

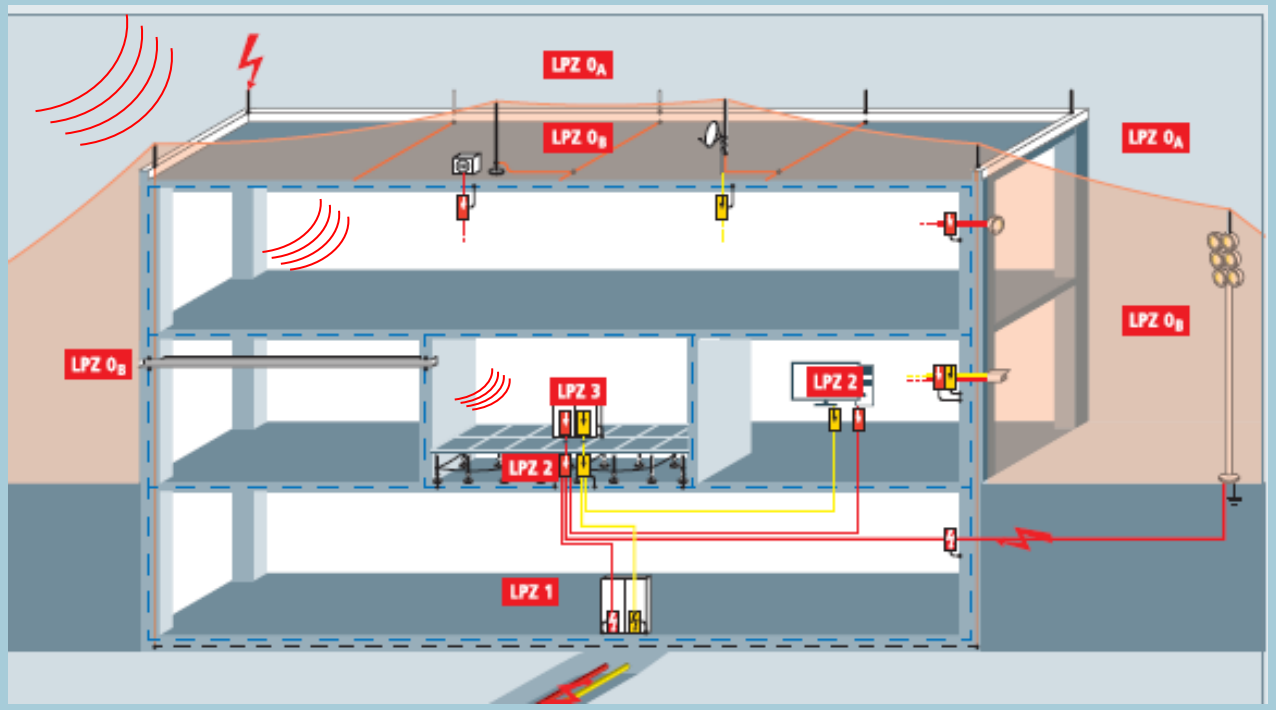
# DESCARGAS DIRETAS EM EDIFICAÇÕES

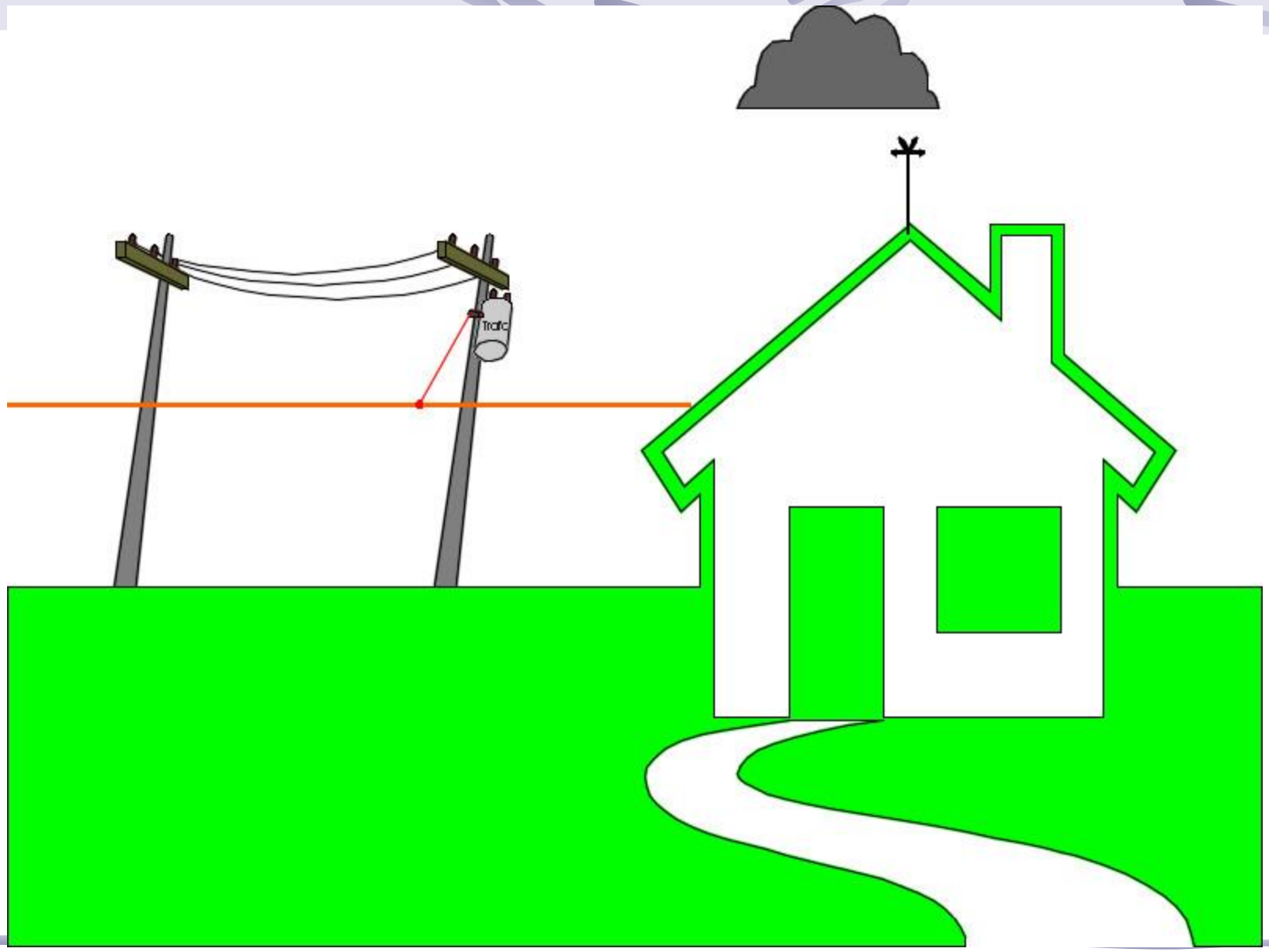


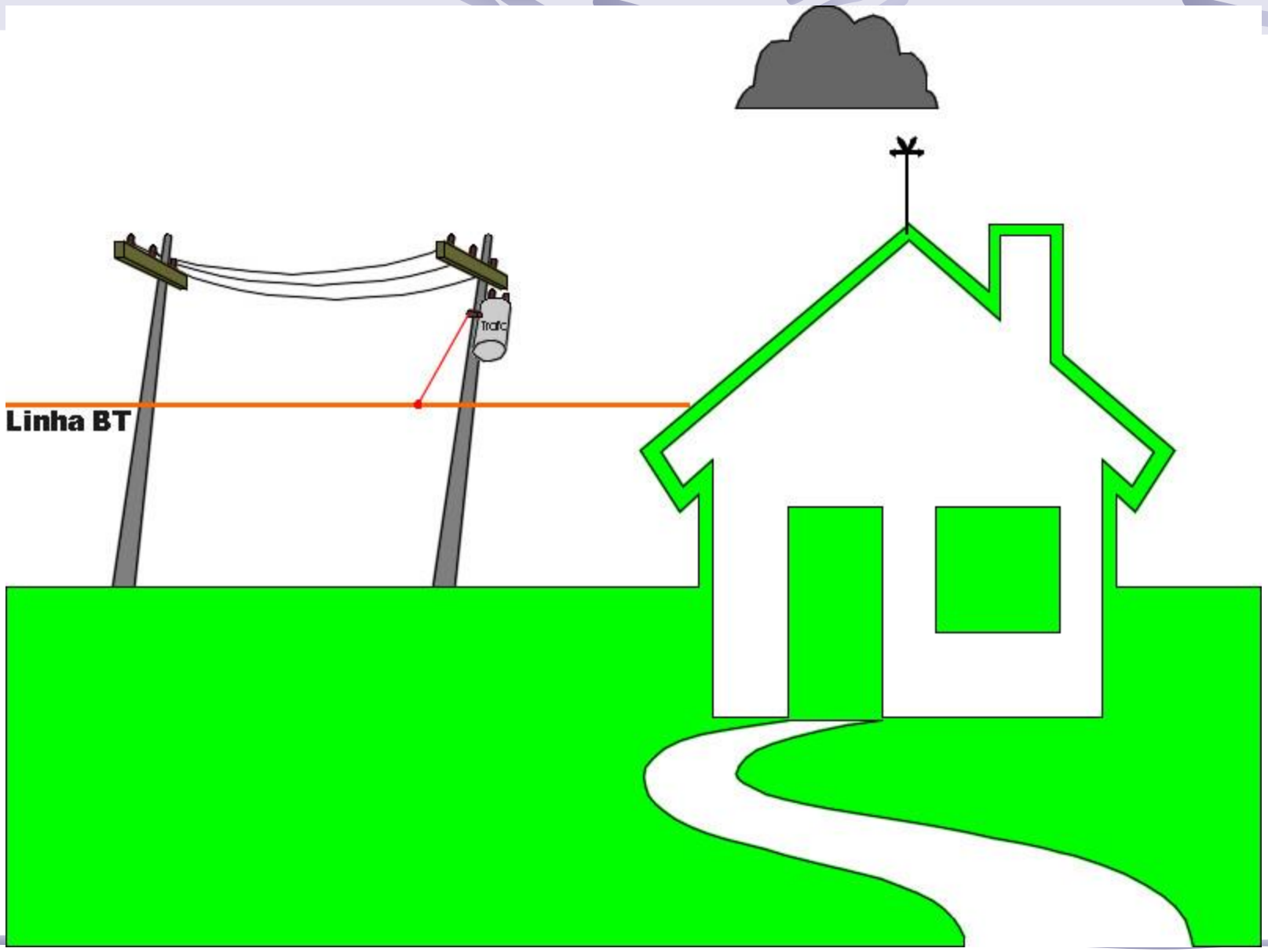


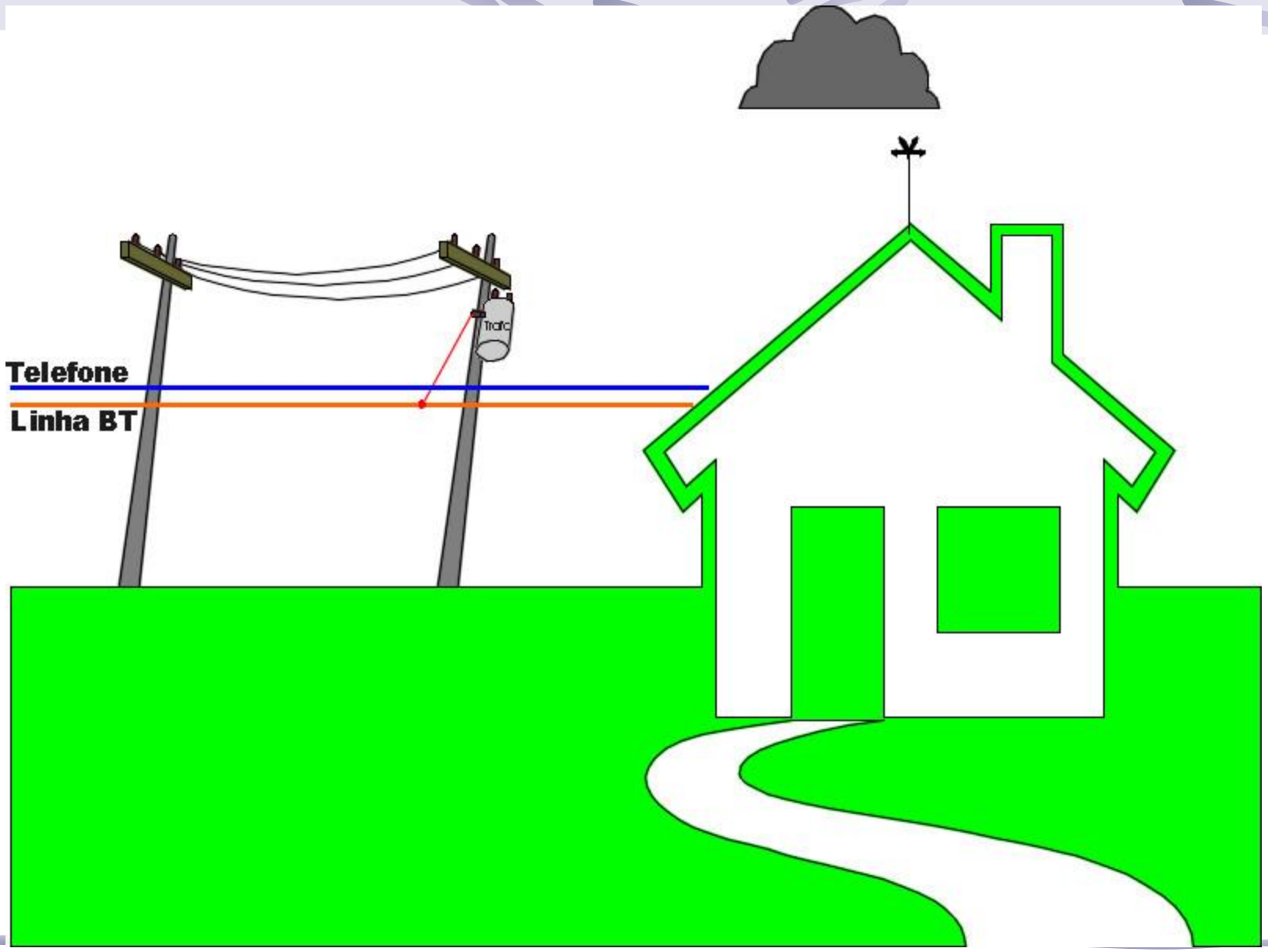


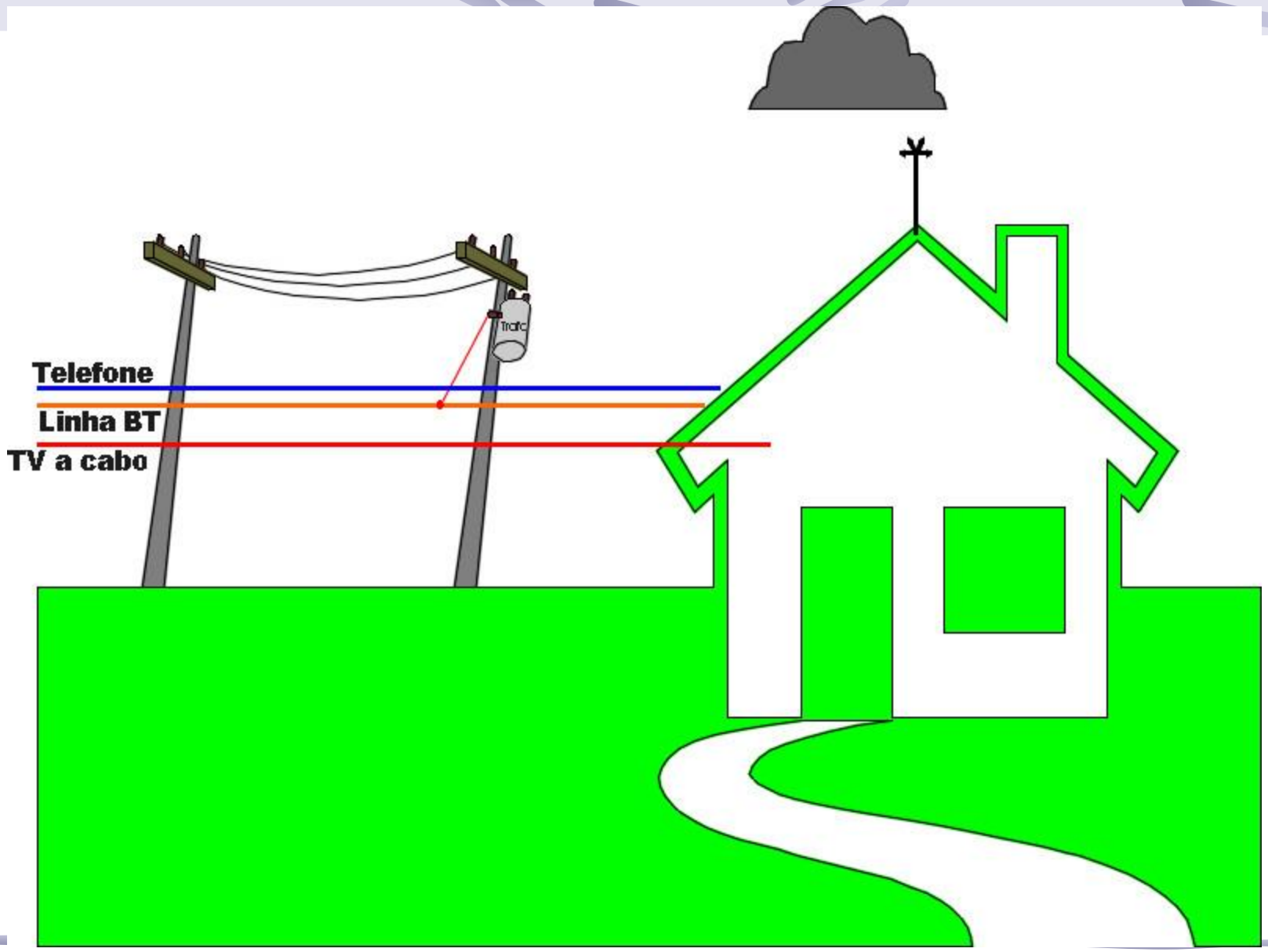


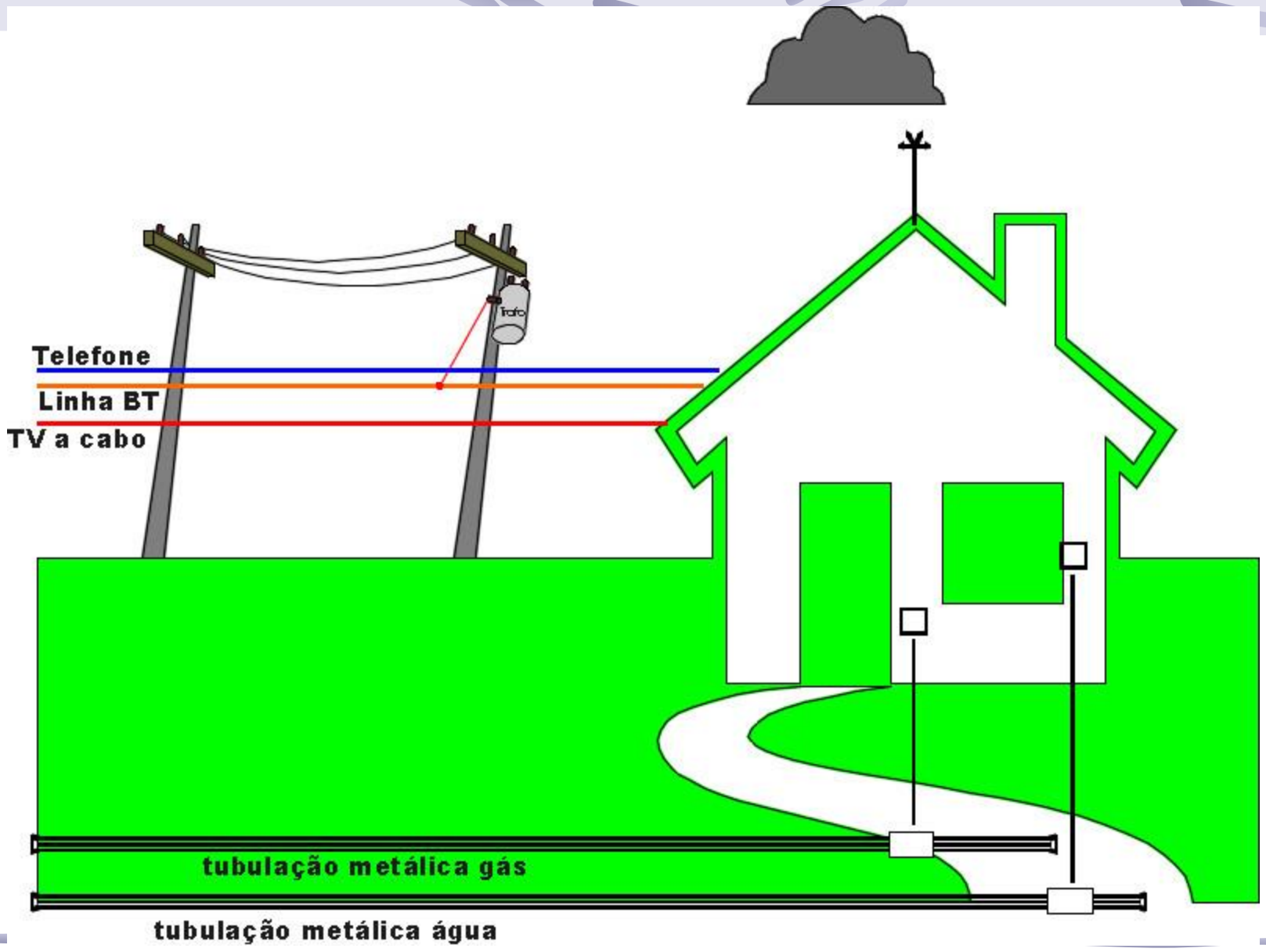

LPZ 0A
LPZ 0B
LPZ 0A
LPZ 0B
LPZ 0B
LPZ 3
LPZ 2
LPZ 2
LPZ 1

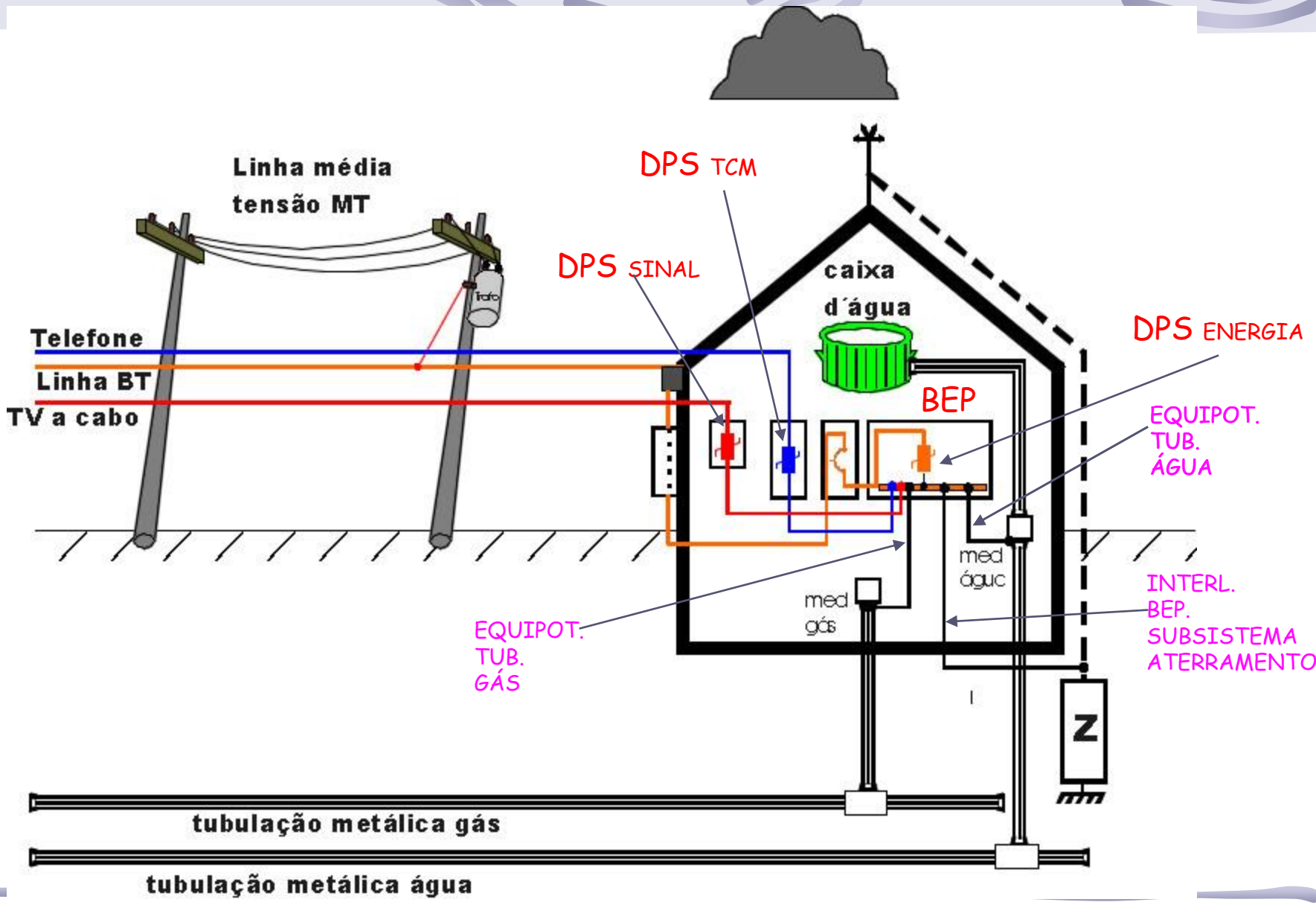


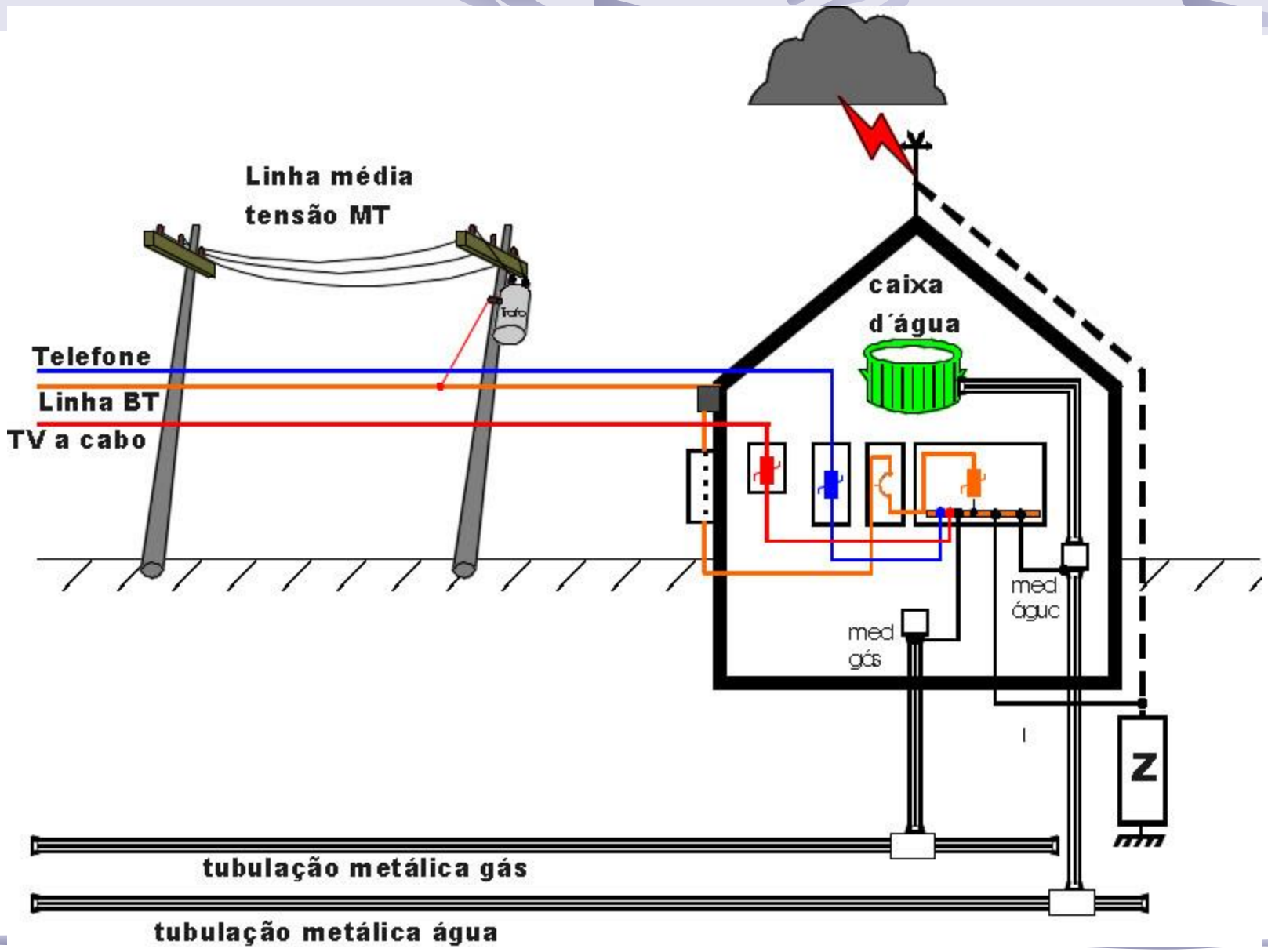

Linha BT

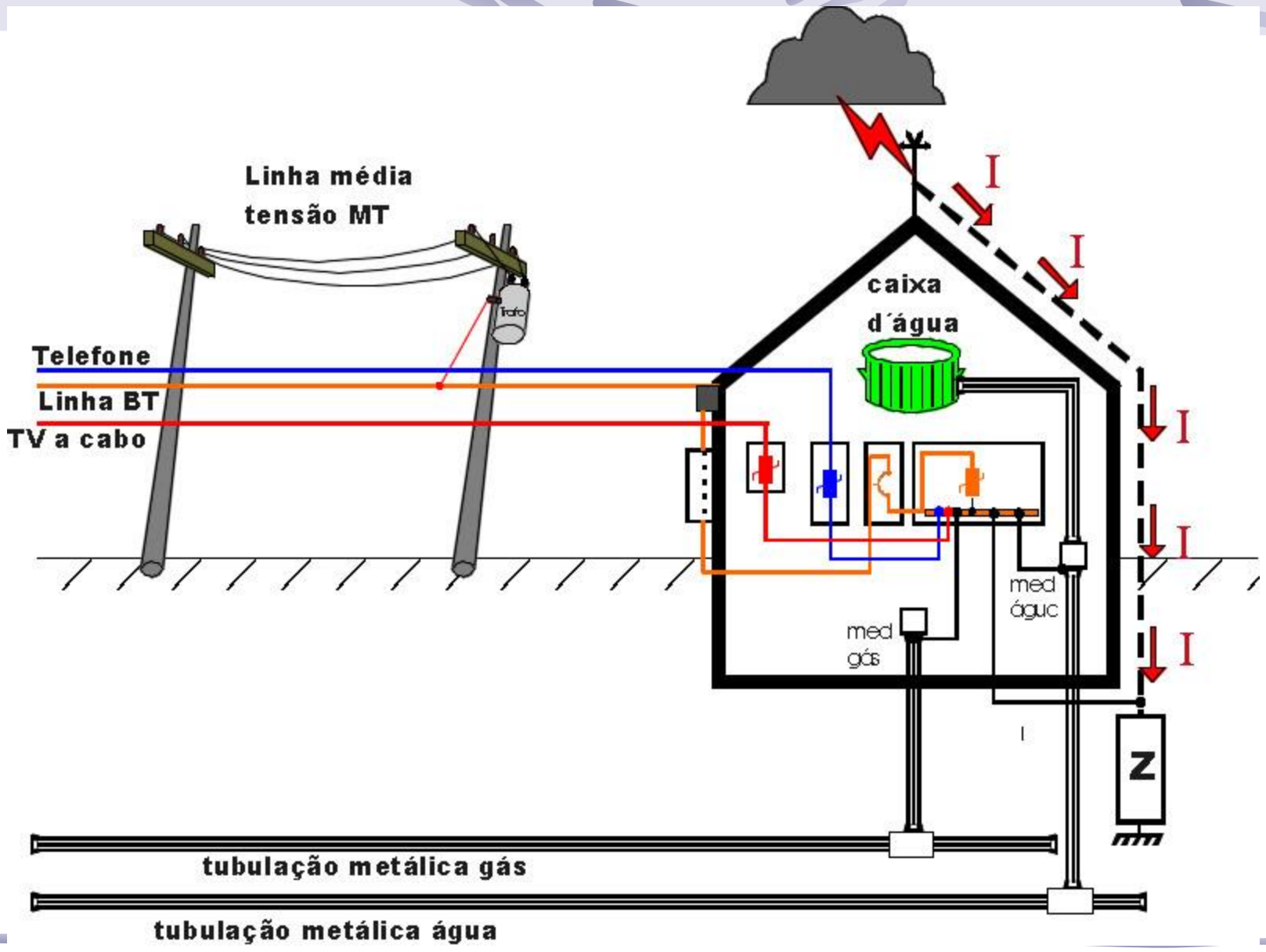

Telefone
Linha BT
Trafo

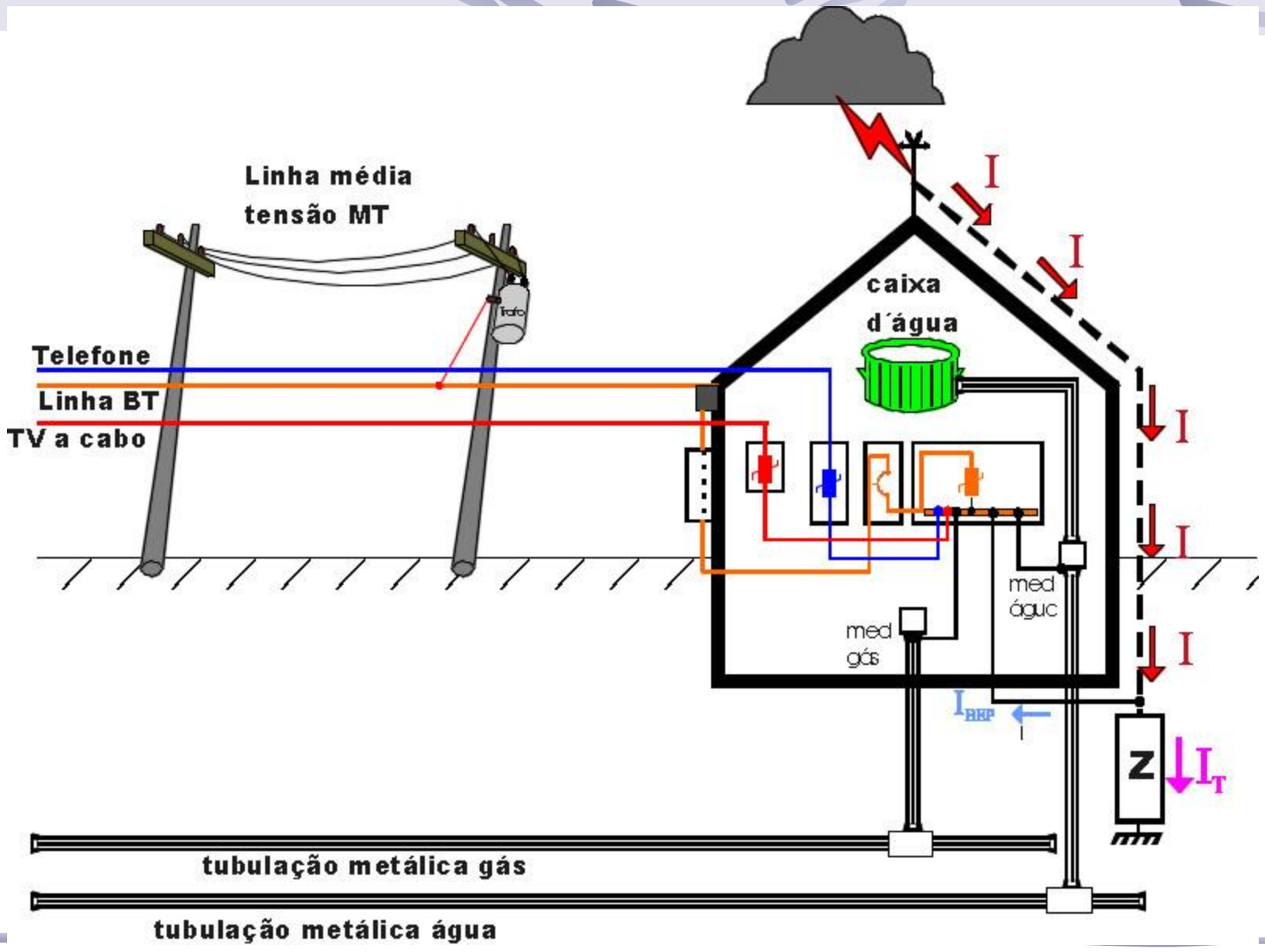

Telefone
Linha BT
TV a cabo

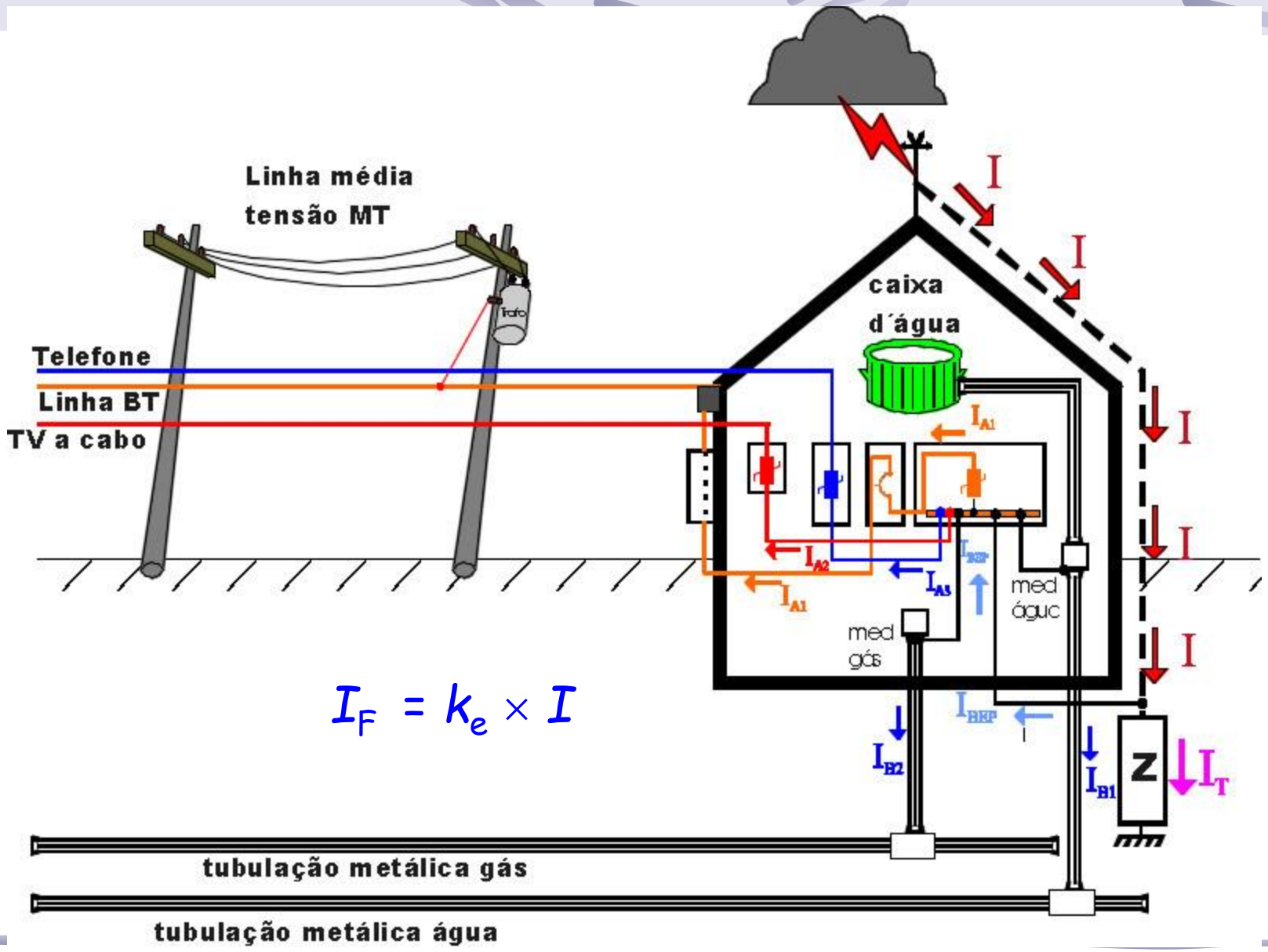

Telefone
Linha BT
TV a cabo
tubulação metálica gás
tubulação metálica água


Linha média
tensão MT
DPS TCM
DPS SINAL
caixa
d´água
DPS ENERGIA
Telefone
Linha BT
TV a cabo
BEP
EQUIPOT.
TUB.
ÁGUA
med
águc
med
gás
INTERL.
BEP.
SUBSISTEMA
ATERRAMENTO
EQUIPOT.
TUB.
GÁS
Z
tubulação metálica gás
tubulação metálica água

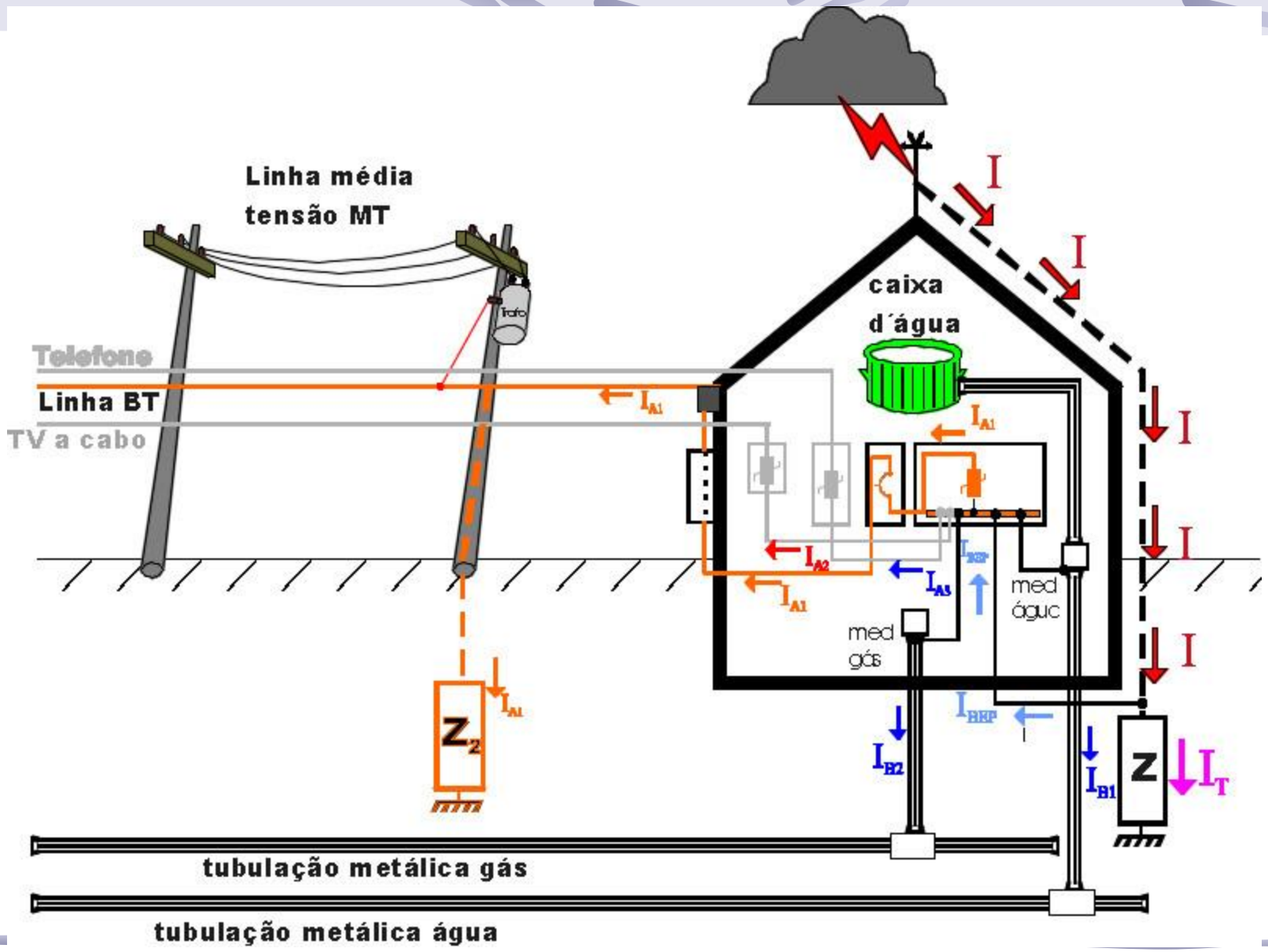

Linha média
tensão MT
Telefone
Linha BT
TV a cabo
caixa
d´água
med
águc
med
gás
Z
tubulação metálica gás
tubulação metálica água


Linha média
tensão MT
Telefone
Linha BT
TV a cabo
caixa
d´água
I
I
I
I
I
med
água
med
gás
Z
tubulação metálica gás
tubulação metálica água

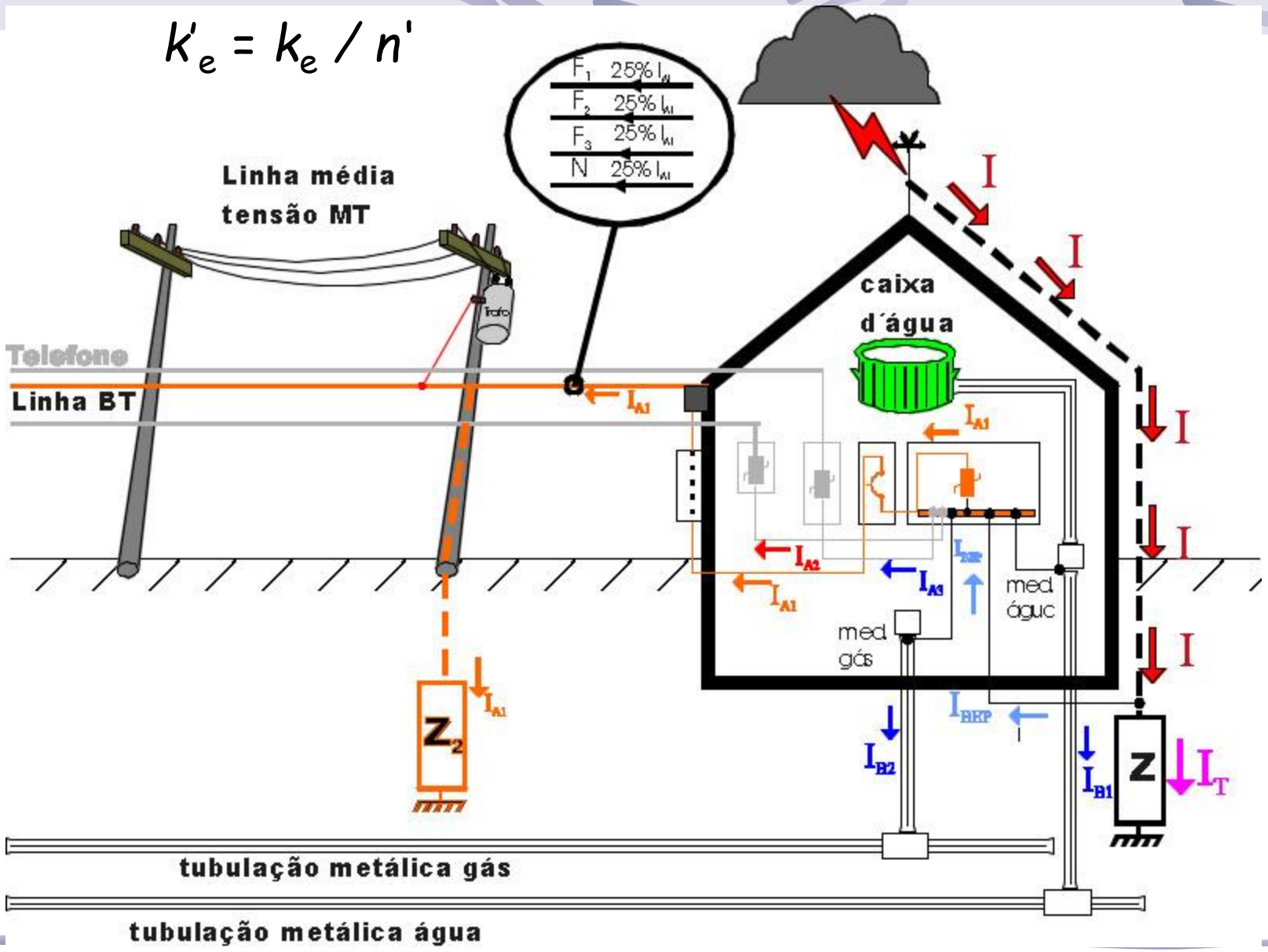

Linha média
tensão MT
Telefone
Linha BT
TV a cabo
caixa
d´água
I
I
I
I
I
med
água
med
gás
Z
$I_T$
tubulação metálica gás
tubulação metálica água

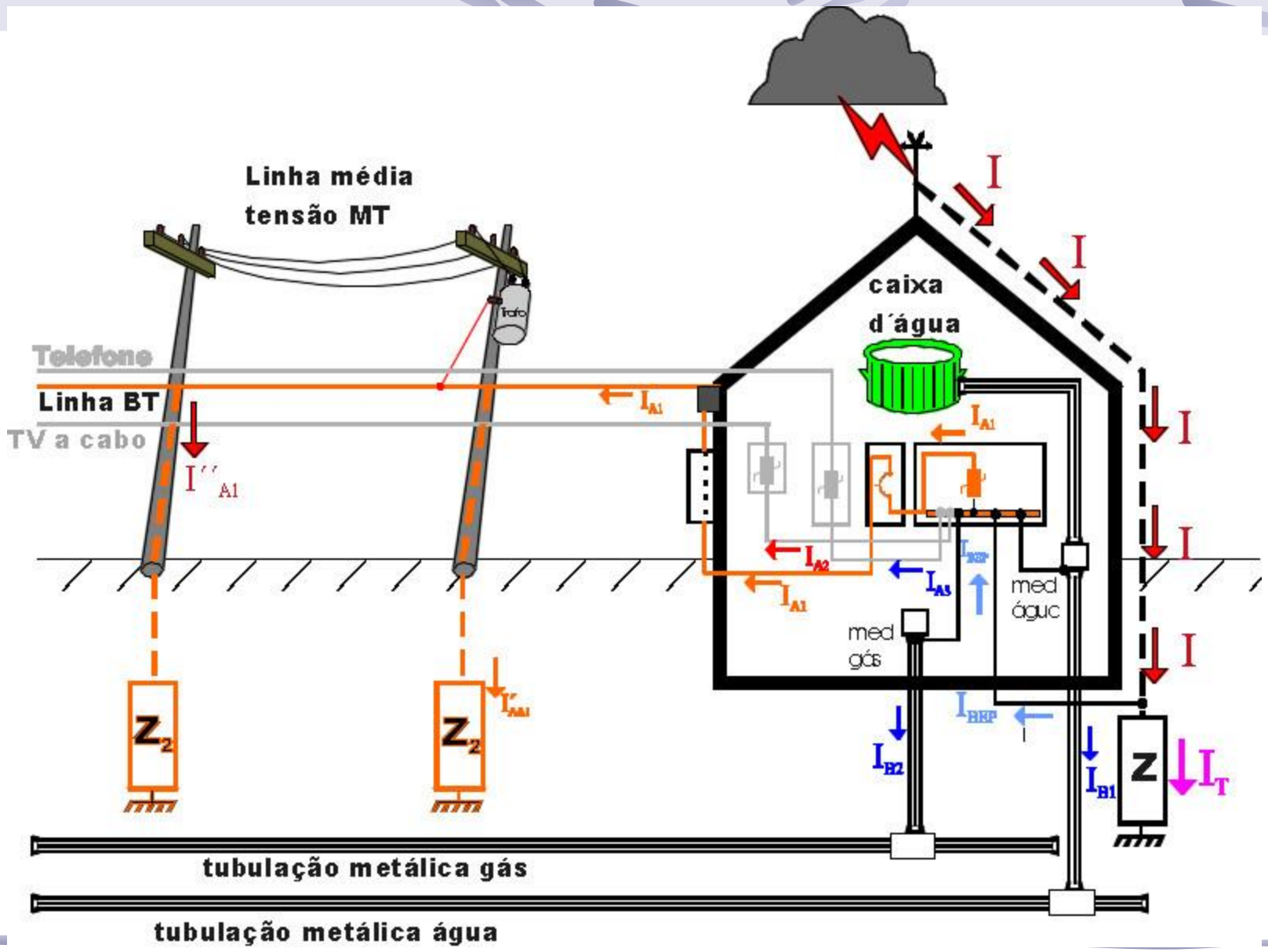

Linha média
tensão MT
Telefone
Linha BT
TV a cabo
caixa
d´água
I
I
I
I
I
med
água
med
gás
$I_{A1}$
$I_{A2}$
$I_{A1}$
$I_{A3}$
$I_{B2}$
$I_{HRP}$
$I_{HRP}$
$I_{B2}$
$I_{B1}$
Z
$I_T$
tubulação metálica gás
tubulação metálica água

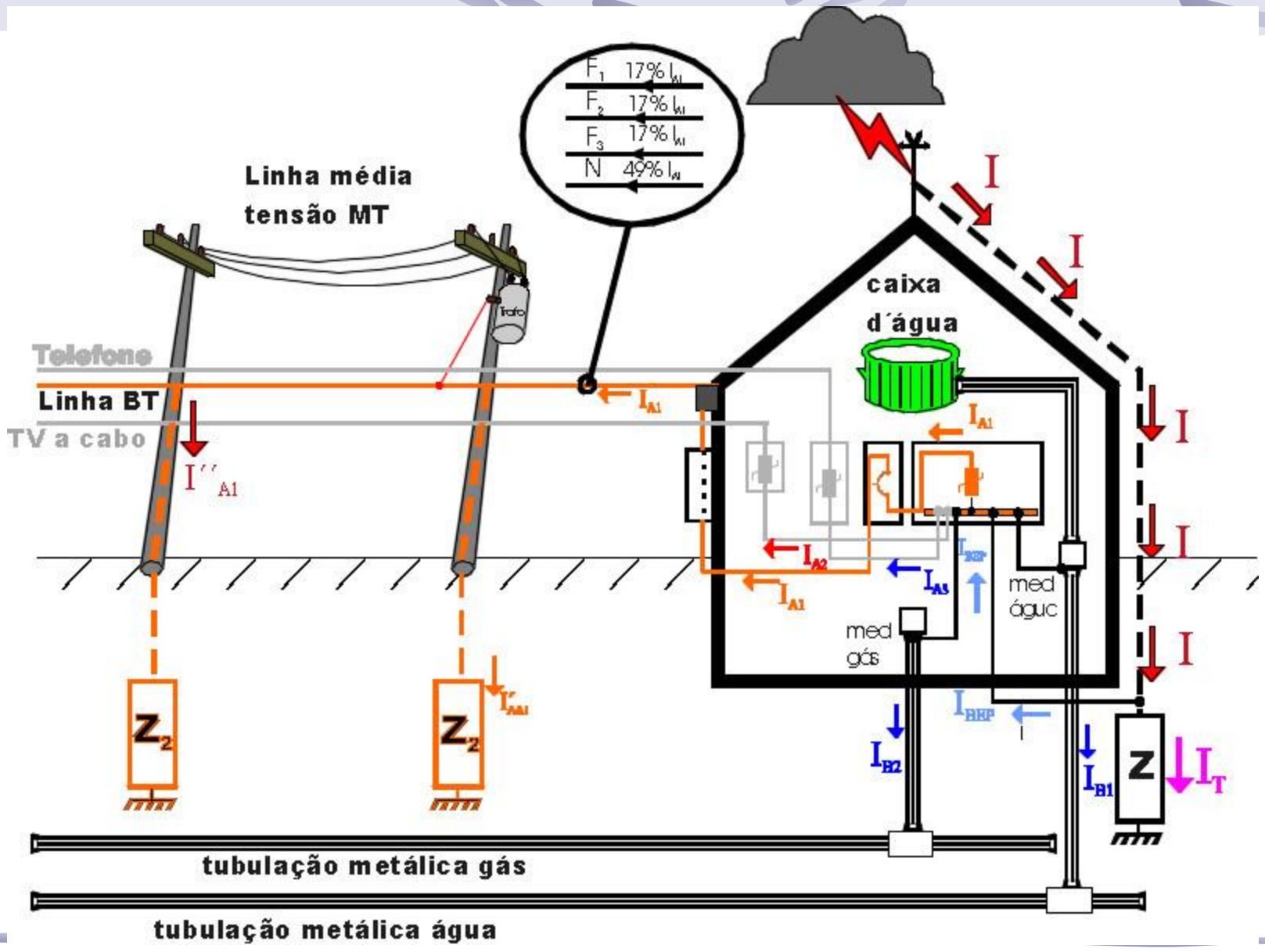
$$I_F = k_e \times I$$

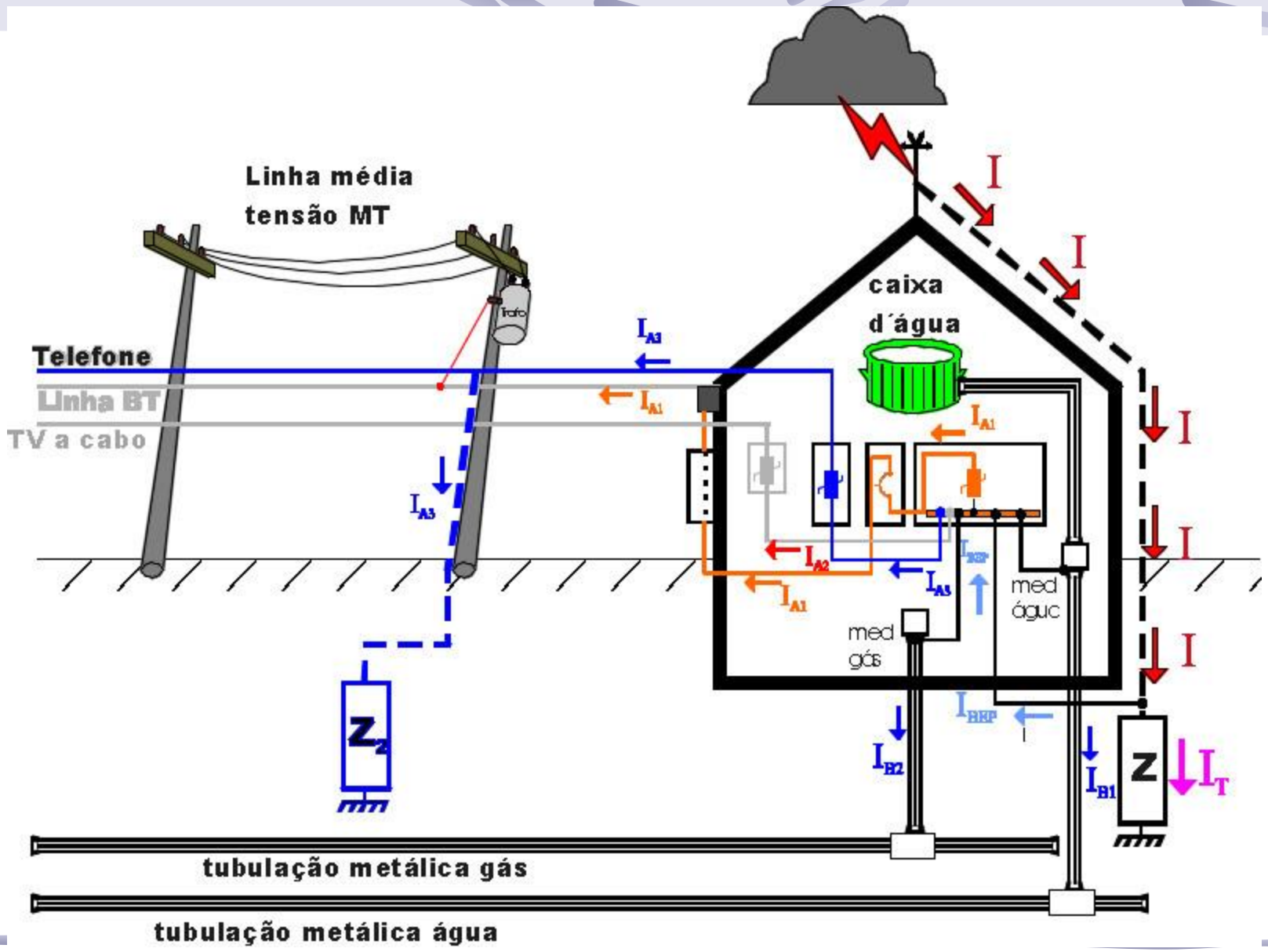

Linha média
tensão MT
Telefone
Linha BT
TV a cabo
Trafo
caixa
d´água
I
I
I
I
I
I
I
I
I
I
I
I
med
água
med
gás
Z
Z
Z
Z
Z
tubulação metálica gás
tubulação metálica água

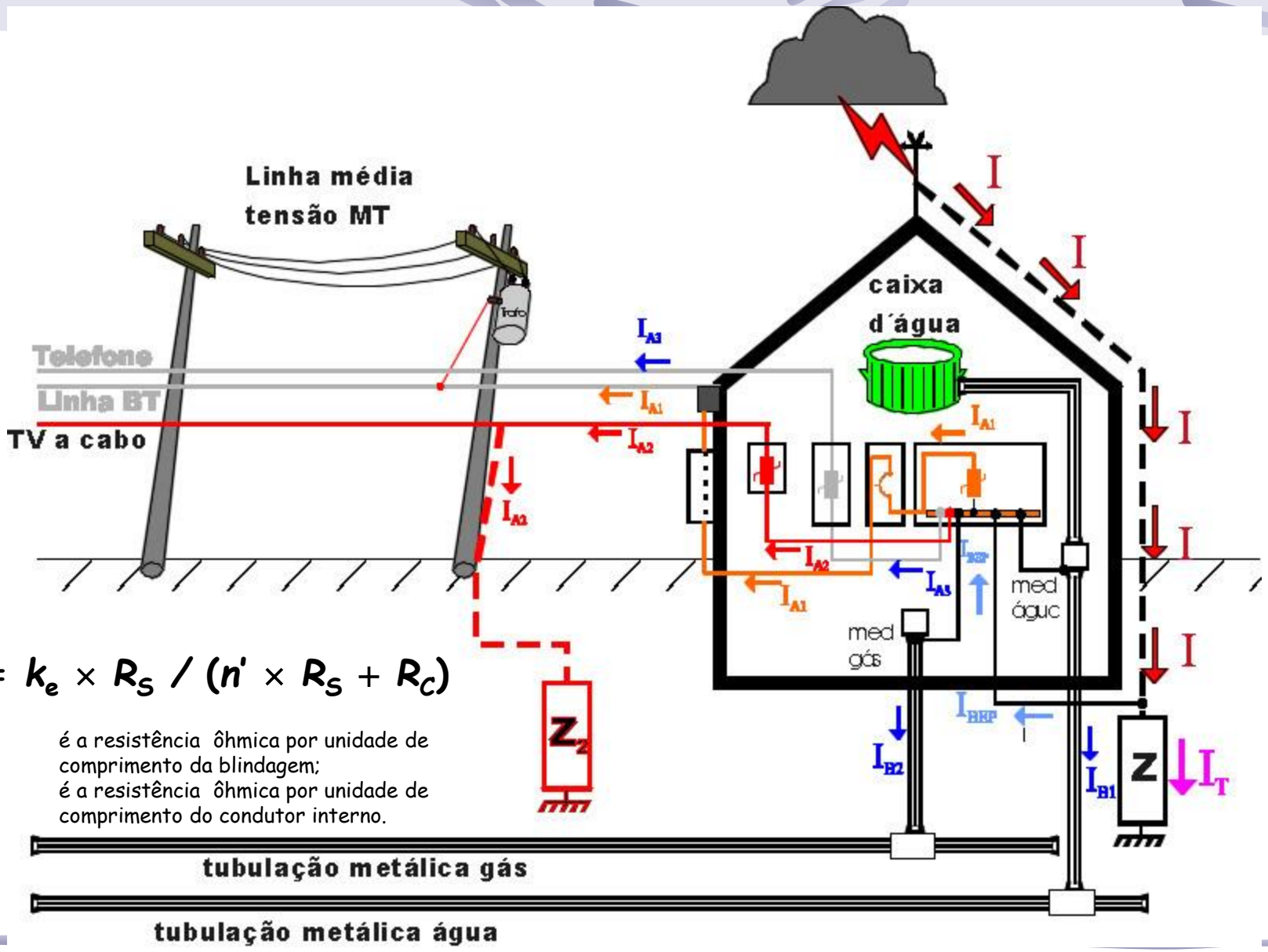
$k'_e = k_e / n'$


F1 25% IM
F2 25% IM
F3 25% IM
N 25% IM
Linha média tensão MT
Trafo
Telefone
Linha BT
caixa d´água
I
IA1
IA2
IA3
IEHP
med. água
med. gás
Z2
Z
IB1
IB2
IT
tubulação metálica gás
tubulação metálica água


Linha média
tensão MT
Telefone
Linha BT
TV a cabo
caixa
d´água
med
gás
med
águc
tubulação metálica gás
tubulação metálica água


F1 17% IA1
F2 17% IA1
F3 17% IA1
N 49% IA1
Linha média tensão MT
Telefone
Linha BT
TV a cabo
Trafo
caixa d´água
I
IA1
I''A1
IA2
IA3
IBEP
med águc
med gás
IHEP
IB2
IB1
Z
IT
Z2
I'A1
tubulação metálica gás
tubulação metálica água

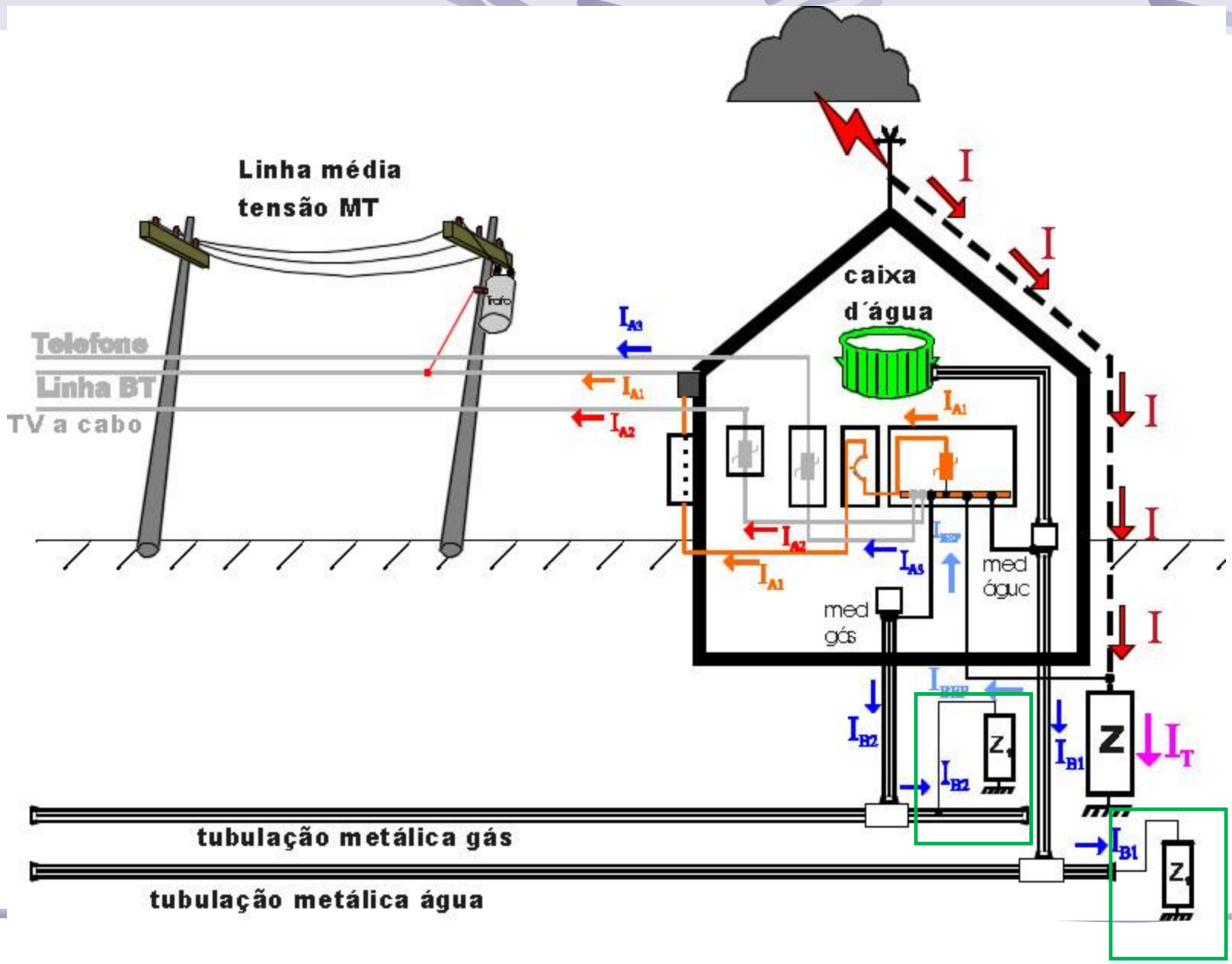

Linha média
tensão MT
Telefone
Linha BT
TV a cabo
caixa
d´água
med
gás
med
águc
tubulação metálica gás
tubulação metálica água

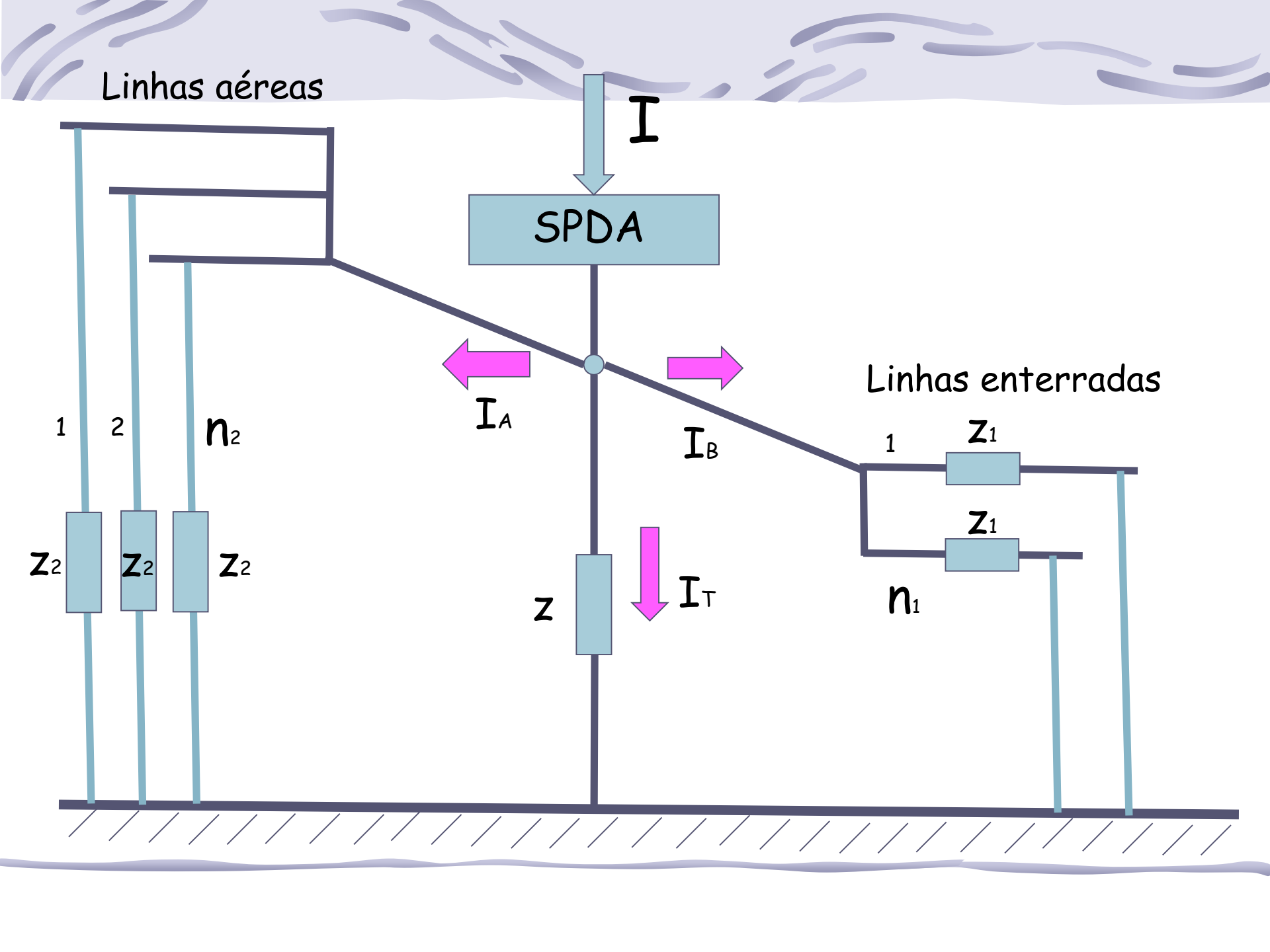



$$k'_e = k_e \times R_S / (n' \times R_S + R_C)$$

$R_S$ é a resistência ôhmica por unidade de comprimento da blindagem;

$R_C$ é a resistência ôhmica por unidade de comprimento do condutor interno.


Linha média
tensão MT
Telefone
Linha BT
TV a cabo
Trafo
caixa
d´água
I
I
I


Linhas aéreas
I
SPDA
Linhas enterradas
1
2
n2
IA
IB
1
z1
z1
n1
z2
z2
z2
z
IT

## Para instalação aérea:

$$k_e = \frac{Z}{Z_2 + Z \times (n_2 + n_1 \times \frac{Z_2}{Z_1})}$$

## Para instalação enterrada:

$$k_e = \frac{Z}{Z_1 + Z \times (n_1 + n_2 \times \frac{Z_1}{Z_2})}$$

onde

$Z$ é a impedância convencional de aterramento do subsistema de aterramento;

$Z_1$ é a impedância convencional de aterramento das partes externas ou linhas externas (Tabela E.1) instaladas enterradas;

$Z_2$ é a resistência de terra do arranjo de aterramento que conecta a linha aérea à terra.

Se a resistência de terra do ponto de aterramento não for conhecida, o valor de $Z_1$ pode ser utilizado (observando, na Tabela E.1, a resistividade do solo no ponto de aterramento).

## Coordenação de DPSs (coordinated SPD system)

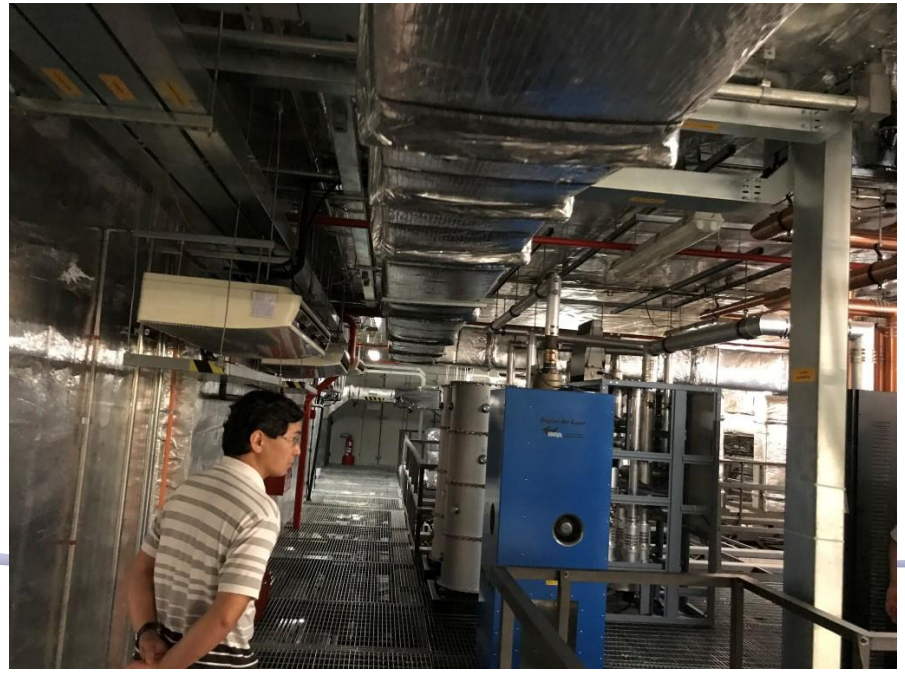
DPS adequadamente selecionados, coordenados e instalados para formar um conjunto que visa reduzir falhas dos sistemas internos

**Blindagem magnética** *(magnetic shield)*

Tela metálica, em forma de malha ou contínua que envolve a estrutura a ser protegida, ou parte dela, utilizada para reduzir falhas dos sistemas eletro-eletrônicos.



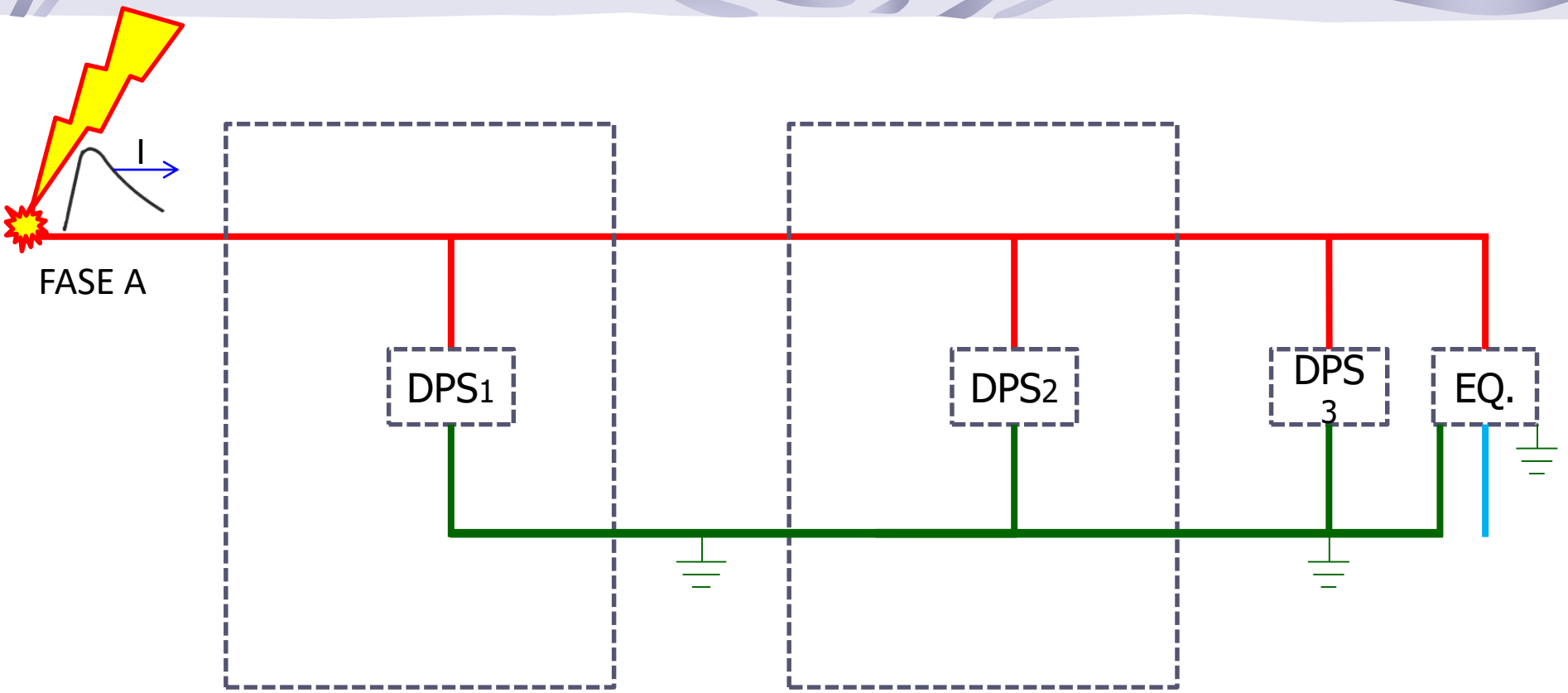

EXTINTOR





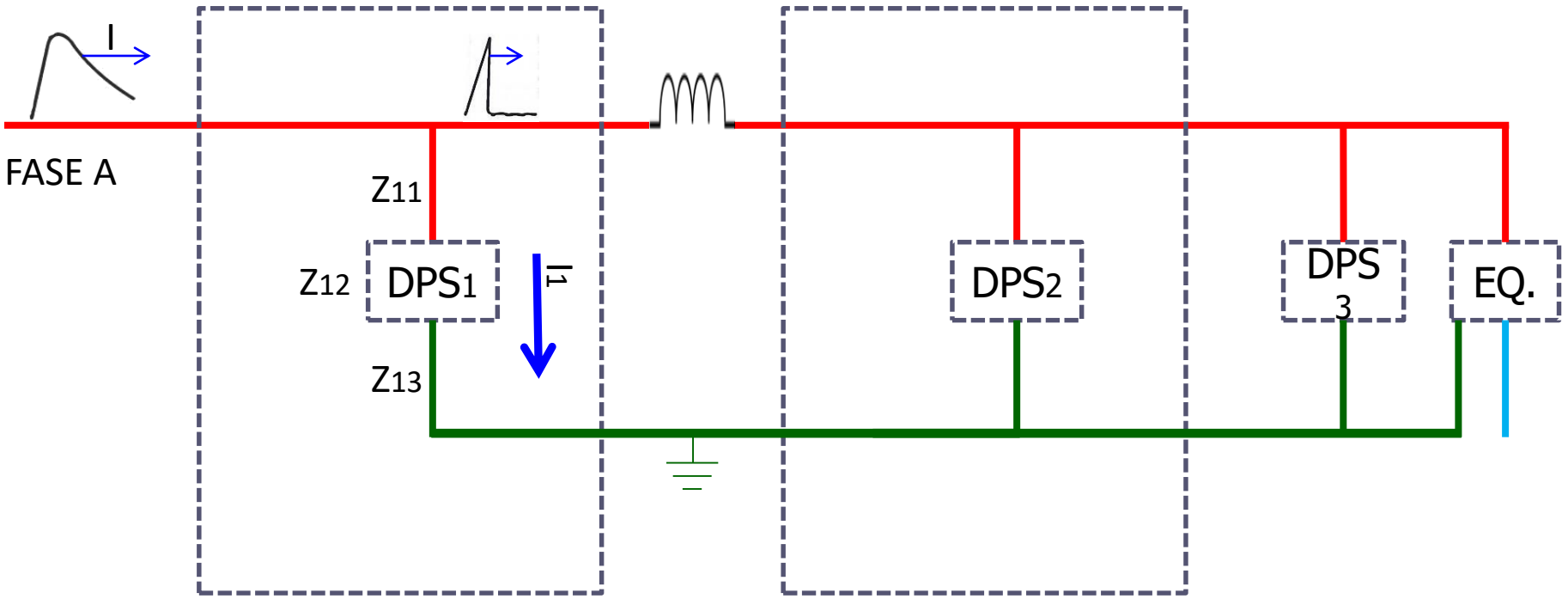
## Coordenação de DPSs (coordinated SPD system)

DPS adequadamente selecionados, coordenados e instalados para formar um conjunto que visa reduzir falhas dos sistemas internos



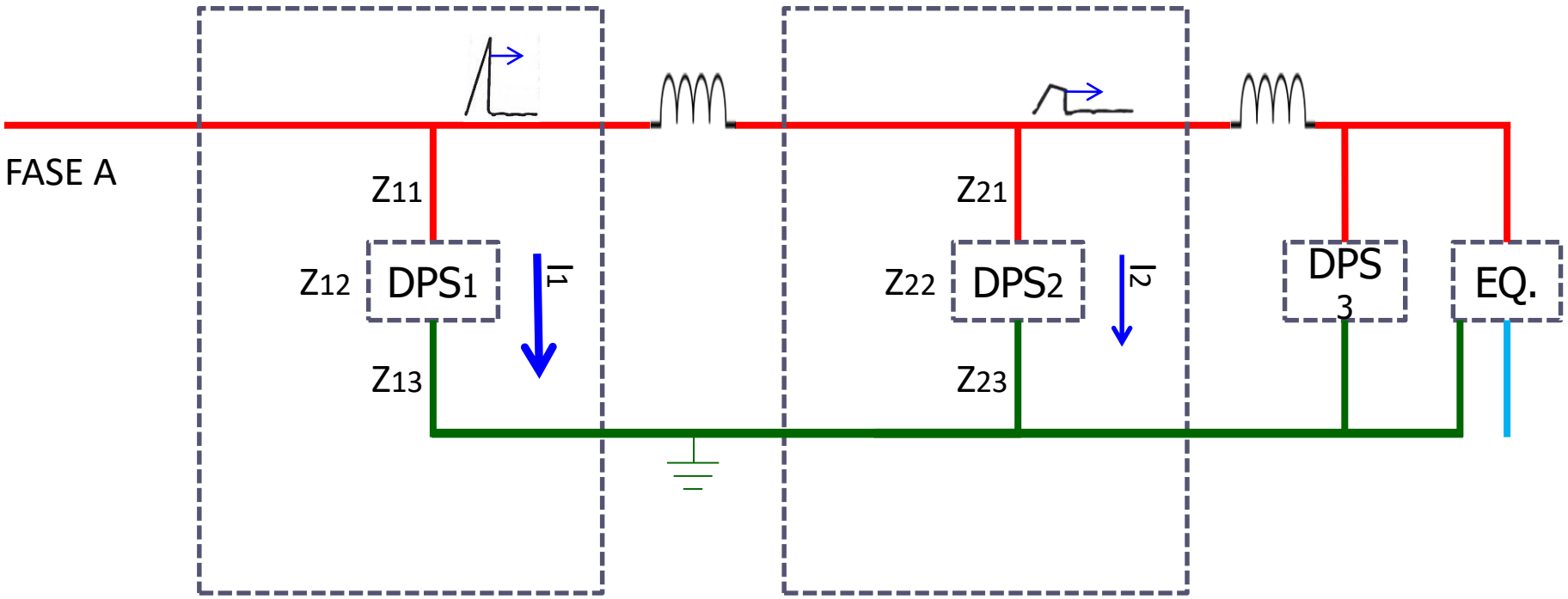

QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO PRINCIPAL (BEP)

QUADRO SECUNDÁRIO



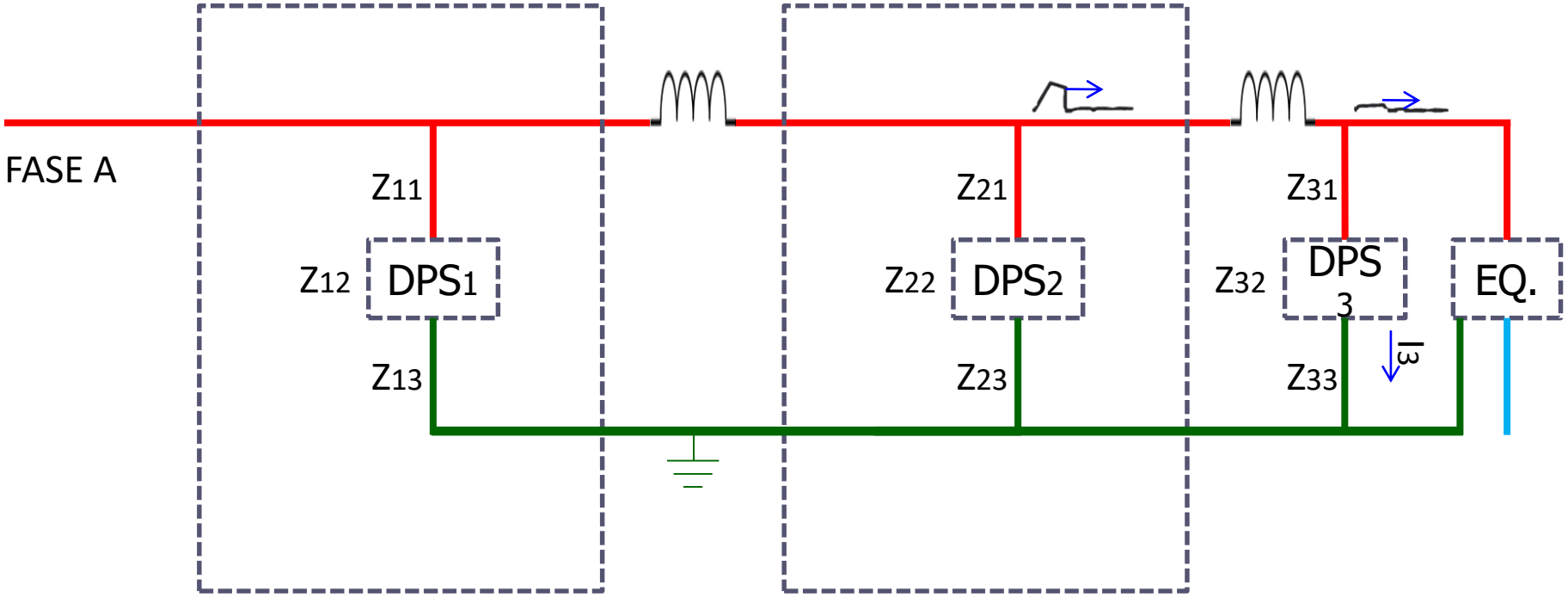

QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO PRINCIPAL (BEP)

QUADRO SECUNDÁRIO



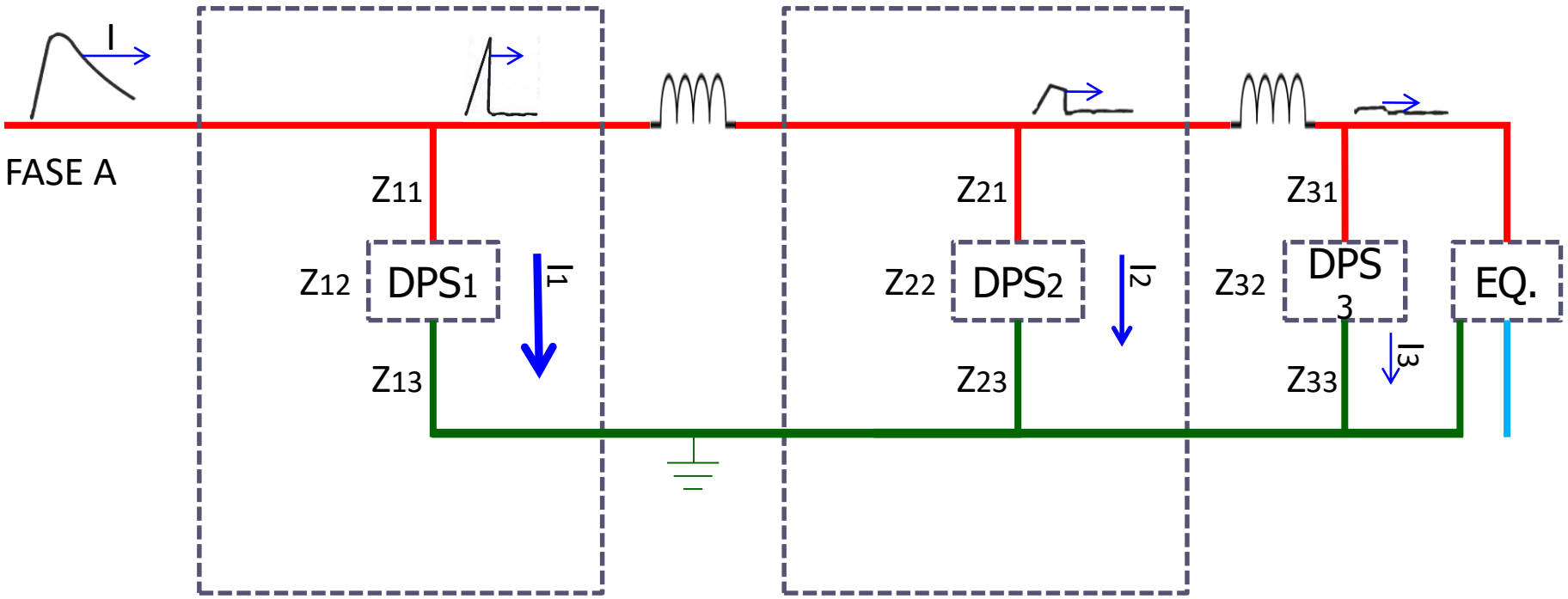

QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO PRINCIPAL (BEP)

QUADRO SECUNDÁRIO



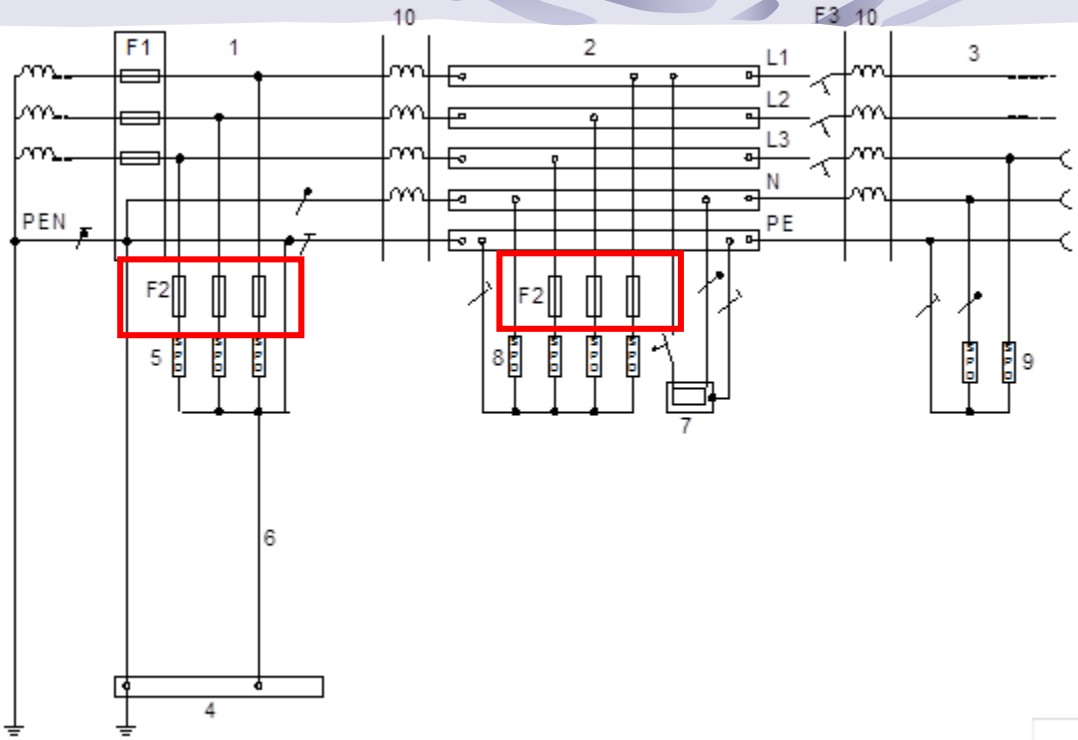

QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO PRINCIPAL (BEP)

QUADRO SECUNDÁRIO




QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO PRINCIPAL (BEP)

QUADRO SECUNDÁRIO




**Legenda**

1 origem da instalação

2 quadro de distribuição

3 tomada

4 terminal ou barra de equipotencialização principal

5 dispositivos de proteção contra surto, ensaiado como classe 1 ou 2

6 conexões de aterramento (condutor de aterramento) do dispositivo de proteção contra surto

7 equipamento fixo protegido

8 dispositivo de proteção contra surtos, ensaiado como classe 2

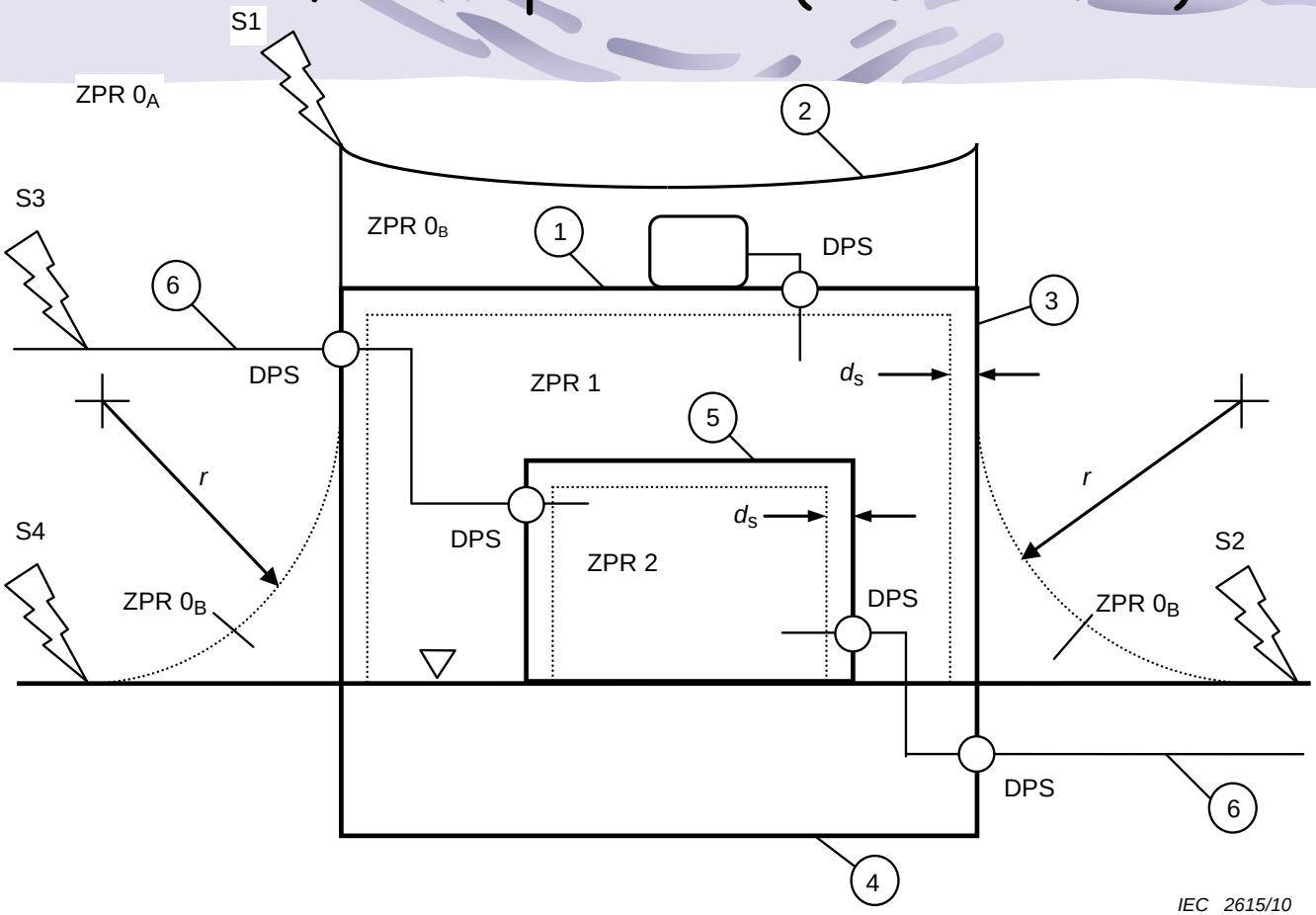
9 dispositivo de proteção contra surtos, ensaiado como classe 2 ou classe 3

10 elemento de desacoplamento ou comprimento da linha

F1, F2, F3 dispositivos de proteção contra sobrecorrentes

Figura D.1 – Exemplo de instalação de DPS classe 1, classe 2 e classe 3.

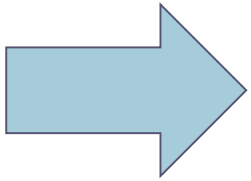
# ZPR definidas por MPS (NBR 5419-4)

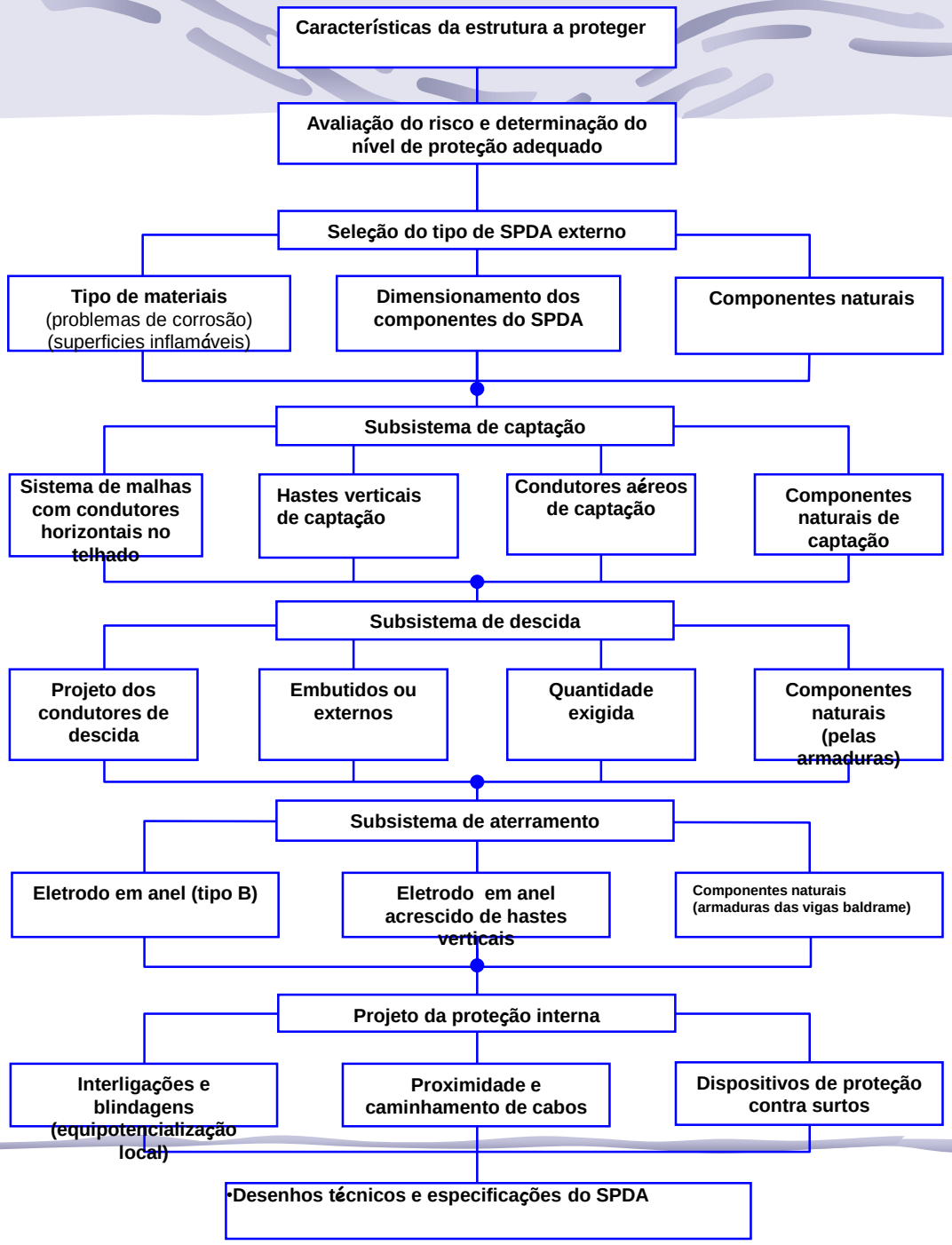



| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Estrutura (blindagem da ZPR 1) | S1 | Descarga na estrutura |
| 2 | Subsistema de captação | S2 | Descarga perto da estrutura |
| 3 | Subsistema de descida | S3 | Descarga em linhas ou tubulações que adentram na estrutura |
| 4 | Subsistema de aterramento | S4 | Descarga perto de linhas ou tubulações que adentram na estrutura |
| 5 | Recinto (blindagem da ZPR 2) | $r$ | Raio da esfera rolante |
| 6 | Linhas e tubulações que adentram na estrutura | $d_s$ | Distância de segurança contra campo magnético muito elevado |

# PROJETO

## SPDA



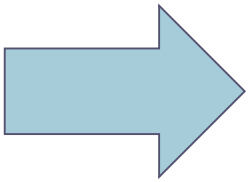



IEC 62305-3

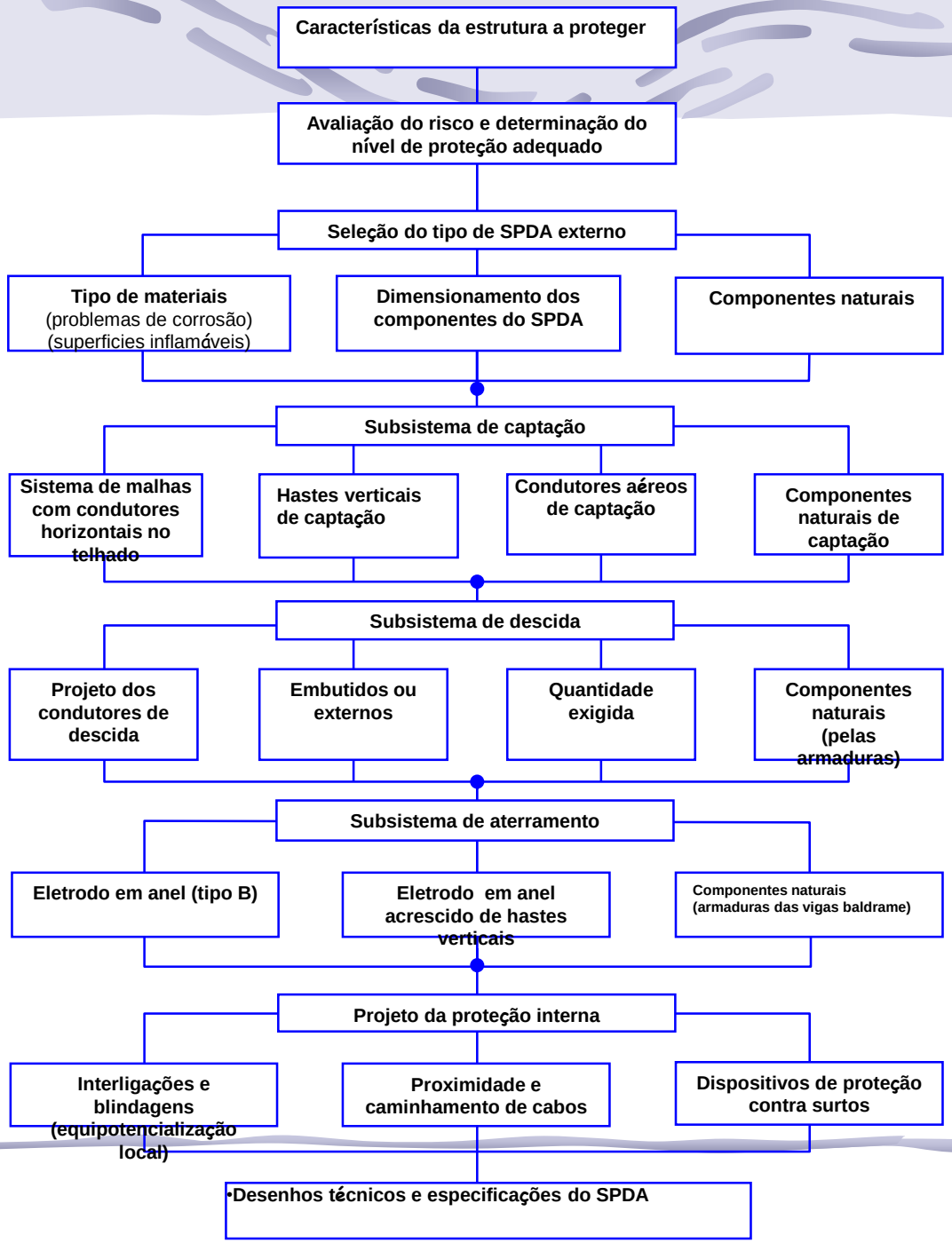
# RESULTADO DA ANÁLISE DE RISCO

CONSIDERANDO CASO 1:

- INSTALAR NA ZONA 2:
  - SPDA N.P I
  - ALARME AUTOMÁTICO DE INCÊNDIO
  - SIST. COORD. DPS N.P II (ENERGIA)
  - SIST. COORD. DPS N.P II (TCM)



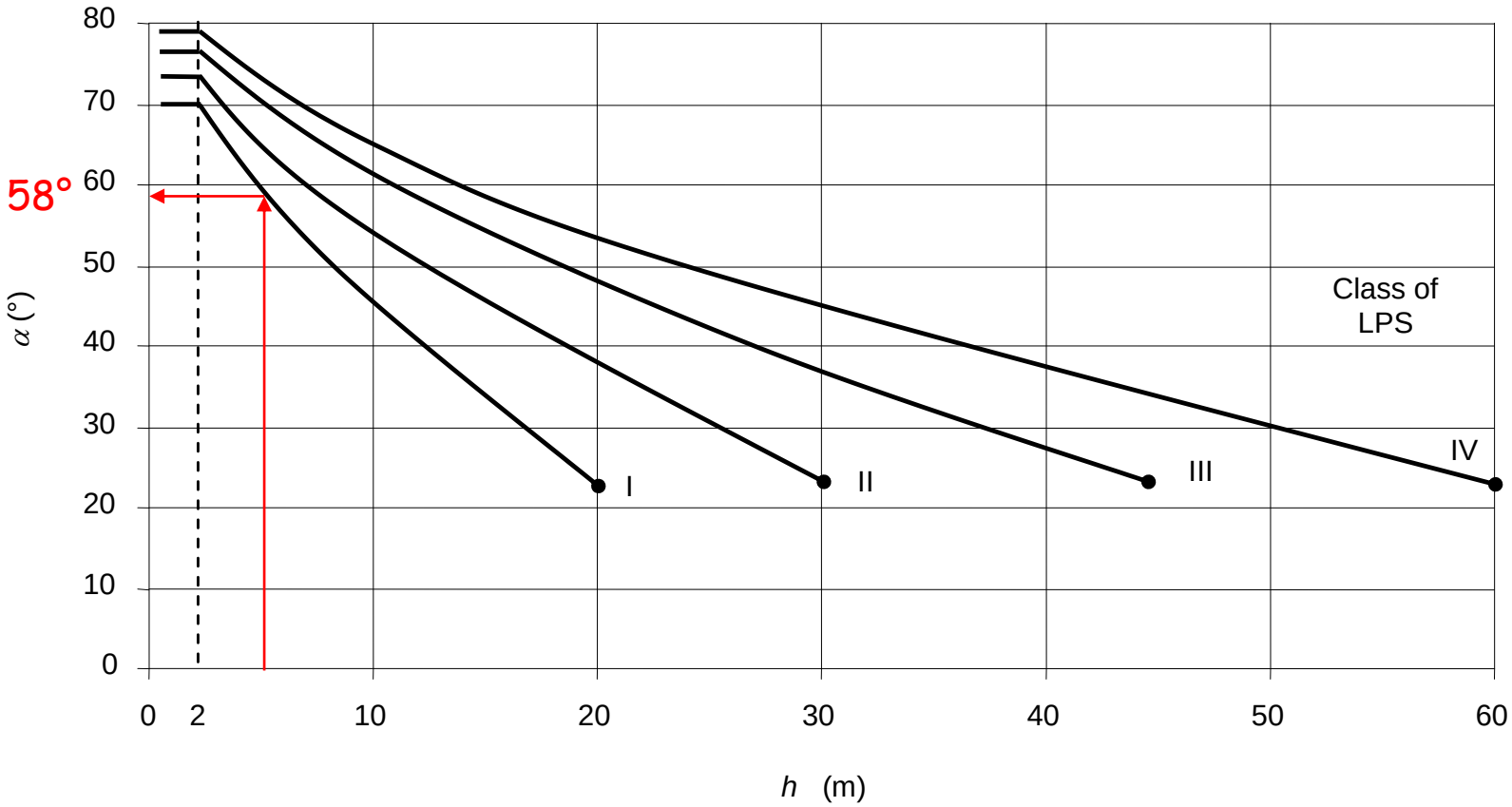
**CAPTAÇÃO**

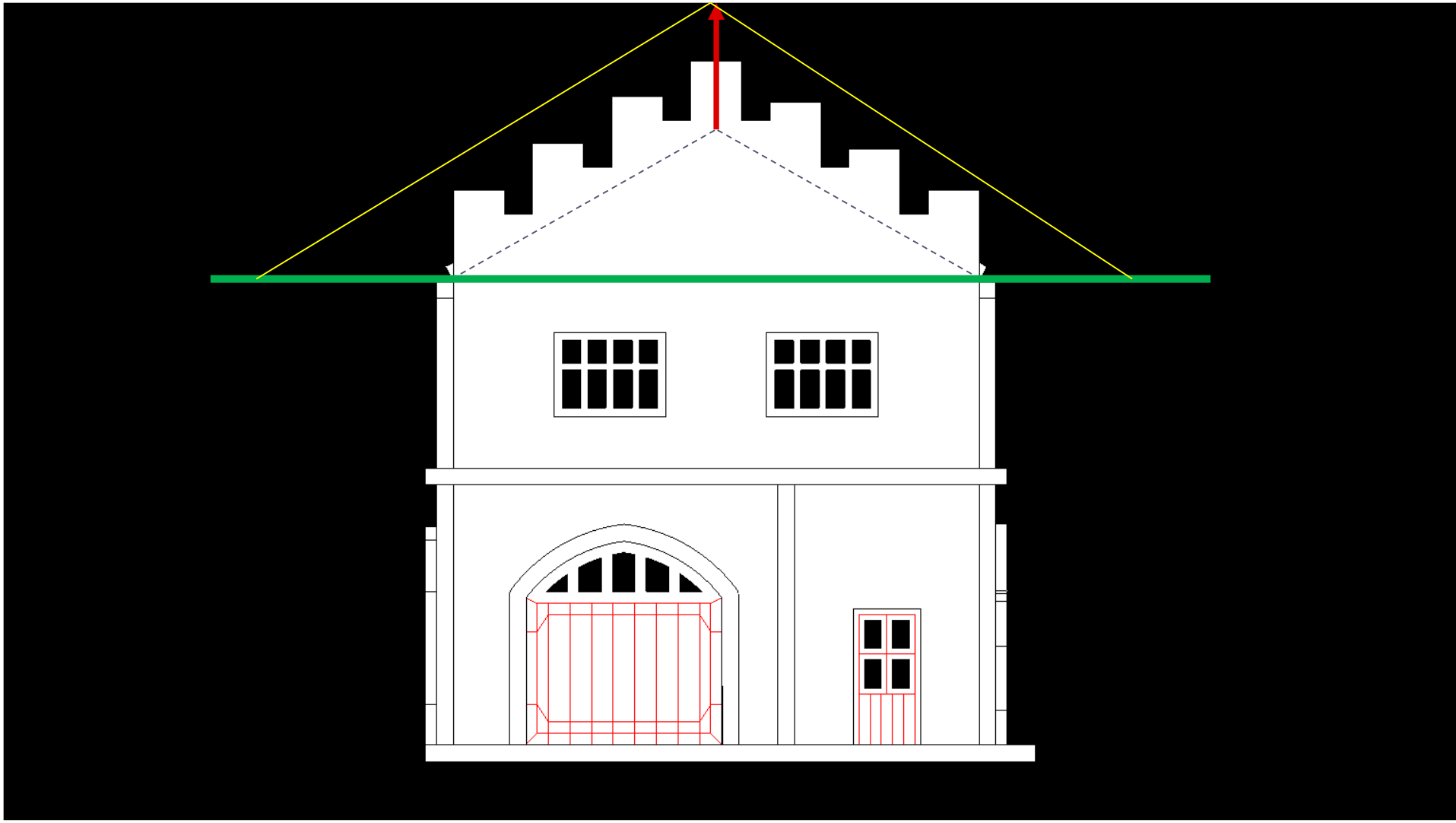



IEC 62305-3

# METODO DE FRANKLIN:

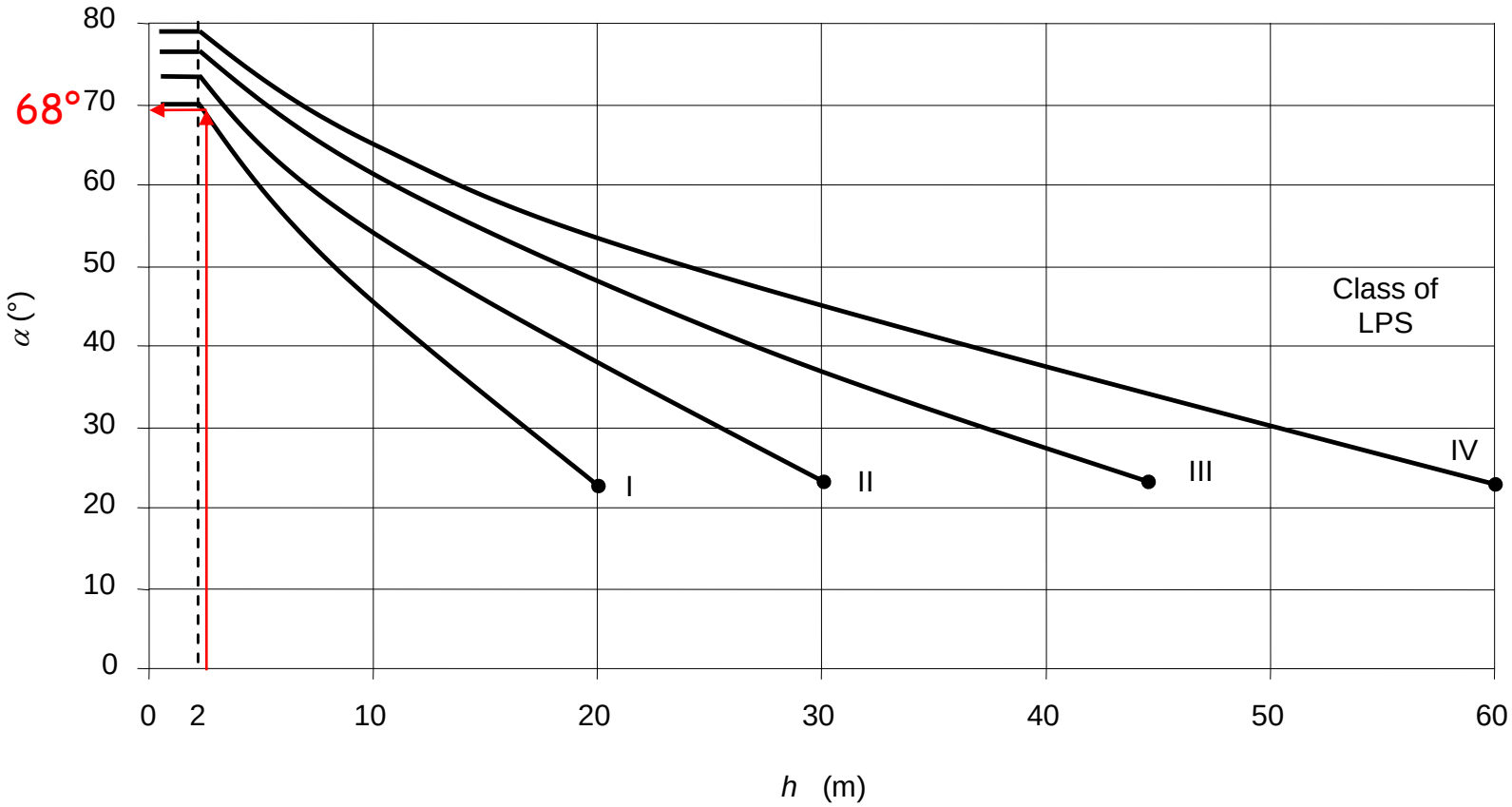
Hastes de 2,5 m: Ponta até o plano de referencia: 5,5 m

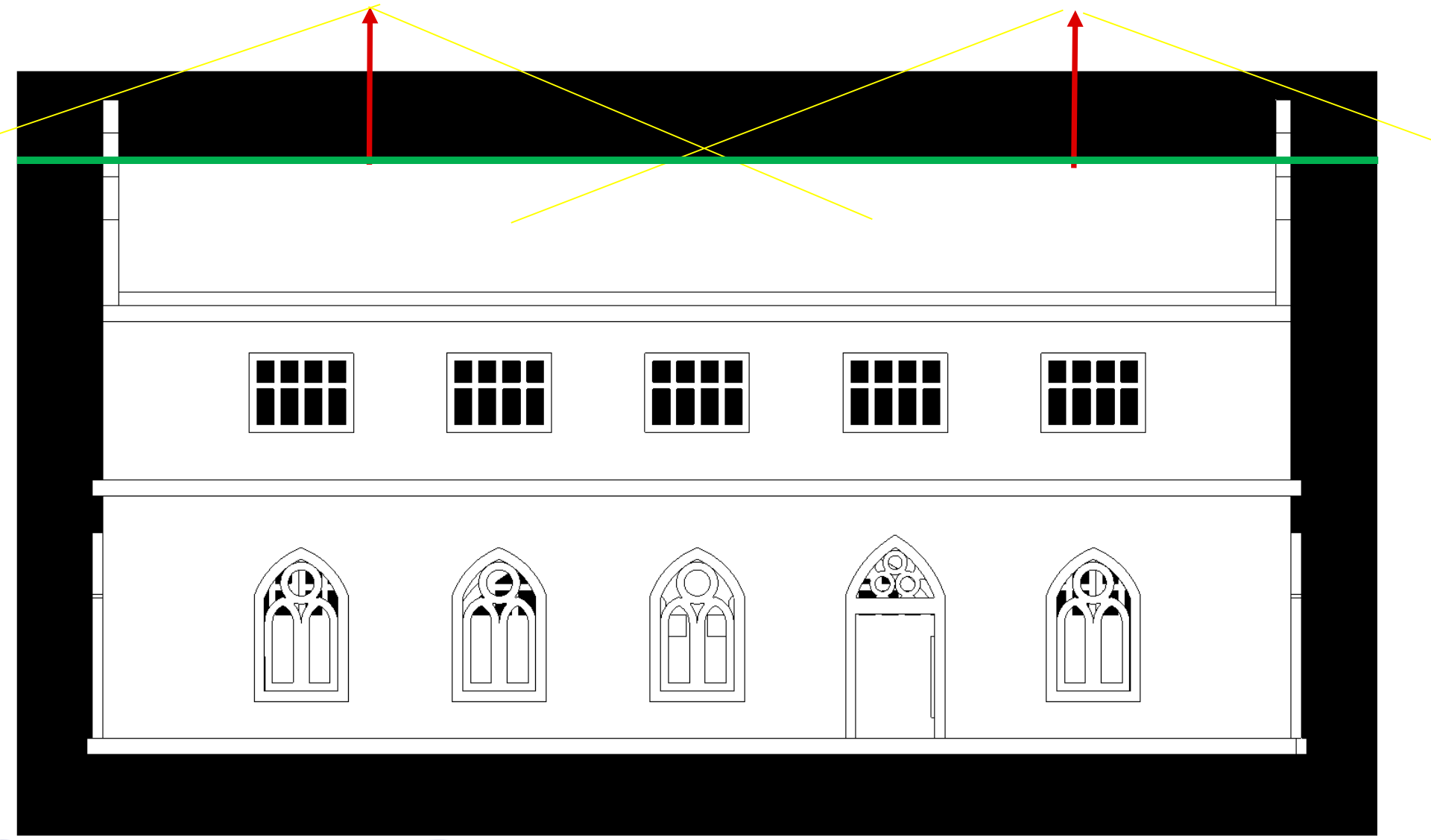




# METODO DE FRANKLIN:

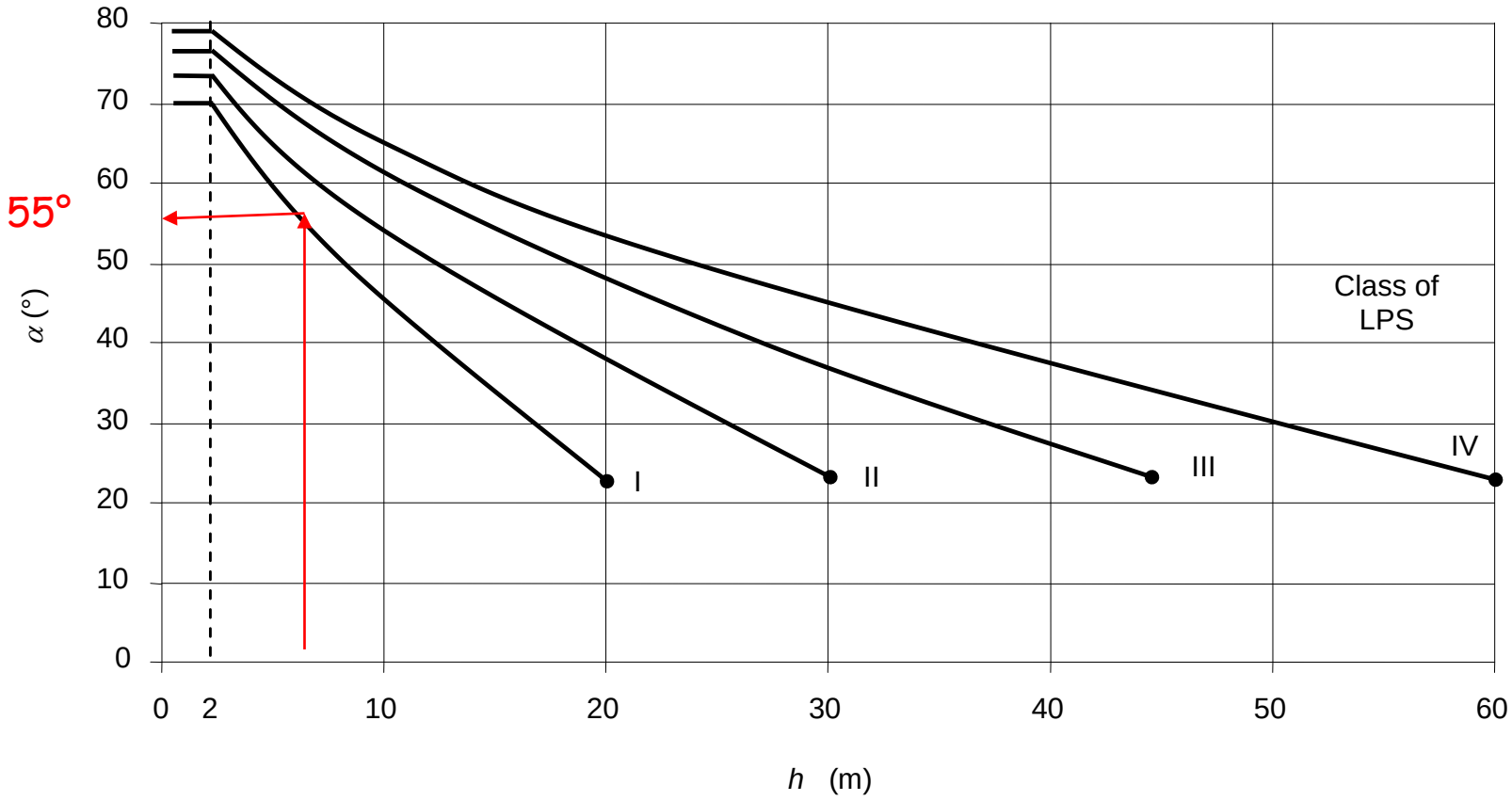
Hastes de 2,5 m: Ponta até o plano de referencia: 2,5 m

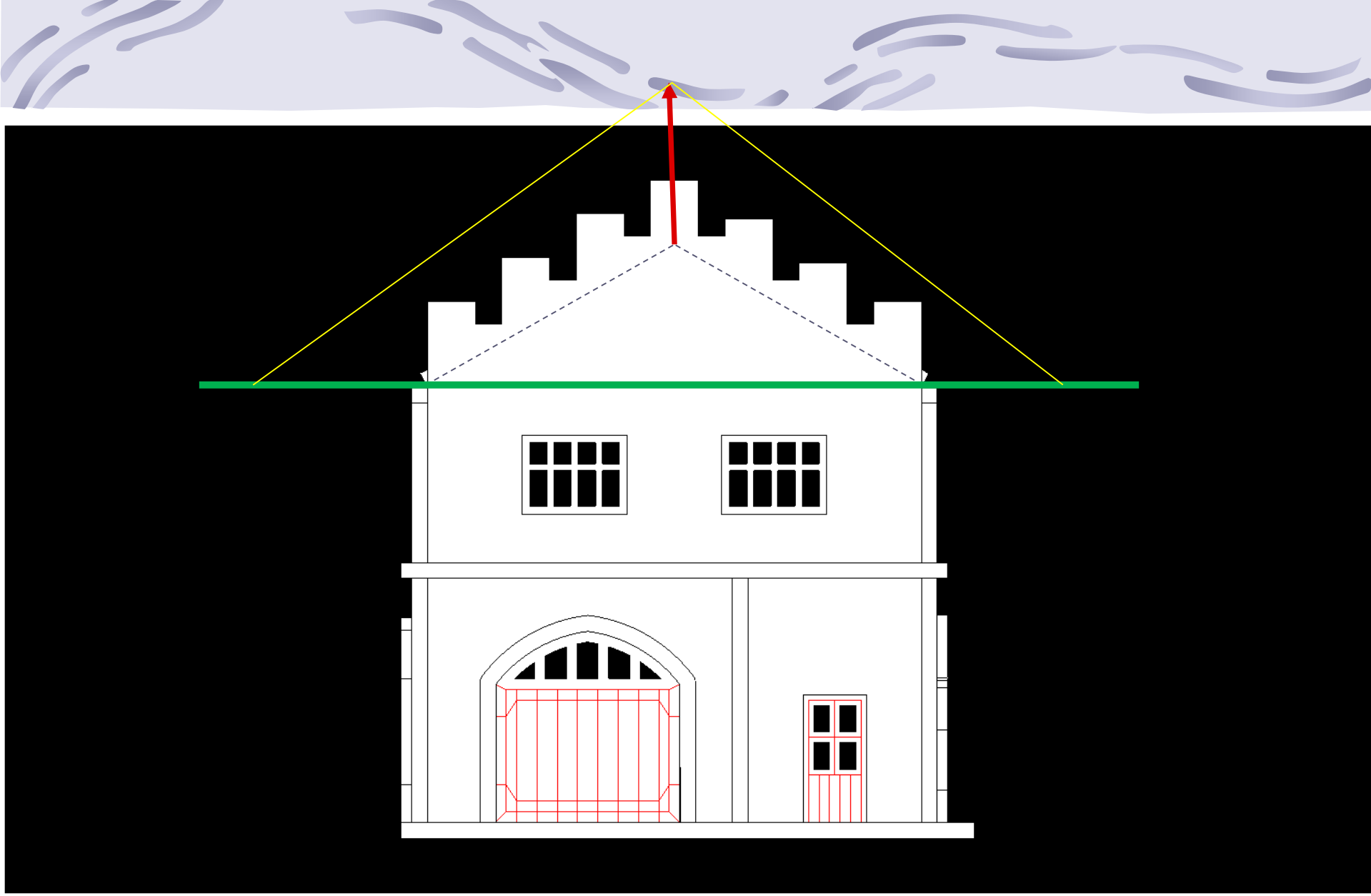




# METODO DE FRANKLIN:

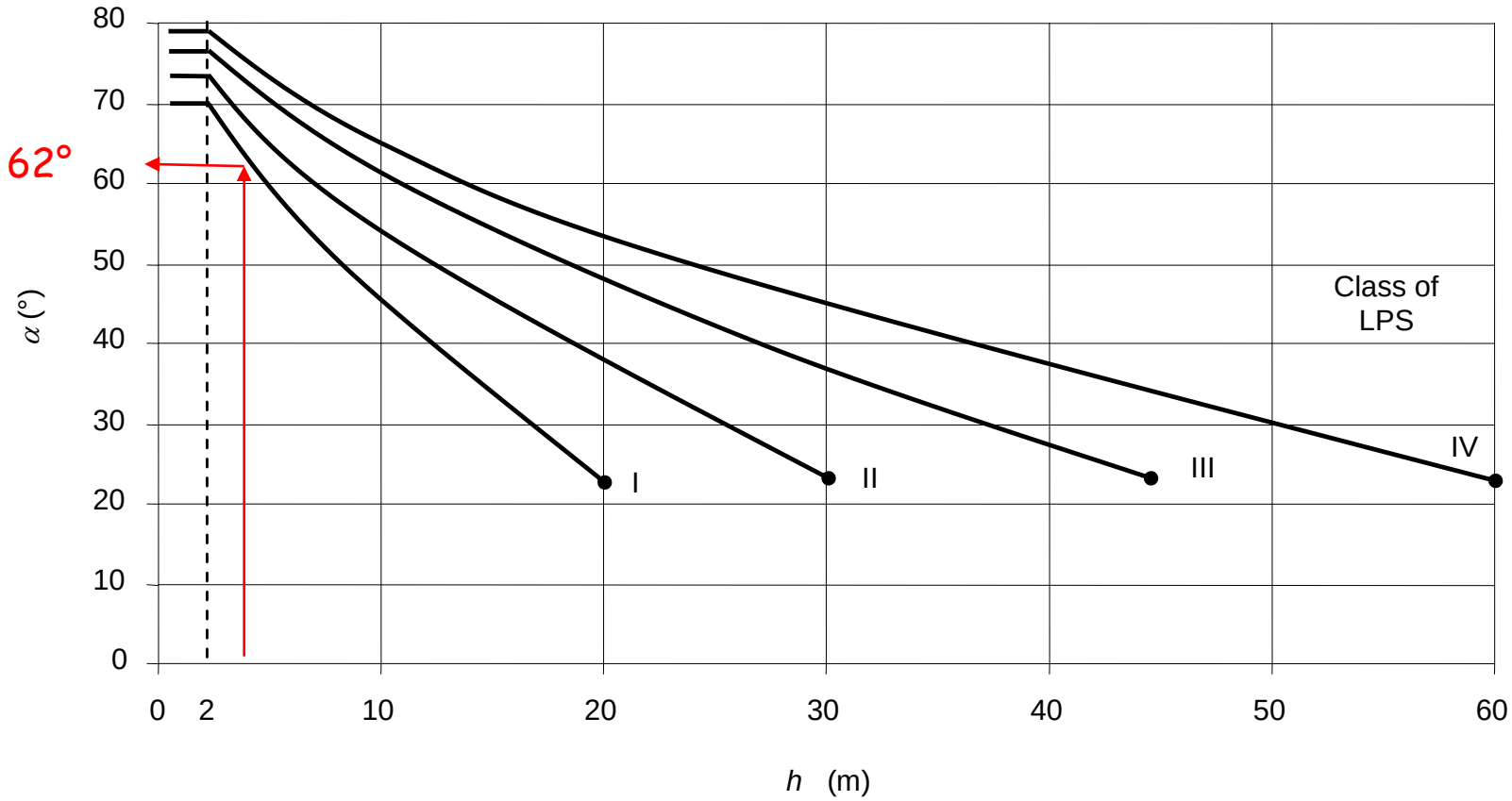
Hastes de 3,5 m: Ponta até o plano de referencia: 6,5 m

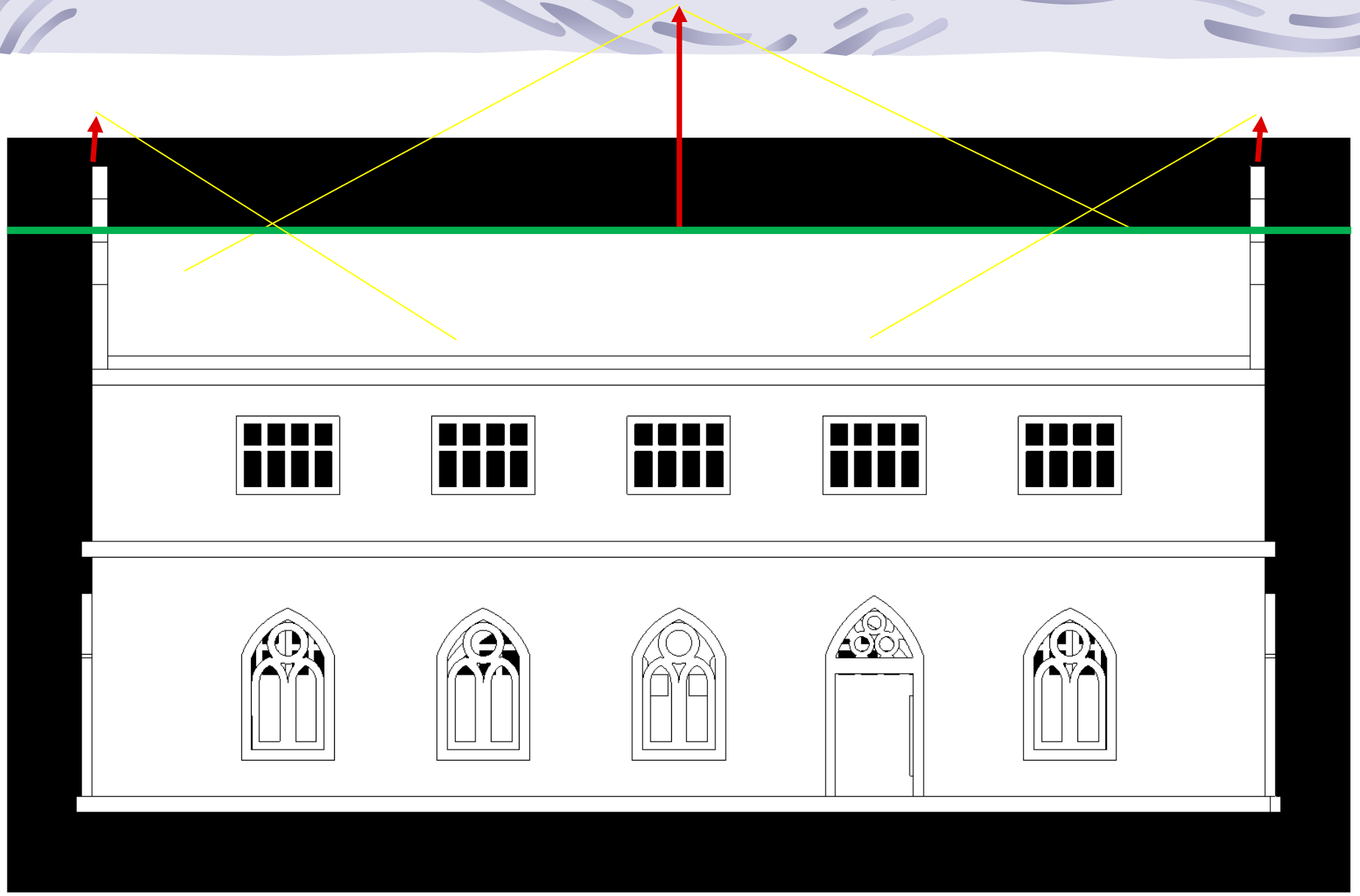




# METODO DE FRANKLIN:

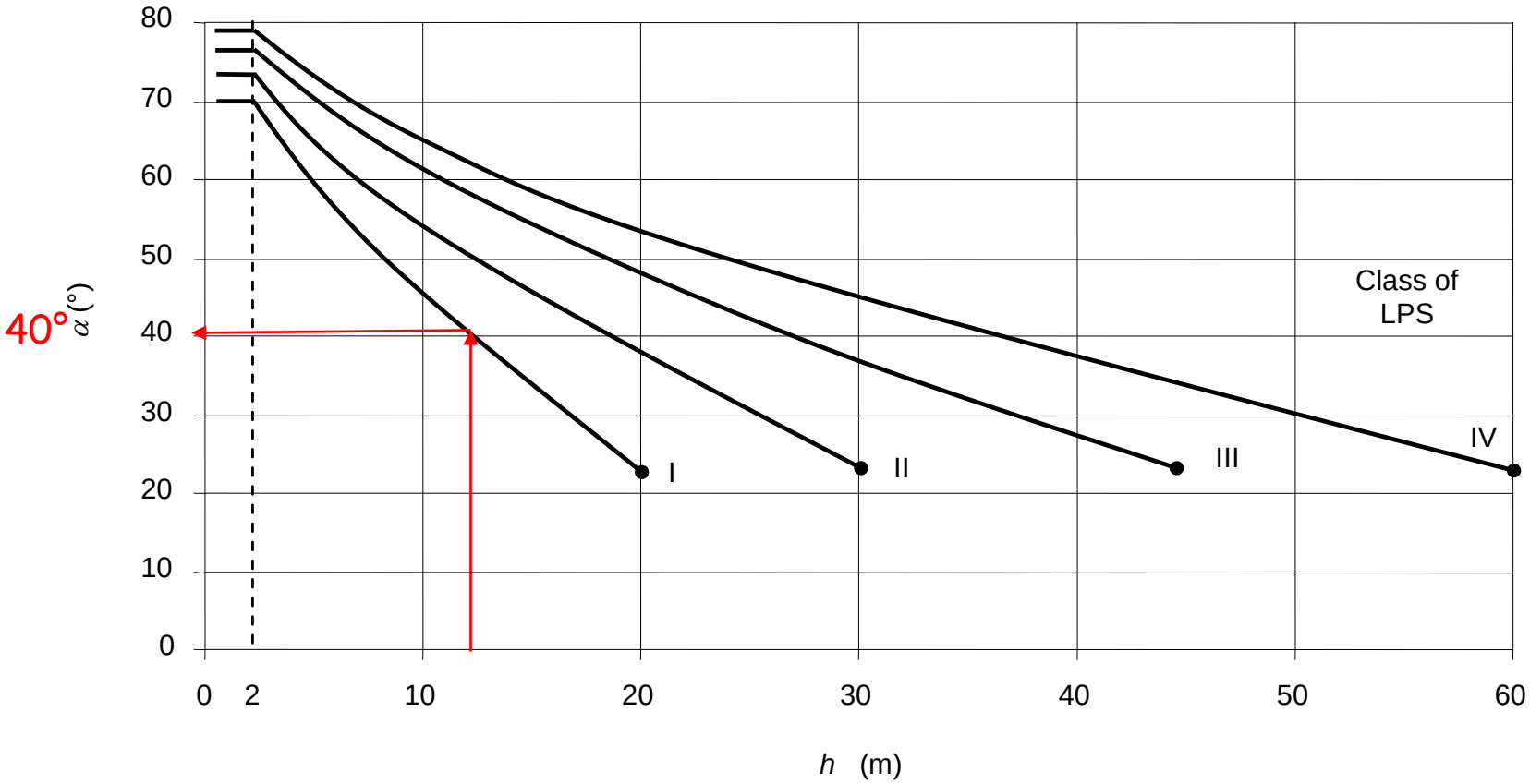
Hastes de 3,5 m: Ponta até o plano de referencia: 3,5 m

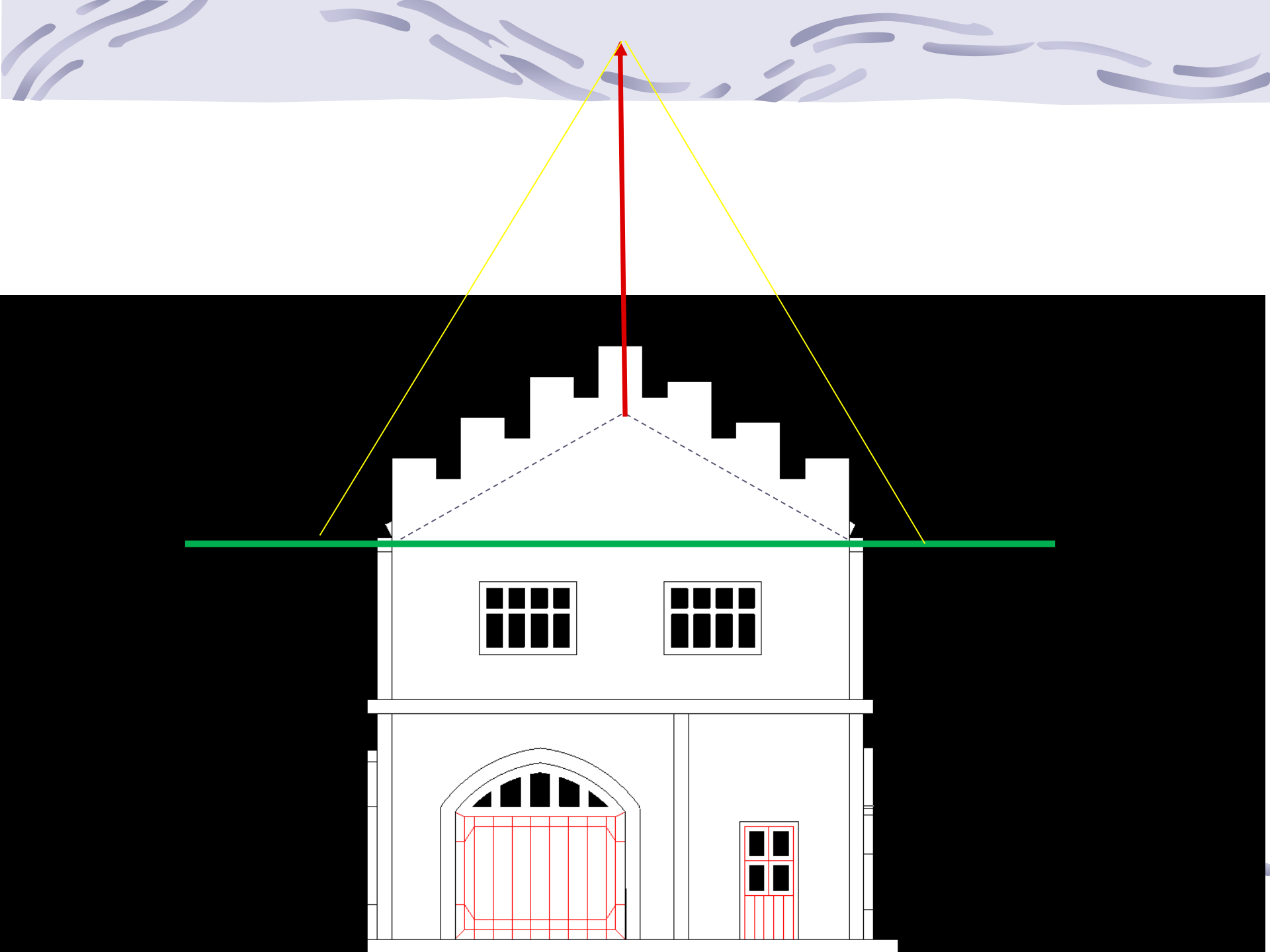




# METODO DE FRANKLIN:

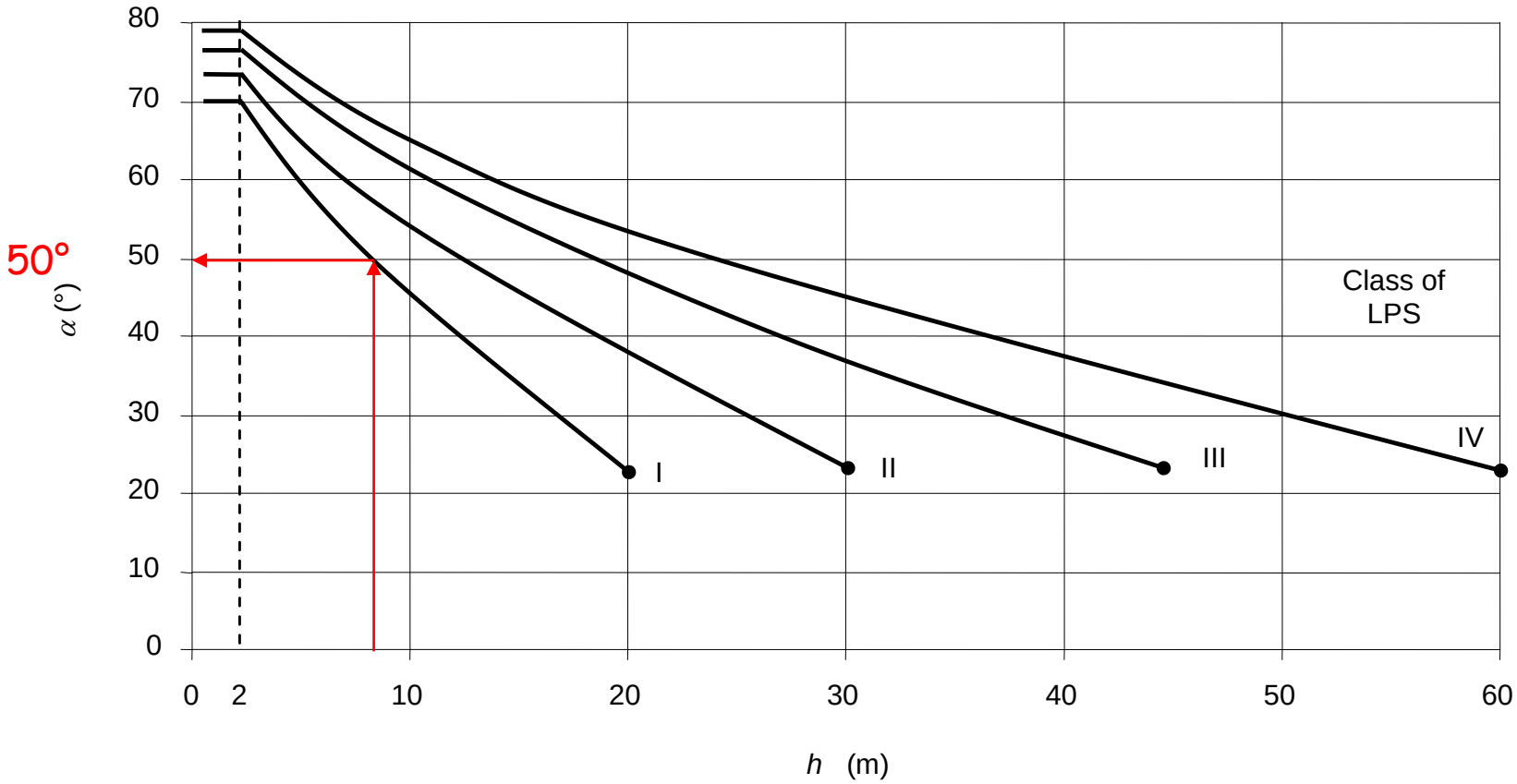
Hastes de 8,5 m: Ponta até o plano de referencia: 11,5 m

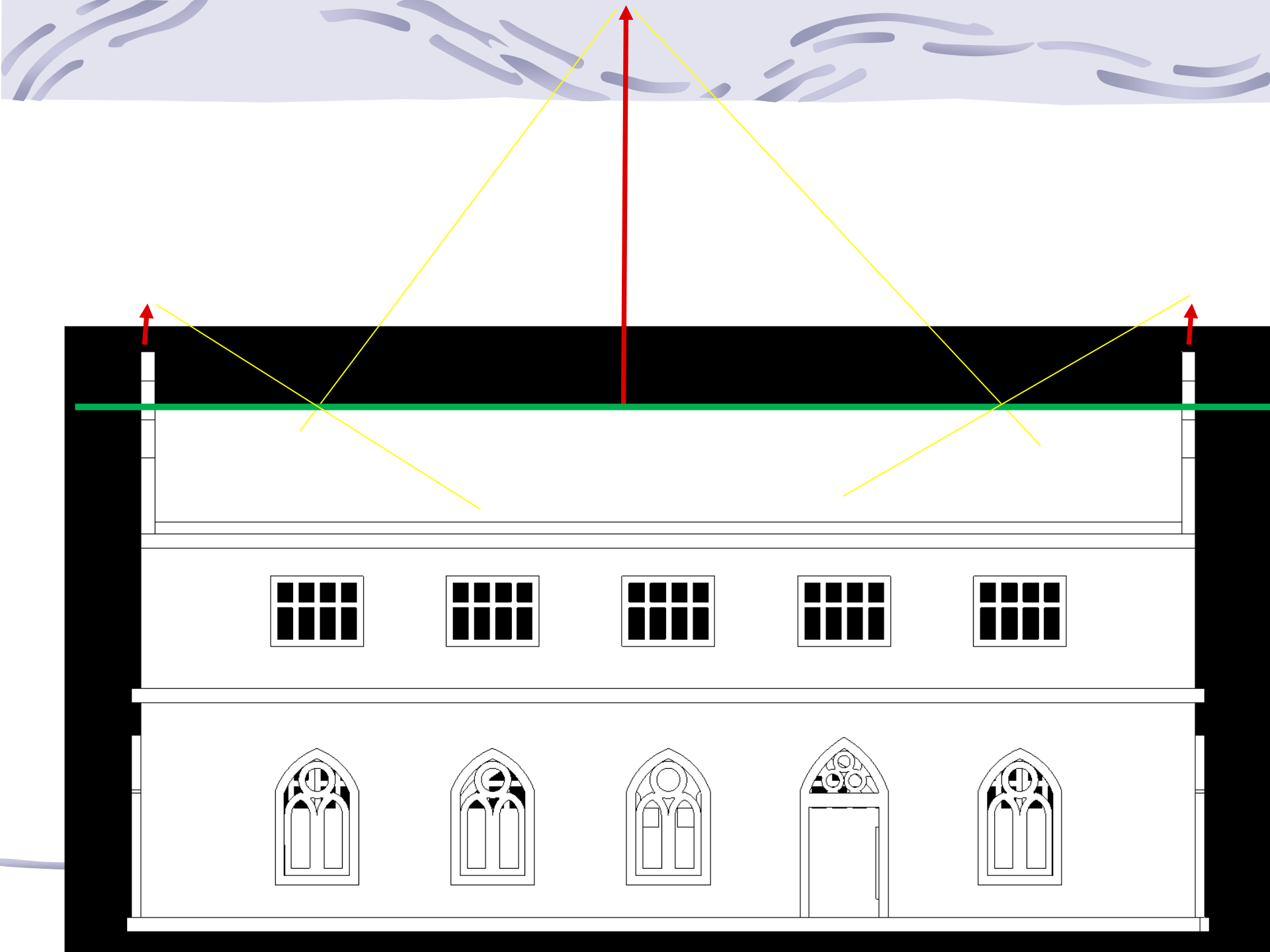




# METODO DE FRANKLIN:

Hastes de 8,5 m: Ponta até o plano de referencia: 8,5 m

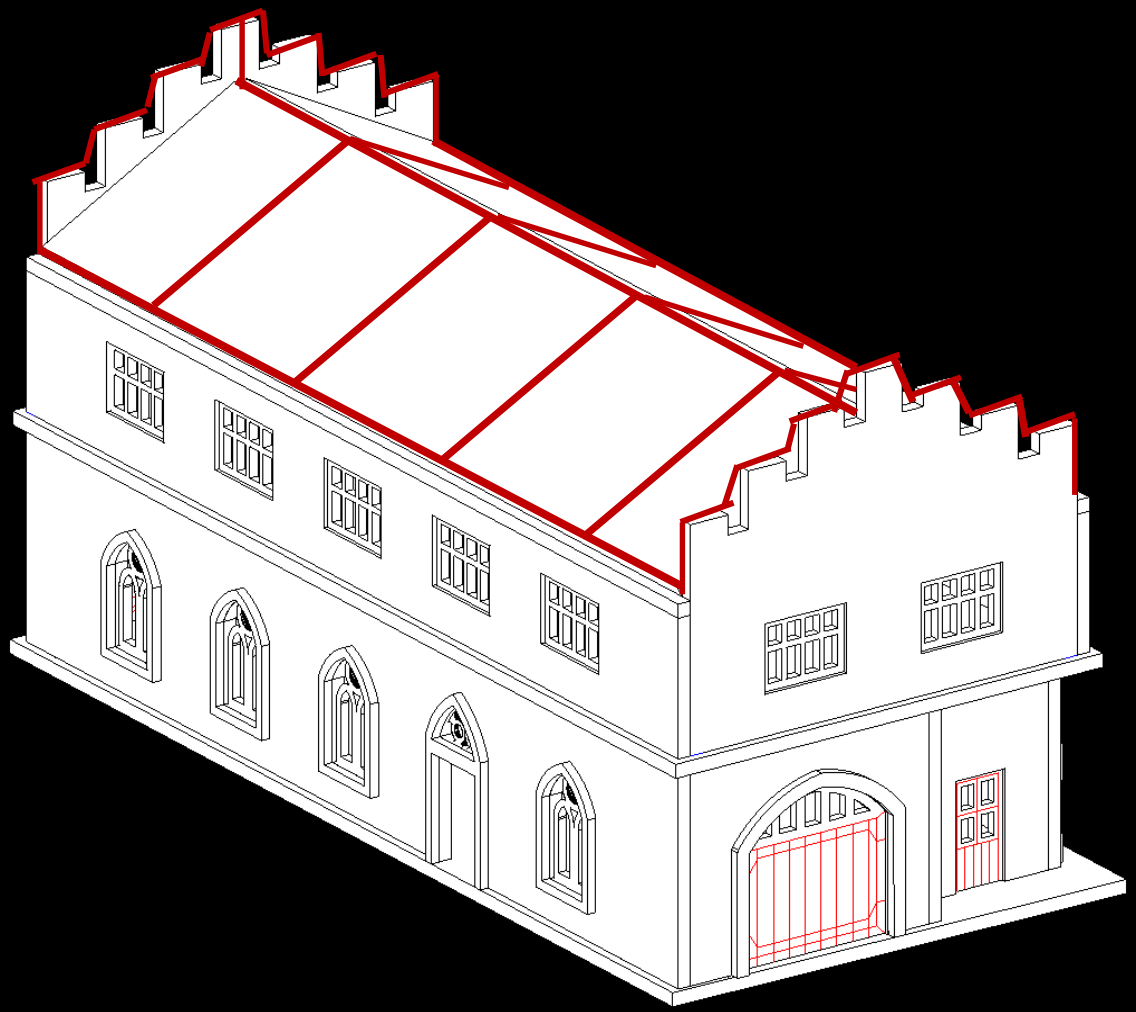




# METODO DE FARADAY:

CLASSE DO SPDA (NÍVEL DE PROTEÇÃO): I

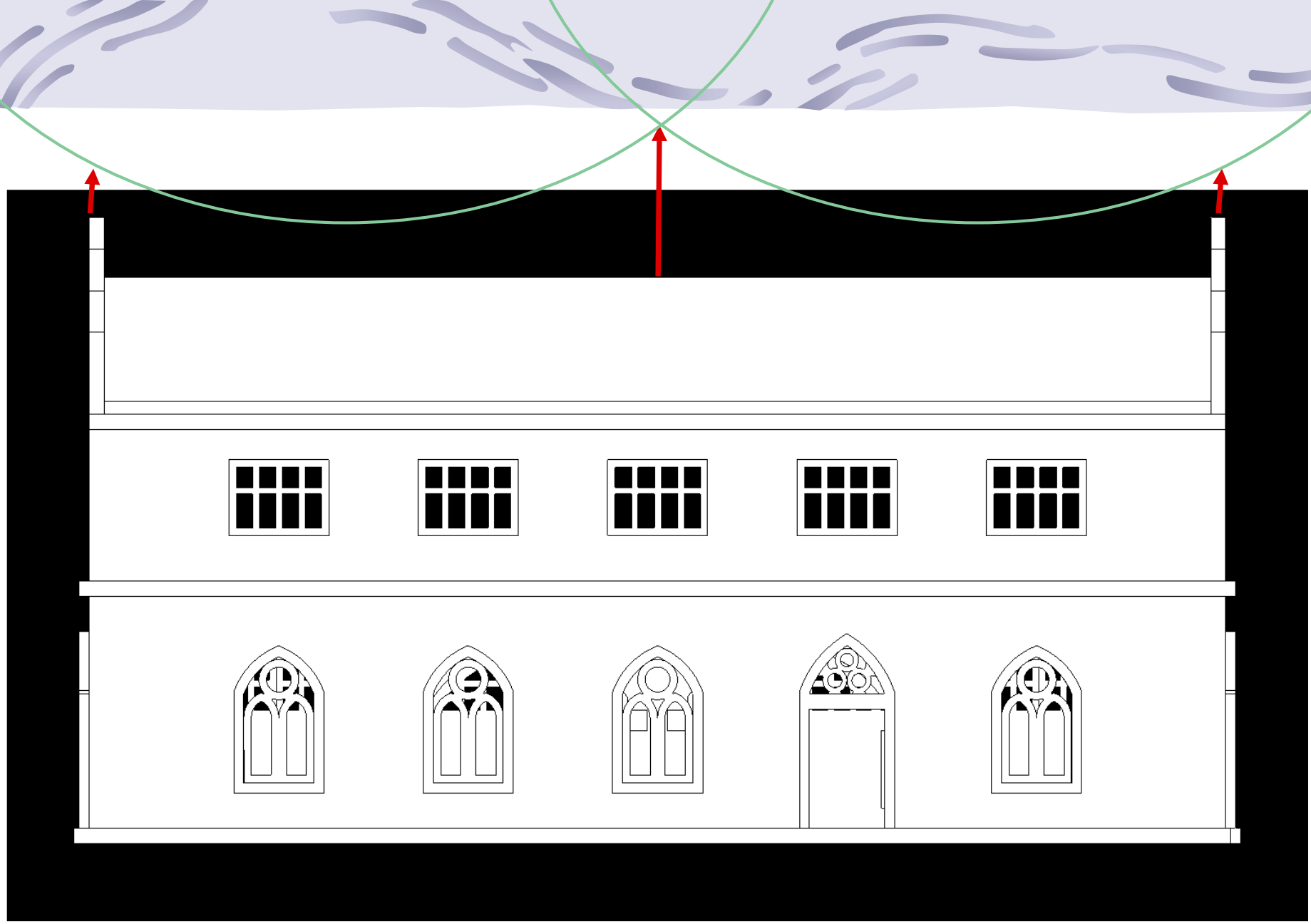
MÁXIMO AFASTAMENTO: 5 x 5 m

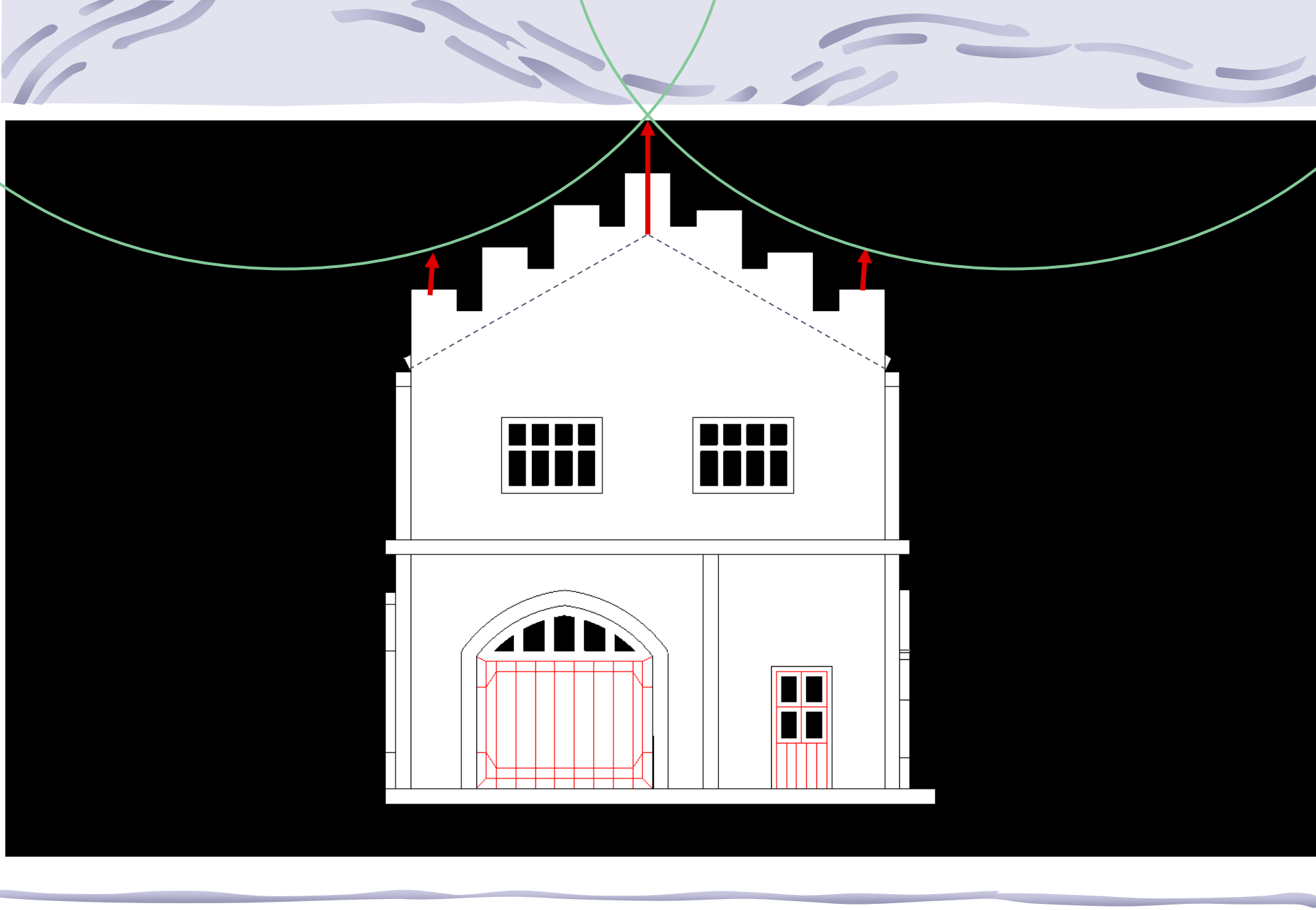


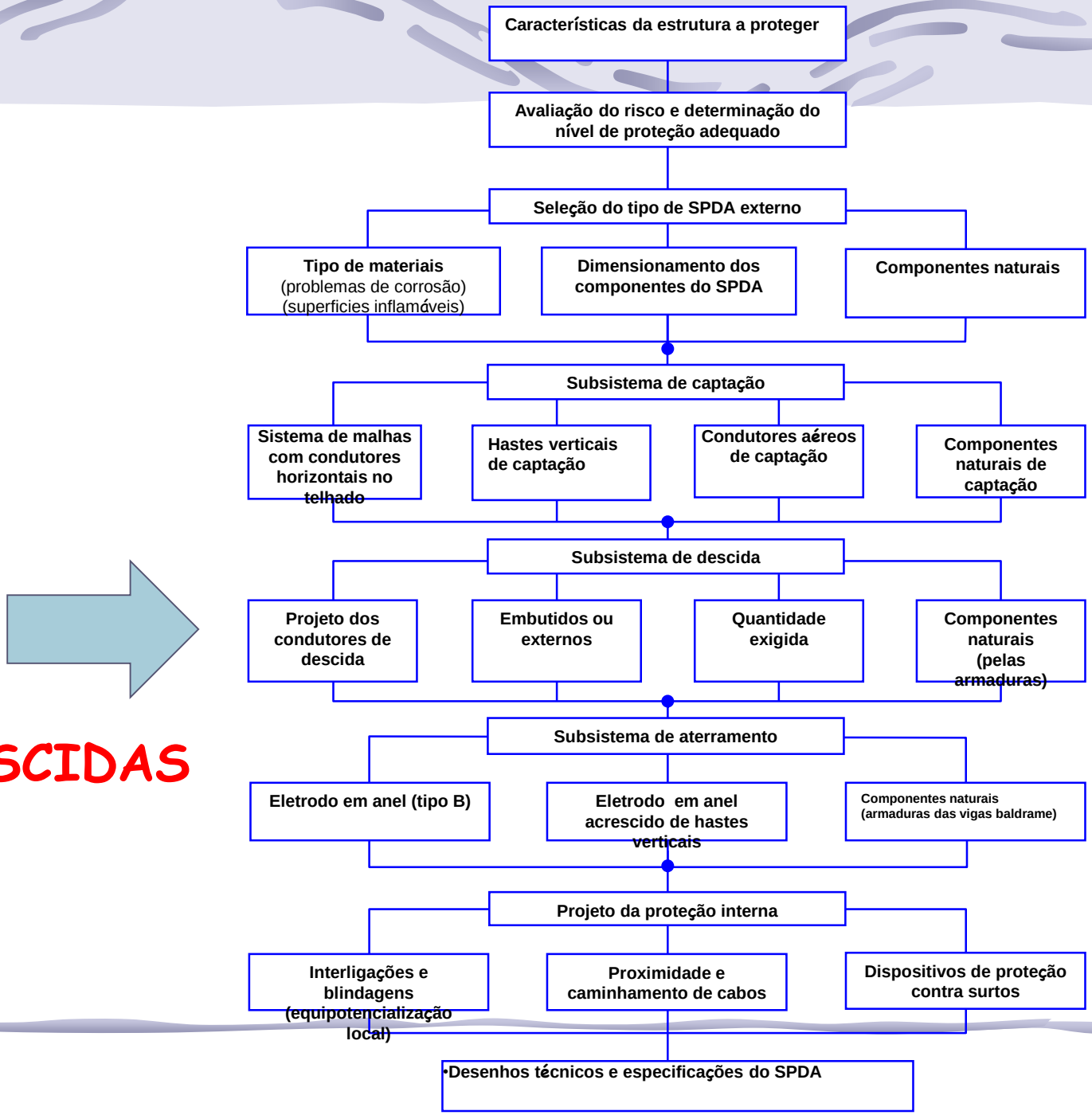
# METODO ELETROGEOMÉTRICO:

CLASSE DO SPDA (NÍVEL DE PROTEÇÃO): I

RAIO DA ESFERA ROLANTE: 20 m





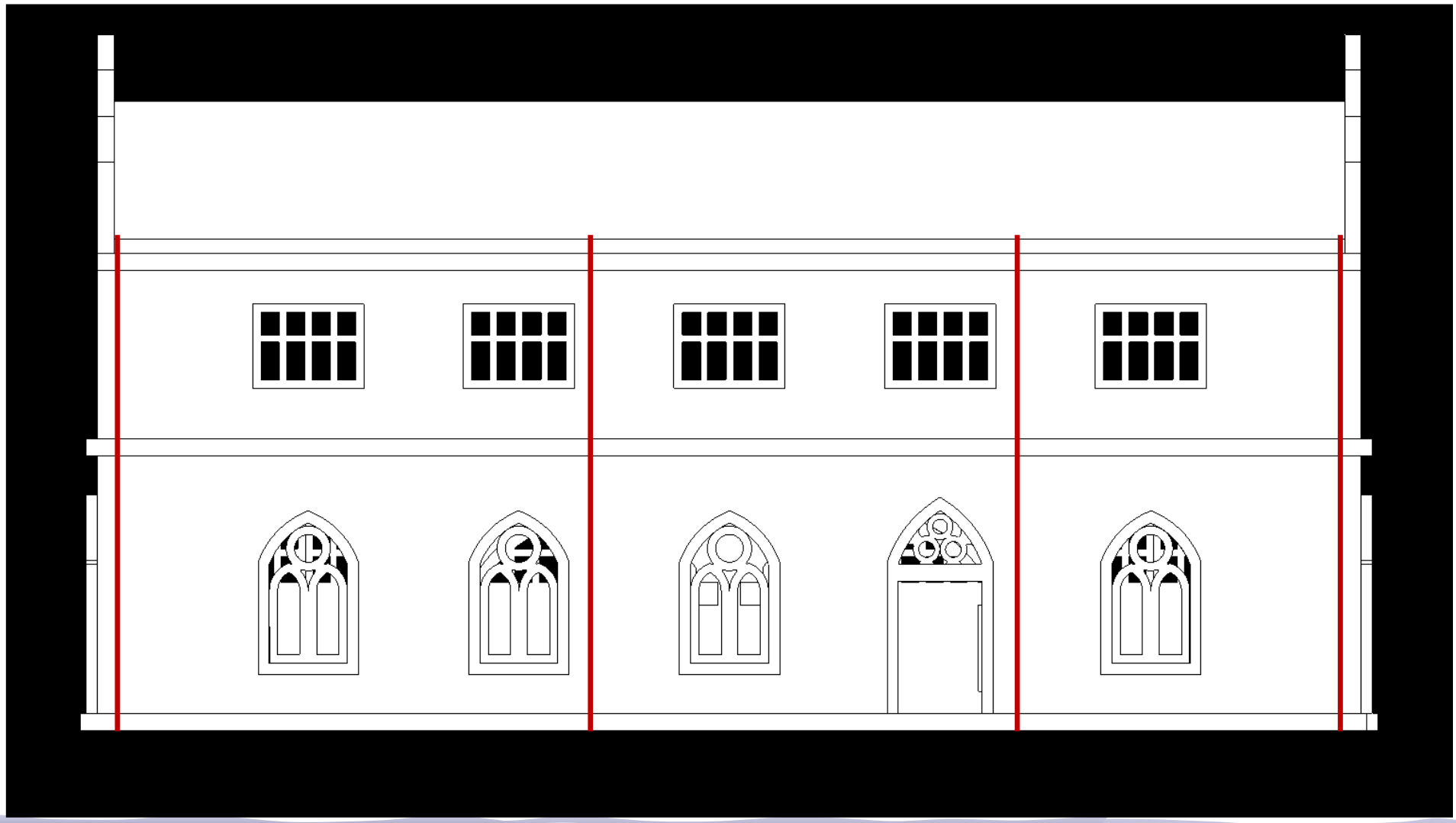



DESCIDAS

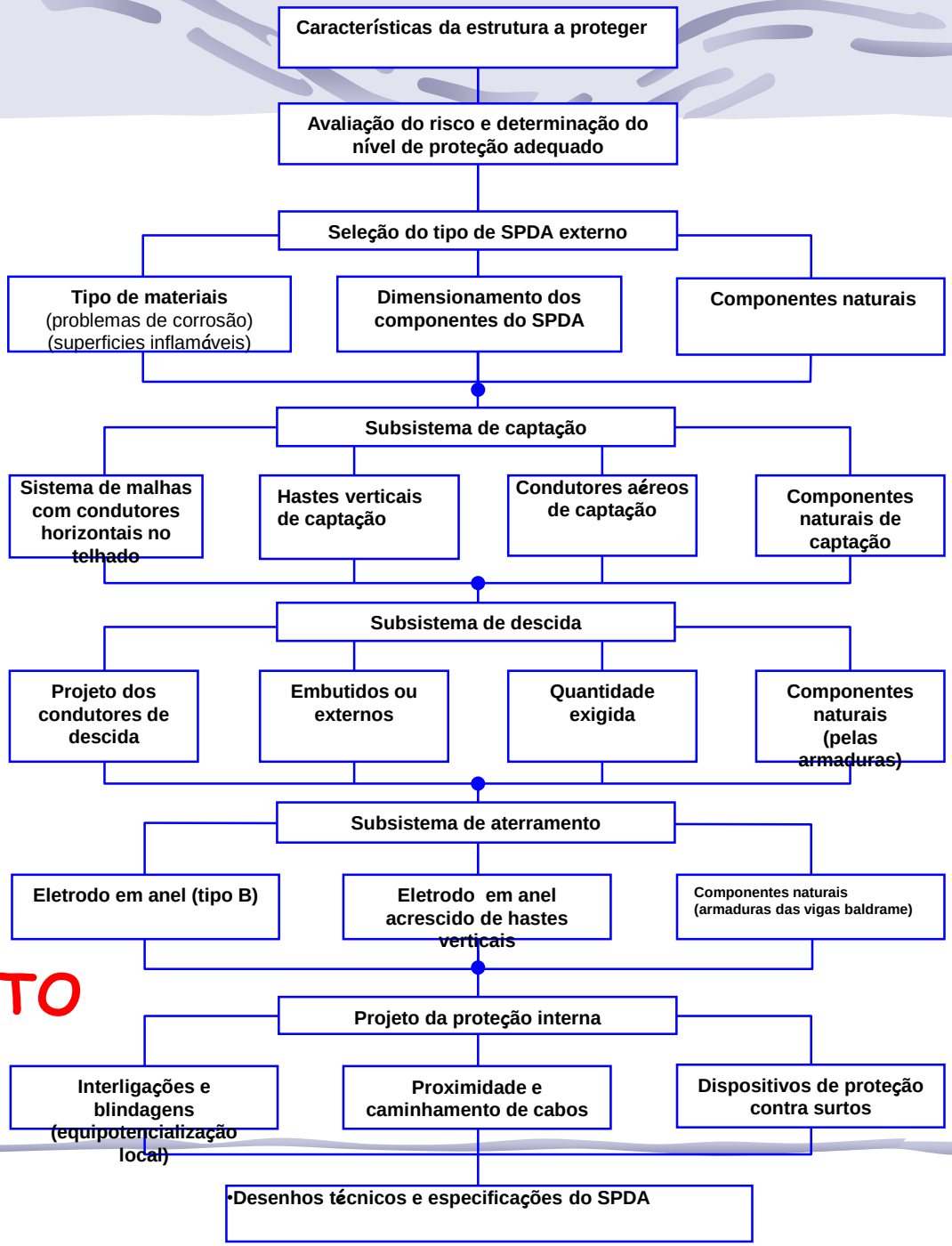
IEC 62305-3

PERÍMETRO DA ESTRUTURA: 66,6 m

Nº DE DESCIDAS: 6,6 = 7 DESCIDAS








ATERRAMENTO

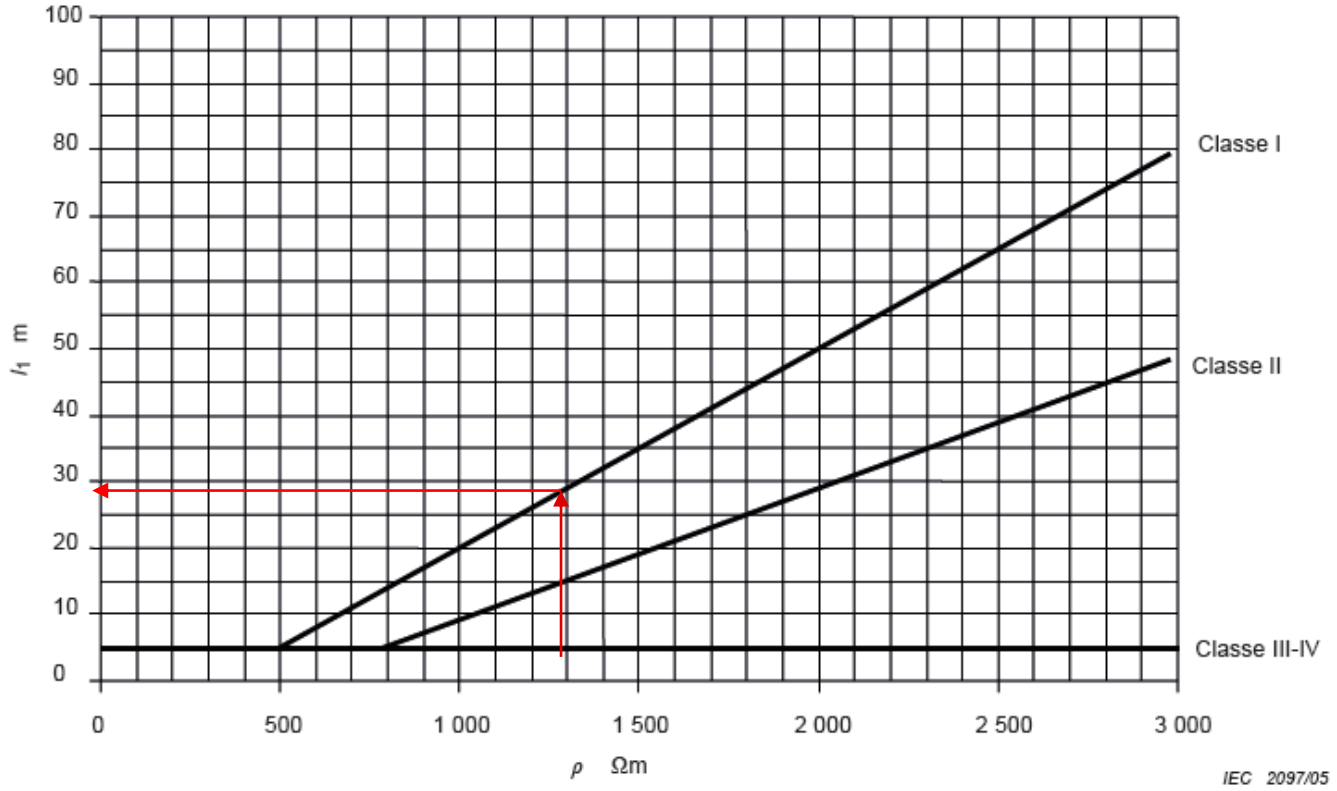
IEC 62305-3

ANEL DE ATERRAMENTO: 12 x 25,3 m

Área do anel: 303,6 $m^2$

Raio médio: 9,83 m

Resistividade do solo: 1293 Ω.m




NOTA 1 As classes III e IV são independentes da resistividade do solo.

NOTA 2 Para solos com resistividades maiores que 3 000 Ω.m, prolongar as curvas por meio das equações:

$$l_1 = 0{,}03\rho - 10 \text{ (para classe I)} \quad (1a)$$

$$l_1 = 0{,}02\rho - 11 \text{ (para a classe II)} \quad (1b)$$

**Figura 3 – Comprimento mínimo $l_1$ do eletrodo de aterramento de acordo com a classe do SPDA**

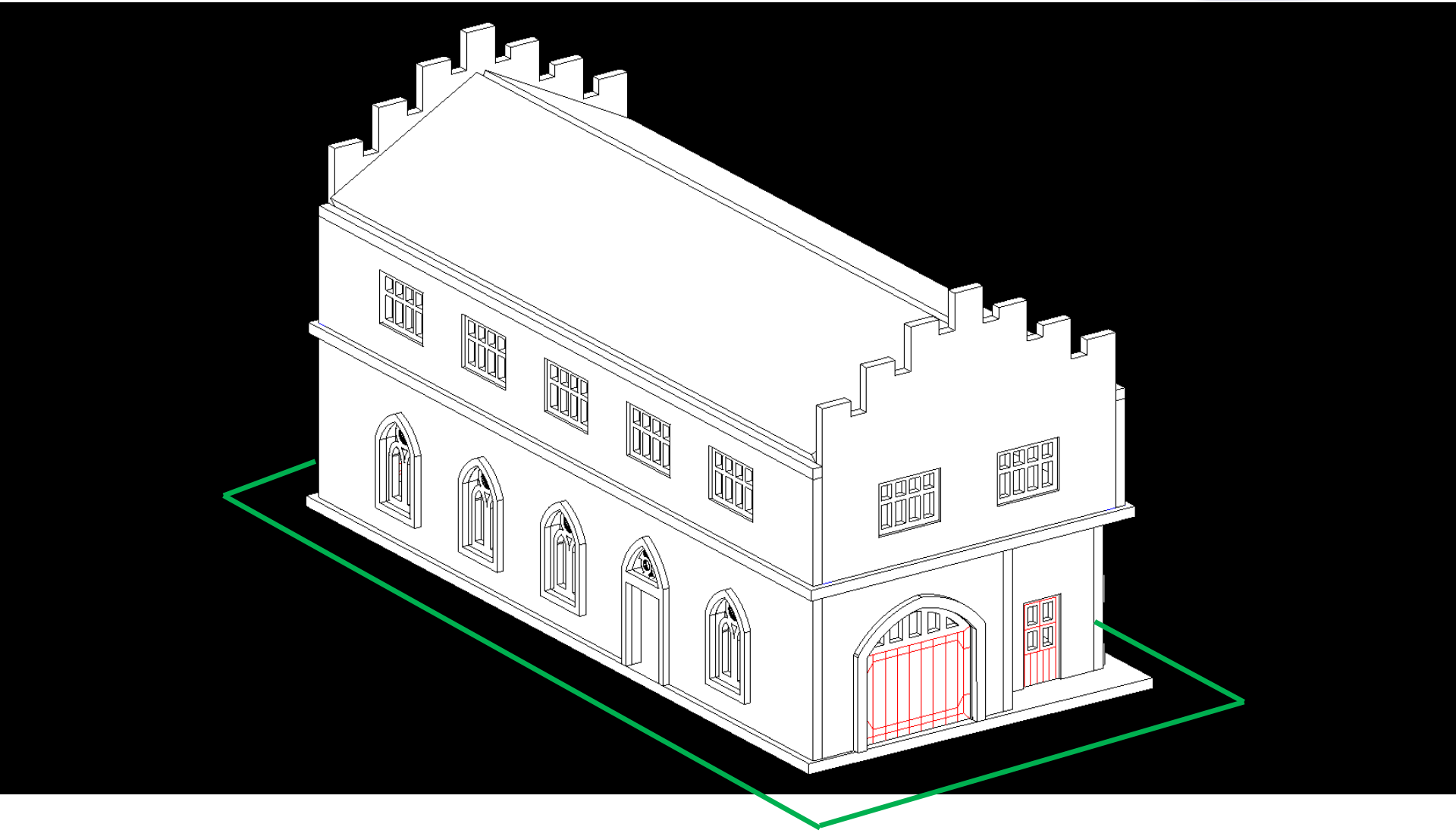
$l_1 = 28$ m

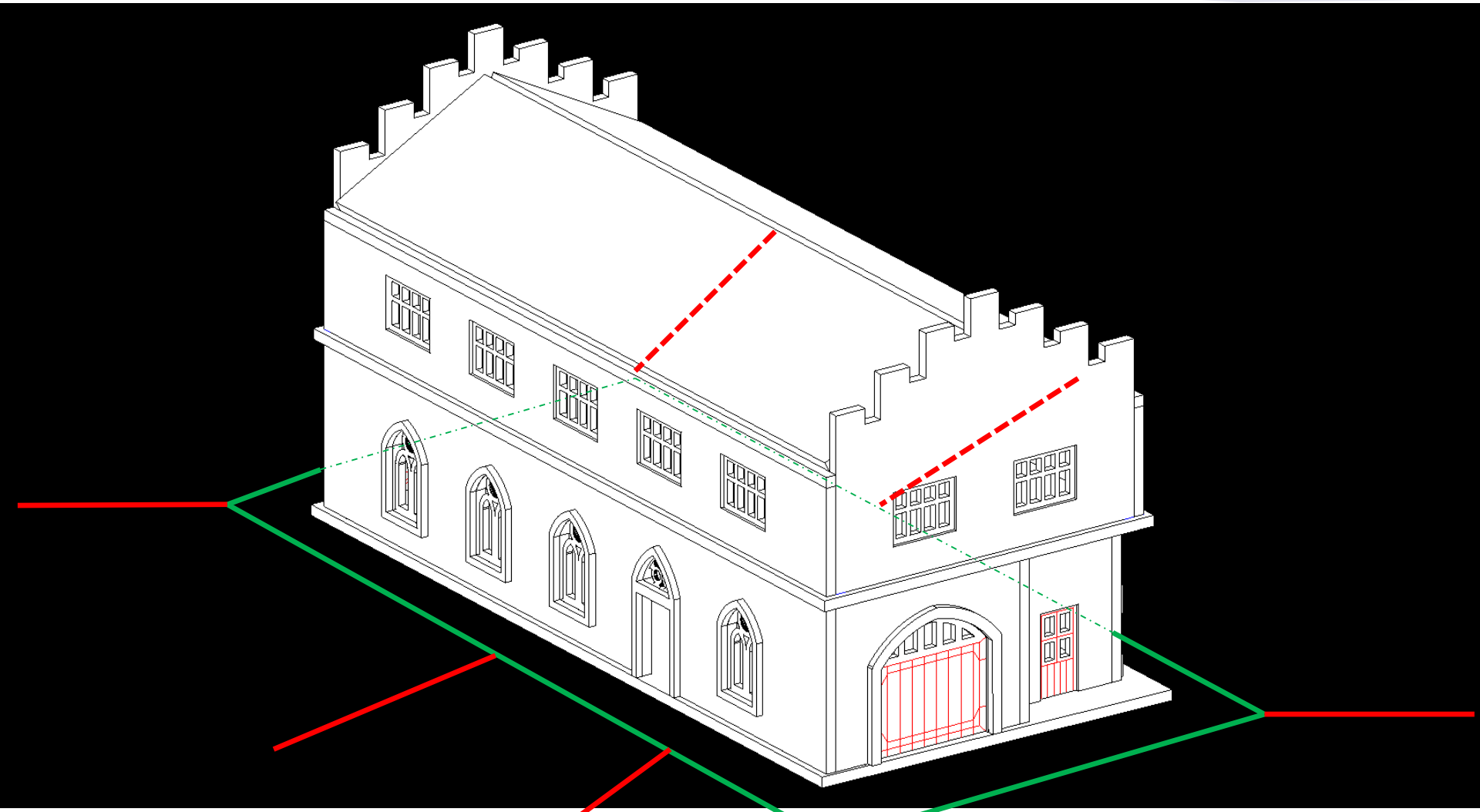
Daí:

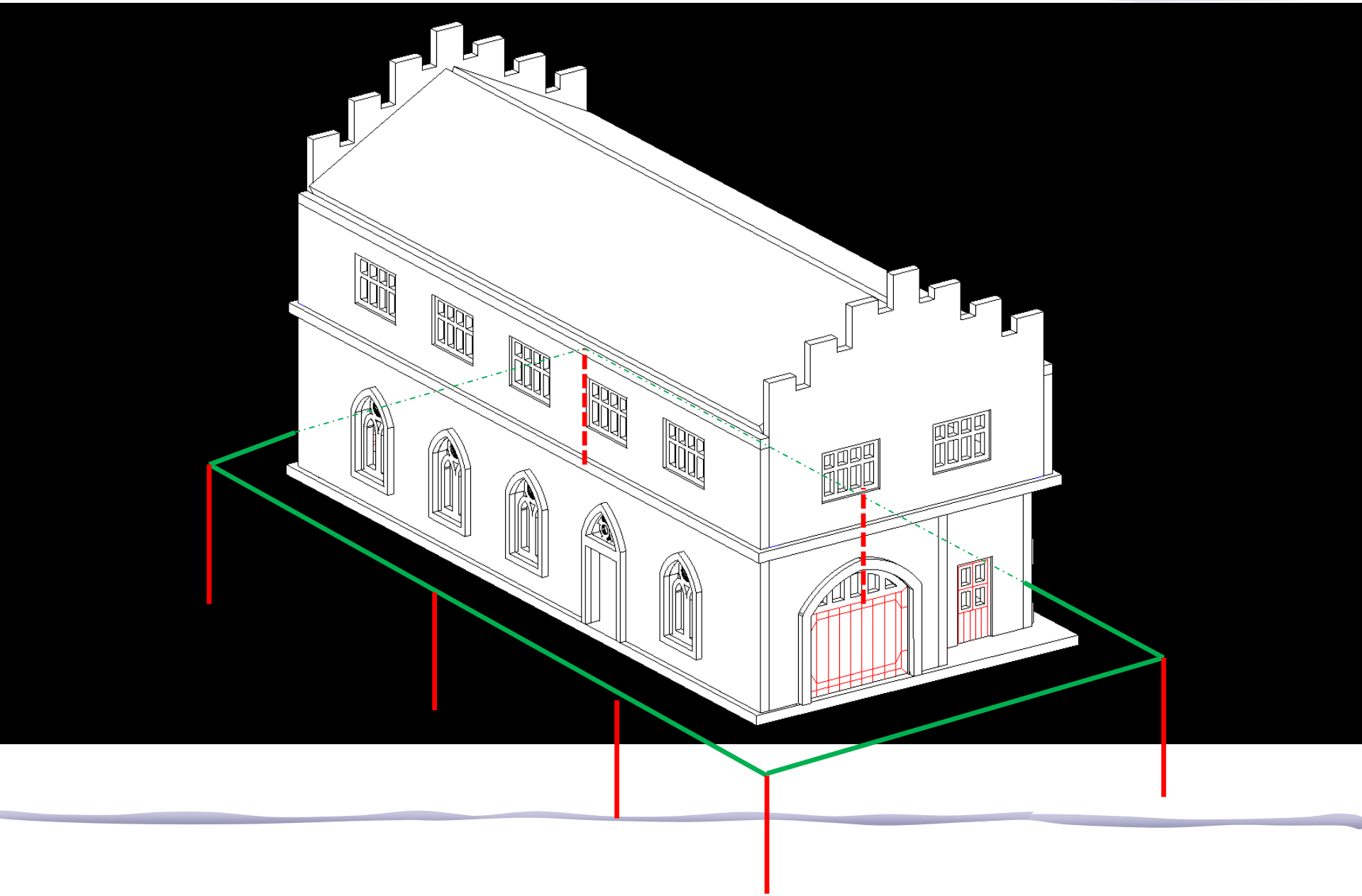
$l_r = l_1 - r_e = 28 - 9{,}8 = 18{,}2$ m

Ou:

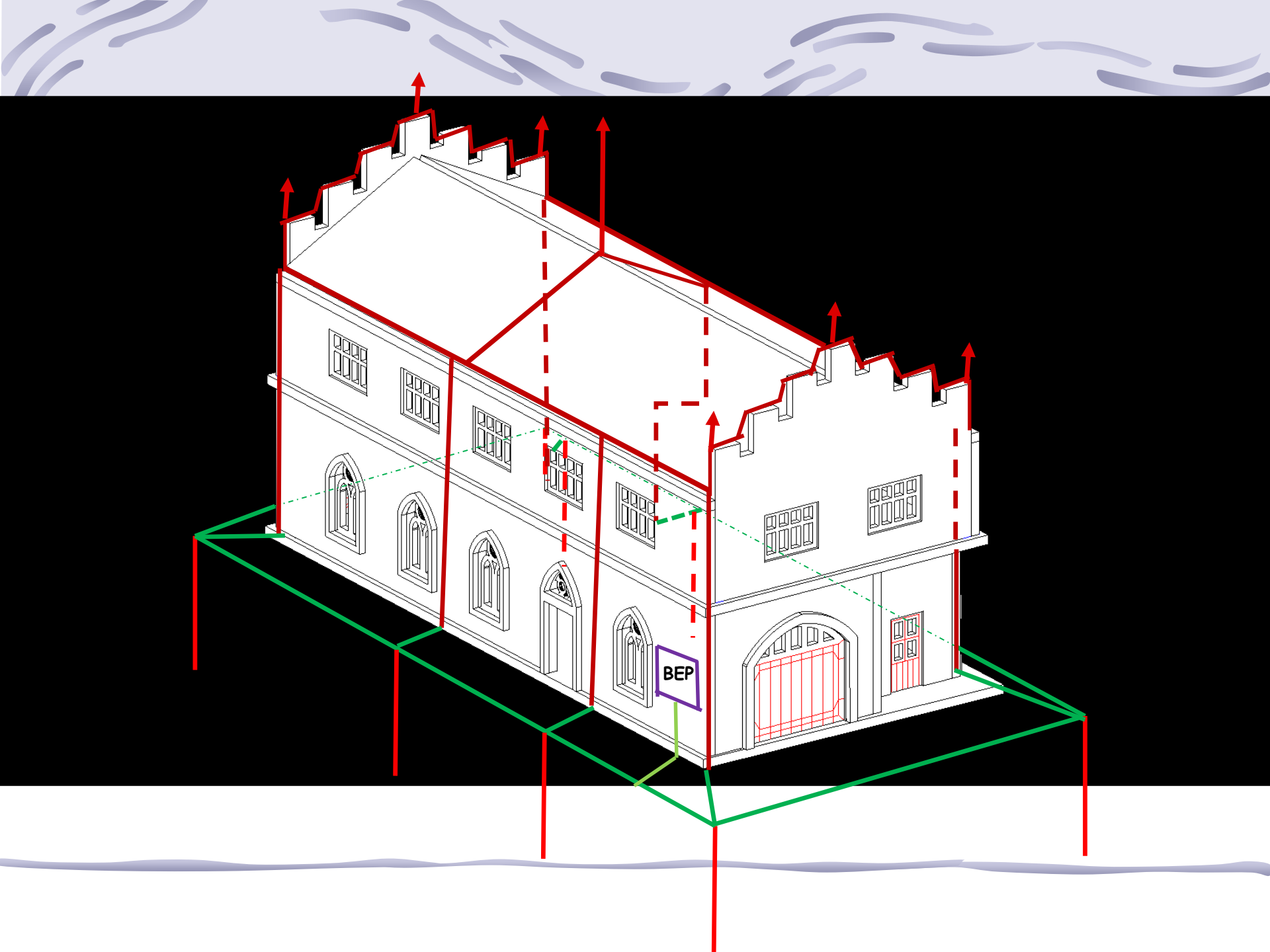
$l_v = (l_1 - r_e) / 2 = 18{,}2 / 2 = 9{,}1$ m

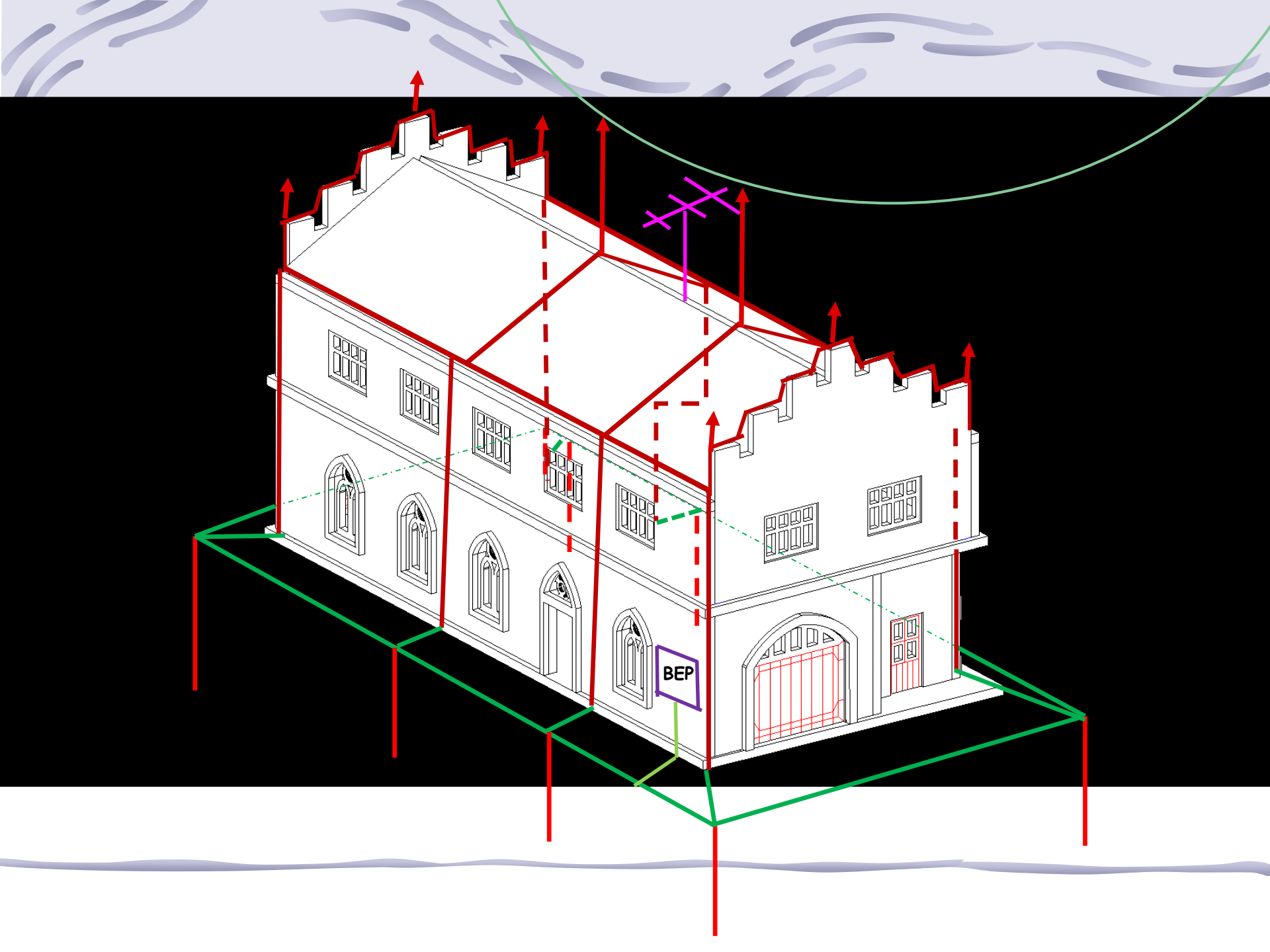






UMA SOLUÇÃO:


BEP


BEP

# OBRIGADO


Dr. HÉLIO EIJI SUETA

sueta@iee.usp.br

INSTITUTO DE ENERGIA E AMBIENTE
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

www.iee.usp.br