

## INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

### Condições de serviço e características gerais da rede de distribuição em AT, MT e BT

Generalidades

---

**Elaboração:** DIT, Labelec

**Homologação:** conforme despacho do CA de 2023-12-13

**Edição:** 2. Anula e substitui a edição de DEZ 2013.

**Acesso:**      Livre            **X Restrito**            Confidencial

**ÍNDICE**

<b>0</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>3</b>
<b>1</b>	<b>OBJETO</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>CAMPO DE APLICAÇÃO</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA</b> .....	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>TERMOS E DEFINIÇÕES</b> .....	<b>6</b>
4.1	Alta tensão (AT) .....	6
4.2	Corrente de curto-circuito.....	6
4.3	Corrente de defeito .....	6
4.4	Baixa tensão (BT) .....	6
4.5	Média tensão (MT) .....	6
4.6	Tensão nominal de uma rede.....	7
4.7	Tensão mais elevada de uma rede .....	7
4.8	Tensão de serviço de uma rede .....	7
4.9	Tensão fase-fase (tensão composta).....	7
4.10	Tensão fase-neutro (tensão simples).....	7
4.11	Tensão fase-terra.....	7
4.12	Regime de neutro.....	7
4.13	Rede de neutro isolado .....	7
4.14	Rede de neutro diretamente à terra .....	7
4.15	Rede de neutro não diretamente à terra (neutro impedante) .....	7
4.16	Nível cerâmico .....	7
4.17	Sobretensão.....	7
4.18	Sobretensão temporária.....	8
4.19	Sobretensão transitória .....	8
<b>5</b>	<b>SIGLAS E ABREVIATURAS</b> .....	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>CONDIÇÕES NORMAIS DE SERVIÇO</b> .....	<b>9</b>
6.1	Altitude .....	9
6.2	Condições atmosféricas.....	9
6.2.1	<b>Temperatura (interior e exterior)</b> .....	9
6.2.2	<b>Velocidade do vento</b> .....	10
6.2.3	<b>Humidade</b> .....	10
6.2.4	<b>Radiação solar</b> .....	11
6.3	Poluição (isolamento elétrico) .....	12
6.3.1	<b>Rede de distribuição em AT e MT</b> .....	12
6.3.2	<b>Rede de distribuição em BT</b> .....	12
6.4	Poluição (corrosão) .....	13
6.5	Ação sísmica.....	13
6.6	Índice cerâmico .....	14
<b>7</b>	<b>COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA</b> .....	<b>14</b>
7.1	Compatibilidade eletromagnética (EMC) em Postos de Transformação .....	15
7.1.1	<b>Critérios de aceitação</b> .....	15
7.1.2	<b>Ensaio e requisitos indicativos para equipamentos instalados em Postos de Transformação</b> .....	16
7.2	Compatibilidade eletromagnética (EMC) em Subestações .....	18
7.2.1	<b>Critérios de aceitação</b> .....	18
7.2.2	<b>Caracterização do equipamento para a realização dos ensaios de imunidade</b> .....	19
7.2.3	<b>Ensaio e requisitos indicativos para equipamentos instalados em Subestações</b> .....	19
<b>8</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO</b> .....	<b>21</b>
8.1	Alta tensão e média tensão.....	21
8.1.1	<b>Prescrições comuns</b> .....	21
8.1.2	<b>Rede de distribuição primária (rede em AT e instalações AT e subestações AT/MT)</b> .....	22
8.1.3	<b>Rede de distribuição secundária (rede MT, instalações MT e instalações MT/BT)</b> .....	26
8.2	Baixa tensão .....	29
8.2.1	<b>Prescrições comuns</b> .....	29
8.2.2	<b>Instalações MT/BT</b> .....	30
8.2.3	<b>Rede de distribuição em BT</b> .....	33

## 0 INTRODUÇÃO

O presente documento surge da necessidade identificada de se estabelecer num só documento um conjunto de características orientadoras para a elaboração de documentação normativa na E-REDES.

No documento em apreço é efetuada a compilação das seguintes características fundamentais:

- condições de serviço e ambientais: altitude, condições atmosféricas (temperatura, humidade, velocidade do vento e radiação solar), nível ceráunico, ação sísmica, poluição e ambientes eletromagnéticos;
- características elétricas: tensão nominal, tensão mais elevada de uma rede, regime de neutro, corrente de curta duração (corrente de curto-circuito), níveis de isolamento, sobretensões temporárias, ...;

O presente documento serve de base orientadora/recomendações a seguir na elaboração de especificações técnicas para materiais e equipamentos a estabelecer nas redes de distribuição em Alta Tensão (AT), Média Tensão (MT) e Baixa Tensão (BT) concessionadas à E-REDES. O disposto no D00-C10-001 não se sobrepõe às opções assumidas pelo normalizador durante a elaboração das especificações técnicas.

Neste documento pretende-se estabelecer uma ponte entre as condições de serviço e ambientais, as características elétricas inerentes à rede nacional de distribuição (RND) em AT e MT e rede de distribuição de eletricidade em BT (RDBT) e o estabelecido nas diferentes normas nacionais e internacionais de equipamentos/aparelhagem.

A definição de “redes de distribuição” no presente documento são uma designação genérica e englobam as linhas, instalações, equipamentos, aparelhagem e materiais, instalações de telecomunicações, telemedida e telecomando.

O disposto neste documento não se deve sobrepor, sobre nenhuma circunstância, ao definido no regulamento de qualidade de serviço (RQS) e na norma EN 50160, nem em qualquer outra disposição legislativa e regulamentar.

No D00-C10-001 procura-se disponibilizar num só documento os valores tomados como referência, até à data, para a elaboração de documentação técnica na E-REDES.

A presente 2ª edição deste documento anula e substitui a 1ª edição da especificação técnica D00-C10-001, de dezembro de 2013.

As principais alterações relativamente à anterior edição, são:

- Atualização normativa;
- Atualização das zonas de corrosão de acordo com o definido no DRE-C11-605;
- Elaboração da secção de compatibilidade eletromagnética de acordo com as conclusões do grupo de trabalho EMC e Condições Ambientais, com foco na estratégia de imunidade dos equipamentos utilizados em Postos de Transformação;
- Elaboração da secção de compatibilidade eletromagnética de acordo com as conclusões do grupo de trabalho EMC e Condições Ambientais, com foco na estratégia de imunidade dos equipamentos utilizados em subestações.

## 1 OBJETO

O presente documento destina-se a identificar as condições ambientais de estabelecimento das redes de distribuição em alta, média e baixa tensão, bem como, a identificar as características elétricas das mesmas.

O presente documento destina-se a servir de base para a elaboração de documentação normativa de materiais, equipamentos e aparelhagem, não sendo a sua parcial ou total aplicação obrigatória, exceto quando devidamente referido.

## 2 CAMPO DE APLICAÇÃO

O presente documento aplica-se às redes de distribuição em AT, MT e BT concessionadas à E-REDES.

## 3 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

O presente documento inclui disposições de outros documentos, referenciadas nos locais apropriados do seu texto, os quais se encontram a seguir listados, com indicação das respectivas datas de edição.

Quaisquer alterações das referidas edições listadas só serão aplicáveis no âmbito do presente documento se forem objeto de inclusão específica, por modificação ou aditamento do mesmo.

DRE-C10-001	Instalações elétricas. Guia de coordenação de isolamento. Regras de execução e de montagem.
DRE-C11-605	Rede MT - Soluções Especiais: situações de gelo, de elevada corrosão, Avifauna, arcos, derivações em suspensão e reparação de roturas de cabos com alma unifilar
Regulamento nº 826/2023, de 28 de Julho	Regulamento da qualidade de serviço (RQS)
Portaria 596/2010	Regulamentos das redes de transporte (RRT) e distribuição (RRD)
Decreto-lei 42895	Regulamento de segurança de subestações e postos de transformação e de seccionamento (RSSPTS)
Dec. regulamentar 14/77	Regulamento de segurança de subestações e postos de transformação e de seccionamento (RSSPTS)

Dec. regulamentar 56/85		Regulamento de segurança de subestações e postos de transformação e de seccionamento (RSSPTS)
Dec. regulamentar 1/92		Regulamento de segurança de linhas elétricas da alta tensão (RSLEAT)
Dec. regulamentar 90/84		Regulamento de segurança das redes de distribuição de energia elétrica em baixa tensão (RSRDEEBT)
EN 50160	2010	Voltage characteristic of electricity supplied by public distribution networks
IEC 60068-2-1	2007	Environmental testing - Part 2-1: Tests - Test A: Cold
IEC 60068-2-2	2007	Environmental testing - Part 2-2: Tests - Test B: Dry heat
IEC 60068-2-30	2005	Environmental testing - Part 2-30: Tests - Test Db: Damp heat, cyclic (12 h + 12 h cycle)
IEC 60068-3-3	2019	Environmental testing - Part 3-3: Supporting documentation and guidance – Seismic test methods for equipments
IEC 60071-1	2019	Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules
IEC 60664-1	2020	Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests
IEC TS 60815-1	2008	Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions - Part 1: Definitions, information and general principles
IEC 60909-0	2016	Short-circuit currents in three-phase a.c. systems - Part 0: Calculation of currents
IEC 61000-4-2	2008	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-2: Testing and measurement techniques - Electrostatic discharge immunity test
IEC 61000-4-3	2020	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-3: Testing and measurement techniques - Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test
IEC 61000-4-4	2012	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-4: Testing and measurement techniques - Electrical fast transient/burst immunity test
IEC 61000-4-5 + AMD1	2014/2 017	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-5: Testing and measurement techniques - Surge immunity test

IEC 61000-4-6	2013	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-6: Testing and measurement techniques - Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields
IEC 61000-4-8	2009	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-8: Testing and measurement techniques - Power frequency magnetic field immunity test
IEC 61000-6-2	2016	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-2: Generic standards - Immunity standard for industrial environments
IEC 61000-6-5	2015	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-5: Generic standards - Immunity for equipment used in power station and substation environment
IEC 61439-1	2020	Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: General rules
IEC 62271-1 + AMD1	2017/2021	High-voltage switchgear and controlgear – Part 1: Common specifications for alternating current switchgear and controlgear
IEEE 693	2018	IEEE Recommended Practice for Seismic Design of Substations

## 4 TERMOS E DEFINIÇÕES

Para efeitos do presente documento são aplicáveis as definições constantes dos documentos de referência indicados na secção 3 , transcrevendo-se apenas os considerados relevantes.

### 4.1 Alta tensão (AT)

Tensão entre fases cujo valor eficaz é superior a 45 kV e igual ou inferior a 110 kV. [Portaria 596/2010]

### 4.2 Corrente de curto-circuito

Corrente elétrica entre dois pontos em que se estabeleceu um caminho condutor ocasional e de baixa resistência. [Portaria 596/2010]

### 4.3 Corrente de defeito

Corrente elétrica entre dois pontos em que se estabeleceu um caminho condutor ocasional, que poderá ou não ser de baixa resistência. [Portaria 596/2010]

### 4.4 Baixa tensão (BT)

Tensão entre fases cujo valor eficaz é igual ou inferior a 1 kV. [Portaria 596/2010]

### 4.5 Média tensão (MT)

Tensão entre fases cujo valor eficaz é superior a 1 kV e igual ou inferior a 45 kV. [Portaria 596/2010]

#### **4.6 Tensão nominal de uma rede**

Valor aproximado adequado da tensão utilizado para designar ou identificar a rede. [IEV ref 601-01-21]

#### **4.7 Tensão mais elevada de uma rede**

Valor mais elevado de tensão de serviço que ocorre sob condições normais de operação num determinado tempo e num determinado ponto da rede. [IEV ref 601-01-23]

#### **4.8 Tensão de serviço de uma rede**

Valor de tensão sobre condições normais a um dado instante e num dado ponto da rede. [IEV ref 601-01-22]

#### **4.9 Tensão fase-fase (tensão composta)**

Tensão entre condutores de fase. [IEV ref 601-01-29]

#### **4.10 Tensão fase-neutro (tensão simples)**

Tensão entre o condutor de fase, num sistema polifásico, e o ponto de neutro. [IEV ref 601-01-30]

#### **4.11 Tensão fase-terra**

Tensão entre o condutor de fase e a terra. [IEV ref 601-01-31]

#### **4.12 Regime de neutro**

Modo de ligação elétrica entre o ponto de neutro e a terra. [IEV ref 601-02-23]

#### **4.13 Rede de neutro isolado**

Rede onde o ponto de neutro não é intencionalmente ligado à terra, exceto para ligações de alta impedância destinado a dispositivos de medida ou de proteção. [IEV ref 601-02-24]

#### **4.14 Rede de neutro diretamente à terra**

Rede onde o(s) ponto(s) de neutro são ligados diretamente à terra. [IEV ref 601-02-25]

#### **4.15 Rede de neutro não diretamente à terra (neutro impedante)**

Rede onde o(s) ponto(s) de neutro são ligados à terra através de uma impedância limitadora da corrente de defeito à terra. [IEV ref 601-02-26]

#### **4.16 Nível cerâmico**

Número de dias no período de um ano em que se ouve trovejar num determinado local.

#### **4.17 Sobretensão**

Tensão (fase-terra ou entre fases) onde o valor de pico ultrapassa o valor de pico da tensão mais elevada para o material. [IEV ref 604-3-09]

#### 4.18 Sobretensão temporária

Sobretensão à frequência industrial com duração relativamente longa. [IEV ref 604-03-12]

#### 4.19 Sobretensão transitória

Sobretensão de curta duração, não ultrapassa pouco milissegundos, oscilatória ou não, normalmente fortemente amortecida. [IEV 604-03-13]

## 5 SIGLAS E ABREVIATURAS

Neste documento são utilizadas as seguintes siglas e abreviaturas:

AT	Alta tensão
BT	Baixa tensão
D00	Documento normativo de generalidades
DRE	Documentos regras de execução, utilização e de montagem
EMC	Electromagnetic compatibility
EN	Norma europeia
GCI	Guia de coordenação de isolamento
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IEV	International electrotechnical vocabulary
IP	Iluminação pública
MT	Média tensão
PT	Posto de transformação
RDBT	Rede de distribuição de eletricidade em baixa tensão
RND	Rede nacional de distribuição
RQS	Regulamento de qualidade de serviço
RSLEAT	Regulamento de segurança de linhas elétricas da alta tensão
RSRDEEBT	Regulamento de segurança das redes de distribuição de energia elétrica em baixa tensão
RSSPTS	Regulamento de segurança de subestações e de postos de transformação e de seccionamento
SE	Subestação
SPCC	Sistema de proteção, comando e controlo

TP	Transformador de potência
$U_n$	Tensão nominal
$U_s$	Tensão mais elevada de uma rede

## 6 CONDIÇÕES NORMAIS DE SERVIÇO

Na presente secção são apresentadas as condições de serviço a que estão sujeitas todas as instalações, infraestruturas, equipamentos, aparelhagem e materiais afetos à rede de distribuição em AT, MT e BT da E-REDES.

Nas subsecções seguintes são apresentados os valores recomendados para condições normais de serviço.

### 6.1 Altitude

No Quadro 1 abaixo são apresentados os valores para altitude máxima em condições normais de serviço para os equipamentos em BT, MT e AT.

**Quadro 1**  
Condições normais de serviço - altitude

	Rede de distribuição em AT e MT	Rede de distribuição em BT
Altitude	< 1000 metros	< 2000 metros
Norma de referência	IEC 60071-1 IEC 62271-1	IEC 60664-1 IEC 61439-1

**Nota:** na especificação de equipamentos e aparelhagem para instalações AT e MT a estabelecer a altitude superior a 1000 metros, deve-se ter especial atenção na especificação do nível de isolamento.

### 6.2 Condições atmosféricas

#### 6.2.1 Temperatura (interior e exterior)

No Quadro 2 seguinte são apresentadas as condições normais de temperatura para a rede de distribuição em AT, MT e BT estabelecidas quer no exterior, quer no interior.

**Quadro 2**  
Condições normais de serviço - temperatura

	Interior	Exterior
Temperatura do ar ambiente máxima	40 °C	40 °C
Temperatura mínima	-5 °C	-25 °C
Temperatura média de 24 horas	35 °C	35 °C
Norma de referência	IEC 61439-1 e IEC 62271-1	IEC 61439-1 e IEC 62271-1

**Nota 1:** a temperatura é referente ao ar ambiente, que pode não corresponder à temperatura circundante ao equipamento/aparelhagem, por exemplo se ele estiver no interior de um armário.

**Nota 2:** nas diferentes especificações deve-se adequar as condições de temperatura às condições reais de instalação.

De modo a verificar a conformidade dos materiais e equipamentos com as temperaturas máximas e mínimas indicadas no Quadro 2, são indicados o ensaio ao Calor Seco segundo a norma IEC 60068-2-2 e o ensaio ao Frio segundo a norma IEC 60068-2-1. O ensaio ao Calor Seco deverá ser realizado de acordo com método de teste Bb, com uma temperatura de 70°C e uma duração de 72h e o ensaio ao Frio deverá ser realizado de acordo com método de teste Ab, com uma temperatura de -25°C e uma duração de 72h.

## 6.2.2 Velocidade do vento

As redes de distribuição são projetadas para velocidades do vento que não excedem, em condições normais de serviço, a velocidade de 34 ms<sup>-1</sup> ou 122,4 km/h (aproximadamente correspondente a uma pressão dinâmica do vento de 750 Pa).

Adicionalmente, deve ser observado o cumprimento da legislação nacional aplicável, tomando-se em conta, entre outras, as indicações relativas ao vento presentes nos e Regulamento de segurança de linhas elétricas da alta tensão (RSLEAT) e Regulamento de segurança das redes de distribuição de energia elétrica em baixa tensão (RSRDEEBT).

## 6.2.3 Humidade

Na presente secção são apresentados os valores padronizados nas normas IEC 62271-1 e IEC 61439-1 e que são considerados como adequados às nossas condições climáticas.

**Nota 1:** *a caracterização das condições de humidade foi diferenciada pelo nível de tensão, não por serem efetivamente distintas, mas porque as normas de referência apresentam disposições diferentes.*

**Nota 2:** *na especificação de equipamentos/aparelhagem para localizações consideradas mais adversas, outros valores podem ser tomados na elaboração da documentação técnica.*

De modo a verificar a conformidade dos materiais e equipamentos com as condições de humidade indicadas nas secções seguintes, é sugerido o ensaio ao calor húmido cíclico segundo a norma IEC 60068-2-30, devendo ser utilizado o método Db, temperatura de 40°C e duração de teste de 6 ciclos.

### 6.2.3.1 Redes de distribuição em AT e MT

As condições de humidade para as instalações de AT e MT estão descritas nas 2 subsecções seguintes.

#### 6.2.3.1.1 Interior

As condições normais de serviço, baseadas na norma IEC 62271-1 são:

- valor médio da humidade relativa, em cada período de 24 horas não excede os 95%;
- valor médio da humidade relativa, em cada período de 1 mês não excede os 90%.

**Nota:** *nestas condições pode ocorrer ocasionalmente condensação.*

#### 6.2.3.1.2 Exterior

Pode ocorrer precipitação e condensação, de acordo com a norma IEC 62271-1.

#### 6.2.3.2 Redes de distribuição em BT

As condições de humidade para as instalações de BT estão descritas nas 2 subsecções seguintes.

##### 6.2.3.2.1 Interior

A humidade relativa em instalações interiores poderá variar entre 5% e 95%, de acordo com a norma IEC 61439-1.

Poderá ocorrer condensação moderada devido a diferenças de temperatura.

##### 6.2.3.2.2 Exterior

A humidade relativa em instalações exteriores poderá variar entre 15% e 100%, de acordo com a norma IEC 61439-1. Poderá ocorrer condensação.

#### 6.2.4 Radiação solar

Em instalações no exterior, a radiação solar, em condições normais de serviço, não excede os 1000 Wm<sup>-2</sup>.

### 6.3 Poluição (isolamento elétrico)

Na presente secção são apresentados os requisitos recomendados para o nível de poluição para efeitos do dimensionamento do isolamento elétrico.

#### 6.3.1 Rede de distribuição em AT e MT

Para a definição do nível de poluição em instalações AT e MT foi tomada em consideração a solução preconizada no Guia de coordenação de isolamento (GCI), DRE-C10-001.

##### 6.3.1.1 Exterior

Em instalações localizadas no exterior o ar ambiente pode apresentar poluição por poeiras, fumos, gases corrosivos, vapores ou sal. A poluição não excede o nível de poluição médio, de acordo com a norma IEC TS 60815-1, para a generalidade do território nacional.

**Nota:** *as instalações AT e subestações AT/MT e respetivos equipamentos/aparelhagem devem considerar o nível de poluição forte, de acordo com a norma IEC TS 60815-1.*

Na orla costeira numa faixa até 3-5 km e em zonas de forte poluição industrial deve ser considerado o nível de poluição muito forte, de acordo com a norma IEC TS 60815-1.

##### 6.3.1.2 Interior

Não são estabelecidos requisitos mínimos para o nível de poluição no interior de instalações.

**Nota:** *na especificação de equipamentos/aparelhagem para instalações interiores suscetíveis de condições de poluição não desprezáveis, deve ser considerado um requisito mínimo para o nível de poluição.*

#### 6.3.2 Rede de distribuição em BT

Na rede de distribuição em BT é considerado o índice de poluição 3 como condição normal de serviço.

**Nota:** *de acordo com as normas IEC 60664-1 e IEC 61439-1 o índice de poluição 3 corresponde à existência de poluição condutora ou poluição seca não condutora que se torna condutora devido à condensação.*

#### 6.4 Poluição (corrosão)

Na especificação de equipamentos, materiais e aparelhagem deve identificar-se o ambiente corrosivo de operação do equipamento (exposição atmosférica).

**Nota:** a definição do ambiente atmosférico de exposição deve ser efetuada de acordo com as normas para o tipo de material que se pretende proteger contra a corrosão.

Em regra, para estruturas metálicas em instalações exteriores, deve considerar-se um ambiente urbano e industrial com poluição moderada de SO<sub>2</sub>.

**Nota:** para aplicações em zonas costeiras (ou outras devidamente justificáveis), de acordo com o definido anteriormente, recomenda-se que seja considerado um ambiente atmosférico com exposição costeira de elevada salinidade.

Adicionalmente, para a corrosão marítima deverá ser considerada a faixa definida no SITRD que representa os limites geográficos: 10 km da orla costeira a Norte de Cascais, 5 km a sul de Setúbal e os limites das freguesias da orla entre Cascais e Setúbal (ver figura seguinte).

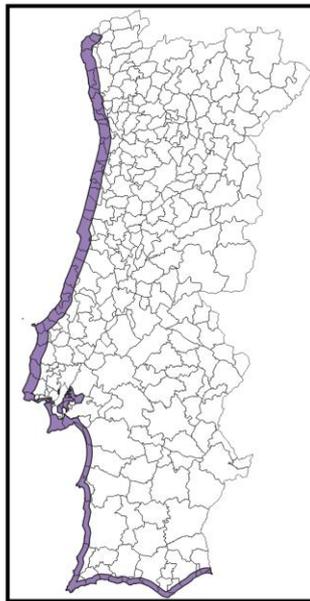


Figura 1 – Representação gráfica das zonas de elevado grau de corrosão

#### 6.5 Ação sísmica

Os elementos de rede da E-REDES, quando for justificável e aplicável, devem possuir, no mínimo, um nível de qualificação moderado, ou seja, devem suportar sismos com acelerações de pico de pelo menos 5 m/s<sup>2</sup>.

**Nota 1:** para o caso da aplicação da norma IEEE693 deve exigir-se, no mínimo “moderate seismic performance level”. No caso da aplicação da norma IEC 60068-3-3 deve indicar-se o valor de 5 m/s<sup>2</sup> para Nível de Aceleração na Base (a<sub>1</sub>) em direção horizontal, se a qualificação for feita pelo Método de Teste de Amplitude Calculada para a Classe Sísmica Geral.

**Nota 2:** os dados apresentados são resultantes do relatório “Avaliação da suscetibilidade sísmica de subestações e desenvolvimento de sistema modular de isolamento acústico e de vibrações” elaborado pelo departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, de maio de 2010 e revisão de julho de 2012, solicitado pela E-REDES.

## 6.6 Índice ceráunico

O índice ceráunico traduz o número de dias no período de um ano em que se ouve trovejar num determinado local, sendo que toda a informação relevante associada a este indicador está disponível em SITRD.

A Figura 2 seguinte apresenta o nível ceráunico de Portugal continental.

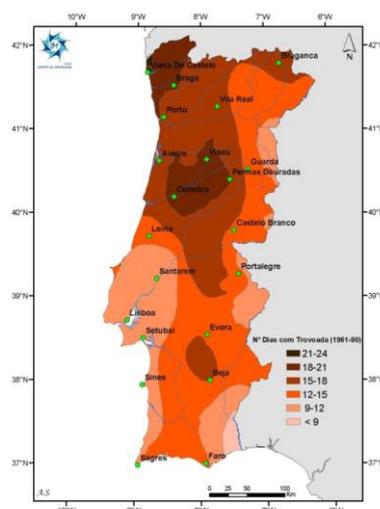


Figura 2 – Índice ceráunico em Portugal continental.

## 7 COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA

Tal como se pode verificar na Figura 3, a série de normas IEC 61000 analisa a Compatibilidade Eletromagnética quer pelo lado da Emissão de perturbações na rede, quer pelo lado da Imunidade a perturbações. Apesar de ambas as vertentes (emissão e imunidade) serem de extrema relevância, devido à proliferação de equipamentos eletrónicos nas diferentes infraestruturas elétricas (estes mais suscetíveis a perturbações eletromagnéticas) optou-se, numa primeira fase, por fazer a análise pela vertente da imunidade.

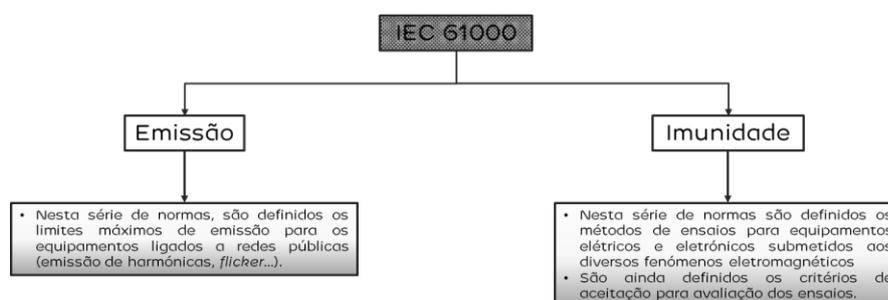


Figura 3 – Emissão e imunidade nas normas IEC 61000.

No estabelecimento de requisitos para proteção contra interferências eletromagnéticas, é fundamental que a análise tenha em consideração todas as interfaces, uma vez que a natureza e severidade do fenômeno eletromagnético perturbador dependem do tipo de interface. Assim, para garantir a compatibilidade dos equipamentos com as interferências eletromagnéticas conduzidas e induzidas, terão de ser estabelecidos requisitos para todas as interfaces apresentadas na Figura 4.

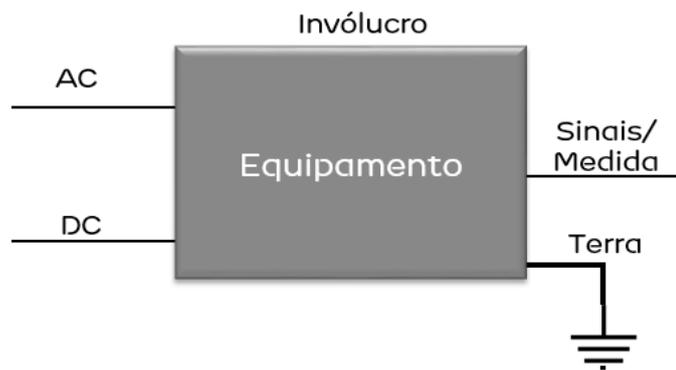


Figura 4 – Tipos de interfaces a considerar para especificação de requisitos/ensaios.

## 7.1 Compatibilidade eletromagnética (EMC) em Postos de Transformação

Os requisitos de EMC são estabelecidos pelos procedimentos de ensaios, níveis de severidade e critérios de aceitação, que é necessário definir em função da criticidade do equipamento e do ambiente eletromagnético do Posto de Transformação (PT), tendo como referencial normativo a norma IEC 61000-6-2 a qual caracteriza as instalações alimentadas por redes elétricas de AT/MT e que contêm TP que alimentem instalações BT.

Assim, para cada ensaio, torna-se necessário definir os níveis do ensaio, as condições ambientais, o procedimento e a avaliação sendo que, no caso da avaliação, os resultados são classificados de acordo com a perda de função ou degradação de desempenho relativamente ao nível de desempenho definido.

### 7.1.1 Critérios de aceitação

Os critérios de aceitação da norma IEC 61000-6-2 estabelecem o desempenho dos equipamentos durante a realização de ensaios de uma forma genérica, pelo que terão de ser detalhados para cada equipamento em função da sua criticidade, funcionalidades, características de cada produto e, também, da degradação admitida.

Para que possa ser possível avaliar os resultados, a E-REDES deverá identificar os critérios de aceitação bem como a respetiva descrição do desempenho pretendido. Os fabricantes deverão fornecer uma descrição funcional e uma definição dos critérios de desempenho, durante ou como consequência do ensaio de EMC, sendo que estes dados deverão ser anotados no relatório do ensaio para cada um dos ensaios tal como especificado nas tabelas da norma IEC 61000-6-2.

De acordo com a norma IEC 61000-6-2, os critérios de aceitação definidos pela norma são os seguintes:

- Critério A:
  - O aparelho deverá continuar a funcionar como previsto durante e após a realização do ensaio;
  - O nível de desempenho pode ser substituído por uma perda de desempenho prevista;
  - Não é permitida nenhuma degradação do desempenho especificado pelo fabricante, quando o equipamento é usado como previsto.
  
- Critério B:
  - O aparelho deverá continuar a funcionar como previsto durante e após a realização do ensaio;
  - O nível de desempenho pode ser substituído por uma perda de desempenho prevista;
  - Durante o ensaio, a degradação de desempenho é permitida, contudo, não é permitida nenhuma mudança de estado real ou de armazenamento de dados.
  
- Critério C:
  - É permitida uma perda de função temporária, desde que seja auto recuperável ou possa ser restaurada através de controladores.

Contudo, tal como referido anteriormente, a família de normas IEC 61000 apenas define os requisitos de imunidade de forma genérica. Assim, sempre que existam normas específicas de produto que estabeleçam critérios de aceitação distintos o estabelecido por estas últimas deverá ser considerado.

### **7.1.2 Ensaios e requisitos indicativos para equipamentos instalados em Postos de Transformação**

Apesar de não existirem soluções holísticas em termos de EMC, existe um conjunto de requisitos e orientações que é possível incorporar nas especificações ou ter em consideração na sua elaboração, tendo como base a estratégia da imunidade dos equipamentos. Nesse sentido, no Quadro 3 sugerem-se os ensaios, valores de referência e respetivos critérios de aceitação, de modo a servir de base para todas as especificações de equipamentos a instalar no PT.

**Quadro 3**  
**Ensaio EMC de referência para equipamentos a instalar no PT**

Ensaio	Norma de referência	Interface	Valores de referência	Critério de aceitação mínimo
Imunidade a descargas electrostáticas	IEC 61000-4-2	Invólucro	Nível de teste: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 (4 kV) – descarga ao contacto</li> <li>• 3 (8 kV) – descarga pelo ar</li> </ul>	B
Imunidade ao campo magnético	IEC 61000-4-3	Invólucro	Nível de teste [80 – 1000] MHz: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 (10 V/m)</li> </ul>	A
Imunidade a transitórios rápidos	IEC 61000-4-4	Portas de alimentação DC	Nível de teste: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 (1 kV)</li> </ul>	B
		Portas de alimentação AC	Nível de teste: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 (2 kV)</li> </ul>	
		Portas de sinais e controlo	Nível de teste: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 (2 kV)</li> </ul>	
Imunidade a sobretensões	IEC 61000-4-5	Portas de alimentação DC	Modo de acoplamento: <i>fase-terra</i> Nível de teste: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 (1 kV)</li> </ul>	B
			Modo de acoplamento: <i>fase-fase</i> Nível de teste: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 (0,5 kV)</li> </ul>	
		Portas de alimentação AC	Modo de acoplamento: <i>fase-terra</i> Nível de teste: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 (2 kV)</li> </ul>	
			Modo de acoplamento: <i>fase-fase</i> Nível de teste: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 (1 kV)</li> </ul>	
Portas de sinais e controlo	Modo de acoplamento: <i>fase-terra</i> Nível de teste: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 (1 kV)</li> </ul>			
Imunidade a perturbações conduzidas	IEC 61000-4-6	Portas de alimentação DC	Nível de teste: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 (10 V)</li> </ul> Gama de frequências: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 150 kHz – 80 MHz</li> </ul>	A
		Portas de alimentação AC	Nível de teste: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 (10 V)</li> </ul> Gama de frequências: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 150 kHz – 80 MHz</li> </ul>	
		Portas de sinais e controlo	Nível de teste: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 (10 V)</li> </ul> Gama de frequências: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 150 kHz – 80 MHz</li> </ul>	
Campos magnéticos à frequência da rede	IEC 61000-4-8	Invólucro	Nível de teste: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 (30 A/m)</li> </ul> Frequência: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 50 Hz</li> </ul>	A

No entanto, tal como foi indicado anteriormente, os critérios de aceitação da norma IEC 61000-6-2 estão descritos de uma forma genérica, pelo que terão de ser detalhados para cada equipamento (no âmbito da sua especificação) em função da sua criticidade, funcionalidades, características de cada equipamento e, também, da degradação admitida. Caso as normas específicas dos equipamentos estabeleçam requisitos de desempenho, ensaios de imunidade eletromagnética e níveis de ensaios, deverá ser considerado preferencialmente o que for estabelecido por estas últimas na elaboração de especificações da E-REDES uma vez que, naturalmente, estarão mais adaptadas aos equipamentos a especificar.

## **7.2 Compatibilidade eletromagnética (EMC) em Subestações**

Os requisitos de EMC são estabelecidos pelos procedimentos de ensaios, níveis de severidade e critérios de aceitação, que é necessário definir em função da criticidade do equipamento e do ambiente eletromagnético da Subestação, tendo como referencial normativo a norma IEC 61000-6-5.

Assim, para cada ensaio, torna-se necessário definir os níveis do ensaio, as condições ambientais, o procedimento e a avaliação sendo que, no caso da avaliação, os resultados são classificados de acordo com a perda de função ou degradação de desempenho relativamente ao nível de desempenho definido.

### **7.2.1 Critérios de aceitação**

Os critérios de aceitação da norma IEC 61000-6-5 estabelecem o desempenho dos equipamentos durante a realização de ensaios de uma forma genérica, pelo que terão de ser detalhados para cada equipamento em função da sua criticidade, funcionalidades, características de cada produto e, também, da degradação admitida.

Para que possa ser possível avaliar os resultados, a E-REDES deverá identificar os critérios de aceitação bem como a respetiva descrição do desempenho pretendido. Os fabricantes deverão fornecer uma descrição funcional e uma definição dos critérios de desempenho, durante ou como consequência do ensaio de EMC, sendo que estes dados deverão ser anotados no relatório do ensaio para cada um dos ensaios tal como especificado nas tabelas da norma IEC 61000-6-5.

Contudo, tal como referido anteriormente, a família de normas IEC 61000 apenas define os requisitos de imunidade de forma genérica. Assim, sempre que existam normas específicas de produto que estabeleçam requisitos de desempenho e ensaios de imunidade eletromagnética, deverá ser considerado o estabelecido por estas últimas.

## 7.2.2 Caracterização do equipamento para a realização dos ensaios de imunidade

### 7.2.2.1 Definição dos terminais acessíveis do exterior

Para a execução dos ensaios de imunidade consideram-se como terminais acessíveis do exterior os conjuntos de terminais a seguir apresentados:

#### 1. Entradas

CC: alimentação CC (auxiliary power supply port);

ED: entradas digitais/sinalizações (digital input port);

EA: entradas analógicas/medidas (analog input port).

#### 2. Saídas

SD: saídas digitais/comandos (digital output port).

#### 3. Comunicações

PCOM: portas de comunicação (communication port).

#### 4. Invólucro

INV: Invólucro exterior (enclosure port).

### 7.2.2.2 Definição dos grupos galvanicamente independentes

Devem, obrigatoriamente, constituir-se em grupos galvanicamente independentes os terminais acessíveis do exterior que, de seguida, se discriminam:

#### 1. Entradas

CC;

ED;

EA: EA1 ... EAN – (cada entrada analógica – conjunto de dois terminais – deverá ser galvanicamente independente de todas as restantes).

#### 2. Saídas

SD.

## 7.2.3 Ensaios e requisitos indicativos para equipamentos instalados em Subestações

Apesar de não existirem soluções específicas em termos de EMC, existe um conjunto de requisitos e orientações que é possível incorporar nas especificações ou ter em consideração na sua elaboração, tendo como base a estratégia da imunidade dos equipamentos. Nesse sentido, no Quadro 4 apresentam-se os ensaios, valores de referência e respetivos critérios de aceitação, de modo a servir de base para todas as especificações de equipamentos a instalar nas Subestações.

**Quadro 4**  
**Ensaio EMC e requisitos para equipamentos a instalar nas Subestações**

Ensaio	Norma de referência	Interface	Valores de referência	Critério de aceitação mínimo
Descarga Eletrostática	IEC 61000-4-2	INV	6kV (contacto) 8kV (no ar)	A
Campo Magnético à Frequência industrial	IEC 61000-4-8	INV	100 A/m (contínuo) 1000 A/m (1 s)	A
Campos eletromagnéticos radiados	IEC 61000-4-3	INV	80MHz a 1GHz 10 V/m 80% AM (1 kHz)	A
			1 GHz a 2,7 GHz 3 V/m 80% AM (1kHz)	
			2,7 GHz a 6 GHz 1 V/m 80% AM (1 kHz)	
Transitório Elétrico Rápido	IEC 61000-4-4	CC; ED; EA; SD	4kV 5kHz ou 100kHz	A
		PCOM	2kV 5kHz ou 100kHz	
Ondas de choque	IEC 61000-4-5	ED; EA; SD	2kV (1,2/50 µs) Modo Comum (MC)	A
		CC	2kV (1,2/50 µs) Modo Comum (MC) 1kV (1,2/50 µs) Modo diferencial (MD)	
		PCOM	1kV (1,2/50 µs) Modo Comum (MC)	
Ondas oscilatórias amortecidas	IEC 61000-4-18	CC; ED; EA; SD	2,5kV (MC, 1 MHz) 1kV (MD, 1 MHz)	A
		PCOM	2,5kV (MC, 1 MHz) 1kV (MD, 1 MHz)	
		PCOM	1kV (MC, 1 MHz) 0,5kV (MD, 1 MHz)	
Cavas e Interrupção de alimentação	IEC 61000-4-29	CC	40% UT, 0,1 s 0% UT, 0,05 s	A
Perturbações conduzidas, induzidas por campos rádio frequência	IEC 61000-4-6	CC; ED; EA; SD e PCOM	150 kHz a 80 MHz 10 V 80% AM (1kHz)	A

No entanto, tal como foi indicado anteriormente, os critérios de aceitação da norma IEC 61000-6-5 estão descritos de uma forma genérica, pelo que terão de ser detalhados para cada equipamento (no âmbito da sua especificação) em função da sua criticidade, funcionalidades, características de cada equipamento e, também, da degradação admitida. Caso as normas específicas dos equipamentos estabeleçam requisitos de desempenho, ensaios de imunidade eletromagnética e níveis de ensaios, deverá ser considerado preferencialmente o que for estabelecido por estas últimas na elaboração de especificações da E-REDES uma vez que, naturalmente, estarão mais adaptadas aos equipamentos a especificar.

## 8 CARACTERÍSTICAS DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO

As características apresentadas na presente secção e subsecções apresentam-se como recomendações na elaboração de documentação normativa.

### 8.1 Alta tensão e média tensão

#### 8.1.1 Prescrições comuns

##### 8.1.1.1 Sistema de fases

A rede de distribuição em AT e MT é constituída por um sistema de tensões trifásico, sem neutro distribuído.

##### 8.1.1.2 Frequência industrial

A frequência industrial da rede de distribuição em AT e MT é de 50 Hz.

##### 8.1.1.3 Tensão nominal

As redes de distribuição em AT e MT são exploradas com os níveis de tensão nominal definidos no Quadro 4 abaixo.

**Quadro 4**  
**Rede de distribuição em AT e MT – tensão nominal**

	Rede AT	Rede MT		
Tensão nominal	60 kV	30 kV	15 kV	10 kV

**Nota:** o nível de tensão nominal de 6 kV existe pontualmente em redes de distribuição urbanas muito antigas, estando progressivamente a ser substituído pelos níveis de tensão apresentados, acima, no Quadro 4.

##### 8.1.1.4 Tensão mais elevada da rede

No Quadro 5 seguinte são indicados os valores de tensão mais elevada da rede para os diferentes níveis de tensão nominal.

**Quadro 5**  
**Rede de distribuição em AT e MT – tensão mais elevada da rede**

	Rede AT	Rede MT		
Tensão nominal	60 kV	30 kV	15 kV	10 kV
Tensão mais elevada da rede	72,5 kV	36 kV	17,5 kV	12 kV

### 8.1.1.5 Regime de neutro

As redes de distribuição em AT e MT são exploradas com diferentes filosofias de ligação do neutro à terra, nomeadamente:

- **rede AT:** neutro direto à terra ou neutro impedante através de impedância limitadora de corrente de defeito (25 kA<sup>1</sup>).

*Nota:* a limitação a 25kA (ou valor inferior) apenas se verifica quando existem saídas ou troços na proximidade a cabo subterrâneo dos pontos injetores da rede nacional de transporte.

- **rede MT:** neutro impedante através de impedância limitadora de corrente de defeito (300 A ou 1000 A), seja por ligação direta do ponto de neutro (resistência de neutro), seja por criação de ponto artificial de neutro (reatância de neutro). Como regra, utiliza-se a reatância de neutro.

*Nota 1:* existem subestações, onde o andar de MT ainda é explorado em regime de neutro isolado, estando neste momento em curso um programa com vista à sua alteração para neutro impedante.

*Nota 2:* excepcionalmente, a rede MT pode ser operada em regime de neutro isolado.

*Nota 3:* de forma residual existem atualmente em exploração subestações com impedância limitadora de corrente de defeito superior a 1000A ou com o neutro ligado diretamente à terra. Estas filosofias de ligação do neutro à terra tendem gradualmente a ser substituídas pela utilização da reatância de neutro de 300 A ou 1000 A, de acordo com a rede MT existente.

*Nota 4:* é prevista a utilização da impedância limitadora de corrente de 1000 A nas subestações AT/MT que alimentam redes predominantemente subterrâneas.

### 8.1.2 Rede de distribuição primária (rede em AT e instalações AT e subestações AT/MT)

Na presente secção e respetivas subsecções pretende-se estabelecer as características relativas à rede de distribuição em AT, instalações AT e subestações AT/MT, encontra-se excluída desta secção a rede de distribuição em MT e instalações em MT.

#### 8.1.2.1 Corrente de curto-circuito

##### 8.1.2.1.1 Amplitude da corrente de curto-circuito

Quadro 6 seguinte são apresentados os valores recomendados de dimensionamento para as correntes de curto-circuito dependendo da tensão da rede e do tipo de defeito associado.

<sup>1</sup> Existem redes, onde a limitação da corrente de defeito fase-terra é inferior, devido à existência de cabos subterrâneos com correntes admissíveis inferiores (11 kA).

**Quadro 6**  
**Rede de distribuição primária – corrente de curto-circuito (valor eficaz)**

Tensão nominal	Rede AT		Instalações AT		Subestações AT/MT				
	60 kV		60 kV		60 kV		30 kV	15 kV	10 kV
Defeito trifásico franco	25 kA	31,5 kA <sup>*1</sup>	25 kA	31,5 kA <sup>*1</sup>	25 kA	31,5 kA <sup>*1</sup>	12,5 kA	16 kA	16 kA
Defeito fase-terra	25 kA <sup>*2</sup>	31,5 kA <sup>*1</sup>	25 kA <sup>*2</sup>	31,5 kA <sup>*1</sup>	25 kA <sup>*2</sup>	31,5 kA <sup>*1</sup>	300 A / 1000 A <sup>*3</sup>	300 A / 1000 A <sup>*3</sup>	300 A / 1000 A <sup>*3</sup>

1) Para instalações próximas de pontos injetores da Rede Nacional de Transporte (RNT).  
2) Por acordo entre a E-REDES e a REN nos pontos injetores da RNT entre que a saída é realizada a cabo subterrâneo, a corrente de defeito fase-terra está limitada a 25 kA (ou inferior).  
3) De acordo com a impedância limitadora de corrente de defeito existente na subestação AT/MT de alimentação.

**Nota:** de salientar que os valores de corrente de curto-circuito apresentados para a rede AT, em regra, apenas ocorrem junto a pontos injetores da RNT, pelo que, mediante análise técnico-económica, podem ser especificados outros conjuntos de valores para a corrente de curto-circuito para aplicações com menor corrente de curto-circuito expectável (por exemplo: cabos de guarda, OPGW, ...).

#### 8.1.2.1.2 Duração de corrente de curto-circuito

No Quadro 7 seguinte é apresentada a duração máxima para as correntes de curto-circuito dependendo da tensão da rede e do tipo de defeito associado.

**Quadro 7**  
**Rede de distribuição primária – corrente de curto-circuito (duração)**

Tensão nominal	Rede AT		Instalações AT		Subestações AT/MT			
	60 kV		60 kV		60 kV	30 kV	15 kV	10 kV
Defeito trifásico franco	3 s <sup>*1</sup>		3 s <sup>*1</sup>		3 s <sup>*1</sup>	3 s <sup>*2</sup>		
Defeito fase-terra	3 s <sup>*1</sup>		3 s <sup>*1</sup>		3 s <sup>*1</sup>	3 s		

1) O tempo máximo de eliminação do defeito é de aproximadamente 2,1 segundos.  
2) O tempo máximo de eliminação de defeito é de aproximadamente 1,5 segundos.

**Nota:** mediante análise técnico-económica, podem ser especificados outros conjuntos de valores para a duração da corrente de curto-circuito, para defeitos fase-terra (por exemplo: cabo isolados AT, cabos de guarda, OPGW, ...).

#### 8.1.2.1.3 Valor de pico de corrente de curto-circuito

No Quadro 8 seguinte são apresentados os valores de pico de corrente de curto-circuito para cada um dos níveis de tensão da rede de distribuição.

**Quadro 8**  
**Rede de distribuição primária – corrente de curto-circuito (valor de pico)**

Tensão nominal	Rede AT		Instalações AT		Subestações AT/MT				
	60 kV		60 kV		60 kV		30 kV	15 kV	10 kV
Valor de pico de corrente de curto-circuito	62,5 kA	78,75 kA **1	62,5 kA	78,75 kA **1	62,5 kA	78,75 kA **1	31,25 kA	40 kA	40 kA

1) Para instalações próximas de pontos injetores da RNT.

**Nota:** o cálculo do valor de pico da corrente de curto-circuito foi efetuado de acordo com o estabelecido na seção 4.6 na norma IEC 62271-1.

### 8.1.2.2 Níveis de isolamento

Nesta seção são apresentados os valores recomendados para os níveis de isolamento a especificar para os equipamentos/aparelhagem.

#### 8.1.2.2.1 Tensão suportável à frequência industrial (amplitude e duração)

No Quadro 9 seguinte são indicados os valores mínimos recomendados para a tensão suportável à frequência industrial e respetiva duração.

**Quadro 9**  
**Rede de distribuição primária – tensão suportável à frequência industrial (amplitude e duração)**

Tensão nominal	Rede AT	Instalações AT e subestações AT/MT			
	60 kV	60 kV	30 kV	15 kV	10 kV
Tensão suportável à frequência industrial	140 kV	140 kV	70 kV	38 kV	28 kV
Duração	60 s	60 s	60 s	60 s	60 s

#### 8.1.2.2.2 Tensão suportável ao choque atmosférico

No Quadro 10 seguinte são indicados os valores mínimos recomendados para a tensão suportável ao choque atmosférico.

**Quadro 10**  
**Rede de distribuição primária – tensão suportável ao choque atmosférico**

Tensão nominal	Rede AT	Instalações AT e subestações AT/MT			
	60 kV	60 kV	30 kV	15 kV	10 kV
Tensão suportável ao choque atmosférico	325 kV	325 kV	170 kV	95 kV	75 kV

### 8.1.2.3 Sobretensões temporárias

#### 8.1.2.3.1 Amplitude

O Quadro 11 seguinte apresenta os valores máximos expectáveis para as sobretensões temporárias resultantes de defeitos fase-terra.

**Quadro 11**  
**Rede de distribuição primária – sobretensão temporária (amplitude fase-terra)**

	Rede AT	Instalações AT e subestações AT/MT			
Tensão nominal	60 kV	60 kV	30 kV	15 kV	10 kV
Sobretensão temporária	72,5 kV	72,5 kV	36 kV	17,5 kV	12 kV

**Nota 1:** os valores (fase-terra) apresentados são referentes às fases sãs.

**Nota 2:** apenas foram considerados para a definição da amplitude de sobretensões temporárias o efeito dos defeitos fase-terra.

**Nota 3:** sobretensões temporárias fase-fase originadas por perda de carga não são consideradas.

#### 8.1.2.3.2 Fator de defeito à terra

O Quadro 12 seguinte apresenta os valores definidos para o fator de defeito à terra para as redes de distribuição em AT e MT.

**Quadro 12**  
**Rede de distribuição primária – fator de defeito à terra**

	Rede AT e MT
Fator de defeito à terra	1,73

**Nota:** o fator de defeito à terra está dependente do regime de neutro da instalação.

#### 8.1.2.3.3 Duração

A duração máxima definida para sobretensões temporárias derivadas de defeitos fase-terra é de 3 segundos.

Em situações excepcionais (quando o defeito fase-terra é muito resistivo) o tempo de eliminação do defeito pode ser de 180 segundos, contudo, nesta situação não se verifica a amplitude de sobretensão temporária apresentada no Quadro 11 acima.

**Nota:** do artigo 65º do decreto 42895 de 31 de março de 1960, alterado pelo artigo 1º do decreto regulamentar 56/85 de 6 de setembro, os defeitos fase-terra devem ser eliminados no máximo em 3 segundos. Em situações de defeitos muito resistivos, o defeito deve ser eliminado no máximo em 180 segundos.

### 8.1.3 Rede de distribuição secundária (rede MT, instalações MT e instalações MT/BT)

Na presente secção e respetivas subsecções pretende-se estabelecer as características relativas à aparelhagem, equipamentos e materiais em MT associados à rede de distribuição em MT, instalações MT e instalações MT/BT.

#### 8.1.3.1 Corrente de curto-circuito

##### 8.1.3.1.1 Amplitude da corrente de curto-circuito

No Quadro 13 seguinte são apresentados os valores recomendados de dimensionamento para as correntes de curto-circuito dependendo da tensão da rede e do tipo de defeito associado.

**Quadro 13**  
**Rede de distribuição secundária – corrente de curto-circuito (amplitude)**

	Rede MT e instalações MT/BT		
	30 kV	15 kV	10 kV
Tensão nominal	30 kV	15 kV	10 kV
Defeito trifásico franco	8 kA	12,5 kA	16 kA
Defeito fase-terra	300 A / 1000 A **1	300 A / 1000 A **1	300 A / 1000 A **1

1) De acordo com a impedância limitadora de corrente de defeito existente na subestação AT/MT de alimentação.

**Nota:** de notar que os valores de corrente de curto-circuito apresentados para a rede MT e instalações MT, para os níveis de 30 kV e 15 kV, podem ser superiores aos apresentados (limitados pelos valores estipulados no Quadro 6, secção 8.1.2.1.1 do presente documento), para aplicações muito próximas da subestação AT/MT. Outros valores para a corrente de curto-circuito podem ser definidos mediante análise técnico-económico.

##### 8.1.3.1.2 Duração da corrente de curto-circuito

No Quadro 14 seguinte é apresentada a duração máxima recomendada para as correntes de curto-circuito dependendo da tensão da rede e do tipo de defeito associado.

**Quadro 14**  
**Rede de distribuição secundária – corrente de curto-circuito (duração)**

	Rede MT e instalações MT/BT		
	30 kV	15 kV	10 kV
Tensão nominal	30 kV	15 kV	10 kV
Defeito trifásico franco	3 s*	3 s*	3 s*
Defeito fase-terra	3 s	3 s	3 s

\* O tempo máximo de eliminação de defeito é aproximadamente 1,5 segundos.

### 8.1.3.1.3 Valor de pico da corrente de curto-circuito

No Quadro 15 seguinte são apresentados os valores de pico de corrente de curto-circuito para cada um dos níveis de tensão da rede de distribuição.

**Quadro 15**  
**Rede de distribuição secundária – corrente de curto-circuito (valor de pico)**

	Rede MT e instalações MT/BT		
Tensão nominal	30 kV	15 kV	10 kV
Valor de pico de corrente de curta duração	20 kA	31,25 kA	40 kA

**Nota:** o cálculo do valor de pico da corrente de curto-circuito foi efetuado de acordo com o definido na secção 4.6 na norma IEC 62271-1.

### 8.1.3.2 Níveis de isolamento

Nesta secção são apresentados os valores recomendados para os níveis de isolamento a especificar para os equipamentos/aparelhagem.

#### 8.1.3.2.1 Tensão suportável à frequência industrial (amplitude e duração)

No Quadro 16 seguinte são indicados os valores mínimos recomendados para a tensão suportável à frequência industrial e respetiva duração.

**Quadro 16**  
**Rede de distribuição secundária – tensão suportável à frequência industrial (amplitude e duração)**

	Rede MT		
Tensão nominal	30 kV	15 kV	10 kV
Tensão suportável à frequência industrial	70 kV	38 kV	28 kV
Duração	60 s	60 s	60 s

#### 8.1.3.2.2 Tensão suportável ao choque atmosférico

No Quadro 17 seguinte são indicados os valores mínimos recomendados para a tensão suportável ao choque atmosférico.

**Quadro 17**  
**Rede de distribuição secundária – tensão suportável ao choque atmosférico**

		Rede MT		
Tensão nominal		30 kV	15 kV	10 kV
Tensão suportável ao choque atmosférico	Rede aérea MT	250 kV	250 kV	250 kV
	Equipamentos e aparelhagem *1	170 kV	95 kV	75 kV

1) Níveis de tensão suportável ao choque atmosférico de 250 kV podem ser dispensáveis em equipamentos e aparelhagem: devidamente protegida contra sobretensões de origem atmosféricas com a instalação de descarregador de sobretensões; ou não expostos a sobretensões de origem atmosférica. Considera-se para efeitos do regime de exceção apresentado no número 1) os seguintes equipamentos: transformadores de distribuição, cabos isolados, seccionadores, interruptores-seccionadores, seccionadores unipolares, seccionadores fusíveis de expulsão (cutouts), transformadores de tensão, OCR, IAR, IAT, ...

### 8.1.3.3 Sobretensões temporárias

#### 8.1.3.3.1 Amplitude

O Quadro 18 seguinte apresenta os valores máximos expectáveis para as sobretensões temporárias resultantes de defeitos fase-terra.

**Quadro 18**  
**Rede de distribuição secundária – sobretensão temporária (amplitude fase-terra)**

	Rede MT		
Tensão nominal	30 kV	15 kV	10 kV
Sobretensão temporária	36 kV	17,5 kV	12 kV

**Nota 1:** os valores (fase-terra) apresentados são referentes às fases sãs.

**Nota 2:** apenas foram considerados para a definição da amplitude de sobretensões temporárias o efeito dos defeitos fase-terra.

**Nota 3:** sobretensões temporárias fase-fase originadas por perda de carga não são consideradas.

#### 8.1.3.3.2 Fator de defeito à terra

O Quadro 19 seguinte apresenta os valores definidos para o fator de defeito à terra para as redes de distribuição em MT.

**Quadro 19**  
**Rede de distribuição secundária – fator de defeito à terra**

	Rede MT
Fator de defeito à terra	1,73

**Nota:** o fator de defeito à terra está dependente do regime de neutro da instalação.

### 8.1.3.3.3 Duração

A duração máxima definida para sobretensões temporárias derivadas de defeitos fase-terra é de 3 segundos.

Em situações excepcionais (quando o defeito fase-terra é muito resistivo) o tempo de eliminação do defeito pode ser de 180 segundos, contudo, nesta situação não se verifica a amplitude de sobretensão temporária apresentada no Quadro 18 acima.

***Nota:** do artigo 65º do decreto 42895 de 31 de março de 1960, alterado pelo artigo 1º do decreto regulamentar 56/85 de 6 de setembro, os defeitos fase-terra devem ser eliminados no máximo em 3 segundos. Em situações de defeitos muito resistivos, o defeito deve ser eliminado no máximo em 180 segundos.*

## 8.2 Baixa tensão

### 8.2.1 Prescrições comuns

#### 8.2.1.1 Sistema de fases

A rede de distribuição em BT é constituída por um sistema de tensões trifásico, com neutro distribuído.

***Nota:** a rede distribuição de iluminação pública (IP) dispõe de condutores dedicados.*

#### 8.2.1.2 Frequência industrial

A frequência industrial da rede de distribuição em BT é de 50 Hz.

#### 8.2.1.3 Tensão nominal

As redes elétricas de distribuição em BT são definidas pela tensão nominal 230 V / 400 V.

#### 8.2.1.4 Regime de neutro

As redes de distribuição em BT são exploradas com o neutro ligado diretamente à terra.

## 8.2.2 Instalações MT/BT

Na presente secção e respetivas subsecções pretende-se estabelecer as características relativas à aparelhagem, equipamentos e materiais em BT associados a instalações MT/BT.

### 8.2.2.1 Corrente de curto-circuito

#### 8.2.2.1.1 Amplitude

Na presente subsecção apresenta-se o valor máximo corresponde ao curto-circuito aos terminais BT do transformador MT/BT.

No Quadro 20 seguinte são apresentados os valores calculados das correntes de curto-circuito (trifásico simétrico e fase-neutro) do lado BT, para diferentes transformadores de potência (TP) normalizados e para as três relações de transformação existentes.

**Quadro 20**  
**Correntes de curto-circuito (trifásico simétrico e fase-neutro) do lado BT para diferentes TP**

Relação transformação AT/MT (kV)	Potência nominal TP (kVA)	Corrente curto-circuito máxima (trifásico simétrico) (kA)	Corrente curto-circuito máxima (fase-neutro) (kA)
10/0,42 ; 15/0,42	50	1,9	2,0
	100	3,9	4,0
	160	6,2	6,3
	250	9,7	9,9
	400	15,6	15,8
	630	24,5	24,9
	800	21,0	21,3
	1000	26,2	26,7
30/0,42	50	1,6	1,6
	100	3,1	3,2
	160	5,0	5,1
	250	7,8	8,0
	400	12,5	12,7
	630	19,7	20,1
	800	21,0	21,3
	1000	26,2	26,6

**Nota:** no cálculo dos valores das correntes de curto-circuito máximo considerou-se que a potência da rede a montante do TP MT/BT é infinita.

Para efeitos de dimensionamento de equipamentos BT nas instalações MT/BT, recomenda-se considerar o valor de corrente curto-circuito máximo por tipo de posto de transformação (PT), de acordo com o definido no Quadro 21 seguinte.

**Quadro 21****Valores recomendados para a corrente de curto-circuito consoante a potência instalada no PT**

<b>Posto de transformação potência instalada (kVA)</b>	<b>Corrente curto-circuito máxima (kA)</b>
Até 100 kVA	4 kA
Até 250 kVA	10 kA
Até 630 kVA	25 kA
Até 800 kVA	21 kA
Até 1000 kVA	27 kA

### 8.2.2.1.2 Duração de corrente de curto-circuito

Em equipamentos com dispositivos de proteção, a duração da corrente de curto-circuito é de acordo com a curva de tempo-corrente dos elementos de substituição.

**Nota:** para os valores de  $I_{cc}$  definidos na secção 8.2.2.1.1, o tempo de atuação dos fusíveis é normalmente inferior a 10 ms.

No caso de equipamentos não protegidos por fusíveis, a duração do curto-circuito recomendada para efeito de dimensionamento é de 0,2 s.

**Nota:** para o QGBT e equipamentos a montante deste, podem ser definidos outros valores para a duração do curto-circuito.

### 8.2.2.1.3 Valor de pico de corrente de curto-circuito

De acordo com especificado no quadro 7 da IEC 61439-1 os valores de pico da corrente de curto-circuito recomendados são os apresentados no Quadro 22 seguinte.

**Quadro 22****Valores recomendados para o valor de pico da corrente de curto-circuito consoante a potência instalada no PT**

<b>Posto de transformação potência instalada (kVA)</b>	<b>Pico de corrente de curto- circuito (kA)</b>
Até 100 kVA	6 kA
Até 250 kVA	17 kA
Até 630 kVA	52,5 kA
Até 800kVA	44,1 kA
Até 1000 kVA	56,7 kA

### 8.2.2.2 Níveis de isolamento

Nesta secção são apresentados os valores recomendados para os níveis de isolamento a especificar para os equipamentos/aparelhagem.

#### 8.2.2.2.1 Tensão mais elevada

Tomando em consideração o estipulado na EN 50160 para a qualidade de serviço técnica no que respeita ao valor da tensão de alimentação, recomenda-se como valor mínimo para a tensão mais elevada os níveis de tensão de 253/440 V (tensão nominal +10%).

**Nota:** em regra, a tensão estipulada dos equipamentos de BT é de 0,6/1 kV.

#### 8.2.2.2.2 Tensão suportável à frequência industrial

No Quadro 23 seguinte são apresentados os valores recomendados de especificação para a tensão suportável à frequência industrial em equipamentos em BT para instalações MT/BT.

**Quadro 23**  
**Tensão suportável à frequência industrial – equipamentos em BT para instalações MT/BT**

	Tensão suportável à frequência industrial	Duração
Entre todos os polos ligados e a massa	10 kV	60 s
Entre cada polo e todos os outros polos ligados	2 kV	60 s

**Nota:** o valor de 10 kV recomendado no Quadro 23 pode ser reduzido a valores inferiores em equipamentos protegidos por transformador de isolamento, ou com isolamento reforçado, desde que devidamente justificado.

#### 8.2.2.2.3 Tensão suportável ao choque atmosférico

No Quadro 24 seguinte são apresentados os valores recomendados de especificação para a tensão suportável choque atmosférico em equipamentos em BT para instalações MT/BT.

**Quadro 24**  
**Tensão suportável ao choque atmosférico – equipamentos em BT para instalações MT/BT**

	Tensão suportável ao choque atmosférico	Onda de tensão
Entre todos os polos ligados e a massa	20 kV	1.2/50 µs
Entre cada polo e todos os outros polos ligados	6 kV (categoria IV)	1.2/50 µs

**Nota 1:** o valor de 20 kV recomendado no Quadro 24 pode ser reduzido a valores inferiores em equipamentos protegidos por transformador de isolamento, ou com isolamento reforçado, desde que devidamente justificado.

**Nota 2:** categorias de sobretensão de acordo com o especificado na IEC 60664-1.

### 8.2.3 Rede de distribuição em BT

Na presente secção e respetivas subsecções pretende-se estabelecer as características relativas à aparelhagem, equipamentos e materiais em BT associados à rede de distribuição em BT.

#### 8.2.3.1 Corrente de curto-circuito

##### 8.2.3.1.1 Amplitude

Os equipamentos na rede de distribuição em BT recomendam-se ser dimensionados para a situação mais grave em termos de corrente curto-circuito, uma vez que estes em qualquer momento podem ser parte integrante de numa rede alimentada por PT de 630 kVA. Assim, seguindo este princípio a corrente de curto-circuito é de 25 kA, de acordo com o Quadro 21 (secção 8.2.2.1.1 ) do presente documento.

##### 8.2.3.1.2 Duração de corrente de curto-circuito

Nos equipamentos com dispositivos de proteção, a duração da corrente de curto-circuito é de acordo com a curva de tempo-corrente dos elementos de substituição.

**Nota:** para os valores de  $I_{cc}$  definidos na secção 8.2.3.1.1 , o tempo de atuação dos fusíveis é normalmente inferior a 10 ms.

No caso de equipamentos não protegidos por fusíveis, a duração do curto-circuito recomendada para efeito de dimensionamento é de 0,2 s.

De acordo com o artº 130 do RSRDEEBT, os aparelhos de corte de proteção devem cortar a corrente de curto-circuito numa duração inferior a 5 s.

**Nota:** para efeitos de dimensionamento das proteções contra curto-circuitos, considera-se a corrente de curto-circuito mínimo, corresponde ao defeito fase-neutro.

##### 8.2.3.1.3 Valor de pico de corrente de curto-circuito

De acordo com especificado no quadro 7 da IEC 61439-1 o valor de pico da corrente de curto-circuito recomendado é de 52,5 kA.

### 8.2.3.2 Níveis de isolamento

Nesta secção são apresentados os valores recomendados para os níveis de isolamento a especificar para os equipamentos/aparelhagem.

#### 8.2.3.2.1 Tensão mais elevada

Tomando em consideração o estipulado na EN 50160 para a qualidade de serviço técnica no que respeita ao valor da tensão de alimentação, recomenda-se como valor mínimo para a tensão mais elevada os níveis de tensão de 253/440 V (tensão nominal +10%).

**Nota:** em regra, a tensão estipulada dos equipamentos de BT é de 0,6/1 kV.

#### 8.2.3.2.2 Tensão suportável à frequência industrial

No Quadro 25 seguinte são apresentados os valores recomendados de especificação para a tensão suportável à frequência industrial em equipamentos em BT para a rede de distribuição em BT.

**Quadro 25**  
**Tensão suportável à frequência industrial – equipamentos em BT para a rede de distribuição em BT**

	Tensão suportável à frequência industrial	Duração
Entre todos os polos ligados e a massa	4 kV	60 s
Entre cada polo e todos os outros polos ligados	2 kV	60 s

**Nota:** em alguns equipamentos, a tensão suportável entre cada polo e todos os outros polos ligados poderá assumir valores inferiores aos indicados no quadro anterior.

#### 8.2.3.2.3 Tensão suportável ao choque atmosférico

No Quadro 26 seguinte são apresentados os valores recomendados de especificação para a tensão suportável choque atmosférico em equipamentos em BT para a rede de distribuição em BT.

**Quadro 26**  
**Tensão suportável ao choque atmosférico – equipamentos em BT para a rede de distribuição em BT**

	Tensão suportável ao choque atmosférico	Onda de tensão
Entre todos os polos ligados e a massa	6 kV (categoria IV)	1.2/50 $\mu$ s
Entre cada polo e todos os outros polos ligados	6 kV (categoria IV)	1.2/50 $\mu$ s

**Nota 1:** categorias de sobretensão de acordo com o especificado na IEC 60664-1.

**Nota 2:** em alguns equipamentos a categoria de sobretensão poderá ser inferior à indicada no quadro anterior, como são exemplo as luminárias (categoria II).