

# Segurança Elétrica



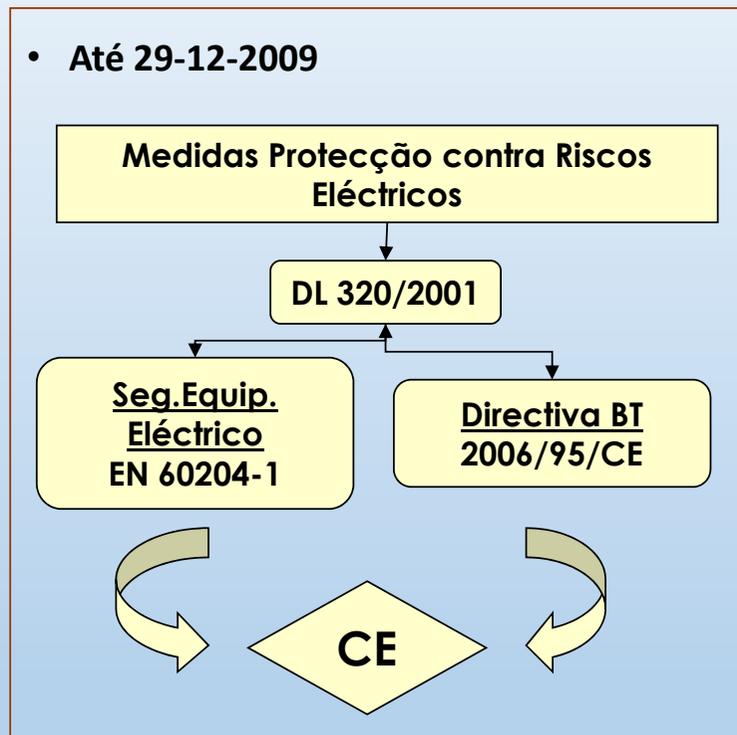
## Programa

- Enquadramento Legal
- Segurança elétrica — Equipamento eléctrico
- Ensaaios Eléctricos

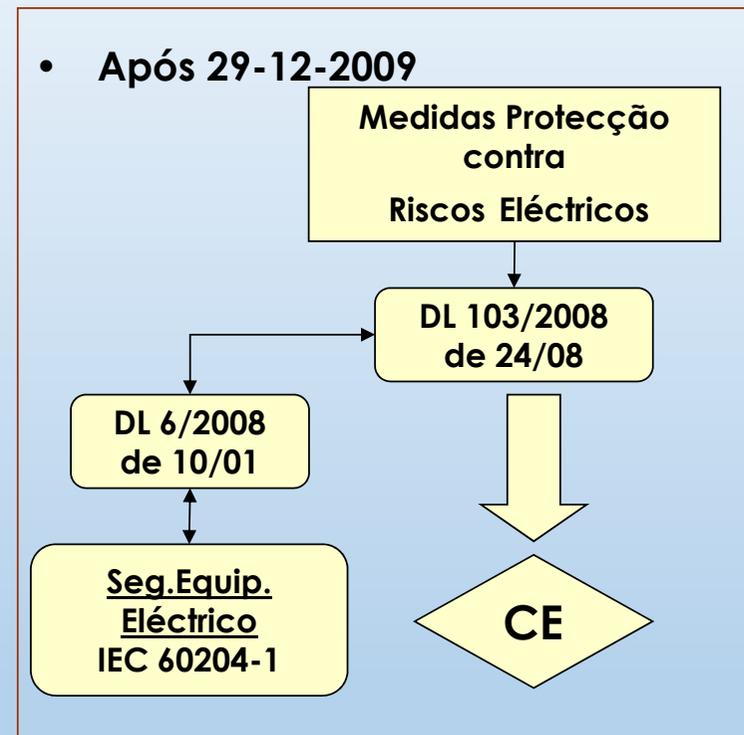


# Regulamentação

- Até 29-12-2009



- Após 29-12-2009



## Vídeo

<https://www.napofilm.net/pt/napos-films/napo-in%E2%80%A6shocking-situations>



# Objectivos de Segurança

Directiva 2006/95/CE (Baixa Tensão) – Dec.Lei 6/2008

## Art. 2 – Âmbito:

- Aplicada ao equipamento eléctrico destinado a ser utilizado em instalações cuja tensão nominal:

50 V AC < **Un** < 1000 V AC

75 V DC < **Un** < 1500 V DC

## ▪Exclusões:

- Equipamento eléctrico destinado a ser utilizado em atmosfera explosiva;
- Equipamento eléctrico para radiologia e para medicina;
- Partes eléctricas dos elevadores e monta-cargas;
- Contadores de energia eléctrica;
- Tomadas de corrente, fichas e conectores para uso doméstico;
- Dispositivos de alimentação de cercas electrificadas;
- Equipamento especializado destinado a ser utilizado em navios ou aeronaves e nos caminhos de ferro que satisfaça as disposições de segurança estabelecidas pelos organismos internacionais de que os Estados membros da União Europeia façam parte;
- Todo o equipamento eléctrico respeitante a perturbações radioeléctricas.
- Fica excluído do âmbito de aplicação do presente decreto-lei o equipamento eléctrico destinado à exportação para países terceiros.



# Anexo I - Condições de segurança do equipamento eléctrico

Directiva 2006/95/CE (Baixa Tensão) – Dec.Lei 6/2008

## 2 – Protecção contra os perigos causados pelo equipamento eléctrico:

- Devem ser tomadas medidas de ordem técnica para que:
  - a) Fique protegida contra perigos de ferimentos ou outros danos causados por **contactos directos ou indirectos** com o equipamento eléctrico.
  - b) Não se produzam temperaturas, descargas eléctricas ou radiações que ofereçam perigo;
  - c) (...)
  - d) O isolamento do equipamento eléctrico seja adequado aos condicionamentos previstos.



# Alimentação e dispositivos de interrupção da ligação à Energia Eléctrica

## 5.2 Terminal de chegada do condutor do circuito terra de protecção externo

- Terminal de terra deve estar na vizinhança das fases.
- Terminal do circuito protecção deve ter o tamanho necessário para a secção equivalente:

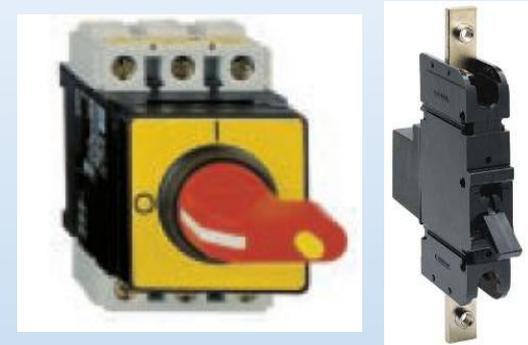
$S \text{ (fase)} < 16 \text{ mm}^2$	-	$S \text{ (protecção)} = S \text{ (fase)}$
$16 \text{ mm}^2 < S \text{ (fase)} < 35 \text{ mm}^2$	-	$S \text{ (protecção)} = 16 \text{ mm}^2$
$S \text{ (fase)} > 35 \text{ mm}^2$	-	$S \text{ (protecção)} = S \text{ (fase)} / 2$
- O terminal de chegada deverá ter a designação "PE".



# Dispositivo de interrupção da alimentação de energia

- Requisitos dos dispositivos

- Posição 0/I - visível
- Possibilidade de bloqueio na posição 0
- Omnipolar (4 polos – regime neutro TT)  
(Num sistema TN o neutro poderá não ser desligado)



- Tipos de dispositivos

- Interruptor-seccionador
  - Interruptor
  - Disjuntor
  - Ficha/tomada (com cabo flexível)
- Colocado entre 0,60 e 1,9m (recomendado 1,7m)



# Proteção contra choque eléctrico

## Contacto directo

**Contacto com uma parte activa de um material em tensão.**



- Protecção por invólucro
  - Partes activas com o mínimo IP2X.
  - Se o invólucro for acessível, o mínimo IP4X.  
Abertura só possível através de chave ou ferramenta ou desconexão das partes activas antes da abertura do invólucro.
- Protecção por isolamento das partes activas.
- Protecção contra tensões residuais
  - Uma parte activa não pode apresentar uma tensão residual superior a 60V, 5 segundos após a alimentação ter sido desligada.
- Protecção por barreiras, distância ou obstáculos.



## Proteção contra choque eléctrico

- Contacto indirecto

Contacto com uma massa de um receptor colocada, acidentalmente, em tensão no seguimento de um defeito de isolamento.

Medidas de protecção

- Medidas que evitem a ocorrência de tensões de contacto perigosas;

- Uso da **classe II** de isolamento.



- Protecção por separação eléctrica de forma a evitar o contacto entre partes activas e partes condutoras no caso de falha do isolamento básico.

- Interrupção automática da alimentação antes que a tensão de contacto seja perigosa;

- Ligação das partes condutoras acessíveis ao **circuito**

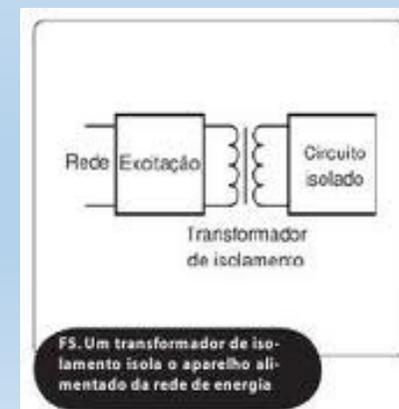
**de protecção.**

- Protecção por interrupção automática da alimentação eléctrica (**diferenciais**).



## Protecção contra choque eléctrico

- Protecção pelo uso de PELV (Protective Extra Low Voltage) – Tensão reduzida de segurança
  - $V_n \leq 25 \text{ Vac}$  ou  $V_n \leq 60 \text{ Vdc}$  (lugares secos).
  - $V_n \leq 6 \text{ Vac}$  ou  $V_n \leq 15 \text{ Vdc}$  (outras situações).
  - Um ponto do circuito é ligado à terra de protecção.
  - As tomadas/fichas de circuito PELV não devem ter o mesmo formato de outros sistemas de tensão
- Fontes de PELV:
  - do tipo Transformador de Isolamento;
  - fonte electroquímica (ex: bateria);
  - Fonte de alimentação electrónica



## Proteção contra choque eléctrico

Equipamento da <b>Classe 0</b>	Protecção garantida apenas pelo <b>isolamento principal</b> .	
Equipamento da <b>Classe I</b>	Protecção garantida pelo <b>isolamento principal mais</b> a ligação das partes condutoras acessíveis a um <b>condutor de protecção (PE)</b> ligado à terra.	
Equipamento da <b>Classe II</b>	Protecção garantida por <b>duplo isolamento</b> ou isolamento reforçado (sem ligação à terra das partes condutoras acessíveis).	Utilização de material com isolamento de classe II (identificado com o símbolo  ).
Equipamento da <b>Classe III</b>	Protecção garantida por meio de alimentação a <b>Tensão Reduzida de Segurança (TRS)</b> ou <b>Tensão Reduzida de Protecção (TRP)</b> isto é, tensão reduzida de segurança, com um ponto do circuito secundário ligado à terra.	 Tensões reduzidas: $U \leq 50 \text{ V c.a.}$ ou $U \leq 120 \text{ V c.c.}$



# Ligação(es) equipotencial

## Circuito de proteção

- Terminal de terra de proteção.
- Partes condutoras da estrutura do equipamento elétrico da máquina.
- Condutores de proteção (cobre) no equipamento da máquina.
  - os pontos terminais devem ser identificados com o símbolo, ou com letras **PE** ou utilização da cor **Verde** e **Amarelo**
- Todas as partes condutoras expostas devem estar ligadas ao circuito de proteção.



# Aparelhagem de comando

- Localização e montagem

- Todos os comandos devem ser colocados e orientados para que possam ser identificados sem movê-los ou desligá-los.
- Colocados entre **0,4 e 2m** acima da posição de serviço para funções de ajuste e regulação

- Índices de Proteção - IP

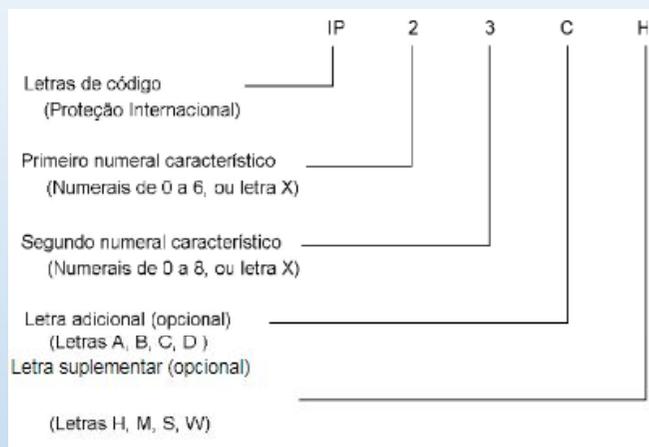
- Os invólucros com comandos devem ser resistentes a ações de sólidos e líquidos – ter **no mínimo IP22**.
  - Invólucros para a industria em geral – IP32, IP43 e IP54
  - Invólucros que estão sujeitos a jatos de água de baixa pressão – IP55
  - Invólucros com proteção contra pó fino – IP 65

- Acessos aos comandos

- Os corredores e portas de acesso às áreas operacionais elétricas deverão:
  - Ter pelo menos **0,7m** de largura e **2,1m** de altura;
  - Abrir para o exterior;
  - Ter um meio (ex. parafusos pânico) para permitir a abertura do interior, sem a utilização de uma chave ou ferramenta



## IP – Índices de Protecção (IPXX.X.X) IEC 60529



- A - Acesso das costas da mão
- B - Acesso dos dedos
- C - Acesso de ferramenta  $\varnothing$  2,5 mm
- D - Acesso de condutor  $\varnothing$  1 mm

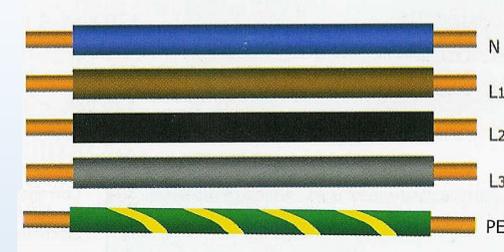
- H – Equipamento de alta tensão
- M – Em movimento durante o ensaio com água
- S – Em repouso durante o ensaio com água
- W Condições climáticas

Índices de protecção - IP					
Primeiro algarismo		Segundo algarismo			
Protecção contra corpos sólidos		Protecção contra líquidos			
0		Sem protecção	0		Sem protecção
1		Protecção contra corpos superiores a 50 mm (ex.: contactos involuntários da mão)	1		Protegido contra as quedas verticais de gotas de água (condensação)
2		Protegido contra corpos sólidos superiores a 12 mm (ex.: dedos da mão)	2		Protegido contra as quedas de água com direcção até 15° da vertical
3		Protegido contra corpos sólidos superiores a 2,5 mm (ex.: ferramentas, cabos)	3		Protegido contra a água da chuva com direcção até 60° da vertical
4		Protegido contra corpos sólidos superiores a 1 mm (ex.: ferramentas finas, pequenos cabos)	4		Protegido contra as projecções de água em todas as direcções
5		Protegido contra o pó (sem sedimentos prejudiciais)	5		Protegido contra os jactos de água em todas as direcções
6		Totalmente protegidos contra o pó	6		Protegido contra os jactos de água semelhantes a golpes do mar
			7		Protegido contra a imersão
			8		Protegido contra os efeitos prolongados da imersão sob pressão



# Cablagens

- Identificação dos condutores



- Os condutores deverão estar marcados tal como consta na documentação técnica (pode ser por números ou por alfanumérico ou por cores ou combinações de todos).
- Identificação do condutor de protecção com a combinação de **verde-amarelo** ao longo de todo o seu trajecto.
- Identificação do condutor neutro pela cor **azul-claro**.
- Identificação de outros condutores:
  - Circuitos de potência (fases) – **preto** e **castanho** e **cinza**
  - Circuitos de controlo – **vermelho** - AC; **azul** – DC;
  - Circuitos de excepção (ex: iluminação emergência): **laranja**



## Sobreintensidade

Se a corrente eléctrica de serviço ( $I_B$ ) ultrapassar o valor máximo ( $I_Z$ ) permitido nos condutores diz-se que há uma **sobreintensidade**.

- Ex: demasiados aparelhos ligados simultaneamente num mesmo circuito podem originar uma **sobrecarga** que é uma sobreintensidade em que a corrente de serviço no circuito é superior ou ligeiramente superior à intensidade máxima permitida nos condutores ( $I_B > I_Z$ ).
- Ex: dois pontos do circuito com potenciais eléctricos diferentes entram em contacto directo entre si estamos na presença de um **curto – circuito** que é uma sobreintensidade em que a corrente de serviço no circuito é muito superior à intensidade máxima permitida nos condutores ( $I_B \gg I_Z$ ).



## Aparelhos de protecção contra sobreintensidades

Para proteger os circuitos contra sobreintensidades (sobrecargas ou curto – circuitos) são usados **disjuntores magnetotérmicos** ou **corta circuitos fusíveis** que interrompem automaticamente a passagem da corrente no circuito, evitando um sobreaquecimento dos condutores que pode originar um incêndio.



## Selectividade dos aparelhos de protecção

Diz-se que há **selectividade** dos aparelhos de protecção quando em caso de defeito apenas actua o aparelho de protecção imediatamente a montante do defeito. Na prática a selectividade é garantida se:

- **Seletividade entre corta-circuitos fusível**

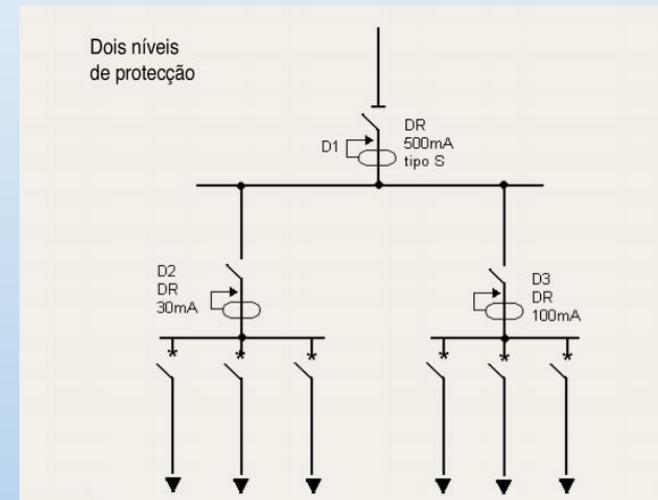
$I_{\text{nominal montante}} \geq 3 \times I_{\text{nominal jusante}}$

- **Seletividade entre disjuntores).**

$I_{\text{nominal montante}} \geq 2 \times I_{\text{nominal jusante}}$

- **eletividade entre disjuntores e corta – circuitos fusível**

As curvas características do aparelho de protecção contra sobrecargas e do aparelho de protecção contra curto-circuitos forem tais que atue o primeiro aparelho situado a montante.



## Acessórios e Iluminação

- Deve estar ligada ao circuito de protecção;
- O interruptor da iluminação não deve estar incorporado no suporte da lâmpada ou no cabo flexível de ligação;
- Evitar os efeitos estroboscópicos das luzes através da escolha apropriada das luminárias.



A tensão nominal da iluminação local não deverá exceder 250 V entre condutores. Recomendável: < 50V.

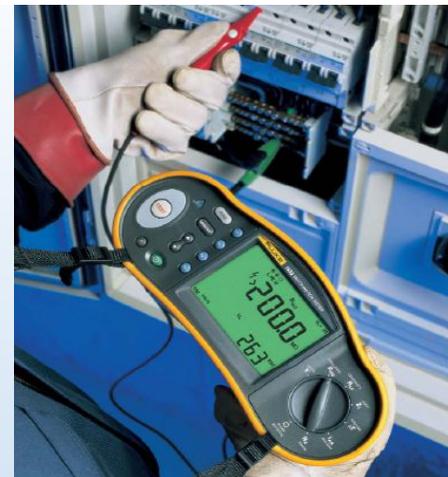


## Marcações, sinais de aviso e designações

- Placas, marcações e identificações
  - Nome do fabricante, modelo, n.º de série, marcação da certificação, etc.. (As marcações devem ser claras e duráveis).
- Sinais de aviso
  - Invólucros que não sejam óbvios possuírem equipamento eléctrico devem ter o símbolo de seta em zig-zague inserida num triângulo.
  - Deve ser claramente visível pelos operadores e colocado nas portas ou tampas.
- Identificação funcional
  - Os dispositivos de controlo, indicadores e displays devem ser claros e duravelmente marcados.
- Marcação e designação do equipamento de controlo
  - O equipamento de controlo deve ter marcações visíveis e duráveis.
  - Todos os dispositivos de controlo e componentes devem estar identificados de acordo com a documentação técnica.



# Ensaio e Verificações



- As verificações a efetuar para máquinas elétricas devem sempre incluir:
  - a) Verificação do equipamento elétrico conforme a documentação técnica;
  - b) As condições para a proteção contra contatos indiretos pela desconexão automática da fonte de alimentação (se aplicável);
  - f) Testes funcionais



## Protecção contra contactos indirectos

b)



Disjuntor diferencial (DD)  
Protecção diferencial (igual aos ID)  
Protecção contra sobrecargas  
Tem poder de corte

Caraterísticas  
Corrente Estipulada:  $I_n = 25, 40, 63, 80, 100 \dots$  (A).  
Corrente Diferencial Residual Estipulada:  
 $I_{\Delta n} = 6, 12, 30, 100, 300, 500, 1000, \dots$  [mA].  
Tensão Estipulada,  $U_n$ : 230 V  
Suporta correntes de C.C até 6000 A (6 kA)  
DD - Disjuntor diferencial  
Bipolar podendo ser tetrapolar com corte omnipolar.

ID  
 $I_{\Delta n} 0,03$  A  
63 A  
230 V ~  
10 kA

Interrupor diferencial (ID)  
0,03 A Sensibilidade  
Corrente estipulada  
Tensão e protecção em Corrente Alterna «~»  
Suporta correntes de C.C até 10 000 A

O disjuntor diferencial têm também protecção magnetotérmica, isto é, contra sobrecargas e curto-circuitos.



# Ensaio e Verificações

- As verificações a efetuar para máquinas elétricas podem ainda incluir:
  - c) Ensaio de Resistência de Isolamento;
  - c) Ensaio de Tensão (Rigidez Dielétrica);
  - c) Proteção contra tensão residual

Quando um equipamento elétrico for modificado devem ser realizados novos ensaios.



# Referências Bibliográficas

- Directiva 2006/95/CE – Baixa tensão
- Decreto-Lei 6/2008
- EN ISO IEC 60204-1:2005 + A1:2008 Segurança de máquinas — Equipamento eléctrico de máquinas Parte 1:Regras gerais
- IEC 60364-4-41 - Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock
- EN 60529:1991 Graus de protecção assegurados pelos invólucros (Código IP)



**Contactos:**

Nelson Fernandes– 914712093 – ndfpg@hotmail.com

<http://www.adapcde.org/formacao/form.htm>

