

ILUMINAÇÃO

Requisitos de segurança e marcação de luminárias	274
Iluminação em extrabaixa tensão	279

Requisitos de segurança e marcação de luminárias

As luminárias, além de visualmente agradáveis e fornecer boa iluminação, têm de ser seguras. O que se segue é um resumo dos requisitos específicos de segurança estabelecidos pela norma NBR IEC 60598 com relação à proteção contra choque elétrico, proteção contra penetração de corpos estranhos e proteção contra ignição/fogo. São descritos também os critérios para marcação das luminárias, que indicam o atendimento dos requisitos estabelecidos pela norma.

A norma brasileira NBR IEC 60598, baseada integral-

Previsão de cargas de iluminação

Como regra geral, a NBR 5410 estabelece, em 4.2.1.2.2, que as cargas de iluminação devem ser determinadas como resultado da aplicação da NBR 5413: *Iluminância de interiores – Procedimento*.

Como alternativa ao uso da NBR 5413, e especificamente em unidades residenciais, a NBR 5410 apresenta os seguintes critérios:

- em cômodos ou dependências com área igual ou inferior a 6 m² deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA;
- em cômodos ou dependências com área superior a 6 m², deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA para os primeiros 6 m², acrescida de 60 VA para cada aumento de 4 m² inteiros.

A norma adverte que os valores indicados são para efeito de dimensionamento dos circuitos, não havendo qualquer vínculo, portanto, com potência nominal de lâmpadas.

O texto também precisa que deve ser considerada, como potência nominal dos aparelhos fixos de iluminação a descarga, o valor total, isto é, incluindo potência das lâmpadas, perdas e fator de potência dos equipamentos auxiliares.

mente na IEC 60598, abrange todos os aspectos relativos à segurança (elétrica, térmica e mecânica) de luminárias. É constituída por duas partes: a *Parte 1 – Requisitos gerais e ensaios*, que especifica os requisitos gerais para a classificação e marcação de luminárias, bem como para sua construção mecânica e elétrica, juntamente com os ensaios correspondentes; e a *Parte 2 – Requisitos particulares*, que detalha os requisitos para um tipo particular de luminária ou grupo de luminárias com tensão de alimentação não superior a 1000 V.

Em matéria de segurança, as luminárias são classificadas segundo três critérios:

- de acordo com o tipo de proteção contra choque elétrico;
- de acordo com o grau de proteção contra penetração de pó, objetos sólidos e umidade; e
- de acordo com o material da superfície de apoio para o qual a luminária é projetada.

Marcação nas luminárias

Com o objetivo de definir as características das luminárias, a norma especifica as informações que devem ser marcadas nas luminárias, de forma clara e permanente.

Além de dados sobre potência, tensão, tipo de lâmpadas e outros, devem ter marcação específica referente às classificações quanto à segurança, conforme indicado adiante.

Proteção contra choque elétrico

Com relação ao tipo de proteção contra choque elétrico, as luminárias são classificadas em quatro classes: 0, I, II, e III. A tabela I indica os símbolos utilizados para identificação de cada tipo, e suas principais características.

As luminárias classe 0 possuem somente isolamento básica, sem provisão para aterramento, e não são admitidas pelas normas nacionais de muitos países. Ou, quando admitidas, o são para uso restrito, limitado a determinadas aplicações, não devendo ser sequer concebidas como classe 0 as luminárias para condições severas de serviço, as luminárias montadas sobre trilhos, nem as luminárias portáteis.

As luminárias classe I, além da isolamento básica, possuem um ponto de aterramento que interliga todas as suas partes metálicas sujeitas a se tornarem vivas na ocorrência de uma falta. Esse terminal de aterramento deve ser obrigatoriamente

Tab. I – Proteção contra choques elétricos

Classe	Símbolo	Proteção
0		Isolação básica somente (não recomendado)
I		Isolação básica mais conexão para aterramento
II		Isolação dupla ou reforçada, sem provisão de ponto para aterramento
III		Alimentação SELV

No mínimo, um ponto de luz no teto. Obrigatório

Em cada cômodo ou dependência de unidades residenciais deve ser previsto pelo menos um ponto de luz fixo no teto, com potência mínima de 100 VA, comandado por interruptor de parede. A regra também é válida para acomodações de hotéis, motéis e similares, mas neste caso admite-se que o ponto de luz fixo, no teto, seja substituído por ponto de tomada, com potência mínima de 100 VA, comandado por interruptor de parede (item 4.2.1.2.2 da NBR 5410).

te conectado ao condutor PE da instalação, e a luminária deve possuir um condutor específico para aterramento incorporado ao rabicho de alimentação elétrica. Quando a ligação é feita por meio de bornes de ligação, deve existir um borne de aterramento específico. A não-obediência a estas condições transforma a luminária em classe 0.

As luminárias classe II são projetadas e construídas de forma que suas partes metálicas expostas não possam se tornar vivas, seja em condições normais, seja no caso de falta. Isto é conseguido mediante a utilização de isolamento dupla ou isolamento reforçada.

As luminárias classe III são aquelas alimentadas por uma fonte de extra-baixa tensão de segurança (SELV), isto é, que não gera tensões de saída superiores a 50 VCA. Estas luminárias não devem possuir provisão para aterramento.

A norma estabelece que a classe de uma luminária é única. Ou seja: é inconcebível uma luminária que seja, ao mesmo tempo, classe 0 e classe I; ou classe I e classe II; ou clas-

Circuitos distintos para iluminação e tomadas

Na seção 4.2.4, em que fixa as regras gerais a serem observadas na divisão da instalação em circuitos, a NBR 5410 diz, com clareza, que *devem ser previstos circuitos terminais distintos para iluminação e tomadas de corrente.*

Isso na seqüência de prescrições mais genéricas, com a mesma preocupação. A própria regra citada acima é a continuação de um artigo, o 4.2.4.5, onde se lê que "os circuitos terminais devem ser individualizados pela função dos equipamentos de utilização que alimentam."

Antes, em 4.2.4.2., o texto já anuncia os propósitos e as razões da seção: "a instalação deve ser dividida em tantos circuitos quantos forem necessários, de forma a proporcionar facilidade de inspeção, ensaios e manutenção, bem como evitar que, por ocasião de um defeito em um circuito, toda uma área fique desprovida de alimentação (por exemplo, circuitos de iluminação)."

se 0 e classe II, etc. Assim, por exemplo, uma luminária incorporando um transformador de extra-baixa tensão, com provisão para aterramento, deve ser classificada como classe I e nenhuma parte da luminária pode ser classificada como classe III, mesmo que o compartimento da lâmpada seja separado por uma barreira do compartimento do transformador.

Proteção contra penetração de pó, objetos sólidos e umidade

O sistema de identificação IP é utilizado para classificar as luminárias de acordo com o grau de proteção contra a penetração de corpos estranhos, pós ou umidade. O termo "corpos estranhos" inclui elementos tais como partes do corpo humano, objetos, ferramentas, que possam entrar em contato com as partes vivas da luminária.

A IEC 60529 apresenta os detalhes completos, e dela foi extraído o resumo a seguir, que faz parte da norma brasileira de luminárias [ver, neste **Guia EM da NBR 5410**, a seção "Influências externas", que traz explicações sobre os graus de proteção IP]:

"O tipo de proteção coberto por este sistema de classificação é como segue:

"a) proteção de pessoas contra contato ou proximidade de partes vivas e contra contato com partes móveis (exceto eixos lisos rotativos ou similares), no interior do compartimento, e proteção do equipamento contra o ingresso de corpos sólidos externos; e

"b) proteção de equipamento no interior do compartimento contra ingresso prejudicial de água.

"A designação para indicar os graus de proteção consiste das letras características IP seguidas por dois numerais (os "numerais característicos"). O primeiro numeral indica o grau de proteção descrito no item a) acima e o segundo numeral o grau de proteção descrito no item b) acima."



Luminária fluorescente com grau de proteção IP 66 (protegida contra penetração de pós e contra fortes jatos d'água)

Tab. II – Proteção proporcionada pela luminária relativamente ao material da superfície de apoio

Classe de luminária	Marcação	Condições
Luminárias adequadas para montagem direta sobre superfícies de inflamabilidade normal		Temperatura máxima de 180°C na superfície de montagem.
Luminárias adequadas para montagem direta em/sobre superfícies de inflamabilidade normal, quando um material isolante térmico pode cobrir a luminária		Temperatura máxima de 130°C na superfície de montagem.
Luminárias não adequadas para montagem direta sobre superfícies inflamáveis (adequadas somente para montagem sobre superfícies não inflamáveis)		

Proteção com relação ao material da superfície de apoio

As luminárias, e os componentes elétricos da instalação, em geral, devem ser selecionados e instalados de modo a evitar que possam provocar incêndio, tanto sob condições operacionais normais como no caso de uma falta.

Assim, ao planejar sistemas de iluminação e selecionar as luminárias, devem ser consideradas as propriedades de proteção contra incêndio — do material que as constitui, das superfícies em que serão montadas e de outras superfícies que possam ser termicamente influenciadas. Além disso, deve ser levada em conta a distância mínima exigida com relação a materiais inflamáveis, bem como os tipos de local em que se admite o uso da luminária, ou para os quais ela foi concebida.

Entende-se como superfície de montagem qualquer parte de uma construção, de uma mobília ou de outra estrutura em que uma luminária possa, de um modo ou de

outro, ser fixada, suspensa, repousada ou colocada em uso normal, e que é destinada a suportar a luminária.

Os materiais da superfície de montagem são classificados em:

- materiais facilmente inflamáveis,
- materiais de inflamabilidade normal e
- materiais não-inflamáveis.

Os materiais *facilmente inflamáveis* são aqueles que não podem ser classificados como de inflamabilidade normal ou baixa, nem como incombustíveis. Exemplos: fibra de madeira e materiais à base de madeira com espessura de até 2 mm.

Os materiais de *inflamabilidade normal* são aqueles cuja temperatura de ignição é de, pelo menos, 200°C e que não se deformam ou enfraquecem nesta temperatura. Exemplos: madeira e materiais à base de madeira com mais de 2 mm de espessura.

Por fim, os *materiais não-inflamáveis* (incombustíveis) são aqueles incapazes de manter a combustão. Materiais tais como metal, gesso e concreto são considerados incombustíveis.

A tabela II indica as marcações obrigatórias para as luminárias apropriadas para uso em cada tipo de superfície de montagem. São utilizados os símbolos:



Quando a luminária contém o símbolo



isto significa que ela é adequada para montagem diretamente sobre superfícies de inflamabilidade normal⁽¹⁾.

Quando a luminária incorporar reator ou transformador para lâmpadas de descarga, a norma indica três opções equivalentes para proteger a superfície de montagem contra aquecimento excessivo:

- mediante espaçamento adequado entre o reator ou transformador e a superfície de montagem, observando-se uma distância mínima e condições indicadas na norma;
- mediante medições de temperatura para verificar se a superfície de montagem da luminária não alcançará temperaturas muito elevadas, sob condições anormais de operação ou sob condições de defeito do reator; ou
- mediante a aplicação de proteção térmica, que pode ser uma proteção com material isolante térmico adicional, ou dispositivos protetores térmicos integrantes do reator. Os reatores termicamente protegidos são marcados com o símbolo



ou

Porta-lâmpadas, só com proteção contra choques


Porta-lâmpadas (isoladamente ou incorporados a aparelhos) que não ofereçam proteção contra risco de contatos acidentais com partes vivas não são admitidos



em instalações prediais. É o que diz a NBR 5410 em 6.5.8.2.2: "em instalações residenciais e assemelhadas só podem ser usados porta-lâmpadas devidamente protegidos contra riscos de contatos diretos ou equipamentos de iluminação que confirmam ao porta-lâmpada, quando não protegido por construção, uma proteção equivalente. Esta mesma prescrição se aplica a qualquer outro tipo de instalação em que as lâmpadas dos equipamentos de iluminação forem suscetíveis de serem manipuladas ou substituídas por pessoas que não sejam advertidas (BA4) nem qualificadas (BA5)."

Os pontos são substituídos pela temperatura máxima da caixa, em °C, na qual o protetor abre o circuito.

Notas

(1) A explicação referente à marcação  baseia-se no Anexo N da norma NBR IEC 60598-1.

Iluminação em extrabaixa tensão

As qualidades das lâmpadas halógenas alimentadas em extrabaixa tensão — isto é, sob tensões inferiores a 50 V —, contribuiram para a difusão deste sistema de iluminação, notadamente em lojas e vitrines e, de forma geral, quando os atrativos e o valor dos objetos expostos necessitam um realce particular.

O emprego da extrabaixa tensão, embora ofereça por si só um certo nível de segurança no que se refere à proteção contra choques elétricos, não dispensa o respeito às medidas de segurança prescritas para todas as instalações elétricas, notadamente no que se refere à proteção contra as sobrecorrentes e contra os efeitos térmicos, incluindo os riscos de incêndio.

Esses problemas estão essencialmente associados ao fato de que em EBT de 12 V, que é o caso típico das lâmpadas halógenas dicróicas, as intensidades de corrente são virtualmente iguais a 12 vezes aquelas de BT em 127 V ou 18 vezes as de BT em 220 V. Como os efeitos térmicos resultantes da passagem da corrente são proporcionais ao quadrado desta, é fácil perceber a necessidade de cuidados e de uma realização efetivamente segura das instalações.

Na prática, as seções dos condutores das instalações em extrabaixa tensão, alimentadas a partir de uma instalação

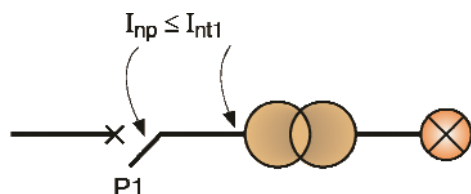


Fig. 1 – A proteção do bloco transformador-lâmpada é garantida pelo dispositivo de proteção P1, no primário do transformador

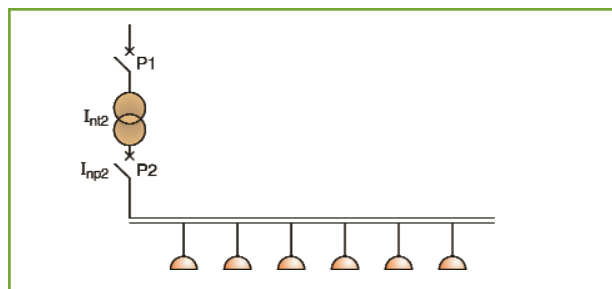


Fig. 2 – A proteção do trilho de alimentação das lâmpadas requer um dispositivo no secundário (P2)

de baixa tensão por meio de um transformador, devem satisfazer às duas condições seguintes:

- a) a queda de tensão no ponto mais distante não deve ser superior a 4% da tensão nominal de alimentação;
- b) a corrente nominal do dispositivo de proteção deve ser tal que o dispositivo atue em menos de 5 s na ocorrência de um curto-circuito no ponto mais distante da instalação.

Queda de tensão

A condição **a)** é verificada se a distância entre os terminais de saída do transformador e o ponto mais distante não for superior a:

$$L = u \cdot \frac{S}{2 \rho_l I_t}$$

onde

u é a queda de tensão admissível em volts. No caso, para uma instalação a 12 V,

$$u = 0,04 \times 12 = 0,5 \text{ V};$$

S é a seção dos condutores, em mm²;

ρ_l é a resistividade dos condutores, considerada igual a 1,25 vez a resistividade a 20°C ($\rho_{20} = 0,0225 \text{ } \Omega\text{mm}^2/\text{m}$ para condutores de cobre);

I_t é a corrente secundária nominal do transformador de alimentação.

Proteção contra as sobrecorrentes

A proteção contra as sobrecorrentes é realizada da seguinte maneira:

Proteção do circuito primário

O dispositivo de proteção deve ser adequado à seção dos condutores e insensível à corrente transitória de energização do transformador, cuja intensidade pode atingir 25 vezes sua corrente nominal, durante 10 ms. Assim, por exemplo, para transformadores 220/12 V com potência de até 630 VA, a proteção pode ser então garantida:

- por fusíveis gI ou gG com corrente nominal de 10 A, cuja corrente de fusão em 10 ms é de 100 A e, portanto, compatível com a corrente de energização de um transfor-

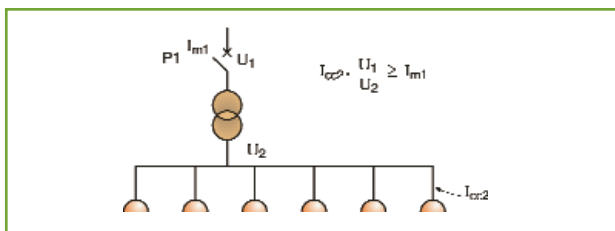


Fig. 3 – A proteção do circuito secundário pode ser garantida pelo dispositivo do circuito primário (P1) se a corrente de curto-circuito mínima I_{sc2} , referida à tensão do circuito primário, for pelo menos igual à corrente que assegura a atuação do dispositivo P1

mador de 630 VA ($25 \times 2,86 = 71,5$ A);

– por minidisjuntores tipo C⁽¹⁾ com corrente nominal de 16 A, cujo limiar inferior da faixa de atuação instantânea é $5 \times I_n$ e, portanto, $5 \times 16 = 80$ A.

O exemplo, ressalte-se, embute uma outra hipótese, relativa à seção dos condutores do circuito de alimentação. Assim, o fusível gI de 10 A e o disjuntor de 16 A asseguram a proteção de condutores com seção de $1,5 \text{ mm}^2$.

Proteção do circuito secundário em extrabaixa tensão

Aqui, distinguem-se três casos:

1º caso: o transformador alimenta uma única lâmpada, com a qual forma um bloco (figura 1). Este bloco é então considerado como qualquer equipamento de utilização e a proteção é garantida por um dispositivo cuja corrente nominal (I_{np}) seja no máximo igual à corrente primária nominal (I_{m1}) do transformador de alimentação.

2º caso: o transformador alimenta um trilho para luminárias (figura 2). Como este tipo de arranjo não impede, em princípio, um número ilimitado de luminárias no secundário, deve-se prever um dispositivo de proteção na saída do transformador, de forma a protegê-lo contra sobrecargas.

A corrente nominal do dispositivo de proteção (I_{np2}) deve ser no máximo igual à corrente secundária nominal do transformador (I_{m2}):

$$I_{np2} \leq I_{m2}$$

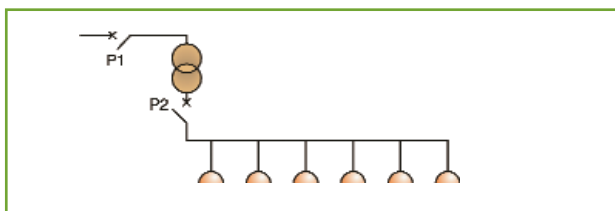


Fig. 4 – Transformador alimentando diversas luminárias. Além da proteção do circuito primário (P1), é necessário um dispositivo de proteção no secundário (P2)

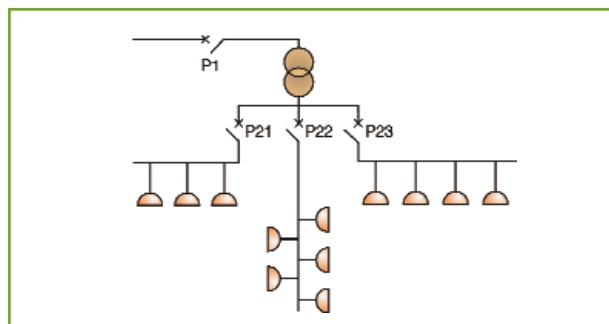


Fig. 5 – Transformador alimentando diversos circuitos secundários. Cada circuito deve dispor de seu próprio dispositivo de proteção (P21, P22, P23)

Além disso, o transformador deve ser protegido no primário, como descrito no primeiro caso.

3º caso: o transformador alimenta diversas lâmpadas. Em princípio, seria possível, neste caso, dispensar o dispositivo de proteção no secundário do transformador, desde que o dispositivo de proteção instalado no primário, no circuito de alimentação do transformador (e selecionado como no primeiro caso) garanta a proteção contra curtos-circuitos nas linhas do circuito secundário.

Esta condição é satisfeita se a corrente de um curto-circuito que ocorra no ponto mais distante do circuito secundário for o suficiente para provocar a atuação do dispositivo de proteção do circuito primário num tempo compatível com a sollicitação térmica dos condutores nos quais se produz o curto-circuito (figura 3).

Mas esta solução conduz, na prática, a um comprimento muito curto da(s) linha(s) secundária(s) e a correntes nominais, dos dispositivos de proteção, muito baixas, o que limita a potência disponível.

Assim, é sumamente recomendável instalar um dispositivo de proteção contra correntes de sobrecarga na origem do circuito em extrabaixa tensão, isto é, nos terminais secundários do transformador (figura 4). Quando o transformador alimenta vários circuitos, cada circuito deve dispor então do seu respectivo dispositivo de proteção (figura 5).

Os dispositivos de proteção são determinados em função da seção dos condutores, seguindo-se as regras gerais da NBR 5410 e levando-se em conta o fato de que no final de sua vida útil as lâmpadas halógenas podem consumir, durante horas, uma corrente cuja intensidade pode chegar ao dobro daquela absorvida quando novas.

Notas

(1) De acordo com a IEC 60898 (*Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations*), um disjuntor tipo C é aquele com faixa de disparo magnético compreendida entre 5 e 10 vezes o valor da corrente nominal.