

INSTALAÇÕES DE UTILIZAÇÃO – ILUMINAÇÃO NORMAL, DE EMERGÊNCIA E DE SOCORRO

(Manuel Bolotinha ^{*1})

1. ASPECTOS GERAIS

Seja qual for a utilização dos diversos estabelecimentos e dos espaços (interiores e exteriores), todos eles dispõem de **instalações de utilização de iluminação** utilizadas na exploração normal do estabelecimento – a designada **iluminação normal**.

Contudo, os *estabelecimentos recebendo público e também nos estabelecimentos industriais* (ver Capítulo 3) e nos *locais afectos a serviços técnicos*, é necessário considerar as também as **instalações de iluminação de emergência e de segurança**, conforme definido nas **RTIEBT** (*Regras Técnicas das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão*):

- *Iluminação de emergência*: iluminação que permite, em caso de falha da iluminação normal, a evacuação segura e fácil do público para o exterior e as manobras relativas à segurança.
- *Iluminação de socorro* (eventual): a iluminação que permite manter a exploração (total ou parcial) do estabelecimento em caso de falha da alimentação da iluminação normal.

Nas *fracções autónomas dos edifícios de habitação e nas moradias unifamiliares* **apenas existe** a *iluminação normal*, terminando habitualmente os **respectivos circuitos**¹ em **caixas de tecto ou de applique**.

Nos *restantes locais*, quer a *iluminação normal* – interior e exterior – quer a *iluminação de emergência* (e a de *socorro*, caso exista) é realizada por **aparelhos de iluminação** de *tipologia* e com *lâmpadas* adequadas à *utilização* e às *tarefas* realizadas nos diversos espaços.

No que respeita a *iluminação exterior*, neste artigo **não** será abordada a **iluminação pública**, da responsabilidade da *EDP Distribuição e/ou das câmaras municipais*, mas apenas, de uma forma geral, a iluminação de recintos desportivos exteriores e de grandes parques exteriores de armazenagem, portos e aeroportos.

2. CÁLCULO LUMINOTÉCNICO

Os valores de *iluminância média* (E)² e da **uniformidade média**³ (U) a considerar nos diversos espaços das instalações de utilização, devem obedecer às seguintes normas:

¹ Define-se **circuito** como o **conjunto dos equipamentos eléctricos** de uma *instalação* **alimentados a partir da mesma origem e protegidos contra as sobretensões** pelo ou pelos mesmos **dispositivos de protecção**.

² A **iluminância** define-se como a quantidade de **fluxo luminoso** – *quantidade de luz emitida por uma fonte luminosa* – que incide numa superfície. A unidade do fluxo luminoso é o **lúmen (lm)**.

³ Define-se **uniformidade média** como a *relação* entre a *iluminância mínima* e a *iluminância média*.

- Iluminação interior: Norma EN⁴ 12464-1.
- Iluminação exterior: Norma EN 12464-2.

Na Tabela 1 apresentam-se exemplos dos valores de iluminância recomendados, para as utilizações mais comuns dos espaços interiores e das tarefas neles realizados.

Tabela 1 - Níveis de iluminância recomendados para as utilizações mais comuns

Espaço/Tarefa	E (lux)
Corredores, escadas e zonas de circulação	100-150
Salas de desenho e processamento de texto	500-750
Gabinetes e salas de reunião	300-500
Salas de aula (geral)	300
Cantinas	200
Balneários e vestiários	200
Cozinhas industriais	500
Parques de estacionamento cobertos (geral)	75-100
Salas de quadros e de serviços técnicos	200-250
Salas de comando e controlo	500
Zonas de armazenagem	100

O **cálculo luminotécnico** destina-se a determinar o número de aparelhos de iluminação a instalar num determinado espaço e a sua distribuição, de acordo com o *nível de iluminância* definido, o *tipo de aparelho de iluminação* escolhido e o *tipo e potência da lâmpada* a utilizar, sendo habitualmente realizado com recurso a “software” específico, sendo o **DIALUX** o mais utilizado.

No *cálculo luminotécnico* devem ser considerados, para além do *nível de iluminância*, o *tipo de iluminação* (*directa*; *indirecta*; *semi-directa*), as *dimensões do espaço*, a *altura útil* (altura entre o aparelho de iluminação e o plano de trabalho) e os *índices de reflexão das paredes, tecto e chão ou plano de trabalho*.

Uma aproximação do número de aparelhos de iluminação pode ser calculada usando a fórmula:

$$n = \frac{E \times A}{z \times \phi \times k \times \eta}$$

Onde:

n: número de aparelhos de iluminação.

E: Iluminância média (lux).

A: área do espaço (m²).

z: número de lâmpadas em cada aparelho de iluminação.

⁴ EN: Normas Europeias.

Φ : fluxo luminoso de cada lâmpada (lm).

k : factor de manutenção (habitualmente utiliza-se o valor **0,8**).

η : factor de utilização do local (valor normalmente indicado pelo fabricante).

Este *factor de utilização* pode exprimir-se pela equação:

$$\eta = \eta_L \times \eta_A$$

Onde:

η_L : factor de utilização do local, que tem em consideração a altura útil e os índices de reflexão das paredes, tecto e chão ou plano de trabalho.

η_A : rendimento do aparelho de iluminação.

3. ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA

3.1. TIPOLOGIA, CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÃO

A **iluminação de emergência** inclui as instalações de iluminação de **circulação/evacuação** e a iluminação **ambiente/anti-pânico**.

Na Tabela 2 indicam-se, de acordo com o estipulado nas *RTIEBT* (Secções 801.2.5.3.1.3 e 801.2.1.5.3.1.4), as condições em que **são obrigatórias** as *instalações de iluminação de circulação e anti-pânico*.

Tabela 2 – Condições de obrigatoriedade da iluminação de circulação e anti-pânico

Função da iluminação de emergência	Condições	Observações
Circulação	Locais onde possam permanecer mais do que 50 pessoas	
	Corredores e caminhos de evacuação	Neste caso a distância entre aparelhos de iluminação consecutivos não deve ser superior a 15 m.
Anti-pânico	Locais onde possam permanecer mais do que 100 pessoas, acima do solo (rés do chão e pisos superiores)	Esta iluminação deve ser o mais uniforme possível sobre toda a superfície do local, e deve garantir, por cada metro quadrado dessa superfície, um fluxo luminoso não inferior a 5 lm, devendo ser verificada a condição: $e \leq 4h$ (e : distância entre dois aparelhos de iluminação consecutivos; h : é a altura de colocação dos aparelhos de iluminação)
	Locais onde possam permanecer mais do que 150 pessoas, acima do solo (subsolo)	

A *iluminação de circulação* deve ser instalada, pelo menos nos seguintes locais:

- Junto das saídas (com ou sem porta)
- Locais onde seja necessário realçar a presença de um risco potencial ou a localização de um equipamento de segurança
- Corredores e escadas.

- Locais onde se verifique uma mudança de direcção.

De acordo com o indicado nas *RTIEBT*, a *iluminação de emergência de circulação* é **obrigatória** quando nesses estabelecimentos trabalhem **mais de 200 pessoas**.

Os *aparelhos de iluminação* utilizados na *iluminação anti-pânico* podem também ser usados para a *iluminação de circulação*.

As *RTIEBT* definem **quatro tipos** de *iluminação de segurança* (**A; B; C; D**) – Secção 801.2.1.5.3.4 – cujas características são indicadas na Tabela 3, e os *tipos de iluminação* a utilizar de acordo com o *tipo de estabelecimento* e da *respectiva categoria*, no que respeita à sua **lotação** (Secção 801.2.0), o que se indica na Tabela 4.

Tabela 3 – Tipos e características da iluminação de segurança

Tipo de iluminação de segurança	Características
A	Os aparelhos de iluminação de segurança devem ser alimentados por uma fonte central (bateria de acumuladores ou grupo gerador accionado por motor de combustão). Enquanto o estabelecimento estiver franqueado ao público, as lâmpadas da iluminação de segurança do devem ser alimentadas em permanência (lâmpadas acesas), devendo a potência por elas absorvida deve ser totalmente fornecida a partir da fonte de segurança.
B	Os aparelhos de iluminação de segurança podem ser alimentados por uma fonte central (como definido para o tipo A) ou podem ser to tipo “bloco autónomo” (ver Capítulo 10.3.3) Enquanto o estabelecimento estiver franqueado ao público e no caso de ser utilizada uma fonte central de segurança, as lâmpadas da iluminação de segurança do tipo B devem ser alimentadas em permanência (lâmpadas acesas), devendo a potência por elas absorvida, no estado de “vigilância”, ser totalmente fornecida a partir da fonte de alimentação da iluminação normal. No caso de serem utilizados blocos autónomos, estes devem ser fluorescentes do tipo permanente.
C	Os aparelhos de iluminação de segurança podem ser alimentados por uma fonte central (como definido para o tipo A) ou podem ser to tipo “bloco autónomo”. No estado de “vigilância”, as lâmpadas da iluminação de segurança ligadas a uma fonte central podem: • Não estar alimentadas por qualquer fonte (desligadas). • Estar alimentadas pela fonte da iluminação normal. • Estar alimentadas pela fonte da iluminação segurança. No caso de serem utilizados blocos autónomos, estes podem ser do tipo “permanente” ou “não permanente”.
D	Os aparelhos de segurança do podem ser constituídos por lanternas portáteis, alimentadas por pilhas ou por baterias, colocadas à disposição do pessoal responsável pela segurança do estabelecimento.

Tabela 4 – Classificação dos estabelecimentos recebendo público de acordo com a sua lotação

Categoria	Lotação (N)
1 ^a	N > 1000
2 ^a	500 < N ≤ 1000
3 ^a	200 < N ≤ 500
4 ^a	50 < N ≤ 200
5 ^a	N ≤ 50

Na lotação, incluem-se não só as pessoas que constituem o público como também as pessoas que se possam encontrar em qualquer um dos locais (acessíveis ou não ao público).

Na Tabela 5 indicam-se os tipos de iluminação de emergência para diversos estabelecimentos recebendo público, em função da sua categoria.

Tabela 5 – Tipos de iluminação de emergência de acordo com os tipos de estabelecimentos recebendo público e respectiva categoria

Tipo de estabelecimento	Tipo de iluminação de emergência					Observações
	Categoria do estabelecimento					
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	
Edifícios tipo administrativo	C	C	C	C	D	
Edifícios escolares	C	C	C	C	D	
Edifícios tipo hospitalar	B	B	B	B	D	
Empreendimentos turísticos e similares	C	C	C	C	D	Nos estabelecimentos de 1ª Categoria, de restauração e bebidas, a iluminação de segurança deve ser alimentada por uma fonte central
Estabelecimentos comerciais	A/B	A/B	B	B	D	Nos estabelecimentos de 1ª e 2ª Categorias, se a iluminação for do tipo A deve ser alimentada por um grupo gerador; se for do Tipo B deve ser alimentada por bateria central. Nos estabelecimentos de 3ª e 4ª Categorias, nos compartimentos de lotação inferior a 100 pessoas, a iluminação de segurança pode ser limitada à iluminação de circulação.

<i>Recintos de espectáculos e divertimentos públicos, fechados</i>						
- Salas de espectáculos	B	B	B	C	D	Nos estabelecimentos de 1ª e 2ª Categorias deve existir uma fonte central.
- Salas de diversão	B	B	C	C	D	Nos estabelecimentos de 1ª e 2ª Categorias deve existir uma fonte central. Nos estabelecimentos de 3ª e 4ª Categorias situados no subsolo, a iluminação de segurança deve ser do tipo B.
- Pavilhões desportivos	B	C	C	C	C	Nos estabelecimentos de 1ª Categoria, no caso de piscinas, a iluminação de segurança pode ser do tipo C.
- Recintos itinerantes ou improvisados	C	C	C	C	D	
<i>Recintos de espectáculos e divertimentos públicos, ao ar livre</i>	C	C	C	N/A	Nos estabelecimentos de 2ª e 3ª Categorias a iluminação é limitada à iluminação de circulação.	
<i>Estabelecimentos de culto</i>	C	C	C	C/D	D	Nos estabelecimentos de 4ª Categoria situados no subsolo, a iluminação de segurança deve ser do tipo C, podendo ser dispensada a iluminação de ambiente.

Em alguns dos estabelecimentos recebendo público as **RTIEBT são mais específicas** quanto aos *locais* onde devem existir *instalações de iluminação de segurança*.

Assim, nos **estabelecimentos do tipo hospitalar**, para além dos *caminhos de evacuação*, esta iluminação deve ser instalada:

- Quartos de dormir, dormitórios, enfermarias e dependências análogas.
- Outros locais franqueados ao público.
- Salas de operações, de anestesia, de recobro e de cateterismo cardíaco, bem como em outros locais em que a falta de iluminação possa acarretar perigo para a vida dos doentes.
- Circulações de acesso aos locais anteriormente indicados.

- Dependências onde existam infra-estruturas técnicas imprescindíveis ao funcionamento do estabelecimento.

No que se refere aos **empreendimentos turísticos e estabelecimentos similares a iluminação de segurança**, que deve estar **permanentemente acesa durante o tempo em que o estabelecimento estiver franqueado ao público**, deve existir em todos os *locais franqueados ao público*, podendo ser dispensada nos quartos e nos meios complementares de alojamento turístico.

Já nos **recintos de espectáculos e divertimentos públicos fechados**, deve existir *iluminação de segurança* nos seguintes locais: *salas ou recintos de exibição; outros locais franqueados ao público; cabinas de projecção; posto de segurança; cabina do palco; caixa do palco; corpo de camarins; circulações de acesso aos locais indicados, com excepção dos dois primeiros.*

Caso a *iluminação de identificação das coxias, das filas e dos lugares* **constituir também iluminação de segurança**, os respectivos circuitos devem ser **independentes dos outros circuitos da instalação**.

No caso dos **pequenos parques de estacionamento cobertos** a *iluminação de segurança* pode ser garantida exclusivamente por “**blocos autónomos**”⁵; já para os **grandes**⁶ **parques de estacionamento cobertos** a *iluminação de segurança* deve ser **garantida por fonte central**.

A **iluminação de segurança de circulação** deve obedecer ao seguinte:

- Os aparelhos de iluminação devem ser instalados ao longo das passadeiras de circulação de peões, em cada piso e nas saídas dos pisos para as escadas, com um espaçamento entre aparelhos de iluminação consecutivos não superior a 15 m; estes aparelhos devem, sempre que possível, ser instalados aos pares, sendo uns colocados a uma altura não inferior a 2 m e os outros a uma altura não superior a 0,5 m acima do piso;
- Os aparelhos de iluminação devem ser instalados também ao longo das escadas e nas saídas das escadas para o exterior do parque, com um espaçamento entre aparelhos de iluminação consecutivos não superior a 15 m, sinalizando eventuais mudanças de direcção ou obstáculos existentes.

No que se refere à **iluminação de segurança ambiente** deverão ser instalados pelo menos dois aparelhos de iluminação nos locais onde se exerçam actividades que interessem à segurança do parque, com as fontes de luz adequadas (*potência/fluxo luminoso*) adequadas às actividades e às dimensões dos locais.

A iluminância garantida pela iluminação de segurança ambiente deve ser pelo menos igual a **10%** da iluminância normal, com um valor superior a **15 lux**, de acordo com a *Norma EN 1838*.

⁵ Ver Capítulo 4.3

⁶ De acordo com as *RTIEBT*, os *parques de estacionamento cobertos* são considerados de **grande dimensão** se se verificar pelo menos uma das seguintes condições: tenham **quatro ou mais pisos abaixo ou acima do nível de referência**; tenham **capacidade superior a 400 veículos**.

3.2. CONDIÇÕES GERAIS DE ESTABELECIMENTO DAS INSTALAÇÕES DE ILUMINAÇÃO DE SEGURANÇA

As **canalizações**⁷ que constituem os *circuitos de alimentação das instalações de iluminação de segurança* devem obedecer às seguintes condições, de acordo com o estipulado nas *RTIEBT*:

- Devem ser distintas das canalizações das restantes instalações de utilização.
- Quando não instaladas em ductos, caleiras ou ocos de construção e não se encontrem dispostas ou protegidas para garantir o funcionamento durante pelo menos **1 h**, em caso de *incêndio*.
- As canalizações, bem como os respectivos equipamentos e materiais de derivação e junção, devem ser **resistentes ao fogo**.
- Não devem atravessar locais com **risco de incêndio**, com excepção das destinadas à alimentação dos equipamentos instalados nesses locais.

Os *circuitos de alimentação dos aparelhos de iluminação de segurança*, quando esta é alimentada por uma fonte central, devem ser estabelecidos a partir de um quadro eléctrico designado por “**quadro de segurança**” (nos estabelecimentos de **1ª Categoria** – ver Tabela 3, Capítulo 3.1 – é admissível a utilização de **quadros parciais**), que deve ser instalado num local afecto a serviços eléctricos – separado dos quadros da instalação normal, para que um incidente que possa ocorrer num destes quadros não o afecte – de acesso fácil e reservado exclusivamente ao pessoal incumbido da exploração da instalação.

Este quadro, para além dos *equipamentos de corte e protecção dos circuitos*, deve conter igualmente:

- Um dispositivo que permita, com uma única manobra, comutar do estado de “repouso” para o estado de “vigilância”; sempre que o estabelecimento esteja franqueado ao público, a iluminação de segurança deve ser colocada no estado de “vigilância”, passando ao estado de “repouso” no final do período de actividade do estabelecimento.
- Uma lâmpada que ilumine o quadro de segurança e que seja alimentada directamente pela fonte central.
- Aparelhos de medida que permitam a medição permanente dos valores da corrente e da tensão da fonte de alimentação e da instalação.
- Dispositivos que permitam a comutação “automática/manual” da iluminação de segurança (passagem do estado de “vigilância” ao estado de “funcionamento”).

Os *circuitos de alimentação da iluminação de circulação* de cada *caminho de evacuação* de **comprimento superior a 15 m** e que conduza o público para o exterior e da *iluminação de ambiente* devem ser estabelecidos para que existam pelo **menos dois circuitos distintos**, com **percursos tão diferentes quanto possível** e concebidos para que, em **caso de falha de um desses circuitos**, o *nível de*

⁷ É habitual, em *instalações eléctricas*, utilizar o termo **canalização**, para definir o conjunto dos *condutores e/ou cabos*, os seus *suportes físicos* (*tubos, esteiras/caminhos de cabos, etc.*) e *caixas de derivação e/ou passagem*. Ver Capítulo 6.

iluminância seja ainda seja **suficiente** para garantir a **evacuação** do público com segurança.

Os aparelhos da iluminação de circulação dos caminhos de evacuação de comprimento superior a 15 m devem ser **ligados, alternadamente, aos dois circuitos** (no caso de existirem mais de dois circuitos, os aparelhos de iluminação devem ser ligados de forma equivalente).

4. LAMPADAS E APARELHOS DE ILUMINAÇÃO – TIPOS, CARACTERÍSTICAS E UTILIZAÇÃO

4.1. LÂMPADAS

Os fabricantes disponibilizam *diversos tipos* de **lâmpadas** para as mais variadas aplicações. Na Tabela 6 apresentam-se os tipos de mais habitualmente utilizados nos aparelhos de iluminação e as suas aplicações genéricas.

Tabela 6 – Tipos e aplicação das lâmpadas

Tipo de lâmpada		Aplicação
Halogéneas (baixa tensão e tensão da rede)		Iluminação interior
De descarga	Fluorescentes tubulares (lineares – as mais utilizadas – circulares, etc.).	Iluminação interior e exterior (em desuso)
	Fluorescentes compactas integradas e não integradas	Iluminação interior
	Vapor de mercúrio	Iluminação interior (naves industriais e áreas de armazenagem) e exterior
	Vapor de sódio de alta pressão	Iluminação exterior
	Vapor de sódio de baixa pressão	Iluminação exterior
	Iodetos metálicos	Iluminação interior (naves industriais e áreas de armazenagem) e exterior
	Vapores metálicos (CDM)	Iluminação interior
LED (<i>lighting emitting diod</i>)		Iluminação interior e exterior

O princípio de funcionamento das **lâmpadas de descarga** baseia-se na **ionização de um meio gasoso contido no interior do bulbo da lâmpada causada por alta tensão aplicada nos eléctrodos da lâmpada**, o que *permite a circulação da corrente eléctrica*. Estas lâmpadas necessitam de **equipamentos auxiliares de arranque**: balastros; ignitores; condensadores.

Os **balastros**, *ferromagnéticos* ou, **preferencialmente, electrónicos**, destinam-se a aplicar alta tensão aos eléctrodos da lâmpada; o condensador destina-se à **compensação do factor de potência** das para que se obtenha **$\cos \phi \geq 0,95$** ; a função do **ignitor**, que *não é utilizado nas lâmpadas fluorescentes*, é produzir uma **descarga inicial nas lâmpadas para “facilitar” o arco eléctrico entre os eléctrodos** (ver Figura 1).

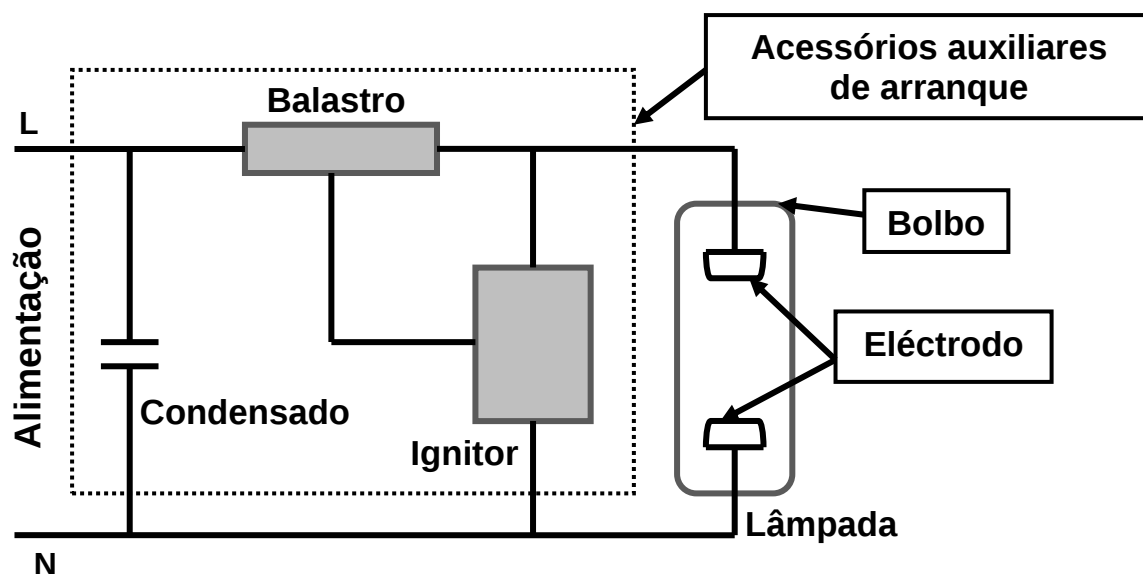


Figura 1 – Esquema de ligações de uma lâmpada de descarga não fluorescente

As **lâmpadas fluorescentes compactas integradas** têm já incluídos os *acessórios auxiliares de arranque*.

As **lâmpadas de halogéneo de baixa tensão** funcionam normalmente a **12 V**, sendo alimentadas por um **transformador 230/12 V** – um transformador por lâmpada ou um transformador por conjunto de lâmpadas.

De acordo com a *Directiva Europeia EU-1194/2012*, que entrou em vigor em 10/09/2014, na *Europa* as **lâmpadas incandescentes deixaram de ser produzidas e comercializadas**.

As principais características das lâmpadas são:

- Potência (**W**).
- Tensão estipulada (**V**).
- Frequência (**Hz**).
- Fluxo nominal (**lm**)
- Índice de restituição de cores – **Ra (%)**.
- Temperatura de cor – **Tc (grau Kelvin – K)**.
- Tempo de vida útil (**h**).
- Rendimento (**lm/W**).

As **lâmpadas LED** deverão obedecer ao indicado na *Norma IEC⁸ 62504:2014*.

O **índice de restituição de cores**, de acordo com as *Normas IEC/EN 60081*, medido em %, traduz a *semelhança entre a cor de uma superfície ou objecto iluminado por uma fonte de iluminação artificial e a cor dessa mesma superfície ou objecto, dita “normal”, quando iluminado pela luz solar* (a **100%** corresponde o valor ideal). A

⁸ IEC: International Electrotechnical Commission.

classificação desse índice, de acordo com as normas anteriormente referidas, é apresentada na Tabela 7.

Tabela 7 – Classificação dos índices de reprodução das cores das lâmpadas

Classificação	Classe de Reprodução	Índice de Reprodução (%)
Muito bom	1A	$Ra \geq 90$
	1B	$80 \leq Ra < 90$
Bom	2A	$70 \leq Ra < 80$
	2B	$60 \leq Ra < 70$
Suficiente	3	$40 \leq Ra < 60$
	4	$20 \leq Ra < 40$

O **tempo de vida útil** das lâmpadas define-se como o tempo ao fim do qual o fluxo luminoso decresce para **80%** do fluxo inicial após **100 h** de funcionamento.

A **temperatura de cor** traduz a sensação de maior ou menor conforto transmitido pela fonte luminosa, podendo classificar-se como se indica na Tabela 8. A variação da temperatura dos eléctrodos ou dos filamentos causa uma variação na aparência da luz; quanto **mais baixa é a temperatura a luz parece mais quente ou dourada**, enquanto ao **aumentar a temperatura a luz parece mais fria ou azulada**.

Tabela 8 – Classificação da temperatura de cor das lâmpadas

Temperatura de cor Tc (K)	Classificação	Aplicações típicas
$Tc < 3000$	Luz quente	Geralmente é utilizada para criar ambientes íntimos, agradáveis e relaxantes (restaurantes, bares, etc.).
$3300 \leq Tc \leq 5000$	Luz intermédia ou neutra	Habitualmente utilizada em zonas comerciais e escritórios, e também em áreas industriais, onde se deseja conseguir um ambiente que potencie a concentração e se realizem tarefas que requisitam acuidade visual e em iluminação exterior.
$Tc > 5000$	Luz fria	Por ser a cor que mais se aproxima da cor da luz natural do dia ⁹ utiliza-se por exemplo quando se pretende que a luz artificial complemente a luz natural.

A Tabela 9 apresenta as principais características dos tipos de lâmpadas mais habitualmente utilizadas.

⁹ A **temperatura** da luz natural do dia apresenta os seguintes valores aproximados: céu limpo – **5500 K**; céu nublado – **6000/7000 K**.

Tabela 9 – Características de vários tipos de lâmpadas

Tipo de lâmpada	Ra	Tc (K)	Tempo de vida útil (h)	Rendimento (lm/W)
Halogéneo	100	2700-3000	1000-5000	19-26
Fluorescente tubular	66-95	3000-6500	7500-24.000	53-114
Fluorescente compacta integrada	60-82	2700/6500	4000-10.000	66-87
Fluorescente compacta não integrada	82	2700/3000/4000	≈ 10.000	49-66
CDM	81-96	3000-4200	7500-20.000	30-120
Vapor de mercúrio	40-48	3900-4300	16.000	46-55
Vapor de sódio de alta pressão	20-25	≈ 2000	18.000-32.000	80-150
Vapor de sódio de baixa pressão	N/A (lâmpada monocromática)	≈ 1800	≈ 18.000	176-206
Iodetos metálicos	65-69	3800-4300	≈ 20.000	74-108
Iodetos metálicos compacta	75-85	3000/4200	≈ 9000	76-92
LED	70/85	2700/4200	≈ 45.000	22/33

4.2. APARELHOS DE ILUMINAÇÃO INTERIOR E EXTERIOR

Os principais elementos constituintes de um aparelho de iluminação são (ver Figura 2):

- Corpo.
- Reflector.
- Difusor.
- Lâmpada(s).
- Acessórios auxiliares de arranque.

O **reflector** e o **difusor** constituem a **óptica** do *aparelho de iluminação*.

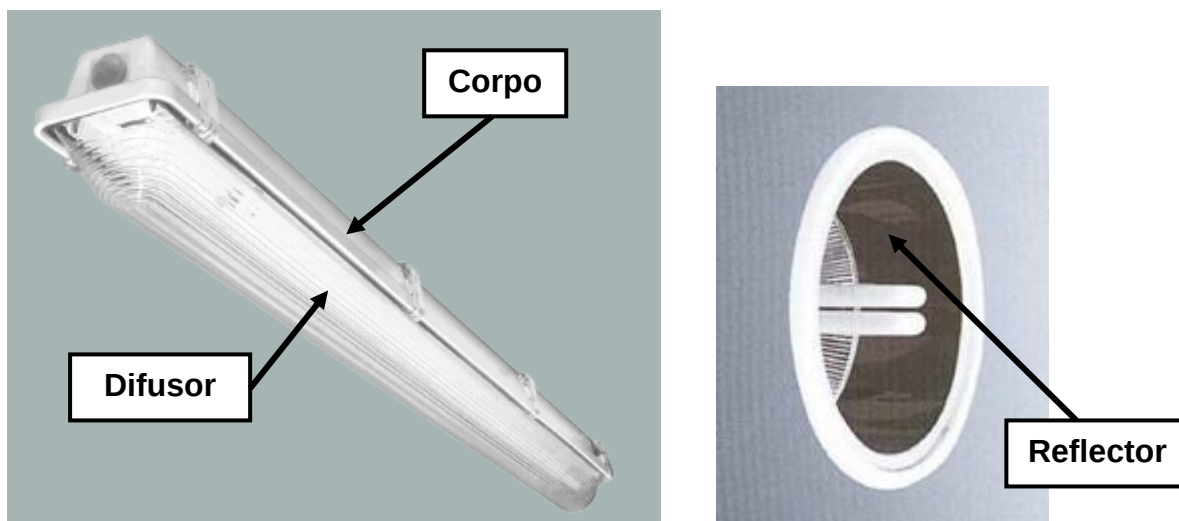


Figura 2 – Constituintes de um aparelho de iluminação interior

Entre outros materiais, o *corpo* do aparelho pode ser feito em *material plástico, poliéster reforçado com fibra de vidro, alumínio extrudido e chapa de aço*; os materiais mais vulgarmente utilizados no **reflector** são o *alumínio, a chapa de aço e o policarbonato metalizado*; já o **difusor** pode ser executado em *metacrilato, policarbonato, vidro opalino e lâminas de alumínio*.

Os *acessórios auxiliares de arranque* deverão incorporar eventuais **filtros anti-parasitagem**, para cumprimento do estipulado em normas e regulamentos referentes a **compatibilidade electromagnética (EMC)**, designadamente a *Norma IEC 61000*.

No caso dos *aparelhos de iluminação exterior*, os *acessórios auxiliares de arranque* poderão não estar incluídos no aparelho, devendo por isso ser **montados numa caixa separada**, própria para o efeito.

A selecção dos *aparelhos de iluminação interior e exterior*, que pode envolver a *participação de designers e decoradores*, resulta da conjugação de vários factores, como sejam:

- As características, ambientais e outras, dimensões e utilização dos espaços a iluminar.
- As tarefas a executar nesses espaços e o valor de iluminância recomendado.
- O(s) tipo(s) de lâmpadas a utilizar.
- O tipo de ambiente que se pretende recriar e propósitos estéticos e decorativos da iluminação.

Existem diversos tipos de aparelhos de iluminação interior (ver Figuras 3 a 5), tais como:

- Aparelhos de iluminação para lâmpadas fluorescentes tubulares e compactas, salientes ou de encastrar, estanques ou não.
- Uplights e downlights.
- Aparelhos de iluminação industrial.



Figura 3 – Aparelhos de iluminação para lâmpadas fluorescentes, estanque e montagem saliente (esquerda) e industrial para lâmpadas de vapor de mercúrio e iodetos metálicos (direita)



Figura 4 – Aparelho de iluminação de encastrar para lâmpadas fluorescentes tubulares lineares



Figura 5 – Uplight (esquerda) e downlight para lâmpada fluorescente compacta (direita)

Os aparelhos de iluminação exterior são fundamentalmente dos seguintes tipos: *iluminação pública* (ver Figura 6); *projectores* (ver Figura 7); *decorativos* (ver Figura 8).



Figura 6 – Aparelhos tipo iluminação pública



Figura 7 – Projectores para iluminação exterior



Figura 8 – Aparelhos decorativos para iluminação exterior

Os **projectores** são normalmente utilizados na *iluminação de grandes espaços, de monumentos e de recintos desportivos ao ar livre*.

Os *aparelhos de iluminação exterior* devem ter um **índice de protecção não inferior a IP 44**¹⁰.

Os *aparelhos de iluminação submersos*, destinados a *iluminação de piscinas, lagos e semelhantes* deverão ser alimentados com uma *tensão de 12 V* (a partir de um transformador próprio **230/12 V**) e ter um *índice de protecção IP 68*.

Os *aparelhos de iluminação* deverão ser de **classe de isolamento I**, excepto quando forem portáteis, devendo, nesse caso ser da **classe II de isolamento**¹¹.

4.3. APARELHOS DE ILUMINAÇÃO DE SEGURANÇA

Os *aparelhos de iluminação de segurança* são habitualmente do tipo “**bloco autónomo**”, com constituição e características gerais idênticas aos aparelhos de *iluminação normal interior*, habitualmente equipados com *lâmpadas fluorescentes ou LED*.

Estes *aparelhos* dispõem internamente de uma **fonte autónoma de energia** (*bateria carregável através de um rectificador*), que garante o *funcionamento da(s) lâmpada(s)* em caso de *falta de tensão da rede*. As características da *bateria* definem a **autonomia** do *aparelho de iluminação*, em **horas** (valores habituais da autonomia: **1h – valor mínimo – 1,5 h; 2 h; 2,5 h; 3 h**).

Os *blocos autónomos* podem ser de *montagem saliente, estanques ou não*, ou de *montagem encastrada, de face simples ou dupla*, e deverão dispor de **pictogramas normalizados**, de acordo com a *Norma ISO*¹² 16069 (ver Figura 9).

¹⁰ **IP**: índice de protecção contra a **penetração contra corpos sólidos e líquidos**, de acordo com as Normas IEC/EN 60529.

¹¹ Para definição das **classes de isolamento** ver as RTIEBT – Secção 237 (*Classificação dos equipamentos relativamente à protecção contra os choques eléctricos*).

¹² **ISO**: International Organization for Standardization.

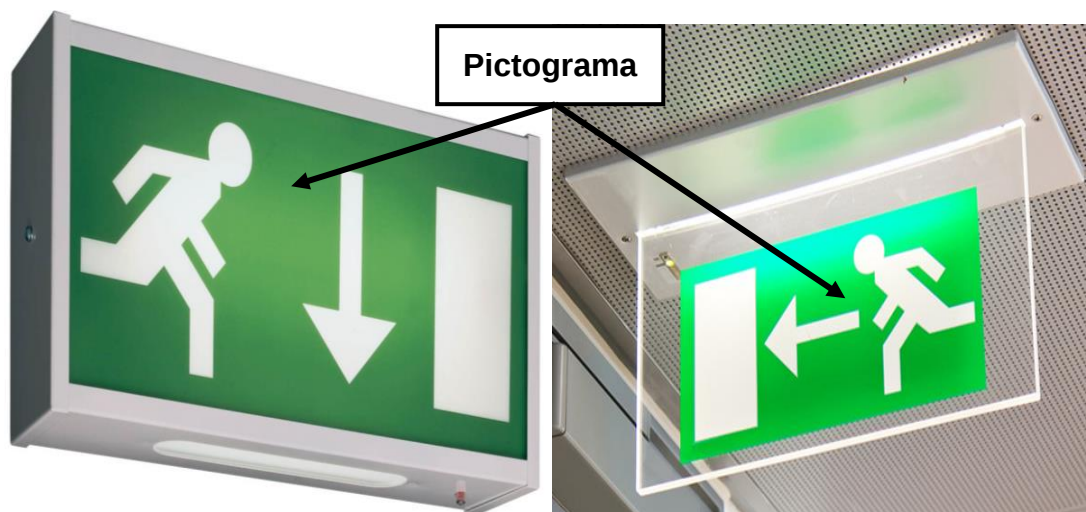


Figura 9 – Blocos autónomos

Os *blocos autónomos* podem ser dos seguintes tipos:

- **Permanentes ou mantidos:** as lâmpada(s) de emergência **permanecem acesas com ou sem tensão da rede presente.**
- **Não permanentes ou não mantidos:** as lâmpada(s) **só acendem em caso de falta de tensão da rede.**

Para cumprimento do disposto nas *RTIEBT*; os *blocos autónomos* podem ainda ser ligados a um **sistema de telecomando centralizado**, para *inibição do funcionamento quando o local não está ocupado pelo público (comutação “vigilância / repouso”)*.

Em *instalações industriais* a *iluminação de segurança* é frequentemente realizada com **projectores orientáveis com duas lâmpadas de halogéneo**, do tipo *permanente ou não permanente*, como o que se apresenta na Figura 10.



Figura 10 – Projector de segurança

A *iluminação de segurança ambiente* é habitualmente realizada por alguns dos *aparelhos de iluminação normal*, que são equipados com **unidades autónomas de**

emergência, vulgarmente designadas por “**kit**” de **emergência**, com características e princípio de funcionamento semelhantes aos *blocos autónomos*, do *tipo permanente ou não permanente*, garantido, em caso de *falta da tensão da rede*, o **funcionamento da(s) lâmpada(s)** desses *aparelhos de iluminação*, tendo também possibilidade de *telecomando* (ver Figura 11).

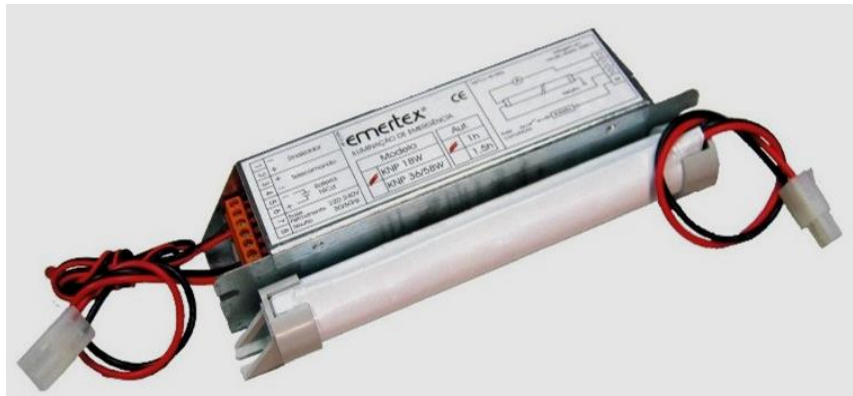


Figura 11 – Kit de emergência

4.4. CONDIÇÕES GERAIS DE MONTAGEM DOS APARELHOS DE ILUMINAÇÃO

Os *aparelhos de iluminação interior* podem ser de *montagem saliente, suspensos ou não, ou encastrados em tecto falso*, devendo ser fixados aos elementos de construção.

Os *aparelhos de iluminação exterior* podem ser montados em *colunas de iluminação, preferencialmente metálicas, em consolas fixadas a paredes ou encastrados no pavimento*.

As **colunas de iluminação** compreendem o seguinte:

- Maciço, se não forem de encastrar.
- Eventuais peças de fixação dos aparelhos de iluminação.
- Borne e eléctrodo de terra.
- Portinhola na parte inferior.
- Cablagem eléctrica entre a portinhola e os aparelhos de iluminação, sendo os respectivos cabos no interior da coluna – um por aparelho de iluminação – do tipo **H05VV-F3G1,5**¹³.

As Figuras 12 a 14 ilustram o que atrás foi exposto.

¹³ A designação cabo está de acordo com a *Norma NP (Norma Portuguesa) 2361*, significado o seguinte: cabo harmonizado com as normas europeias; tensão estipulada **300/500 V**; **3** condutores em cobre, sendo *um de protecção* e **1,5 mm²** de secção; isolamento e bainha em PVC; flexível.



Figura 12 – Aparelhos de iluminação interior de montagem saliente (esquerda) e encastrados em tecto falso (direita)



Figura 13 – Aparelhos de iluminação exterior de montagem em coluna (esquerda) e em consola (direita)



Figura 14 – Aparelhos de iluminação exterior encastrados no pavimento

Devem ser utilizados materiais e técnicas apropriadas aos tipos de aparelhos de iluminação; todas as ferragens eventualmente necessárias à montagem dos aparelhos deverão **galvanizadas a quente por imersão após fabrico**¹⁴ e a *parafusaria* deverá se em **aço inox**.

Quando os aparelhos de iluminação forem estanques, os processos utilizados para a sua fixação e passagem dos cabos não devem prejudicar a estanquicidade.

As derivações executadas no interior do corpo dos aparelhos de iluminação deverão ser feitas nos ligadores da armadura ou, se estes não tiverem capacidade suficiente, deverão ser utilizados ligadores auxiliares adequados e normalizados.

5. COMANDO DA ILUMINAÇÃO

As instalações de iluminação normal podem ser comandadas *manualmente* ou *automaticamente*.

Habitualmente a *iluminação interior* é **comandada local e manualmente**, com recurso a **aparelhagem de comando**, de *montagem embebida em caixa de aparelhagem* (ver Figura 15) ou de *montagem saliente* – *interruptores, comutadores de escada, inversores de grupo, comutadores de lustre, reguladores de fluxo luminoso (“dimmers”) e botões de pressão associados a automáticos de escada ou telerruptores*. Pode também ser **comandada manual e remotamente** através de *interruptores centralizados nos quadros eléctricos* ou num *quadro de comando*.

Os *botões de pressão* e os *interruptores* podem ser dotados de **sinalização** que indica o seu estado – **ligado/desligado**.

¹⁴ Recomenda-se que as normas a adoptar para a galvanização deverão sejam: EN/ISO 14713 e ISO 2063. No caso de ser aplicada pintura sobre a galvanização deverá também ser seguida a Norma EN/ISO 12944: Parte 5.



Figura 15 – Caixa de aparelhagem

As Figuras 16 a 18 ilustram os esquemas de ligações de *interruptores e comutadores*. Por facilidade de representação não se indicam as ligações à terra dos aparelhos de iluminação.

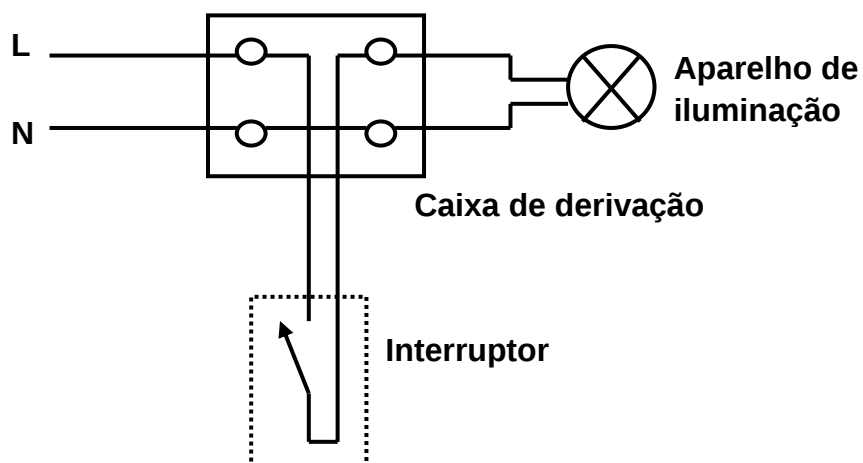


Figura 16 – Esquema de ligações do interruptor

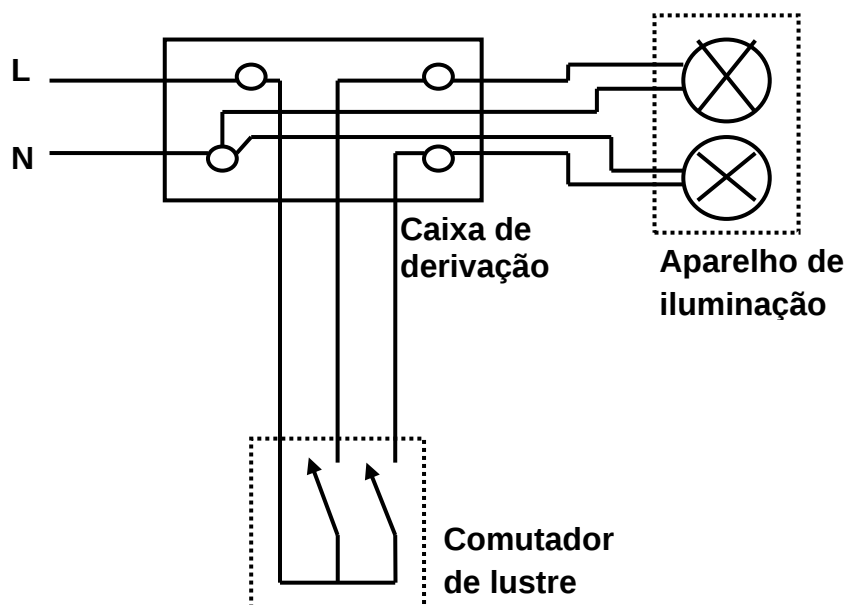


Figura 17 – Esquema de ligações do comutador de lustre

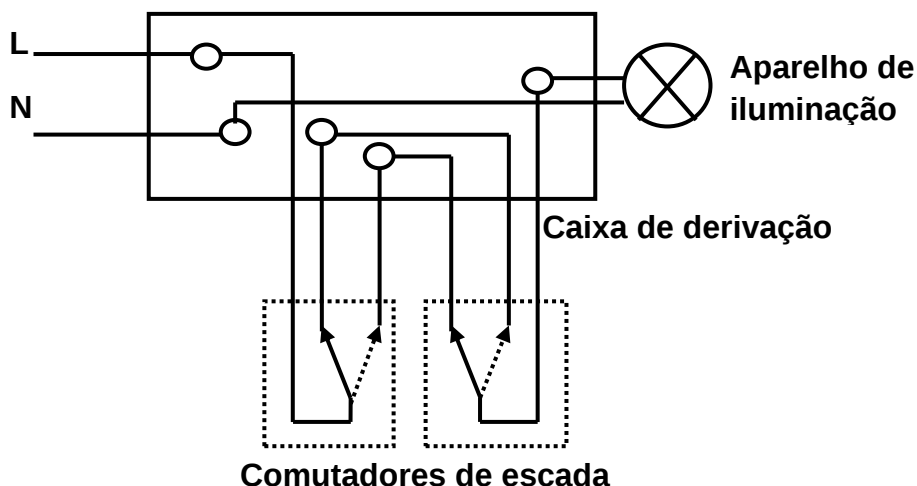


Figura 18 – Esquema de ligações dos comutadores de escada

A *aparelhagem* é habitualmente em *material plástico*, com *teclas basculantes*, no caso de interruptores, comutadores e inversores, e para os valores estipulados **16 A / 250 V** e é usualmente instalada a uma altura de **1,1 m** acima do solo.

Nas Figura 19 mostram-se alguns exemplos da *aparelhagem de comando da iluminação*.

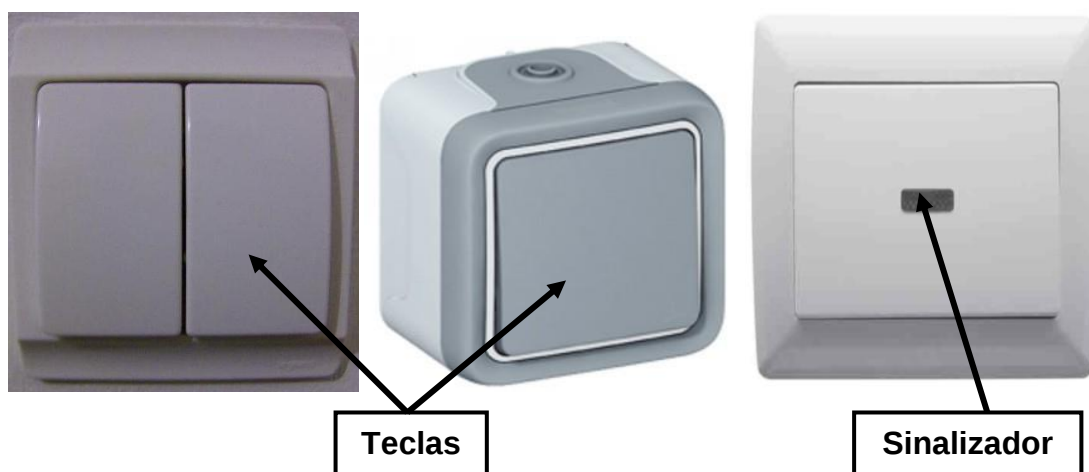


Figura 19 – Comutador de lustre de embeber (esquerda), interruptor saliente (centro) e botão de pressão de embeber com sinalizador (direita)

Estas *instalações de iluminação* podem ainda ser comandadas de **forma automática** através de **detectores de movimento** (ver Figura 20), **sistemas de comando centralizado do tipo PLC** ou do tipo “**Auditório**”, que permitem o *comando* de acordo com **programas pré-estabelecidos e/ou criar diversos cenários de iluminação**, ou por **sistemas sensíveis à luminosidade**, *programado para regular a intensidade luminosa dos aparelhos de iluminação em função do nível luz do dia e para as desligar se houver ausência prolongada de movimento*.

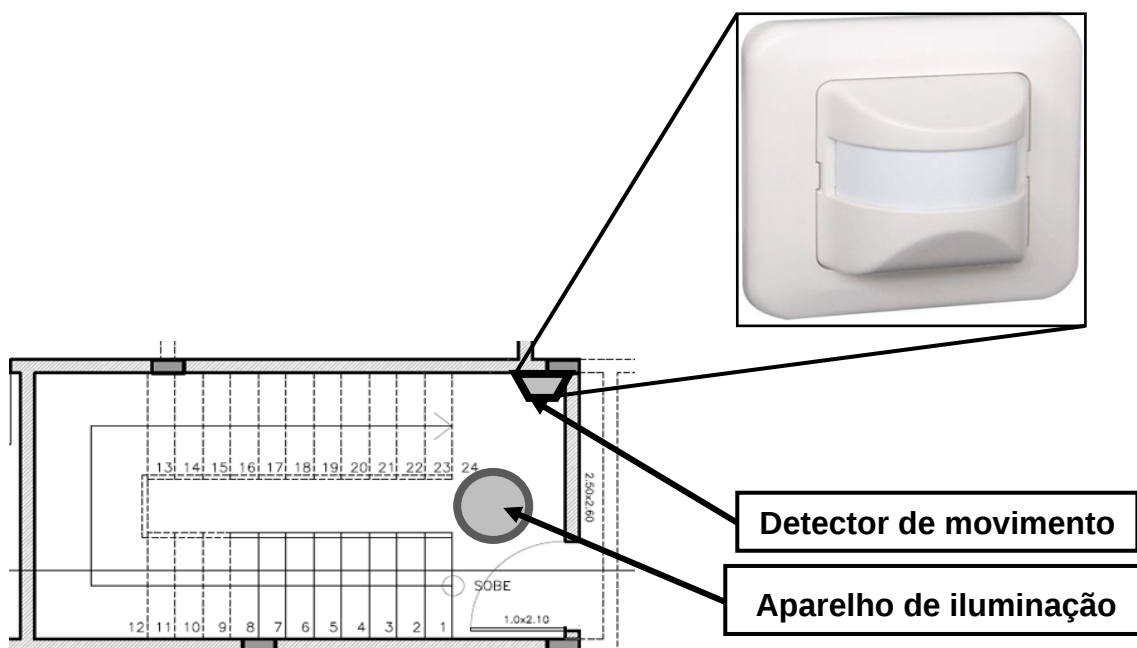


Figura 20 – Detector de movimento

Os principais fabricantes de equipamentos de iluminação, como a **ETAP** e a **Philips**, disponibilizam *sistemas de comando de iluminação mais complexos, microprocessados, programáveis, com ligação em rede*, que permitem também a *regulação de fluxo, comando manual por infravermelhos e/ou por conjuntos de botões de pressão* e a *ligação com outros equipamentos da instalação dos locais, como sejam os de AVAC*. Um exemplo deste tipo de sistemas é apresentado na Figura 21.

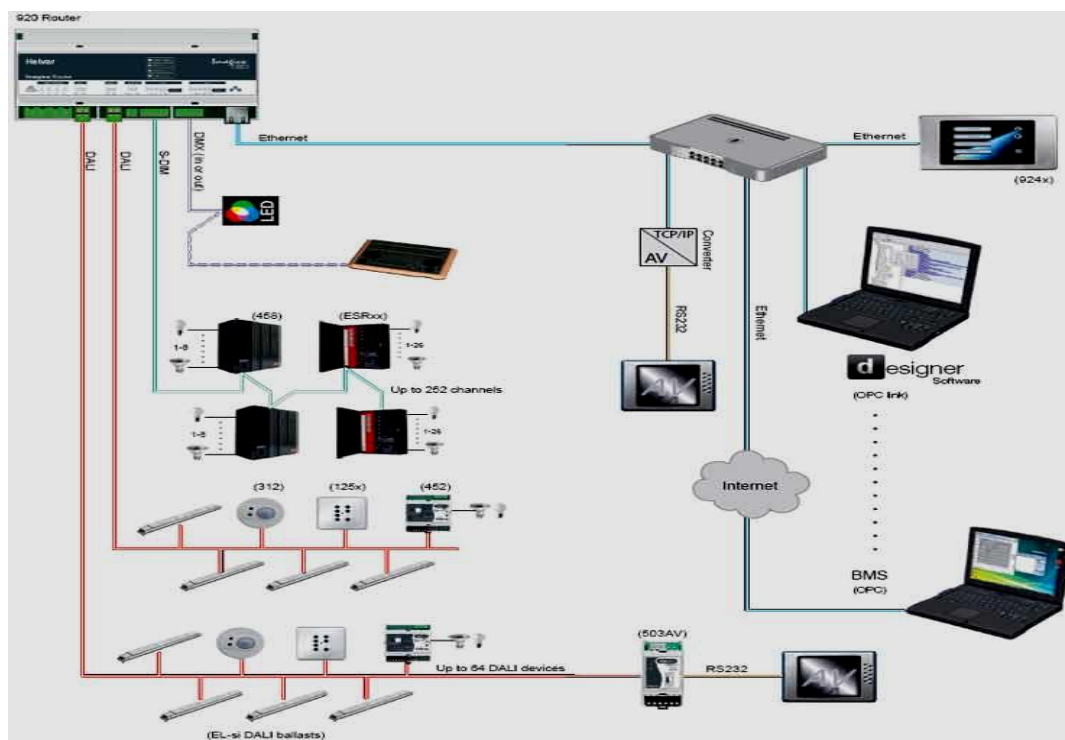


Figura 21 – Sistemas de comando de iluminação microprocessado

O comando das *instalações de iluminação exterior* pode ser realizado **manual e remotamente**, através de **interruptores centralizados nos quadros eléctricos ou num quadro de comando**, ou de **forma automática**, com recurso a **interruptores crepusculares com célula fotoelétrica** e **interruptores horários programáveis (diária e semanalmente)**, montados nos quadros eléctricos em calha DIN, associados a **contactores de categoria AC1** (ver Figuras 22 e 23, respectivamente).

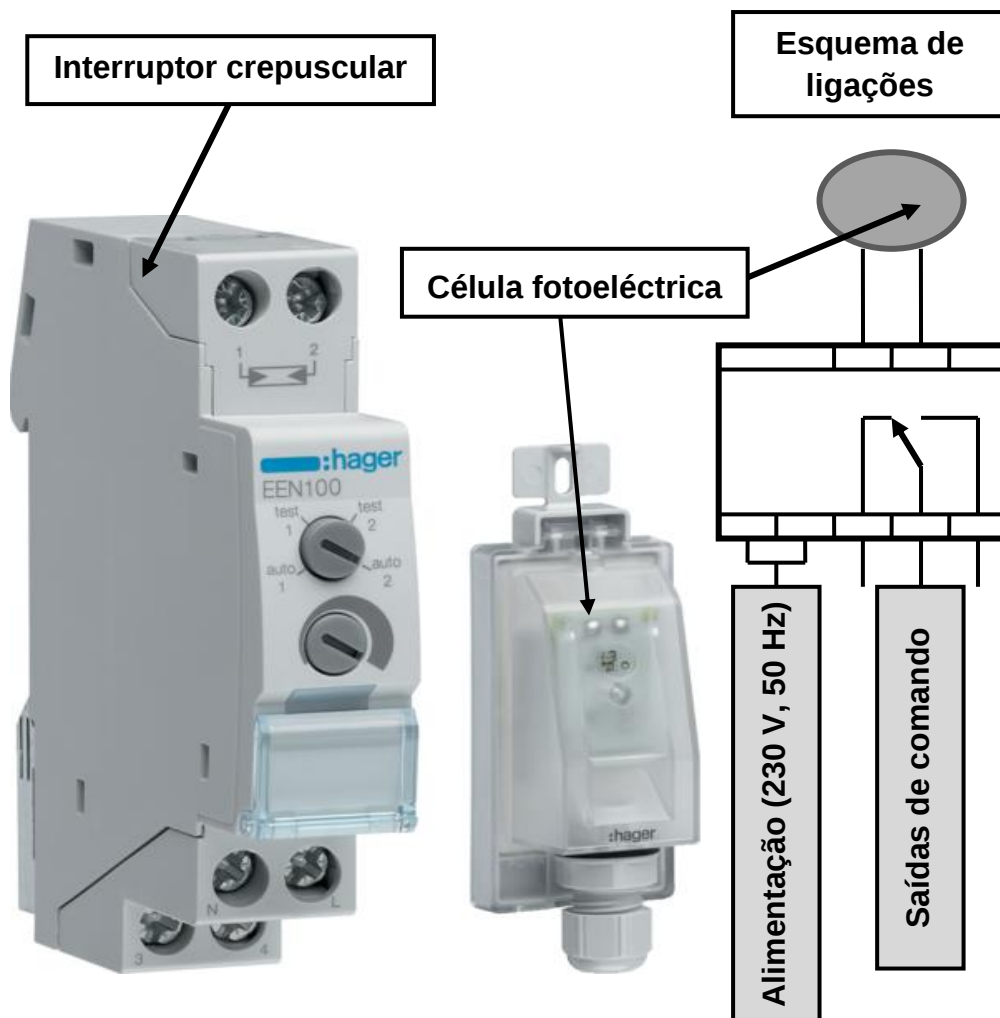


Figura 22 – Interruptor crepuscular

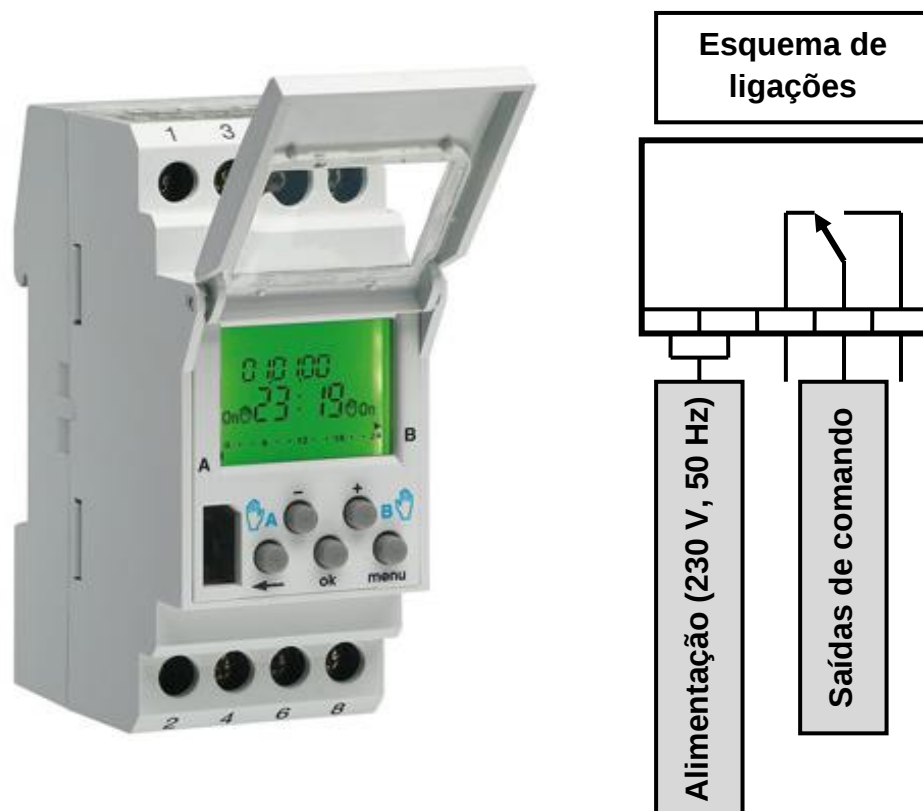


Figura 23 – Interruptor horário

6. CANALIZAÇÕES

6.1. INSTALAÇÕES INTERIORES

As **canalizações** podem ser instaladas **embebidas** em paredes, tectos e pavimentos ou **à vista**, podendo ser constituídas por:

- **Condutores isolados** enfiados em **tubo** (plástico ou metálico), **embebido** em paredes, tectos e pavimentos, ou **à vista**, sobre braçadeiras.
- **Cabos isolados** enfiados em **tubo** (plástico ou metálico) **à vista**, sobre braçadeiras.
- **Cabos isolados à vista**, sobre braçadeiras.

Os **condutores isolados** são do tipo **H07V-U** (condutor conforme as normas harmonizadas com as normas europeias, em cobre rígido, multifilar, isolamento em PVC e tensão estipulada **450/750 V** – designação segundo a Norma NP 2361 e fabricado de acordo com as Normas NP 2356-3 e CENELEC HD 21.3 S3) e os **cabos isolados** do tipo **A05VV-U** (cabo do tipo nacional reconhecido, em cobre rígido, multifilar, isolamento e bainha exterior em PVC e tensão estipulada **300/500 V** – designação segundo a Norma NP 2361 e fabricado de acordo com a Norma NP 2356-4).

Os **cabos isolados**, quando instalados no exterior, **sujeitos à acção directa dos raios solares**, deverão **ter bainha exterior preta**, para protecção contra as **radiações UV**.

As **cores do isolamento** dos condutores devem obedecer ao na Norma IEC 60446:

- Fases (**L1; L2; L3**): preto, castanho e cinzento.
- Neutro (**N**): azul.
- Condutor de protecção (**PE**): verde-amarelo.

De acordo com as *RTIEBT* a *secção mínima dos condutores* é **1,5 mm²**, devendo ser calculada para que a *queda de tensão máxima* **não seja superior a 3%**.

Os **tubos plásticos** são do tipo **VD¹⁵**, quando *embebidos em roço em alvenaria de tijolo* (paredes e tectos), ou do tipo **ERE¹⁶** (também designado por *ERFE* e *Isogris*), quando *embebidos no betão* (pavimento). Os **diâmetros interiores mínimos dos tubos** são indicados nas *RTIEBT*, em função da **secção** e do **número dos condutores** neles instalados.

Os **diâmetros interiores mínimos dos tubos** são indicados nas *RTIEBT*, em função da **secção** e do **número dos condutores** neles instalados.

Os **tubos metálicos**, usualmente utilizados em *instalações industriais* para conferirem **protecção mecânica aos cabos**, são em **aço galvanizado da série média ST-00 ou ST-35**, de acordo com as *Normas NP EN 10240 e 10255 e DIN 1629¹⁷*. Os diâmetros do *tubos de aço galvanizado* são usualmente indicados em polegadas (") – ½", ¾", 1"; 1 ¼"; 1 ½"; 2"; 2 ½".

Os *tubos de aço galvanizado* **não podem ser utilizados na protecção de cabos monocondutores** (*um cabo por tubo*) visto que devido ao **fenómeno de indução magnética** o tubo seria percorrido por **correntes induzidas** (ou de *Foucault¹⁸*) que, por **efeito de Joule**, provocariam o seu **aquecimento** e o consequente **dano no cabo**.

As **caixas de derivação** poderão ser *embebidas* ou *salientes*, como se mostra na Figura 24.



Figura 24 – Caixas de derivação para embeber (esquerda) e de montagem saliente (direita)

¹⁵ **Tubo VD:** Tubo rígido de **PVC auto-extinguível e não propagador da chama**, com características não inferiores às correspondentes ao código 3321 da *Norma EN 50086* e respeitando as *Normas EN 61386-1 e EN 61386-21*.

¹⁶ **Tubo ERE:** Tubo maleável de **polietileno** com características não inferiores às correspondentes ao código 4421 da *Norma EN 50086* e respeitando as *Normas EN 61386-1 e 61386-22*.

¹⁷ **DIN:** Deutsches Institut für Normung (Instituto Alemão para Normalização)

¹⁸ Definem-se **correntes de Foucault** como “as correntes induzidas em materiais condutores, quando estes se encontram sob a acção de um fluxo magnético variável”.

As caixas, que devem estar de acordo com o indicado nas Normas IEC/EN 60670 e 60998, devem ser do tipo e do material equivalentes aos da canalização em que se inserem, preferencialmente de material plástico e equipadas com buçins, boquilhas, batentes, ligadores e outros acessórios necessários à sua montagem e ligação.

Os actuais *ligadores* são do tipo *rápido* ou do tipo “Wago”, obedecendo às Normas IEC/EN 60998, como se mostra na Figura 25.



Figura 25 – Ligadores do tipo rápido (esquerda) e do tipo “Wago” (direita)

6.2. INSTALAÇÕES EXTERIORES

Os **cabos de alimentação** das *instalações de iluminação exterior* são do tipo **H1XAV-R** (cabo conforme as normas harmonizadas com as normas europeias, em cobre rígido, multifilar, isolamento em *polietileno reticulado (XLPE)*, armadura em fitas de aço, bainha exterior em *PVC* e tensão estipulada **0,6/1 kV** – designação segundo a Norma NP 2361 e fabricado de acordo com as Normas NP 2356-4 e CENELEC HD 21.3 S3), com a secção mínima de **4 mm²**, conforme estipulado no **RSRDEEBT** (*Regulamento de Segurança das Redes de Distribuição de Energia Eléctrica em Baixa Tensão*).

Os *cabos* são habitualmente instalados em **vala**, *directamente enterrados no solo* ou *enfiados* em **tubos de polietileno de alta densidade (PEAD)** – **6 kg/cm²** – também enterrados em vala, devendo obedecer ao estipulado na Norma EN 12201 e estarem homologados pelo *Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC)*.

ⁱEngenheiro Electrotécnico – Energia e Sistemas de Potência (IST – 1974)
Mestre em Engenharia Electrotécnica e de Computadores (FCT-UNL – 2017)
Consultor em Subestações e Formador Profissional

O Autor não utiliza o Novo Acordo Ortográfico