

# eficiência energética na iluminação pública

{ 2.ª PARTE }



*Publicamos a segunda parte do documento "Eficiência Energética na Iluminação Pública", resultado da colaboração e envolvimento de várias entidades relevantes para o sector da Iluminação Pública em Portugal. Tem por objectivo estabelecer uma série de parâmetros técnicos que deve seguir um projecto de IP, para se obter uma maior eficiência energética desta tipologia de instalações e, consequentemente, conduzir a uma diminuição das emissões de CO<sub>2</sub>.*

## 3. CLASSIFICAÇÃO DA VIA E NÍVEIS MÍNIMOS DE REFERÊNCIA

Para a classificação das instalações haverá dois grupos:

- › Iluminação pública funcional;
- › Iluminação decorativa.

*Nota: Pelos motivos já enunciados anteriormente a iluminação decorativa não será considerada neste documento.*

### 3.1. Iluminação Pública Funcional

Para estabelecer as condições adequadas de iluminação deverá ser utilizado o método simplificado preconizado na CIE 115:2010, reduzindo o número de parâmetros necessários e obviando às interpretações diversificadas a que a aplicação directa da norma EN 13201 poderia conduzir.

Nos pontos seguintes serão enumeradas as classes e as metodologias para a selecção das classes de iluminação, sendo que prevalecerão sempre os documentos EN 13201 e CIE115. No final é apresentado o exemplo de selecção diferenciada de classes em diferentes horas do anexo E da CIE115.

#### 3.1.1. Zona Fora do Perímetro Urbano

Inclui todas as vias fora do perímetro urbano, incluindo vias de circulação periféricas ao tecido urbano com traçado simples (rectas e curvas largas), onde seja possível medir luminâncias.

#### 3.1.1.1. Classes ME

Para estas vias aplica-se a EN 13201, classe ME porque é possível a medição de luminâncias:

Classe da via	Luminância da superfície da via em condições secas			Deslumbramento Perturbador	Iluminação Envolvente
	Luminância média Lm (cd/m²)	Uniformidade Global U <sub>o</sub>	Uniformidade longitudinal U <sub>l</sub>	Aumento limiar TI (%)	Relação Entorno SR
ME1	2,00	0,40	0,70	10	0,50
ME2	1,50	0,40	0,70	10	0,50
ME3	1,00	0,40	0,70	15	0,50
			0,60		
ME4	0,75	0,40	0,60	15	0,50
			0,50		

Para a iluminação pública funcional, os níveis médios calculados não deverão ultrapassar 120% nem serem inferiores a 95% dos níveis de referência da Tabela anterior:

- › **a** – É permitido um aumento de 5% no valor do TI quando forem usadas fontes de iluminação com baixa luminância (lâmpadas de vapor de sódio de baixa pressão e fluorescentes tubulares, ou então fontes de luz com luminância idêntica ou inferior);
- › **b** – Significa que este critério apenas poderá ser aplicado em locais onde não existam zonas de tráfego com os seus próprios requisitos

adjacentes às faixas de rodagem. É um valor não óptimo (com uma uniformidade longitudinal mais baixa) normalizado.

### 3.1.1.2) Determinação da Classe ME

A determinação da classe ME será feita de acordo com a Tabela seguinte:

Seleção das Classes de Iluminação – ME		
Parâmetro	Opções	Factor de Peso
Velocidade	Muito Alta	1
	Alta	0,5
	Moderada ou Reduzida	0
Volume de Tráfego	Muito Elevado	1
	Alto	0,5
	Moderado	0
	Baixo	-0,5
	Muito Baixo	-1
Composição do Trânsito	Elevada percentagem de não motorizados	2
	Misturado	1
	Apenas Motorizado	0
Separação das Faixas	Não	1
	Sim	0
Densidade de Cruzamentos	Alta	1
	Moderada	0
Veículos Estacionados	Presente	1
	Não Presente	0
Luminância Ambiente	Alta	1
	Moderada	0
	Baixa	-1
Controlo do Trânsito	Fraco	0,5
	Moderado ou Bom	0

Para a determinação da classe ME, e de acordo com a CIE115, deve proceder-se do seguinte modo:

- › Atribuir, apropriadamente, um factor de peso a cada trâmite especificado (já atribuído na Tabela para efeitos de normalização);
- › Somar todos esses factores seleccionados, obtendo um valor "Total";
- › Introduzir esse valor na equação: Índice (ME) = 6 – Total, obtendo o índice da classe ME.

De notar que poderá ser necessário arredondar o valor de "Total" para o número inteiro mais baixo, ou mesmo limitar o intervalo de valores possíveis entre [0 – 6].

Para determinação das opções para a velocidade deverá ser utilizado, como referência, o seguinte:

- › Moderada ou Reduzida: [0 km/h; 70 km/h];
- › Alta: [70 km/h; 100 km/h];
- › Muito Alta: Superior a 100 km/h.

Para determinação das opções para o volume de tráfego deverão ser utilizados, como referência, os seguintes valores:

- › Muito Baixo: inferior a 4.000 veículos por dia;
- › Baixo: 4.000 a 15.000 veículos por dia;
- › Moderado: 15.000 a 25.000 veículos por dia;
- › Alto: 25.000 a 40.000 veículos por dia;
- › Muito Alto: Superior a 40.000 veículos por dia.

Para determinação das opções para a Luminância Ambiente, deverá ser utilizado, como referência, o seguinte:

- › Baixa: Zonas Rurais, nomeadamente zonas onde a IP seja a única fonte de iluminação;
- › Moderada: Zonas com contribuição de iluminação de sinaléticas, spots publicitários e contribuição residencial;
- › Alta: Centros Urbanos com grande quantidade de iluminação decorativa, montras e outros sistemas de iluminação de exteriores (por exemplo, estacionamentos).

Caberá ao projectista, em situações especiais (por exemplo determinação do volume de tráfego), realizar a avaliação em alinhamento com o Plano Director de Iluminação Pública (PDIP) da responsabilidade da Autarquia.

### 3.2) Zonas de Conflitos

Nas zonas de conflito, que ocorrem quando vias de circulação se intersectam ou desembocam em áreas frequentadas por pedestres, ciclistas ou outros utilizadores, deverá ser utilizada a classe CE.

São exemplo de zonas de conflito:

- › Cruzamentos;
- › Rotundas;
- › Estradas de ligação com largura e número de faixas reduzidas;
- › Zonas de centros comerciais, entre outros.

A existência destas áreas resulta, portanto, num aumento da probabilidade de colisão entre os diversos utilizadores da estrada. Logo a iluminação destas zonas deverá revelar em especial a:

- › Posição dos passeios e lancis;
- › Marcas e sinalizações da estrada;
- › Movimentação dos veículos na vizinhança da área;
- › Presença dos pedestres, outros utilizadores (por exemplo, ciclistas) e de eventuais obstáculos.

De acordo com a CIE115 estas zonas deverão ter um índice um nível superior às estradas adjacentes, devendo ser utilizada a seguinte Tabela:

Classe da Estrada Adjacente	Classe da Área de Conflito
ME1	ME1
ME2	ME1
ME3a	ME2
ME4a	ME3a
ME5	ME4a
ME6	ME5

### 3.3› Zonas Pedonais e Áreas com Baixa Velocidade de Tráfego

Os critérios para uma boa qualidade de iluminação nas zonas pedonais, bem como das áreas residenciais, industriais e comerciais, estão indicados no relatório técnico CIE 136 – 2000.

Uma boa qualidade do projecto de iluminação irá permitir aos utilizadores pedestres distinguir e antecipar obstáculos e situações de perigo no seu caminho, pois será possível aperceberem-se da movimentação e fazer o reconhecimento facial de outros pedestres relativamente próximos e intuir as suas intenções.

Nestes casos particulares é importante ter-se em conta não só a iluminância horizontal ( $E_h$ ), mas também iluminância semi-cilíndrica ( $E_{sc}$ ) e a iluminância do plano vertical ( $E_v$ ).

#### 3.3.1› Classes P

Classes da via	$E_{h,avg}$ (lux)	$E_{h,min}$ (lux)	Deslumbramento Perturbador		Encandeamento perturbador
			$E_{v,min}$ (lux)	$E_{sc,min}$ (lux)	
P1	15	3,0	5,0	3,0	20
P2	10	2,0	3,0	2,0	25
P3	7,5	1,5	2,5	1,5	25
P4	5,0	1,0	1,5	1,0	30
P5	3,0	0,6	1,0	0,6	30
P6	2,0	0,4	0,6	0,4	35

Para a iluminação pública funcional, os níveis médios calculados não deverão ultrapassar os 120%, nem serem inferiores a 95% dos níveis de referência da tabela anterior.

#### 3.3.2› Determinação da Classe P

Seleção das Classes de Iluminação – P		
Parâmetro	Opções	Factor de Peso
Velocidade	Baixa	1
	Muito Baixa (velocidade de caminhada/marcha)	0
Volume de Tráfego	Muito Elevado	1
	Alto	0,5
	Moderado	0
	Baixo	-0,5
	Muito Baixo	-1
Composição do Tráfego	Pedestres, Ciclistas e Tráfego Motorizado	2
	Pedestres e Tráfego Motorizado	1
	Pedestres e Ciclistas	1
	Pedestres	0
	Ciclistas	0
Veículos Estacionados	Presente	0,5
	Não Presente	0
Luminância Ambiente	Alta	1
	Moderada	0
	Baixa	-1
Reconhecimento Facial	Necessário	Requerimentos adicionais
	Não Necessário	Não são necessários requerimentos adicionais

Para a determinação da classe P, e de acordo com a CIE115, deve-se proceder do seguinte modo:

- › Atribuir, apropriadamente, um factor de peso a cada trâmite especificado (já atribuído na Tabela para efeitos de normalização);
- › Somar todos esses factores seleccionados, obtendo um valor "Total";
- › Introduzir esse valor na equação: Índice (ME) = 6 – Total, obtendo o índice da classe P.

De notar que poderá ser necessário arredondar o valor de "Total" para o número inteiro mais baixo, ou mesmo limitar o intervalo de valores possíveis entre [0 – 6].

Para determinação das opções para a velocidade deverá ser utilizado como referência o seguinte:

- › Baixa: Zona em que a composição de tráfego inclua trânsito motorizado;
- › Muito Baixa: Zona exclusiva a caminhada ou marcha.

Para determinação das opções para o volume de tráfego, optou-se por considerar apenas a utilização da relação com a composição de tráfego. Assim, deverá ser considerado o seguinte:

- › Baixo: Apenas tráfego pedestre ou ciclistas de passagem;
- › Moderado: Não existência de tráfego motorizado mas com grande volume de tráfego de ciclistas e peões. Zonas de lazer com recintos desportivos e de recreio também deverão ser considerados nesta opção;
- › Alta: Composição de tráfego misto onde a dificuldade de circulação seja considerada difícil.

Para determinação das opções para a Luminância Ambiente, deverão ser utilizadas como referência o seguinte:

- › Baixa: Zonas remotas, nomeadamente zonas onde a IP seja a única fonte de iluminação;
- › Moderada: Zonas com contribuição de iluminação de sinaléticas, spots publicitários, contribuição residencial;
- › Alta: Zonas pedonais em centros urbanos com grande quantidade de iluminação decorativa, montras e outros sistemas de iluminação de exteriores (por exemplo estacionamento e parques desportivos e de recreio).

Cabrá ao projectista, em situações especiais (por exemplo determinação do volume de tráfego), realizar a avaliação em alinhamento com PDIP.

### 3.3.3) Classes G

No caso da Classe P, poderão existir situações em que as distâncias de visualização são pequenas, existem múltiplos locais para o observador e diferentes orientações das luminárias. Nestas situações, poderão ser utilizadas as classes G3 a G6, que determinam a intensidade luminosa máxima por 100 lm para diferentes ângulos de elevação.

Classes da via	Máxima intensidade luminosa em $\text{cd.Klm}^{-1}$			Outros requisitos
	A 70° e acima	A 80° e acima	A 90° e acima	
G3	–	100	20	–
G4	500	100	10	Intensidade luminosa acima dos 95° deverá ser inferior a $1 \text{ cd.Klm}^{-1}$
G5	350	100	10	
G6	350	100	<1	Intensidade luminosa acima dos 90° deverá ser inferior a $1 \text{ cd.Klm}^{-1}$

*Nota: Os ângulos especificados são em qualquer direcção a partir da vertical para baixo, com a luminária instalada para seu funcionamento.*

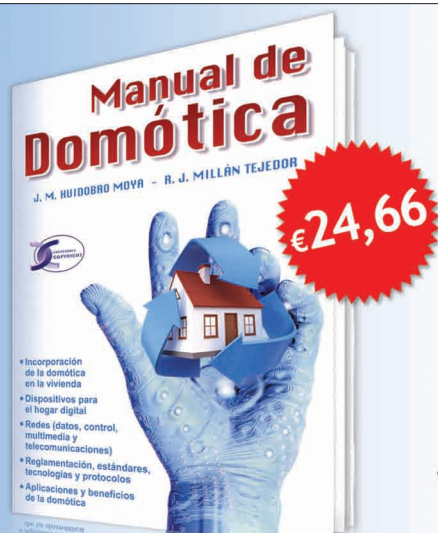
Para a iluminação pública funcional, os níveis médios calculados não deverão ultrapassar em 20% os de referência nas Tabelas anteriores e não serem inferiores a 95%.

## 4) SELECÇÃO DE CLASSES EM DIFERENTES PERÍODOS NOCTURNOS

Para uma mesma via, a classe de iluminação nem sempre é idêntica para todas as horas da noite. Assim, apresenta-se um método que permite enquadrar a aplicabilidade de regulação de fluxo durante os vários períodos nocturnos.

Em zonas onde os padrões de variação de tráfego são bem conhecidos, serão suficientes os sistemas estáticos baseados em controlo horário para regulação do fluxo. Nos restantes casos será preferível a utilização de sistemas ligados a informação de tempo-real.

No caso de sistemas baseados em informação de tempo-real, o estado normal de fluxo luminoso considerado para esse período nocturno será activado em função da informação adquirida em tempo-real.



**Manual de Domótica**  
www.engebook.com



Por este motivo caberá aos projectistas, em conjunto com as entidades responsáveis pela Iluminação Pública (por exemplo, Autarquias e Concessionária das Redes) determinar as classes seleccionadas em todo o período nocturno em documento tipo Plano Director de Iluminação Pública (PDIP). Outros parâmetros que deverão ser considerados na PDIP serão a temperatura de cor e o IRC.

Exemplo da determinação das classes P em diferentes períodos nocturnos ( $\Delta t_x$ ):

Seleção das Classes de Iluminação – P					
Parâmetro	Opções	Factor de Peso	Seleção		
			$\Delta t_1$	$\Delta t_2$	$\Delta t_3$
Velocidade	Baixa	1	1	0	0
	Muito Baixa (velocidade de caminhada/marcha)	0			
Volume de Tráfego	Muito Elevado	1	1		
	Alto	0,5			
	Moderado	0		0	0
	Baixo	-0,5			
	Muito Baixo	-1			
Composição do Trânsito	Pedestres, Ciclistas e Tráfego Motorizado	2	2		2
	Pedestres e Tráfego Motorizado	1		1	
	Pedestres e Ciclistas	1			
	Pedestres	0			
	Ciclistas	0			
Veículos Estacionados	Presente	0,5			
	Não Presente	0	0	0	0
Luminância Ambiente	Alta	1	0	0	0
	Moderada	0			
	Baixa	-1			
Reconhecimento Facial	Necessário	Requerimentos adicionais	Não são necessários requerimentos adicionais		
	Não Necessário	Não são necessários requerimentos adicionais			
Total			4	1	2
			P2	P5	P4

Desta forma seriam consideradas os seguintes valores para os vários períodos nocturnos:

Requerimentos adicionais no caso de ser necessário reconhecimento facial					
Classes da via	$E_{h,avg}$ (lux)	$E_{h,min}$ (lux)	$E_{v,min}$ (lux)	$E_{sc,min}$ (lux)	Encandeamento perturbador
P1	15	3,0	5,0	3,0	20
P2	10	2,0	3,0	2,0	25
P3	7,5	1,5	2,5	1,5	25
P4	5,0	1,0	1,5	1,0	30
P5	3,0	0,6	1,0	0,6	30
P6	2,0	0,4	0,6	0,4	35

Não deverão ser utilizados mais do que três períodos nocturnos ( $\Delta t_x$ ).

## 5. POLUIÇÃO LUMINOSA

Para vias próximas de zonas críticas como aeroportos, hospitais, parques naturais, observatórios, áreas de protecção especial, rede natural, ou outras indicadas no PDIP, o ULOR deverá ser menor que 1%. Caso o PDIP não especifique outro valor em zonas residenciais e vias fora dos centros urbanos, o ULOR deverá ser inferior a 5%.

## 6. VISÃO MESÓPICA

Na CIE191:2010, que tem como objectivo definir e recomendar um sistema de fotometria mesópica de fácil implementação na prática, já são apresentados valores da intensidade luminosa na visão mesópica, nomeadamente onde a visão periférica prevalecer.

Este sistema de fotometria considera a diferença entre a visão mesópica e fotópica para um intervalo de luminância entre  $5 \text{ cd} \times \text{m}^{-2}$  e  $0,005 \text{ cd} \times \text{m}^{-2}$  e tem em consideração as diferentes fontes de luz através dos seus rácios S/P. No entanto, a utilização do rácio S/P permanece ainda algo subjectiva, carecendo de normalização. Existindo ainda algumas indefinições sobre as classes onde poderá ser aplicada a visão mesópica, recomenda-se a utilização de luz branca em zonas pedonais (classe P), pelas comprovadas mais-valias que introduz ao espaço e maior sensibilidade à luz (brilho) na visão periférica.

## 7. TEMPERATURA DE COR

No caso do decisor optar pela luz branca, não deverão ser utilizadas fontes cuja temperatura de cor ultrapasse os 4500 K +/- 10%.

Artigo gentilmente cedido por

RNAE - ASSOCIAÇÃO DAS AGÊNCIAS DE ENERGIA E AMBIENTE - REDE NACIONAL

rnae.portugal@gmail.com · www.rnae.pt