

澳門特別行政區政府
能源發展辦公室

Gabinete para o Desenvolvimento do Sector Energético
Governo da Região Administrativa Especial de Macau

澳門公共戶外照明設計指引

Directrizes para os Projectos de Iluminação Pública de Macau

二零零八
2008

Título:

Directrizes para os Projectos de Iluminação Pública de Macau

Editor:

Gabinete para o Desenvolvimento do Sector Energético

Impressão:

Tipografia San Lin Heng

Tiragem:

1,000

Número do livro:

ISBN 978-99937-891-2-3

Data da edição:

Janeiro de 2008

Gabinete para o Desenvolvimento do Sector Energético

Alameda Dr. Carlos D' Assumpção No. 398, Edifício CNAC 7.º Andar, Macau

Telefone: (853) 2896 8838

Fax: (853) 2896 8138

Web site: www.gdse.gov.mo

Índice

	PÁG.
Descrição das Directrizes	1
1. Introdução	2
1.1 Objectivos de iluminação exterior	2
1.2 Princípios de iluminação viária para tráfego rodoviário	2
1.3 Encandeamento	4
2. Aspecto exterior, instalação, aspectos ambientais e período de funcionamento	6
2.1 Aspecto exterior	6
2.2 Instalação	6
2.3 Reduzir e evitar a colocação de iluminação em direcções desnecessárias ou não desejáveis	11
2.4 Período de funcionamento	11
3. Equipamentos, manutenção e segurança no funcionamento	12
3.1 Fontes luminosas	12
3.2 Luminárias	13
3.3 Escolha das luminárias	14
3.4 Postes de iluminação	15
3.5 Manutenção	15
4. Iluminação de pontes e estradas desniveladas	18
4.1 Disposições gerais	18
4.2 Iluminação de pontes	18
4.3 Iluminação de viadutos	21
4.4 Confluência de vias desniveladas	23
5. Iluminação de rodovias secundárias e áreas associadas, vias pedonais e ciclovias	26
5.1 Disposições gerais	26
5.2 Prevenção e detecção de infracções e segurança dos transeuntes	26
5.3 Zonas de intersecção	26
6. Iluminação de zonas centrais e de aglomeração popular	27
6.1 Disposições gerais	27
6.2 Objectivos da iluminação	27
6.3 Iluminação para as necessidades do tráfego rodoviário	28

6.4	Iluminação para outras finalidades	29
6.5	Iluminação de passagens subterrâneas, passagens superiores para os peões e escadas	29
6.6	Iluminação de parques de estacionamento	30
6.7	Iluminação de parques e jardins	31
6.8	Iluminação nas Zonas Comerciais e Habitacionais	32
6.9	Projecto de instalação	32
6.10	Fontes luminosas e luminárias	34
6.11	Sistemas de iluminação reguláveis	35
7.	Iluminação de zonas de intersecção	36
7.1	Disposições gerais	36
7.2	Distribuição de postes nas rotundas	38
7.3	Altura de montagem	38
7.4	Passadeiras para peões	39
7.5	Desvios nas auto-estradas	40
8.	Iluminação de túneis	42
8.1	Disposições gerais	42
8.2	Factores decisivos das necessidades de iluminação nos túneis	42
8.3	Visibilidade para calcular a distância de paragem	42
8.4	Iluminação diurna	42
8.5	Iluminação nocturna	43
8.6	Iluminação das paredes	43
8.7	Grau de uniformidade	43
8.8	Aparelhos de iluminação	44
8.9	Restrições	44
9.	Eficiência energética na concepção da instalação dos equipamentos de iluminação	45
9.1	Factores que podem influenciar o consumo energético da instalação de iluminação	45
9.2	Princípios gerais para eficiência energética na instalação de iluminação	45
9.3	Escolha do equipamento de iluminação	46
9.4	Aplicação da energia solar e das energias renováveis na iluminação	48
10.	Glossário	49
11.	Apêndice – Tabelas	53
	Tabela 1 Síntese dos tipos de vias e categorias de iluminação	53

Tabela 2	Requisitos de iluminação das vias para veículos motorizados (valores mantidos)	54
Tabela 3	Luminosidade projectada	55
Tabela 4	Exemplo de escolha de equipamentos para diferentes categorias de iluminação	56
Tabela 5	Recomendações de redução da velocidade nas curvas	57
Tabela 6	Recomendações do índice de manutenção (luminária IP54)	58
Tabela 7	Iluminância mantida recomendada para iluminação exterior	59
Tabela 8	Esquemas	60
Tabela 9	Procedimentos para Projectos de Iluminação Pública Exterior de Macau	61
Tabela 10	Procedimentos para a Inspeção e Recepção das Instalações de Iluminação Pública Exterior	62
Tabela 11	Bibliografia	64

Descrição das Directrizes

As Directrizes para os Projectos de Iluminação Pública de Macau editadas pelo Gabinete para o Desenvolvimento do Sector Energético da RAEM, têm por objectivo normalizar a instalação e manutenção do sistema de iluminação exterior da responsabilidade das entidades públicas, fazendo com que a iluminação pública exterior esteja de acordo com os princípios de luminosidade, segurança e estética, e com os objectivos de conservação energética e protecção ambiental. Ao mesmo tempo, pretende-se encorajar as entidades privadas para a consulta das presentes Directrizes, servindo como referência quando da decisão dos seus sistemas de iluminação exterior, em que a conservação energética e protecção ambiental sejam conceitos generalizados.

As Directrizes para os Projectos de Iluminação Pública Exterior de Macau servem como directrizes para os projectos de instalações fixas de iluminação pública das vias novas, alterações e ampliações das vias existentes, jardins, túneis, ciclovias e passagens para peões, fazendo com que o sistema de iluminação pública exterior seja, entre outros aspectos, conveniente, apropriado, eficiente do ponto de vista da conservação energética e seguro, de acordo com os requisitos básicos, princípios e orientações do presente documento. Os actuais sistemas de iluminação pública exterior não são abrangidos pelas presentes Directrizes.

As presentes Directrizes indicam que o sistema de iluminação pública exterior deve satisfazer as necessidades dos cidadãos relativamente aos diversos tipos de iluminação para os espaços públicos exteriores. Ao mesmo tempo, os sistemas de iluminação devem utilizar as novas tecnologias e equipamentos, para melhorar a eficiência energética, em conformidade com os princípios de conservação energética e protecção ambiental. Os projectos para os sistemas de iluminação pública exterior, além de terem de respeitar as presentes Directrizes, deverão ainda obedecer ao prescrito nos Decretos-Leis e Regulamentos Administrativos do Governo de Macau relacionados com a segurança de incêndios e a segurança electromecânica e ainda a supervisão das entidades públicas competentes.

As presentes Directrizes servirão como referência aos projectos de iluminação nos edificios privados, como por exemplo, placares de publicidade e iluminação de néon, assim como projectos de iluminação especial nas fachadas exteriores dos estabelecimentos comerciais e centros de diversão. Os sistemas de iluminação de espaços especiais ou iluminação com requisitos especiais, tais como iluminação artística ou cenários aquáticos, poderão, de acordo com as necessidades reais, ser considerados e tratados como casos especiais. As presentes Directrizes não limitam, aos projectistas de sistemas de iluminação pública exterior, a utilização de quaisquer tipos de ferramentas auxiliares, software para design, programas, entre outros. As presentes Directrizes não contemplam os métodos de instalação de materiais dos postes de iluminação, entre outros componentes dos sistemas de iluminação exterior.

As presentes Directrizes serão aplicadas pelos departamentos governamentais responsáveis pela instalação da iluminação pública exterior, mas também será bem-vinda a sua utilização em projectos de construção privados, servindo como referência para este tipo de projectos. As presentes Directrizes poderão ser revistas regularmente após início da sua aplicação.

1. Introdução

1.1 Objectivos de iluminação exterior

O objectivo principal de iluminação das vias é fornecer uma visibilidade nocturna, rápida, exacta e cómoda. A qualidade da visibilidade deve ser segura e fácil e que facilite o movimento dos veículos e dos transeuntes. Os projectistas devem, em função das necessidades dos utentes, fornecer uma visibilidade de qualidade estável, que permita, mesmo de noite, movimentarem-se pelos caminhos e estradas como de dia, o que é muito importante. Tanto as vias públicas como os fabricantes dos veículos motorizados têm feito grandes investimentos no sistema de iluminação para assegurar uma elevada eficácia e um fluído de trânsito das vias, durante a noite. Uma adequada iluminação das vias permite que o público tenha os seguintes benefícios económicos e sociais:

- (a) Redução dos acidentes nocturnos, segurança dos bens e diminuição dos prejuízos económicos;
- (b) Apoio aos serviços policiais e aumento da sensação de segurança pessoal;
- (c) Facilitação do fluxo do tráfego;
- (d) Promoção da utilização nocturna dos estabelecimentos comerciais e instalações públicas.

1.2 Princípios de iluminação viária para tráfego rodoviário

1.2.1 Efeitos visuais

Os condutores, dentro dos seus veículos motorizados, precisam de receber informações suficientes do campo visual das vias que têm pela frente para assegurar uma condução segura com velocidade racional e reagir atempadamente aos sinais de tráfego.

A visão dos condutores só pode concentrar-se claramente numa parte reduzida do centro do campo visual, sem estes poderem ver outras partes com muita nitidez. Os condutores podem concentrar-se directamente nos objectos mais relevantes ao alcance da sua visão. Seja de noite ou de dia, para ver com nitidez os objectos é preciso ter um contraste que realce os objectos relevantes do seu ambiente. De noite, a luz é mais fraca, o que pode reduzir a capacidade de observação de contrastes, dos condutores. Por isso, os objectivos de iluminação de vias consistem em fornecer um adequado brilho do sistema de iluminação e fazer com que se verifique o maior contraste entre os objectos e o ambiente em que se encontram.

Embora o objectivo principal de iluminação seja iluminar os objectos e não o seu ambiente, não acontece assim na maioria dos casos de iluminação das vias. Algumas vias secundárias, zonas de intersecção, vias para peões e parques dos centros urbanos estão neste caso. Quando se opta por alguma iluminação ambiental, convém usar uma quantidade relativamente baixa de luminárias para obter a maior iluminação do pavimento e a eficiência dos contornos

básicos das construções. Uma iluminação bem-sucedida reside em desenhar com racionalidade a distribuição das fontes luminosas das luminárias e utilizar eficientemente os reflexos das fontes luminosas para iluminar o pavimento.

1.2.2 Ambiente visual dos condutores

1.2.2.1 Disposições gerais

O ambiente visual dos condutores é formado pelas vias, as partes circunjacentes, o panorama visível e o céu. Todos os objectos têm de ser nitidamente destacados do seu ambiente.

1.2.2.2 Ambiente Urbano

Os transeuntes constituem uma parte muito importante do ambiente. Eles aparecem em diferentes tipos de vias e circunstâncias, por exemplo, em vias com ou sem iluminação, nos arredores das construções ou em descampados. Quando o fundo é luminoso, parte das características dos transeuntes destacam-se. De igual modo, num ambiente escuro, os contornos dos transeuntes podem ser visualizados. Se a luminosidade do ambiente urbano é igual ao encandeamento dos pavimentos, pode reduzir o grau do encandeamento. Por isso, podem-se impor menos restrições ao encandeamento dos pavimentos.

1.2.2.3 Ambiente Suburbano

Nos subúrbios, de um modo geral, falta um fundo luminoso para atenuar o encandeamento agressivo. Nestas circunstâncias, as luminárias das vias estão dentro dos ângulos visíveis, a distribuição da intensidade luminosa precisa de ser rigorosamente controlada perante todas as circunstâncias que possam verificar-se, por exemplo, os transeuntes, as bicicletas e os outros veículos não motorizados que formam o tráfego misto; a condução por estas vias oferece por isso maiores dificuldades.

1.2.2.4 Ambiente climático

Num ambiente climático seco, os aparelhos de iluminação das vias têm maior facilidade em satisfazer as necessidades visuais. Num ambiente climático húmido, a luminosidade dos pavimentos não se revela uniforme, até pode, por vezes, criar zonas cegas. Nestas circunstâncias, as zonas húmidas oferecem um maior encandeamento. Nas zonas onde se verifica um maior período de humidade nos pavimentos ao longo do ano, é preciso introduzir maiores exigências especiais de melhoria de iluminação.

A influência que o nevoeiro pode exercer sobre a visão depende da sua densidade. No caso de haver um nevoeiro não uniforme, a condução de alta velocidade pelas auto-estradas pode oferecer perigos. No caso de

neblina, uma boa iluminação pode fornecer informações das zonas envolventes e uma melhor orientação das direcções das vias.

1.2.2.5 A idade dos condutores

A visão diminui com o avanço da idade. Pode haver três factores: primeiro, à medida que a idade avança verifica-se a redução da transmissão de luz dos globos oculares, por exemplo, uma pessoa de 70 anos só tem 28% da capacidade de uma pessoa de 25 anos. Segundo, verifica-se um aumento da radiação de luz dos tecidos transmissores de irradiação com o aumento da idade, o que provoca a depreciação da nitidez da visão dos objectos, por exemplo, nas mesmas circunstâncias de luminosidade, uma pessoa de 70 anos tem uma taxa de 2,2 vezes mais elevada do que uma pessoa de 25 anos. Os dois factores acima referidos estão na origem da necessidade de um maior grau de contrastes para as pessoas idosas. Por outras palavras, os contrastes de que uma pessoa de 70 anos precisa são três vezes mais do que uma pessoa de 25 anos. Terceiro, a densidade dos tecidos sensores da luz da retina diminui com o aumento da idade, independentemente da correcção óptica, o que afecta a capacidade de observar os pormenores. Por isso, a sensibilidade óptica duma pessoa de 70 anos é 66% da de uma pessoa de 25 anos.

Além disso, o processo psicológico e perceptivo diminui com o aumento da idade, por isso, os condutores idosos precisam de maior tempo (maior distância) para reagir às circunstâncias de tráfego que têm pela frente.

Todos estes factores revelam que, embora a percentagem de condutores idosos que conduzem de noite seja baixa, a percentagem de acidentes é bastante elevada.

Quando se estuda a colocação de diferentes categorias de iluminação, é preciso ter em consideração estes factores.

1.2.2.6 Orientação visual directa

O feixe luminoso directo produzido pelas luminárias ajuda os condutores a visualizar melhor o caminho pela frente, o que se revela especialmente importante nas estradas com muitas curvas e em cruzamentos complexos, sendo de enorme ajuda em condições de nevoeiro.

1.3 Encandeamento

O encandeamento produz-se em lugares onde há muito maior brilho do que as normas. As fontes mais frequentes do excessivo brilho vêm geralmente das luminárias ou do contacto directo com as janelas de casas iluminadas ou reflexos produzidos por elas.

O encandeamento divide-se em dois géneros:

- (a) Encandeamento forte – reduz a visibilidade dos pormenores dos objectos;
- (b) Encandeamento suave – produz ligeiros incómodos.

Como o encandeamento de alto índice pode criar incómodos aos habitantes, é recomendável tomar medidas restritivas contra o encandeamento forte.

O encandeamento forte que está na origem da diminuição dos contrastes entre os objectos e o seu fundo provoca a consequente diminuição da visibilidade. As questões relacionadas com a poluição de iluminação exterior não fazem parte das presentes Directrizes.

1.3.1 Escolha da luminária para restringir os impactos do encandeamento excessivo

Devem-se escolher luminárias com uma racional distribuição de saída do feixe luminoso, quando se define, de acordo com o princípio de racionalidade, a localização e a direcção das iluminações. Deve-se assegurar que o feixe luminoso seja projectado sobre os objectos e as zonas definidas. Quando se utilizam adequados coeficientes de luminância para escolher adequadamente as luminárias, deve-se ter em consideração o ângulo da projecção dos feixes luminosos e não pensar só na quantidade de saída dos mesmos.

Em lugares com ambientes sensíveis, tais como: zona paisagística, lugares onde haja animais selvagens ou pontos de interesse histórico, quando se escolhe a iluminação difusa, deve-se ter especialmente em consideração os possíveis impactos ambientais provenientes da poluição luminosa.

As persianas, abas ou obstáculos contribuem para controlar a evasão da luz, mas devem ser calculadas e verificadas as influências destes objectos sobre o desempenho do sistema de iluminação.

2. Aspecto exterior, instalação, aspectos ambientais e período de funcionamento

2.1 Aspecto exterior

O desenho e a instalação dos equipamentos de iluminação de rua podem exercer, seja de dia seja de noite, influências várias sobre o panorama das ruas.

Quando se fala no aspecto exterior de iluminação diurna, é preciso ter em consideração os seguintes factores:

- (a) A altura dos postes e a sua relação com as construções e árvores circundantes;
- (b) A localização dos postes deve reduzir ao mínimo as influências negativas sobre a estética ambiental, sobretudo em relação aos ângulos de visão paisagística de relevância;
- (c) O desenho das bases;
- (d) A complexidade da distribuição das fontes luminosas;
- (e) O desenho das luminárias.

2.2 Instalação

2.2.1 Colocação dos postes

2.2.1.1 Disposições gerais

Em cruzamentos, nas passadeiras, nas curvas, nas rampas e no topo de montanhas, é preciso pensar em instalar iluminações especiais. Além disso, os obstáculos no solo e subterrâneos também podem afectar a colocação dos postes. Paralelamente, convém ter em consideração a facilidade de manutenção.

Quando se trata da colocação de postes nas pontes, é preciso considerar possíveis incómodos e inconveniências que o encandeamento dos feixes luminosos possa causar aos utentes das pontes.

A colocação de postes deve reduzir ao mínimo o impacto sobre os edifícios, monumentos de interesse arquitectónico ou cenários panorâmicos.

As árvores exercem um impacto muito importante sobre os arruamentos e largos, por isso, merecem uma consideração especial. Quando se colocam postes nestes lugares, devem-se fazer todos os possíveis por não cortar árvores.

Relativamente aos novos arruamentos sem árvores plantadas, o desenho da instalação de iluminação deve preceder a arborização e sempre numa integração coordenada.

2.2.1.2 Perigos que os postes possam causar

Em muitos despistes de automóveis, quando há embates contra postes, as suas consequências são muito mais graves. Estes acidentes poderão ser reduzidos mediante o aumento da distância entre a berma das estradas e os postes. Os postes afastados devem ser instalados de modo a não causar incómodos às vias para os transeuntes, tão-pouco poder causar perigos para os invisuais, inválidos e carrinhos de bebés.

A altura de suspensão das luminárias ou dos braços de sustentação das mesmas, referentes à categoria de iluminação M1 a M5 (**Tabela 1**) deve situar-se no mínimo a 5,7 metros do pavimento. Se a altura livre dos postes instalados nas vias públicas for inferior a 5,7 metros, é preciso estabelecer medidas restritivas da altura para os veículos em trânsito. Da mesma maneira, para não afectar as vias para transeuntes, a altura das luminárias não deve ser inferior a 2,1 metros.

Nas zonas residenciais, quando a largura das vias para transeuntes é inferior a 3 metros e as primeiras tocam com vias para veículos motorizados, devem-se tentar colocar os postes, sempre que possível, ao lado das vias para veículos motorizados, distanciando-os das vias para transeuntes. Apesar de esta colocação poder constituir obstáculo, tanto para a largura das vias para transeuntes como para as vias para veículos motorizados, poderá reduzir a possibilidade de colisão entre os veículos em movimento. No caso de haver vias para veículos motorizados com separador central e vias para peões, se existir uma distância adequada em relação às vias para veículos motorizados, poder-se-á considerar colocar os postes no separador central.

Quando se colocam postes nas zonas residenciais, também se devem considerar as janelas dos habitantes, as entradas, as saídas e os acessos às propriedades privadas.

2.2.2 Altura da montagem da instalação luminosa

Quando se define a altura de montagem da instalação luminosa, devem considerar-se, simultaneamente, os factores técnicos e económicos, assim como o aspecto exterior diurno.

Do ponto de vista estético, a altura dos postes não deve ultrapassar as construções circundantes.

2.2.3 Montagem das instalações de iluminação

2.2.3.1 Disposições gerais

Apesar de as instalações de iluminação serem compostas pelo poste, braço de sustentação e luminária, devem ser consideradas como um

todo. Pode acontecer que haja compatibilidade entre a luminária e o poste, mas dando lugar à incompatibilidade com outras componentes. Como as luminárias e os postes são fornecidos por fabricantes diferentes, é preciso proceder a uma esmerada escolha de equipamentos para assegurar um aspecto estético integrado.

Em relação às luminárias de altura, os postes, as armações e a luminária devem fazer parte de uma concepção bem integrada.

2.2.3.2 Dimensões e tipos de luminárias

As dimensões e o aspecto exterior das luminárias devem integrar-se no ambiente onde vão ser instaladas.

2.2.3.3 Componentes do braço de sustentação

Para as luminárias de altura de montagem baixa em especial, as luminárias sem braços de sustentação colocadas no topo dos postes têm um melhor efeito estético. No entanto, quando se escolhe com braços de sustentação, os em arco são preferíveis aos lineares direitos porque mais facilmente formam um bom contraste com as linhas dos telhados das construções circundantes. Os braços de sustentação direitos horizontais dão uma sensação de afundamento. Neste caso, os postes verticais oferecem melhores efeitos estéticos. Quando se colocam as luminárias em fila, devem-se fazer todos os possíveis para as colocar numa ordem fluida, a não ser no caso das alegações de segurança e de intervenção dos objectos circundantes que encobrem o comprimento total do braço de sustentação, senão, é preciso fazer todos os possíveis para evitar braços de sustentação demasiado compridos. Se colocados afastados das vias para os transeuntes e com a maior distância permitida em sistemas de suspensão, produzem efeitos visuais relativamente menos estéticos.

A parte saliente dos braços de sustentação deve ser a mais curta possível, sendo recomendável que não seja superior a uma quarta parte da altura da montagem da instalação luminosa.

2.2.3.4 Materiais dos postes e dos braços de sustentação

Os materiais dos postes e braços de sustentação podem exercer influências sobre o seu aspecto exterior e sobre a secção dos mesmos postes. Do ponto de vista estético, os postes e os braços de sustentação devem ser os mais finos possíveis.

2.2.3.5 Cores dos equipamentos de iluminação

As cores e o aspecto exterior dos equipamentos de iluminação devem integrar-se no ambiente circundante. Deve-se fazer todos os possíveis para evitar usar materiais com superfícies que produzem fortes reflexos

que possam causar acidentes.

2.2.3.6 Distribuição da iluminação

O projecto de iluminação deve integrar-se no projecto geral.

Em confluências complexas, os braços de sustentação apontam para direcções diferentes, sobretudo as luminárias com braços relativamente compridos ou inclinados provocam repugnância aos utentes. Numa distribuição complexa com curvas horizontais e verticais, devem-se evitar usar equipamentos de iluminação com aspecto exterior complexo.

Quando se colocam braços de sustentação em confluências complexas, deve-se dar prioridade aos projectos de linhas rectas simples que assentem numa dada direcção para evitar efeitos visuais confusos, produzidos pelas curvas e diferentes direcções da radiação dos braços de sustentação. Conviria usar menos quantidades de postes altos. Em cada poste instalam-se várias luminárias com braços de sustentação curtos e a instalação de postes de grande altura segue a mesma metodologia.

Podem servir de referência as disposições de iluminação que se seguem:

- (a) Linhas principais duplas: aplicáveis às vias de dois sentidos e auto-estradas, para poder fornecer uma orientação visual clara das vias e dos entroncamentos em T;
- (b) Disposição em oposição: aplicáveis às vias com largos pavimentos ou vias de dois sentidos, porque a zona central de manutenção é demasiado estreita ou em consequência de condições terrestres e restrições espaciais para a manutenção, impossibilitando a utilização das duplas linhas principais;
- (c) Disposição em quincôncios: geralmente aplicáveis às vias de acesso, zona residenciais e vias auxiliares;
- (d) Disposição unilateral: aplicável às vias estreitas, vias de sentido único, vias largas de transeuntes, vias circulares e aos acessos às auto-estradas;
- (e) Disposição axial geminada combinada com disposição em oposição: aplicável às vias largas, assim como nas zonas de confluência e separação e quando só uma forma não pode satisfazer as necessidades;
- (f) Disposição axial geminada: aplicável às vias extremamente largas. Também se podem usar as linhas principais duplas ou a distribuição simétrica. A distribuição das luzes depende das componentes horizontais das luminárias. As principais formas são as seguintes:
 - (1) Através de uma cinta (cadeia de sustentação); ou
 - (2) Instalados em braços de sustentação assimétricos colocados

nos postes situados no separador central. Mantêm-se paralelos à linha axial das vias;

- (g) Iluminação de postes de grande altura: aplicável aos casos em que não se pode instalar postes normais em consequência de factores visuais ou estruturais das vias, tais como: grande confluência, confluência das vias desniveladas e portagens.

2.2.4 Colocação das luminárias

2.2.4.1 Disposições gerais

Em lugares com requisitos especiais, tais como cruzamentos e curvas, é preciso pensar de antemão na distribuição das luminárias, e só mais tarde é que se pensa na distribuição das vias a ser conectadas. Quando se faz este tipo de instalação de luminárias, deve-se pensar, simultaneamente, em satisfazer as necessidades de benefícios técnicos e económicos, assim como do aspecto exterior.

Quando se faz a distribuição das luminárias, deve-se proceder a amadurecidas reflexões para assegurar que a ordem dos postes não crie ilusões no campo visual que os condutores têm pela frente e devem-se fornecer orientações do itinerário na medida das possibilidades.

A não ser no caso do sistema de iluminação unilateral, quando se escolhe a disposição de iluminação, devem cumprir-se os requisitos recomendados no 2.2.3, no que toca à correlação de distância com as zonas circundantes, tais como as vias para os transeuntes, para os ciclistas ou diferentes categorias de iluminação.

2.2.4.2 Disposição das luminárias em vias de sentido único

Em relação às vias de sentido único, pode-se optar por uma ou mais das 3 disposições de luminárias seguintes:

- (a) Disposição em quincôncio;
- (b) Disposição em oposição;
- (c) Disposição unilateral.

2.2.4.3 Distribuição das luminárias em vias de dois sentidos

Quando as vias de dois sentidos são divididas por um separador central largo, cada via deve ser estudada em separado. Geralmente, quando não for muito grande a margem exterior duma via de dois sentidos, pode ser tratada como uma de sentido único.

2.2.4.4 A distribuição das luminárias na base e no topo das rampas

Na base das rampas não existem problemas específicos a ser considerados, em relação à iluminação, no entanto, relativamente ao

topo das rampas, é preciso controlar o encandeamento que se possa produzir quando a iluminação ultrapassa o topo das mesmas. É preciso pensar nos ângulos da zona de alta intensidade e os reflexos em zonas mais baixas que possam aparecer à distância.

Na iluminação nas pontes podem acontecer circunstâncias semelhantes.

2.2.4.5 Iluminação nas pontes

A iluminação nas pontes pode, às vezes, oferecer problemas específicos que dizem respeito aos ângulos diferentes, às características e à correlação estrutural, assim como à história da ponte e às características arquitectónicas.

2.3 Reduzir e evitar a colocação de iluminação em direcções desnecessárias ou não desejáveis

Nas zonas de sensibilidade ambiental, torna-se prioritário escolher as cores de maior visibilidade para os feixes luminosos.

A luminosidade da área coberta pela luz deve ser reduzida ao mínimo, porque pode produzir poluição luminosa e aumentar o fulgor do céu.

2.4 Período de funcionamento

No caso das necessidades de prevenção contra crimes, de manutenção da ordem pública, de garantia da segurança e de um agradável ambiente social, é muito importante fornecer iluminação nos períodos em que não há luz natural. No entanto, em algumas circunstâncias específicas, nomeadamente, nos períodos em que se sabe que a taxa de utilização é relativamente baixa, recomenda-se a utilização de células fotoeléctricas para o comando de abertura e fecho da iluminação. Quando a prevenção contra os crimes é um factor a ser considerado, nunca se deve desligar a iluminação. Além disso, para as áreas de iluminação exterior (vias públicas, pontes, etc.) poderá considerar-se a utilização de comando para horário sazonal.

3. Equipamentos, manutenção e segurança no funcionamento

3.1 Fontes luminosas

São várias as fontes luminosas para a iluminação pública exterior.

Todas as **lâmpadas incandescentes (com filamento de tungsténio)** caracterizam-se pela rápida activação, quando se recupera o fornecimento eléctrico.

GLS	Uma das luminárias mais correntes, isto é, a tradicional lâmpada incandescente, com filamento de tungsténio, cuja potência pode atingir 2000W.
TH	A temperatura de funcionamento de TH é superior, daí a sua elevada eficiência, cuja potência pode atingir 2000W.
LVTH	LVTH, das potências disponíveis existem 35, 50, 75, 100 e 150W.
PAR	PAR, devido ao alto consumo eléctrico não é muito usado. Das potências disponíveis existem 30, 45, 50, 60, 75, 90, 100, 120, 150 e 250W.

Lâmpadas de descarga de alta pressão:

MCF	Tubos de vidro em forma linear, interiormente revestidos de matérias fluorescentes: lâmpadas fluorescentes tubulares (ou designadas como TL), cuja potência pode atingir 125W.
CF	Os modelos incluem forma em L (2 eléctrodos e 2 tubos ou 4 eléctrodos e 2 tubos) e o modelo PLC (2 eléctrodos e 4 tubos), sem balastro, outras luminárias, geralmente equipadas com balastro, incluído o modelo SL (garrafas em forma de fruta), modelo SLD (esférico) e o modelo EL (balastro electrónico), cuja potência pode atingir 35W. Os modelos CF têm conhecido um rápido desenvolvimento pelo que têm lançado no mercado aparelhos de todas as formas, cores e potências.
MBI	A lâmpada de iodetos metálicos (contínua a usar o vapor de mercúrio de alta pressão), o seu uso industrial está em crescimento constante. Geralmente, tem um invólucro oval, cuja potência pode atingir 2000W.
SON	A lâmpada de sódio de alta pressão emite fluxos luminosos dourados muito agradáveis e tem um bom Índice de Restituição de Cor (CRI), São principalmente usados em espaços cobertos ou instalações industriais que não requerem alta resolução, cuja potência pode atingir 1000W.
Lâmpadas de indução	As lâmpadas de indução funcionam com o princípio de indução magnética, através da descarga de vapor para produzir a intensidade luminosa, sem eléctrodos, cuja potência pode atingir 150W.

Outros tipos:

Lâmpadas de néon	Ao descarregar a electricidade, produzem os feixes luminosos vermelhos. Também é usado como o vapor do “iniciador a vapor” dentro das lâmpadas fluorescentes ou de descarga. Trata-se de uma combinação entre o indicador de descarga de baixa voltagem accionado por néon e os impulsos de onda de alta pressão e alta frequência das geradoras, que permitem às lâmpadas de néon de grandes potências chegar à luminosidade em mais curto tempo possível, por exemplo, nos aeroportos, usam-se estas como lâmpadas indicadoras de grande distância. As lâmpadas de mercúrio de baixa pressão têm um tubo de vidro linear de descarga e interiormente revestido de matérias fluorescente: as lâmpadas fluorescentes tubulares (ou designadas como TL) podem atingir 125W de potência.
Intensidade luminosa de LEDs	Os LEDs são um dispositivo de semicondutores. Quando os eléctrodos têm corrente positiva, produzem fluxos luminosos descontínuos e de estreita banda. As suas cores dependem das condições de composição do material dos semicondutores. A maioria dos LED é de uma potência de funcionamento que não ultrapassa 30 a 60 miliwatt. Mas o efeito não é desejável na iluminação de vias.
Fibra Óptica	É uma fibra fina e transparente, geralmente feita de vidro ou plástico que com os seus reflexos transmite os feixes luminosos.

Os factores que a seguir são mencionados podem influenciar a escolha das fontes luminosas para aplicações especiais pelo que devem ser tidos em consideração:

- (a) Eficiência energética: A eficiência energética da iluminação das vias depende não só da saída de lúmenes produzida por cada watt, como também se deve ter em consideração a eficiência de toda a instalação de iluminação e outros factores integrados, tais como as luminárias e os requisitos sobre o tipo das diferentes categorias de iluminação escolhidas para a iluminação das vias, as lâmpadas, as vias em questão e o índice de restituição da cor;
- (b) Factores relacionados com a vida útil e o desgaste do fluxo luminoso (Φ) podem afectar o factor de manutenção. Estas informações devem ser fornecidas pelos fabricantes.

3.2 Luminárias

A estanquicidade e as características de prova à poeira e à água estão contidas nos códigos de protecção internacional IP.

O índice de protecção (IP) geralmente descreve os géneros das luminárias que podem ser incluídos nos códigos: Os modelos e os seus códigos poderão ser incluídos nos códigos de IP.

Geralmente, os modelos da luminária são descritos da seguinte maneira:	Códigos de IP[†]
Normais	IP20§
Protegidos contra queda vertical de gotas de água	IPX1
Protegidos contra a chuva	IPX3
Protegidos contra projecções de água	IPX4
Protegidos contra jactos de água	IPX5
Estanquicidade (impede a infiltração da água)	IPX7
À prova da pressão da água (podem ser colocados na água)	IPX8
Protegidos contra corpos sólidos estranhos de diâmetro superior a 1 mm	IP4X
Protegidos contra a poeira	IP5X
Estanques e à prova de pó	IP6X

† Os códigos que contêm X são os que carecem da descodificação, mas qualquer luminária deve ter o modelo e o seu código bem marcados à vista.

§ Os normais marcados com IP20 não precisam destes procedimentos porque não têm protecção especial contra a poeira e humidade.

As luminárias marcadas com os códigos de IP que vão de IP2X a IP6X podem ser escolhidas. Em relação à separação óptica é recomendável escolher as de códigos de IP de dígitos elevados para reduzir a perda das saídas dos feixes luminosos, reduzir o desgaste dos componentes internos e a necessidade de limpeza interior. Deve-se ter em consideração os códigos de IP da separação óptica e da separação do compartimento de controlo.

A escolha de luminárias pode ser efectuada de acordo com o descrito em 3.1, pelo que serão dados a considerar na escolha, a informação sobre os vários tipos de características de fontes luminosas e o tempo de vida útil da lâmpada, fornecida pelo fabricante.

3.3 Escolha das luminárias

- As luminárias devem ter bom índice de restituição da cor. Os efeitos visuais geralmente não são importantes para a definição exacta da precisão das cores. Mas, na venda de muitos produtos, há exigências especialmente requeridas para o índice de restituição da cor;
- Nas circunstâncias não oficiais, com baixa luminância e num ambiente mais frio, deve-se dar prioridade às cores quentes;
- Nas circunstâncias oficiais, com alta luminância e num ambiente mais quente, deve-se dar prioridade às cores frias;
- Geralmente, não é aconselhável que em zonas contíguas e vizinhas se utilize a iluminação com efeitos de cores diferentes;
- As lâmpadas que precisam de maior tempo para o seu aquecimento, demoram mais a atingir a luminosidade necessária, a não ser no caso de se utilizar ao mesmo tempo lâmpadas de tungsténio e fluorescentes, caso contrário não são recomendáveis para as circunstâncias em que é preciso uma rápida luminância;
- Relativamente à vida útil e à manutenção dos lúmenes, deve-se pensar numa maneira geral nos cálculos económicos para a política de manutenção. Só depois da normalização dos modelos e das dimensões das lâmpadas é que poderá haver uma manutenção mais simplificada;

- (g) Um bom sistema de iluminação não só depende de um bom projecto, mas também depende de uma gestão e de um funcionamento eficaz e eficiente, por isso, os autores dos projectos devem frequentemente pensar na questão da conservação energética.

Em condições normais, para a escolha de luminárias, as características de iluminância e de distribuição são factores essenciais a considerar; outros factores tais como, a conservação de energia, limitação do encandeamento e o projecto, são também factores a ter em consideração.

3.4 Postes de iluminação

Quando se colocam postes, deve-se assegurar que o peso, a superfície de impacto de ventos, a velocidade dos ventos localmente prevista e o peso adicional resultante de símbolos e cartazes que possam ser colocados nos postes são tidos em consideração.

3.5 Manutenção

3.5.1 Objectivos

Devem ser elaborados procedimentos de manutenção para assegurar a instalação e a segurança de funcionamento de iluminação de vias, a sua eficiência e os benefícios económicos. Só quando os procedimentos de manutenção são postos em prática é que se podem atingir resultados de iluminação eficientes.

3.5.2 Factores que possam influenciar o desempenho

A iluminação de vias está sujeita a dois factores de influência:

- (a) Perdas em consequência de avarias das lâmpadas e de outros equipamentos;
- (b) Redução contínua da saída dos feixes luminosos das lâmpadas e das componentes das luminárias.

3.5.3 Desgaste das lâmpadas

3.5.3.1 Disposições gerais

O desgaste das lâmpadas pode resultar da instalação inadequada dos equipamentos de iluminação ou de interrupções abruptas do fornecimento de energia eléctrica, e em casos excepcionais, resultam de estragos de acção humana, relâmpagos, tempestades e corrosão ambiental.

Deve ser criado um sistema de registo das manutenções gerais que inclua os dados sobre a frequência e as causas das avarias das

lâmpadas (também incluem avarias provocadas por outros equipamentos ligados a elas), o que contribui para o desenvolvimento estratégico para melhorar os serviços no futuro.

3.5.3.2 Avaria das lâmpadas

Os dados sobre a taxa das falhas das lâmpadas provêm dos testes experimentais em ambientes controlados fornecidos pelos fabricantes e podem servir de orientações gerais para a taxa de substituição das lâmpadas; ao mesmo tempo, servem para calcular o desgaste dos lúmenes das lâmpadas.

Em circunstâncias reais, a vida de uma lâmpada depende principalmente do modelo do balastro, temperatura ambiental, pressão do funcionamento, variação da voltagem, frequência de activação e desactivação, assim como o grau de vibração infligido.

A lâmpada de sódio de alta pressão, quando só é usada com periodicidade intercalar, tem maiores probabilidades de sofrer avarias em comparação com outras luminárias.

3.5.3.3 Avarias nas componentes de recarga eléctrica

O uso das componentes de recarga eléctrica e a sua taxa de substituição devem corresponder a uma gestão de bons benefícios económicos.

As componentes de recarga eléctrica, no caso de haver um suficiente fornecimento eléctrico, devem ter uma vida útil não inferior a 10 anos. Outros tipos de componentes de recarga eléctrica (tais como componentes electro-luminosas de Sulfito de cádmio), em consequência do accionamento e corte, podem sofrer de deslocação de gases eléctricos. As componentes de recarga eléctrica, embora mais sensíveis às correntes eléctricas, são mais estáveis e têm uma vida mais longa.

3.5.4 Desgaste das lâmpadas e das luminárias

3.5.4.1 Desgaste das lâmpadas

No ciclo de vida das lâmpadas, a redução da saída dos feixes luminosos e o desgaste dos lúmenes resultam do envelhecimento, defeitos de fabrico, factores ambientais e condições de funcionamento.

A potência de lúmen fornecida pelos fabricantes é dada em função do resultado das 100 horas de experiência após a sua estabilização preliminar e é relativamente fidedigna, servindo para calcular o intervalo entre mudanças de lâmpadas.

3.5.4.2 Desgaste das luminárias

O envelhecimento das luminárias e o desgaste das mesmas resultam da acumulação de sujidade e poeira na superfície da reflectora, do deficiente sistema hermético que permite a entrada de insectos e humidade e da corrosão do invólucro reflector, em consequência de iluminação solar, calor e raios ultravioletas produzidos pelas próprias lâmpadas.

A gravidade da poluição depende do desenho das luminárias e do grau de poluição ambiental, entre outros factores.

A limpeza das luminárias pode geralmente recuperar a redução da saída dos feixes luminosos, provocada pelo desgaste das luminárias. Além disso, a taxa de deterioração do reflector e do refractor influenciam a vida útil das luminárias.

A regularidade da limpeza depende das condições dos locais onde estão instaladas as luminárias. No caso de as lâmpadas e luminárias terem uma potência total de lúmenes não inferior ao valor de aplicação normal, do ponto de vista económico, pode-se alternar a limpeza com a mudança das luminárias.

4. Iluminação de pontes e estradas desniveladas

4.1 Disposições gerais

Durante a travessia de uma ponte, existe o risco de veículos embaterem em postes, por isso é preciso prestar muita atenção à colocação dos mesmos. As formas de fixação podem ser por gradeamento ou separadores de protecção.

As instalações de iluminação devem ser, quer de dia quer de noite, bem visíveis e devem ser tidos em consideração os factores estéticos que permitem uma boa visão estética, quer na ponte quer na sua zona circundante.

4.2 Iluminação de pontes

4.2.1 Características das pontes e características da paisagem envolvente

O desenho de iluminação das pontes deve considerar as características estruturais das pontes e as características do ambiente circundante.

Na ausência de paisagem ou fundo especial nas zonas circundantes, podem existir arcos. Pode acontecer o efeito de encandeamento, em consequência da redução da luminância dos pavimentos que pode influenciar a distância visível da visão frontal dos condutores, quando em marcha e estes podem sofrer do encandeamento quando chegam ao topo de uma rampa, e, uma vez ultrapassado o topo da rampa poderão ter ilusões de óptica em relação às vias, veículos, lâmpadas das construções circundantes e à distância visual.

Os maiores problemas técnicos podem provir das características das zonas envolventes da ponte, por exemplo, os caminhos-de-ferro e as rotas marítimas podem condicionar a distribuição e cores dos feixes luminosos.

4.2.2 Problemas estruturais

Às vezes, a colocação de postes nas pontes pode deparar com algumas dificuldades. O lugar ideal para a sua instalação poderia ser parcialmente ou completamente dificultado por outras instalações ou objectos especiais ou não existir uma estrutura suficientemente sólida. Mesmo tendo em consideração a carga exercida por ventos fortes, o peso dos equipamentos de iluminação geralmente exerce uma influência muito pequena sobre a carga de peso das pontes.

Em relação às novas pontes, a localização e a distribuição dos cabos eléctricos, devem, logo no início do projecto, ser definidas prevendo espaço adequado e suficiente para assegurar os lugares de fixação e o espaço de protecção.

4.2.3 Aspecto exterior de iluminação nas pontes

4.2.3.1 Paisagem

Podem surgir alguns problemas especiais quando se trata de pontes. Como cada caso é um caso especial, aqui só daremos algumas recomendações gerais.

4.2.3.2 Paisagem superior

Os postes e as luminárias colocados nas pontes podem destacar-se do fundo do horizonte, com o céu como fundo. Esta circunstância é muito mais marcante, em relação à parte de acesso das pontes, por isso, os equipamentos de iluminação apropriados para os acessos nem sempre o são para as pontes, sobretudo quando estas possuem as suas próprias características muito destacadas ou constituem ex-líbris de uma cidade.

Quando os principais factores estruturais de uma ponte consistem no seu pavimento, os equipamentos de iluminação devem corresponder a ele. Os postes e as luminárias devem ser integrados na estrutura, sem criar conflitos estéticos estruturais. A visão dos postes e das estruturas deve oferecer um contraste superior ao do céu. Por isso, os pormenores do projecto de iluminação devem integrar-se na estrutura da ponte, a não ser que esta seja de grande dimensão e os postes não tenham qualquer influência sobre o corpo principal da ponte.

Quando a estrutura principal da ponte se encontra totalmente debaixo do piso, os gradeamentos passam a ser os principais factores que devem ser tidos em consideração. Nos pormenores do projecto de iluminação deve-se pensar na combinação com as cercas e quando estas têm estruturas principais, deve-se ter em conta o espaço entre elas e a colocação dos postes, sobretudo em algumas pontes antigas, que têm balaustradas em pedra relativamente grossas, que teriam sido inicialmente desenhadas para a colocação dos equipamentos de iluminação.

4.2.3.3 Paisagem inferior

A paisagem inferior, na maioria dos casos, revela-se mais importante e mais difícil de ser tratada, em relação à paisagem superior. Aquando da instalação, deve ter-se em consideração a estrutura da parte inferior e as construções em cima dos gradeamentos. Simultaneamente, a altura dos postes e os espaços entre eles devem ser proporcionais ao desenho da ponte. Por exemplo, os postes que se colocam devem ser completamente à vista ou bem escondidos, o que oferece melhores resultados do que as pontes que têm vigas em aço e os cabos de suspensão que apresentam duas secções.

Numa ponte de grande envergadura, a proporção estrutural da parte superior do parapeito permite uma maior liberdade para o desenho da instalação de iluminação. Numa ponte de menor envergadura, pode-se optar por exemplo por um suporte de corda em arco, que permite que o equipamento de iluminação não seja muito visível de dia. Outra metodologia é fixar directamente as luminárias na estrutura superior do parapeito, quando na parte superior do parapeito da ponte não há nenhuma outra estrutura, a instalação de iluminação dará muito na vista, se for vista de lado. Por isso, devem ter-se em especial consideração os pormenores estéticos, numa ponte de grande comprimento. Neste caso, os postes não dão muito na vista, mas torna-se mais importante a ordem e os espaços entre os postes do que a altura e outros pormenores. Quando existem características repetitivas na estrutura, por exemplo, uma série de grandes arcos, as distâncias entre as luminárias devem ser proporcionalmente adaptadas.

Também é preciso reflectir-se sobre o ordenamento das luminárias nas pontes. Caso os lados constituam importantes cenas paisagísticas, a distribuição entrelaçada pode criar uma sensação de irregularidade desordenada.

Se houver possibilidade de instalar os postes nos pilares ou nas bases dos pilares, o efeito estético seria muito melhor. Quando a curva do arco for muito grande ou houver necessidade de pôr mais postes entre as colunas, todo o conjunto das luminárias deve ser fortemente uniformizado.

4.2.4 Pontes com interesse histórico especial ou valor arquitectónico

Quando uma ponte tem valor histórico marcante, características arquitectónicas especiais ou está classificada como monumento histórico, antes da instalação dos equipamentos de iluminação, é necessária a obtenção de autorização das autoridades competentes, estudando com especial atenção a possibilidade de as luminárias poderem ser instaladas nas vias laterais, satisfazendo as necessidades de luminosidade da ponte mas evitando a instalação dos equipamentos sobre a mesma.

4.2.5 Iluminação nas passagens aéreas para peões

A iluminação das passagens aéreas para peões deve satisfazer os requisitos contidos em 4.2.2 e 4.2.3, no que diz respeito às recomendações para as estruturas e para o aspecto exterior, nomeadamente deve ter-se em consideração a iluminação nas escadas e nas rampas.

Quando as passagens aéreas para peões se situam em áreas iluminadas ou passam por cima de uma via iluminada, a iluminação nas passagens aéreas para peões deve integrar-se na zona envolvente.

Quando a passagem aérea para peões passa por cima de uma via sem iluminação, deve-se fazer todos os possíveis para reduzir ao mínimo as interferências sobre a via que passa debaixo. Seja em que circunstâncias for, a instalação de iluminação deve ser desenhada e feita de maneira a não ser muito visível e deve adaptar-se à estrutura da passagem aérea para peões. Quando se trata da instalação de equipamento de iluminação numa nova passagem aérea para peões, logo no início do projecto, deve proceder-se a reflexões unificadas de modo a evitar o acréscimo de instalações futuras. Os cabos eléctricos e os equipamentos de corte também devem ser colocados em lugares não muito visíveis.

4.3 Iluminação de viadutos

4.3.1 Disposições gerais

A diferença entre os viadutos e as pontes reside em que os primeiros geralmente são de maior comprimento, costumam ter curvas e têm na sua parte inferior vias paralelas a eles. Costumam ter acessos que ligam os dois tabuleiros. O tráfego costuma ser muito intenso, enquanto o espaço de manutenção é muito reduzido. Dado que não se pode fechar parte das vias para proceder à manutenção, esta tarefa torna-se extremamente difícil. Isto deve ser o principal factor de referência no projecto de iluminação. As recomendações para a iluminação nos viadutos estão especificadas em 4.3.2 e 4.3.3.

4.3.2 Configuração com requisitos especiais

4.3.2.1 Disposições gerais

Os viadutos são diferentes uns dos outros, de modo que é preciso estudar cada caso. Os requisitos especiais de iluminação e as suas resoluções são:

- (a) Quando a via terrestre é paralela ao viaduto, no fim da rampa (Ver 4.3.2.2);
- (b) Quando a via terrestre é paralela ao viaduto da ponte (Ver 4.3.2.3).

4.3.2.2 Quando a via terrestre é paralela ao viaduto, no fim da rampa

Quando o viaduto se encontra em rampas de subida e descida, seja na direcção vertical seja na direcção horizontal, há separações. Dado o caso, pode-se pensar nas seguintes distribuições de iluminação:

- (a) Cada via com a sua iluminação independente: este desenho requer uma maior quantidade de luminárias que poderiam criar conflitos com a manutenção e a distribuição de iluminação;
- (b) Lâmpadas instaladas em cima de postes colocados entre as vias: se existir uma largura adequada entre as duas vias elas podem ser

iluminadas com as lâmpadas instaladas em cima de postes, a ser instalados entre as duas vias. A vantagem desta instalação reside em reduzir o número das luminárias, evitar o encandeamento e facilitar a manutenção;

- (c) Lâmpadas instaladas em cima de postes colocados do lado exterior da descida: nos lugares que têm altos diques de estrada ou muros de protecção, os postes com lâmpadas podem ser instalados do lado de fora da descida. Esta colocação tem as mesmas vantagens de (b), mas os efeitos luminosos são desejáveis;
- (d) Luminárias colocadas nos postes situados em subidas: A iluminação instalada na subida pode, às vezes, satisfazer as necessidades de iluminação tanto da subida como da descida. Se não for o caso, devem-se instalar, na altura adequada dos postes da subida, luminárias independentes para satisfazer as necessidades de iluminação da descida.

4.3.2.3 Quando a via terrestre é paralela ao viaduto da ponte

- (a) Quando a parte paralela se aproxima do viaduto ou parte que fica debaixo dele

Se a subida é iluminada por fontes luminosas vindas dos dois lados, possivelmente só um reduzido feixe luminoso poderá chegar à descida o que criaria sombras contínuas desagradáveis. A colocação das luminárias na parte inferior dos viadutos, apesar das restrições da altura da montagem da lâmpada, pode resolver estes problemas, mas deve pensar-se especialmente em reduzir ao mínimo as sombras produzidas pelas vigas e pelas colunas;

- (b) Quando a via terrestre é próxima ao viaduto ou se cruza com ele

Deve-se pensar numa iluminação simultânea, colocada do lado exterior da descida, que permite projectar os seus fluxos luminosos, a cobrir tanto a subida como a descida. Para atingir este requisito, a altura da montagem da lâmpada deve satisfazer os requisitos para a subida e não criar sombras debaixo dos viadutos de maneira que impeça ser satisfeita a necessidade de iluminação da descida. Este método pode evitar a manutenção nos viadutos. Isto requer possivelmente um projecto especial de instalação de luminárias de modo a controlar os feixes luminosos no sentido de não ultrapassar o âmbito. No caso da instalação luminosa, instalada do lado exterior da descida, não poder satisfazer as necessidades dos viadutos, então será necessário instalar iluminação nos viadutos.

4.3.3 Iluminação nos acessos

Os acessos conectam duas vias desniveladas, por isso, devem ser tidos especialmente em consideração os seguintes casos:

- (a) Quando sobe, tanto do ângulo da descida como da subida, podem ser visíveis;
- (b) Distinguir claramente a via principal e o entroncamento;
- (c) Orientar claramente o fluxo de tráfego que entra;
- (d) Integrar instalações de iluminação de diferentes tipos;
- (e) Sinalizar claramente os sinais rodoviários e os dispositivos de protecção;
- (f) Exigências de luminárias com distribuição especial dos feixes luminosos.

No caso de iluminação dos acessos das vias de ligação, o projecto deve corresponder às recomendações contidas em **4.4**, no que toca à confluência das vias desniveladas.

4.4 Confluência de vias desniveladas

4.4.1 Princípios gerais

É preciso ter em consideração a quantidade de vias e as relações de distribuição entre elas, o que contribui para definir se a via precisa da sua iluminação independente ou se está integrada numa solução de iluminação de conjunto.

Nas zonas de intersecções, pode, por vezes, optar-se pelo critério de luminosidade para o pavimento, quando a via principal é directa, e pelo critério para a confluência das vias desniveladas, aplicável às vias principais.

Além disso, embora a iluminação possa assinalar diferentes vias, não fornece informações necessárias para a escolha do itinerário.

4.4.2 Normas comuns do sistema de iluminação

4.4.2.1 Requisitos de projecto

Nas confluências, deve-se dar prioridade às vias principais. Na maioria dos casos, as vias de dois sentidos, mediante a iluminação instalada nos postes colocados no separador central, oferecem melhor distinção. Se se partir do ângulo de segurança, a instalação do separador central também tem a função protectora dos postes, no caso da ausência de grades de protecção, é preciso pensar em instalar a protecção necessária num lugar adequado.

Os acessos ligam geralmente a vias principais, mediante ligações alargadas ou afuniladas. Quando as vias principais já têm iluminação, as luminárias a ser colocadas devem começar logo a partir do início de cada acesso e percorrer o mesmo. Nos alargamentos das vias, a iluminação também deve ser proporcionalmente reforçada.

4.4.2.2 Requisitos de obras

Logo no início do projecto das confluências de vias, deve-se pensar na distribuição de iluminação para que os postes e ductos para os cabos possam fazer parte da estrutura. Em relação às necessidades futuras, devem-se reservar espaços para tubos e caixas de ligação tanto horizontais como verticais.

Em relação à iluminação em confluências complexas de vias desniveladas nos viadutos e nas pontes, a mesma deve cumprir as recomendações contidas em 4.2. A ligação entre postes e a base estrutural poderá surtir dificuldades, tais como o espaço de iluminação entre o braço de sustentação e o espaço dos aparelhos de iluminação inicialmente projectados. Devido às suas características estruturais, tais como o espaço e a largura das vigas estruturais, revela-se necessário introduzir reajustes adequados.

4.4.3 Postes de iluminação altos

4.4.3.1 Disposições gerais

Postes de iluminação altos são um sistema de iluminação em que cada poste sustenta um grupo de várias luminárias com uma altura entre 20 e 40 metros. Os sistemas mais correntes são os de 30 a 40 metros. Este tipo de iluminação é mais cara do que a iluminação normal, no entanto, tem a vantagem de, sendo bem desenhado, facilitar uma manutenção que não afecta o tráfego.

4.4.3.2 Aplicação

O sistema de iluminação com postes altos é aplicável às seguintes zonas:

- (a) Praças de grandes dimensões
Tal como portagens ou entradas dos túneis onde não convém instalar iluminação.
- (b) Zonas mistas
Quando uma grande quantidade de postes pode criar confusão aos condutores e a colocação desnivelada das luminárias afecta o aspecto estético, geralmente nos acessos que ligam tabuleiros desnivelados ou rotundas, convém optar-se por uma iluminação com altura superior à normal.

4.4.3.3 Recomendações para o projecto de iluminação com postes altos

Todo o sistema de iluminação com postes altos precisa de ser medido. Convém utilizar materiais com o código do IP não inferior a 65, e com lâmpadas tubulares de xénon de alta pressão e de sódio de alta pressão

(tipo SON-T). Quando se fazem cálculos para o projecto, deve optar-se pelos aparelhos com factor de manutenção de 0.7 e a exigência de saída deve atingir as 100 horas.

(a) Praças de grandes dimensões

Tal como portagens ou entradas dos túneis onde se deve manter uma luminância não inferior a 50 lux, e uniformidade não inferior 0.4 como critério;

(b) Zonas mistas

No caso dos acessos das principais vias e rotundas, a iluminância contínua não deve ser inferior a 30 lux e a uniformidade não deve ser inferior a 0.5 como critério.

Em relação aos acessos que ultrapassam 60 metros de comprimento, a iluminância e uniformidade mantidas são respectivamente 25 lux e 0.4.

5. Iluminação de rodovias secundárias e áreas associadas, vias pedonais e ciclovias

5.1 Disposições gerais

O objectivo de iluminação nas vias secundárias e zonas circundantes reside na necessidade de os transeuntes e ciclistas distinguirem as direcções e visualizarem os veículos motorizados e outros perigos e desencorajar o crime contra pessoas e bens. A iluminação nestas vias deve fornecer algumas informações orientadoras aos condutores. Se um veículo motorizado não fizer uso dos faróis da frente estes equipamentos não são suficientes para fazer distinguir os obstáculos na estrada.

As vias para transeuntes e as ciclovias não têm nada a ver com as vias rodoviárias. Têm como principal objectivo assinalar as direcções para que os ciclistas e os transeuntes possam distinguir as direcções e visualizar outros ciclistas, transeuntes, perigos e evitar agressões criminosas contra as pessoas e os bens.

Quando se pensa nas vias e nas suas zonas circundantes, estas podem ser consideradas como zonas diferentes para efeitos de utilização e cálculo da categoria de iluminação. No entanto, aqui recomenda-se utilizar uma única categoria de iluminação para as rodovias e vias circundantes para peões e as margens serem classificadas como zonas com características semelhantes.

Quando se pensa nas vias para transeuntes e nas ciclovias, que não se cruzam com as rodovias, a área a ser categorizada e calculada para iluminação pode ser alargada relativamente à largura projectada das vias para transeuntes ou ciclovias já existentes, a fim de fornecer um maior campo visual e uma maior confiança aos transeuntes e aos ciclistas.

5.2 Prevenção e detecção de infracções e segurança dos transeuntes

Nas zonas de alta criminalidade, onde as faixas obscuras podem encobrir os criminosos, deve optar-se pelas categorias de iluminação recomendadas.

5.3 Zonas de intersecção

Na confluência de vias secundárias e na zona frontal dos entroncamentos em T muito movimentados, assim como nas zonas próximas às entradas dos entroncamentos em T, seria mais útil a colocação de uma luminária mais próxima destes pontos. Da mesma maneira, será vantajosa a colocação de uma luminária nas vias para transeuntes e nas ciclovias situadas nos entroncamentos em T.

6. Iluminação de zonas centrais e de aglomeração popular

6.1 Disposições gerais

Nos centros urbanos e nas áreas públicas as pessoas gostam da visão de um cenário agradável. De noite, as pessoas e o ambiente circundante precisam de ser facilmente distinguidas. Durante as horas de comércio é necessária uma iluminação de alta luminosidade combinando iluminação adequada à categoria pública com alguma iluminação privada.

No que diz respeito à reflexão sobre as diferentes características de cada lugar específico, seria impossível pensar numa forma de iluminação unificada. Cada lugar merece reflexões específicas. Por este motivo, as recomendações básicas são feitas relativamente à preparação da iluminação geral de uma determinada área.

Nos centros suburbanos e áreas públicas em que há mais movimento de transeuntes, a iluminação, além de dever ser equacionada nos planos horizontais, também precisa ser pensada a outros níveis para haver maior facilidade em distinguir os transeuntes.

Todos os equipamentos de iluminação devem ser coordenados de maneira a conseguir uma integração e não contribuir para reduzir a iluminação de uma determinada área. A iluminação geral deve ter uma cobertura luminosa de toda essa área e não só as vias para os veículos motorizados. Ao fim da tarde, quando as montras das lojas e os reclames luminosos estão acesos, tudo isso deve também ser considerado como fazendo parte do ambiente iluminado. No entanto, o mais importante é quando fica escuro ou pela noite dentro, quando as lojas estão fechadas e as iluminações das lojas se reduzem ou se apagam, a iluminação pública deve contribuir para salvaguardar a segurança dos transeuntes e dos veículos motorizados em trânsito.

6.2 Objectivos da iluminação

Nos centros suburbanos e áreas públicas, a eficaz iluminação do pavimento das rodovias não é o único ou o principal factor que deve ser levado em consideração. O centro urbano serve muitos utentes e cada um deles tem necessidades diferentes, até necessidades incompatíveis, por isso, é preciso abranger muitos aspectos, a fim de conseguir um equilíbrio.

É preciso elaborar um projecto geral que inclua todos os objectivos correlacionados e fazer uma ordenação, segundo o seu grau de importância. Estes factores podem incluir os acima referidos e os que se seguem:

- (a) Iluminação que garanta a segurança dos transeuntes, relativamente aos veículos motorizados em trânsito e dissuasão de comportamentos anti-sociais;
- (b) Iluminação proporcional ao volume e características de tráfego rodoviário incluindo ciclovias;

- (c) Projecto de iluminação e escolha de equipamentos em harmonia com a paisagem arquitectónica e urbana;
- (d) Controlo da publicidade luminosa colocada nas áreas públicas;
- (e) Controlo e integração dos projectores permanentes no projecto visual geral;
- (f) Controlo dos efeitos de iluminação temporária, como por exemplo, projectores e lâmpadas decorativas festivas;
- (g) Controlo das vias e outros sinais de indicação de direcção e a sua relação com outros materiais de iluminação;
- (h) Controlo e mistura de ambos os tipos de iluminação pública e de procedência privada, por exemplo, nas paragens de autocarros e as cabines telefónicas;
- (i) Protecção do ambiente e dos bens através da intensificação da iluminação;
- (j) Protecção dos equipamentos, resguardando-os de eventuais danos acidentais ou intencionais;
- (k) Manutenção dos equipamentos.

6.3 Iluminação para as necessidades do tráfego rodoviário

6.3.1 Classificação do tráfego

O equilíbrio entre os diferentes aspectos a considerar na iluminação, referido em **6.2**, depende dos seguintes tipos de tráfego:

Maioritariamente veículos motorizados;
Misto, de veículos motorizados e transeuntes;
Apenas para transeuntes e bicicletas.

6.3.2 Áreas de tráfego de tipo maioritariamente para veículos motorizados

A iluminação das vias pedonais, das ciclovias e de outros espaços para os transeuntes que ficam próximos das rodovias, deve ser considerada separadamente das vias para veículos motorizados.

6.3.3 Áreas de tráfego de tipo misto, de veículos motorizados e transeuntes

Em determinadas circunstâncias, pode-se usar a mesma categoria de iluminação para ambas as áreas de trânsito e de peões, sobretudo quando elas são projectadas e calculadas como áreas correlacionadas. Em outros casos, designadamente quando há uma demarcação expressa das vias para os veículos e para os transeuntes, ao escolher a categoria de iluminação, as mesmas podem ser consideradas como áreas diferentes para efeito de projecto e cálculos.

6.3.4 Áreas de tráfego apenas de transeuntes e bicicletas

Nas áreas para os transeuntes, a iluminação deve contribuir para o movimento das pessoas e para criar um sentimento de segurança geral e tranquilidade, assim como estimular as pessoas a visitar e utilizar os vários serviços. O importante é discernir os movimentos e as intenções dos transeuntes. Com base neste objectivo, deve-se fornecer um índice de restituição de cor

recomendado no ponto **2.1.3** e uma adequada luminância da superfície, recomendada em **6.4.1**.

6.4 Iluminação para outras finalidades

6.4.1 Manutenção da ordem pública e da segurança

As necessidades de iluminação gerais mencionadas em **6.3**, na maioria dos casos, não dizem respeito à manutenção da ordem pública e da segurança. Além disso, a iluminação pública é benéfica durante o período mais escuro da noite e não apenas nos horários de ponta do tráfego. No entanto, pode-se escolher, para as horas de ponta, um nível de iluminação superior sempre que a categoria do equipamento o permitir e, regular para um nível inferior noutros horários.

Para aumentar o sentimento de segurança, a luminância dos feixes luminosos verticais deve ser suficiente de modo a atingir os rostos humanos para ajudar a distinguir se uma pessoa apresenta um ar pacífico, indiferente ou agressivo, para poder reagir atempada e adequadamente.

6.4.2 Valorização visual

Uma iluminação criativa pode contribuir para aumentar o interesse de determinados locais que as pessoas gostariam de ver podendo também realçar características especiais ou atenuar os efeitos visuais menos atraentes no ambiente urbano.

6.5 Iluminação de passagens subterrâneas, passagens superiores para os peões e escadas

6.5.1 Disposições gerais

As passagens superiores e inferiores para peões, as escadas e as rampas devem ter um adequado nível de iluminação, especificado na **Tabela 7**. Nas passagens subterrâneas para os transeuntes, a superfície vertical deve ter uma boa iluminação.

A temperatura das cores dos feixes luminosos e o índice de restituição de cor são factores importantes que devem ser tomados em consideração.

Na fase de projecto, deve ser feita a disposição das luminárias de acordo com as suas características, fazendo com que a instalação dos cabos eléctricos e as tubagens para os fios se adaptem à construção.

6.5.2 Passagens subterrâneas para peões

As passagens subterrâneas para peões estão particularmente sujeitas ao vandalismo, pelo que as luminárias devem ser escolhidas em termos de resistência e dureza do vidro e do corpo principal.

Em relação às passagens subterrâneas para peões já existentes, o projecto de iluminação, a escolha dos aparelhos e os modelos de tubagens para fios deve reduzir ao mínimo o risco de vandalismo.

Em túneis para transeuntes de grande comprimento ou de maior complexidade, a iluminação deve ser mantida acesa 24 sobre 24 horas.

De dia, se tais túneis são de grande comprimento e com fraca penetração da luz natural, quando se verifica uma maior luminosidade ambiental na entrada dos túneis e a iluminação interior se revela inferior, produz-se o efeito de “buraco negro”. À noite, quando a luminosidade exterior for menos forte do que a interior, acontecerá o contrário. De dia, para superar estes efeitos não desejáveis, a entrada deve ter uma iluminação que possa fornecer um nível de iluminação duas vezes superior à luminância diurna no interior dos túneis. De noite, à entrada, a luminância deve ser reduzida, fazendo com que o ambiente exterior se aproxime do adequado nível do ambiente exterior e interior dos túneis.

6.5.3 Escadas e Passagens superiores para peões

Em relação às escadas e passagens superiores para peões mesmo que os espelhos e os pés de degrau sejam feitos de materiais diferentes, devem ter iluminações diferentes para realçar o contraste visual e realçar mais o piso dos degraus.

Quando se colocam luminárias nas passagens superiores para peões, deve-se salvaguardar a sua compatibilidade com a estrutura da passagem e ponderar sobre a manutenção futura.

6.6 Iluminação de parques de estacionamento

6.6.1 Disposições gerais

A iluminação de parques de estacionamento visa salvaguardar a segurança de todos os utentes, incluindo os condutores e os peões e, acalmar o receio de actos criminosos.

As dimensões, estrutura, localização e zonas de acesso devem ser independentemente consideradas quando da aplicação de técnicas de iluminação.

Nas caixas de pagamento, devem ser usadas lâmpadas adicionais de bom índice de restituição da cor para ser possível distinguir as moedas e as notas e prevenir contra crimes.

A iluminação deve abranger toda a área do recinto do parque de estacionamento, com o objectivo de conservar energia e evitar a poluição luminosa.

6.6.2 Parques de estacionamento ao ar livre

Quando se trata da colocação de iluminação, os parques de estacionamento de superfície e o último andar aberto dos silos, são considerados como parques de estacionamento ao ar livre.

Na maioria dos casos, os parques de estacionamento de superfície situam-se próximo de edifícios ou estradas, cuja iluminação pode ajudar a iluminar os parques de estacionamento. No entanto, como a qualidade e os horários dessas iluminações não podem ser controlados, os parques de estacionamento devem ter a sua própria iluminação independente.

O projecto, direcção e localização das luminárias, dentro do alcance de visão dos condutores, devem ser bem pensados de forma a reduzir ao mínimo o encandeamento.

As categorias de iluminação devem ser escolhidas tendo em conta o tipo e a localização do parque de estacionamento, assim como devem fornecer uma iluminação contínua durante todo o horário de abertura.

Quando se concebe a iluminação para os parques de estacionamento abertos no último piso, deve proceder-se de modo a reduzir os impactos sobre o espaço aéreo circundante, quer seja de dia ou de noite.

6.6.3 Processo de cálculos

Todas as zonas dos parques de estacionamento devem ser equacionadas. A superfície calculada de cada zona não deve ultrapassar um metro, desde a parede ou do perímetro (nos parques de estacionamento ao ar livre). A superfície eficaz deve ser a área de domínio de cálculo. O primeiro conjunto de pontos de cálculo não deve ultrapassar mais do que 1 metro, em relação à parede ou ao perímetro (parques de estacionamento ao ar livre).

Alguns objectos podem afectar o nível de luminância e o grau de uniformidade, por isso, merecem maiores ponderações.

Os níveis de iluminação devem ser calculados usando uma quadrícula não superior a 5 metros em relação à área em causa (parques de estacionamento ao ar livre).

Quando há obstáculos significativos ou áreas assimétricas, deve ser utilizada uma série de quadrículas para garantir que sejam satisfeitos a luminância e o grau de uniformidade projectada em toda a área. Cada quadrícula deve ter pelo menos 36 pontos.

6.7 Iluminação de parques e jardins

Os parques e jardins públicos são lugares agradáveis e muito requisitados pelas comunidades e encontram-se em quase todos os centros urbanos e subúrbios.

No Verão, quando gozamos das actividades ao ar livre, estas não devem ser interrompidas com a chegada da noite. A iluminação artificial pode prolongar o horário das diferentes actividades. A iluminação em determinadas áreas dos jardins públicos (sobretudo nas áreas para as actividades infantis), em termos de segurança, é necessária. Simultaneamente, a iluminação pode contribuir para impedir a ocorrência de actos criminosos. A iluminação também pode realçar melhor as flores em desabrochamento, as características das árvores e arbustos e superfícies aquáticas, criando assim um sentido de orgulho comunitário e estética regional. A instalação destas iluminações não precisa de investimento para aumentar o número dos objectos a ser iluminados.

As áreas de iluminação dos parques públicos ou zonas paisagísticas incluem árvores, arbustos, flores, até lagoas e fontes. Podem ainda abranger estátuas ou pequenas pontes. O principal objectivo é iluminar uma paisagem bonita e reduzir a zona de sombras onde há possibilidade de surgirem perigos.

No entanto, a iluminação não precisa de cobrir todos os objectos na paisagem a ser iluminada. O seu principal objectivo reside em iluminar as principais características da paisagem e os caminhos para os transeuntes. Com um projecto esmerado, dos dois lados dos principais caminhos para os transeuntes, pode optar-se por iluminações diferentes. A sinalização eficaz e a viabilidade de dissimular os equipamentos luminosos, determinará a possibilidade de influenciar os visitantes a seguirem um itinerário pré-estabelecido dentro dos parques públicos.

6.8 Iluminação nas Zonas Comerciais e Habitacionais

Atendendo às discrepâncias relativas ao horário das actividades e às exigências de iluminação em diferentes zonas comerciais e habitacionais, a concepção da iluminação pública exterior é relativamente complicada, pelo que, as análises detalhadas não estão integradas nestas Directrizes, propondo-se que sobre o assunto sejam efectuados estudos mais aprofundados.

6.9 Projecto de instalação

6.9.1 Procedimentos usados no projecto de concepção da iluminação

Seja qual for a metodologia de projecto, os passos que se seguem podem ser aplicados aos projectos de iluminação para as vias, entroncamentos ou outros segmentos de estradas.

- (a) Criar uma planta de distribuição com uma escala adequada onde são assinaladas vias para os veículos motorizados, vias para os transeuntes, bermas das estradas, bocas de vias e ilhas de segurança, lâmpadas sinaleiras, linhas de controlo, marcos de quilometragem, tubagens das instalações subterrâneas envolventes e outras instalações, que possam influenciar na distribuição de iluminação;
- (b) Baseando-se nos “isolux diagrams”, nas tabelas de espaçamentos e tabelas de desempenho, deve escolher-se uma combinação de luminárias

- e lâmpadas que sejam mais apropriadas para o projecto e que sejam modelos mais correntes;
- (c) Determinar o processo de teste para avaliação. É preciso escolher a altura da colocação sob diferentes factores restritivos, por exemplo, a largura das vias, a distância entre os postes de electricidade (se for necessário) ou as preocupações ambientais / estéticas. Por outro lado, é necessário definir a radiação dos ramais e as relações entre as luminárias e as bermas das estradas;
 - (d) Determinar um espaço de ensaio quer directamente do espaço da luminária ou de tabelas de desempenho ou ainda por estimativa.
 - (e) Fazer testes das luminárias em lugares chave ao longo das vias, fazendo com que todas as áreas chave sejam suficientemente iluminadas;
 - (f) Fazer testes ao posicionamento das luminárias usando como orientação o espaço para a avaliação e seguindo a direcção das luminárias ao longo das vias. Se for necessário, introduzir reajustes adequados na distribuição para poder corresponder à iluminação nas entradas previamente criadas e satisfazer os benefícios económicos entre as necessidades das localizações de iluminação e as restrições, por exemplo, as saídas que têm o separador central, vias para os veículos motorizados e o espaço dos viadutos, entre outros. Quando as vias pedonais e as paragens de autocarros, entre outras áreas, precisam de uma melhor iluminação, são necessários reajustamentos oportunos;
 - (g) Verificar, através da metodologia da distribuição final, os valores ideais dos parâmetros técnicos das fontes luminosas. Isto pode ser aplicado em espaços comuns das iluminações ou em lugares onde haja evidentes alterações em relação a toda a distribuição ou nos lugares de onde se pretende obter informações mais pormenorizadas;
 - (h) No caso de não ser possível atingir os valores ideais, entretanto, espaços entre as luminárias e a altura da montagem da lâmpada, a escolha de outras luminárias ou maiores arranjos na distribuição de iluminação revelam-se necessários para conseguir um projecto aceitável.

6.9.2 Distribuição da iluminação

Os factores que a seguir enumeramos podem exercer influência sobre a distribuição e o projecto de instalação da iluminação:

- (a) Tipo de desenvolvimento das zonas adjacentes.
Este factor pode influenciar sobre a escolha dos tipos de iluminação, os tipos das luminárias para as áreas sensíveis e a sua disposição, a altura da montagem da lâmpada, o controlo do encandeamento e da evasão da luz. Tudo isto são factores que podem ter influência sobre o projecto de iluminação;
- (b) Forma dos cruzamentos das vias.
Isto exerce influência sobre a disposição da iluminação, por exemplo, a disposição unilateral, a distribuição em oposição, a disposição axial ou a distribuição em quincôncio;
- (c) Largura das vias para veículos motorizados e níveis de tabuleiros relacionados.

- Isto tem influência sobre a disposição e a altura da montagem das luminárias;
- (d) Características do alinhamento horizontal e vertical.
Os espaços entre as luminárias podem ter de variar nas curvas e topos de rampas para conseguir uma melhor optimização da instalação;
 - (e) Forma e localização dos cruzamentos.
Os cruzamentos requerem arranjos especiais para os postes, luminárias e para a altura da montagem a fim de atingir os objectivos e padrões;
 - (f) Paragens de veículos públicos e passadeiras para peões em que existe grande concentração de transeuntes.
As luminárias devem ser colocadas em lugares adequados, preenchendo os requisitos necessários de segurança rodoviária e dos transeuntes;
 - (g) Vias para os veículos motorizados / entradas, separador central e aberturas nos separadores (estradas com múltiplas vias) e instalações subterrâneas.
Todos estes são factores restritivos para a escolha do lugar de colocação e de escolha do tipo de postes;
 - (h) Largura das faixas ajardinadas e das vias para transeuntes, assim como do separador central, da faixa de separação e das ilhas de segurança.
Estes factores influenciam sobre a escolha do tipo de postes e do comprimento dos braços de sustentação;
 - (i) Localização e características da disposição dos postes altos.
Isto tem influência sobre a opção para a disposição de iluminação, por exemplo, servindo-se dos postes já existentes para abastecer energia às luminárias. As características dos fios eléctricos oferecem restrições à altura da montagem da lâmpada e à localização da colocação dos postes (especialmente os postes maleáveis);
 - (j) Localização e forma de quaisquer dispositivos de gestão de tráfego.
Quando se colocam dispositivos de gestão de tráfego, tais como, para zonas de velocidade controlada e zonas para peões, a sua colocação deve ser bem visível;
 - (k) Existência, género e localização das árvores na zona envolvente das vias.
Poderá ter influência na escolha da instalação de iluminação e na localização e altura de montagem das luminárias.

6.10 Fontes luminosas e luminárias

6.10.1 Necessidades básicas

Os equipamentos de iluminação a ser utilizados devem corresponder às necessidades de iluminação, nos centros suburbanos e áreas públicas e devem obedecer a dois critérios de iluminação. O primeiro é usar a forma mais eficaz para iluminar as áreas e os objectos. O segundo é o aspecto exterior dos equipamentos de instalação. Os equipamentos de iluminação devem ser agradáveis à vista e devem integrar-se no ambiente circundante. Seja a que hora for, (sobretudo à noite), devem ser mais um elemento atractivo do panorama urbano periférico e não um factor negativo.

Os equipamentos de iluminação e os seus suportes devem formar um conjunto, pelo que se deve escolher dispositivos adequados a cada área. Nos lugares onde se usa repetidamente as luminárias - imitações de modelos antigos, deve-se ter em consideração o seu desempenho da luminosidade e o seu aspecto exterior. Se houver necessidade de caixas de controlo suplementares, estas devem ser instaladas de maneira o menos visível possível.

6.10.2 Aspecto exterior

A escolha do modelo, forma e material é muito importante para o aspecto exterior diurno e devem ser escolhidos em complemento do seu ambiente circundante.

No caso de se utilizarem luminárias de uma determinada época, as suas características devem ser correspondentes ao período histórico em questão.

Caso haja necessidade de usar uma iluminação de mais alto nível e, com a condição de não prejudicar o panorama visual, deve-se, em função das considerações contidas em **6.10**, optar-se por um sistema de iluminação regulável.

6.11 Sistemas de iluminação reguláveis

Utentes de determinadas zonas podem, à noite, ter necessidades muito reguláveis. Pode-se, através da disposição de luminárias diferentes, com sequências de activação das lâmpadas ou redução da luminosidade para regular os feixes luminosos. Com base no objectivo de segurança e da conservação energética, nos lugares onde haja múltiplos tipos de tráfego, e, com a condição prévia de não prejudicar o panorama visual, é necessário usar uma iluminação de nível mais alto.

As construções podem provocar variações de eficiência das luminárias instaladas nas zonas para peões, por isso, é preciso pensar em proporcionar uma iluminação periférica necessária num lugar mais distante e numa altura mais elevada.

No caso de as vias para transeuntes serem paralelas às vias para veículos motorizados mas separadas por fileiras de árvores, deve considerar-se a instalação adicional de equipamentos de iluminação a uma altura inferior, nos postes em oposição, ou instalar um sistema de iluminação independente.

7. Iluminação de zonas de intersecção

7.1 Disposições gerais

7.1.1 Categoria de iluminação e localização das luminárias

As zonas de intersecção são lugares onde confluem veículos motorizados e outros utentes, tais como peões e ciclistas, das quais se pode citar os casos mais típicos, tais como, confluências, cruzamentos, rotundas e passadeiras para peões.

Embora a categoria de iluminação escolhida forneça um critério geral, no que toca à luminância média e ao grau de uniformidade, a localização das luminárias também é muito importante. Neste caso, a escolha da melhor localização e a colocação dos equipamentos nas zonas de intersecção oferecem dificuldades porque tanto têm de iluminar os cruzamentos como os veículos em trânsito, sobretudo quando entre a largura de entrada das vias e os espaços entre as luminárias há grandes distâncias.

Uma metodologia eficaz e que merece ser levada em consideração é a colocação de várias luminárias com postes entre 10 e 12 metros. Cada poste pode ter várias luminárias ou situar a instalação no alto dos postes.

7.1.2 Funcionalidade da iluminação nas zonas de intersecção

7.1.2.1 Confluências

A iluminação nas confluências deve ter capacidade para iluminar as bermas, os sinais de trânsito, as direcções das vias, assim como os transeuntes que aparecem nas confluências, obstáculos e os veículos em movimento. Antes da escolha da localização dos postes e das luminárias deve-se ter em conta os itinerários dos fluxos de veículos motorizados, a visão nas confluências, assim como as áreas onde há a possibilidade de colisão (Ver casos concretos especificados no Esquema 1 da **Tabela 8**).

A iluminação das confluências deve permitir aos condutores discernir claramente os veículos que vêm de outras direcções.

7.1.2.2 Rotundas

A iluminação nas rotundas deve permitir aos condutores discernir qualquer veículo dentro das rotundas, antes da entrada ou dentro delas. A iluminação deve ainda permitir aos condutores que já estão dentro das rotundas, ter um campo visual frontal suficiente, assim como ver com clareza os veículos que aparecem à sua esquerda, para decidir se é seguro ou não avançar.

As rotundas permitem ainda a mudança de direcção dos fluxos de veículos motorizados, por isso, também precisam de iluminação. A iluminação deve ajudar os condutores a detectar a existência de curvas e dar-lhes tempo suficiente para as distinguir. A distribuição da iluminação e as suas características devem ser claras, ajudando assim a visualizar quaisquer sinais de alerta. A iluminação deve cobrir qualquer forma de curvas, dentro das rotundas, as direcções e as bermas. Na ilha central e outras ilhas de segurança, a intensidade e a iluminação deve ser reforçada (Ver casos concretos especificados no Esquema 2 da **Tabela 8**).

As rotundas de pequena dimensão, sobretudo a zona anterior às mudanças de direcção ou rotundas afastadas do pavimento da via de acesso directo são lugares de difícil visibilidade. Por isso, as luminárias devem deixar iluminadas estas áreas.

7.1.3 Âmbito da iluminação periférica e das zonas de intersecção

Como ficou dito em 2.2.3, a iluminação periférica deve ser vocacionada para as necessidades dos condutores e transeuntes. Nas zonas de intersecção, pode-se atingir este objectivo, através do fornecimento da categoria de iluminação adequada nas vias para os transeuntes, nas zonas vizinhas às vias para os veículos motorizados ou às zonas de cruzamentos e entroncamentos.

A iluminação periférica pode ser obtida através dos seguintes métodos:

Nos lugares onde não há nas proximidades vias para transeuntes nem para ciclistas, não há necessidade de adoptar métodos especiais para iluminar as zonas periféricas;

Nos lugares com pouco movimento, perto das vias para transeuntes, não há necessidade de adoptar métodos especiais para iluminar as zonas periféricas;

Nos lugares com muito movimento, perto das vias para transeuntes, pode-se instalar uma iluminação racional ou a incluir nas zonas correlacionadas de intersecção;

Nos lugares perto das vias para ciclistas e transeuntes, pode-se optar por instalar uma categoria de iluminação racional nas vias para os ciclistas ou a incluir nas zonas correlacionadas de intersecção.

Nas confluências complexas, incluindo as zonas anteriores às viragens e as ilhas de segurança, o importante é permitir aos condutores ter um campo visual claro para avaliar a situação do tráfego nas confluências. Com base neste motivo, a zona de espera de viragem, as ilhas separadoras e as ilhas de segurança devem ser incluídas nas zonas de intersecção para efeitos de cálculos. Da mesma maneira, nas rotundas de tráfego de pequena dimensão, só é preciso distinguir os respectivos sinais de trânsito, o topo da rotunda ou as bermas, mas a rotunda deve ser incluída na zona de intersecções.

O comprimento das zonas de intersecção, ao longo das vias próximas também deve ser determinado.

As rotundas e as saídas correspondentes devem ser incluídas nas zonas de intersecção, devendo ser bem escolhido o tipo de iluminação para ajudar os veículos a sair das rotundas e a iluminar as extremidades da ilha de segurança. Simultaneamente, devem ser tidas em conta as ilhas separadoras e de segurança para os transeuntes, dentro das zonas de intersecção.

7.1.4 Restrições sobre o encandeamento

Em vias próximas a qualquer zona de intersecção, o encandeamento deve ser controlado da melhor maneira porque existe um conjunto de circunstâncias que se produzem que levam os condutores a ter uma menor capacidade visual.

7.2 Distribuição de postes nas rotundas

7.2.1 Vias de entrada e saída

Os postes colocados nas ilhas de segurança centrais não devem ser situados nos lugares opostos às vias de entrada e saída já que isto aumenta a possibilidade de colisão entre os veículos motorizados.

A iluminação das bermas deve obedecer aos valores mínimos recomendados na **Tabela 2**; tão-pouco os postes devem ser colocados em lugares onde haja excesso de velocidade de veículos motorizados.

7.2.2 Rotundas com ilhas de segurança

Quando as vias circulares são de 15 metros de largura, às vezes, é preciso instalar postes nas ilhas de segurança centrais para reforçar a iluminação. Este método é somente aplicável aos casos de baixa velocidade, caso contrário, tem de se optar por outras medidas para reduzir a influência sobre os acidentes de trânsito, por exemplo, a utilização de grades e postes maleáveis ou atenuadores de impactos.

No caso das rotundas com ilha de segurança central, dotada de bermas, é permitido colocar os postes no centro. Nestas circunstâncias, devem levar-se em consideração as relações entre as vias de saída, as ilhas de segurança, as áreas de refúgio e as zonas de cruzamentos e entroncamentos transversais devem corresponder às recomendações contidas em **7.1.3**.

7.2.3 Recuo dos postes

Para determinada velocidade projectada, a iluminação entre o poste e a via para veículos motorizados deve obedecer aos valores mínimos recomendados na **Tabela 2**.

7.3 Altura de montagem

A altura da montagem nas zonas de intersecção deve ser, normalmente, uniforme. A sua altura não costuma ser inferior à altura dos postes colocados na via de entrada,

mas no caso da redução dos postes, a sua altura pode ser aumentada.

7.4 Passadeiras para peões

7.4.1 Passadeiras fora das confluências

7.4.1.1 Critérios e métodos para a escolha de iluminação

As passadeiras fora das confluências podem ter duas possibilidades de iluminação:

Colocar uma iluminação para vias, normal, que forneça um bom contraste;

Colocar uma iluminação parcial, extra, para dar uma iluminação directa às instalações de travessia e aos transeuntes à espera de atravessar.

A iluminação para vias normal está sujeita a influências da localização dos postes e das luminárias. Quando as vias são relativamente direitas e planas, há uma alta luminosidade no pavimento, sinal de uma iluminação de via satisfatória.

7.4.1.2 Iluminação normal para vias

A iluminação normal para vias, quando é colocada nos lugares simétricos dos dois lados de uma via, pode atingir a máxima eficiência no fornecimento de iluminação aos transeuntes que estão a utilizar as instalações de travessia. Por isso, a colocação de iluminação deve fazer-se no âmbito do sistema de iluminação a ser instalado nas passadeiras.

Os postes não devem nunca ser colocados nas passadeiras.

Na distribuição em quincôncio, o ideal é colocar dois postes equidistantes em relação ao ponto central da passadeira. Do lado esquerdo da via, os postes colocados devem direccionar-se para os condutores para que estes possam ver à distância as passadeiras. Numa distribuição ao contrário, devem ser colocados dois pares de postes num ponto equidistante das passadeiras. Esta distância é calculada, a partir da linha central da via.

Se a categoria de luminância em que está situada a passadeira é a mesma para a passadeira, o espaço a contemplar para a via deve ser igual na zona da passadeira. Caso seja escolhida uma categoria superior para a passadeira, o espaço e/ou a luminosidade das luminárias adjacentes à passadeira deve ser alterado em conformidade.

7.4.1.3 Iluminação local

A iluminação local constitui um complemento da iluminação das vias, podendo fornecer luz suficiente para os transeuntes que estão a utilizar as passadeiras.

A iluminação local pode incluir as passadeiras, de modo a fornecer um nível de iluminação da via superior ao normal para aumentar o grau de visibilidade do pavimento para os condutores que estão a aproximar-se das passadeiras. A iluminação local deve ter uma forte projecção vertical, assegurando assim aos transeuntes uma iluminação suficiente e uma visão clara do pavimento.

Os peões podem ser vistos como uma forma cilíndrica vertical; assim, a componente vertical pode ser fornecida, ou por luminárias colocadas em frente às passadeiras, viradas para elas ou, por luminárias colocadas em cada uma das extremidades das passadeiras, viradas para a via. Seja qual for o caso, é preciso controlar o encandeamento para evitar causar encandeamento agressivo aos condutores.

7.4.2 Passadeiras, entroncamentos em T e rotundas

As passadeiras podem, às vezes, estar situadas nas zonas vizinhas das confluências ou nas rotundas. Neste caso, o desenho da luminosidade projectada para estes lugares resulta inapropriado.

Nestas circunstâncias, as passadeiras devem ser incluídas nas zonas de intersecção das confluências ou nas rotundas. Neste caso, convém utilizar a categoria de iluminação adequada aos níveis das zonas de cruzamentos e entroncamentos transversais.

7.5 Desvios nas auto-estradas

A instalação de desvios longos tem por finalidade prover vias temporárias alternativas para o tráfego durante obras prolongadas nas vias, por exemplo, uma via de sentido contrário numa auto-estrada. Pode envolver uma ou duas vias especialmente delimitadas, e com avisos para a velocidade recomendada ou obrigatória.

A colocação de iluminação não permanente serve apenas para as obras e deve obedecer aos seguintes requisitos:

- (a) Nos lugares com iluminação, a mesma deve seguir o arranjo de iluminação para as zonas circundantes e utilizar lâmpadas de categoria de iluminação igual às usadas nas vias vizinhas para os veículos motorizados;
- (b) Nos lugares sem iluminação, o sistema de iluminação deve proporcionar uma categoria de iluminação apropriada, tendo em consideração os seguintes requisitos:

- (1) Requisitos de medidas de gestão de tráfego;
- (2) Existência de fontes de fornecimento principais de energia eléctrica;
- (3) Existência de geradores independentes;
- (4) Existência de uma rede permanente de cabos eléctricos ligada a uma com caixa de alimentação;
- (5) Dificuldades em assegurar o controlo contra o encadeamento e a uniformidade suficiente dos holofotes portáteis, a não ser que seja providenciada a sua sólida montagem, com altura apropriada e apontados correctamente.

8. Iluminação de túneis

8.1 Disposições gerais

Os sistemas de iluminação para túneis são geralmente aplicados aos túneis de veículos motorizados, passagens subterrâneas, pontes para veículos motorizados e nas barreiras de protecção ou nas suas zonas envolventes.

A instalação destes sistemas de iluminação tem como objectivo permitir aos condutores andar a uma velocidade estável e gozar o mesmo grau de segurança e de conforto visual.

As principais características dos túneis residem nas suas necessidades de iluminação, mesmo de dia. Se os túneis têm um comprimento suficiente, a categoria de iluminação no interior pode ser reduzida até a um nível fixo.

8.2 Factores decisivos das necessidades de iluminação nos túneis

Os túneis com menos de 25 metros não necessitam de iluminação diurna.

Os túneis com 25 a 75 metros de comprimento não necessitam de instalação de iluminação diurna, mas deve-se combinar a iluminação diurna com a nocturna para que a iluminação diurna possa ter a mesma categoria de iluminação nocturna. O sistema deve ser controlado por controladores fotoeléctricos. Esses controladores devem estar equipados com um interruptor de 1000 lux com uma percentagem de 1:1.5 e uma funcionalidade de 30 segundos de retardamento para evitar qualquer influência de fluxos luminosos vindos de fora que possam afectar o funcionamento do sistema.

8.3 Visibilidade para calcular a distância de paragem

A visibilidade para calcular a distância de paragem é a distância em que, a uma velocidade normal o condutor pode parar com segurança o seu veículo. Esta distância inclui a percepção, a reacção e a travagem.

8.4 Iluminação diurna

A iluminação nos túneis é mais importante de dia. No interior dos túneis deve haver uma iluminação adequada para assegurar uma travessia cómoda e segura dos utentes e permitir o fluxo ininterrupto dos veículos.

Quando se projecta um sistema de iluminação é preciso ter em consideração os seguintes factores relativos às cinco zonas de iluminação:

(a) Zonas de acesso

As zonas de acesso são as partes das vias que conduzem à entrada do túnel, de onde o condutor deve ver claramente o interior do túnel;

(b) Zonas de entrada

As zonas de entrada são o primeiro troço do interior do túnel. O seu comprimento deve ser pelo menos igual à distância de segurança para a velocidade projectada;

Para a entrada do túnel não causar o efeito de “buraco negro”, a categoria de iluminação nas zonas de entrada dos túneis deve ser reforçada de modo a permitir aos condutores ter uma visão clara do interior do túnel;

(c) Zonas de transição

Passada a zona de entrada, os condutores já estão habituados a um ambiente de baixa luminosidade. O nível de iluminação pode ir sendo, gradualmente, diminuído à medida que se avança no interior do túnel;

(d) Zona interior

O nível de iluminação da zona interior é constante;

(e) Zona de saída

O nível de iluminação da zona de saída deve contribuir para a adaptação dos condutores ao ambiente do exterior dos túneis e para lhes assegurar uma boa visibilidade dos veículos de trás, através do retrovisor.

O nível de iluminação dos últimos 60 metros dos túneis deve ser 5 vezes mais do que a do seu interior.

8.5 Iluminação nocturna

A iluminação nocturna costuma ser formada por fileiras de lâmpadas fluorescentes para iluminar o interior dos túneis. Deve-se pensar em usar transformadores electrónicos para regular os níveis necessários de iluminação nos túneis.

Nos lugares onde se instalam resguardos para a iluminação diurna, o sistema de iluminação deve ser prolongado até essas áreas.

8.6 Iluminação das paredes

A iluminação das paredes dos túneis constitui um importante fundo para os objectos em movimento dentro dos túneis. As paredes revestidas de matérias de alta reflexão podem fornecer um maior número de fluxos luminosos reflectidos.

A luminosidade média até 2 metros de altura nas paredes não deve ser inferior à luminosidade de todos os pavimentos de todas as áreas iluminadas.

8.7 Grau de uniformidade

O grau de uniformidade tem influência sobre o campo visual e a segurança rodoviária, pelo que deve ser tido em consideração.

Num ambiente seco, todas as zonas e o pavimento de todas as áreas iluminadas e até 2 metros de altura nas paredes devem ter um grau de uniformidade (relação entre a luminância mínima e luminância média) que atinge 0.4.

Em todas as zonas e todas as áreas iluminadas e ao longo da linha separadora central de cada via para os veículos, o grau de uniformidade (relação entre a luminância mínima e luminância média) deve atingir a 0.6.

8.8 Aparelhos de iluminação

8.8.1 Lâmpadas de sódio de baixa pressão

Dado que têm um índice de restituição de cor relativamente baixo, as lâmpadas de sódio de baixa pressão não devem ser aplicadas na iluminação dos túneis.

8.8.2 Lâmpadas de sódio de alta pressão

As lâmpadas tubulares de xénon de alta pressão e as lâmpadas de sódio de alta pressão (SON-T Plus) podem ser aplicadas nas zonas de entrada, zonas de transição e zonas de saída, que requerem um nível de iluminação relativamente alto.

8.8.3 Lâmpadas fluorescentes

Estas lâmpadas podem fornecer uma distribuição de fluxos luminosos bastante homogénea. No interior dos túneis e na iluminação nocturna podem-se usar as lâmpadas fluorescentes. Como a saída e o fluxo luminoso são relativamente baixos, a formação de uma fileira contínua de luminárias contribui para a orientação visual e para reduzir os problemas de intermitência.

8.9 Restrições

A análise mais pormenorizada sobre a iluminação nos túneis não se enquadra no âmbito destas Directrizes. Recomenda-se que sejam feitos estudos mais aprofundados sobre esta matéria.

9. Eficiência energética na concepção da instalação dos equipamentos de iluminação

9.1 Factores que podem influenciar o consumo energético da instalação de iluminação

As despesas energéticas relativas à instalação de iluminação dependem da potência ligada (watt ou Kilowatt), assim como do tempo da sua duração e do seu funcionamento (hora). De um modo geral, a taxa de potência das instalações de iluminação está sujeita aos seguintes factores:

- (a) Ambiente luminoso
 - (1) Objectivos diferentes requerem diferentes níveis de luminância;
 - (2) Área;
 - (3) Índice de restituição da cor;
 - (4) Conforto visual.
- (b) Ambiente físico
 - (1) Dimensão física;
 - (2) Equipamentos e obstáculos.
- (c) Características dos equipamentos de iluminação
 - (1) Eficácia da fonte luminosa, a sua duração média, características e desgaste do fluxo luminoso das cores;
 - (2) Distribuição dos feixes luminosos, eficiência, e controlo do encandeamento das luminárias;
 - (3) Percas de potência dos balastros e dos controladores;
 - (4) Factor de potência.

Em relação ao tempo de funcionamento das instalações de iluminação, os seguintes factores devem ser considerados:

- (1) Aproveitamento da luz solar (no caso de ser instalado um sistema de controlo automático permitindo o aproveitamento eficaz da luz solar);
- (2) Plano de manutenção das instalações de iluminação.

9.2 Princípios gerais para eficiência energética na instalação de iluminação

De um modo geral, os critérios para a elaboração de um projecto para aumentar a eficiência energética das instalações de iluminação são:

- (1) Fonte luminosa de alta eficiência;
- (2) Transformador electrónico das lâmpadas de baixa perda de energia;
- (3) Luminárias de alta taxa de saída de feixes luminosos;

- (4) Optimização da altura de montagem.

No entanto, os critérios para eficiência energética interagem com outros critérios para iluminação. Por isso, é necessário avaliar as vantagens e desvantagens entre os vários critérios de concepção.

9.3 Escolha do equipamento de iluminação

As diferentes lâmpadas existentes no mercado possuem uma ampla gama de eficácia luminosa (aproximadamente 10-180 Lúmen/watt). Do ponto de vista da conservação energética, recomendam-se fontes luminosas de alta eficiência. No entanto, este critério, no âmbito de eficiência energética, deve combinar com outros critérios para a iluminação. Em muitos casos, as características ópticas (como a temperatura da luz, o índice de restituição da cor e a disposição dos feixes luminosos) são frequentemente os critérios para escolha do tipo de lâmpadas, pelo que a eficiência das lâmpadas passa a ser um critério secundário.

9.3.1 Escolha das fontes luminosas

As fontes luminosas que actualmente se usam dividem-se principalmente em duas grandes categorias: lâmpadas incandescentes e lâmpadas de descarga de vapor. Estas podem ser de baixa ou de alta pressão. As de baixa pressão são as lâmpadas fluorescentes e as lâmpadas de sódio de baixa pressão. As de vapor de mercúrio, iodetos metálicos e de sódio de alta pressão são consideradas lâmpadas de descarga de vapor de alta pressão.

Além dos principais tipos de lâmpadas que passaremos a descrever, algumas lâmpadas que podem ser reparadas permitem o uso de fontes de alta eficiência nas tomadas dos dispositivos existentes. Por isso, as lâmpadas do mercúrio com balastro ou as lâmpadas fluorescentes compactas podem substituir as lâmpadas incandescentes. Em termos de características de funcionamento, a utilização destas lâmpadas implica um compromisso para contrabalançar a vida útil de algumas lâmpadas e/ou a eficácia luminosa.

9.3.2 Características das principais fontes luminosas

Sob princípios de trabalho diferentes, os distintos tipos de fontes luminosas têm características diferentes de desempenho. Quando se pensa no desempenho energético das fontes luminosas, deve ter-se em consideração os dois aspectos que se seguem:

- (a) Eficácia da lâmpada;
- (b) Preservação do lúmen da lâmpada.

A comparação entre os principais modelos de lâmpadas é feita a seguir. É de assinalar que esta comparação se baseia principalmente na potência do circuito total de watts o que dá uma eficácia global ao sistema de iluminação. Modelos diferentes de lâmpadas têm características diferentes na manutenção de lúmenes.

A manutenção de lúmenes é usada na avaliação da duração média das lâmpadas para descrever o desgaste da saída das fontes luminosas. As lâmpadas comuns (GLS), falham normalmente antes de atingirem um desgaste da sua potência, pelo que normalmente basta indicar o tempo de duração das lâmpadas GLS. É de salientar que a poeira também pode reduzir a potência de saída de lúmen das lâmpadas. No entanto, quando se fala na manutenção de lúmen, a acção da poeira geralmente não é tida em consideração. É preciso ter em conta o facto de que as lâmpadas do mesmo género fabricadas por diferentes fabricantes podem ter uma ligeira diferença no grau de desgaste. Quando se concebe o sistema de iluminação, cabe aos projectistas verificar a real manutenção de lúmen das lâmpadas fabricadas por fabricantes diferentes.

De um modo geral, as características de alguns tipos principais de lâmpadas têm a ver com a classificação da vida útil do seu funcionamento; no caso da SON, o desgaste pode ir até 80%, a de MBI, até 60%, e a de MBF até 50%. A escolha das lâmpadas adequadas pode evitar desenhos de concepção excessivos na avaliação da vida útil inicial das lâmpadas.

9.3.3 Escolha dos balastros

Todos os aparelhos de descarga de alta intensidade (HID) precisam de balastros para funcionarem devidamente. Estes consomem alguma potência e influenciam sobre a saída dos feixes luminosos das lâmpadas de descarga. Por isso, a escolha de balastros com eficiência tem muita importância para a conservação energética. Alguns balastros que reduzem a saída de fluxos luminosos podem conservar mais energia.

Do ponto de vista da conservação energética, a potência activa medida não representa o verdadeiro consumo de energia eléctrica. Os baixos coeficientes de factor de potência implicam um aumento da corrente eléctrica maior do que o necessário para um valor nominal de VA indicado. Este aumento de corrente alimenta as perdas de potência reactiva, provocando também maiores perdas de energia na rede eléctrica e gerador. Deste modo, recomenda-se a utilização de balastros com elevado valor de factor de potência.

9.3.4 Escolha das luminárias

A escolha das luminárias pode exercer, no seu conjunto, influências muito marcantes sobre as potências do sistema de iluminação. A escolha das luminárias adequadas contribui para a obtenção de uma adequada luminância, o menor encandeamento directo, o encandeamento reflexivo e a reflexão difusa, de modo a melhorar os efeitos visuais e a eficiência.

O factor mais importante para uma iluminação a ter em consideração é o factor de utilização (UF). É a eficiência de lúmen que as luminárias distribuem para os planos de trabalho.

Os outros factores que têm influência na eficiência que a iluminação pode atingir são:

- (a) Desgaste directo da luminária (LDD);
- (b) Desgaste do fluxo luminoso da lâmpada (LLD);
- (c) Factor de falha da lâmpada (LFF).

A maioria dos fabricantes publica tabelas de UF das suas luminárias.

A utilização de luminárias de baixo UF provoca a utilização maciça de luminárias no sistema de iluminação, desta maneira a densidade da potência luminosa seria ultrapassada.

Devem ter-se em consideração a manutenção das luminárias, porque este é um factor que determina a potência e a eficiência energética. De um modo geral, a não ser que as luminárias precisem de ser renovadas, devem ser sujeitas a um processo de limpeza. Mesmo com o aparecimento das luminárias de longa duração - que podem atingir 24,000 horas e que não precisam de ser substituídas durante vários anos, no entanto, em consequência da falta de manutenção e da acumulação de sujidade na superfície das luminárias, a sua capacidade de luminância desce. Por isso, uma manutenção geral eficaz e a limpeza podem reduzir o número necessário de luminárias para atingir a luminância pretendida.

9.4 Aplicação da energia solar e das energias renováveis na iluminação

As energias solar, eólica e outras energias renováveis, poderão ser utilizadas na iluminação.

10. Glossário

Altura de montagem da lâmpada	Pé direito do dispositivo eléctrico ou lâmpada sobre a superfície.
Ângulo de Protecção	O ângulo entre o horizonte e a visão da fonte luminosa que impede a conservação da lâmpada ou a fonte luminosa. Isto não significa que acima deste ângulo não haja luz emitida pela fonte luminosa.
Balastro	Dispositivo de uma lâmpada de descarga para fornecer a tensão necessária, forma de corrente e/ou onda, para acender a lâmpada e a manter ligada.
Brilho	A intensidade da luz projectada sobre um objecto que os olhos sentem.
Candela	Unidade de intensidade luminosa, definida como 1 lúmen por esterradiano.
Clarão do céu	Luminosidade do céu nocturno devida à iluminação artificial.
Coefficiente de utilização	Relação entre o fluxo luminoso (lúmenes) recebido de uma luminária sobre um plano de trabalho (área onde a luz é necessária) e o feixe luminoso emitido por uma luminária.
Dispositivo eléctrico	Luminária fixa no sistema de iluminação que inclui peças desenhadas para controlar a saída da luz, tais como o reflector ou refractor, o reactor, invólucros e acessórios.
Eficácia	A saída do feixe luminoso dividido pelos watts locais de entrada do foco de luz.
Eficiência	Uma medida de avaliação da saída eficaz ou útil de um sistema, em comparação com a entrada do sistema.
Encandeamento	Luz intensa que encandeia.
Esterradiano	Unidade de medida de ângulos sólidos.
Factor de desgaste	A diminuição da saída do lúmen que ocorre com uma lâmpada em funcionamento até provocar a falha.

Factor de manutenção	No projecto inicial, é preciso ter em consideração os efeitos do desgaste pela acção do tempo. A manutenção regular é muito importante para a gestão energética. Uma vez integrada no projecto, deve ser posta em prática, caso contrário, o sistema não terá o comportamento projectado.
Factores de perda de luminosidade	Diversos factores, por exemplo o factor manutenção, pode, com a passagem do tempo, provocar o desgaste dos efeitos luminosos.
Feixe	O ângulo entre os duas direcções num plano, em que a intensidade é igual a uma dada percentagem de intensidade máxima do feixe (geralmente 10%).
Fotometria	Medida quantitativa do nível e da distribuição da intensidade luminosa.
Holofote	Dispositivo eléctrico ou lâmpada que serve para iluminar uma área.
Iluminação de rua	Dispositivo completo que consiste num fluxo luminoso e um reactor, em conjunto com os acessórios apropriados, tais como o globo, o reflector, o refractor, o invólucro e um conjunto de braços de sustentação.
Iluminância	Densidade do feixe luminoso projectado sobre uma superfície.
Índice de Restituição da Cor (CRI)	Efeito de cores de uma fonte luminosa na aparência dos objectos à noite, em comparação com o efeito à luz do dia.
Intensidade	Grau ou quantidade de energia ou de luz.
Intensidade luminosa	O feixe luminoso por unidade de ângulo sólido contínuo no sentido em questão.
Invasão da luz	Invasão da luz onde não é requisitada ou necessitada; luz dispersa e luz ofuscante.
Lâmpada	Trata-se de uma peça dum aparelho eléctrico de luz, que deve ser distinguida do conjunto do aparelho (ver luminária). A lâmpada é usada frequentemente para distinguir a lâmpada e o seu invólucro.

Lâmpada de descarga de alta intensidade	Energia (luz) produzida pela passagem da corrente eléctrica, através de um vapor. As lâmpadas de descarga de alta intensidade incluem a lâmpada de mercúrio, a lâmpada de iodetos metálicos e a lâmpada de sódio de alta pressão.
Lâmpada de iodetos metálicos	Lâmpada que produz luz pela radiação do vapor de iodetos metálicos.
Lâmpada de mercúrio	Lâmpada que produz luz pela radiação do vapor do mercúrio.
Lâmpada de sódio de alta pressão	Energia (luz) produzida pela radiação do vapor do sódio na pressão parcial relativamente elevada.
Lâmpada de sódio de baixa pressão	Lâmpada que produz luz pela radiação do vapor do sódio numa pressão relativamente baixa. É uma luz substancialmente monocromática.
Lâmpada incandescente	Lâmpada que produz a luz por um filamento aquecido, a uma alta temperatura, pela corrente eléctrica.
Lúmen	Unidade de fluxo luminoso, correspondente à quantidade de energia luminosa emitida no interior de um ângulo sólido de um esterradiano por uma fonte luminosa pontual e uniforme, de intensidade igual a 1 candela, quando colocada no vértice desse ângulo sólido.
Luminância	O factor que se produz na superfície de uma dada direcção, que se dirige a um ponto. A zona de radiação com o ponto como o centro sobre um plano, vertical em relação à direcção dada.
Luminária	Unidade completa de iluminação, que inclui a lâmpada, o dispositivo eléctrico, e outras peças.
Lux	Unidade de intensidade de iluminação correspondente à iluminação de uma superfície que recebe de um modo uniforme o feixe luminoso de um lúmen por metro quadrado.

Meia protecção	Distribuição de luz onde pouca luz seja permitida chegar ao nível plano do fundo de intensidade luminosa de uma luminária.
Poluição Luminosa	Todo o efeito adverso provocado pela iluminação artificial. Frequentemente, refere-se ao fulgor urbano do céu, mas também inclui o encandeamento, invasão da luz, a desordem visual e outros efeitos adversos da iluminação.
Protecção	Uma distribuição de luz onde pouca luz seja permitida chegar ao nível plano do fundo de intensidade luminosa duma luminária.
Protecção total	Uma distribuição de luz onde nenhuma luz possa ser radiada a partir de 90 graus ou mais.
Reflector	Controlo da saída da luz através da reflexão (espelho).
Refractor	Controlo da saída da luz através da refração (lente).
T.I.	Incremento do ponto inicial, uma avaliação conceptual do brilho do encandeamento não agressivo.
U_L	Relação longitudinal do grau da uniformidade (min/max), como visto pelo observador ao longo da grelha de cálculo da luminância. Usada frequentemente para especificar as exigências de luminosidade.
U_O	Grau geral de uniformidade (min/valor médio da grelha) . Fornece uma percentagem (%) ou o valor decimal, este valor estatístico dá indicação do grau de homogeneidade a ser atingido. Usada frequentemente para especificar as exigências da luminosidade.
Visibilidade	A distância que está ao alcance dos olhos.

11. Apêndice – Tabelas

Tabela 1 Síntese dos tipos de vias e categorias de iluminação

Descrição das vias	Categoria de iluminação
Auto-estradas com separador, controlo de tráfego completo e sem cruzamentos de vias de categorias diferentes, auto-estradas e vias rápidas. Densidade do tráfego e complexidade da distribuição rodoviária: Alta Média Baixa	 M1 M2 M3
Auto-estradas, vias de dois sentidos. Controlo do tráfego e separação dos diferentes tipos de utentes das vias: Mau Bom	 M1 M2
Importantes vias urbanas, vias radiais e vias secundárias regionais. Controlo do tráfego e separação dos diferentes tipos de utentes das vias: Mau Bom	 M2 M3
Acesso às vias secundárias, vias locais, principais saídas e entradas das zonas residenciais, acesso às propriedades e às vias de ligação. Controlo do tráfego e separação dos diferentes tipos de utentes das vias: Mau Bom	 M4 M5

Tabela 2 Requisitos de iluminação das vias para veículos motorizados (valores mantidos)

Categoria de iluminação	Âmbito de aplicação			
	Todas as vias	Todas as vias	Todas as vias	Vias com poucos ou praticamente sem cruzamentos
	I (cd.m-2) (Requisito mais baixo)	Uo (Requisito mais baixo)	TI (%) (Tolerância mais alta)	U1 (Requisito mais baixo)
M1	2.0	0.4	10	0.7
M2	1.5	0.4	10	0.7
M3	1.0	0.4	10	0.5
M4	0.75	0.4	15	0.5
M5	0.5	0.4	15	0.5

Observação: Sobre as categorias de M1a M5, ver **Tabela 1**.

Tabela 3 Luminosidade projectada

Tipo de lâmpadas	SONP-T Plus				
Potência (Watt)	70	100	150	250	400
Luminosidade projectada (klm)	6.5±2%	10.0±2%	17.0±2%	32.5±2%	55.0±2%

Tipo de lâmpadas	SOX	
Potência (Watt)	135	180
Luminosidade projectada (klm)	21.5±2%	30.5±2%

Tipo de lâmpadas	MBI	
Potência (Watt)	70	150
Luminosidade projectada (klm)	6.4±2%	14±2%

Tabela 4 Exemplo de escolha de equipamentos para diferentes categorias de iluminação

Luminárias e lâmpadas		Categoria de iluminação			
		M1	M2	M3	M4
Altura de instalação	12 m	Luminária LTI + Lâmpada 400W/Lâmpada 250W SON-T Plus	Luminária LTI + Lâmpada 250W SON-T Plus		
Altura de instalação	10 m	Luminária LTI + Lâmpada 250W SON-T Plus (Principalmente para os aparelhos colocados de novo)	Luminária LTI + Lâmpada 150W SON-T Plus (Principalmente para os aparelhos colocados de novo)	Luminária LTI + Lâmpada 150W SON-T Plus	
Altura de instalação	8 m			Luminária LTI/MTI + Lâmpada 150W SON-T Plus	Luminária LTI/MTI + Lâmpada 100W SON-T Plus

Tabela 5 **Recomendações de redução da velocidade nas curvas**

Raio da curva (m)	Correlação espacial = (espaço de curva ÷ espaço de secção vertical)	
100	Externo	0.64
	Interno	0.40
150	Externo	0.73
	Interno	0.50
200	Externo	0.80
	Interno	0.58
250	Externo	0.85
	Interno	0.64
300	Externo	0.89
	Interno	0.69
350	Externo	0.92
	Interno	0.73
400	Externo	0.95
	Interno	0.76
450	Externo	0.98
	Interno	0.79
500	Externo	1.00
	Interno	0.82

Tabela 6 **Recomendações do índice de manutenção (luminária IP54)**

Períodos de manutenção	Classificação de sujidade		
	Alta	Média	Baixa
6 meses	0.70	0.75	0.80
12 meses	N.A.	0.70	0.75
9 meses para as vias principais	0.75 (Somente nos subúrbios)	N.A.	N.A.

Observação: N.A. – Não aplicável

Para as luminárias com alto IP, deve ser adoptada alta frequência de manutenção.

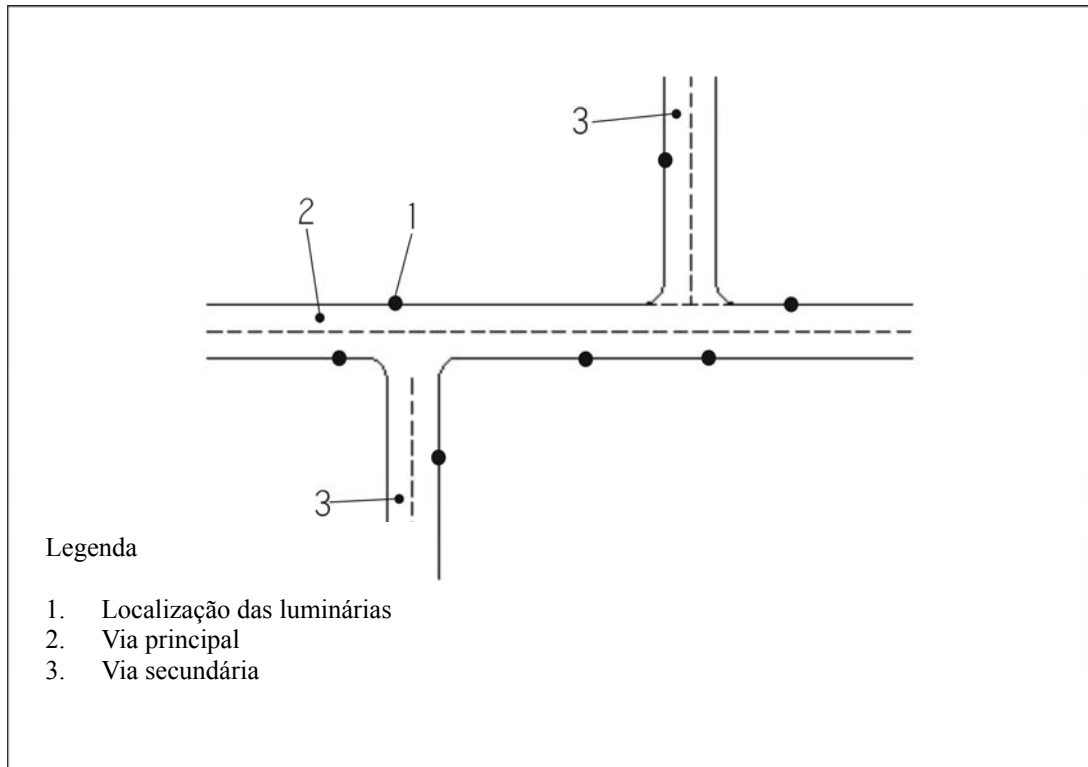
Tabela 7 Iluminância mantida recomendada para iluminação exterior

Os pormenores de cada “caso específico” na tabela indicam as zonas/ localizações ou um resultado que se propõe manter e propor. Evidentemente, os projectistas poderão, em função das circunstâncias concretas, usar coeficientes mais altos do que os propostos. Quando se carece de explicações específicas, a luminância mantida deve entender-se em relação à superfície terrestre.

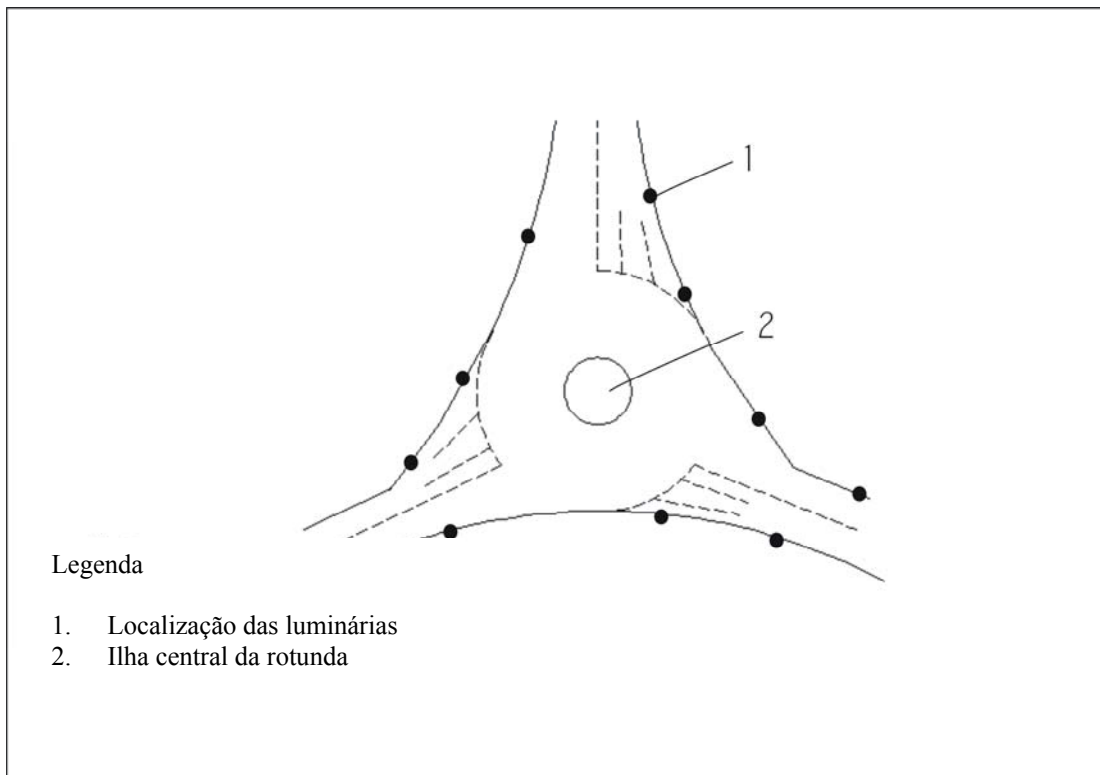
Zonas, localizações ou tarefas	Iluminância mantida (lux)	Observação
1. Zona comercial ou zona para peões Vias para peões	20 – 30	Mais de 1.5 metros de pé direito sobre a superfície. A iluminância vertical é de mais de 15 – 20 lux.
2. Zona comercial (a) Segurança acrescida (b) Vias e caminhos	20 – 30 5 – 10	
3. Parque de estacionamento Parque de estacionamento de área aberta	20 – 30	A altura dos postes pode variar entre 3 e 12 metros, devendo ser proporcional ao ambiente onde estão colocados.
4. Vias e zonas envolventes	10 – 20	A iluminância mínima é de 5 lux. A aplicação ao tráfego deve ser correspondente aos parâmetros de vias secundárias locais, zonas de alta criminalidade ou lugares públicos movimentados, tais como estabelecimentos comerciais ou de diversão.
5. Parques e jardins (a) Caminhos principais (b) Caminhos secundários (c) Escadas e rampas (d) Árvores e arbustos	10 – 20 5 – 10 50 – 70 10 – 20	
6. Construções (a) Zonas principais (b) Passagens aéreas e subterrâneas para peões	10 – 20 50 – 70	
7. Monumentos e memoriais (a) Principais vias reservadas a peões e entradas (b) Lugares de estacionamento próximos	50 – 70 10 – 20	

Observação: Propõe-se que os cálculos sobre o nível de iluminação dos entroncamentos em T, dos acessos circulares das vias auxiliares e dos cruzamentos sejam apresentados às autoridades competentes para a sua devida apreciação.

Tabela 8 Esquemas



Esquema 1 Entroncamentos



Esquema 2 Rotundas com três entradas

Tabela 9 Procedimentos para Projectos de Iluminação Pública Exterior de Macau

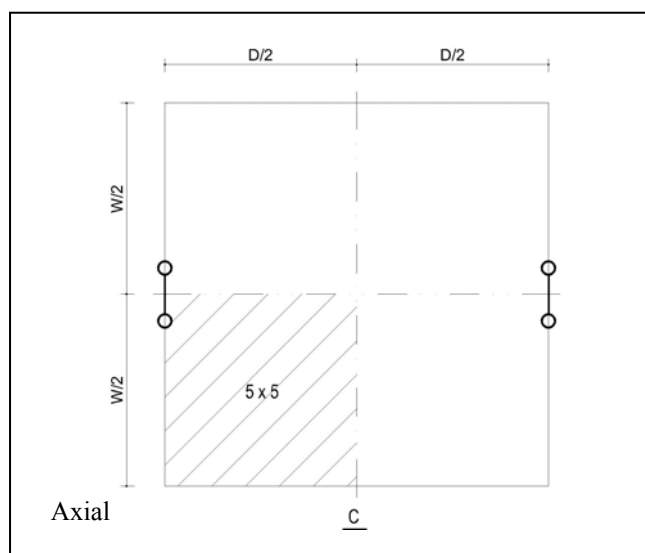
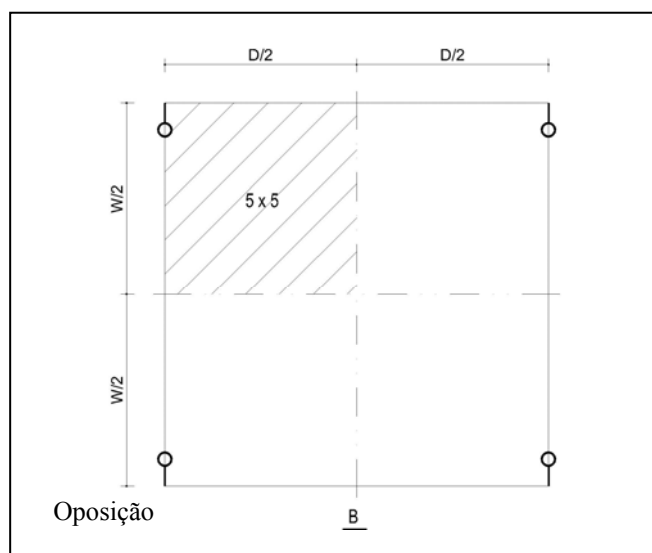
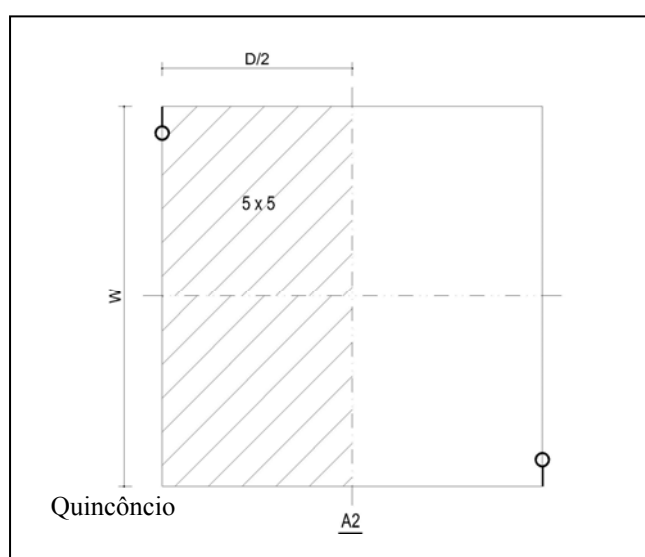
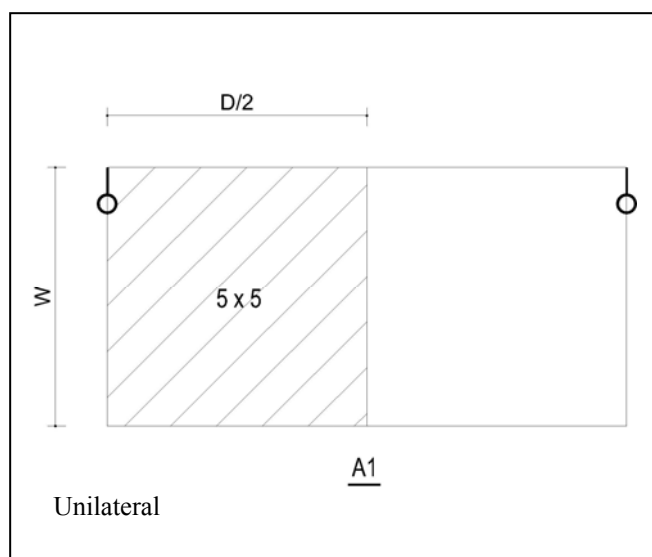
1. Recolha de Opiniões e Dados
O Projectista deverá discutir com o cliente os aspectos gerais da Iluminação Pública Exterior. Por exemplo, a estética, níveis de iluminação, localização dos postes, luminárias, etc;
2. Visita ao local da instalação
Ter especial atenção às condições do meio envolvente e características particulares dos arruamentos, jardins, túneis, ciclovias, passeios pedonais, etc., para tomar decisão sobre os níveis de iluminação e efectuar a marcação nas plantas de projecto;
3. Projecto e cálculo luminotécnico
De acordo com as indicações dos regulamentos e normas sobre os equipamentos para a iluminação pública exterior, por exemplo a altura dos postes, posicionamento das luminárias, etc., proceder aos respectivos calculos;
4. Fornecimento de Energia
Discutir com a distribuidora de energia a localização dos quadros eléctricos e outras instalações afins, assim como a programação das obras;
5. Efectuar o caderno de encargos, orçamento e programação das obras.

Tabela 10 Procedimentos para a Inspeção e Recepção das Instalações de Iluminação Pública Exterior

A inspeção e recepção das instalações de Iluminação Pública Exterior serão efectuadas por técnicos qualificados de acordo com a deontologia de projecto de iluminação exterior e serão adoptados os seguintes métodos e procedimentos:

1. Procedimento de inspeção visual dos equipamentos de iluminação.
 - A inspeção e recepção visual dos equipamentos de iluminação, incluindo os postes de iluminação, os suportes e fixações, as luminárias, as ligações eléctricas e as condições de limpeza;

2. Utilização do aparelho de medição de iluminação para medir uma área iluminada.
 - Entre dois postes de iluminação consecutivos, de acordo com a disposição das luminárias (unilateral, quincôncio, oposição, axial), marcar uma matriz de 5 x 5 e para cada ponto efectuar a medição de iluminação com um *lux meter*. Comparar os resultados obtidos com os valores do cálculo luminotécnico e com as normas;



3. Regulação do ângulo de incidência da luminária (caso seja necessário).
 - Inspeccionar o ângulo de incidência da luminária, verificar se o difusor, o reflector e o fluxo luminoso da lâmpada estão de acordo com a amostra tipo apresentada e se as peças da luminária estão de acordo com a descrição dos certificados apresentados;

4. Ensaio do sistema automático de abertura e fecho das luminárias.
 - O dispositivo de abertura e fecho automático das luminárias utilizado em Macau, é normalmente do tipo comando por temporização horária e célula fotoelétrica. O técnico de inspeção deverá regular e verificar o funcionamento do comando de temporização horária e, no que respeita à célula fotoelétrica, verificar a existência de certificado de ensaio fornecido pelo fabricante.

Tabela 11 Bibliografia

1. CIE 115/1995 Recommendations for the Lighting of roads for motor and Pedestrian Traffic.
2. AS/NZS 1158 Lighting for Roads and Public Spaces.
3. ANSI/IESNA RP-8-00 American National Standard Practice for roadway lighting.
4. CIBSE Lighting Guide: The Outdoor Environment.
5. Hong Kong Highways Department Public Lighting Design Manual.