

Capítulo IX

Iluminação urbana

Por Plínio Godoy*

Em um passado não tão longínquo, o único sistema de iluminação desenvolvido para as cidades era a “iluminação pública”, que era o sistema de iluminação das vias.

Hoje, temos a “iluminação urbana”, que compõe todos os sistemas existentes em um meio urbano, sendo a “iluminação viária” o subsistema que cuida da iluminação específica para auxiliar a segurança dos motoristas e sua relação com os pedestres.

Esta ampliação dos sistemas se dá em função do maior número de elementos estudados, que devem funcionar em harmonia, pois se passou a considerar mais as necessidades das pessoas, até chegar ao conceito de “iluminação social”, com o qual são desenvolvidos os planos mestres de iluminação atualmente.

Neste capítulo, serão fornecidas algumas dicas para um melhor entendimento das técnicas e da norma ABNT NBR 5101:2012. Sugerimos a leitura completa desta norma para terem contato com outros conceitos e terminologias importantes para a compreensão da questão como um todo.

A ILUMINAÇÃO VIÁRIA

O universo estudado na iluminação viária é o espaço conhecido como “leito carroçável” e seus arredores, calçadas, meio-fio e regiões adjacentes.

O que dita os valores quantitativos definidos para os projetos de iluminação viária no Brasil é a norma ABNT NBR 5101: 2012, da qual extraímos algumas informações importantes para o desenvolvimento dos estudos.

Um projeto de qualidade proporcionará aos cidadãos uma qualidade superior na relação dele com a cidade, pois o sistema viário é um grande definidor do campo visual noturno urbano.

Sistemas de iluminação podem ajudar bastante a segurança pessoal e patrimonial, a orientação, a integração e a conexão do tecido urbano, quando bem planejados.



Figura 1 – Nível de uniformidade irregular.

Nesta imagem, percebemos a utilização de luz branca provavelmente em uma via de conexão urbana com uma via de conexão, deixando bastante claro para o motorista suas diferenças pelo nível de iluminação e aparência de cor da luz.

Podemos também perceber um nível de uniformidade aquém das expectativas, formando regiões escuras e claras, o que prejudica a segurança, pois não permite uma boa visualização, por exemplo, de um pedestre que esteja atravessando a rua nesta região mais escura.

Temos de lembrar que os olhos trabalham por comparação de luz, ou seja, eles ajustam a capacidade de enxergar, com base na intensidade da luz presente, comparando com as áreas mais escuras.

SEGURANÇA NOTURNA DOS MOTORISTAS E DOS PEDESTRES

A necessidade de se enxergar bem durante os deslocamentos é um tema importante. Os motoristas devem perceber corretamente as passagens para pedestres ou os obstáculos para reduzir a velocidade à noite.

Os pedestres devem ser capazes de utilizar diariamente

caminhos bem iluminados e ter acesso a equipamentos públicos com iluminações e ambientes luminosos, que funcionam bem à noite.

As grandes sombras projetadas pelas árvores alinhadas nos canteiros ou nas calçadas podem ser um problema agravante quando dos deslocamentos noturnos. Os projetos executivos, específicos, levantados por visitas técnicas, devem levar em conta todos estes aspectos.

Os cidadãos estão pouco habituados a uma real visão noturna (dita escotópica) em razão da onipresença da iluminação viária na cidade.

Quando a visão se enfraquece com a idade, a percepção noturna se torna ainda mais difícil, devido aos baixos níveis luminosos disponíveis no espaço público.

A FALTA DE VISIBILIDADE NOTURNA NO ESPAÇO PÚBLICO

As referências diurnas (edifícios, fachadas, árvores, elementos arquitetônicos, entradas de equipamentos), que permitem uma compreensão do espaço na cidade e, portanto, uma melhor legibilidade dos percursos, desaparecem frequentemente à noite por falta de uma iluminação específica.

As iluminações provenientes do piso podem ser ofuscantes e perturbadoras para os pedestres. As fontes muito ofuscantes de alguns aparelhos de iluminação para pedestres criam contrastes violentos, que podem desorientar temporariamente os passantes, principalmente as pessoas idosas e com deficiências visuais.

O conjunto destas deficiências e faltas provoca uma impressão desagradável de desconforto noturno que pode, em seguida, conduzir a um forte sentimento de insegurança, principalmente em idosos e mulheres desacompanhadas que caminham à noite pelos espaços públicos.

As propostas de iluminação devem buscar tornar as cidades mais legíveis e mais visíveis.

DEFININDO UMA SOLUÇÃO

A definição de um sistema de iluminação viária, ou seja, a melhor solução técnica que proporcione o resultado luminotécnico esperado para uma determinada região da cidade, deve considerar:

Classificação viária

A tabela extraída da norma ABNT NBR 5101:2012 apresenta a classificação viária para veículos e pedestres:

TABELA 1 - TRÁFEGO MOTORIZADO

Classificação	Volume de tráfego noturno ^a de veículos por hora, em ambos os sentidos ^b , em pista única
Leve (L)	150 a 500
Médio (M)	501 a 1.200
Intenso (I)	Acima de 1.200

^a Valor máximo das médias horárias obtidas nos períodos compreendidos entre 18 e 21 horas.

^b Valores para velocidades regulamentadas por lei.

NOTA - Para vias com tráfego menor do que 150 veículos por hora, consideram-se as exigências mínimas do grupo leve (L), e para vias com tráfego muito intenso, superior a 2.400 veículos por hora, consideram-se as exigências máximas do grupo de tráfego intenso (I).

TABELA 2 - TRÁFEGO DE PEDESTRES ^a

Classificação	Pedestres cruzando vias com tráfego motorizado
Sem tráfego (S)	Como nas vias arteriais
Leve (L)	Como nas vias residenciais médias
Médio (M)	Como nas vias comerciais secundárias
Intenso (I)	Como nas vias comerciais principais

^a O projetista deve levar em conta esta tabela, para fins de elaboração do projeto.

Uma vez identificada a classificação da via a ser projetada, procuramos os valores de referência a serem buscados no projeto:

REQUISITOS DE ILUMINÂNCIA, LUMINÂNCIA E UNIFORMIDADE

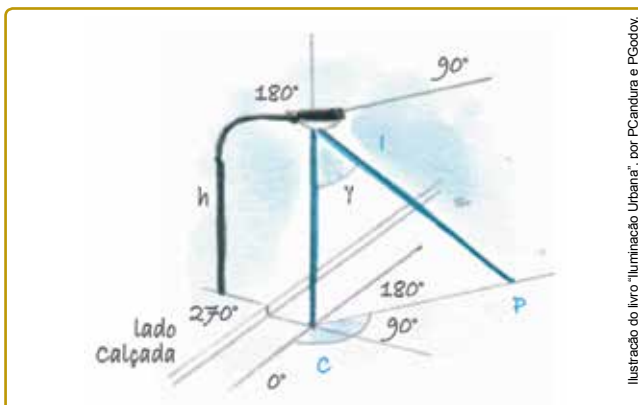
Nesse momento, para auxiliar o entendimento dos valores referenciais, fazemos uma breve explanação dos conceitos de iluminância e luminância.

Iluminância

A iluminância indica a quantidade de luz que chega a uma superfície e se define como o fluxo luminoso recebido por unidade de superfície:

$$E = \frac{D \Phi}{d s}$$

Assim, ampliando este conceito:

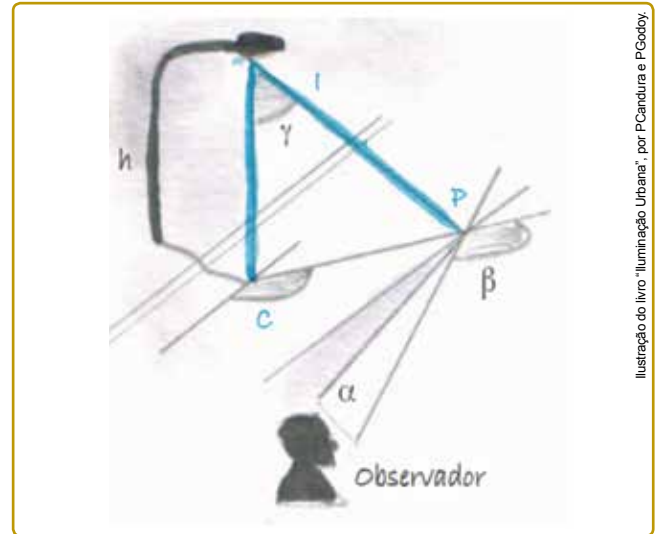

Figura 2 – Iluminância.

Em que “I” é a intensidade recebida pelo ponto P na direção definida pelo par de ângulos (C, Y) e H a altura da luminária.

Se o ponto P está iluminado por mais de uma fonte de luz, a iluminância total recebida é:

$$E_H = \sum_{i=I}^n \frac{I(C_i, \gamma_i)}{h_i^2} \cdot \cos^3 \gamma_i$$

Luminância


Figura 3 – Luminância.

A luminância, ao contrário, é uma medida da luz que chega aos olhos procedente dos objetos e é a responsável por excitar a retina do olho e que provoca a visão.

Esta luz provém do reflexo sofrido pela iluminância quando incide sobre os corpos. Pode-se definir como a porção da intensidade luminosa por unidade de superfície refletida, em direção ao olho do observador. É expressa pela equação:

$$L = q(\beta, \gamma) \cdot E$$

Em que “q” é o coeficiente de luminância no ponto P, que depende do ângulo de incidência γ e do ângulo entre o plano de incidência e o de observação β . O efeito do ângulo de observação α é definido para a maioria dos condutores (motoristas com campo visual entre 60 e 160 metros adiante e a uma altura de 1,5 metro sobre o solo).

Assim, ficamos:

$$L = \sum_{i=I}^n \frac{I(C_i, \gamma_i) \cdot r(\beta_i, \gamma_i)}{h_i^2}$$

Os valores de $r(\beta, \gamma)$ dependem das características dos pavimentos utilizados na via.

O quesito de iluminância é medido por um equipamento chamado “luxímetro”, cuja unidade no sistema métrico é o Lux e o de luminância, com um equipamento chamado “luminancímetro”, a candela por metro quadrado (Cd/m²).



<http://sensing.konicaminolta.asia/products/l-10a-illumiance-meter/>

Figura 4 – Luxímetro.



<http://sensing.konicaminolta.asia/products/lis-100-illumiance-meter/>

Figura 5 – Luminômetro.

“As recomendações estão entre as classes V1 a V5 para veículos e P1 a P4 para pedestres. As classes são selecionadas de acordo com a função da via, da densidade de tráfego, da complexidade do tráfego, da separação do tráfego e da existência de facilidades para o controle do tráfego, como os sinais de trânsito” – ABNT NBR 5101:2012.

VIAS PARA TRÁFEGO DE VEÍCULOS

Encontramos na ABNT NBR 5101:2012 como identificar as vias, sua classificação (tabela 2) e os índices recomendados (tabela 3):

TABELA 2 - TRÁFEGO DE PEDESTRES^a

Descrição da via	Classe de iluminação
Vias de trânsito rápido; vias de alta velocidade de tráfego, com separação de pistas, sem cruzamentos em nível e com controle de acesso; vias de trânsito rápido em geral; Auto-estradas	V1
Volume de tráfego intenso	V1
Volume de tráfego médio	V2
Vias arteriais; vias de alta velocidade de tráfego com separação de pistas; vias de mão dupla, com cruzamento e travessias de pedestres eventuais em pontos bem definidos; vias rurais de mão dupla com separação por canteiros ou obstáculos	V1
Volume de tráfego intenso	V1
Volume de tráfego médio	V2
Vias coletoras; vias de tráfego importante; vias radiais e urbanas de interligação entre bairros, com tráfego de pedestres elevado	V2
Volume de tráfego intenso	V2
Volume de tráfego médio	V3
Volume de tráfego leve	V4
Vias locais; vias de conexão menos importantes; vias de acesso residencial	V4
Volume de tráfego médio	V4
Volume de tráfego leve	V5

TABELA 3 – ILUMINÂNCIA MÉDIA MÍNIMA E UNIFORMIDADE PARA CADA CLASSE DE ILUMINAÇÃO

Classe de Iluminação	Iluminância média mínima $E_{med,min}$ lux	Fator de uniformidade mínimo $U = E_{med} / E_{min}$
V1	30	0,4
V2	20	0,3
V3	15	0,2
V4	10	0,2
V5	5	0,2

Temos, da norma ABNT NBR 5101:2012, os índices recomendados para luminância nas vias conforme a classificação:

TABELA 4 – REQUISITOS DE LUMINÂNCIA E UNIFORMIDADE

Classe de Iluminação	L_{med}	U_o \geq	U_L \leq	TI %	SR
V1	2,00	0,40	0,70	10	0,5
V2	1,50	0,40	0,70	10	0,5
V3	1,00	0,40	0,70	10	0,5
V4	0,75	0,40	0,60	15	–
V5	0,50	0,40	0,60	15	–

L_{med} : Luminância média; U_o : uniformidade global; U_L : uniformidade longitudinal; TI: incremento linear.

NOTA 1 - Os critérios de TI e SR são orientativos, assim como as classes V4 e V5
NOTA 2 - As classes V1, V2 e V3 são obrigatórias para a luminância

TABELA 5 – CLASSES DE ILUMINAÇÃO PARA CADA TIPO DE VIA

Descrição da via	Classe de iluminação
Vias de uso noturno intenso por pedestres (por exemplo: calçadas e passeios de zonas comerciais)	P1
Vias de grande tráfego noturno de pedestres (por exemplo: passeios de avenidas, praças e áreas de lazer)	P2
Vias de uso noturno moderado por pedestres (por exemplo: passeios e acostamentos)	P3
Vias de pouco uso por pedestres (por exemplo: passeios de bairros residenciais)	P4

TABELA 6 – ILUMINÂNCIA MÉDIA E FATOR DE UNIFORMIDADE MÍNIMO PARA CADA CLASSE DE ILUMINAÇÃO

Classe de Iluminação	Iluminância horizontal média $E_{med,min}$ lux	Fator de uniformidade mínimo $U = E_{med}/E_{min}$
P1	20	0,3
P2	10	0,25
P3	5	0,2
P4	3	0,2

Alguns termos utilizados e retirados da ABNT NBR 5101:2012:

Fator de uniformidade da iluminância (em determinado plano) – U

Razão entre a iluminância mínima e a iluminância média em um plano especificado:

$$U = \frac{E_{min}}{E_{med}}$$

Em que:

E_{min} é igual à iluminância mínima;

E_{med} é igual à iluminância média.

Fator de uniformidade da luminância (uniformidade global) – U_o

Razão entre a luminância mínima e a luminância média em um plano especificado:

$$U_o = \frac{L_{min}}{L_{med}}$$

Em que:

L_{min} é igual à luminância mínima;

L_{med} é igual à luminância média.

Fator de uniformidade da luminância (uniformidade longitudinal) – U_L

Razão entre a luminância mínima e a luminância máxima ao longo das linhas paralelas ao eixo longitudinal da via em um plano especificado:

$$U_L = \frac{L_{min}}{L_{max}}$$

Em que:

L_{min} é igual à luminância mínima;

L_{max} é igual à luminância máxima.

Incremento de limiar – TI

Limitação do ofuscamento perturbador ou inabilitador nas vias públicas, que afeta a visibilidade dos objetos. O valor de TI% é baseado no incremento necessário da luminância de uma via para tornar visível um objeto que se tornou invisível devido ao ofuscamento inabilitador provocado pelas luminárias.

$$TI \% = 65 \times \frac{L_v}{(L_{med})^{0,8}}$$

Em que:

L_{med} é a luminância média da via;

L_v é a luminância de velamento.

Luminância média L_{med} [cd/m²]

Valor médio da luminância na área delimitada pela malha de pontos considerada ao nível da via.

Luminância de velamento – L_v

Efeito provocado pela luz que incide sobre o olho do observador no plano perpendicular à linha de visão. Depende do ângulo entre o centro da fonte de ofuscamento e a linha de visão, bem como da idade do observador.

Razão das áreas adjacentes à via – SR

Relação entre a iluminância média das áreas adjacentes à via (faixa com largura de até 5 m) e a iluminância média da via (faixa com largura de até 5 m ou metade da largura da via) em ambos os lados de suas bordas. O parâmetro SR pressupõe a existência de uma iluminação própria para a travessia de pedestres, levando em consideração o posicionamento da luminária, de forma a permitir a percepção da silhueta do pedestre pelo motorista (contraste negativo).

Temos, então, para a via a ser calculada, os índices luminotécnicos mínimos a serem obtidos. É importante salientar que estes índices são mínimos, ou seja, considerando a depreciação do sistema de iluminação.

No próximo capítulo, conheceremos o passo seguinte para estabelecer a solução a ser projetada.

* Plínio Godoy é engenheiro eletricista especializado em lighting design. É consultor e lighting designer sênior da CityLights.

CONTINUA NA PRÓXIMA EDIÇÃO

Acompanhe todos os artigos deste fascículo em www.osetoreletrico.com.br
Dúvidas, sugestões e comentários podem ser encaminhados para redacao@atitudeeditorial.com.br