

**NORMA
BRASILEIRA**

**ABNT NBR
5101**

Segunda edição
04.04.2012

Válida a partir de
04.05.2012

Iluminação pública — Procedimento

Public road lighting — Procedure



ICS 93.080.40

ISBN 978-85-07-03326-4



**ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA
DE NORMAS
TÉCNICAS**

Número de referência
ABNT NBR 5101:2012
35 páginas

© ABNT 2012

ABNT NBR 5101:2012



© ABNT 2012

Todos os direitos reservados. A menos que especificado de outro modo, nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou utilizada por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e microfilme, sem permissão por escrito da ABNT.

ABNT

Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar

20031-901 - Rio de Janeiro - RJ

Tel.: + 55 21 3974-2300

Fax: + 55 21 3974-2346

abnt@abnt.org.br

www.abnt.org.br

Sumário

Página

Prefácio	iv
Introdução	v
1 Escopo	1
2 Referências normativas	1
3 Termos e definições	1
4 Condições gerais	4
4.1 Classificação das vias	4
4.1.1 Via urbana	5
4.1.2 Via rural	6
4.2 Classificação do volume de tráfego em vias públicas	6
4.3 Classificação das distribuições das intensidades luminosas das luminárias em relação às vias	7
4.3.1 Distribuições longitudinais verticais de intensidade luminosa contidas em planos verticais	7
4.3.2 Classificação das luminárias quanto às distribuições transversais de intensidade luminosa	8
4.3.3 Controle de distribuição de intensidade luminosa no espaço acima dos cones de 80° e 90°, (cujo vértice coincide com o centro óptico da luminária)	8
4.3.4 Classificação quanto à instalação	9
4.3.5 Desempenho energético	9
4.3.6 Fator de operação (F_o)	9
5 Condições específicas	9
5.1 Iluminância e uniformidade	9
5.1.1 Iluminância média mínima	9
5.1.2 Requisitos de iluminância e uniformidade	10
5.2 Projeto e manutenção	12
6 Condições particulares	12
6.1 Complexidade de vias	12
6.2 Situações básicas	13
6.2.1 Curvas e elevações (ver Figura A.9)	13
6.2.2 Cruzamentos em nível (ver Figura A.10)	13
6.2.3 Cruzamentos em dois níveis (ver Figura A.10c)	13
6.2.4 Pistas convergentes de tráfego (ver Figura A.10.d)	13
6.2.5 Pistas divergentes de tráfego (ver Figura A.10.e)	13
6.2.6 intercâmbios (vias de alta velocidade a alta densidade de tráfego) (ver Figuras A.10.f a A.10.i)	14
6.2.7 Cruzamentos de nível com ferrovias (ver Figura A.11)	14
6.2.8 Túneis e passagens abaixo do nível	14
6.2.9 Poluição luminosa	14
6.2.10 Compatibilidade com a arborização	14
6.2.11 Iluminação para áreas de pedestres	15

ABNT NBR 5101:2012

6.2.12	Travessias de pedestres	16
6.2.13	Iluminação para os espaços públicos com predominância de pedestres	16
6.2.14	Dispositivos de controle e acionamento da iluminação.....	17
6.2.15	Ângulo dos suportes das luminárias	17
7	Inspeção.....	17
7.1	Malha para verificação detalhada.....	17
7.2	Malha de medição	19
7.3	Malhas de referência.....	19
7.4	Malha para verificações periódicas ou para constatação de valores de projeto	20
7.5	Determinações de características elétricas e fotométricas	21
7.5.1	Fotômetro.....	21
7.5.2	Esfera integradora.....	21
7.5.3	Goniofotômetro	21
7.5.4	Voltímetros, amperímetros e wattímetros	21
7.5.5	Luxímetro	21
7.5.6	Luminancímetro	21
	Bibliografia.....	35
	Anexo	
	Anexo A (normativo) Figuras.....	22
	Figuras	
	Figura 1 – Método de cálculo de compatibilidade com a arborização	15
	Figura 2 – Malha para verificação detalhada	18
	Figura A.1 – Valores máximos da intensidade luminosa.....	22
	Figura A.2 – Classificação das vias públicas	23
	Figura A.3 – Limites recomendados para distribuição lateral de luz representados em projeção retangular (representação de uma esfera).....	24
	Figura A.4 – Limites recomendados.....	24
	Figura A.5 – Superposição da representação senoidal sobre um sistema retangular mostrando as formas relativas das linhas de isocandelas e das linhas longitudinais e transversais da via.....	26
	Figura A.6 – Vista em planta de uma via com os diferentes tipos de luminárias.....	27
	Figura A.7 – Diagrama mostrando a relação das LTV e LLV na via e na esfera imaginária, cujo centro é ocupado pela luminária	28
	Figura A.8 – Projeção.....	29
	Figura A.9 – Arranjos típicos para iluminação das curvas horizontais e verticais.....	30
	Figura A.10 – Complexidade de vias	32
	Figura A.11 – Cruzamento em nível com ferrovias	34

Tabelas

Tabela 1 – Tráfego motorizado.....	6
Tabela 2 – Tráfego de pedestres	7
Tabela 3 – Requisitos de luminância e uniformidade	10
Tabela 4 – Classes de iluminação para cada tipo de via	10
Tabela 5 – Iluminância média mínima e uniformidade para cada classe de iluminação	11
Tabela 6 – Classes de iluminação para cada tipo de via	11
Tabela 7 – Iluminância média e fator de uniformidade mínimo para cada classe de iluminação..	12
Tabela 8 – Classe de via.....	16
Tabela 9 – Configuração da grade de referência de acordo com a classe de iluminação da via..	20



ABNT NBR 5101:2012

Prefácio

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o Foro Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e das Comissões de Estudo Especiais (ABNT/CEE), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidades, laboratórios e outros).

Os Documentos Técnicos ABNT são elaborados conforme as regras da Diretiva ABNT, Parte 2.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) chama atenção para a possibilidade de que alguns dos elementos deste documento podem ser objeto de direito de patente. A ABNT não deve ser considerada responsável pela identificação de quaisquer direitos de patentes.

A ABNT NBR 5101 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Eletricidade (ABNT/CB-03), pela Comissão de Estudo de Iluminação Pública (CE-03:034.04). O seu 1º Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 05, de 30.05.2011 a 28.06.2011, com o número de Projeto ABNT NBR 5101. O seu 2º Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 10, de 05.10.2011 a 09.11.2011, com o número de Projeto ABNT NBR 5101.

Esta segunda edição cancela e substitui a edição anterior (ABNT NBR 5101:1992), a qual foi tecnicamente revisada.

O Escopo desta Norma Brasileira em inglês é o seguinte:

Scope

This Standard establishes the minimum requirements for public road lighting, which are intended to provide safety to pedestrians and vehicles traffic.

Introdução

A iluminação pública tem como principal objetivo proporcionar visibilidade para a segurança do tráfego de veículos e pedestres, de forma rápida, precisa e confortável. Os projetos de iluminação pública devem atender aos requisitos específicos do usuário, provendo benefícios econômicos e sociais para os cidadãos, incluindo:

- a) redução de acidentes noturnos;
- b) melhoria das condições de vida, principalmente nas comunidades carentes;
- c) auxílio à proteção policial, com ênfase na segurança dos indivíduos e propriedades;
- d) facilidade do fluxo do tráfego;
- e) destaque a edifícios e obras públicas durante à noite;
- f) eficiência energética.

A aplicação desta Norma irá produzir iluminação adequada e utilização racional da energia, se o projetista e o usuário utilizarem:

- a) lâmpadas, reatores e luminárias eficientes, com distribuições apropriadas para cada tipo de instalação;
- b) luminárias com posicionamento e alturas de montagem adequadas;
- c) um bom programa de manutenção, para assegurar a integridade do sistema e a preservação do nível de iluminação considerado no projeto.



Iluminação pública — Procedimento

1 Escopo

Esta Norma estabelece os requisitos para iluminação de vias públicas, propiciando segurança aos tráfegos de pedestres e de veículos.

2 Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

ABNT NBR 5181, *Iluminação de túneis*

ABNT NBR 5461, *Iluminação*

ABNT NBR 15688, *Redes de distribuição aérea de energia elétrica com condutores nus*

3 Termos e definições

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os termos e definições da ABNT NBR 5461 e os seguintes.

3.1

altura de montagem

AM

distância vertical entre a superfície da rodovia e o centro aparente da fonte de luz ou da luminária

3.2

avanço

distância transversal entre o meio-fio ou acostamento da rodovia e a projeção do centro de luz aparente da luminária

3.3

diagrama de distribuição de intensidades luminosas

descrição, em forma de diagrama, da distribuição espacial das intensidades luminosas de uma luminária

3.3.1

distribuição vertical

linha de intensidade traçada em um determinado plano perpendicular ao plano da rodovia e que contém a luminária

3.3.2

distribuição transversal

linha de intensidade traçada no plano perpendicular ao eixo longitudinal da rodovia e que contém a luminária

ABNT NBR 5101:2012**3.3.3****distribuição longitudinal**

linha de intensidade traçada no plano paralelo ao eixo longitudinal da rodovia e que contém a luminária

3.4**espaçamento**

distância entre sucessivas unidades de iluminação, medida paralelamente ao longo da linha longitudinal da via

3.5**fator de operação**

razão entre os fluxos luminosos, do conjunto lâmpada-luminária e reator, quando são usados um reator comercial e um reator de referência, ou com o qual a lâmpada teve seu fluxo calibrado e aferido (ver IES-LM-61 [11]).

3.6**fator de uniformidade da iluminância (em determinado plano)** **U**

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

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

onde

E_{\min} é igual à iluminância mínima;

E_{med} é igual à iluminância média.

3.7**fator de uniformidade da luminância (uniformidade global)** **U_o**

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

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

onde

L_{\min} é igual à luminância mínima;

L_{med} é igual à luminância média.

3.8**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:

$$U_L = \frac{L_{\min}}{L_{\text{máx}}}$$

onde

L_{\min} é igual à luminância mínima;

$L_{\text{máx}}$ é igual à luminância máxima.

3.9**iluminação pública**

serviço que tem por objetivo prover de luz, ou claridade artificial, os logradouros públicos no período noturno ou nos escurecimentos diurnos ocasionais, inclusive aqueles que necessitam de iluminação permanente no período diurno

3.10**iluminância média horizontal**

iluminância em serviço, da área delimitada pela malha de pontos considerada, ao nível da via, sobre o número de pontos correspondente

3.11**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

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

onde

L_{med} é a luminância média da via;

L_v é a luminância de velamento

3.12**índice de ofuscamento*****GR***

definido pela CIE N° 31:1976 [19], caracteriza o desconforto provocado pelo ofuscamento das luminárias em uma escala de números que vai de 1 (insuportável) até 9 (imperceptível)

3.13**linha isocandela**

linha traçada em uma esfera imaginária, com a fonte de luz ocupando o seu centro. Esta linha liga todos os pontos correspondentes àquelas direções nas quais as intensidades luminosas são iguais. Usualmente a representação é feita em um plano

3.14**linha isolux**

lugar geométrico dos pontos de uma superfície onde a iluminância tem o mesmo valor

3.15**linha longitudinal da via*****LLV***

qualquer linha ao longo da via, paralela ao eixo da pista

3.16**linha transversal da via*****LTV***

qualquer linha transversal da via, perpendicular ao eixo da pista

ABNT NBR 5101:2012**3.17****luminância média** **L_{med} [cd/m²]**

valor médio da luminância na área delimitada pela malha de pontos considerada, ao nível da via

3.18**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

3.19**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).**3.20****via**

é uma superfície por onde transitam veículos, pessoas e animais, compreendendo a pista, a calçada, o acostamento, ilha e canteiro central.

3.21**volume de tráfego**

número máximo de veículos ou de pedestres que passam em uma dada via, durante o período de 1 h

NOTA Os números entre colchetes se referem aos itens seção bibliografia. (ver Bibliografia).

4 Condições gerais**4.1 Classificação das vias**

Via é uma superfície por onde transitam veículos, pessoas e animais, compreendendo pista, calçada, acostamento, ilha e canteiro central.

A classificação de vias deve seguir as disposições previstas no Código de Trânsito Brasileiro, classificadas como:

a) vias urbanas (ver.4.1.1):

- via de trânsito rápido;
- via arterial;
- via coletora;
- via local;

b) vias rurais (ver 4.1.2):

- rodovias;
- estradas.

Para o projeto de iluminação pública deve ser avaliada a característica da via e se esta possui características de volume de tráfego ou de classificação de velocidade diferente (superior ou inferior) daquelas estabelecidas para cada tipo de via, conforme estabelecido no Código de Trânsito Brasileiro.

NOTA De acordo com o Código de Trânsito Brasileiro, o órgão ou entidade de trânsito ou rodoviário com circunscrição sobre a via poderá regulamentar, por meio de sinalização, velocidades superiores ou inferiores àquelas estabelecidas.

4.1.1 Via urbana

Aquela caracterizada pela existência de construções às suas margens, com presença de tráfego motorizado e de pedestres em maior ou menor escala. Ruas, avenidas, vielas ou caminhos e similares abertos à circulação pública, situados na área urbana, caracterizados principalmente por possuírem imóveis edificadas ao longo de sua extensão.

4.1.1.1 Via de trânsito rápido

Avenidas e ruas asfaltadas, exclusivas para tráfego motorizado, onde não há predominância de construções. Baixo trânsito de pedestres e alto trânsito de veículos.

Aquela caracterizada por acessos especiais com trânsito livre, sem interseções em nível, sem acessibilidade direta aos lotes lindeiros e sem travessia de pedestres em nível, com velocidade máxima de 80 km/h.

4.1.1.2 Via arterial

Via exclusiva para tráfego motorizado, que se caracteriza por grande volume e pouco acesso de tráfego, várias pistas, cruzamentos em dois planos, escoamento contínuo, elevada velocidade de operação e estacionamento proibido na pista. Geralmente, não existe o ofuscamento pelo tráfego oposto nem construções ao longo da via. O sistema arterial serve mais especificamente a grandes geradores de tráfego e viagens de longas distâncias, mas, ocasionalmente, pode servir de tráfego local.

Aquela caracterizada por interseções em nível, geralmente controlada por semáforo, com acessibilidade aos lotes lindeiros e às vias secundárias e locais, possibilitando o trânsito entre as regiões da cidade, com velocidade máxima de 60 km/h.

4.1.1.3 Via coletora

Via exclusivamente para tráfego motorizado, que se caracteriza por um volume de tráfego inferior e por um acesso de tráfego superior àqueles das vias arteriais.

Aquela destinada a coletar e distribuir o trânsito que tenha necessidade de entrar ou sair das vias de trânsito rápido ou arteriais, possibilitando o trânsito dentro das regiões da cidade, com velocidade máxima de 40 km/h.

4.1.1.4 Via local

Via que permite acesso às edificações e a outras vias urbanas, com grande acesso e pequeno volume de tráfego. Aquela caracterizada por interseções em nível não semaforizadas, destinada apenas ao acesso local ou a áreas restritas, com velocidade máxima de 30 km/h.

ABNT NBR 5101:2012**4.1.2 Via rural**

Via mais conhecida como estradas de rodagem, que nem sempre apresenta, exclusivamente, tráfego motorizado.

4.1.2.1 Rodovias

Vias para tráfego motorizado, pavimentadas, com ou sem acostamento, com tráfego de pedestres. Este tipo de via pode ter trechos classificados como urbanos, com as seguintes velocidades máximas:

- a) 110 km/h para automóveis e camionetas;
- b) 90 km/h para ônibus e micro-ônibus;
- c) 80 km/h para os demais veículos.

4.1.2.2 Estradas

Vias para tráfego motorizado, com ou sem acostamento, com tráfego de pedestres. Este tipo de via pode ter trechos classificados como urbanos. Trata-se de via rural não pavimentada, com velocidade máxima de 60 km/h.

Vias de áreas de pedestres são vias ou conjunto de vias destinadas à circulação prioritária de pedestres.

NOTA Não obstante se forem apresentados outros aspectos além da intensidade de tráfego com a devida influência nas características de iluminação, tal intensidade é o fator preponderante e serve como base desta classificação.

4.2 Classificação do volume de tráfego em vias públicas

Dividem-se os valores de tráfego, tanto para veículos como para pedestres, conforme Tabelas 1 e 2, respectivamente.

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 h e 21 h. ^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.	

4.3 Classificação das distribuições das intensidades luminosas das luminárias em relação às vias

A distribuição apropriada das intensidades luminosas das luminárias é um dos fatores essenciais de iluminação eficiente em vias. As intensidades emitidas pelas luminárias são controladas direcionalmente e distribuídas de acordo com a necessidade para visibilidade adequada (rápida, precisa e confortável). Distribuições de intensidades são geralmente projetadas para uma faixa típica de condições, as quais incluem altura de montagem de luminárias, posição transversal de luminárias (avanço), espaçamento, posicionamento, largura das vias a serem efetivamente iluminadas, porcentagem do fluxo luminoso na pista e áreas adjacentes, mantida a eficiência do sistema.

A distribuição das intensidades luminosas da luminária em relação à via é classificada de acordo com três critérios:

- distribuição longitudinal (em plano vertical);
- distribuição transversal;
- controle de distribuição de intensidade luminosa no espaço acima dos cones de 80° e 90°, cujo vértice coincide com o centro óptico da luminária (distribuição de intensidade luminosa no espaço acima de 80° e 90° em relação à linha vertical que contém o centro óptico da luminária).

A classificação de distribuição de intensidade luminosa longitudinal e transversal deve ser feita na base do diagrama de isocandela, traçada sobre um sistema retangular de coordenadas contendo uma série de linhas longitudinais da via (*LLV*) em múltiplos da altura de montagem (*AM*) e uma série de linhas transversais da via (*LTV*) também em múltiplos da altura de montagem (ver Figuras A.3, A.4). As informações essenciais que devem aparecer nos diagramas de isocandelas são as seguintes:

- linhas *LLV* de 1,0 *AM*; 1,75 *AM*; 2,75 *AM*;
- linhas *LTV* de 1,0 *AM*; 2,25 *AM*; 3,75 *AM*; 6,0 *AM*; e 8,0 *AM*;
- posição das linhas de máxima intensidade e de meia máxima intensidade.

4.3.1 Distribuições longitudinais verticais de intensidade luminosa contidas em planos verticais

As distribuições longitudinais verticais de intensidade luminosa dividem-se em três grupos (ver Figura A.6):

- Distribuição curta:
 - quando o seu ponto de máxima intensidade luminosa encontra-se na região 'C' do sistema de coordenadas, isto é, entre 1,0 *AM LTV* e 2,25 *AM LTV* (ver Figura A.3).

ABNT NBR 5101:2012

b) Distribuição média:

- quando o seu ponto de máxima intensidade luminosa encontra-se na região 'M' do sistema de coordenadas, isto é, entre 2,25 *AM LTV* e 3,75 *AM LTV* (ver Figura A.3).

c) Distribuição longa:

- quando o seu ponto de máxima intensidade luminosa encontra-se na região do 'L' do sistema de coordenadas, isto é, entre 3,75 *AM LTV* e 6,0 *AM LTV* (ver Figura A.3).

4.3.2 Classificação das luminárias quanto às distribuições transversais de intensidade luminosa

A classificação transversal ou lateral é definida pela área cortada por segmento da linha de meia intensidade máxima.

a) Tipo I:

- quando a linha de meia intensidade máxima não ultrapassa as linhas *LLV 1,0 AM*, tanto do "lado das casas" como do "lado da via", caindo em ambos os lados da linha de referência na área dos três tipos de distribuição vertical (curta, média e longa, conforme Figura A.7).

b) Tipo II:

- quando a linha de meia intensidade máxima fica compreendida entre a *LLV 1,75 AM* e a linha de referência na área dos três tipos de distribuição vertical (curta, média e longa, conforme Figura A.7).

c) Tipo III:

- quando a linha de meia intensidade máxima ultrapassa parcial ou totalmente a *LLV 1,75 AM*, porém não ultrapassa a *LLV 2,75 AM* na área dos três tipos de distribuição vertical (curta, média e longa, conforme Figura A.7).

d) Tipo IV:

- quando parte da linha de meia intensidade máxima ultrapassa parcial ou totalmente a *LLV 2,75 AM* (ver Figura A.7).

4.3.3 Controle de distribuição de intensidade luminosa no espaço acima dos cones de 80° e 90°, (cujo vértice coincide com o centro óptico da luminária)

Este controle de distribuição de intensidade luminosa é dividido em quatro categorias, como segue:

a) Distribuição totalmente limitada (*full cut-off*):

- quando a intensidade luminosa acima de 90° é nula e a intensidade luminosa acima de 80° não excede 10 % dos lúmens nominais da fonte luminosa empregada. Isto se aplica a todos os ângulos verticais em torno da luminária.

b) Distribuição limitada (*cut-off*):

- quando a intensidade luminosa acima de 90° não excede 2,5 % e a intensidade luminosa acima de 80° não excede 10 % dos lúmens nominais da fonte luminosa empregada. Isto se aplica a todos os ângulos verticais em torno da luminária.

c) Distribuição semilimitada (*semi cut-off*):

- quando a intensidade luminosa acima de 90° não excede 5 % e a intensidade luminosa acima de 80° não excede 20 % dos lúmens nominais da fonte luminosa empregada. Isto se aplica a todos os ângulos verticais em torno da luminária.

d) Distribuição não limitada (*non cut-off*):

- quando não há limitação de intensidade luminosa na zona acima da máxima intensidade luminosa.

4.3.4 Classificação quanto à instalação

Os padrões da ABNT NBR 15688 podem ser adotados para as instalações de iluminação pública, quanto ao afastamento em relação ao poste e à altura de montagem da luminária. Essa classificação deve ser complementada pelo tipo IV (outras configurações possíveis, por exemplo: luminárias tipo pétala, outros tipos de lâmpadas etc.).

4.3.5 Desempenho energético

Os tipos de iluminação pública podem ser classificados quanto ao seu desempenho energético (tanto em nível de projeto, como em laboratório ou no campo). Este procedimento destina-se a qualificar a forma como estes tipos de iluminação utilizam a energia para atingir seu objetivo, que é iluminar de forma eficiente determinada área. Desta forma, torna-se possível a atribuição de figuras de mérito ao conjunto lâmpada-luminária-reator.

4.3.6 Fator de operação (F_o)

O procedimento detalhado, para sua determinação, no caso de lâmpadas à descarga de alta intensidade, pode ser encontrado no documento IES-LM-61 [11]. Este fator representa a variação percentual que o conjunto lâmpada-luminária-reator (llr) apresenta quando em funcionamento com o reator convencional (de linha de produção – $llrc$) e não com o reator de referência (no caso de ensaio em laboratório – $llrr$). Portanto, o F_o é a razão obtida entre o fluxo luminoso do conjunto com reator convencional ($llrc$) e o fluxo do conjunto com reator de referência ($llrr$), nas mesmas condições de rede (tensão constante) e temperatura ambiente.

5 Condições específicas

5.1 Iluminância e uniformidade

5.1.1 Iluminância média mínima

5.1.1.1 As iluminâncias médias mínimas ($E_{med, min}$) são valores obtidos pelo cálculo da média aritmética das leituras realizadas, em plano horizontal, sobre o nível do piso e sob condições estabelecidas conforme a Seção 7. Devem ser considerados os índices, levando-se em conta os valores mantidos ao longo do tempo de utilização de acordo com o fator de manutenção do local.

5.1.1.2 O menor valor de iluminância (E_{min}) obtido das leituras realizadas, conforme a Seção 7, quando referente aos pontos situados sobre a pista de rolamento da via de tráfego motorizado, deve atender, simultaneamente, às seguintes exigências:

- a) fator de uniformidade indicado conforme o tipo de via;
- b) ser necessariamente superior a 1 lux.

ABNT NBR 5101:2012

5.1.2 Requisitos de iluminância e uniformidade

As recomendações de iluminação estão em classe, de 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. Os exemplos típicos são dados nas Tabelas 3 a 7. As descrições das vias e estradas são abrangentes, de modo que possam ser interpretadas como exigências individuais para as recomendações nacionais. Quando uma seleção for feita, todos os usuários da estrada, incluindo motoristas, motociclistas, ciclistas e pedestres devem ser considerados.

Tabela 3 – Requisitos de luminância e uniformidade

Classe de iluminação	L_{med}	U_0 \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_0 : uniformidade global; U_L : uniformidade longitudinal; TI : incremento linear.
 NOTA 1 Os critérios de TI e SR são orientativos, assim como as classe V4 e V5.
 NOTA 2 As classes V1, V2 e V3 são obrigatórias para a luminância.

5.1.2.1 Vias para tráfego de veículos

Nas Tabelas 4 e 5, define-se a classe de iluminação para cada tipo de via para tráfego de veículos, iluminância média mínima e uniformidade para cada classe de iluminação, vias para tráfego de pedestres e iluminância média e fator de uniformidade mínimo para cada classe de iluminação.

Tabela 4 – Classes de iluminação para cada tipo de via

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	
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 cruzamentos e travessias de pedestres eventuais em pontos bem definidos; vias rurais de mão dupla com separação por canteiro ou obstáculo	
Volume de tráfego intenso	V1
Volume de tráfego médio	V2

Tabela 4 (continuação)

Descrição da via	Classe de iluminação
Vias coletoras; vias de tráfego importante; vias radiais e urbanas de interligação entre bairros, com tráfego de pedestres elevado	
Volume de tráfego intenso	V2
Volume de tráfego médio	V3
Volume de tráfego leve	V4
Vias locais; vias de conexão menos importante; vias de acesso residencial	
Volume de tráfego médio	V4
Volume de tráfego leve	V5

Tabela 5 – Iluminância média mínima e uniformidade para cada classe de iluminação

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

5.1.2.2 Vias para tráfego de pedestres

Nas Tabelas 6 e 7, define-se a classe de iluminação para cada tipo de via para tráfego de pedestres, iluminância média e fator de uniformidade mínimo para cada classe de iluminação.

Tabela 6 – Classes de iluminação para cada tipo de via

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

ABNT NBR 5101:2012**Tabela 7 – Iluminância média e fator de uniformidade mínimo para cada classe de iluminação**

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

5.2 Projeto e manutenção

5.2.1 Quando do projeto de uma instalação de iluminação com valores de iluminância conforme os requisitos de 5.1.1 e 5.1.2, recomenda-se que sejam seguidos os bons preceitos de manutenção indicados a seguir:

- operação da fonte de luz, nos valores nominais de corrente ou tensão;
- substituição das lâmpadas depreciadas, em períodos regulares;
- limpeza periódica das luminárias.

5.2.2 A fim de manter estes valores recomendados de iluminância, devem ser adotados esquemas de manutenção que estejam pelo menos iguais aos assumidos no projeto de instalação da iluminação. A eficiência das lâmpadas na data de substituição pode ser determinada pelos dados publicados pelos fabricantes. O fator de manutenção das luminárias varia conforme as condições locais e densidade de tráfego, devendo ser realizada a manutenção quando a iluminância média atingir 70 % do valor inicial.

6 Condições particulares**6.1 Complexidade de vias**

Os dados representados nas Seções 4 e 5 se destinam às áreas de vias retas e em nível, e às áreas com curvas de desníveis menores. Contudo, existem muitas áreas de vias onde o problema de visão e de manobra de veículos motorizados é muito mais complexo, como:

- cruzamento em nível;
- curvas e elevações;
- cruzamento em dois níveis;
- pistas convergentes de tráfego;
- pistas divergentes de tráfego;
- intercâmbios;
- cruzamento de nível com estrada de ferro;
- túneis e passagens abaixo do nível.

6.2 Situações básicas

6.2.1 Curvas e elevações (ver Figura A.9)

Geralmente, curvas graduais de grande raio e suaves elevações de nível ficam iluminadas satisfatoriamente, se tratadas como áreas de vias retas.

Curvas cujos raios formam ângulos bem agudos, em subidas mais acentuadas, especialmente aquelas que terminam nos cumes de colinas, justificam menor espaçamento de luminárias, a fim de que se obtenham iluminâncias mais uniformes nas vias. Para iluminação de curvas, as luminárias devem ser colocadas preferencialmente nos lados externos das curvas.

Em certos casos de vias em declive, é recomendável a análise do ofuscamento resultante.

6.2.2 Cruzamentos em nível (ver Figura A.10)

Estes cruzamentos podem ter tráfego livre em ambas as vias, restrição do tráfego por meio de sinais de parada em uma ou em ambas as vias, controle de tráfego por policiais ou por outros meios. Existem cruzamentos que têm, adicionalmente, complicações de tráfego de pedestres, além dos veículos. Fundamentalmente, porém, o problema de iluminação é o mesmo para todos estes casos. Recomenda-se que a iluminância destas áreas seja no mínimo a soma das iluminâncias das duas vias que formam o cruzamento. Tais iluminâncias são obtidas em 5.1.2.1.

Recomenda-se que seja mantida a maior uniformidade das vias consideradas.

6.2.3 Cruzamentos em dois níveis (ver Figura A.10c)

Cruzamentos curtos, como aqueles encontrados onde uma via passa por baixo de uma outra via de duas ou quatro pistas adjacentes, podem ser iluminados com luminárias do tipo normal, se colocadas corretamente. As luminárias na via inferior devem ser posicionadas de tal modo que sua iluminação sobreponha-se abaixo da estrutura, a fim de que sejam obtidas as iluminâncias recomendadas em 5.1.2.1, sem a necessidade de instalação de luminárias imediatamente abaixo da pista superior.

Passagens inferiores mais longas são aquelas onde a superposição dos fachos das luminárias da via inferior não pode ser obtida, sendo obrigatória a instalação de luminárias imediatamente abaixo da pista.

6.2.4 Pistas convergentes de tráfego (ver Figura A.10.d)

Estas pistas possuem todos os problemas das curvas abruptas, mais o de iluminação direta sobre os veículos nas pistas adjacentes de tráfego. É necessária boa iluminação lateral direta sobre os veículos que entram nas pistas principais de tráfego. Para iluminâncias mínimas, ver 5.1.2.1.

6.2.5 Pistas divergentes de tráfego (ver Figura A.10.e)

Estas pistas exigem considerações muito cuidadosas, porque nestas áreas os motoristas ficam muito confusos. As luminárias devem ser colocadas de forma a proporcionarem iluminâncias sobre os meios-fios, balizas, defensas, veículos na área de divergência de tráfego e também na zona de desaceleração. As vias divergentes frequentemente têm todos os problemas das curvas e devem ser tratadas adequadamente. Para iluminâncias mínimas, ver 5.1.2.1.

ABNT NBR 5101:2012**6.2.6 intercâmbios (vias de alta velocidade a alta densidade de tráfego) (ver Figuras A.10.f a A.10.i)**

É recomendável a iluminação total do intercâmbio, devido às suas especiais características de complexidade.

6.2.7 Cruzamentos de nível com ferrovias (ver Figura A.11)

Estes cruzamentos devem ser iluminados de modo a permitirem identificação da existência de um cruzamento, presença ou não de trem no cruzamento e reconhecimento de objetos ou veículos não iluminados, já próximos ou não do cruzamento com a ferrovia.

O princípio geral a ser seguido na seleção das luminárias e na escolha das suas posições, quanto à iluminância, em lux, sobre a área do leito da ferrovia, recomenda que a dimensão longitudinal da via iluminada, antes do cruzamento, em metros, seja numericamente igual à velocidade máxima, em quilômetros por hora, permitida aos veículos nas proximidades do cruzamento.

6.2.8 Túneis e passagens abaixo do nível

A iluminação de túneis e passagens abaixo do nível é uma situação especial coberta pela ABNT NBR 5181.

6.2.9 Poluição luminosa

Poluição luminosa é o brilho noturno no céu acima das áreas características de concentração urbana que é provocada pela luz artificial mal direcionada de casas, prédios e demais instalações, que é refletida na poeira, vapor de água e outras partículas dispersas na atmosfera.

A poluição luminosa também pode ser entendida como desperdício de energia, provocada por luminárias, instalações e projetos ineficientes e mal elaborados.

No caso da iluminação pública, a poluição luminosa é traduzida em projetos com níveis de iluminância superdimensionados não condizentes com a iluminação recomendada nesta Norma ou por luminárias sem o correto controle de dispersão de luz.

As luminárias recomendadas para reduzir a parcela da iluminação pública na poluição luminosa devem possuir uma classificação que mantenha baixa a emissão de luz acima do eixo horizontal, possua alta eficiência luminosa e permita baixos ângulos de instalação.

Os projetores, quando necessário, devem possuir aletas internas ou externas que limitem a propagação da luz para fora da área a ser iluminada.

6.2.10 Compatibilidade com a arborização

Para permitir uma melhor convivência entre a iluminação pública e a arborização, é apresentada uma equação que pode ser utilizada para desobstruir a iluminação na via. A equação considera os ângulos de máxima incidência de luz das luminárias nos sentidos longitudinal e transversal à via, a sua altura de montagem e a distância da árvore.

A equação apresentada deve ser utilizada para auxiliar os planejadores municipais, as empresas de iluminação pública e os órgãos gestores da arborização urbana nas seguintes situações:

- a) na adequação dos sistemas existentes onde a posteação e as árvores já existam, permitindo definir a linha de poda dos ramos que comprometam a iluminação;

- b) na implantação de novos sistemas de iluminação em praças, vias e calçadões, auxiliando na definição da posição dos postes e sua distância às árvores existentes;
- c) na implantação de novas árvores em praças, vias e calçadões, auxiliando na definição das árvores em relação aos postes existentes.

Cálculo para desobstrução da iluminação em árvores no sentido longitudinal e transversal da via (ver Figura 1):

$$Z = H - (A \times D)$$

onde

Z é a altura mínima de um galho;

H é a altura de montagem da luminária;

A_L é igual a cotang 75° , igual a 0,26 (ângulo de máxima incidência de luz para o sentido longitudinal);

A_T é igual a cotang 60° , igual a 0,57 (ângulo de máxima incidência de luz para o sentido transversal);

D é a distância mínima do galho de menor altura.

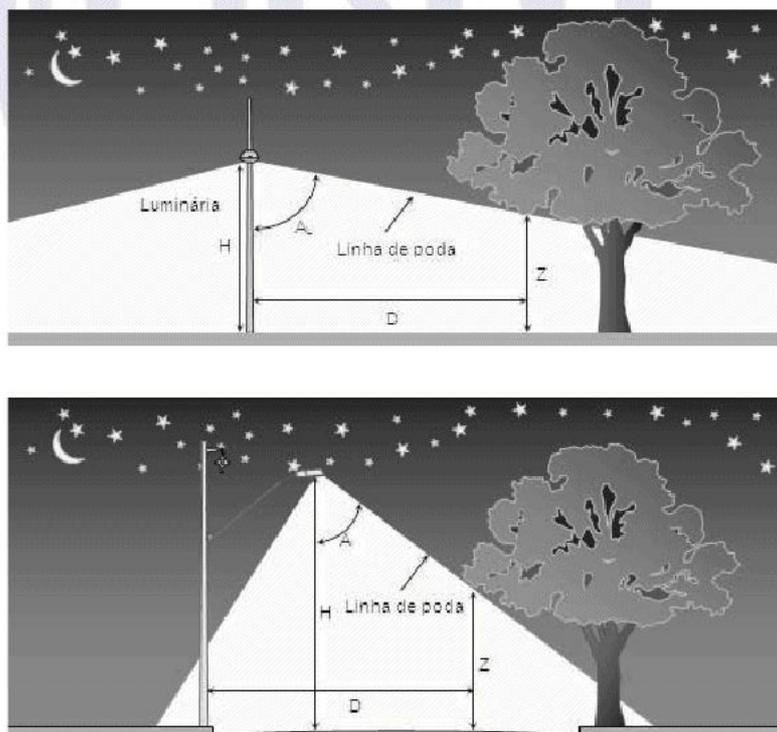


Figura 1 – Método de cálculo de compatibilidade com a arborização

6.2.11 Iluminação para áreas de pedestres

Fontes de luz monocromáticas devem ser evitadas em áreas onde haja alto risco de ocorrência de crimes e que sejam ambientalmente sensíveis, ou onde haja predominância de atividade de pedestres.

ABNT NBR 5101:2012**6.2.12 Travessias de pedestres**

Em vias urbanas com tráfego intenso, onde existirem travessias sinalizadas para pedestres fora das esquinas, uma iluminação adicional pode ser utilizada, sempre em conjunto à sinalização vertical e horizontal, para alertar os condutores de veículos com antecedência suficiente da presença de pedestres que cruzam a via, bem como para permitir que os pedestres reconheçam com facilidade os limites da passagem e se posicionem dentro destes (ver Tabela 8).

Para garantir que a passagem de pedestre esteja bem destacada na via, recomenda-se que as lâmpadas utilizadas na iluminação da passagem tenham uma “temperatura de cor” diferente das lâmpadas que iluminam a pista de rolamento.

Esta alternativa também pode ser utilizada em cruzamentos de centros urbanos com grande movimentação de pedestres, mas deve ser cuidadosamente estudada para não prejudicar ou gerar confusão visual com a sinalização viária.

Tabela 8 – Classe de via

Classe de iluminação	Iluminância média mínima $E_{med,mín}$ Lux	Iluminância média mínima horizontal na faixa de pedestres E_{hmed}	Iluminância média mínima vertical E_{Vmed}
V1	30	52,5	22,5
V2	20	35	15
V3	15	26,25	11,25
V4	10	17,5	7,5
V5	5	10	4

6.2.13 Iluminação para os espaços públicos com predominância de pedestres

De uma forma geral as praças, parques, calçadões e equivalentes podem ser considerados espaços públicos com predominância de pedestres. A iluminação destes espaços deve permitir no mínimo a orientação, o reconhecimento mútuo entre as pessoas, a segurança para o tráfego de pedestres e a identificação correta de obstáculos, assim como deve proporcionar, a uma distância segura, informação visual suficiente a respeito do movimento das pessoas.

Segundo estudos realizados, a distância mínima necessária para uma pessoa reconhecer qualquer sinal de hostilidade e tomar as ações evasivas apropriadas é de 4 m. A esta distância, o nível de iluminância médio mínimo necessário para reconhecimento facial é de 3 lux, sendo que sobre a superfície da via não pode haver valores inferiores a 1 lux.

Este nível de iluminância média pode variar até 40 lux, em função do tipo de utilização, característica e requisitos de segurança pública da praça ou calçadão que está sendo iluminado.

Considerando a necessidade de identificação de obstáculos na superfície da via e a velocidade com que as pessoas ou eventualmente ciclistas trafegam, o fator de uniformidade deve ser $E_{mín}/E_{máx} \geq 1:40$.

A disposição dos equipamentos de iluminação não pode obstruir o acesso dos veículos de emergência, de entrega ou de manutenção, nem competir com a arquitetura local. Nas praças ou espaços públicos de

pedestres, onde os acessos e saídas possuírem escadas e rampas, a iluminação nestes pontos deve assegurar que estas mudanças de nível sejam bem visíveis aos pedestres. Sempre que necessário ao realizar a locação dos postes, estes acessos devem ser considerados prioritários.

Alguns espaços em função de sua concepção arquitetônica podem apresentar áreas distintas de utilização como jardins, brinquedos, jogos de mesa, quadras etc. Nestes casos, podem ser aplicados critérios de projetos diferenciados para cada área, utilizando arranjos de luminárias, iluminações decorativas ou projetores.

6.2.14 Dispositivos de controle e acionamento da iluminação

O posicionamento e a localização dos dispositivos de controle de acionamento da iluminação devem ser definidos de modo a garantir a manutenção dos níveis de iluminação propostos na via no momento de sua operação e ao longo do tempo.

6.2.15 Ângulo dos suportes das luminárias

Recomenda-se que os suportes de fixação das luminárias (braços e núcleos) não tenham ângulos superiores a 10°.

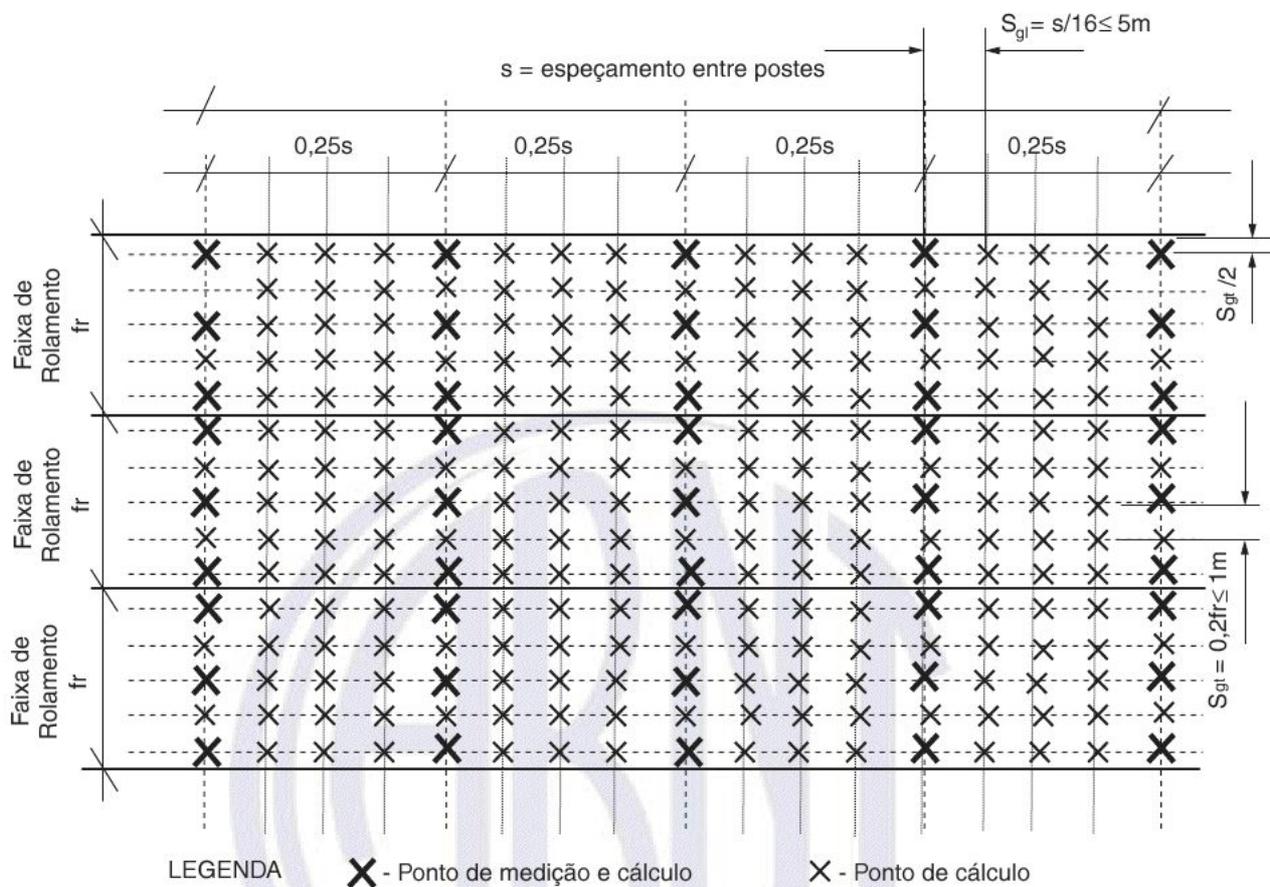
7 Inspeção

7.1 Malha para verificação detalhada

Deve ser usada para medições ou cálculo de iluminância, em procedimento que exija detalhamento. Os pontos da grade devem ser definidos pelas interseções das linhas transversais e longitudinais à pista de rolamento e às calçadas (ver Figura 2), considerando-se a existência de:

- a) uma linha transversal alinhada com cada luminária;
- b) uma linha transversal no ponto médio entre as duas luminárias;
- c) uma linha longitudinal no eixo de cada faixa;
- d) uma linha longitudinal no eixo de cada calçada;

ABNT NBR 5101:2012



Legenda

- \times Grade de cálculo (número ímpar de pontos na longitudinal e na transversal)
- \boxtimes Grade de medição

Figura 2 – Malha para verificação detalhada

Os espaçamentos entre os pontos da malha são definidos como a seguir:

- Espaçamento longitudinal: $s_{gl} = s/16$

sendo:

s = espaçamento entre postes

OBS. os pontos extremos de cada fileira pertencem às linhas transversais que passam pelas luminárias do vão

- Espaçamento transversal: $s_{gt} = 0,2*fr$

sendo:

fr = largura da faixa de rolamento

OBS. os pontos extremos de cada coluna de pontos estão afastados de uma distância igual a $0,1*fr$ (ou $0,5*s_{gt}$) em relação às linhas longitudinais do meio-fio. Como a largura típica da faixa de rolamento é da ordem de 3 m, esse espaçamento terá um valor em torno de 30 cm.

A matriz da malha de cálculo será assim composta por 17 colunas de pontos igualmente distribuídas na direção longitudinal e cinco fileiras de pontos em cada faixa de rolamento. Como a primeira e a última colunas coincidem com a posição dos postes, as colunas de pontos coincidirão com as linhas transversais que dividem o vão em 2, 4, 8 e 16 partes iguais.

7.2 Malha de medição

A malha de medição deve ser constituída por um subconjunto dos pontos da malha de cálculo descrita em 7.1. Os pontos da malha de medição devem ser definidos pelas interseções das seguintes linhas longitudinais e transversais para o vão considerado:

- Linhas transversais
 - a. Linhas que passam pelas luminárias (extremidades do vão);
 - b. Linhas que dividem o vão em quatro partes iguais (inclui a linha que divide o vão ao meio).
- Linhas longitudinais
 - a. Linhas de centro das faixas de rolamento;
 - b. Linhas com afastamento igual a $0,1 \cdot fr$ em relação às linhas limítrofes das faixas de rolamento.

O quadro abaixo indica as quantidades de pontos das malhas de cálculo e de medição em função do número de faixas de rolamento da via.

Número de faixas de rolamentos	Quantidade de pontos da grade de cálculo	Quantidade de pontos da grade de medição
1	$17 \cdot 5 = 85$	15
2	$17 \cdot 10 = 170$	30
3	$17 \cdot 15 = 255$	45
4	$17 \cdot 20 = 340$	60
5	$17 \cdot 25 = 425$	75

7.3 Malhas de referência

Para efeito de comparação de padrões específicos utilizados pelos diversos órgãos prestadores de serviços de iluminação pública, definem-se as chamadas malhas de referência, obtidas de acordo com a regra acima para cada tipo e potência de lâmpada e para cada configuração típica de instalação (vão médio, altura de montagem, espaçamento etc.). Desta forma os parâmetros adotados para estas malhas representam valores bem próximos aos padrões utilizados pelas diversas concessionárias e prefeituras brasileiras (ver Tabela 9). Para as malhas de referência deve-se considerar o seguinte:

- as malhas são válidas para avaliação de produto e contemplam apenas o efeito da luminária na pista de rolamento. Não levam em conta as malhas das calçadas;

ABNT NBR 5101:2012

Tabela 9 – Configuração da grade de referência de acordo com a classe de iluminação da via

Classe de iluminação da via	Vão médio m	Altura de montagem m	Número de faixas de trânsito da via	Largura por faixa da via m	Largura total da via/calha m	Avanço ^a m	Número de pontos de projeto	Número de pontos de medição
V5	35	7,00	3	2,7	8,10	1,50	72	24
V4	35	8,00	3	3,0	9,00	1,50	72	24
V3	35	8,00	3	3,0	9,00	1,50	72	24
V2	35	9,00	4	2,7	10,80	2,50	96	32
V1	40	12,00	4	3,0	12,00	3,00	96	32

^a O avanço corresponde à distância entre o início da grade sob a luminária (do meio-fio) até a extremidade do braço onde é montada a luminária.

7.4 Malha para verificações periódicas ou para constatação de valores de projeto

Esta malha, definida como grade de medição, é formada pelos pontos da malha definida em 7.2.

A iluminância média E_{med} é dada pela seguinte expressão:

$$E_{med} = \frac{\text{Somatório das iluminâncias dos pontos de malha}}{\text{Quantidade de pontos}}$$

Sugestão para a malha fotométrica (grade), a ser aplicada para:

- 1) projeto;
- 2) recebimento e verificação periódica;
- 3) pontos adjacentes (critério a ser aplicado basicamente quando da aprovação da luminária).

A malha apresentada é a mesma para iluminância e luminância. A diferença básica está na definição de luminárias consecutivas: para iluminância é considerada consecutiva a próxima luminária independentemente do lado que está instalada; para luminância a próxima luminária está do mesmo lado.

Para a calçada, aplica-se a seguinte regra:

Para largura < 3 m:

- uma linha longitudinal no centro da calçada;
- as linhas transversais em número igual e coincidente com as linhas do leito carroçável.

Para largura ≥ 3 m:

- duas linhas longitudinais espaçadas entre elas em uma distância d e entre uma linha e a extremidade da calçada adjacente espaçada em $d/2$;
- as linhas transversais em número igual e coincidente com as linhas do leito carroçável.

7.5 Determinações de características elétricas e fotométricas

As determinações ou medições do fluxo luminoso, rendimento, potência absorvida e eficiência (ou dos fatores que dependam destas grandezas) devem ser realizadas por vias tradicionais de ensaios. As IES-LM-61 [11] e CIE 084:1989 [20] são documentos que abordam detalhadamente tais assuntos.

Todos os equipamentos utilizados nos ensaios devem possuir documentos de aferição e ter classe de exatidão tal que sejam assegurados a incerteza de medição e o número de algarismos declarados nos resultados apresentados.

7.5.1 Fotômetro

O fotômetro consiste em um detector sensível à luz, capaz de converter a luz incidente em uma quantidade elétrica.

O fotômetro deve possuir documento ou certificado de calibração, ser de cor corrigida (resposta espectral em conformidade com a do observador-padrão CIE), possuir correção quanto ao ângulo de incidência (corretor de cosseno) e ter classe de exatidão tal que sejam assegurados a incerteza de medição e o número de algarismos significativos declarados nos resultados.

7.5.2 Esfera integradora

Ver CIE 084:1989 [20].

Esfera integradora (ou esfera de Ulbricht) é um equipamento oco, cuja parede interna é pintada com tinta branca, de alta refletância, sendo um difusor perfeito. Em uma das paredes existe uma janela em que é colocada uma fotocélula. Em frente a esta existe um anteparo para evitar a incidência direta da luz da fonte sobre a fotocélula. A luz refletida pela parede atinge a fotocélula, convertendo-a em corrente elétrica. Com o uso de um radiômetro apropriado, a corrente elétrica é convertida de forma a indicar o fluxo luminoso (lm) total da fonte (lâmpadas).

7.5.3 Goniofotômetro

Os ensaios para determinação da distribuição de intensidade luminosa podem ser realizados com o uso de goniofotômetro; porém, deve ser salientado que nos equipamentos com lâmpadas à descarga de alta intensidade, quando o eixo geométrico da lâmpada sofre movimento de translação, a exatidão das medições é afetada, visto haver variação no seu fluxo luminoso.

O goniofotômetro é utilizado para medição da intensidade luminosa (cd) de luminárias, em direções específicas. Sua construção deve garantir medições angulares precisas em relação à cabeça fotométrica.

7.5.4 Voltímetros, amperímetros e wattímetros

São instrumentos para medição de grandezas elétricas, respectivamente, tensão em volts, corrente em ampères e potência em watts.

Devem também possuir documento de aferição e ter classe de exatidão tal que sejam assegurados a incerteza de medição e o número de algarismos significativos declarados nos resultados apresentados.

7.5.5 Luxímetro

Instrumento capaz de medir iluminância (lux) por meio do efeito fotoelétrico.

7.5.6 Luminancímetro

Instrumento apropriado para medir diretamente a luminância média de uma área, em candelas por metro quadrado (cd/m^2), ou a luminância de diversas áreas elementares.

Anexo A (normativo)

Figuras

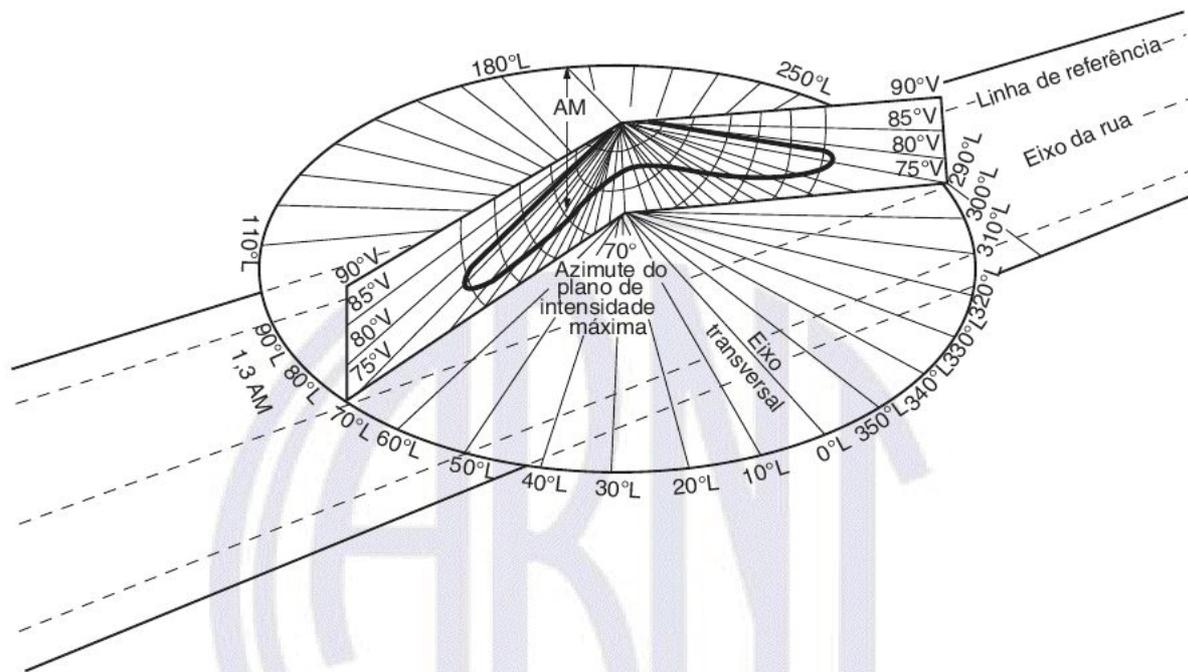


Figura A.1a – Perspectiva de corte de uma superfície fotométrica por planos verticais, situados nas direções que contêm os valores máximos da intensidade luminosa

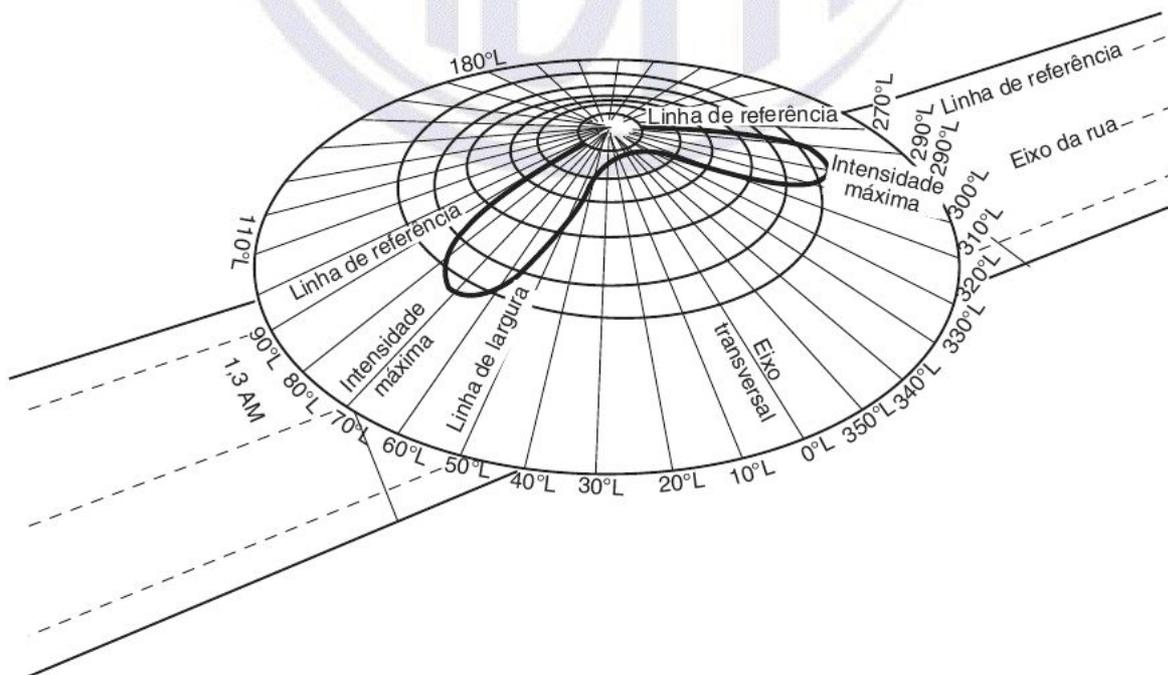


Figura A.1b – Perspectiva da distribuição luminosa segundo um cone contendo os valores máximos de intensidade (75°)

Figura A.1 – Valores máximos da intensidade luminosa

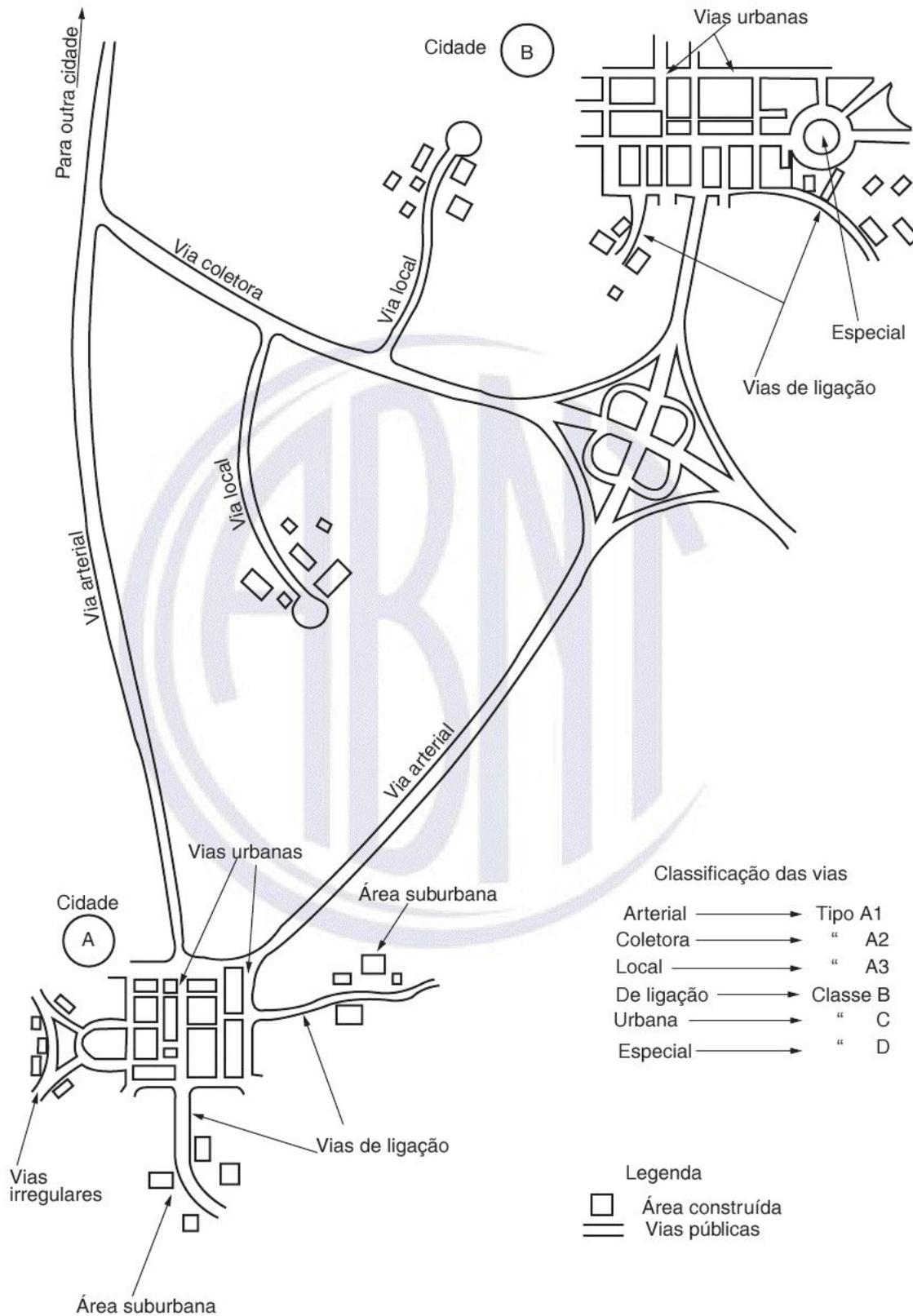
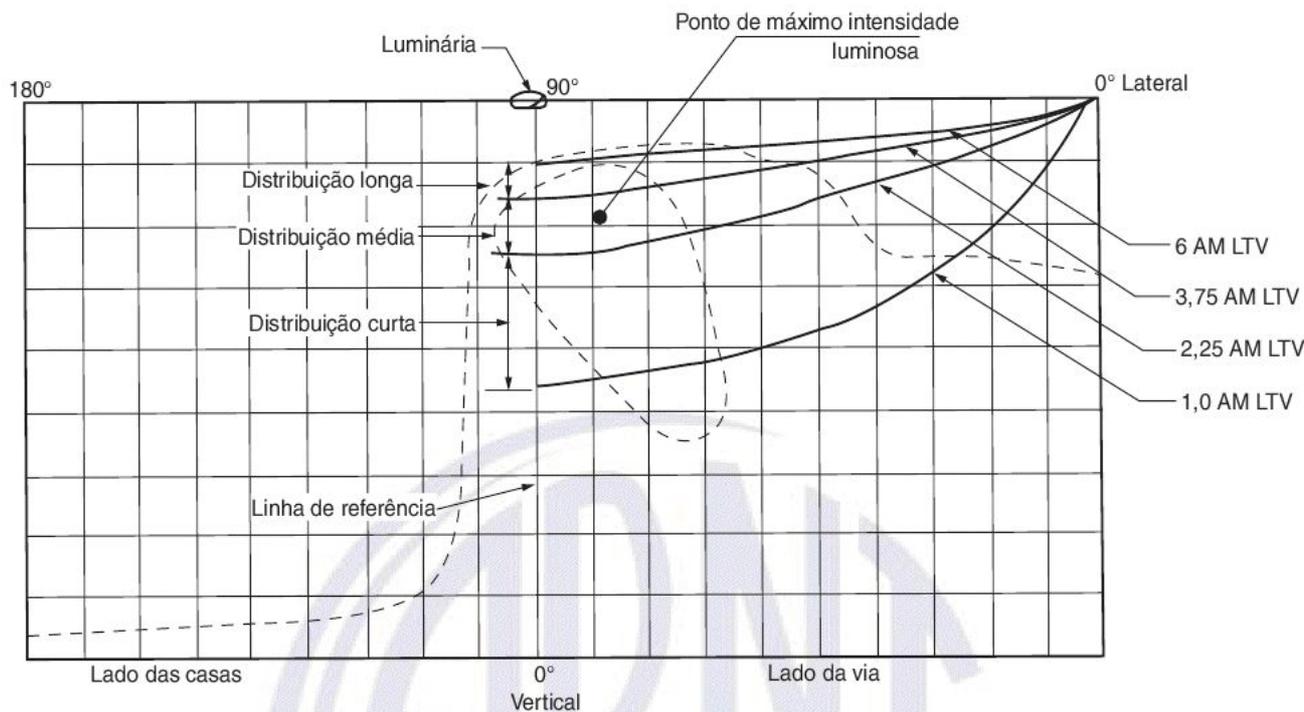


Figura A.2 – Classificação das vias públicas

Documento gerado em 25/01/2016 18:18:53 de uso exclusivo de CHESF - CIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO

ABNT NBR 5101:2012



NOTA As linhas tracejadas são traçados de linhas de isocandelas.

Figura A.3 – Limites recomendados para distribuição lateral de luz representados em projeção retangular (representação de uma esfera)

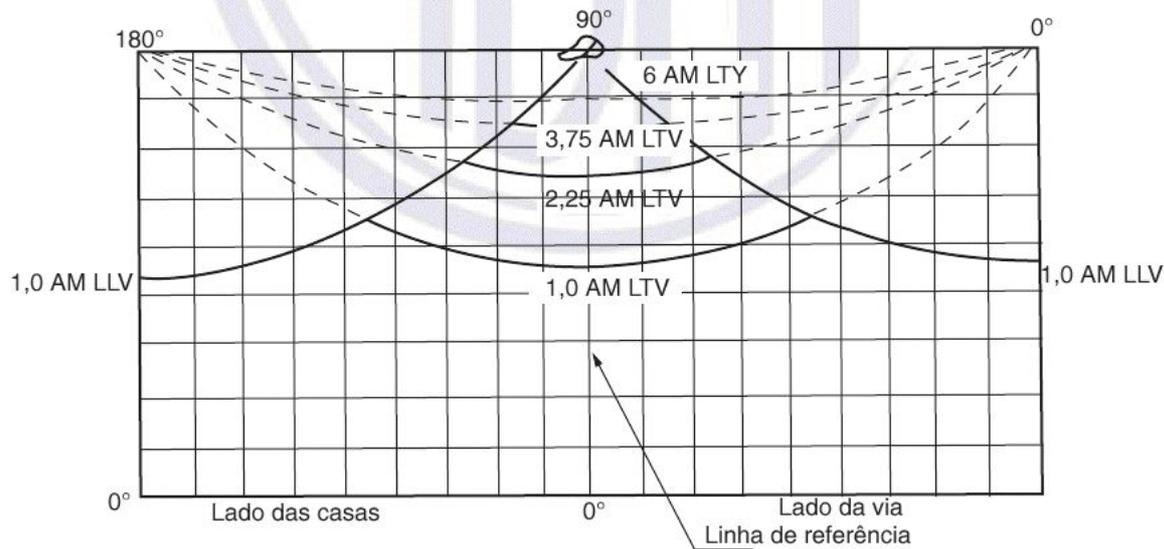


Figura A.4a – Tipo I – Limites recomendados para distribuição lateral de luz representados em projeção retangular (representação de uma esfera)

Figura A.4 – Limites recomendados

Documento gerado em 25/01/2016 18:18:53 de uso exclusivo de CHESF - CIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO

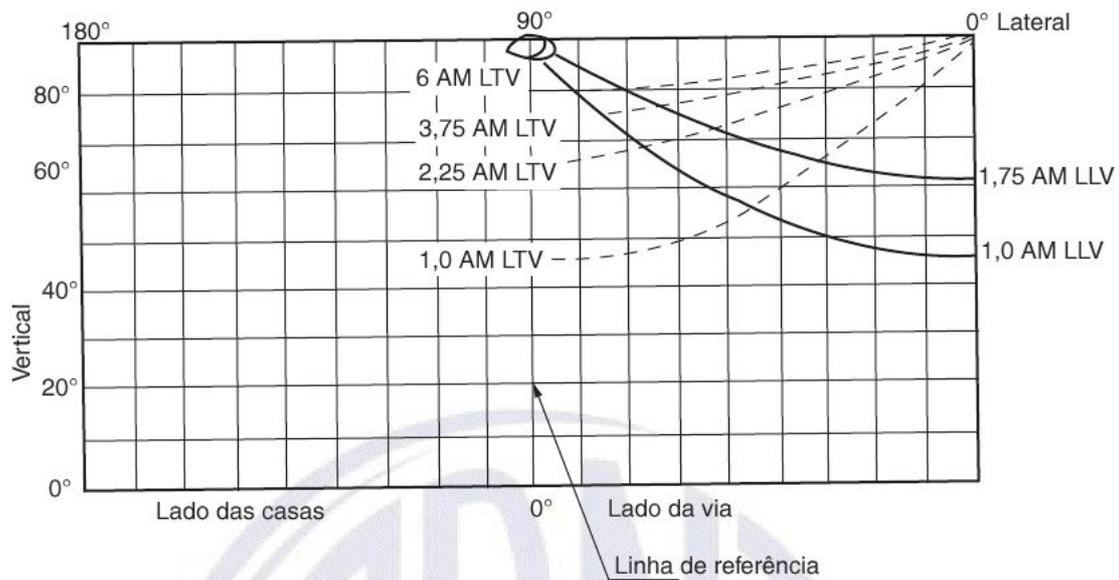


Figura A.4b – Tipo II – Limites recomendados para distribuição lateral de luz representados em projeção retangular (representação de uma esfera)

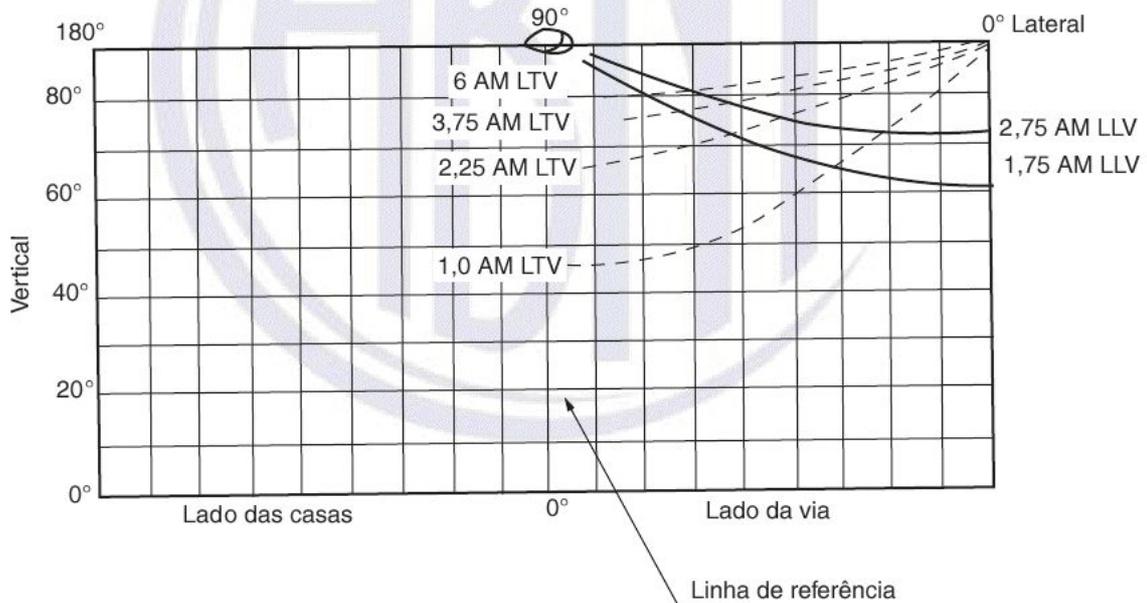


Figura A.4c – Tipo III – Limites recomendados para distribuição lateral de luz representados em projeção retangular (representação de uma esfera)

Figura A.4 (continuação)

Documento gerado em 25/01/2016 18:18:53 de uso exclusivo de CHESF - CIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO

ABNT NBR 5101:2012

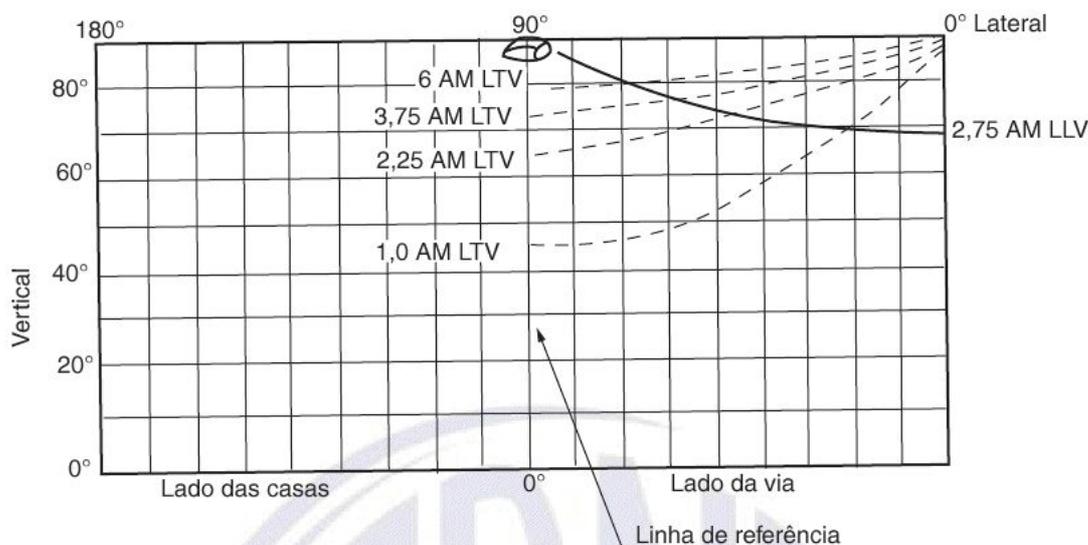
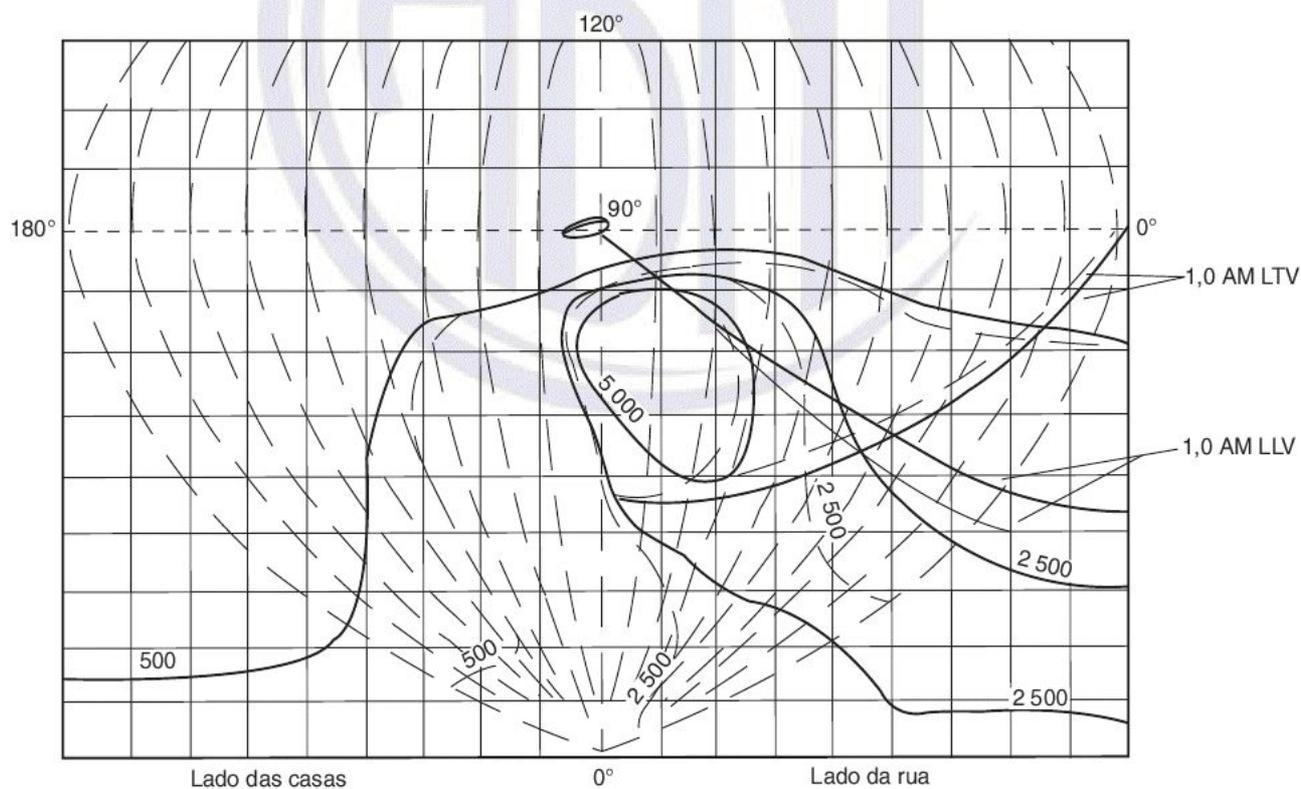


Figura A.4d – Tipo IV – Limites recomendados para distribuição lateral de luz representados em projeção retangular (representação de uma esfera)

Figura A.4 (continuação)



NOTA Para o sistema retangular, as linhas indicadas são cheias enquanto que para o senoidal são tracejadas.

Figura A.5 – Superposição da representação senoidal sobre um sistema retangular mostrando as formas relativas das linhas de isocandelas e das linhas longitudinais e transversais da via

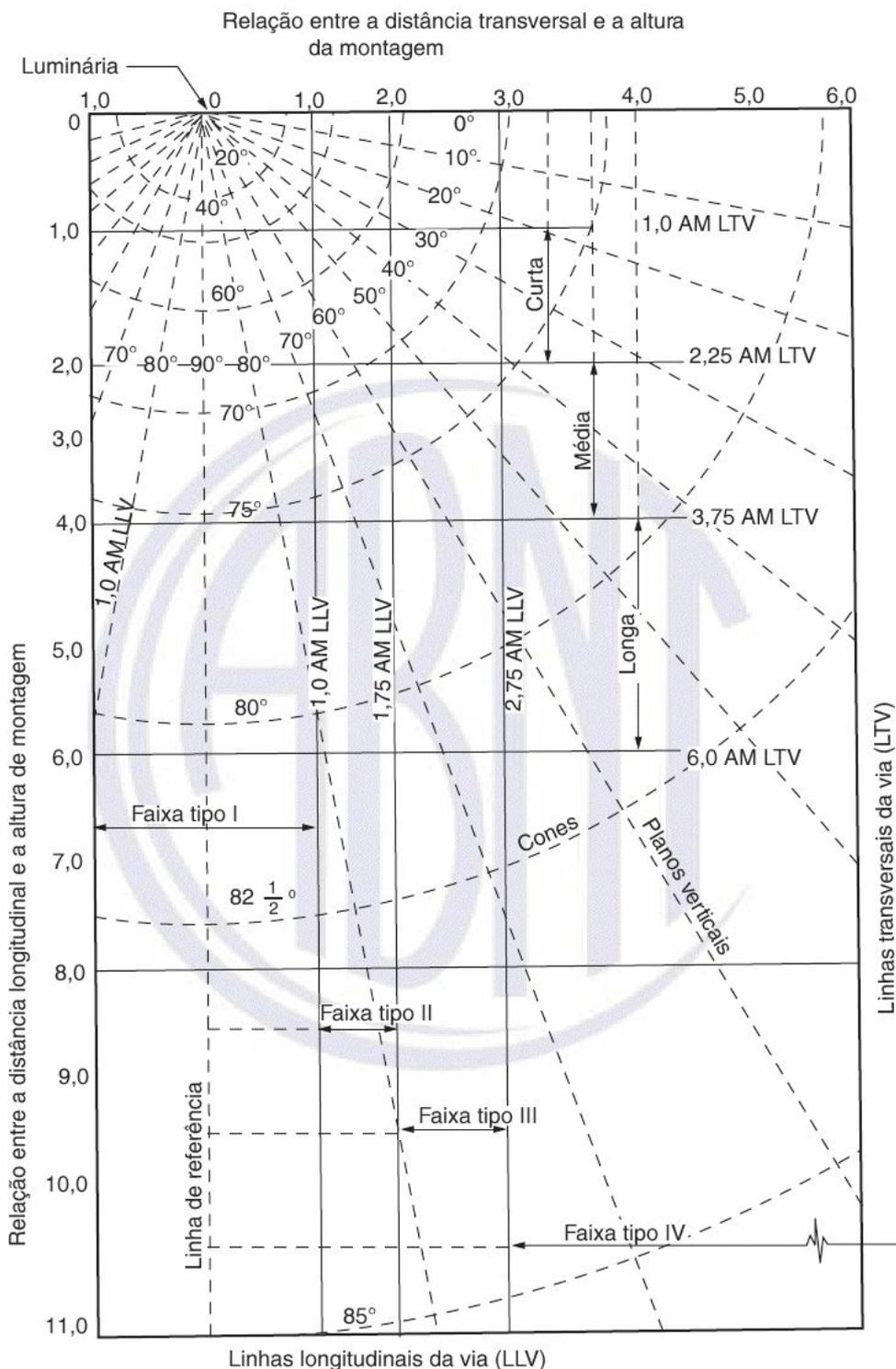


Figura A.6 – Vista em planta de uma via com os diferentes tipos de luminárias

ABNT NBR 5101:2012

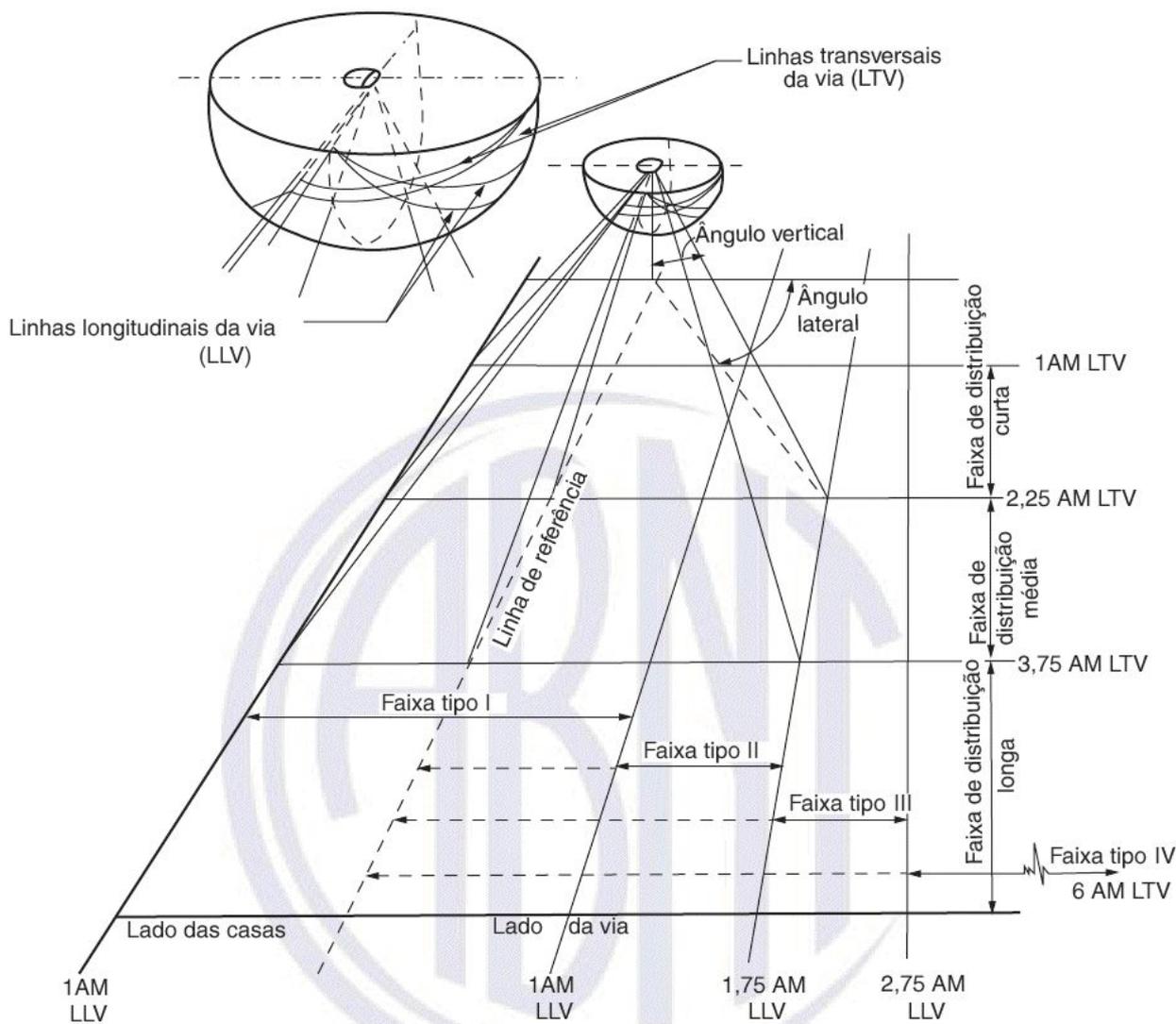
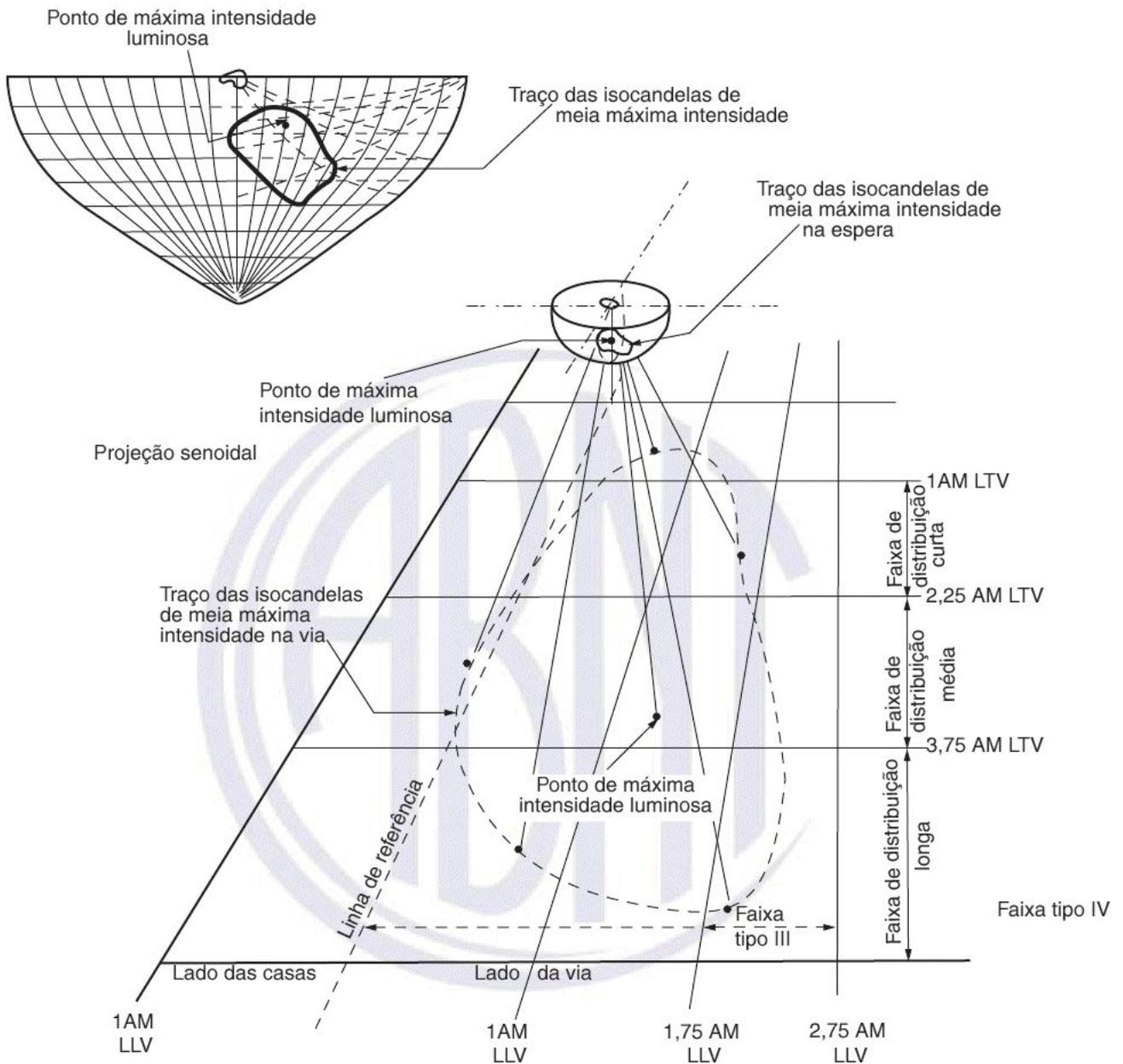


Figura A.7 – Diagrama mostrando a relação das LTV e LLV na via e na esfera imaginária, cujo centro é ocupado pela luminária

Documento gerado em 25/01/2016 18:18:53 de uso exclusivo de CHESF - CIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO



NOTA As representações senoidal e retangular da esfera são também mostradas com a máxima intensidade luminosa e traço das isocandelas de meia máxima intensidade.

Figura A.8a – Diagrama mostrando a projeção da intensidade máxima e do traço das isocandelas de meia máxima intensidade de luminária, tendo uma distribuição tipo III média, em uma esfera imaginária e na via

Figura A.8 – Projeção

Documento gerado em 25/01/2016 18:18:53 de uso exclusivo de CHESF - CIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO

ABNT NBR 5101:2012

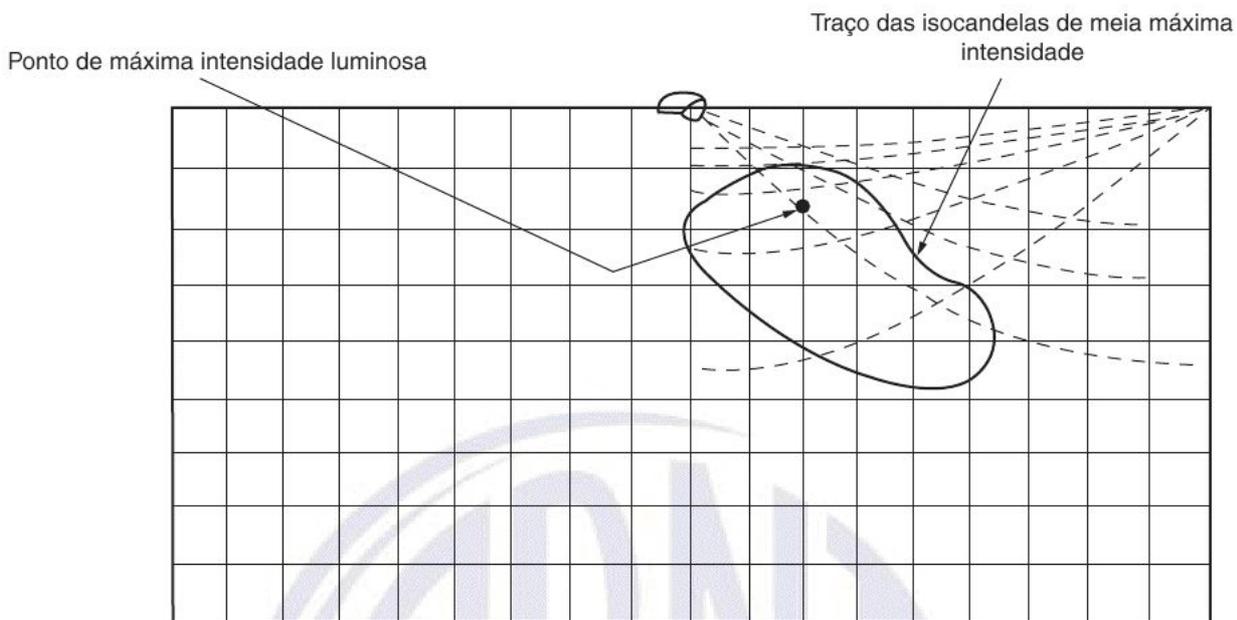


Figura A.8b – Projeção retangular

Figura A.8 (continuação)

Aspectos de iluminação

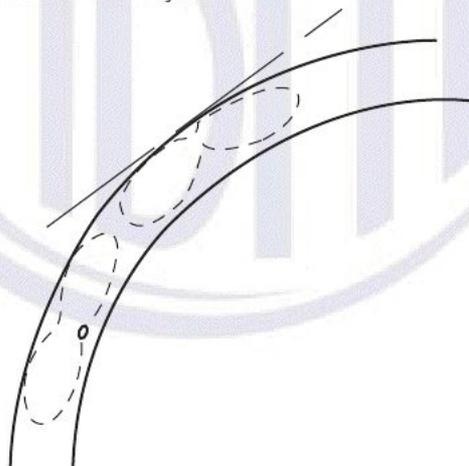


Figura A.9a – Luminárias orientadas de modo que o plano de referência seja perpendicular ao raio de curvatura da curva

Figura A.9 – Arranjos típicos para iluminação das curvas horizontais e verticais

Documento gerado em 25/01/2016 18:18:53 de uso exclusivo de CHESF - CIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO

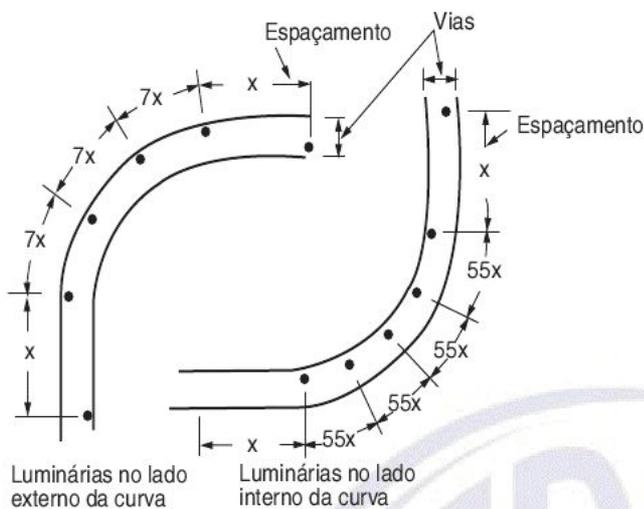


Figura A.9b – Curvas horizontais de pequeno raio

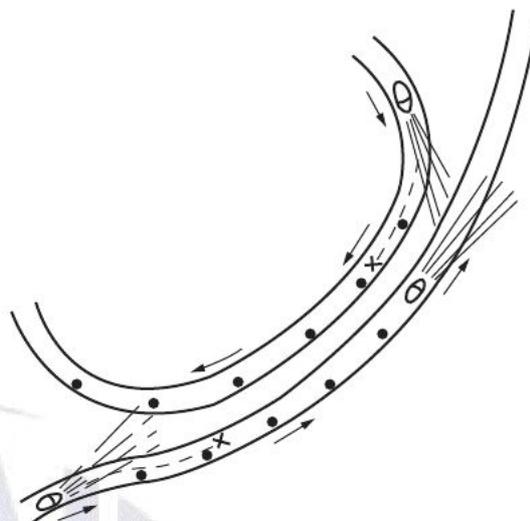


Figura A.9c – Limitação da iluminação dos faróis dos veículos

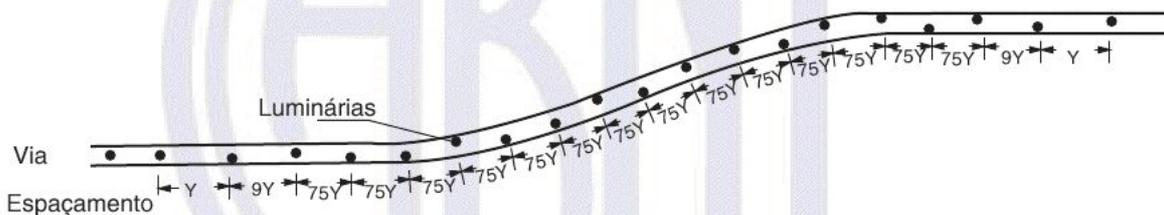


Figura A.9d – Curva horizontal com raio aproximado de 300 m sobre elevação de 2,0 cm

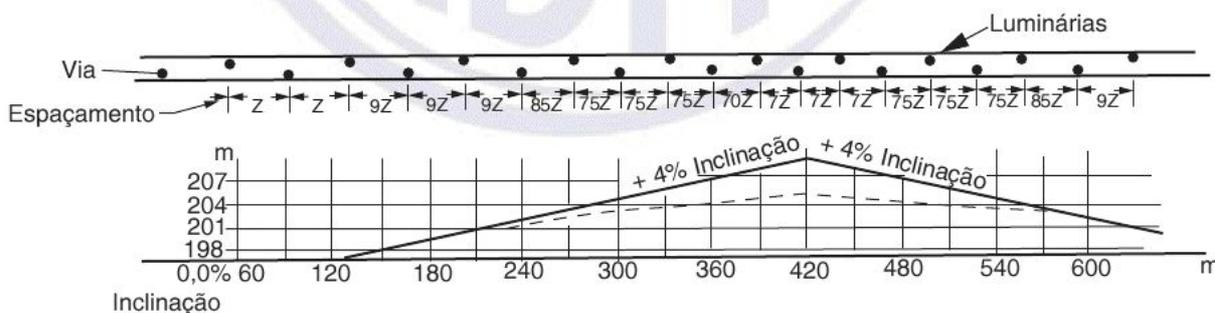


Figura A.9e – Curva vertical com 375 m de raio, 4 % de inclinação e 225 m de distância de visão

Figura A.9 (continuação)

Documento gerado em 25/01/2016 18:18:53 de uso exclusivo de CHESF - CIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO

ABNT NBR 5101:2012

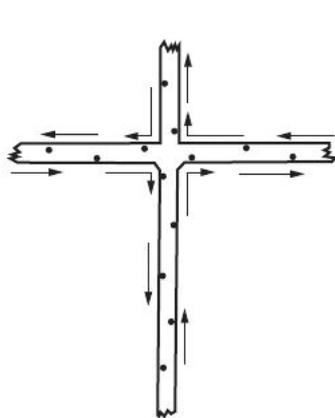


Figura A.10a – Cruzamento de nível

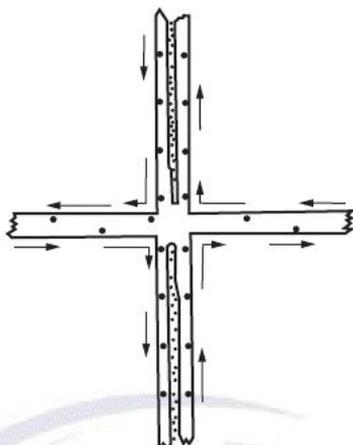


Figura A.10b – Maiores e mais complexos cruzamentos de nível

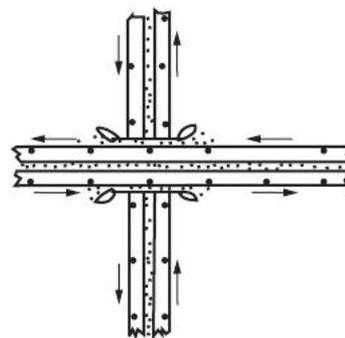


Figura A.10c – Cruzamento em dois níveis

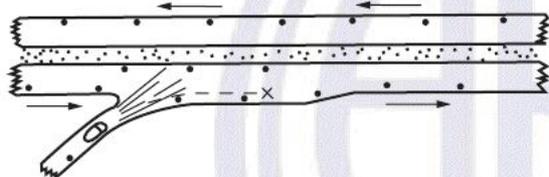


Figura A.10d – Pistas convergentes de tráfego

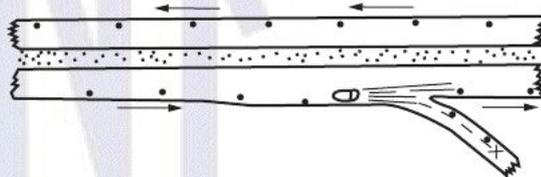


Figura A.10e – Pistas divergentes de tráfego

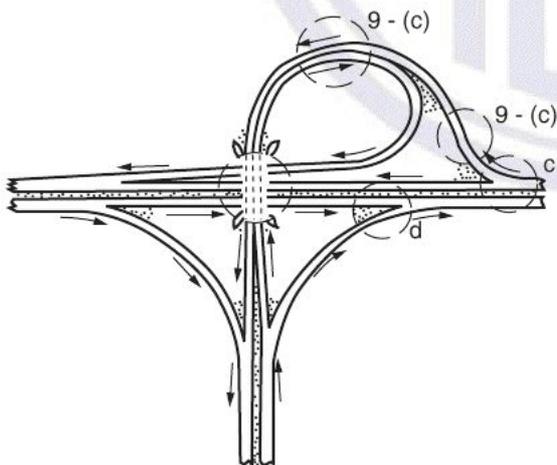


Figura A.10f – Intercâmbio de tráfego

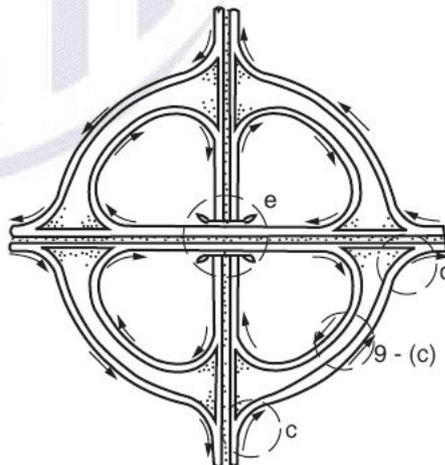


Figura A.10g – Intercâmbio de tráfego

Figura A.10 – Complexidade de vias

Documento gerado em 25/01/2016 18:18:53 de uso exclusivo de CHESF - CIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO

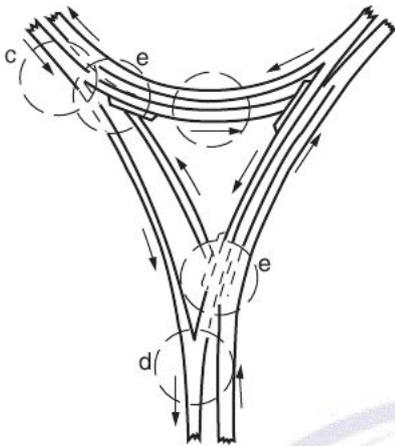


Figura A.10h – Intercâmbio de tráfego

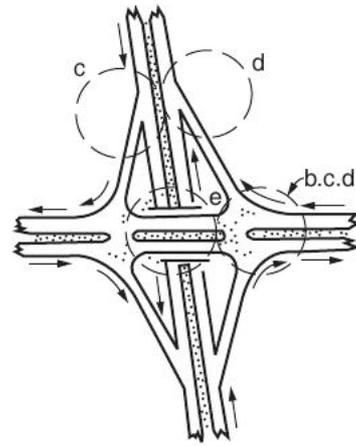


Figura A.10i – Intercâmbio de tráfego

NOTA 1 As setas indicam o sentido do fluxo de tráfego.

NOTA 2 As letras minúsculas indicam condições singulares, menos complexas, supracitadas.

Figura A.10 (continuação)

ABNT NBR 5101:2012

Iluminação necessária nas áreas traçadas

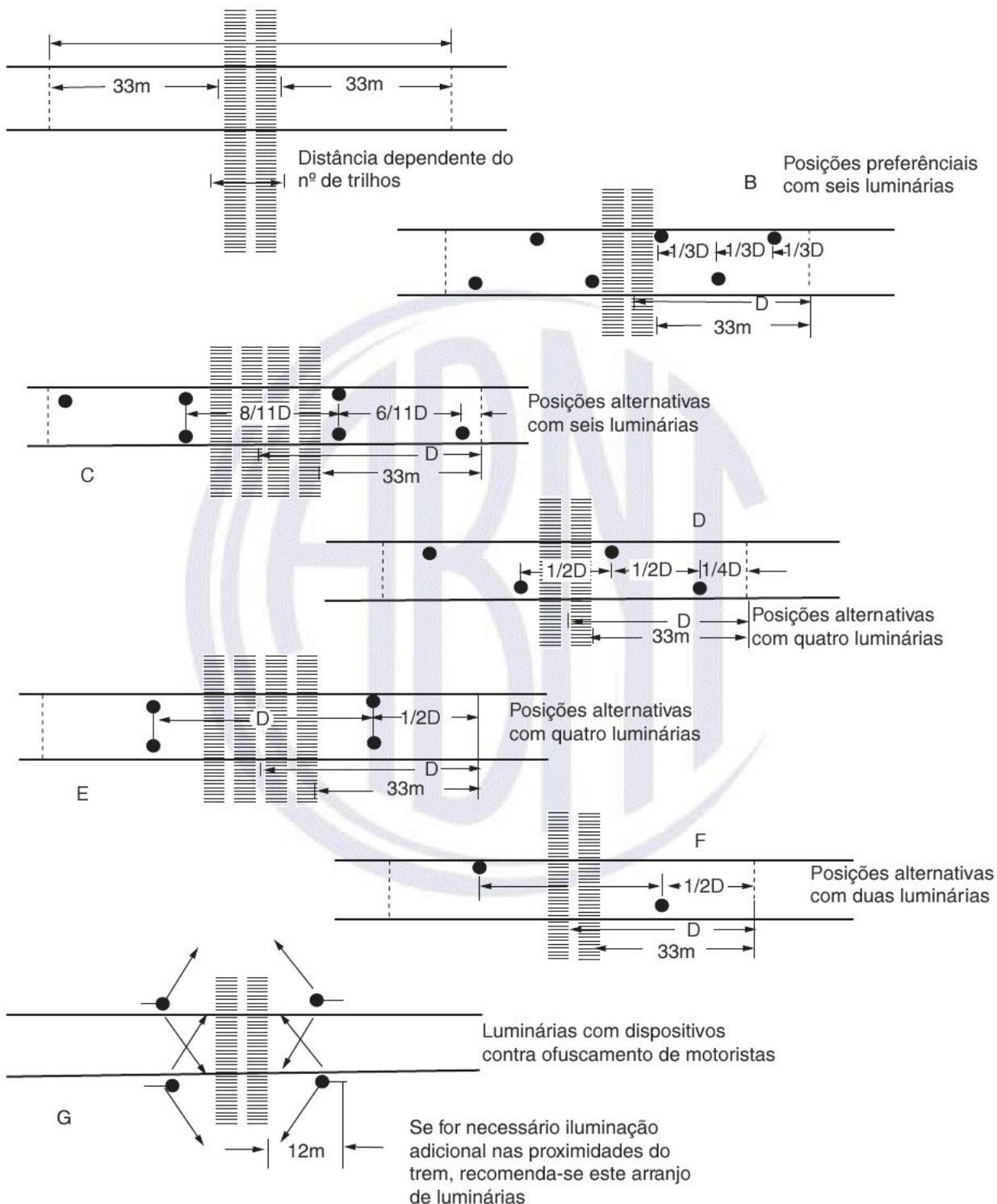


Figura A.11 – Cruzamento em nível com ferrovias

Documento gerado em 25/01/2016 18:19:38 de uso exclusivo de CHESF - CIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO

Bibliografia

- [1] ABNT NBR 5123, Relé fotoelétrico e tomada para iluminação – Especificação e método de ensaio
- [2] ABNT NBR 5125, Reator para lâmpada a vapor de mercúrio a alta pressão
- [3] ABNT NBR 5440, Transformadores para redes aéreas de distribuição – Padronização
- [4] ABNT NBR 13593, Reator e ignitor para lâmpada a vapor de sódio a alta pressão – Especificação e ensaios
- [5] ABNT NBR 15129, Luminárias para iluminação pública – Requisitos particulares
- [6] ABNT NBR IEC 60529, Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos (código IP)
- [7] ABNT NBR IEC 60598-1, Luminárias. Parte 1: Requisitos gerais e ensaios
- [8] ABNT NBR IEC 60662, Lâmpadas a vapor de sódio a alta pressão
- [9] IES – Pub. No. DG-5-94, Recommended lighting for walkways and class 1 bikeways
- [10] IES – Pub. No. RP-22-96, IESNA recommended practice for tunnel lighting
- [11] IES-LM-61, Approved guide for identifying operating factor for installed high intensity discharge (HID)
- [12] IES – Pub. No. LM-63-95, IESNA standard file format for electronic transfer of photometric data
- [13] IES – Pub. No. RP-8-00, *Roadway lighting*
- [14] IES – Pub. No. RP-20-98, Lighting for parking facilities
- [15] CIE – Pub. No. 115-1995, Recommendations for the lighting of roads and pedestrian traffic”, ISBN 3 900 734 59 3
- [16] CIE – Pub. No. 95-1992, Guide to the lighting of urban areas, ISBN 3 900 734 29 1
- [17] CIE – Pub. No. 30-2-1982 reimpressa em 1990, Calculation and measurement of luminance and illuminance in road lighting, ISBN 92 9034 030 4
- [18] CIE – Pub. No. 88-1990, Guide to the lighting of road tunnels and underpasses, ISBN 3 900 734 25 9
- [19] CIE – Pub. No. 31-1976, reimpressa em 1990, Glare and uniformity in road lighting installations,
- [20] CIE nº 84:1989, The measurement of luminous flux