



# Luminárias para Interiores

Por Rinaldo Caldeira Pinto

E suas fotometrias

Quando pensamos em fotometrias de luminárias, logo nos vem à cabeça a idéia de uma curva de distribuição de intensidades luminosas. Bom, de fato, a partir de curvas de distribuição de intensidades luminosas, em vários planos, conhecendo-se as dimensões da luminária e o fluxo luminoso das lâmpadas que serão utilizadas, podemos extrair uma série de dados importantes como: a curva zonal, a curva de luminância, o rendimento e a tabela dos coeficientes de utilização. Vamos ver então como obtê-la em laboratório.

## Equipamentos

### O luxímetro

O luxímetro é um instrumento utilizado para medir iluminância (lux). Iluminância é a relação entre a quantidade de fluxo luminoso (lúmen) que atinge determinada superfície pela sua área. A iluminância lida pelo luxímetro é diretamente proporcional à intensidade luminosa emitida pela fonte de luz e inversamente proporcional ao quadrado da distância que ele

se encontra desta. A partir daí, se nós quisermos saber qual a intensidade luminosa emitida por uma luminária em determinada direção basta medirmos a iluminância, com um luxímetro, nesta direção, e multiplicarmos pela distância ao quadrado.

### O goniofotômetro

O goniofotômetro é um sistema de medição composto por um goniômetro e um luxímetro. Existem vários tipos de goniofotômetros: os de espelho, os que movem a luminária em torno de uma posição fixa da fotocélula (fotoelemento do luxímetro), os que movem a fotocélula em torno da luminária, etc. O princípio básico é sempre o mesmo: obter qualquer posicionamento entre fotocélula e luminária, de modo que possamos determinar a intensidade luminosa em qualquer direção que se queira.

### Os sistemas de planos

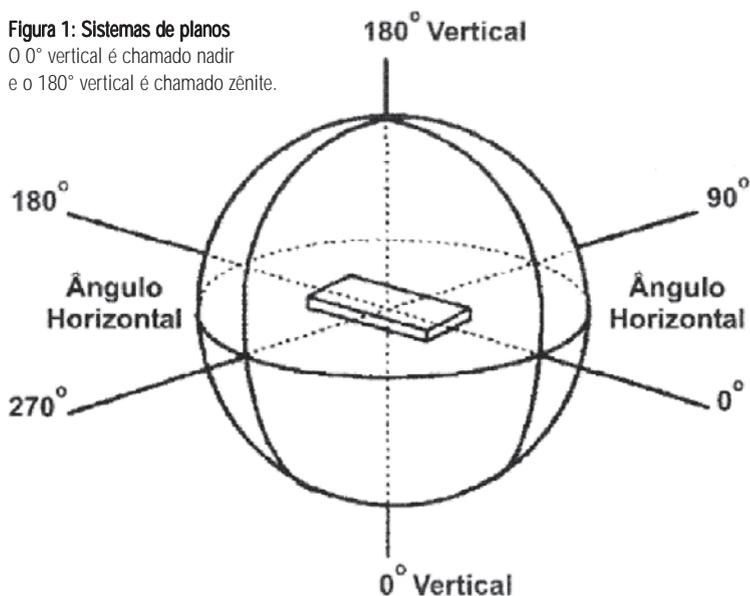
As fotometrias de luminárias são realizadas conforme sistemas de planos padronizados para facilitar sua interpretação. O sistema de planos mais utilizado para luminárias é o que está representado na Figura 1.

## A curva de distribuição de intensidades luminosas

Na Figura 2 temos um exemplo de duas curvas de distribuição de intensidades luminosas levantadas para uma luminária para lâmpada fluorescente tubular.

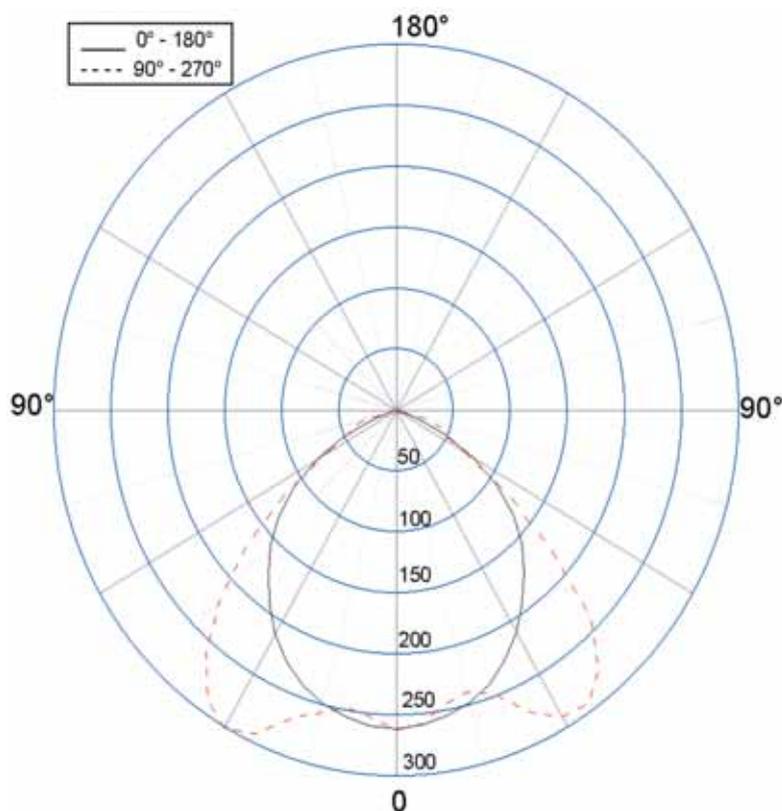
A linha contínua se refere ao plano que corta a luminária no sentido dos comprimentos das lâmpadas. A linha tracejada refere-se ao plano que corta a luminária no sentido transversal, dividindo o comprimento das lâmpadas ao meio. Embora representemos as duas curvas num mesmo plano, temos que lembrar que no espaço estas curvas formam um ângulo de 90°. Podemos levantar a curva de uma luminária em qualquer plano horizontal e não apenas nestes dois. Geralmente as curvas são dadas nestes dois planos mas, para determinarmos a curva zonal, o rendimento e a tabela dos coeficientes de utilização é recomendado que sejam levantadas curvas em outros planos horizontais.

**Figura 1: Sistemas de planos**  
O 0° vertical é chamado nadir e o 180° vertical é chamado zênite.



Podemos observar que os valores são dados em candela por quilolúmen (cd/klm). A candela é a unidade de intensidade luminosa e o quilolúmen equivale a 1.000 lúmens (unidade de fluxo luminoso). Para chegarmos nestes valores, em laboratório, basta dividirmos os valores de intensidade luminosa determinados em cada direção pela soma dos fluxos luminosos das lâmpadas. Isto facilita a utilização da curva, pois o usuário saberá,

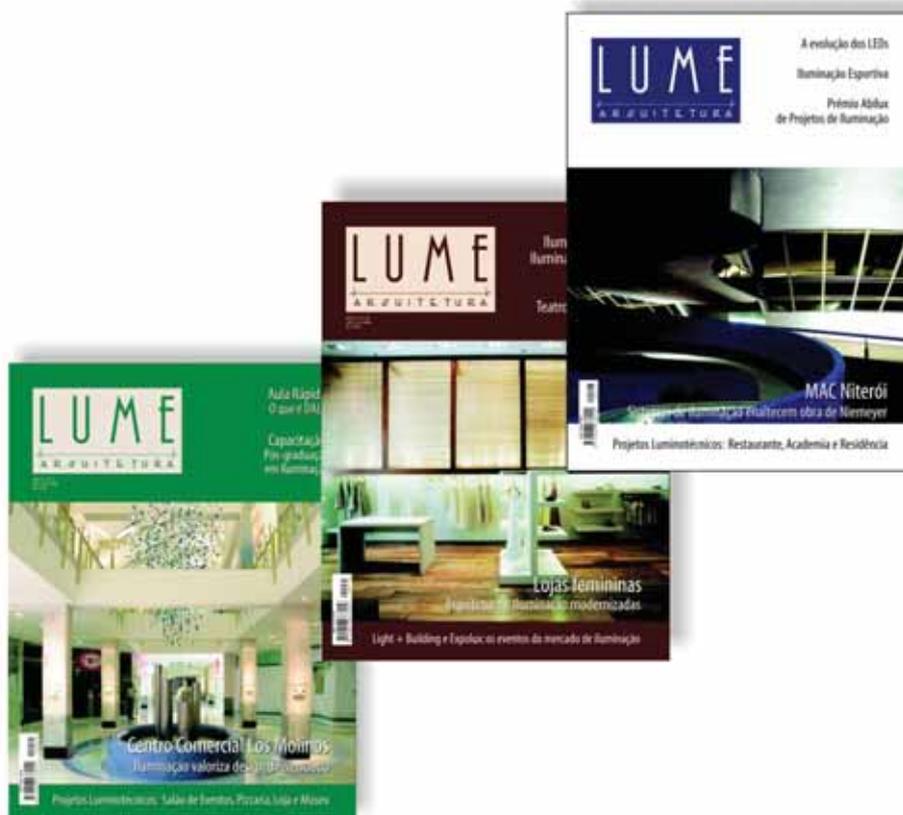
**Figura 2:**  
Curva de distribuição de intensidades luminosas em dois planos ortogonais para uma luminária de duas lâmpadas fluorescentes tubulares (valores em cd/klm).



Anuncie

## Lume Arquitetura. Os melhores clientes são os que têm acesso à melhor informação.

*Um profissional bem informado reconhece o que é tradição, sem ter medo do novo. Conhecimento é poder. Por isso, Lume Arquitetura é lida pelos melhores profissionais do mercado. São arquitetos, lighting designers, engenheiros, pessoas interessadas em conhecer o produto ou serviço que você tem a oferecer. Anuncie em Lume Arquitetura e ganhe visibilidade na melhor revista do segmento de iluminação.*



Publicidade Lume Arquitetura

(11) 3801 3497

publicidade@lumearquitetura.com.br

ou no nosso site: [www.lumearquitetura.com.br](http://www.lumearquitetura.com.br)

LUME  
ARQUITETURA

A melhor informação sobre iluminação

Anuncie

## Lume Arquitetura. Os melhores clientes são os que têm acesso à melhor informação.

*Um profissional bem informado reconhece o que é tradição, sem ter medo do novo. Conhecimento é poder. Por isso, Lume Arquitetura é lida pelos melhores profissionais do mercado. São arquitetos, lighting designers, engenheiros, pessoas interessadas em conhecer o produto ou serviço que você tem a oferecer. Anuncie em Lume Arquitetura e ganhe visibilidade na melhor revista do segmento de iluminação.*



### Publicidade Lume Arquitetura

(11) 3801 3497

publicidade@lumearquitetura.com.br

ou no nosso site: [www.lumearquitetura.com.br](http://www.lumearquitetura.com.br)

LUME  
ARQUITETURA

A melhor informação sobre iluminação



Um futuro programa de certificação provavelmente exigirá que luminárias tenham fotometrias realizadas em laboratórios acreditados pela INMETRO.

em cada direção, a intensidade para cada klm do fluxo das lâmpadas. Desta forma a curva se torna genérica. Basta multiplicar a soma dos fluxos luminosos das lâmpadas que serão utilizadas, em klm, pelo valor obtido da curva, para obtermos o valor da intensidade luminosa numa dada direção.

### Condições para Testes de Luminárias Fluorescentes

Em seguida, vamos dar uma série de exemplos de condições a serem estabelecidas para a realização de fotometrias de luminárias para interiores equipadas com lâmpadas fluorescentes tubulares. Cabe ressaltar que antes da realização de qualquer ensaio deve-se consultar um procedimento completo sobre o assunto. Optamos por exemplificar condições aplicáveis a luminárias fluorescentes tubulares. Para luminárias equipadas com outros tipos de fontes consultar um procedimento.

#### Características da alimentação elétrica

- Os reatores devem ser operados nas suas tensões e frequências nominais;
- A fonte de alimentação não deve ter mais do que 3% de distorção harmônica em relação à fundamental;
- A tensão de alimentação deve ser mantida com uma variação dentro de 0,2% durante a realização do ensaio.

#### Características dos equipamentos

##### Lâmpadas para ensaio

As lâmpadas escolhidas para o ensaio devem

ter fluxo luminoso constante e aparência homogênea, do revestimento e de cor, de ponta a ponta. Para luminárias equipadas com mais de uma lâmpada, o fluxo luminoso das lâmpadas não deve diferir mais do que  $\pm 1,5\%$ , quando operadas com o mesmo circuito sob a mesma alimentação.

A distribuição de intensidades luminosas das lâmpadas de ensaio deve ser checada tanto no sentido longitudinal como no transversal. No sentido transversal recomenda-se que sejam medidos quatro pontos, separados de  $90^\circ$ , num plano que divida o comprimento da lâmpada ao meio. Os valores obtidos não devem apresentar variação superior à  $\pm 2\%$ . Sugerimos a verificação através da seguinte equação:

$$U = \frac{2(I_{\text{máx}} - I_{\text{mín}})}{(I_{\text{máx}} + I_{\text{mín}})}$$

onde: **U** = uniformidade;

**I<sub>máx</sub>** = máxima leitura obtida em torno da lâmpada; e,

**I<sub>mín</sub>** = mínima leitura obtida em torno da lâmpada.

Obs.: Se U exceder 4% a lâmpada deverá ser rejeitada.

Recomenda-se um período de sazonalização de 100 horas para qualquer lâmpada à descarga.

### Equipamento Fotométrico

#### O Sistema Fotométrico

O sistema fotométrico deverá ser calibrado de modo a ter rastreabilidade nas medições. Os ajustes de ângulos devem ter repetibilidade dentro de  $\pm 1/4$  de grau.

#### Fotocélulas

Recomenda-se que as fotocélulas tenham uma resposta espectral dentro de 1,0% da curva  $V(\lambda)$  (curva de resposta do olho humano para visão diurna). As fotocélulas de Silício são recomendadas porque apresentam baixo ruído, sensibilidade, excelente linearidade e estabilidade, e resposta rápida.

#### Condições Gerais de Teste

As luminárias e lâmpadas devem estar limpas para a realização dos testes.

### Luz Refletida

Deve-se tomar o devido cuidado com os raios de luz que partem em direções diferentes da fotocélula e que, por reflexão, atingem a mesma. A colocação de anteparos é sempre bem-vinda para evitar este tipo de erro de ensaio. Os cuidados com os materiais utilizados para revestimento do túnel fotométrico também são válidos. Sugere-se que as paredes, teto e piso do túnel sejam pintados de tinta de cor preto fosco ou cobertos com veludo preto.

### Temperatura Ambiente

Salvo especificação contrária, os ensaios devem ser realizados à temperatura ambiente de  $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$ . A temperatura pode ter influência significativa se estivermos trabalhando com lâmpadas à descarga.

Deve-se tomar cuidado com as correntes de ar. A máxima corrente de ar recomendada é de 0,08 m/s.

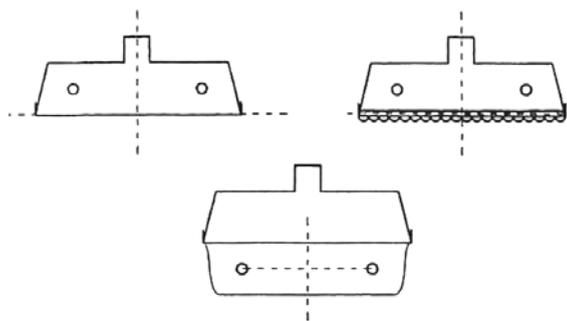


Figura 3:  
Centro Fotométrico  
de Luminárias

### Estabilização da Luminária

Podemos considerar que a lâmpada ou a luminária já estão estabilizadas se após três determinações de intensidade numa mesma direção, espaçadas de 15 min, os valores não apresentarem variação superior a 0,5 %.

### Procedimento de Teste

#### Centro Fotométrico da Luminária

Na Figura 3 temos alguns exemplos de definição de centros fotométricos de luminárias.

# Anuncie

## Lume Arquitetura. Os melhores clientes são os que têm acesso à melhor informação.



*Um profissional bem informado reconhece o que é tradição, sem ter medo do novo. Conhecimento é poder. Por isso, Lume Arquitetura é lida pelos melhores profissionais do mercado. São arquitetos, lighting designers, engenheiros, pessoas interessadas em conhecer o produto ou serviço que você tem a oferecer. Anuncie em Lume Arquitetura e ganhe visibilidade na melhor revista do segmento de iluminação.*

**Publicidade Lume Arquitetura**

(11) 3801 3497

publicidade@lumearquitectura.com.br

ou no nosso site: [www.lumearquitectura.com.br](http://www.lumearquitectura.com.br)

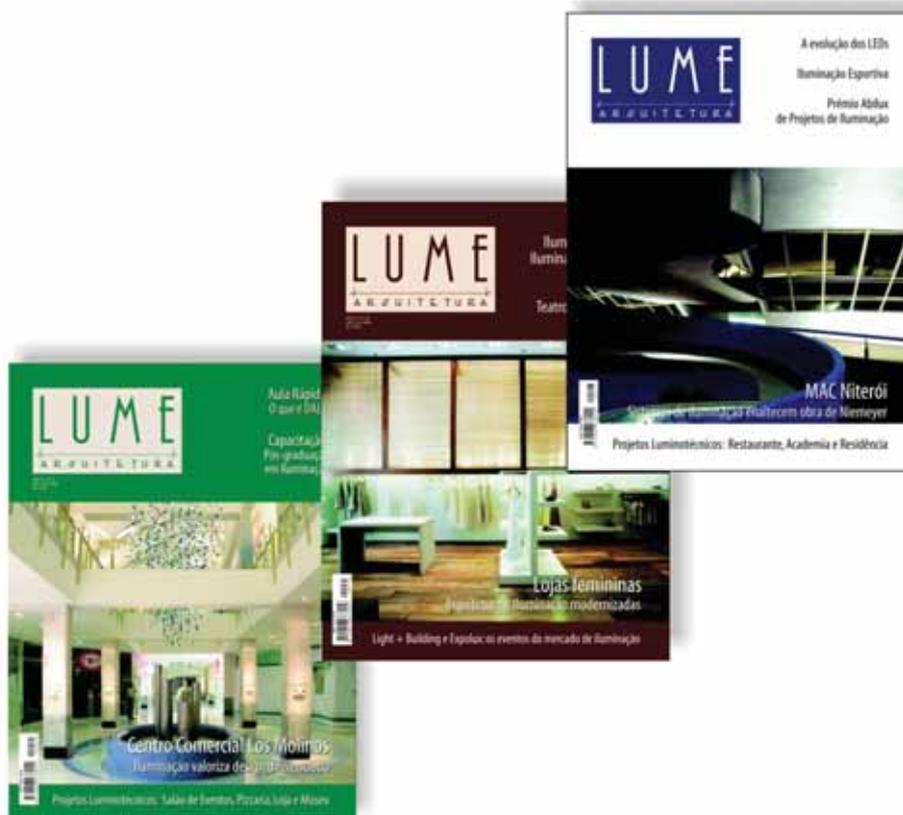
**L U M E**  
ARQUITETURA

A melhor informação sobre iluminação

Anuncie

## Lume Arquitetura. Os melhores clientes são os que têm acesso à melhor informação.

*Um profissional bem informado reconhece o que é tradição, sem ter medo do novo. Conhecimento é poder. Por isso, Lume Arquitetura é lida pelos melhores profissionais do mercado. São arquitetos, lighting designers, engenheiros, pessoas interessadas em conhecer o produto ou serviço que você tem a oferecer. Anuncie em Lume Arquitetura e ganhe visibilidade na melhor revista do segmento de iluminação.*



Publicidade Lume Arquitetura

(11) 3801 3497

publicidade@lumearquitetura.com.br

ou no nosso site: [www.lumearquitetura.com.br](http://www.lumearquitetura.com.br)

LUME  
ARQUITETURA

A melhor informação sobre iluminação

O centro fotométrico é o ponto onde os eixos do sistema se cruzam. De um modo geral, podemos dizer que, quando a lâmpada é aparente na luminária utilizamos como centro o próprio centro da lâmpada ou um plano que o contenha e, quando a lâmpada não aparece, utilizamos como referência o maior plano por onde a luz emerge da luminária.

#### Distância de Teste

A distância de teste é a distância entre a fotocélula e o centro fotométrico da lâmpada ou luminária. Recomenda-se que esta distância seja no mínimo de 7 vezes a maior dimensão da área luminosa da luminária. Quando este valor resultar menor do que 3 metros, deve-se utilizar no mínimo 3 metros.

#### Conclusão

Podemos ver que existem várias condições a serem estabelecidas para a boa realização da fotometria de uma luminária. É importante saber

se as fotometrias das luminárias que estamos utilizando foram realizadas conforme estas condições. Uma boa dica é exigir fotometrias realizadas em laboratórios acreditados pelo INMETRO. Um futuro programa de certificação de luminárias provavelmente exigirá que estas possuam dados levantados por esses laboratórios. Seguir os procedimentos de ensaio significa obter valores mais próximos da realidade e um melhor resultado no projeto. ◀

*Rinaldo Caldeira Pinto é Eng. da Seção Técnica de Fotometria do IEE/USP. Está elaborando tese de mestrado sobre métodos de medição de fluxo luminoso no Programa Integrado de Pós-graduação em Energia da USP. Participa das comissões do COBEI/ABNT na elaboração de normas do setor de iluminação.*

*A Seção Técnica de Fotometria do IEE/USP realiza ensaios de fotometria de luminárias, lâmpadas, semáforos, etc., possuindo acreditação junto ao INMETRO.  
rinaldo@iee.usp.br*

## Anuncie

## Lume Arquitetura. Os melhores clientes são os que têm acesso à melhor informação.



*Um profissional bem informado reconhece o que é tradição, sem ter medo do novo. Conhecimento é poder. Por isso, Lume Arquitetura é lida pelos melhores profissionais do mercado. São arquitetos, lighting designers, engenheiros, pessoas interessadas em conhecer o produto ou serviço que você tem a oferecer. Anuncie em Lume Arquitetura e ganhe visibilidade na melhor revista do segmento de iluminação.*

**Publicidade Lume Arquitetura**

(11) 3801 3497

publicidade@lumearquitectura.com.br

ou no nosso site: [www.lumearquitectura.com.br](http://www.lumearquitectura.com.br)

**L U M E**  
ARQUITETURA

A melhor informação sobre iluminação