

# Métodos de Cálculo para Projetos de Iluminação

Dois métodos de cálculo, apresentados pelo IES, são comumente utilizados para os projetos de iluminação de áreas de trabalho:

1. método dos lúmens;
2. método do ponto a ponto.

Existem no mercado, para execução dos cálculos para projetos de iluminação, diversos programas computacionais de uso livre (DIALux, CALCULUX etc.) e de uso proprietário (AGI 32, entre outros).

Neste item, para fins didáticos e para desenvolvimento de projetos de pequeno porte de maneira expedita, apresentamos uma metodologia resumida dos métodos de cálculo acima indicados.

## Definições para projeto

Em complementação às definições apresentadas no item 13.7, e de acordo com as referências citadas, a seguir são apresentadas definições importantes para o desenvolvimento dos projetos.

**Área da tarefa:** A área parcial em um local de trabalho no qual a tarefa visual está localizada e é realizada.

**Entorno imediato:** Uma zona de no mínimo 0,5 m de largura ao redor da área da tarefa dentro do campo de visão.

**Iluminância mantida ( $E_m$ ):** Valor abaixo do qual não convém que a iluminância média da superfície especificada seja reduzida.

**Plano de trabalho:** Superfície de referência definida como o plano no qual o trabalho é habitualmente realizado.

## Crítérios para projetos de iluminação

### Iluminação do ambiente

Uma boa iluminação do local de trabalho não é apenas para fornecer uma boa visualização da tarefa a ser realizada. É importante que as tarefas sejam realizadas facilmente e com conforto visual. Desta forma a iluminação deve satisfazer os aspectos quantitativos e qualitativos exigidos para a atividade.

Em geral a iluminação deve assegurar:

- conforto visual;
- a realização das tarefas de forma rápida e precisa, mesmo sob circunstâncias difíceis e durante longos períodos.

Para tanto, é preciso atentar para, entre outros, os seguintes parâmetros:

- escolher o nível de iluminância mantida ( $E_m$ ) de acordo com a Tabela abaixo;
- fazer uma distribuição adequada da luminância;
- limitar o ofuscamento;
- avaliar manutenção;
- avaliar a luz natural.

Nível de iluminância mantida  $E_m$  para algumas atividades – NBR ISO/CIE 8995-1:2013

Tipo de ambiente, tarefa ou atividade	$E_m$ lux	Observações
<b>1. Áreas gerais da edificação</b>		
Saguão de entrada	100	Nas entradas e saídas, estabelecer uma zona de transição, a fim de evitar mudanças bruscas.
Área de circulação e corredores	100	
<b>2. Padarias</b>		
Preparação e fornada	300	
Acabamento, decoração	500	

### 3. Indústria de alimentos

Corte e triagem de frutas e verduras	300
Fabricação de alimentos finos	500

### 4. Cabeleireiros

Cabeleireiro	500
--------------	-----

### 5. Subestações

Salas de controle	500
-------------------	-----

### 6. Marcenaria e indústria de móveis

Polimento, pintura, marcenaria de acabamento	750
Trabalho em máquinas de marcenaria	500

### 7. Indústria elétrica

Montagem média, por exemplo, quadros de distribuição	500
Montagem fina, por exemplo, telefone	750
Montagem de precisão, por exemplo, equipamentos de medição	1 000
Oficinas eletrônicas, ensaios, ajustes	1 500

### 8. Escritórios

Arquivamento, cópia, circulação etc.	300
Escrever, teclar, ler, processar dados	500
Estações de projeto por computador	500

### 9. Restaurantes e hotéis

Recepção/caixa/portaria	300
Restaurante, sala de jantar, sala de eventos	200
Restaurante <i>self-service</i>	200
Sala de conferência	500

### 10. Bibliotecas

Estantes	200
Área de leitura	500

### 11. Construções educacionais

Salas de aula	300
Salas de aulas noturnas, classes e educação de adultos	500
Quadro-negro	500
Salas de desenho técnico	750
Sala de aplicação e laboratórios	500
Salas dos professores	300

### 12. Locais de assistência médica

Salas de espera	200
Salas de exame em geral	500
Salas de gesso	500

$$E_m = 10\,000 \text{ lux} - 100\,000 \text{ lux}$$

Sala de cirurgia	1 000
Cavidade cirúrgica	Especial

### 13. Locais para celebração de cultos religiosos

Corpo do local	100
Cadeira, altar, púlpito	300

#### Notas:

- A iluminância mantida necessária ao ambiente de trabalho pode ser reduzida quando:
  - os detalhes da tarefa são de um tamanho excepcionalmente grande ou de alto contraste;
  - a tarefa é realizada em um tempo excepcionalmente curto.
- Em áreas de trabalho contínuo, a iluminância mantida não pode ser inferior a 200 lux.

Além desses parâmetros, devemos observar que as luminâncias de todas as superfícies são importantes e são determinadas pela refletância e pela iluminância nas superfícies. As faixas de refletâncias úteis para as superfícies internas mais importantes são:

- teto: 0,6-0,9
- paredes: 0,3-0,8
- planos de trabalho: 0,2-0,6
- piso: 0,1-0,5

É importante avaliar a uniformidade da iluminância, entendendo que a uniformidade da iluminância é a relação

entre o valor mínimo e o valor médio da iluminância. A uniformidade da iluminância na tarefa não pode ser menor que 0,7. A uniformidade da iluminância no entorno imediato não pode ser inferior a 0,5.

A iluminância do entorno imediato deve estar de acordo com a Tabela 13.5.

Valores de iluminância no entorno imediato- Clique aqui – [NBR ISO/CIE 8995-1:2013](#)

Iluminância da tarefa (lux)	Iluminância do entorno Imediato (lux)
≥ 750	500
500	300
300	200
≤ 200	Mesma iluminância da área de tarefa

### Método dos lumens

O método dos lumens consiste na determinação do fluxo luminoso total –  $\phi$ , necessário para atender ao nível de iluminância adequado para a atividade a ser executada no ambiente. Para tanto, devemos atender as etapas apresentadas a seguir.

$$\phi = \frac{S \times E_m}{u \times d} \quad \text{e} \quad n = \frac{\phi}{\varphi}$$

em que:

$\phi$  = fluxo luminoso total, em lumens;

$S$  = área do recinto, em metros quadrados;

$E_m$  = nível de iluminância mantida, em luxes (Tabela 13.4);

$u$  = fator de utilização ou coeficiente de utilização (Tabela 13.6);

$d$  = fator de depreciação ou de manutenção (Tabela 13.9);

$n$  = número de luminárias;

$\varphi$  = fluxo por luminárias, em lumens.

### Seleção da Iluminância Mantida ( $E_m$ )

Selecionamos a iluminância mantida ( $E_m$ ) a partir da atividade a ser exercida dentro do ambiente, de acordo com a Tabela 13.4.

### Escolha da Luminária e da(s) Lâmpada(s)

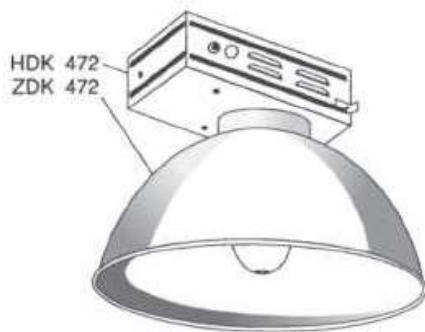
Esta etapa depende de diversos fatores, tais como: objetivo da instalação (comercial, industrial, domiciliar etc.), fatores econômicos, razões da decoração, facilidade de manutenção etc.

Para esse objetivo, torna-se indispensável a consulta de catálogos dos fabricantes.

A fim de tornar mais objetivo nosso estudo, transcreveremos a Tabela 13.6, da Philips, com as quais apresentaremos, adiante, um exemplo de cálculo de iluminância.

**Tabela 13.6** Coeficientes de utilização

HDK 472 e/ ZDK 472 – HPL-N 250W										SDK 472 e/ ZDK 472 – SON 400W									
ÍNDICE DO LOCAL K	REFLETÂNCIAS									ÍNDICE DO LOCAL K	REFLETÂNCIAS								
	751	731	711	551	531	511	331	311	000		751	731	711	551	531	511	331	311	000
0,60	0,47	0,43	0,40	0,46	0,42	0,40	0,42	0,40	0,38	0,60	0,39	0,35	0,32	0,39	0,35	0,32	0,35	0,32	0,31
0,80	0,54	0,50	0,47	0,53	0,49	0,47	0,49	0,46	0,45	0,80	0,46	0,42	0,39	0,45	0,42	0,39	0,41	0,39	0,38
1,00	0,59	0,55	0,53	0,58	0,55	0,52	0,54	0,52	0,51	1,00	0,51	0,47	0,45	0,50	0,47	0,44	0,47	0,44	0,43
1,25	0,64	0,60	0,58	0,63	0,60	0,57	0,59	0,57	0,56	1,25	0,56	0,52	0,50	0,55	0,52	0,49	0,51	0,49	0,48
1,50	0,67	0,64	0,61	0,66	0,63	0,61	0,62	0,60	0,59	1,50	0,59	0,56	0,53	0,58	0,55	0,53	0,54	0,52	0,51
2,00	0,71	0,69	0,67	0,70	0,68	0,66	0,67	0,66	0,64	2,00	0,63	0,61	0,59	0,62	0,60	0,58	0,59	0,57	0,56
2,50	0,74	0,72	0,70	0,72	0,71	0,69	0,70	0,69	0,67	2,50	0,65	0,63	0,62	0,64	0,62	0,61	0,62	0,60	0,59
3,00	0,75	0,74	0,72	0,74	0,73	0,71	0,72	0,71	0,69	3,00	0,67	0,65	0,64	0,66	0,64	0,63	0,63	0,62	0,61
4,00	0,77	0,76	0,74	0,76	0,74	0,73	0,73	0,72	0,71	4,00	0,69	0,67	0,66	0,67	0,66	0,65	0,65	0,64	0,63
5,00	0,78	0,77	0,76	0,76	0,75	0,75	0,74	0,74	0,72	5,00	0,70	0,68	0,67	0,68	0,67	0,66	0,66	0,65	0,64



C



D

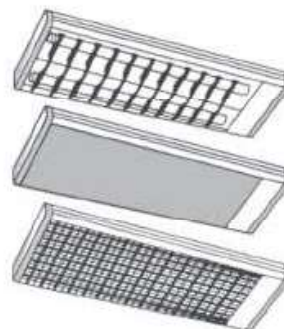
**SDK 472 c/ ZDK 473 – SON 150WTS**

**HDK 475 c/ ZDK 475 – HPL-N 250W**

ÍNDICE DO LOCAL K	REFLETÂNCIAS									ÍNDICE DO LOCAL K	REFLETÂNCIAS								
	751	731	711	551	531	511	331	311	000		751	731	711	551	531	511	331	311	000
0,60	0,52	0,48	0,45	0,51	0,48	0,45	0,47	0,45	0,44	0,60	0,34	0,29	0,25	0,34	0,28	0,25	0,28	0,25	0,23
0,80	0,58	0,54	0,51	0,57	0,53	0,51	0,53	0,51	0,50	0,80	0,42	0,36	0,32	0,41	0,36	0,32	0,35	0,32	0,30
1,00	0,62	0,59	0,56	0,61	0,58	0,56	0,58	0,56	0,54	1,00	0,48	0,43	0,38	0,47	0,42	0,38	0,41	0,38	0,36
1,25	0,66	0,63	0,61	0,65	0,62	0,60	0,62	0,60	0,59	1,25	0,54	0,48	0,44	0,52	0,48	0,44	0,47	0,44	0,42
1,50	0,69	0,66	0,64	0,68	0,65	0,63	0,65	0,63	0,62	1,50	0,58	0,53	0,49	0,56	0,52	0,49	0,51	0,48	0,46
2,00	0,73	0,71	0,69	0,72	0,70	0,68	0,69	0,68	0,66	2,00	0,63	0,59	0,56	0,62	0,58	0,55	0,57	0,55	0,53
2,50	0,76	0,74	0,72	0,74	0,73	0,71	0,72	0,71	0,69	2,50	0,67	0,64	0,61	0,65	0,62	0,60	0,61	0,59	0,57
3,00	0,77	0,76	0,74	0,76	0,75	0,74	0,74	0,73	0,71	3,00	0,70	0,66	0,64	0,68	0,65	0,63	0,64	0,62	0,60
4,00	0,79	0,78	0,77	0,77	0,77	0,76	0,75	0,75	0,73	4,00	0,72	0,70	0,68	0,71	0,69	0,67	0,67	0,66	0,64
5,00	0,80	0,79	0,78	0,78	0,78	0,77	0,76	0,76	0,74	5,00	0,74	0,72	0,70	0,72	0,71	0,69	0,69	0,68	0,66



E

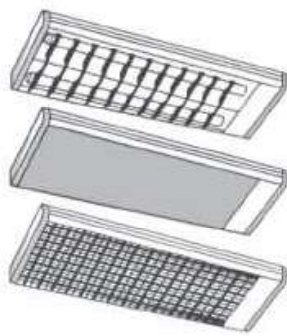


F

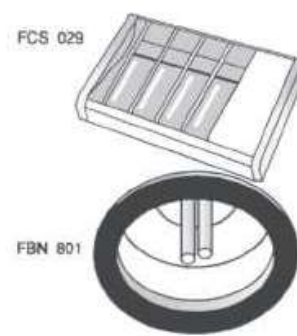
**HDK 475 c/ZDK 475 – SON 400W**

**TCS 029-D – 2 TLD 16W**

ÍNDICE DO LOCAL K	REFLETÂNCIAS									ÍNDICE DO LOCAL K	REFLETÂNCIAS								
	751	731	711	551	531	511	331	311	000		751	731	711	551	531	511	331	311	000
0,60	0,34	0,28	0,24	0,33	0,28	0,24	0,28	0,24	0,23	0,60	0,27	0,33	0,20	0,26	0,22	0,19	0,22	0,19	0,18
0,80	0,42	0,36	0,32	0,41	0,36	0,32	0,35	0,31	0,30	0,80	0,33	0,28	0,25	0,32	0,28	0,25	0,27	0,24	0,23
1,00	0,48	0,42	0,38	0,47	0,42	0,38	0,41	0,37	0,36	1,00	0,37	0,33	0,30	0,36	0,32	0,29	0,32	0,29	0,27
1,25	0,54	0,48	0,44	0,52	0,48	0,44	0,47	0,43	0,42	1,25	0,41	0,37	0,34	0,40	0,37	0,34	0,36	0,33	0,32
1,50	0,58	0,53	0,49	0,56	0,52	0,48	0,51	0,48	0,46	1,50	0,45	0,41	0,38	0,43	0,40	0,37	0,39	0,37	0,35
2,00	0,64	0,60	0,56	0,62	0,59	0,56	0,58	0,55	0,53	2,00	0,49	0,46	0,43	0,48	0,45	0,42	0,44	0,42	0,40
2,50	0,68	0,64	0,61	0,66	0,63	0,60	0,62	0,59	0,57	2,50	0,52	0,49	0,47	0,50	0,48	0,46	0,47	0,45	0,43
3,00	0,70	0,67	0,64	0,69	0,66	0,63	0,65	0,63	0,61	3,00	0,54	0,51	0,49	0,52	0,50	0,48	0,49	0,47	0,46
4,00	0,73	0,71	0,68	0,72	0,69	0,67	0,68	0,66	0,64	4,00	0,56	0,54	0,52	0,55	0,53	0,51	0,52	0,50	0,48
5,00	0,75	0,73	0,71	0,74	0,72	0,70	0,70	0,69	0,67	5,00	0,58	0,56	0,54	0,56	0,55	0,53	0,53	0,52	0,50



G



H

**FCS 029 – 2 PL\* 11W**

**TMS 500 – 1 TL 20W**

ÍNDICE DO LOCAL K	REFLETÂNCIAS								
	751	731	711	551	531	511	331	311	000
0,60	0,30	0,26	0,23	0,29	0,26	0,23	0,25	0,23	0,22
0,80	0,36	0,32	0,29	0,35	0,31	0,29	0,31	0,28	0,27
1,00	0,41	0,37	0,33	0,40	0,36	0,33	0,36	0,33	0,32
1,25	0,45	0,41	0,38	0,44	0,40	0,38	0,40	0,37	0,36
1,50	0,48	0,44	0,42	0,47	0,44	0,41	0,43	0,41	0,39
2,00	0,52	0,49	0,47	0,51	0,48	0,46	0,48	0,46	0,44
2,50	0,55	0,52	0,50	0,54	0,51	0,50	0,51	0,49	0,48
3,00	0,57	0,55	0,53	0,55	0,54	0,52	0,53	0,51	0,50
4,00	0,59	0,57	0,55	0,58	0,56	0,55	0,55	0,54	0,52
5,00	0,60	0,59	0,57	0,59	0,57	0,56	0,56	0,55	0,54

ÍNDICE DO LOCAL K	REFLETÂNCIAS								
	751	731	711	551	531	511	331	311	000
0,60	0,31	0,24	0,19	0,28	0,22	0,18	0,20	0,16	0,13
0,80	0,38	0,31	0,26	0,35	0,28	0,24	0,26	0,22	0,17
1,00	0,44	0,37	0,31	0,40	0,34	0,29	0,30	0,26	0,21
1,25	0,50	0,43	0,37	0,45	0,39	0,34	0,35	0,31	0,26
1,50	0,54	0,47	0,42	0,49	0,43	0,38	0,39	0,35	0,29
2,00	0,61	0,54	0,49	0,55	0,50	0,45	0,45	0,41	0,35
2,50	0,65	0,59	0,54	0,59	0,54	0,50	0,49	0,46	0,39
3,00	0,68	0,63	0,58	0,62	0,58	0,54	0,52	0,49	0,42
4,00	0,72	0,68	0,64	0,66	0,62	0,59	0,57	0,54	0,46
5,00	0,75	0,71	0,68	0,68	0,65	0,62	0,60	0,57	0,49



I



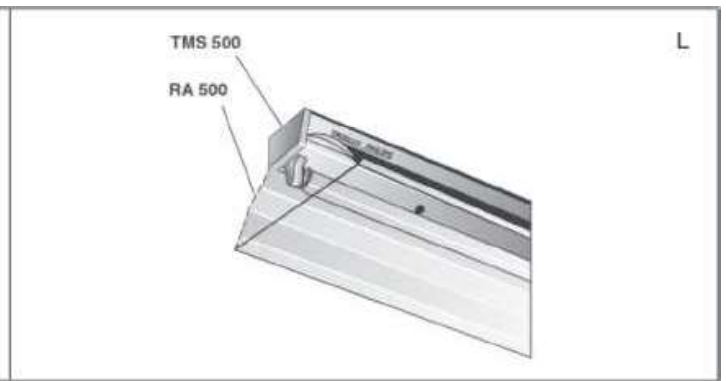
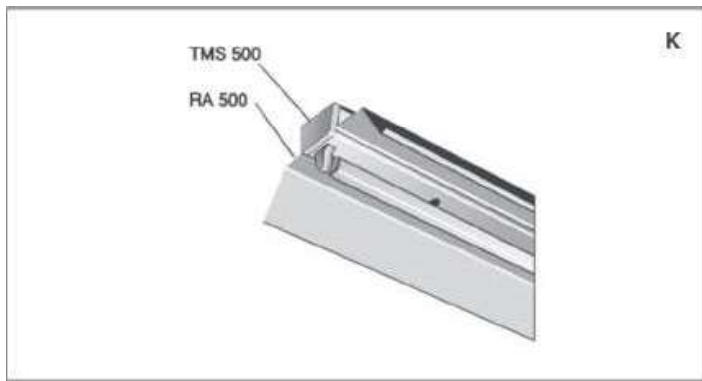
J

**TMS 500 – 2 TLD 32W**

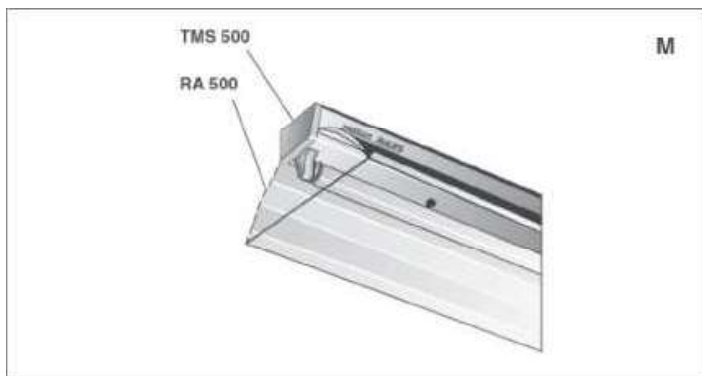
**TMS 500 c/ RN 500 – 1 TLD 16W**

ÍNDICE DO LOCAL K	REFLETÂNCIAS								
	751	731	711	551	531	511	331	311	000
0,60	0,33	0,26	0,21	0,30	0,24	0,19	0,22	0,18	0,14
0,80	0,40	0,33	0,27	0,37	0,30	0,25	0,28	0,23	0,19
1,00	0,46	0,39	0,33	0,42	0,36	0,31	0,33	0,28	0,23
1,25	0,52	0,45	0,39	0,47	0,41	0,36	0,38	0,33	0,28
1,50	0,57	0,50	0,44	0,52	0,46	0,41	0,42	0,38	0,31
2,00	0,64	0,57	0,52	0,58	0,52	0,48	0,48	0,44	0,37
2,50	0,68	0,62	0,57	0,62	0,57	0,53	0,52	0,49	0,42
3,00	0,71	0,66	0,62	0,65	0,61	0,57	0,56	0,52	0,45
4,00	0,76	0,71	0,67	0,69	0,66	0,62	0,50	0,57	0,49
5,00	0,79	0,75	0,71	0,72	0,69	0,66	0,63	0,61	0,52

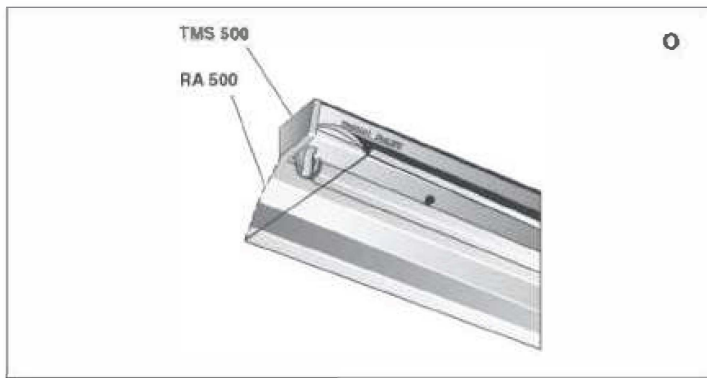
ÍNDICE DO LOCAL K	REFLETÂNCIAS								
	751	731	711	551	531	511	331	311	000
0,60	0,34	0,27	0,22	0,32	0,26	0,22	0,26	0,22	0,20
0,80	0,41	0,35	0,29	0,40	0,34	0,29	0,33	0,29	0,27
1,00	0,48	0,41	0,35	0,46	0,40	0,35	0,39	0,35	0,33
1,25	0,54	0,47	0,42	0,52	0,46	0,41	0,45	0,41	0,39
1,50	0,58	0,52	0,47	0,56	0,51	0,46	0,50	0,46	0,43
2,00	0,65	0,60	0,55	0,63	0,58	0,54	0,57	0,53	0,51
2,50	0,70	0,65	0,61	0,67	0,63	0,60	0,62	0,59	0,57
3,00	0,73	0,69	0,65	0,70	0,67	0,64	0,66	0,63	0,60
4,00	0,77	0,74	0,70	0,75	0,72	0,69	0,70	0,68	0,66
5,00	0,80	0,77	0,74	0,77	0,75	0,72	0,73	0,71	0,69



TMS 500 c/ RA 500 – 1 TLD 32W										TMS 500 – 2 TLD 16W									
ÍNDICE DO LOCAL K	REFLETÂNCIAS									ÍNDICE DO LOCAL K	REFLETÂNCIAS								
	751	731	711	551	531	511	331	311	000		751	731	711	551	531	511	331	311	000
0,60	0,44	0,38	0,34	0,43	0,38	0,34	0,38	0,34	0,33	0,60	0,31	0,25	0,21	0,27	0,22	0,18	0,19	0,16	0,12
0,80	0,52	0,46	0,42	0,51	0,46	0,42	0,45	0,42	0,40	0,80	0,39	0,32	0,27	0,33	0,28	0,24	0,24	0,21	0,15
1,00	0,59	0,53	0,49	0,57	0,52	0,49	0,52	0,48	0,46	1,00	0,44	0,38	0,33	0,38	0,33	0,29	0,29	0,25	0,19
1,25	0,64	0,59	0,55	0,63	0,58	0,55	0,58	0,54	0,52	1,25	0,50	0,44	0,39	0,43	0,38	0,34	0,33	0,30	0,22
1,50	0,69	0,64	0,60	0,67	0,63	0,59	0,62	0,59	0,57	1,50	0,54	0,48	0,43	0,47	0,42	0,38	0,36	0,33	0,25
2,00	0,75	0,71	0,67	0,73	0,70	0,67	0,69	0,66	0,64	2,00	0,60	0,55	0,50	0,52	0,48	0,44	0,41	0,38	0,29
2,50	0,79	0,75	0,72	0,77	0,74	0,71	0,73	0,71	0,69	2,50	0,64	0,60	0,55	0,56	0,52	0,49	0,45	0,42	0,32
3,00	0,81	0,78	0,76	0,79	0,77	0,75	0,76	0,74	0,72	3,00	0,67	0,63	0,59	0,58	0,55	0,52	0,47	0,45	0,34
4,00	0,84	0,82	0,80	0,82	0,80	0,79	0,79	0,78	0,75	4,00	0,71	0,67	0,64	0,62	0,59	0,56	0,51	0,49	0,37
5,00	0,86	0,84	0,82	0,84	0,82	0,81	0,81	0,80	0,77	5,00	0,73	0,70	0,67	0,64	0,61	0,59	0,53	0,51	0,39



TMS 500 – 2 TLD 32W										TMS 500 c/ RN 500 – 2 TLD 16W									
ÍNDICE DO LOCAL K	REFLETÂNCIAS									ÍNDICE DO LOCAL K	REFLETÂNCIAS								
	751	731	711	551	531	511	331	311	000		751	731	711	551	531	511	331	311	000
0,60	0,31	0,25	0,20	0,27	0,22	0,18	0,19	0,16	0,11	0,60	0,32	0,26	0,23	0,31	0,26	0,23	0,26	0,22	0,21
0,80	0,38	0,32	0,27	0,33	0,28	0,24	0,24	0,21	0,15	0,80	0,39	0,33	0,29	0,38	0,33	0,29	0,32	0,29	0,27
1,00	0,44	0,37	0,32	0,38	0,33	0,29	0,28	0,25	0,18	1,00	0,44	0,39	0,35	0,43	0,38	0,35	0,38	0,34	0,33
1,25	0,49	0,43	0,38	0,42	0,37	0,34	0,32	0,29	0,22	1,25	0,49	0,44	0,41	0,48	0,44	0,40	0,43	0,40	0,38
1,50	0,53	0,47	0,43	0,46	0,41	0,37	0,35	0,32	0,34	1,50	0,53	0,48	0,45	0,51	0,48	0,44	0,47	0,44	0,42
2,00	0,59	0,54	0,50	0,51	0,47	0,44	0,40	0,38	0,28	2,00	0,58	0,54	0,51	0,57	0,54	0,51	0,53	0,50	0,48
2,50	0,63	0,58	0,54	0,55	0,51	0,48	0,44	0,41	0,31	2,50	0,62	0,58	0,56	0,60	0,57	0,55	0,56	0,54	0,52
3,00	0,66	0,62	0,58	0,57	0,54	0,51	0,46	0,44	0,34	3,00	0,64	0,61	0,59	0,63	0,60	0,58	0,59	0,57	0,55
4,00	0,69	0,66	0,63	0,60	0,58	0,55	0,50	0,48	0,36	4,00	0,67	0,65	0,63	0,65	0,63	0,62	0,62	0,61	0,59
5,00	0,72	0,69	0,66	0,62	0,60	0,58	0,52	0,50	0,38	5,00	0,69	0,67	0,65	0,67	0,65	0,64	0,64	0,63	0,61



O

TMS 500 c/ RN 500 – 2 TL 65W										TCW 502 – 2 TL 40W									
ÍNDICE DO LOCAL K	REFLETÂNCIAS									ÍNDICE DO LOCAL K	REFLETÂNCIAS								
	751	731	711	551	531	511	331	311	000		751	731	711	551	531	511	331	311	000
0,60	0,29	0,25	0,21	0,29	0,24	0,21	0,24	0,21	0,20	0,60	0,23	0,19	0,15	0,22	0,18	0,15	0,17	0,14	0,13
0,80	0,36	0,31	0,27	0,35	0,30	0,27	0,30	0,27	0,25	0,80	0,29	0,24	0,20	0,27	0,33	0,19	0,22	0,19	0,17
1,00	0,41	0,36	0,32	0,40	0,35	0,32	0,35	0,32	0,30	1,00	0,33	0,28	0,24	0,31	0,27	0,23	0,26	0,23	0,26
1,25	0,45	0,41	0,37	0,44	0,40	0,37	0,39	0,37	0,35	1,25	0,37	0,32	0,28	0,35	0,31	0,28	0,30	0,27	0,24
1,50	0,49	0,44	0,41	0,47	0,44	0,41	0,43	0,40	0,39	1,50	0,40	0,36	0,32	0,38	0,34	0,31	0,33	0,30	0,27
2,00	0,54	0,50	0,47	0,52	0,49	0,47	0,48	0,46	0,44	2,00	0,45	0,41	0,37	0,43	0,39	0,36	0,38	0,35	0,32
2,50	0,57	0,54	0,51	0,55	0,53	0,50	0,52	0,50	0,48	2,50	0,48	0,45	0,41	0,46	0,43	0,40	0,41	0,39	0,36
3,00	0,59	0,54	0,54	0,58	0,55	0,53	0,54	0,53	0,51	3,00	0,51	0,47	0,44	0,48	0,45	0,43	0,43	0,41	0,38
4,00	0,62	0,59	0,57	0,60	0,58	0,57	0,57	0,56	0,54	4,00	0,53	0,51	0,48	0,51	0,49	0,46	0,46	0,45	0,42
5,00	0,63	0,61	0,60	0,62	0,60	0,59	0,59	0,58	0,56	5,00	0,55	0,53	0,51	0,53	0,51	0,49	0,49	0,47	0,44



P

TCH 751 – 2 TL 40W										TCH 751 – 4 TL 40W									
ÍNDICE DO LOCAL K	REFLETÂNCIAS									ÍNDICE DO LOCAL K	REFLETÂNCIAS								
	751	731	711	551	531	511	331	311	000		751	731	711	551	531	511	331	311	000
0,60	0,27	0,21	0,17	0,26	0,21	0,17	0,20	0,17	0,15	0,60	0,24	0,19	0,16	0,23	0,19	0,16	0,18	0,16	0,14
0,80	0,33	0,27	0,23	0,31	0,26	0,22	0,25	0,22	0,20	0,80	0,29	0,24	0,21	0,28	0,24	0,21	0,23	0,29	0,19
1,00	0,37	0,32	0,28	0,36	0,31	0,27	0,30	0,26	0,24	1,00	0,33	0,29	0,25	0,32	0,28	0,25	0,27	0,24	0,23
1,25	0,42	0,37	0,32	0,40	0,35	0,32	0,34	0,31	0,29	1,25	0,37	0,33	0,30	0,36	0,32	0,29	0,31	0,28	0,27
1,50	0,46	0,41	0,36	0,44	0,39	0,35	0,38	0,35	0,32	1,50	0,40	0,36	0,33	0,39	0,35	0,32	0,34	0,32	0,30
2,00	0,51	0,46	0,43	0,49	0,45	0,41	0,43	0,40	0,38	2,00	0,45	0,41	0,38	0,43	0,40	0,37	0,39	0,37	0,34
2,50	0,55	0,56	0,47	0,52	0,49	0,46	0,47	0,44	0,42	2,50	0,48	0,45	0,42	0,46	0,43	0,41	0,42	0,40	0,38
3,00	0,57	0,53	0,50	0,55	0,51	0,49	0,50	0,47	0,44	3,00	0,50	0,47	0,44	0,48	0,46	0,43	0,44	0,42	0,40
4,00	0,60	0,57	0,54	0,58	0,55	0,53	0,53	0,51	0,48	4,00	0,52	0,50	0,48	0,50	0,48	0,47	0,47	0,45	0,43
5,00	0,62	0,60	0,57	0,60	0,58	0,55	0,56	0,54	0,51	5,00	0,54	0,52	0,50	0,52	0,50	0,49	0,49	0,47	0,45

### Determinação do Índice do Local

Este índice relaciona as dimensões do recinto, comprimento, largura e altura de montagem, ou seja, altura da luminária em relação ao plano do trabalho de acordo com o tipo de iluminação (direta, semidireta, indireta e semi-indireta). É dado por

$$k = \frac{cl}{h_m(c+l)}$$

em que:



$c$  = comprimento do local;

$l$  = largura do local;

$h_m$  = altura de montagem da luminária (distância da fonte de luz ao plano de trabalho ou distância do teto ao plano de trabalho).

### **Determinação do Coeficiente de Utilização**

De posse do índice do local, estamos em condições de achar o coeficiente de utilização. Este coeficiente relaciona o fluxo luminoso inicial emitido pela luminária (fluxo total) e o fluxo recebido no plano de trabalho (fluxo útil); por isso, o coeficiente depende das dimensões do local, da cor do teto, das paredes e do acabamento das luminárias.

Para encontrar o coeficiente de utilização, precisamos entrar na tabela com a refletância dos tetos, paredes e pisos. A refletância é dada pela Tabela 13.7, a seguir:

**Tabela 13.7** Índice de reflexão típica

Índice	Reflexão	Significado
1	10 %	Superfície escura
3	30 %	Superfície média
5	50 %	Superfície clara
7	70 %	Superfície branca

Exemplo de aplicação da tabela:

A refletância 571 significa que:

- o teto tem superfície clara;
- a parede é branca;
- o piso é escuro.

### **Determinação do Fator de Manutenção de Referência**

Este fator, também chamado fator de manutenção, relaciona o fluxo emitido no fim do período de manutenção da luminária e o fluxo luminoso inicial da mesma.

É evidente que, quanto melhor for a manutenção das luminárias (limpeza e substituições mais frequentes das lâmpadas), mais alto será esse fator, porém mais dispendioso.

A Tabela 13.8 apresenta, para referência, o fator de reflexão de alguns materiais.

**Tabela 13.8** Fator de reflexão de materiais iluminados com luz branca

Estuque novo	0,70-0,80	Chapa de fibra de madeira velha	0,30-0,40
Estuque velho	0,30-0,60	Madeira clara	0,55-0,65
Tinta branca a água	0,65-0,75	Carvalho envernizado, cor clara	0,40-0,50
Tinta branca a óleo	0,75-0,85	Carvalho envernizado, cor escura	0,51-0,40
Tinta de alumínio	0,60-0,75	Imbuia	0,10-0,30
Concreto novo	0,40-0,50	Jacarandá	0,10-0,30
Concreto velho	0,05-0,15	Cabriúva	0,20-0,40
Tijolo novo	0,10-0,30	Cedro	0,20-0,40
Tijolo velho	0,05-0,15	Pau-marfim	0,20-0,40
Chapa de fibra de madeira nova	0,50-0,60	Cerejeira	0,20-0,40

O fator de manutenção de referência é determinado pela Tabela 13.9, a seguir:

**Tabela 13.9** Exemplos de fatores de manutenção para sistemas de iluminação de interiores com lâmpadas fluorescentes – NBR ISO/CIE 8995-1:2013

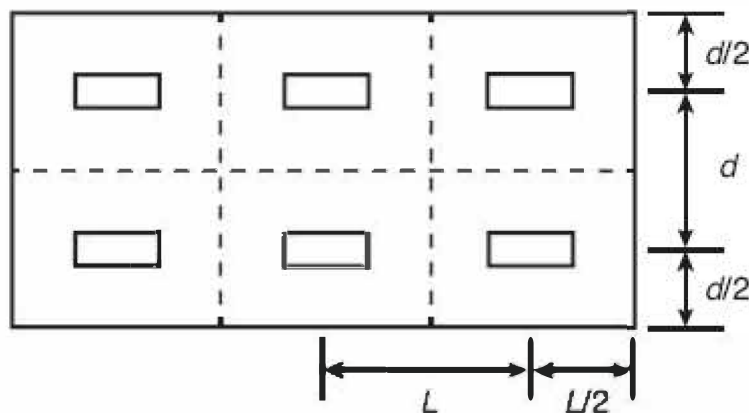
Fator de Manutenção	Exemplo
0,80	Ambiente muito limpo, ciclo de manutenção de um ano, 2 000 h/ano de vida até a queima com substituição da lâmpada a cada 8 000 h, substituição individual, luminárias direta e direta/indireta com uma pequena tendência de coleta de poeira.
0,67	Carga de poluição normal no ambiente, ciclo de manutenção de três anos, 2 000 h/ano de vida até a queima com substituição da lâmpada a cada 12 000 h, substituição individual, luminárias direta e direta/indireta com uma pequena tendência de coleta de poeira.
0,57	Carga de poluição normal no ambiente, ciclo de manutenção de três anos, 2 000 h/ano de vida até a queima com substituição da lâmpada a cada 12 000 h, substituição individual, luminárias com uma tendência normal de coleta de poeira.
0,50	Ambiente sujo, ciclo de manutenção de três anos, 8 000 h/ano de vida até a queima com substituição da lâmpada a cada 8 000 h, LLB, substituição em grupo, luminárias com uma tendência normal de coleta de poeira.

### Espaçamento entre Luminárias

O espaçamento máximo entre luminárias que depende da abertura do feixe luminoso está indicado na Tabela 13.10.

Conhecido o número total de luminárias, resta-nos distribuí-las uniformemente no recinto.

Como dados práticos, toma-se a distância entre luminárias, o dobro da distância entre a luminária e a parede, Figura 13.22. Para pé-direito normal (3 m) e sistema indireto, a distância entre as luminárias deve ser aproximadamente a da altura da montagem acima do piso.



Distribuição típica de luminárias.

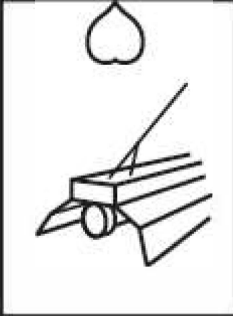
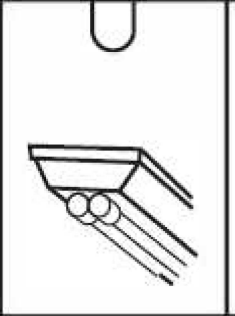
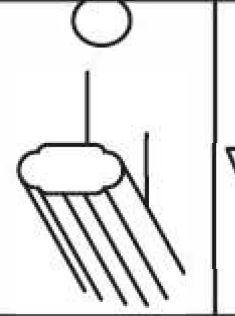
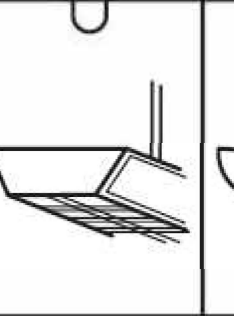
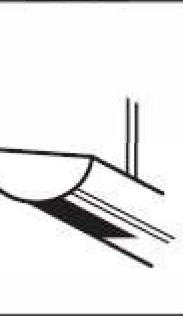
**Figura 13.22**

#### Notas:

1. Observamos que  $L$  e  $d$  devem obedecer ao espaçamento máximo recomendado para a luminária (Tabela 13.10).
2. O espaçamento  $L$  pode ultrapassar o espaçamento máximo, dependendo do comprimento da luminária/lâmpada.

**Tabela 13.10** Espaçamento das luminárias entre si com relação às alturas de montagem

## Espaçamento máximo entre as luminárias

Direta	Semidireta	Geral difusa	Semi-indireta	Indireta
				
Da luminária ao piso			Do teto ao piso	
0,9	0,9	1	1	1
vezes em $h_m$			vezes em $h_m$	

### EXEMPLO

Desejamos iluminar uma oficina de  $10,50 \times 42$  metros, pé-direito 4,60 m. A oficina destina-se à inspeção de equipamentos de medição, operação esta realizada em mesas de 1,0 m. Desejamos usar lâmpadas fluorescentes em luminárias industriais, com 4 lâmpadas de 32 watts — 127 volts cada.

Assim, seguimos as seguintes etapas para o cálculo e projeto de iluminação da oficina:

- 1ª Iluminância mantida: 1 000 lux (Tabela 13.4)
  - 2ª Luminária escolhida: industrial, com 4 lâmpadas de 32 watts (TMS 500 c/RA 500 – Tabela 13.6 K)
  - 3ª Índice do local: 3
- Observação:** Admitindo a montagem das luminárias a 2,80 m acima das mesas, temos que pendurá-las a 0,8 m do teto.
- 4ª Refletância: 731 (teto branco e paredes e pisos escuros) (Tabela 13.7)
  - 5ª Coeficiente de utilização: 0,78 (Tabela 13.6 K)
  - 6ª Fator de depreciação: 0,67 (Tabela 13.9)

$$\phi = \frac{10,50 \times 42 \times 1\,000}{0,67 \times 0,78} = 843\,857 \text{ lumens}$$

Usando lâmpadas de 32 W com fluxo luminoso de 2 950 lumens (Tabela 13.3)

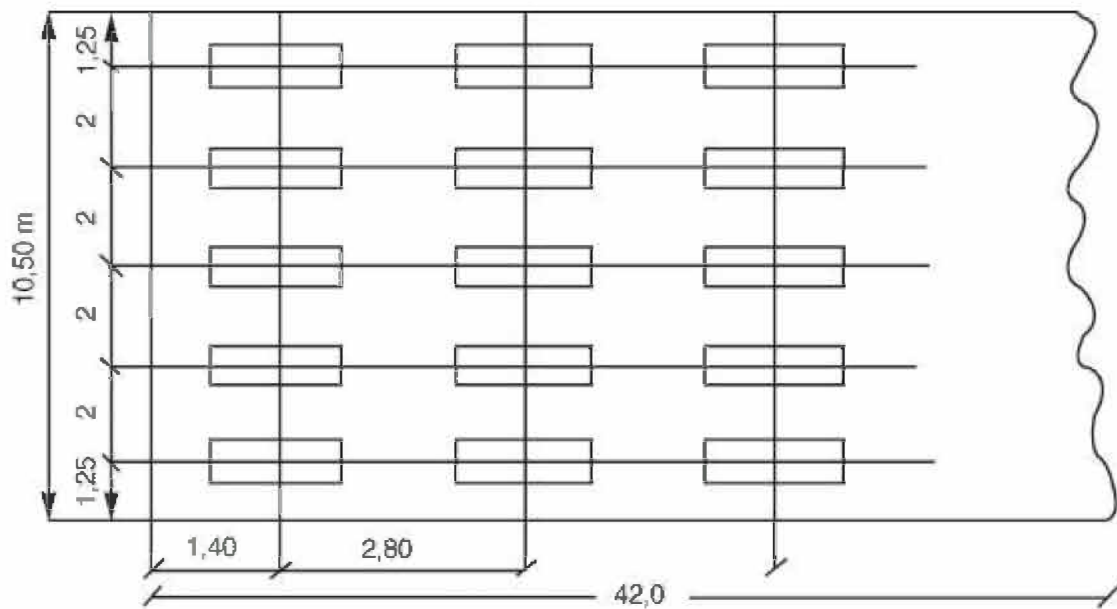
$$\phi = 4 \times 2\,950 = 11\,800 \text{ lumens por luminária}$$

$$n = \frac{843\,857}{11\,800} = 68,44 \text{ luminárias}$$

Vamos adotar, para obtermos uma distribuição equivalente:

70 luminárias

A disposição dos aparelhos encontra-se na Figura 13.23.



Disposição dos aparelhos: 14 carreiras, 5 linhas.

**Figura 13.23**

Verificação do espaçamento entre luminárias:

Pela Tabela 13.10, para iluminação direta, o espaçamento máximo entre as luminárias será 0,9 da distância da luminária ao piso, ou seja:

$$0,9 \times 3,60 = 3,24 \text{ m}$$

