

CÁLCULO LUMINOTÉCNICO DE UMA SALA DE ESCRITÓRIO

1 - DIMENSÕES DO LOCAL

As dimensões da sala são:

comprimento	C = 3,7 m
largura	L = 3,5 m
altura	H = 2,95 m

2 - ARMADURAS E LÂMPADAS ESCOLHIDAS

Foi escolhida a armadura da marca PHILIPS, tipo TBS 285/258 M1, adequada à instalação embebedada em tectos falsos de lâminas horizontais modulares, possuindo difusor com espelhos facetados e lamelas brancas, equipada com duas lâmpadas do mesmo fabricante, do tipo "TL"D, Gama 80 de 58 W, cor 84 (branco, temperatura de cor 4000 °K) e fluxo luminoso 5400 lm.

Os dados fotométricos fornecidos pelo fabricante, dizem respeito a armaduras equipadas com duas lâmpadas de 36 W, mas segundo informação do mesmo, os dados indicados podem ser tomados para as armaduras equipadas com duas lâmpadas de 58 W. Notar que por vezes os fabricantes apresentam os factores de utilização para um caso e fornecem factores de correcção que afectarão esses valores para os outros casos.

Philips Iluminação, Lda.

DADOS FOTOMÉTRICOS

TBS 285/236 M1

2xTLD 36 W

RENDIMENTO LUMINOSO

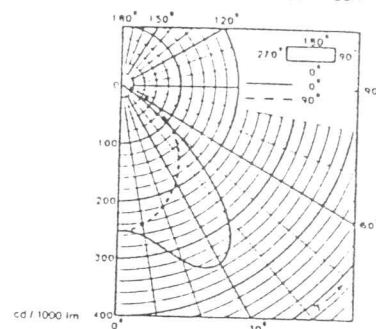
PARA CIMA	• 0.00
PARA BAIXO	• 0.70
TOTAL	• 0.70

RELAÇÃO S/H

NA TRANSVERSAL	MAX. 2.00
NO COMPRIMENTO	MAX. 1.30

CÓDIGO DE FLUXO C.I.E.	59	92	98	100	70
------------------------	----	----	----	-----	----

DIAGRAMA DE INTENSIDADE LUMINOSA



FACTOR DE UTILIZAÇÃO

Factor de forma	Índice de reflexão																
	751	731	711	551	531	511	331	311	753	733	713	553	533	513	333	313	000
0.60	0.36	0.32	0.28	0.36	0.31	0.28	0.31	0.28	0.38	0.32	0.29	0.37	0.32	0.29	0.32	0.28	0.27
0.80	0.43	0.39	0.35	0.42	0.38	0.35	0.38	0.35	0.46	0.40	0.36	0.45	0.39	0.36	0.39	0.35	0.34
1.00	0.49	0.44	0.41	0.48	0.44	0.41	0.43	0.41	0.52	0.47	0.42	0.50	0.46	0.42	0.45	0.41	0.39
1.25	0.54	0.50	0.47	0.53	0.49	0.46	0.48	0.46	0.58	0.53	0.49	0.56	0.51	0.48	0.50	0.47	0.44
1.50	0.57	0.53	0.50	0.56	0.53	0.50	0.52	0.50	0.62	0.57	0.53	0.60	0.55	0.52	0.54	0.51	0.48
2.00	0.62	0.59	0.56	0.61	0.58	0.56	0.57	0.55	0.68	0.64	0.60	0.65	0.62	0.58	0.59	0.57	0.54
2.50	0.65	0.62	0.60	0.63	0.61	0.59	0.60	0.59	0.72	0.68	0.65	0.69	0.65	0.63	0.63	0.61	0.57
3.00	0.67	0.64	0.63	0.65	0.63	0.62	0.62	0.61	0.75	0.71	0.68	0.71	0.68	0.66	0.65	0.63	0.59
4.00	0.69	0.67	0.65	0.67	0.66	0.64	0.65	0.64	0.78	0.75	0.72	0.74	0.71	0.69	0.68	0.66	0.62
5.00	0.70	0.68	0.67	0.68	0.67	0.66	0.66	0.65	0.80	0.77	0.75	0.75	0.73	0.71	0.69	0.68	0.63

3 - CÁLCULO DA ALTURA ÚTIL

Altura do plano de trabalho

$$h_{pt} = 0,75$$

Altura útil

$$h_u = H - h_{pt} = 2,95 - 0,75 = 2,20 \text{ m.}$$

4 - CÁLCULO DO NÚMERO DE LÂMPADAS A CONSIDERAR

Para o efeito ir-se-à aplicar o método dos fluxos.

Pretende-se obter um nível de iluminação de 500 lx.

4.1 - CÁLCULO DO FACTOR DE FORMA

$$K = \frac{C \times L}{h_u \times (C + L)} = \frac{3,7 \times 3,5}{2,20 \times (3,7 + 3,5)} = 0,82$$

4.2 - FACTORES DE REFLEXÃO

Foram considerados os seguintes factores de reflexão:

$$\begin{array}{ll} \text{tecto} & \rightarrow \rho_t = 0,5 \\ \text{paredes} & \rightarrow \rho_p = 0,5 \\ \text{pavimento} & \rightarrow \rho_p = 0,1 \end{array}$$

4.3 - CÁLCULO DO FACTOR DE UTILIZAÇÃO

O valor obtido de $K = 0,82$ não consta das tabelas anteriores, estando compreendido entre os valores 0,80 e 1 nelas contantes, sendo para estes apresentados os seguintes valores de factores de utilização:

$$\begin{array}{ll} K_1 = 0,80 & \rightarrow \mu_1 = 0,42 \\ K_2 = 1 & \rightarrow \mu_2 = 0,48 \end{array}$$

Efectuando uma interpolação, obtem-se para $K = 0,82$

$$\mu = \mu_2 - \frac{(\mu_2 - \mu_1) \times (K_2 - K)}{K_2 - K_1} = 0,48 - \frac{(0,48 - 0,42) \times (1 - 0,82)}{1 - 0,80} = 0,426$$

4.4 - CÁLCULO DO FLUXO TOTAL

Considerando um factor de depreciação de $d = 1,25$ (valor adequado à iluminação directa, quando as operações de substituição de lâmpadas e limpeza são feitas com regularidade), tem-se

$$\Phi = \frac{E \times C \times L \times d}{\mu} = \frac{500 \times 3,7 \times 3,5 \times 1,25}{0,426} = 18999 \text{ lm}$$

4.5 - CÁLCULO DO NÚMERO DE LÂMPADAS

$$n = \frac{\Phi}{\Phi_L} = \frac{18999}{5400} = 3,5 \rightarrow 4 \text{ lâmpadas}$$

4.6 - VERIFICAÇÃO DO NÍVEL OBTIDO

$$E = \frac{n \times \Phi_L \times \mu}{C \times L \times d} = \frac{4 \times 5400 \times 0,426}{3,7 \times 3,5 \times 1,25} = 568 \text{ lx}$$

CÁLCULO LUMINOTÉCNICO DE UMA NAVE FABRIL

1 - DIMENSÕES DO LOCAL

As dimensões da nave são:

comprimento	C = 52,40 m
largura	L = 35,75 m
altura	H = 7,58 m

2 - ARMADURAS E LÂMPADAS ESCOLHIDAS

Foi escolhida a armadura industrial da marca PHILIPS, tipo SDK 100/400W, equipada com uma lâmpada SON Plus 400 - E do mesmo fabricante, com um fluxo luminoso de 53000 lm. Os dados fotométricos fornecidos pelo fabricante para o conjunto referido, são os indicados na página seguinte.

3 - CÁLCULO DA ALTURA ÚTIL

Altura das armaduras ao tecto (considerada)	$h_1 = 0,5 \text{ m}$
Altura da armadura a instalar (catálogo)	$h_2 = 0,457 \text{ m}$
Altura do plano de trabalho (adequada ao trabalho sentado)	$h_{pt} = 0,75 \text{ m}$

A altura útil, isto é, a altura entre a armadura e o plano de trabalho é então

$$h_u = H - h_1 - h_2 - h_{pt} = 7,58 - 0,5 - 0,457 - 0,75 = 5,873 \text{ m}$$

4 - CÁLCULO DO NÚMERO DE LÂMPADAS A CONSIDERAR

Para o efeito ir-se-à aplicar o método dos fluxos.

Pretende-se obter um nível de iluminação de 500 lx.

4.1 - CÁLCULO DO FACTOR DE FORMA

$$K = \frac{C \times L}{h_u \times (C + L)} = \frac{52,4 \times 35,75}{5,875 \times (52,4 + 35,75)} = 3,62$$

4.2 - FACTORES DE REFLEXÃO

Foram considerados os seguintes factores de reflexão:

tecto	→	$\rho_t = 0,5$ (cor clara)
paredes	→	$\rho_p = 0,5$ (cor clara)
pavimento	→	$\rho_{p'} = 0,3$ (cor média)

4.3 - CÁLCULO DO FACTOR DE UTILIZAÇÃO

O valor obtido de $K = 3,62$ não consta das tabelas anteriores, estando compreendido entre os valores 3 e 4 nelas constantes, sendo para estes apresentados os seguintes valores de factores de utilização:

$K_1 = 3$	→	$\mu_1 = 0,89$
$K_2 = 4$	→	$\mu_2 = 0,92$

DADOS FOTOMÉTRICOS

SDK 100/400

RENDIMENTO LUMINOSO

PARA CIMA	.000
PARA BAIXO	.085
TOTAL	.085

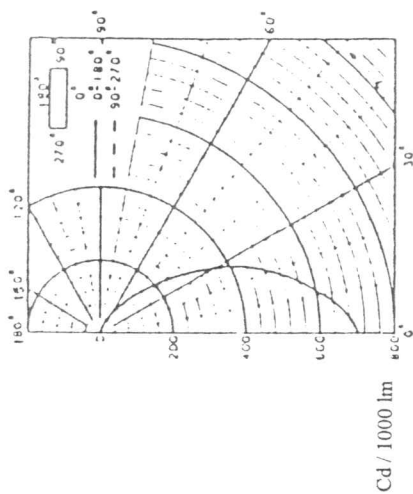
1xSON 400 W

RELAÇÃO S/H

NA TRANSVERSAL	100
MAX	100
NO COMPRIMENTO	100
MAX	100

CODIGO DE FLUXO C I E	72	95	100	100	85
-----------------------	----	----	-----	-----	----

DIAGRAMA DE INTENSIDADE LUMINOSA



FACTOR DE UTILIZAÇÃO

Factor de índice de reflexão

forma	751	731	711	551	531	511	331	311	753	733	713	553	533	513	333	313	000
0.60	.52	.47	.44	.51	.47	.44	.47	.44	.55	.49	.45	.53	.48	.44	.48	.44	.43
0.80	.59	.55	.51	.58	.54	.51	.54	.51	.63	.57	.52	.61	.56	.52	.55	.51	.49
1.00	.65	.61	.57	.64	.60	.57	.59	.57	.70	.64	.59	.67	.62	.58	.61	.58	.55
1.25	.70	.66	.63	.69	.65	.62	.65	.62	.76	.70	.66	.73	.68	.64	.67	.63	.61
1.50	.74	.70	.67	.72	.69	.66	.68	.66	.80	.75	.70	.77	.72	.69	.70	.67	.64
2.00	.79	.76	.73	.77	.75	.73	.74	.72	.87	.82	.78	.83	.79	.76	.77	.74	.70
2.50	.82	.79	.77	.80	.78	.76	.77	.75	.91	.87	.83	.87	.83	.81	.80	.78	.74
3.00	.84	.82	.80	.82	.80	.79	.79	.78	.94	.90	.87	.89	.86	.84	.83	.81	.76
4.00	.86	.84	.83	.84	.83	.82	.82	.81	.97	.94	.92	.92	.90	.88	.86	.84	.79
5.00	.87	.86	.85	.85	.84	.83	.83	.82	.99	.97	.95	.94	.92	.90	.87	.86	.80

Efectuando uma interpolação obtem-se para $K = 3,62$

$$\mu = \mu_2 - \frac{(\mu_2 - \mu_1) \times (K_2 - K)}{K_2 - K_1} = 0,92 - \frac{(0,92 - 0,89) \times (4 - 3,62)}{4 - 3} = 0,9086$$

4.4 - CÁLCULO DO FLUXO TOTAL

Considerando um factor de depreciação de $d = 1,25$ (iluminação directa ou locais intermédios, nem muito limpos, nem muito sujos), tem-se

$$\Phi = \frac{E \times C \times L \times d}{\mu} = \frac{500 \times 52,4 \times 35,75 \times 1,25}{0,9086} = 1288590 \text{ lm}$$

4.5 - CÁLCULO DO NÚMERO DE LÂMPADAS

$$n = \frac{\Phi}{\Phi_L} = \frac{1288590}{53000} = 24,3 \rightarrow n = 24 \text{ lâmpadas}$$

4.6 - VERIFICAÇÃO DO NÍVEL DE ILUMINAÇÃO OBTIDO PELO MÉTODO DOS FLUXOS

$$E = \frac{n \times \Phi_L \times \mu}{C \times L \times d} = \frac{24 \times 53000 \times 0,9086}{52,4 \times 35,75 \times 1,25} = 494 \text{ lx}$$

5 - CÁLCULO DA ILUMINÂNCIA MÉDIA

Para o efeito ir-se-à aplicar o método dos pontos.

5.1 - OBTENÇÃO DO GRÁFICO E (a)

Dado que o diagrama polar de intensidade luminosa da armadura e lâmpada apresentado em 2 está expresso em $\text{cd}/1000 \text{ lm}$, os valores da intensidade luminosa nele lidos têm de ser multiplicados por 53, uma vez que

$$\frac{53000 \text{ lm}}{1000 \text{ lm}} = 53$$

Então

$$I = 53 \times I/1000 \text{ lm}$$

Assim, a partir dos valores obtidos no referido diagrama polar, utilizando a altura útil h_u calculada em 2 e as expressões seguintes, obtiveram-se os valores de \underline{E} e \underline{a} que se apresentam no quadro seguinte.

$$a = h_u \times \tan \theta$$

$$D = \frac{h_u}{\cos \theta}$$

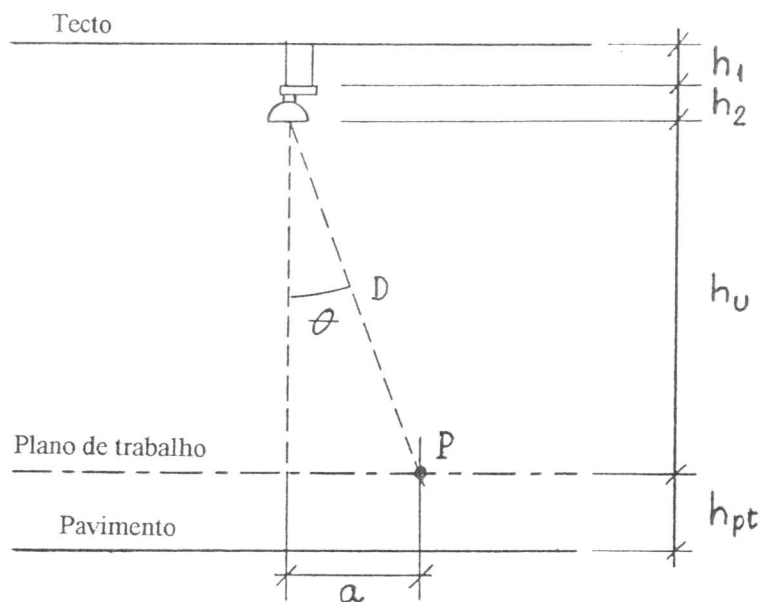
I - intensidade luminosa segundo a direcção que faz um ângulo θ com a vertical (cd)

E - iluminância no ponto do plano de trabalho definido pelo ângulo θ (lx)

a - distância medida no plano de trabalho entre a armadura e o ponto de iluminância E (m)

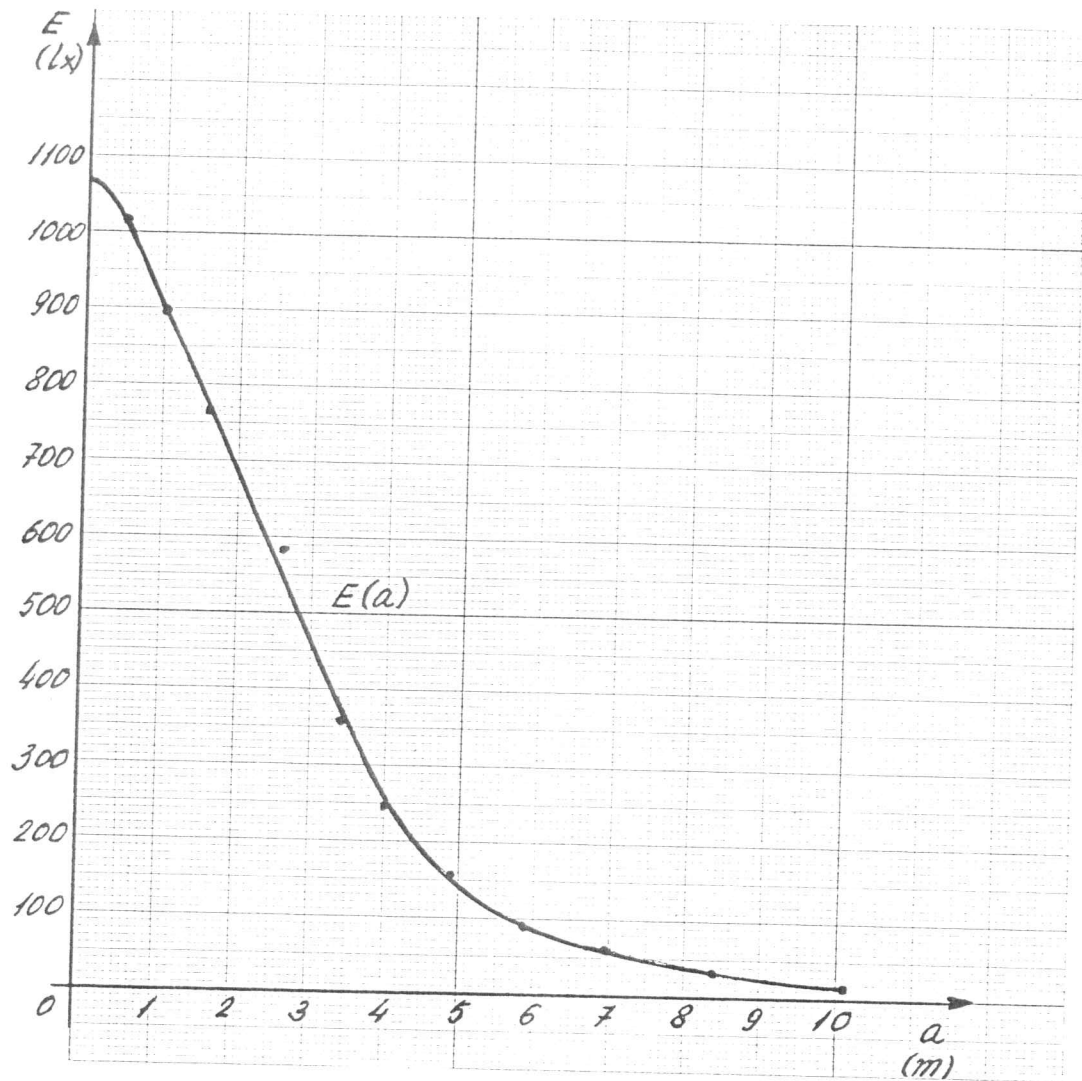
$$E = \frac{I \times \cos \theta}{D^2} = \frac{I \times \cos^3 \theta}{h_u^2}$$

θ - ângulo formado entre direcção definida pela armadura e o ponto considerado, com a vertical
 h_u - altura útil (m)



θ (graus)	$I/1000 \text{ lm}$ (cd)	I (cd)	$\frac{\cos^3 \theta}{h_u^2}$	E (lx)	a (m)
0	700	37100	0,0290	1074,8	0,00
5	670	35510	0,0286	1017,0	0,51
10	610	32330	0,0277	894,6	1,04
15	550	29150	0,0261	761,1	1,57
20	480	25440	0,0240	610,6	2,01
25	420	22260	0,0216	480,2	2,74
30	360	19080	0,0188	359,1	3,39
35	290	15370	0,0159	244,7	4,11
40	240	12720	0,0130	165,6	4,93
45	160	8480	0,0102	86,8	5,88
50	150	7950	0,0077	61,1	7,00
55	100	5300	0,0055	29,0	8,39
60	80	4240	0,0036	15,4	10,18

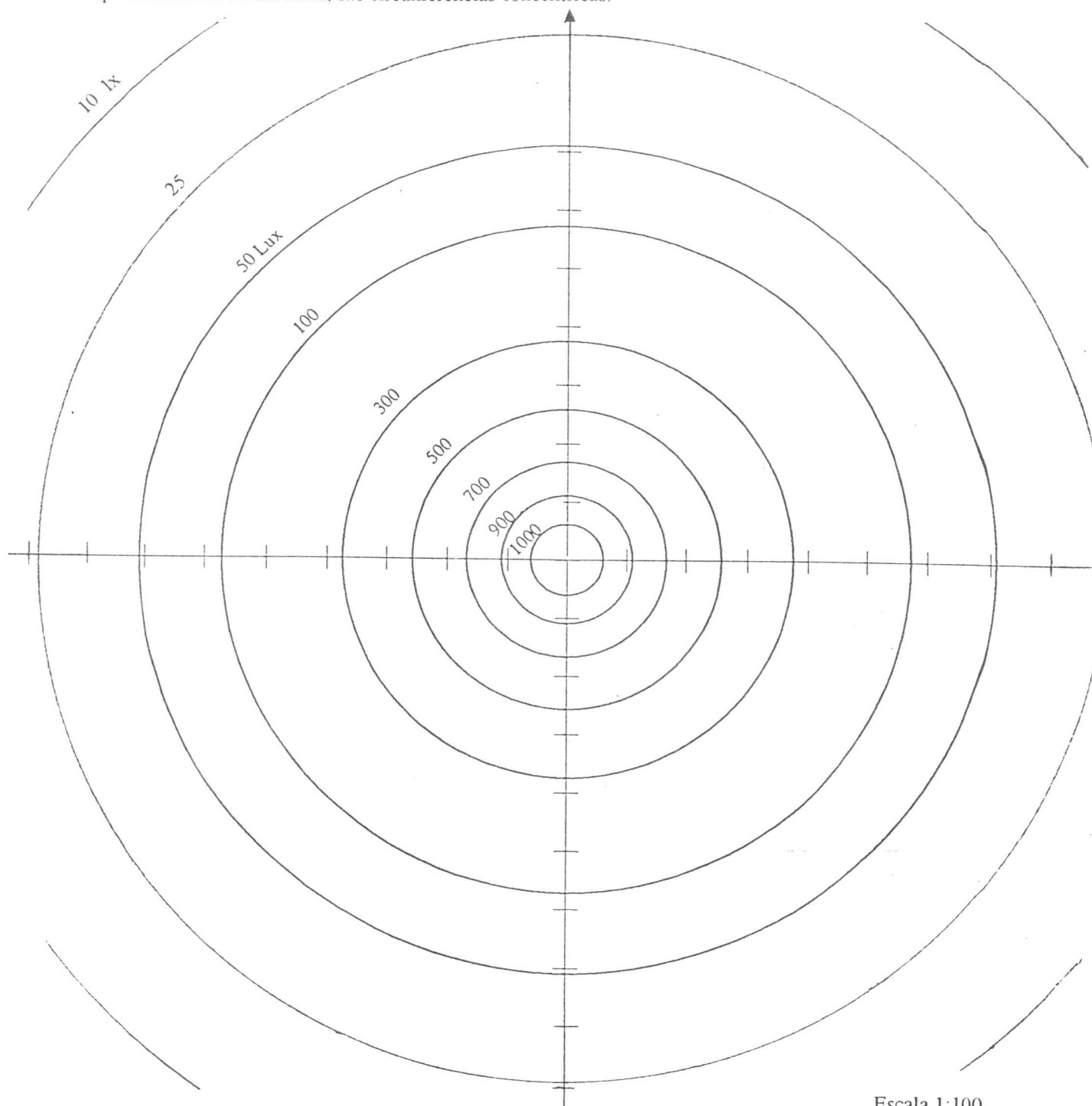
O gráfico E (a) será então o seguinte:



Se a armadura escolhida não tivesse um feixe simétrico, ter-se-iam de considerar gráficos deste tipo, segundo outros planos, de forma a se poderem obter, com a maior aproximação possível, as curvas isolux (curvas de igual iluminância) no plano de trabalho.

5.2 - OBTENÇÃO DAS CURVAS ISOLUX

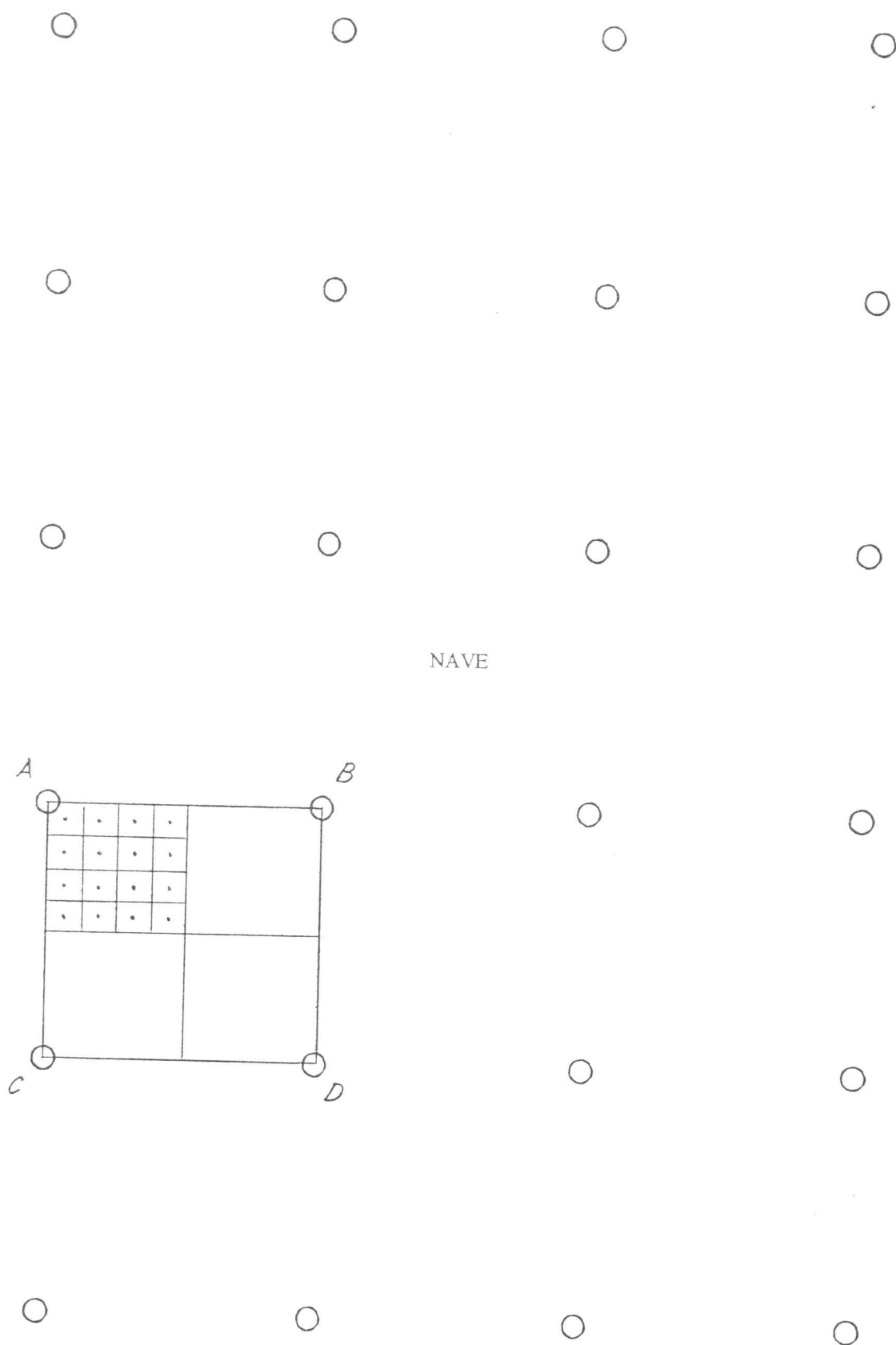
A partir do gráfico E(a) obtido traçam-se as curvas isolux, que neste caso, dada a simetria do feixe emitido pela armadura considerada, são circunferências concêntricas.

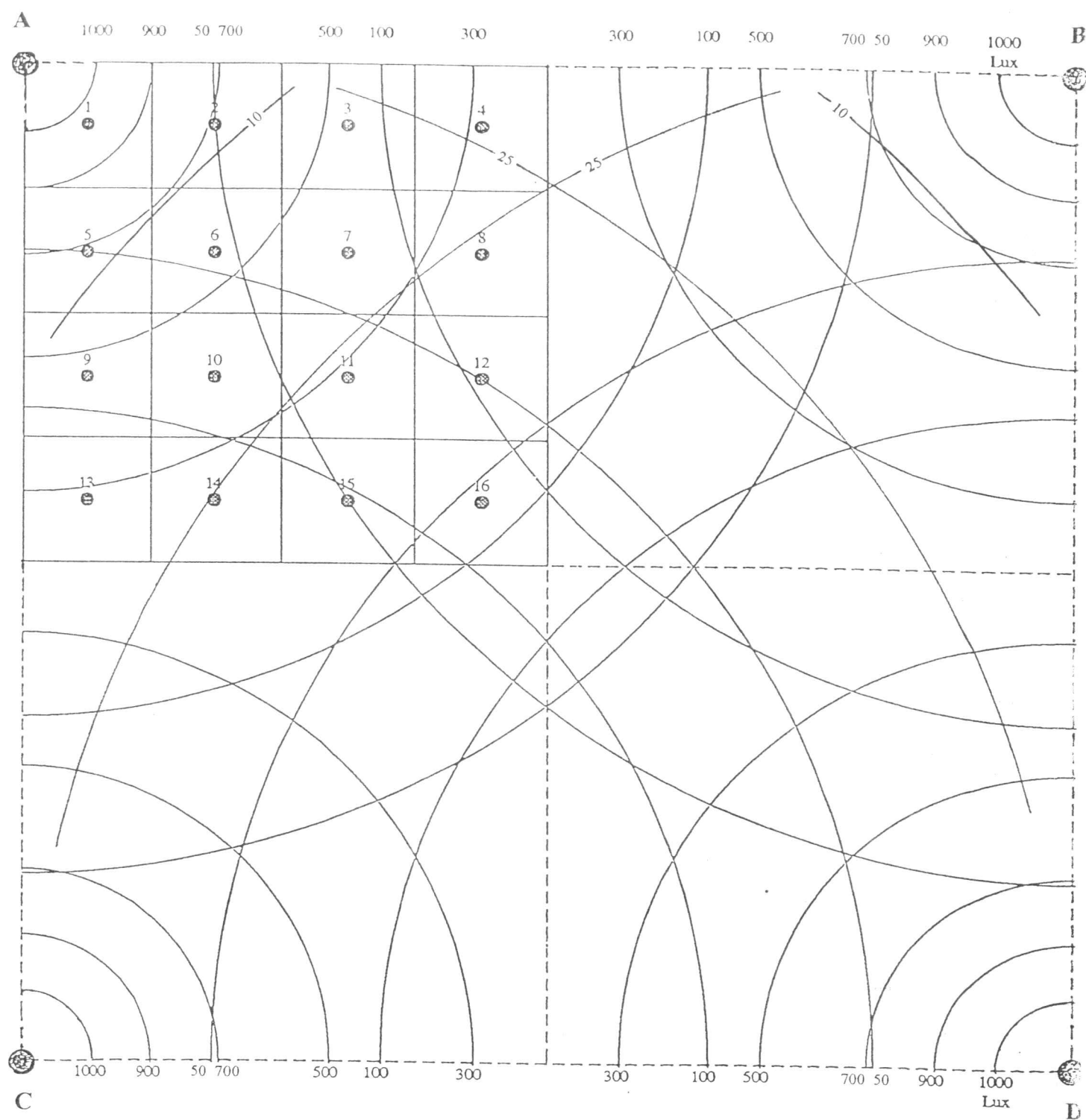


Escala 1:100

5.3 - CÁLCULO DA ILUMINÂNCIA MÉDIA

A fim de calcular a iluminância média, utilizando o método geral, considerou-se a área indicada na figura seguinte, a qual se dividiu em 16 áreas parciais. Nela desenharam-se as curvas isolux relativas às 4 armaduras consideradas.





Escala 1:50

A partir do traçado das curvas isolux obtiveram-se as contribuições de cada uma das 4 armadoras no centro de cada área parcial. Estes valores, bem como o seu somatório, que conduz ao valor da iluminância total nesses pontos, são apresentados no quadro seguinte.

Pontos	Iluminação devida a cada armadura (lx)				Iluminação total (lx)
	Armadura A	Armadura B	Armadura C	Armadura D	
1	970	20	15	2	1007
2	690	50	17	9	766
3	470	90	20	15	595
4	290	180	24	18	512
5	690	32	50	9	781
6	550	52	52	16	670
7	400	80	44	21	545
8	260	150	37	27	474
9	460	26	87	15	588
10	390	42	83	21	536
11	290	69	68	22	449
12	200	110	50	38	398
13	290	23	185	18	516
14	260	37	160	27	484
15	200	50	110	38	398
16	130	83	80	55	348
					9067

A iluminância média é a média aritmética dos valores totais da iluminância obtida em cada ponto, vindo então

$$E_{\text{méd}} = \frac{\sum_{P=1}^{16} E_p}{16} = \frac{9067}{16} = 567 \text{ lx}$$

Pelo método dos fluxos tinham-se obtido 494 lx.

Do quadro anterior conclui-se também que

$$E_{\text{min}} = 348 \text{ lx}$$

$$E_{\text{máx}} = 1007 \text{ lx}$$

5.4 - CÁLCULO DA UNIFORMIDADE

A uniformidade será

$$\frac{E_{\text{min}}}{E_{\text{méd}}} = \frac{348}{567} = 0,61$$

inferior portanto a 0,7, que é o valor a partir do qual se considera haver uma boa uniformidade.

RESULTADOS OBTIDOS PARA OS CASOS ANTERIORES COM O PROGRAMA "CALCULUX" DA PHILIPS

1 - Sala de escritório

2. Summary

2.1 General Information

Room dimensions		Surface	Reflectance Factor	Total Average Luminance (cd/m2)
Width	3.50 m	Ceiling	0.50	18.8
Length	3.70 m	Left Wall	0.50	51.3
Height	2.95 m	Right Wall	0.50	51.3
Working Plane Height	0.75 m	Front Wall	0.50	38.5
		Back Wall	0.50	38.5
		Floor	0.10	15.5

General project new value factor: 1.25

2.2 Project Luminaires

Code	Nr.	Luminaire Type + Lamp	Lamp Flux (lumen)
A	2	TBS 285/258 M1 + 2 * TL-D 58W	5400

2.3 Quality Figures

Calculation	Calculation Type	Average (lux)	Min/Ave	Min/Max	Result
Working Plane	Surface plane illuminance	634	0.69	0.56	Total

3. Calculation Results

3.1 Working Plane: Textual Table

Grid	: Working Plane at Z = 0.75 m						
Calculation	: Surface plane illuminance (lux)						
Result type	: Total						
X m	0.25	0.75	1.25	1.75	2.25	2.75	3.25
Y m							
3.47	440	503	544	554	544	503	440
3.01	564	662	719	737	719	662	564
2.54	593	702	764	784>	764	702	593
2.08	569	671	730	746	730	671	569
1.62	569	671	730	746	730	671	569
1.16	593	702	764	784>	764	702	593
0.69	564	662	719	737	719	662	564
0.23	440<	503	544	554	544	503	440<

Average
634 lux

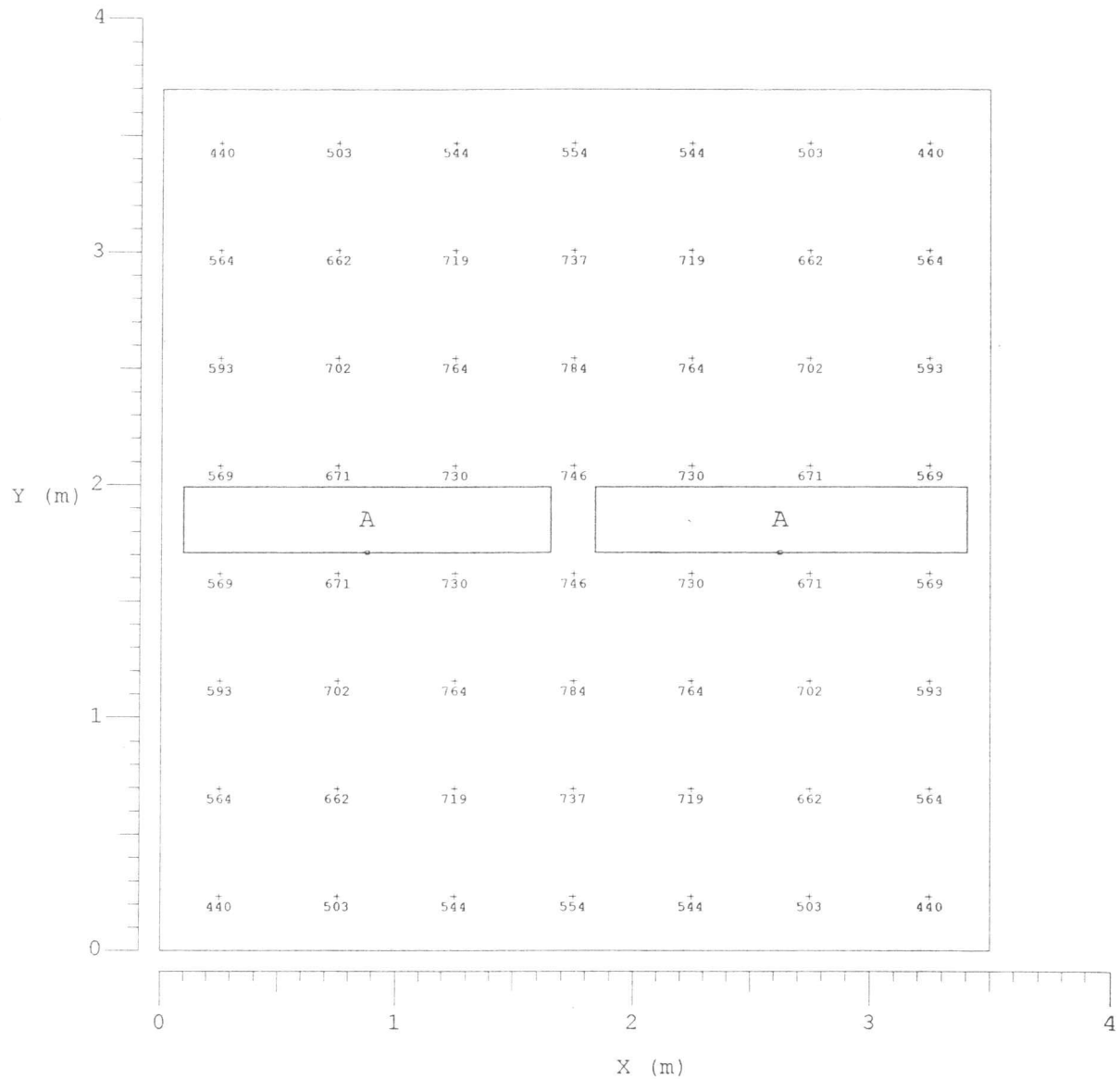
Min/Ave
0.69

Min/Max
0.56

Project new value factor
1.25

3.2 Working Plane: Graphical Table

Grid : Working Plane at Z = 0.75 m
 Calculation : Surface plane illuminance (lux)
 Result type : Total



A : TBS 285/258 M1

Average
634 lux

Min/Ave
0.69

Min/Max
0.56

Project new value factor
1.25

Scale
1:30

2. Summary

2.1 General Information

Room dimensions		Surface	Reflectance Factor	Total Average Luminance (cd/m2)
Width	35.75 m	Ceiling	0.50	20.5
Length	52.40 m	Left Wall	0.50	28.4
Height	7.58 m	Right Wall	0.50	28.4
Working Plane Height	0.75 m	Front Wall	0.50	28.3
		Back Wall	0.50	28.3
		Floor	0.30	45.9

General project new value factor: 1.25

2.2 Project Luminaires

Code	Nr.	Luminaire Type + Lamp	Lamp Flux (lumen)
A	24	SDK 100/400 OPEN + 1 * SON Plus400	53000

2.3 Quality Figures

Calculation	Calculation Type	Average (lux)	Min/Ave	Min/Max	Result
Working Plane	Surface plane illuminance	486	0.69	0.54	Total

3. Calculation Results

3.1 Working Plane: Textual Table

Grid	: Working Plane at Z = 0.75 m											
Calculation	: Surface plane illuminance (lux)											
Result type	: Total											
X m	1.49	4.47	7.45	10.43	13.41	16.39	19.36	22.34	25.32	28.30	31.28	34.26
Y m												
50.22	333	522	397	402	542	404	404	542	402	397	522	333<
45.85	372	578	451	457	605	459	459	605	457	451	578	372
41.48	379	588	461	468	616	471	471	616	468	461	588	379
37.12	380	590	464	470	619	473	473	619	470	464	590	380
32.75	381	590	464	471	619	474	474	619	471	464	590	381
28.38	381	590	464	471	619	474	474	619	471	464	590	381
24.02	381	590	464	471	619>	474	474	619>	471	464	590	381
19.65	381	590	464	471	619	474	474	619	471	464	590	381
15.28	380	590	464	470	619	473	473	619	470	464	590	380
10.92	379	588	461	468	616	471	471	616	468	461	588	379
6.55	372	578	451	457	605	459	459	605	457	451	578	372
2.18	333	522	397	402	542	404	404	542	402	397	522	333

Average
486 lux

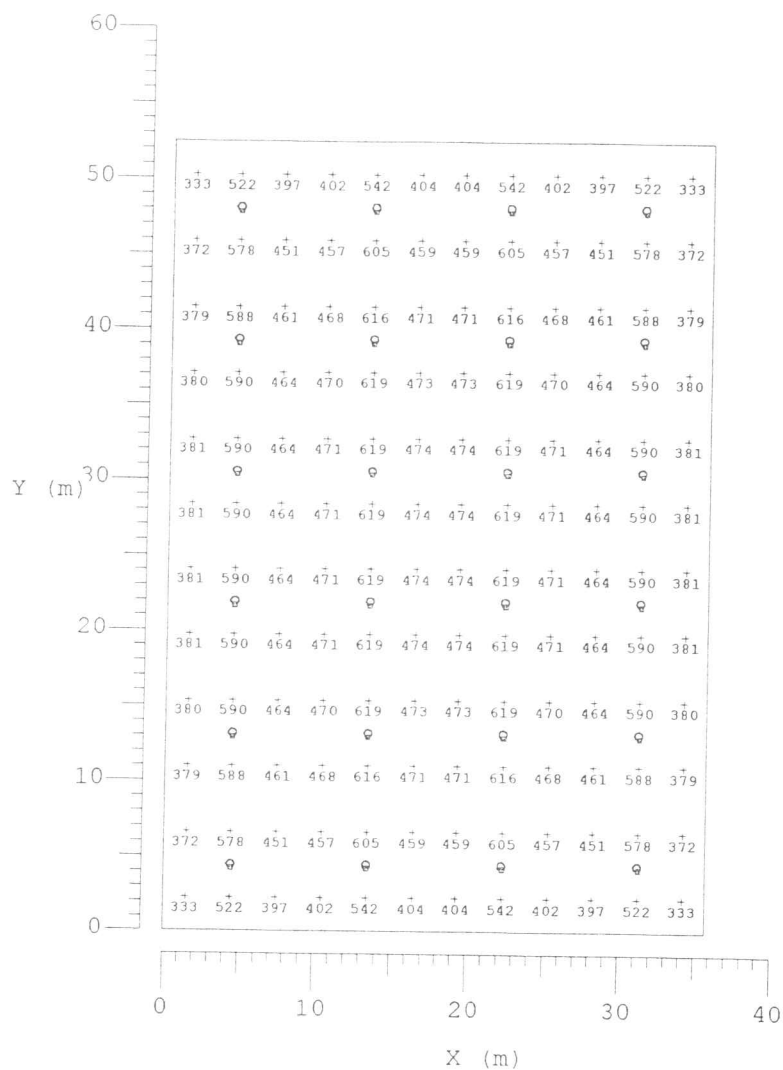
Min/Ave
0.69

Min/Max
0.54

Project new value factor
1.25

3.2 Working Plane: Graphical Table

Grid : Working Plane at Z = 0.75 m
 Calculation : Surface plane illuminance (lux)
 Result type : Total



A : SDK 100/400 OPEN

Average
486 lux

Min/Ave
0.69

Min/Max
0.54

Project new value factor
1.25

Scale
1:500

ILUMINAÇÃO DE UMA VIA DE TRÁFEGO

1 - DADOS

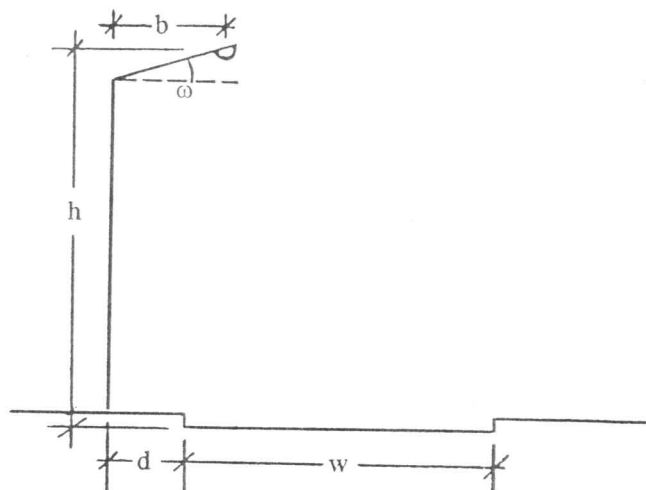
b - projecção do comprimento do braço

d - distância da coluna à via

h - altura da armadura à via

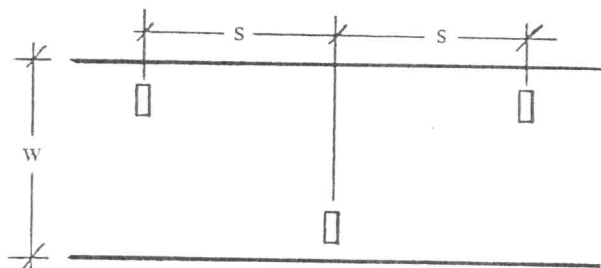
w - largura da via

ω - ângulo do braço



Distribuição em quincôncio:

s - espaçamento entre colunas ou armaduras (distância medida no eixo da via entre colunas ou armaduras consecutivas).



$$b = 1 \text{ m}$$

$$d = 0.5 \text{ m}$$

$$h = 12 \text{ m}$$

$$w = 14 \text{ m}$$

$$s = 40 \text{ m}$$

$$\omega = 0^\circ$$

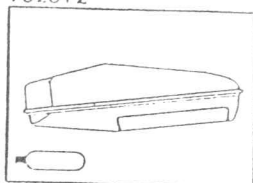
Armadura considerada:

ONIX 2 da Schröder equipada com uma lâmpada SON-T de 250 W.

Dados fotométricos da armadura

Diagrama polar

932312

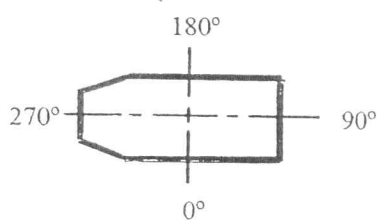
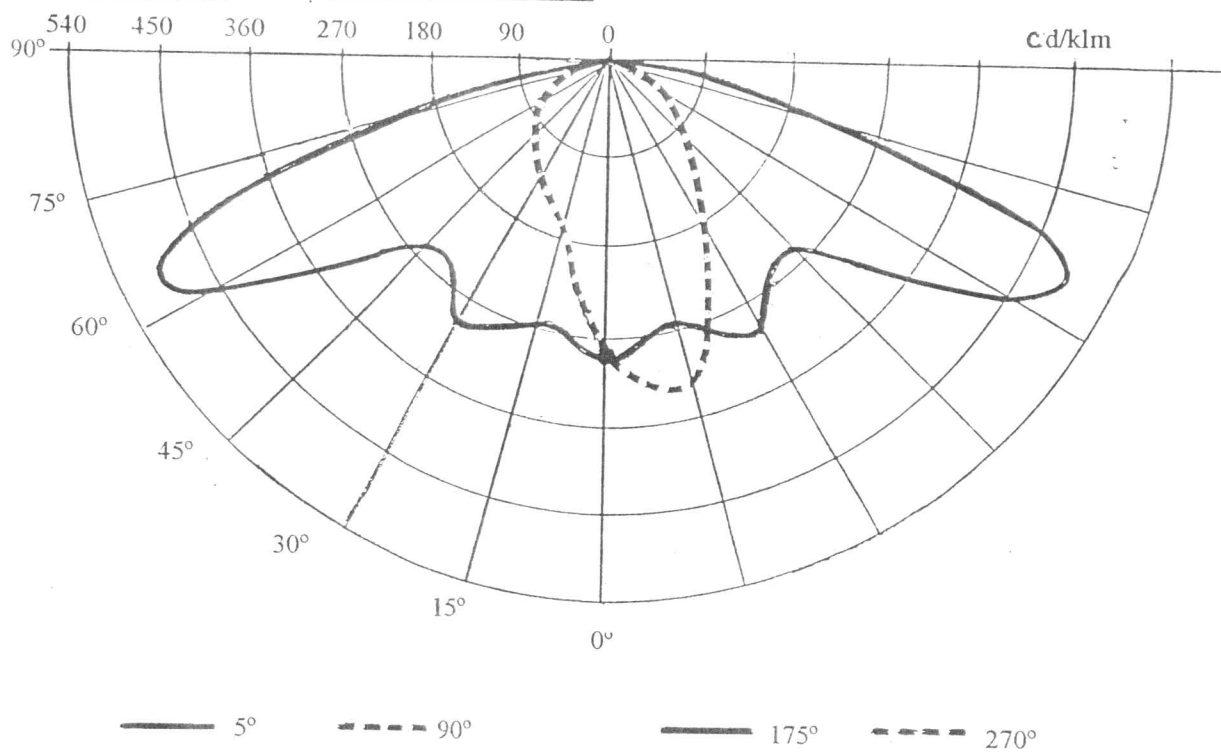


difusor: vidro

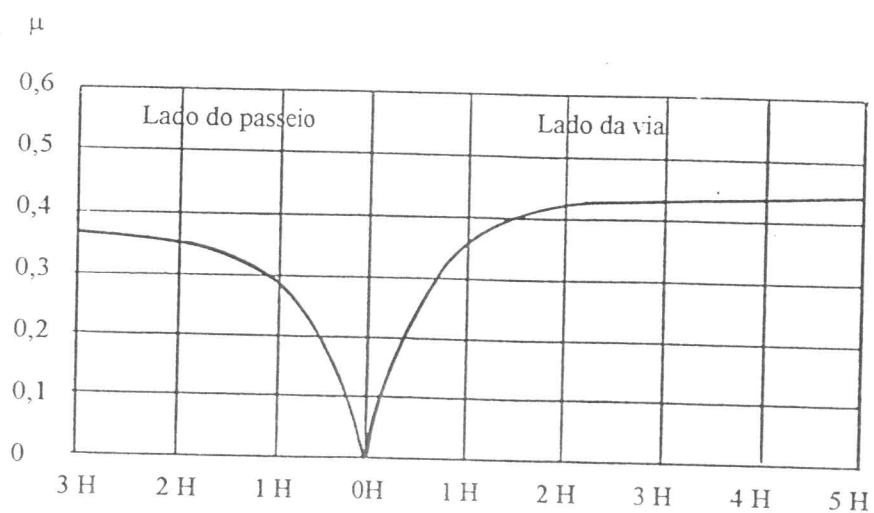
reflector 1419

distribuição estreita

Sódio alta pressão 250 W



Factor de utilização



2 - CÁLCULO DA ILUMINÂNCIA MÉDIA

2.1 - A PARTIR DAS CURVAS ISOLUX

2.1.1 - TRAÇADO DOS DIAGRAMAS CARTESIANOS E(a)

Dado que o diagrama polar está expresso em cd/klm , os valores da intensidade luminosa nele lidos têm de ser multiplicados por 25, uma vez que o fluxo luminoso da lâmpada escolhida é de 25000 lm

$$\frac{25000}{1000} = 25$$

Então

$$I = 25 \times I/1000 \text{ lm}$$

Assim, a partir dos valores obtidos no referido diagrama polar, utilizando a altura de montagem da armadura $h = 12 \text{ m}$ e as expressões seguintes, obtiveram-se para os planos verticais a 5° , 90° , 175° e 270° os valores de E e a apresentados no quadro seguinte.

$$a = h \times \text{tg } \theta$$

I - intensidade luminosa segundo a direcção que faz um ângulo θ com a vertical (cd)

E - iluminância no ponto do pavimento definido pelo ângulo θ (lx)

$$D = \frac{h}{\cos \theta}$$

a - distância medida no pavimento entre a armadura e o ponto de iluminância E (m)

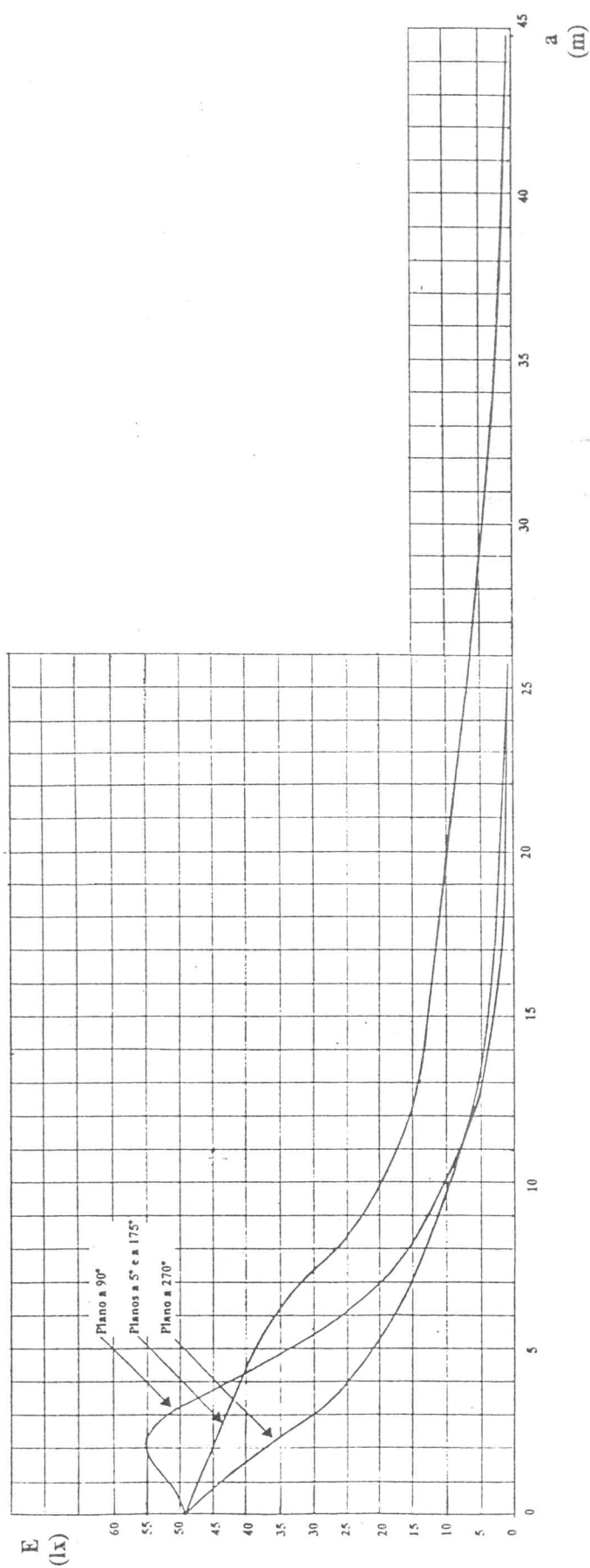
θ - ângulo formado entre a direcção definida pela armadura e o ponto considerado, com a vertical

$$E = \frac{I \times \cos \theta}{D^2} = \frac{I \times \cos^3 \theta}{h^2}$$

h - altura de montagem da armadura (m)

0 (graus)	$\frac{\cos^3 \theta}{h^2}$	a (m)	Plano a 90°			Plano a 270°			Planos a 5° e 175°		
			I/1000 lm (c d)	I (c d)	E (lx)	I/1000 lm (c d)	I (c d)	E (lx)	I/1000 lm (c d)	I (c d)	E (lx)
0	0,0069	0	280	7000	48,3	280	7000	48,3	280	7000	48,3
5	0,0069	1,0	300	7500	51,8	250	6250	43,1	275	6875	47,4
10	0,0066	2,1	335	8375	55,3	225	5625	37,1	270	6750	44,6
15	0,0063	3,2	320	8000	50,4	180	4500	28,4	265	6625	41,7
20	0,0058	4,4	265	6625	38,4	160	4000	23,2	275	6875	39,9
25	0,0052	5,6	215	5375	28,0	140	3500	18,2	285	7125	37,1
30	0,0045	6,9	180	4500	20,3	135	3375	15,2	290	7250	32,6
35	0,0038	8,4	140	3500	13,3	130	3250	12,4	265	6375	25,2
40	0,0031	10,1	125	3125	9,7	110	2750	8,5	250	6250	19,3
45	0,0025	12,0	95	2375	5,9	100	2500	6,3	255	6375	16,0
50	0,0018	14,3	80	2000	3,6	90	2250	4,1	270	6750	12,2
55	0,0013	17,1	60	1500	2,0	85	2125	2,8	360	9000	11,7
60	0,0009	20,8	50	1250	1,1	80	2000	1,8	450	11250	10,1
65	0,0005	25,7	45	1125	0,6	40	1000	0,5	500	12500	6,3
70	0,0003	33,0	—	—	—	—	—	—	405	10125	3,0
75	0,0001	44,8	—	—	—	—	—	—	225	5625	0,6

Com estes valores de \underline{E} e \underline{a} obtêm-se os diagramas cartesianos $E(a)$ para os planos a 90°, 270° e a 5° e 175°.



DIAGRAMAS CARTESIANOS E(a)

2.1.2 - TRAÇADO DAS CURVAS ISOLUX

A partir dos diagramas cartesianos E(a) anteriormente obtidos, extraem-se os valores do quadro seguinte, com os quais se traçam as curvas isolux.

E (lx)	a (m)		
	Plano a 90°	Plano a 270°	Planos a 5° e 175°
1	20,0	24,8	43,4
2	16,0	19,0	37,9
5	12,8	13,6	28,6
10	10,1	9,7	20,3
15	8,2	7,2	12,4
20	7,0	5,3	9,8
25	6,2	4,0	8,3
30	5,4	3,0	7,3
35	4,8	2,5	6,2
40	4,3	1,6	4,5
45	3,7	0,7	2,0
50	3,2	—	—
55	2,0	—	—

