

# Projetos Eléctricos

- Dimensionamento dos Condutores e Protecção.

**Evandro Junior Rodrigues**

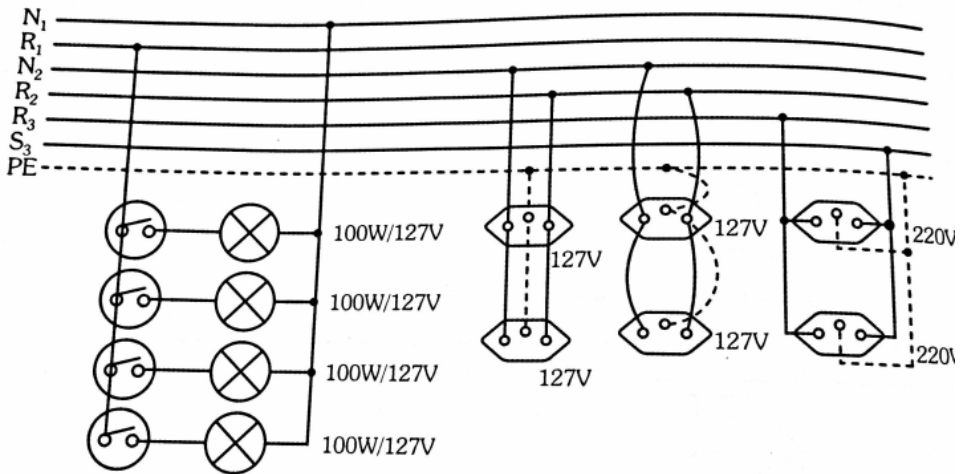
Agosto 2016

# Introdução

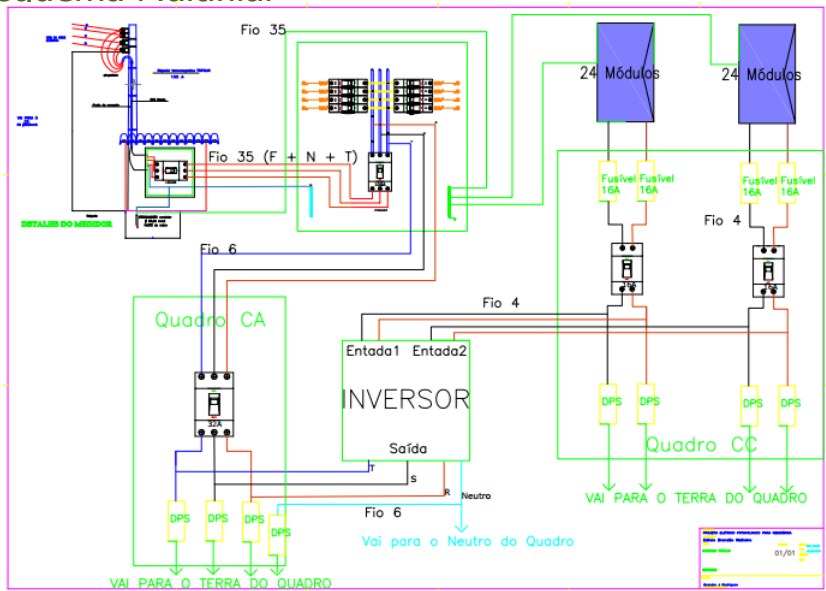
- ❑ Esquemas Unifilares e Multifilares
- ❑ Dimensionamento dos Condutores
- ❑ Exercícios

# Dimensionamento dos Condutores

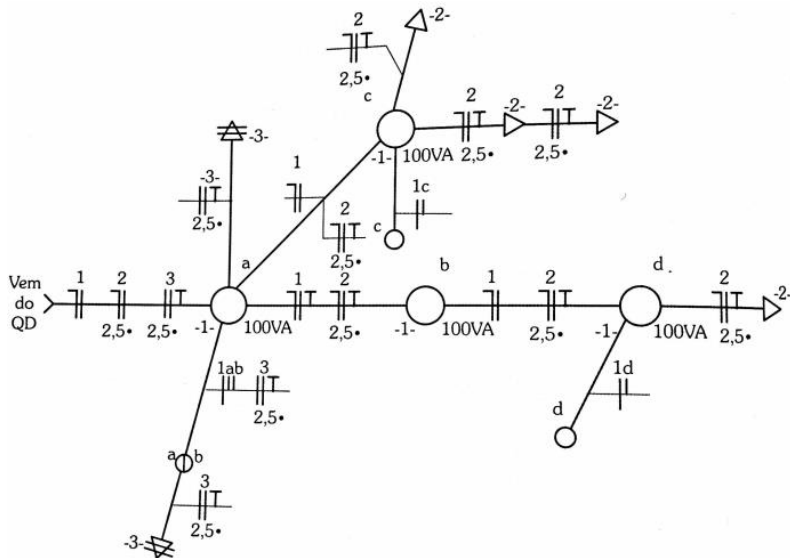
# Esquema Multifilar



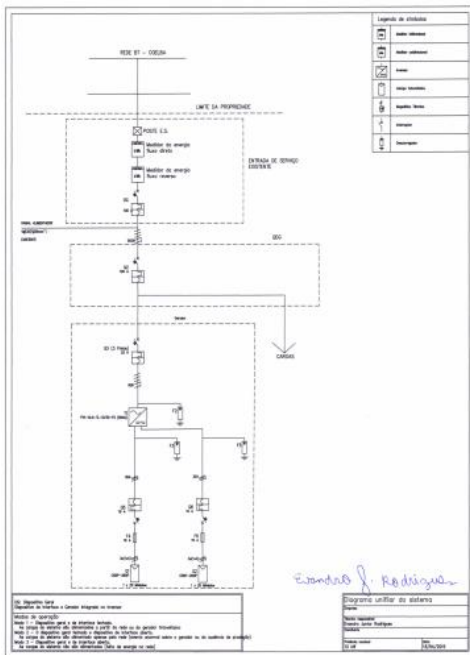
# Esquema Multifilar



# Esquema Unifilar



# Diagrama Unifilar



# Classificação dos Cabos

Redondo Normal

Redondo

Compacto

Flexível e Extraflexível

Cabo Conci

Setorial Compacto





# Isolação do cabo

É um material aplicado em torno do condutor, com o objetivo de fazer a isolação elétrica do ambiente ao qual este condutor encontra-se instalado. Serve também como proteção mecânica, quando aplicado a eletrodutos.

A característica principal dos materiais isolantes é que estes apresentam uma elevada rigidez dielétrica, aliada a uma alta resistividade.

Um detalhe importante é que um determinado condutor pode conter mais de um tipo de isolação como cobertura, isto devido a sua respectiva aplicação.



# Tipos de materiais

## Materiais Utilizados na Isolação de Condutores

<i>Material</i>	<i>Definição</i>	<i>Principal Aplicação</i>
<i>Isolantes Sólidos</i> <i>Termoplásticos</i>	<i>Cloreto de <u>Polivilina (PVC)</u></i>	<i>Instalações de iluminação e força em prédios residenciais, comerciais e industriais, circuitos de distribuição e de terminais. Entradas subterrâneas de energia em BT. Fiações internas de painéis, quadros e Cubículos. E em locais onde existe a necessidade de instalação de cabos flexíveis.</i>
	<i>Polietileno (PE ou PET)</i>	
<i>Isolantes Sólidos</i> <i>Termofixos</i>	<i>Polipropileno</i>	<i>Instalações fixas de luz e força em prédios residenciais, comerciais, industriais. Aplicados em circuitos de distribuição de média tensão, ramais aéreos de distribuição. Em locais onde existe a necessidade de resistência a chama do fogo, sobre situações simuladas.</i>
	<i><u>Polivinil Antiflam</u></i>	
	<i>Polietileno reticulado (XLPE)</i>	
<i>Estratificados</i>	<i>Borracha Etileno</i>	<i>Utilizados em enrolamentos de transformadores e motores elétricos.</i>
	<i><u>Propileno (EPR)</u></i>	
<i>Outros Materiais</i>	<i>Borracha de Silicone</i>	<i>Utilizada como cobertura de cabos, para aplicação em lugares com elevadas temperaturas (Exemplo: iluminação de churrasqueira)</i>
	<i><u>Papel impregnado com massa</u></i>	
	<i><u>Papel impregnado com óleo fluido sobre pressão</u></i>	
	<i>Fibra de Vidro</i>	
	<i>Verniz</i>	<i>Geralmente utilizado em barramentos.</i>

## Temperatura suportada material isolante

<b>Tipo de Material</b>	<b>Temperatura de operação em regime contínuo (°C)</b>	<b>Temperatura de sobrecarga (°C)</b>	<b>Temperatura de curto-circuito (°C)</b>
Policloreto de Vinila (PVC) até 300 mm <sup>2</sup>	70	100	160
Policloreto de Vinila (PVC) maior que 300 mm <sup>2</sup>	70	100	140
Borracha - etileno - propileno (EPR)	90	130	250
Polietileno reticulado (XLPE)	90	130	250

## Tabela – Seção mínima dos condutores de fase

Tipo de Linha		Utilização do Circuito	Seção Mínima do Conductor (mm <sup>2</sup> )	Material
Instalações fixas em geral	Condutores e cabos isolados	Circuito de iluminação	1,5 16	Cobre Alumínio
		Circuito de força <sup>2)</sup>	2,5 16	Cobre Alumínio
		Circuito de sinalização e circuitos de controle	0,5 <sup>3)</sup>	Cobre
	Condutores nus	Circuito de força	10 16	Cobre Alumínio
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	4	Cobre
Linhas flexíveis com cabos isolados		Para um equipamento específico	Como especificado na norma do equipamento	
		Para qualquer outra aplicação	0,75 <sup>4)</sup>	Cobre
		Circuitos a extra baixa tensão para aplicações especiais	0,75	Cobre

1) Seções mínimas ditadas por razões mecânicas.  
 2) **Os circuitos de tomadas de corrente são considerados circuitos de força.**  
 3) Em circuitos de sinalização e controle destinados a equipamentos eletrônicos é admitida uma seção mínima de 0,1 mm<sup>2</sup>.  
 4) Em cabos multipolares flexíveis contendo sete ou mais veias é admitida uma seção mínima de 0,1 mm<sup>2</sup>.

# Seção mínima dos condutores de neutro

O condutor neutro em um circuito elétrico, tem como objetivo realizar o equilíbrio do circuito no qual está empregado e de acordo com a NBR 5410 existem algumas normas com relação a sua aplicação.

-O condutor neutro não pode ser comum a mais de um circuito, ou seja, cada circuito deverá conter seu condutor neutro;

-Em circuitos monofásicos o condutor neutro sempre deverá ter a mesma seção do condutor fase;

-Para as correntes de terceira harmônica, o neutro deverá ser dimensionado, de acordo com o percentual da presença deste harmônico;

-Para circuitos trifásicos com neutro, o condutor deverá atender as especificações da tabela abaixo.

## Tabela – Seção mínima do condutor neutro

Tabela 10.7 - Seções mínimas do condutor neutro <sup>1)</sup> (Tabela 48 da NBR 5410:2004).

Seção dos Condutores de Fase (mm <sup>2</sup> ) <sup>2)</sup>	Seção Reduzida do Condutor Neutro (mm <sup>2</sup> ) <sup>2)</sup>
$S \leq 25$	S
35	25
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

1) As condições de utilização desta tabela são dadas no item 4 anterior.

2) Os valores são aplicáveis quando os condutores de fase e o condutor neutro forem do mesmo metal.

## Tabela – Seção mínima do condutor de proteção

Seção dos condutores fase da instalação $S_F$ (mm <sup>2</sup> )	Seção mínima do condutor de proteção correspondente $S_N$ (mm <sup>2</sup> )
$S_F \leq 16$	$S_F$
$16 < S_F \leq 35$	16
$S_F > 35$	$S_F/2$

# Dimensionamento de condutores

Os condutores devem ser dimensionados pelos seguintes critérios:


- Critério da capacidade de condução de corrente (ampacidade).

- Limite de queda de tensão





# Critério da Capacidade de Condução de Corrente

## 1. Tipo de Isolação dos condutores:

Método de instalação número:	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de instalação a utilizar para a capacidade de condução de corrente <sup>1</sup>
1		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em	A1

## 2. Maneira de Instalar o circuito:


Tipo de Material	Temperatura de instalação (°C)	Temperatura de sobrecarga (°C)	Temperatura de curto-circuito (°C)
3. Corrente de projeto Policlreto de Vinila (PVC) até 300 mm <sup>2</sup>	$I_p = \frac{P}{V}$	100	160
4. Policlreto de Vinila (PVC) maior que 300 mm <sup>2</sup>	70	100	140
Borracha - etileno - propileno (EPR)	90	130	250
Polietileno reticulado (XLPE)	90	130	250

7		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B1
8		Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B2









## Critério da Capacidade de Condução de Corrente

Importante: O Condutor Neutro e o condutor de proteção serão determinados em função da fase.

# Maneira de instalar o circuito (1 a 8)

Método de instalação número:	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de instalação a utilizar para a capacidade de condução de corrente <sup>1</sup>
1		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante <sup>2</sup>	A1
2		Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante <sup>2</sup>	A2
3		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção circular <sup>3</sup>	B1
4		Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção circular <sup>3</sup>	B2
5		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção não circular	B1
6		Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção não circular	B2
7		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B1
8		Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B2

## Maneira de instalar o circuito (11 a 17)

11		Cabos unipolares ou cabo multipolar sobre parede <sup>4</sup>	C
11A		Cabos unipolares ou cabo multipolar no teto <sup>4</sup>	C
12		Cabos unipolares ou cabo multipolar em bandeja não perfurada ou prateleira	C
13		Cabos unipolares ou cabo multipolar em bandeja perfurada, horizontal ou vertical.	E (multipolar) F (unipolares)
14		Cabos unipolares ou cabo multipolar sobre suportes horizontais	E (multipolar) F (unipolares)
15		Cabos unipolares ou cabo multipolar afastado(s) da parede ou do teto <sup>5</sup>	E (multipolar) F (unipolares)
16		Cabos unipolares ou cabo multipolar em leito	E (multipolar) F (unipolares)
17		Cabos unipolares ou cabo multipolar suspenso(s) por cabo de suporte, incorporado ou não.	E (multipolar) F (unipolares)

## Capacidade de Condução de Corrente Isolação PVC (Métodos A1, A2, B1, B2, C e D)

Seções Nominais mm <sup>2</sup>	Métodos de Referência Indicados na Tabela 10.8											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de Condutores Carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
	<b>Cobre</b>											
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1.5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	81	67
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	104	86
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	125	103
50	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144	148	122
70	151	136	139	125	192	171	168	149	213	184	183	151
95	182	164	167	150	232	207	201	179	258	223	216	179
120	210	188	192	172	269	239	232	206	299	259	246	203
150	240	216	219	196	309	275	265	236	344	299	278	230
185	273	245	248	223	353	314	300	268	392	341	312	258
240	321	286	291	261	415	370	351	313	461	403	361	297
300	367	328	334	298	477	426	401	358	530	464	408	336
400	438	390	398	355	571	510	477	425	634	557	478	394
500	502	447	456	406	656	587	545	486	729	642	540	445
630	578	514	526	467	758	678	626	559	843	743	614	506
800	669	593	609	540	881	788	723	645	978	865	700	577
1000	767	679	698	618	1012	906	827	738	1125	996	792	652

## Capacidade de Condução de Corrente Isolação EPR e XLPE (Métodos A1, A2, B1, B2, C e D).

Seções Nominais mm <sup>2</sup>	Métodos de Referência Indicados na Tabela 10.8											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de Condutores Carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
<b>Cobre</b>												
0,5	10	9	10	9	12	10	11	10	12	11	14	12
0,75	12	11	12	11	15	13	15	13	16	14	18	15
1	15	13	14	13	18	16	17	15	19	17	21	17
1.5	19	17	18,5	16,5	23	20	22	19,5	24	22	26	22
2,5	26	23	25	22	31	28	30	26	33	30	34	29
4	35	31	33	30	42	37	40	35	45	40	44	37
6	45	40	42	38	54	48	51	44	58	52	56	46
10	61	54	57	51	75	66	69	60	80	71	73	61
16	81	73	76	68	100	88	91	80	107	96	95	79
25	106	95	99	89	133	117	119	105	138	119	121	101
35	131	117	121	109	164	144	146	128	171	147	146	122
50	158	141	145	130	198	175	175	154	209	179	173	144
70	200	179	183	164	253	222	221	194	269	229	213	178
95	241	216	220	197	306	269	265	233	328	278	252	211
120	278	249	253	227	354	312	305	268	382	322	287	240
150	318	285	290	259	407	358	349	307	441	371	324	271
185	362	324	329	295	464	408	395	348	506	424	363	304
240	424	380	386	346	546	481	462	407	599	500	419	351
300	486	435	442	396	628	553	529	465	693	576	474	396
400	579	519	527	472	751	661	628	552	835	692	555	464
500	664	595	604	541	864	760	718	631	966	797	627	525
630	765	685	696	623	998	879	825	725	1122	923	711	596
800	885	792	805	721	1158	1020	952	837	1311	1074	811	679
1000	1014	908	923	826	1332	1173	1088	957	1515	1237	916	767

## Exemplo 1

Dimensionar os condutores de fase para um chuveiro de 5400W ligado em 220V com isolação em PVC, eletroduto PVC embutido em alvenaria, temperatura ambiente 30 graus.

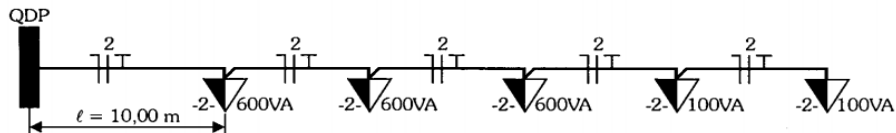
## Exemplo 2

Dimensionar os condutores de fase para um chuveiro de 5400W ligado em 127V com isolação em PVC, eletroduto PVC embutido em alvenaria, temperatura ambiente 30 graus.



## Exemplo 3

Dimensionar os condutores para um circuito das tomadas da cozinha, cuja potência é dado na figura abaixo; tensão fase neutro é 127V; isolamento do condutor de PVC; eletroduto embutido em alvenaria; temperatura = 30 graus.



# Fatores de Correção

- Fator de correção de temperatura (FCT)
- Fator de correção de agrupamento

## Fatores de Correção - Temperatura

Quando a temperatura ambiente for superior a 30 °C,

TEMPERATURAS	
<u>Temperatura do Ambiente (°C)</u>	<u>Fator de Redução</u>
35	0,94
40	0,87
45	0,79
50	0,71
55	0,61
60	0,50

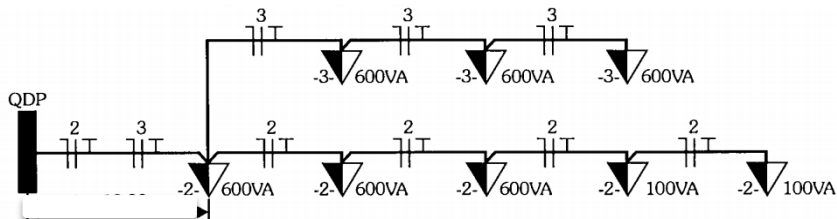
# Fatores de Correção - Agrupamento

Quando Tiver mais de 1 circuito passando no mesmo Eletroduto

Item	Disposição dos cabos justapostos	Número de circuitos ou de cabos multipolares												Tabelas dos métodos de referência
		1	2	3	4	5	6	7	8	9 a 11	12 a 15	16 a 19	≥ 20	
1	Feixe de cabos ao ar livre ou sobre superfície; cabos em condutos fechados	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	4.5 (métodos A a F)
2	Camada única sobre parede, piso, ou em bandeja não perfurada ou prateleira	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70				4.5a e 4.5b (método C)
3	Camada única no teto	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				4.5c e 4.5d (métodos E e F)
4	Camada única em bandeja perfurada	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				
5	Camada unida em leito, suporte	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				

## Exemplo 4

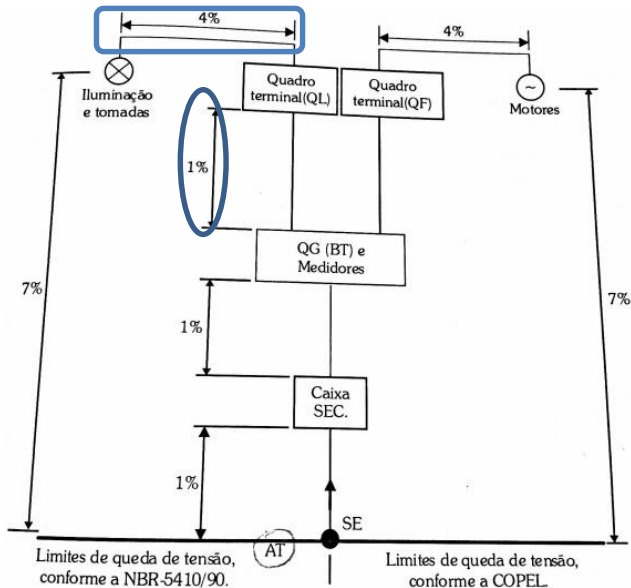
Calcular os condutores do circuito 2 e do circuito 3 que ligam as tomadas abaixo. Considere a tensão de alimentação de 127V; isolamento do condutor de PVC; Eletroduto embutido em alvenaria; temperatura em 30°C.



Circuito 2 = 2000 VA

Circuito 3 = 1800 VA

# Queda de tensão em V/A.Km



# Queda de Tensão

**Tabela 4.18** Quedas de tensão unitárias. Condutores isolados com PVC em eletroduto ou calha fechada

Seção nominal (mm <sup>2</sup> )	Eletroduto ou calha de material não magnético				Eletroduto ou calha de material magnético	
	Circuito monofásico		Circuito trifásico		Circuito monofásico ou trifásico	
	cos $\varphi = 0,8$ (V/A $\times$ km)	cos $\varphi = 0,95$ (V/A $\times$ km)	cos $\varphi = 0,8$ (V/A $\times$ km)	cos $\varphi = 1$ (V/A $\times$ km)	cos $\varphi = 0,8$ (V/A $\times$ km)	cos $\varphi = 0,95$ (V/A $\times$ km)
1,5	23,03	27,6	20,2	24,0	23,0	27,4
2,5	14,03	16,9	12,4	14,7	14,0	16,8
4	8,9	10,6	7,8	9,2	9,0	10,5
6	6,0	7,1	5,2	6,1	5,9	7,0
10	3,6	4,2	3,2	3,7	3,5	4,2
16	2,3	2,7	2,0	2,3	2,3	2,7
25	1,5	1,7	1,3	1,5	1,5	1,7
35	1,1	1,2	0,98	1,1	1,1	1,2
50	0,85	0,94	0,76	0,82	0,86	0,95
70	0,62	0,67	0,55	0,59	0,64	0,67
95	0,48	0,50	0,50	0,43	0,50	0,51
120	0,40	0,41	0,36	0,36	0,42	0,42
150	0,35	0,34	0,31	0,30	0,37	0,35
185	0,30	0,29	0,27	0,25	0,32	0,30
240	0,26	0,24	0,23	0,21	0,29	0,25