



ELETROPAULO
ELETRICIDADE DE SÃO PAULO S.A.

PND 2.4

DETERMINAÇÃO DA DEMANDA PARA PROJETOS DE ENTRADAS CONSUMIDORAS COLETIVAS, AÉREAS OU SUBTERRÂNEAS, OU INDIVIDUAIS SUBTERRÂNEAS EM TENSÃO SECUNDÁRIA DE DISTRIBUIÇÃO.

29 cópias

DIRETORIA DE DISTRIBUIÇÃO
SUPTCIA. DE ENGENHARIA DA DISTRIBUIÇÃO
DEPTO. DE ENGENHARIA DA DISTRIBUIÇÃO

1ª Edição Agosto / 1991
2ª Edição Outubro / 1991



PND-2.4

Determinação da Demanda em Prédios Residenciais e Comerciais .

NORMA TÉCNICA

Distribuição de Energia Elétrica

I_N_D_I_C_E

	PAG.
1. INTRODUÇÃO.....	02
2. OBJETIVO.....	03
3. DETERMINAÇÃO DA DEMANDA.....	04
3.1. Potência Instalada Até 12 KW.....	04
3.2. Potência instalada Acima de 12 KW.....	04
3.2.1. Iluminação e Tomadas de Uso Geral.....	04
3.2.1.1. Edificações de Uso Residencial, Hotel e Flat.....	04
3.2.1.2. Edificações Com Finalidade Comercial ou Residencial...	05
3.2.2. Aparelhos.....	06
3.2.3. Motores Elétricos.....	08
3.2.4. Aparelhos de Ar Condicionado.....	10
3.2.5. Equipamentos Especiais.....	10
3.2.6. Coeficiente de Simultaneidade.....	11
A N E X O - E X E M P L O S	
EXEMPLO 1.....	12
EXEMPLO 2.....	18

1. INTRODUÇÃO

Este projeto de norma foi desenvolvido pelo Grupo de Trabalho de Revisão do LIG'86 coordenado pelo Departamento de Engenharia da Distribuição e com participação da Superintendência de Planejamento da Distribuição e de diversas Superintendências Regionais da Diretoria de Distribuição da ELETROPAULO.

O trabalho fará parte como um capítulo integrante da nova versão do LIG: "Livro de Instruções Gerais para Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária de Distribuição", ora em revisão.

Pela sua importância nos aspectos técnico e econômico, está sendo apresentado em encarte antecipado ao futuro livro, para sua imediata utilização na avaliação da demanda prevista em prédios residenciais e comerciais não contemplados na NTU-01.

2. OBJEIIVO

Este projeto de norma estabelece as condições mínimas exigíveis para a determinação da demanda de entradas consumidoras.

O trabalho abrange os consumidores de prédios residenciais ou comerciais de uso coletivo localizados em zona de distribuição de energia elétrica, aérea ou subterrânea, e de consumidores individuais localizados em zona de distribuição subterrânea.

3. DETERMINAÇÃO DA DEMANDA

A determinação da demanda prevista é de responsabilidade do autor do projeto. Para efeito de liberação de projeto e ligação, a ELETROPAULO aceitará no mínimo o dimensionamento resultante da metodologia descrita a seguir.

3.1. Potência Instalada Até 12 kW

O cálculo de demanda não será necessário. Neste caso considera-se a carga total declarada.

3.2. Potência Instalada Acima de 12 kW

3.2.1. Iluminação e Tomadas de Uso Geral

3.2.1.1. Edificação de Uso Residencial, Hotel e Flat

A) A demanda referente às cargas de iluminação e tomadas de uso geral para o dimensionamento da entrada consumidora em edificações residenciais, hotéis ou flats, deve ser calculada tomando-se como base somente as áreas úteis da edificação e considerando 5 W por metro quadrado.

B) A demanda referente às cargas de iluminação e tomadas de uso geral, de cada uma das unidades consumidoras da edificação de uso residencial ou flat, deve ser calculada com base na carga declarada e nos fatores de demanda indicados na tabela 3.1, excluindo a unidade consumidora da administração que deve ser calculada em função da área, de acordo com o item A.

OBS.: Área útil do Apartamento: É a medida da superfície da área privativa da unidade consumidora (quarto, sala, cozinha, wc, varanda, etc) excluída as projeções de paredes, pilares e demais elementos construtivos.

Área útil da Administração: É a medida da superfície das áreas de uso coletivo (corredores, salão de festas, casa de máquinas, etc) excluída as projeções de paredes, pilares e demais elementos construtivos. Conjuntos poliesportivos, piscinas e jardins iluminados devem ser considerados na área útil da administração.

Área útil da Edificação: É a soma das áreas úteis dos apartamentos e das áreas úteis da administração.

Potência instalada (P) de Iluminação e tomadas de Uso geral (kW)	Fator de Demanda (%)
Até 1	86
Acima de 1 a 2	75
Acima de 2 a 3	66
Acima de 3 a 4	59
Acima de 4 a 5	52
Acima de 5 a 6	45
Acima de 6 a 7	40
Acima de 7 a 8	35
Acima de 8 a 9	31
Acima de 9 a 10	27
Acima de 10	24

Tabela 3.1: Fator de Demanda Para Iluminação e Tomadas de Uso Geral de Unidade Consumidora em Edificações de Uso Residencial ou Flat

Nota 1: A potência das tomadas é obtida através da soma das potências atribuídas, conforme segue:

a) Para utilização em cozinhas, copas e áreas de serviço, considerar no mínimo 3 tomadas de 600 W e 100 W por tomada para as excedentes.

b) Para utilização geral considerar 100 W por tomada.

Nota 2: Para efeito da soma da carga instalada não serão considerados os aparelhos e/ou equipamentos elétricos de pequeno porte (com potências inferiores a 600 W) excluídos os constantes dos itens 3.2.2 e 3.2.4, uma vez que a concessionária admite, para efeito de cálculo de demanda, que esses aparelhos e/ou equipamentos têm suas cargas consideradas na somatória das cargas de tomadas de uso geral.

3.2.1.2. Edificação com Finalidades Comerciais ou Industriais

A demanda das cargas de iluminação e tomadas de uso geral, para as unidades consumidoras e entrada consumidora, deve ser calculada baseada nas cargas declaradas e nos fatores de demanda, indicados na tabela 3.2:

DESCRIÇÃO	FATOR DE DEMANDA
Auditórios, salões para exposição e semelhantes	1,00
Bancos, lojas e semelhantes	1,00
Barbearias, salões de beleza e semelhantes	1,00
Clubes e semelhantes	1,00
Escolas e semelhantes	1,00 para os primeiros 12 kW 0,5 para o que exceder a 12 kW
Escritórios	1,00 para os primeiros 20 kW 0,70 para o que exceder a 20 kW
Garagens Comerciais e semelhantes	1,00
Hospitais e semelhantes	0,40 para os primeiros 50 kW 0,20 para o que exceder a 50 kW
Igrejas e semelhantes	1,00
Indústrias	1,00
Restaurantes e semelhantes	1,00

Tabela 3.2: Fator de Demanda Para Iluminação e Tomadas em Edificações de Uso Coletivo, comercial ou Industrial

A demanda referente às cargas de iluminação e tomadas de uso geral, de cada uma das unidades consumidoras da edificação de uso

comercial ou industrial, deve ser calculada conforme segue:

Industrial: demanda de 100%

Comercial : demanda de 75%

Nota: O responsável técnico pelo projeto deverá apresentar no memorial técnico os tipos de lâmpadas, bem como seus respectivos fatores de potência e a somatória das potências dos reatores.

3.2.2. Aparelhos

A demanda de aparelhos deve ser determinada em função da carga declarada, utilizando-se a tabela 3.3, sendo que as potências individuais dos aparelhos devem ser iguais ou superiores às potências mínimas individuais indicadas na tabela 3.4.

Nº de Aparelhos	Fator de Demanda (Z)					
	Chuveiro Torneira Elét. Aquec. Indiv. de passagem	Máquinas Lavar Louça Aquec. cen- tral de acumulação	Aquecedor Central de Passagem	Fogão Elét. Forno Micro-ondas	Máquina Secar Roupa Sauna Xerox	Hidromas- sagem
01	100	100	100	100	100	100
02	68	72	71	60	100	56
03	56	62	64	48	100	47
04	48	57	60	40	100	39
05	43	54	57	37	80	35
06	39	52	54	35	70	25
07	36	50	53	33	62	25
08	33	49	51	32	60	25
09	31	48	50	31	54	25
10 a 11	30	46	50	30	50	25
12 a 15	29	44	50	28	46	20
16 a 20	28	42	47	26	40	20
21 a 25	27	40	46	26	36	18
26 a 35	26	38	45	25	32	18
36 a 40	26	36	45	25	26	15
41 a 45	25	35	45	24	25	15
46 a 55	25	34	45	24	25	15
56 a 65	24	33	45	24	25	15
66 a 75	24	32	45	24	25	15
76 a 80	24	31	45	23	25	15
81 a 90	23	31	45	23	25	15
91 a 100	23	30	45	23	25	15
101 a 120	22	39	45	23	25	15
121 a 150	22	29	45	23	25	15
151 a 200	21	28	45	23	25	15
201 a 250	21	27	45	23	25	15
251 a 350	20	26	45	23	25	15
351 a 450	20	25	45	23	25	15
451 a 800	20	24	45	23	25	15
801 a 1000	20	23	45	23	25	15

Tabela 3.3: Fatores de Demanda Para Aparelhos

Finalidade	Potências Mínimas (W)
torneira elétrica	3.000
chuveiro elétrico	3.500
Máq. lavar louça	2.000
Máq. secar roupa	2.500
forno de microondas	1.500
forno elétrico	1.500

Tabela 3.4: Potências Mínimas de Aparelhos Eletrodomesticos

Nota 1: Para o cálculo da demanda de chuveiros elétricos, torneiras elétricas e aquecedores elétricos de passagem a serem utilizados em lavatórios, pias e bidês, deve-se somar as quantidades de aparelhos, e aplicar o fator de demanda correspondente à somatória de suas potências.

Nota 2: Para fornos elétricos industriais a demanda deve ser de 100% para qualquer quantidade de aparelhos.

3.2.3. Motores Elétricos

A demanda, em kVA, dos motores elétricos deve ser determinada conforme segue:

a) Converter as potências de motores, de CV/HP para kVA, utilizando-se as tabelas 3.5 e 3.6.

Motores Trifásicos							
Potência Nominal CV ou HP	Potência Absorvida da Rede		Corrente à Plena carga (A)		Corrente de partida (A)		COS ϕ Médio
	kW	kVA	380V	220V	380V	220V	
1/3	0,39	0,65	0,9	1,7	4,1	7,1	0,61
1/2	0,58	0,87	1,3	2,3	5,8	9,9	0,66
3/4	0,83	1,26	1,9	3,3	9,4	16,3	0,66
1	1,05	1,52	2,3	4,0	11,9	20,7	0,69
1 1/2	1,54	2,17	3,3	5,7	19,1	33,1	0,71
2	1,95	2,70	4,1	7,1	25,0	44,3	0,72
3	2,95	4,04	6,1	10,6	38,0	65,9	0,73
4	3,72	5,03	7,6	13,2	43,0	74,4	0,74
5	4,51	6,02	9,1	15,8	57,1	98,9	0,75
7 1/2	6,57	8,65	12,7	22,7	90,7	157,1	0,76
10	8,89	11,54	17,5	30,3	116,1	201,1	0,77
12 1/2	10,85	14,09	21,3	37,0	156,0	270,5	0,77
15	12,82	16,65	25,2	43,7	196,6	340,6	0,77
20	17,01	22,10	33,5	58,0	243,7	422,1	0,77
25	20,92	25,83	39,1	67,8	275,7	477,6	0,81
30	25,03	30,52	46,2	80,1	326,7	566,0	0,82
40	33,38	39,74	60,2	104,3	414,0	717,3	0,84
50	40,93	48,73	73,8	127,9	528,5	915,5	0,84
60	49,42	58,15	88,1	152,6	632,6	1095,7	0,85
75	61,44	72,28	109,5	189,7	743,6	1288,0	0,85
100	81,23	95,56	144,8	250,8	934,7	1619,0	0,85
125	100,67	117,05	177,3	307,2	1162,7	2014,0	0,86
150	120,09	141,29	214,0	370,8	1455,9	2521,7	0,85
200	161,65	190,18	288,1	499,1	1996,4	3458,0	0,85

Tabela 3.5: Motores Trifásicos/Conversão de CV ou HP, para kVA

Nota 1: Os valores da tabela foram obtidos pela média de dados fornecidos pelos fabricantes.

Nota 2: As correntes de partida citadas na tabela acima podem ser utilizadas quando não se dispuser das mesmas nas placas dos motores.

Motores Monofásicos							
Potência Nominal	Potência Absorvida da Rede	Absorção	Corrente Nominal (A)		Corrente de partida (A)		COS φ Médio
CV ou HP	kW	kVA	110V	220V	110V	220V	
1/4	0,42	0,66	5,9	3,0	27	14	0,63
1/3	0,51	0,77	7,1	3,5	31	16	0,66
1/2	0,79	1,18	11,6	5,4	47	24	0,67
3/4	0,90	1,34	12,2	6,1	63	33	0,67
1	1,14	1,56	14,2	7,1	68	35	0,73
1 1/2	1,67	2,35	21,4	10,7	96	48	0,71
2	2,17	2,97	27,0	13,5	132	68	0,73
3	3,22	4,07	37,0	18,5	220	110	0,79
5	5,11	6,16	-	28,0	-	145	0,83
7 1/2	7,07	8,84	-	40,2	-	210	0,80
10	9,31	11,64	-	52,9	-	260	0,80
12 1/2	11,58	14,94	-	67,9	-	330	0,78
15	13,72	16,94	-	77,0	-	408	0,81

Tabela 3.6: Motores Monofásicos/Conversão de CV ou HP, para kVA

Nota: As correntes de partida citadas na tabela acima podem ser utilizadas quando não se dispuser das mesmas nas placas dos motores.

b) Aplicar o fator de demanda de 100% para o motor de maior potência e 50% para os demais motores, em kVA.

Nota 1: Na tabela foram considerados valores médios usuais para fator de potência e rendimento.

Nota 2: Se os maiores motores forem iguais, para efeito da somatória de suas potências, deve-se considerar apenas um como o maior, e, o(s) outro(s), como segundo(s) em potência.

Nota 3: Existindo motores que obrigatoriamente partam ao mesmo tempo (mesmo sendo os maiores), deve-se somar suas potências e considerá-los um só motor. (excluídos os motores de elevadores).

Nota 4: Para motores especiais e/ou de grandes potências o consumidor deve fornecer o fator de potência (cos φ) e o rendimento (η) dos mesmos. A potência aparente, em kVA, é calculada como segue:

$$kVA = \frac{H.P. \times 0,746}{\cos \varphi \times \eta} \quad \text{ou} \quad kVA = \frac{C.V. \times 0,736}{\cos \varphi \times \eta}$$

3.2.4. Aparelhos de Ar Condicionado

a) Tipo Central

Aplicar a demanda de 100%, quando tratar-se de um aparelho para toda a edificação, ou uma central por unidade consumidora de uso comercial ou industrial.

Nota 1: Quando o sistema de refrigeração possuir Fan-Coil, a demanda desses dispositivos deve ser de 75%.

Nota 2: Quando existir unidade central de ar condicionado por apartamento, utilizar a tabela 3.7.

b) Tipo Janela

A determinação da demanda deve ser feita de acordo com a tabela 3.7.

Nº. de aparelhos	Fator de demanda	
	comercial	residencial
1 a 10	100	100
11 a 20	90	86
21 a 30	82	80
31 a 40	80	78
41 a 50	77	75
51 a 75	75	73
acima de 75	75	70

Tabela 3.7: Fatores de Demanda Para Aparelhos de Ar Condicionado Tipo Janela

3.2.5. Equipamentos Especiais

Consideram-se equipamentos especiais os aparelhos de raios X, máquinas de solda, fornos elétricos a arco, fornos elétricos de indução, retificadores e equipamentos de eletrólise, máquinas injetoras e extrusores de plástico, etc.

A demanda, em kVA, desses equipamentos deve ser determinada conforme segue:

100% da potência, em kVA, do maior equipamento, e 60% da potência, em kVA, dos demais equipamentos.

Nota 1: Se os maiores equipamentos forem iguais, para efeito da somatória de suas potências, deve-se considerar apenas um como o maior, e, o(s) outro(s), como segundo(s) em potência.

Nota 2: Quando houver aparelhos e/ou equipamentos não previstos neste capítulo, o responsável técnico deverá apresentar memorial de cálculo da demanda com os fatores utilizados.

3.2.6. Coeficiente de Simultaneidade

Os coeficientes de simultaneidade somente devem ser aplicados na determinação da demanda de edifícios residenciais, hotéis e flats de acordo com a quantidade de unidades consumidoras da edificação, excluindo-se a Administração.

Esses coeficientes devem ser aplicados na determinação da demanda, do ramal de distribuição secundário, do ramal de distribuição principal, do ramal alimentador da caixa de distribuição e da cabina de barramentos da entrada consumidora, conforme tabela 3.8.

Nº. Apartamentos	Fatores	Nº. de Apartamentos	Fatores
		79 a 87	0,65
02 a 03	0,98	88 a 96	0,64
04 a 06	0,97	97 a 102	0,63
07 a 09	0,96	103 a 105	0,62
10 a 12	0,95	106 a 108	0,61
13 a 15	0,91	109 a 111	0,60
16 a 18	0,89	112 a 114	0,59
19 a 21	0,87	115 a 117	0,58
22 a 24	0,84	118 a 120	0,57
25 a 27	0,81	121 a 126	0,56
28 a 30	0,79	127 a 129	0,55
31 a 33	0,77	130 a 132	0,54
34 a 36	0,76	133 a 138	0,53
37 a 39	0,75	139 a 141	0,52
40 a 42	0,74	142 a 147	0,51
43 a 45	0,73	148 a 150	0,50
46 a 48	0,72	150 acima	0,50
49 a 51	0,71		
52 a 54	0,70		
55 a 57	0,69		
58 a 63	0,68		
64 a 69	0,67		
70 a 78	0,66		

Tabela 3.8: Coeficientes de Simultaneidade

A_N_E_X_O_I

EXEMPLOS DE CÁLCULOS DE DEMANDA

EXEMPLO 1

DADOS:

Edifício Residencial tipo "Flat"

Área útil do edifício:	12.713,00 m ²
Área útil da administração:	5.710,00 m ²
Área útil do apartamento tipo :	47,00 m ²
Quantidade de apartamentos:	149
Administração:	1

Cargas:

Apartamento tipo	
Iluminação.....	620 W
Tomadas.....	2600 W

Total de Iluminação e Tomadas.....3,22 kW

1 Chuveiro.....3500 W

Carga Total do Apartamento.....6,72 kW

Administração:

- 03 Secadoras de roupas.....4500 W cada (bifásicas)
- 01 Portão automático de 2 HP (trifásico)
- 01 Bomba de piscina de 2 HP (trifásica)
- 04 Elevadores de 15 HP cada (trifásicos)
- 02 Bombas de recalque de 10 HP cada (trifásicas)
- 04 Bombas de água servidas de 2 HP cada (trifásicas)
- 01 Bomba de incêndio de 3 HP (trifásica)

I - DEMANDA_GERAL_DA_ENTRADA

A) DEMANDA REFERENTE À ILUMINAÇÃO E TOMADAS DE USO GERAL

$$D_a = \frac{\text{Área total dos Apto} \times W/m^2}{\text{Fator de Potência}} + \frac{\text{Área total administração} \times W/m^2}{\text{Fator de Potência}}$$

$$D_a = \frac{(47 \text{ m}^2 \times 149 \text{ aptos.}) \times 5 \text{ W/m}^2}{1} + \frac{5710 \text{ m}^2 \times 5 \text{ W/m}^2}{1}$$

$$D_a = 35,01 \text{ kVA} \quad 28,55 \text{ kVA}$$

21

$D_A =$ Demanda de iluminação e tomadas

$D_A = 63,56 \text{ kVA}$

B) DEMANDA REFERENTE A APARELHOS

$$D_B = \frac{Q^{de} \text{ aparelhos} \times Pot./aparelho \times F. \text{for. de demanda (tab.3)}}{\text{Fator de Potência}}$$

a) Chuveiros:

$$D_{Ba} = \frac{149 \times 3,5 \text{ kW} \times 0,22}{1} = 114,73 \text{ kVA}$$

b) Máquina de secar roupa:

$$D_{Bb} = \frac{3 \times 4,5 \text{ kW} \times 1,00}{1} = 13,50 \text{ kVA}$$

$D_B =$ Demanda de aparelhos = $D_{Ba} + D_{Bb}$.

$D_B = 128,23 \text{ kVA}$

Nota: Aparelhos resistivos, fator de potência = 1.

C) DEMANDA REFERENTE A MOTORES.

Converter as potências, de HP ou CV, em kVA, conforme tabela 3.5.

2,0 HP	=	2,70 kVA X 06	=	16,20 kVA
3,0 HP	=	4,04 kVA X 01	=	4,04 kVA
10,0 HP	=	11,54 kVA X 02	=	23,08 kVA
15,0 HP	=	16,65 kVA X 04	=	66,60 kVA

Total = 109,92 kVA

maior motor = 16,65 kVA

Potência demais motores: $109,92 - 16,65 = 93,27 \text{ kVA}$

$D_C =$ Pot. maior motor x F.demanda + Pot.demais motores x F.demanda

Fator de demanda de acordo com o ítem 3.2.3

$D_C = (16,65 \text{ kVA} \times 1,0) + (93,27 \times 0,5) = 63,29 \text{ kVA}$

DEMANDA GERAL DA ENTRADA

Tendo em vista tratar-se de edifício residencial, devemos aplicar o coeficiente de simultaneidade sobre a demanda dos apartamentos, excluindo-se a administração do edifício.

a) Demanda total dos aptos. x Coef. de simultaneidade
(tabela 3.8) = D_{APT}

(Dem. de ilum. e tomadas + Dem. de aparelhos + Dem. de cargas trifásicas) x Coeficiente de simultaneidade

$$D_{APT} = (35,01 \text{ kVA} + 114,73 \text{ kVA} + 0,00) \times 0,50 = 74,87 \text{ kVA}$$

b) Demanda total da administração

Dem. de ilum. e tomadas + Dem. de aparelhos + Dem. de cargas trifásicas = D_{ADM}

$$D_{ADM} = 28,55 \text{ kVA} + 13,50 \text{ kVA} + 63,29 \text{ kVA} = 105,34 \text{ kVA}$$

DEMANDA GERAL DA ENTRADA = $D_G = D_{APT} + D_{ADM}$

$$D_G = 74,87 \text{ kVA} + 105,34 \text{ kVA} =$$

$$D_G = 180,21 \text{ kVA.}$$

II - DEMANDA DO CENTRO DE MEDIÇÃO

Considerando-se que o centro de medição prevê 12 caixas de medição coletiva tipo "N" (12 medidores) e uma caixa de medição coletiva tipo "M" (8 medidores), teremos:

A) DEMANDA DA CAIXA DE MEDIÇÃO COLETIVA TIPO "N".

1) DEMANDA DO RAMAL ALIMENTADOR DA UNIDADE DE CONSUMO: D_{RAL}

a) Demanda de iluminação e tomadas

$$D_a = \frac{\text{Potência instalada/apto.} \times \text{Fator demanda (tabela 3.1)}}{\text{Fator de Potência}}$$

$$D_a = \frac{3,22 \text{ kW} \times 0,59}{1} = 1,90 \text{ kVA}$$

b) Demanda de aparelhos

$$D_b = \frac{\text{Potência do(s) aparelho(s)} \times \text{Fator de demanda}}{\text{Fator de Potência}}$$

$$D_b = \frac{3,5 \text{ kW} \times 1,0}{1,0} = 3,5 \text{ kVA}$$

$$D_{RAL} = D_a + D_b = 1,90 \text{ kVA} + 3,5 \text{ kVA} = 5,40 \text{ kVA}$$

2) DEMANDA DO RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO SECUNDÁRIO: D_{RDS}

a) Demanda de iluminação e tomadas

$$D_a = \frac{Q^{de} \text{ apto.} \times \text{Área do apto.} \times W/m^2}{\text{Fator de Potência}}$$

$$D_a = \frac{3 \times 47,0 \text{ m}^2 \times 5 \text{ W/m}^2}{1,0} = 0,71 \text{ kVA}$$

b) Demanda de aparelhos

$$D_b = \frac{Q^{de} \text{ de aparelhos} \times \text{Pot. do aparelho} \times \text{Fator de demanda}}{\text{Fator de Potência}}$$

$$D_b = \frac{3 \times 3,5 \text{ kW} \times 0,56}{1,0} = 5,88 \text{ kVA}$$

$$\text{Demanda} = D_a + D_b = 0,71 \text{ kVA} + 5,88 \text{ kVA} = 6,59 \text{ kVA}$$

Aplicar o coeficiente de simultaneidade (tabela 3.8) para 3 unidades de consumo.

$$D_{RDS} = \text{Demanda} \times \text{coeficiente de simultaneidade}$$

$$D_{RDS} = 6,59 \text{ kVA} \times 0,98 = 6,46 \text{ kVA}$$

3) DEMANDA DO RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO PRINCIPAL: D_{RDP}

a) Demanda de iluminação e tomadas

$$D_a = \frac{Q^{de} \text{ de aptos.} \times \text{Área do apto. tipo} \times W/m^2}{\text{Fator de Potência}}$$

$$D_a = \frac{12 \times 47,0 \text{ m}^2 \times 5 \text{ W/m}^2}{1,0} = 2,82 \text{ kVA}$$

b) Demanda de aparelhos

$$D_b = \frac{Q^{de} \text{ de Aparelhos} \times \text{Pot. do Aparelho} \times \text{Fator de demanda}}{\text{Fator de Potência}}$$

$$D_b = \frac{12 \times 3,5 \text{ kW} \times 0,29}{1,0} = 12,18 \text{ kVA}$$

$$D_{RDP} = D_a + D_b = 2,82 \text{ kVA} + 12,18 \text{ kVA} = 15,00 \text{ kVA}$$

Aplicar coeficiente de simultaneidade (tabela 3.8) para 12 unidades de consumo.

$D_{RDP} = \text{Demanda} \times \text{Coeficiente de simultaneidade}$

$$D_{RDP} = 15,00 \text{ kVA} \times 0,95 = 14,25 \text{ kVA}$$

B) DEMANDA DA CAIXA DE MEDIÇÃO COLETIVA TIPO "M" (COM 5 MEDIDORES)

1) DEMANDA DO RAMAL ALIMENTADOR DA UNIDADE DE CONSUMO: D_{RAL}

Idem ao cálculo para a caixa de medição coletiva tipo "N" tendo em vista os apartamentos serem iguais.

2) DEMANDA DO RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO SECUNDÁRIA: D_{RDS}

a) Demanda de iluminação e tomadas

$$D_a = \frac{Q^{de} \text{ aptos.} \times \text{Área apto. tipo} \times \text{W/m}^2}{\text{Fator de Potência}}$$

$$D_a = \frac{2 \times 47,00 \text{ m}^2 \times 5 \text{ W/m}^2}{1,0} = 0,47 \text{ kVA.}$$

b) Demanda de aparelhos

$$D_b = \frac{Q^{de} \text{ de aparelhos} \times \text{Pot. do aparelho} \times \text{Fator de demanda}}{\text{Fator de Potência}}$$

$$D_b = \frac{2 \quad 3,5 \text{ kW} \times 0,68}{1,0} = 4,76 \text{ kVA}$$

$$D_{RDS} = D_a + D_b = 0,47 \text{ kVA} + 4,76 \text{ kVA} = 5,23 \text{ kVA}$$

Aplicar o coeficiente de simultaneidade (tabela 3.8) para 2 unidades de consumo.

$D_{RDS} = \text{Demanda} \times \text{coeficiente de simultaneidade}$

$$D_{RDS} = 5,23 \text{ kVA} \times 0,98 = 5,13 \text{ kVA}$$

3) DEMANDA DO RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO PRINCIPAL: D_{RDP} **a) Demanda de iluminação e tomadas**

$$D_a = \frac{Q^{de} \cdot \text{aptos.} \times \text{Área apto tipo} \times W/m^2}{\text{Fator de Potência}}$$

$$D_a = \frac{5 \times 47 \text{ m}^2 \times 5 \text{ W/m}^2}{1,0} = 1,18 \text{ kVA}$$

b) Demanda de aparelhos

$$D_b = \frac{Q^{de} \cdot \text{de aparelhos} \times \text{Pot. do aparelho} \times \text{Fator de demanda}}{\text{Fator de Potência}}$$

$$D_b = \frac{5 \times 3,5 \text{ kW} \times 0,43}{1,0} = 7,53 \text{ kVA}$$

$$D_{RDP} = D_a + D_b = 1,18 \text{ kVA} + 7,53 \text{ kVA} = 8,71 \text{ kVA}$$

Aplicar coeficiente de simultaneidade (tabela 3.8) para 5 unidades de consumo.

$$D_{RDP} = \text{Demanda} \times \text{Coeficiente de simultaneidade}$$

$$D_{RDP} = 8,71 \text{ kVA} \times 0,97$$

$$D_{RDP} = 8,45 \text{ kVA}$$

4) DEMANDA DO RAMAL ALIMENTADOR DA ADMINISTRAÇÃO: D_{Radm} **a) Demanda de iluminação e tomadas**

$$\text{Conforme calculado no item A} = 28,55 \text{ kVA}$$

b) Demanda de aparelhos

$$\text{Conforme calculado no item B} = 13,50 \text{ kVA}$$

c) Demanda de motores

$$\text{Conforme calculado no item C} = 63,29 \text{ kVA}$$

$$D_{Radm} = a + b + c$$

$$D_{Radm} = 28,55 \text{ kVA} + 13,50 \text{ kVA} + 63,29 \text{ kVA.}$$

$$D_{Radm} = 105,34 \text{ kVA.}$$

EXEMPLO 2

DADOS

Edifício Residencial (com apartamentos de áreas iguais)

Área útil do edifício:	9.284 m ²
Área útil da administração:	2.884 m ²
Área útil do apto. tipo:	160 m ²
Quantidade de apartamentos:	40
Administração:	1

Cargas

Apartamento tipo:

Iluminação:	3130 W
Tomadas:	1800 W

Total de Iluminação e Tomadas.....4,93 kW

1 Chuveiro:	3500 W
1 Máq. de lavar louça:	2500 W
1 Máq. de secar roupa:	2500 W

Carga Total do Apartamento.....13,43 kW

Administração

5 chuveiros - 3500 W cada:	17,5 kW	
2 torneiras elétricas:3000 W cada:	6,0 kW	
2 elevadores de 10,0CV:	20,0 CV	(trifásicos)
1 elevador de 7,0CV:	7,0 CV	(trifásico)
1 bomba de incêndio:	3,0 CV	(trifásica)
1 portão elétrico 1,0CV:	1,0 CV	(trifásico)
1 bomba d'água 10,0CV:	10,0 CV	(trifásica)
1 bomba de piscina 5,0CV:	5,0 CV	(trifásica)

I - DEMANDA GERAL DA ENIRADA

A) DEMANDA REFERENTE À ILUMINAÇÃO E TOMADAS DE USO GERAL.

$$D_A = \frac{\text{área total dos aptos.} \times \text{W/m}^2}{\text{Fator de Potência}} + \frac{\text{área total adm.} \times \text{W/m}^2}{\text{Fator de Potência}}$$

$$D_A = \frac{(160 \text{ m}^2 \times 40 \text{ aptos.}) \times 5 \text{ W/m}^2}{1} + \frac{2.884 \text{ m}^2 \times 5 \text{ W/m}^2}{1}$$

$$D_A = 32,00 \text{ kVA} + 14,42 \text{ kVA} = 46,42 \text{ kVA}$$

D_A = Demanda de iluminação e tomadas

$$D_A = 46,42 \text{ kVA}$$

B - DEMANDA REFERENTE A APARELHOS

$$D_B = \frac{Q^{da} \text{ de aparelhos} \times \text{pot. aparelhos} \times \text{Fator de demanda (tabela 3.3)}}{\text{Fator de Potência}}$$

a) Chuveiros + torneiras elétricas

- 40 aptos com 01 chuveiro = 40 unidades
- 01 admin. com 05 chuveiros = 05 unidades
- 01 admin. com 02 torneiras = 02 unidades

Fator de demanda obtido na tabela 3.3 = 0,25 (para 47 unidades)

$$D_{Ba1} = \frac{40 \times 3,5 \text{ kW} \times 0,25}{1} = 35,00 \text{ kVA}$$

$$D_{Ba2} = \frac{05 \times 3,5 \text{ kW} \times 0,25}{1} = 4,38 \text{ kVA}$$

$$D_{Ba3} = \frac{02 \times 3,0 \text{ kW} \times 0,25}{1} = 1,50 \text{ kVA}$$

$$D_{Ba} = D_{Ba1} + D_{Ba2} + D_{Ba3}$$

$$D_{Ba} = 35,00 \text{ kVA} + 4,38 \text{ kVA} + 1,50 \text{ kVA}$$

$$D_{Ba} = 40,88 \text{ kVA}$$

b) Máquina de lavar louça

$$D_{Bb} = \frac{40 \times 2,50 \text{ kW} \times 0,36}{1} = 36,00 \text{ kVA}$$

c) Máquina de secar roupa

$$D_{Bc} = \frac{40 \times 2,5 \text{ kW} \times 0,26}{1} = 26,00 \text{ kVA}$$

$$D_B = D_{Ba} + D_{Bb} + D_{Bc}$$

$$D_B = 40,88 \text{ kVA} + 36 \text{ kVA} + 26,00 \text{ kVA} =$$

$$D_B = 102,88 \text{ kVA}$$

Demanda de aparelhos da administração =

$$4,38 \text{ kVA} + 1,50 \text{ kVA} = 5,88 \text{ kVA}$$

Demanda de aparelhos dos Apartamentos:

$$102,88 - 5,88 = 97,00 \text{ kVA}$$

Nota 1: Aparelhos resistivos, fator de potência = 1

C - DEMANDA REFERENTE A MOTORES

Converter as potências, de HP ou CV, em kVA, conforme tabela 3.5.

$$1,0 \text{ CV} = 1,52 \text{ kVA} \times 01$$

$$3,0 \text{ CV} = 4,04 \text{ kVA} \times 01$$

$$5,0 \text{ CV} = 6,02 \text{ kVA} \times 01$$

$$7,0 \text{ CV} = 8,07 \text{ kVA} \times 01$$

$$10,0 \text{ CV} = 11,54 \text{ kVA} \times 03$$

$$\text{Total} = 54,27 \text{ kVA.}$$

$$\text{maior motor} = 11,54 \text{ kVA}$$

$$\text{Potência demais motores: } 54,27 - 11,54 = 42,73 \text{ kVA}$$

$$D_c = (\text{Pot. maior motor} \times \text{Fator demanda}) + (\text{Pot. demais mot.} \times \text{Fator demanda})$$

Fator de demanda de acordo com o item 3.2.3.

$$D_c = (11,54 \text{ kVA} \times 1,0) + (42,73 \text{ kVA} \times 0,5) = 32,91 \text{ kVA}$$

DEMANDA_GERAL_DA_ENTRADA

Tendo em vista tratar-se de edifício residencial, devemos aplicar o coeficiente de simultaneidade sobre a demanda dos apartamentos, excluindo-se a administração do edifício.

a) Demanda total dos aptos. x coef. de simultaneidade (tabela 3.8) = D_{APT}

$$D_{APT} = (\text{Dem. de iluminação e tomadas} + \text{Dem. de aparelhos} + \text{Dem. de cargas trifásicas}) \times \text{coeficiente de simultaneidade}$$

$$D_{APT} = (32,0 \text{ kVA} + 97,00 \text{ kVA} + 0,00 \text{ kVA}) \times 0,74 = 95,46 \text{ kVA}$$

b) = Demanda total da administração = D_{ADM}

$$D_{ADM} = \text{Dem. de ilum. e tomadas} + \text{Dem. de aparelhos} + \text{Dem. de força}$$

$$D_{ADM} = 14,42 \text{ kVA} + 5,88 \text{ kVA} + 32,91 \text{ kVA} = 53,21 \text{ kVA}$$

$$\text{DEMANDA GERAL DA ENTRADA} = D_G = D_{APT} + D_{ADM}$$

$$D_o = 95,46 \text{ kVA} + 53,21 \text{ kVA} = 148,67 \text{ kVA}$$

$$D_o = 148,67 \text{ kVA}$$

II - DEMANDA DO CENTRO DE MEDIÇÃO

Considerando-se que o centro de medição prevê 03 caixas de medição tipo "N" e 01 caixa de medição tipo H, teremos:

A) DEMANDA DA CAIXA DE MEDIÇÃO COLETIVA TIPO "N"

1) DEMANDA DO RAMAL ALIMENTADOR DA UNIDADE DE CONSUMO: D_{RAL}

a) Demanda de iluminação e tomadas.

$$D_m = \frac{\text{Pot. instalada/apto.} \times \text{Fator de demanda (tabela 3.1)}}{\text{Fator de Potência}}$$

$$D_m = \frac{4,93 \text{ kW} \times 0,52}{1} = 2,56 \text{ kVA}$$

b) Demanda de aparelhos

$$D_b = \frac{\text{Pot. dos aparelhos} \times \text{Fator de demanda (tabela 3.3)}}{\text{Fator de Potência}}$$

- chuveiros

$$D_{b1} = \frac{1 \times 3,5 \text{ kW} \times 1,0}{1} = 3,5 \text{ kVA}$$

- máquina de lavar louça

$$D_{b2} = \frac{1 \times 2,5 \text{ kW} \times 1,0}{1} = 2,5 \text{ kVA}$$

- máquina de secar roupa

$$D_{b3} = \frac{1 \times 2,5 \text{ kW} \times 1,0}{1} = 2,5 \text{ kVA}$$

$$D_b = D_{b1} + D_{b2} + D_{b3}$$

$$D_b = 3,50 \text{ kVA} + 2,50 \text{ kVA} + 2,50 \text{ kVA} = 8,50 \text{ kVA}$$

$$D_{RAL} = D_m + D_b$$

$$D_{RAL} = 2,56 \text{ kVA} + 8,50 \text{ kVA}$$

$$D_{RAL} = 11,06 \text{ kVA}$$

2) DEMANDA DO RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO SECUNDÁRIO: D_{RDS} **a) Demanda de iluminação e tomadas**

$$D_m = \frac{Q^{dem.} \text{ de aptos.} \times \text{área do apto. tipo} \times W/m^2}{\text{Fator de Potência}}$$

$$D_m = \frac{3 \times 160 \text{ m}^2 \times 5W/m^2}{1} = 2,40 \text{ kVA}$$

b) Demanda de aparelhos

$$D_b = \frac{Q^{dem} \text{ de aparelhos} \times \text{pot. dos aparelhos} \times \text{Fator de demanda}}{\text{Fator de Potência}}$$

- chuveiro

$$D_{b1} = \frac{3 \times 3,5 \text{ kW} \times 0,56}{1} = 5,88 \text{ kVA}$$

- máquina de lavar louça

$$D_{b2} = \frac{3 \times 2,5 \text{ kW} \times 0,62}{1} = 4,65 \text{ kVA}$$

- máquina de secar roupa

$$D_{b3} = \frac{3 \times 2,5 \text{ kW} \times 1,0}{1} = 7,50 \text{ kVA}$$

$$D_b = D_{b1} + D_{b2} + D_{b3}$$

$$D_b = 5,88 \text{ kVA} + 4,65 \text{ kVA} + 7,50 \text{ kVA}$$

$$D_b = 18,03 \text{ kVA}$$

$$\text{Demanda} = D_m + D_b$$

$$\text{Demanda} = 2,40 \text{ kVA} + 18,03 \text{ kVA}$$

$$\text{Demanda} = 20,43 \text{ kVA}$$

Aplicar o coeficiente de **simultaneidade** (tabela 3.8) para 3 unidades de consumo.

$$D_{RDS} = \text{Demanda} \times \text{Coeficiente de simultaneidade}$$

$$D_{RDS} = 20,43 \text{ kVA} \times 0,98 = 20,02 \text{ kVA}$$

3) DEMANDA DO RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO PRINCIPAL: D_{RDP} **a) Demanda de iluminação e tomadas**

$$D_m = \frac{Q^{dem.} \text{ de aptos.} \times \text{área do apto tipo} \times W/m^2}{\text{Fator de Potência}}$$

$$D_m = \frac{12 \times 160 \text{ m}^2 \times 5 \text{ W/m}^2}{1} = 9,60 \text{ kVA}$$

b) Demanda de aparelhos

$$D_b = \frac{Q^{dem.} \text{ de aparelhos} \times \text{pot. aparelhos} \times \text{fator da demanda}}{\text{Fator de Potência}}$$

- chuveiros

$$D_{b1} = \frac{12 \times 3,5 \text{ kW} \times 0,29}{1} = 12,18 \text{ kVA}$$

- máquina de lavar louça

$$D_{b2} = \frac{12 \times 2,5 \text{ kW} \times 0,44}{1} = 13,20 \text{ kVA}$$

- máquina de secar roupa

$$D_{b3} = \frac{12 \times 2,5 \text{ kW} \times 0,46}{1} = 13,80 \text{ kVA}$$

$$D_b = D_{b1} + D_{b2} + D_{b3}$$

$$D_b = 12,18 \text{ kVA} + 13,20 \text{ kVA} + 13,80 \text{ kVA}$$

$$D_b = 39,18 \text{ kVA}$$

$$\text{Demanda} = D_m + D_b$$

$$\text{Demanda} = 9,60 \text{ kVA} + 39,18 \text{ kVA}$$

$$\text{Demanda} = 48,78 \text{ kVA}$$

Aplicar o coeficiente de simultaneidade (tabela 3.8) para 12 unidades de consumo.

$$D_{RDP} = \text{Demanda} \times \text{Coeficiente de simultaneidade}$$

$$D_{RDP} = 48,78 \text{ kVA} \times 0,95 = 46,34 \text{ kVA}$$

$$D_{RDP} = 46,34 \text{ kVA}$$

B) DEMANDA CAIXA DE MEDIÇÃO COLETIVA TIPO H * (COM 4 MEDIDORES)

1) DEMANDA DO RAMAL ALIMENTADOR DA UNIDADE DE CONSUMO: D_{RAL}

Idem ao calculado para caixa de medição coletiva tipo "N" tendo em vista os apartamentos serem iguais.

2) DEMANDA DO RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO SECUNDÁRIO: D_{RDS}

a) Demanda de iluminação e tomadas

$$D_a = \frac{Q^{de} \text{ de aptos} \times \text{área do apto} \times W/m^2}{\text{Fator de Potência}}$$

$$D_a = \frac{2 \times 160 \text{ m}^2 \times 5 \text{ W/m}^2}{1} = 1,60 \text{ kVA}$$

b) Demanda de aparelhos

$$D_b = \frac{Q^{de} \text{ de aparelhos} \times \text{pot. do aparelho} \times \text{fator de demanda}}{\text{Fator de Potência}}$$

- chuveiros

$$D_{b1} = \frac{2 \times 3,5 \text{ kW} \times 0,68}{1} = 4,76 \text{ kVA}$$

- máquina de lavar louça

$$D_{b2} = \frac{2 \times 2,5 \text{ kW} \times 0,72}{1} = 3,60 \text{ kVA}$$

- máquina de secar roupa

$$D_{b3} = \frac{2 \times 2,5 \text{ kW} \times 1,0}{1} = 5,0 \text{ kVA}$$

$$D_b = D_{b1} + D_{b2} + D_{b3}$$

$$D_b = 4,76 \text{ kVA} + 3,60 \text{ kVA} + 5,00 \text{ kVA}$$

$$D_b = 13,36 \text{ kVA}$$

$$\text{Demanda} = 1,60 \text{ kVA} + 13,36 \text{ kVA}$$

$$\text{Demanda} = 14,96 \text{ kVA}$$

Aplicar o coeficiente de simultaneidade (tabela 3.8) para 2 unidades de consumo.

$$D_{RAL} = \text{Demanda} \times \text{Coeficiente de simultaneidade}$$

$$D_{RAL} = 14,96 \text{ kVA} \times 0,98 = 14,66 \text{ kVA}$$

$$D_{RAL} = 14,66 \text{ kVA}$$

3) DEMANDA DO RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO PRINCIPAL: D_{ROP}

a) Demanda de iluminação e tomadas

$$D_m = \frac{Q^{dem.} \text{ aptos.} \times \text{área apto. tipo} \times W/m^2}{\text{Fator de Potência}}$$

$$D_m = \frac{4 \times 160 \text{ m}^2 \times 5 \text{ W/m}^2}{1} = 3,20 \text{ kVA}$$

b) Demanda de aparelhos

$$D_b = \frac{Q^{dem.} \text{ aparelhos} \times \text{pot. aparelhos} \times \text{Fator de demanda}}{\text{Fator de Potência}}$$

- chuveiros

$$D_{b1} = \frac{4 \times 3,5 \text{ kW} \times 0,48}{1} = 6,72 \text{ kVA}$$

- máquina de lavar louça

$$D_{b2} = \frac{4 \times 2,5 \text{ kW} \times 0,57}{1} = 5,70 \text{ kVA}$$

- máquina de secar roupa

$$D_{b3} = \frac{4 \times 2,5 \text{ kW} \times 1,0}{1} = 10,00 \text{ kVA}$$

$$D_b = D_{b1} + D_{b2} + D_{b3}$$

$$D_b = 6,77 \text{ kVA} + 5,70 \text{ kVA} + 10,00 \text{ kVA}$$

$$D_b = 22,42 \text{ kVA}$$

$$\text{Demanda} = D_a + D_b$$

$$\text{Demanda} = 3,20 \text{ kVA} + 22,42 \text{ kVA}$$

$$\text{Demanda} = 25,62 \text{ kVA}$$

Aplicar coeficiente de simultaneidade (tabela 3.8) para 4 unidades de consumo.

$$D_{RDP} = \text{Demanda} \times \text{Coeficiente de simultaneidade}$$

$$D_{RDP} = 25,62 \text{ kVA} \times 0,97 = 24,85 \text{ kVA}$$

$$D_{RDP} = 24,85 \text{ kVA}$$

4) DEMANDA DO RAMAL ALIMENTADOR DA ADMINISTRAÇÃO: D_{Radm}

a) Demanda de iluminação e tomadas.

Conforme calculado no item A = 14,42 kVA

b) Demanda de aparelhos

$$D_b = \frac{Q^{de} \text{ de aparelhos} \times \text{pot dos aparelhos} \times \text{Fator de demanda}}{\text{Fator de Potência}}$$

- chuveiros + torneiras elétricas

$$D_{b1} = \frac{5 \times 3,5 \text{ kW} \times 0,36}{1} = 6,30 \text{ kVA}$$

- torneiras elétricas

$$D_{b2} = \frac{2 \times 3,0 \text{ kW} \times 0,36}{1} = 2,16 \text{ kVA}$$

$$D_b = D_{b1} + D_{b2}$$

$$D_b = 6,30 + 2,16 \text{ kVA}$$

$$D_b = 8,46 \text{ kVA}$$

c) Demanda de motores

Conforme calculado no item C = 32,91 kVA

$$D_{Rad} = D_a + D_b + D_c = 14,42 \text{ kVA} + 8,46 \text{ kVA} + 32,91 \text{ kVA} = 55,79 \text{ kVA}$$

$$D_{Rad} = 55,79 \text{ kVA}$$