

TRABALHO FINAL DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

PARTE 3

Alves, W.F.O. , Batista, H.O.B.

96708 96704

*Laboratório de Instalações Elétricas, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade
Federal de Viçosa (UFV)*

E-mails: hiago.batista@ufv.br, werikson.alves@ufv.br.

1 Características de Edificação

As características da edificação são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Características gerais do prédio

Nº de andares	7
Nº de apartamentos	19
Nº de apartamentos por andar	3
Área útil 201 - 701	104,9 m ²
Área útil 202 - 702	69,45 m ²
Área útil 203 - 703	145,69 m ²
Área útil 801	101,91 m ²
Vagas na garagem	14

2 Carga instalada do condomínio

A carga instalada do condomínio é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2: Discriminação da carga do condomínio

Quantidade	Descrição	Potência	
		Unidade (W)	Total (kW)
94	Tomada Simples	100	9,4
05	Tomada Simples	600	3,0
03	Tomada de força	1000	3,0
01	Ar condicionado	2000	2,0
01	Motor 8 HP	6000	6,0
01	Bomba 2 HP	1500	1,5
06	Lampada Incandescente	90	0,54
27	Lampada Incandescente	100	2,70
33	Lampada Incandescente	110	3,63
04	Lampada Incandescente	115	0,46
07	Lampada Incandescente	140	0,98
06	Lampada Incandescente	160	0,96
02	Lampada Incandescente	170	0,34
03	Lampada Incandescente	200	0,60
16	Lampada Incandescente	220	3,52
06	Lampada Incandescente	230	1,38
01	Lampada Incandescente	240	0,24
10	Lampada Incandescente	254	2,54
01	Lampada Incandescente	280	0,28
01	Lampada Incandescente	480	0,48
Total			43,55

3 Carga instalada

3.1 Apartamentos

A carga instalada para os apartamentos 201-701 é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3: Discriminação da carga do Apt 201-701

Quantidade	Descrição	Potência	
		Unidade (W)	Total (kW)
2	Lampadas incandescentes	80	0,16
7	Lampadas incandescentes	100	0,70
2	Lampadas incandescentes	110	0,22
2	Lampadas incandescentes	140	0,28
2	Lampadas incandescentes	200	0,40
1	Lampadas incandescentes	240	0,24
20	Tomada Simples	100	2,00
6	Tomada de Força	600	3,60
1	Ar Condicionado	2000	2,00
2	Chuveiro Elétrico	5500	11,00
Total			20,60

A carga instalada para os apartamentos 201-701 é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4: Discriminação da carga do Apt 202-702

Quantidade	Descrição	Potência	
		Unidade (W)	Total (kW)
4	Lampadas incandescentes	100	0,40
3	Lampadas incandescentes	140	0,42
1	Lampadas incandescentes	160	0,16
2	Lampadas incandescentes	220	0,44
15	Tomada Simples	100	1,50
5	Tomada de Força	600	3,00
1	Ar Condicionado	1400	1,40
1	Chuveiro Elétrico	5500	5,50
Total			12,82

A carga instalada para os apartamentos 201-701 é apresentada na Tabela 5.

Tabela 5: Discriminação da carga do Apt 203-703

Quantidade	Descrição	Potência	
		Unidade (W)	Total (kW)
2	Lampadas incandescentes	80	0,16
6	Lampadas incandescentes	100	0,60
1	Lampadas incandescentes	120	0,12
1	Lampadas incandescentes	160	0,16
2	Lampadas incandescentes	180	0,36
1	Lampadas incandescentes	220	0,22
2	Lampadas incandescentes	280	0,56
2	Lampadas incandescentes	300	0,6
33	Tomada Simples	100	3,30
6	Tomada de Força	600	3,60
1	Ar Condicionado	2100	2,10
2	Chuveiro Elétrico	5500	11,00
Total			22,78

A carga instalada para os apartamentos 201-701 é apresentada na Tabela 6.

Tabela 6: Discriminação da carga do Apt 801

Quantidade	Descrição	Potência	
		Unidade (W)	Total (kW)
1	Lampadas incandescentes	60	0,06
7	Lampadas incandescentes	100	0,70
4	Lampadas incandescentes	110	0,44
1	Lampadas incandescentes	120	0,12
2	Lampadas incandescentes	280	0,56
21	Tomada Simples	100	2,10
6	Tomada de Força	600	3,60
1	Ar Condicionado	2100	2,10
2	Chuveiro	5500	11,00
Total			20,68

3.2 Área comercial

A carga instalada para a loja 1 está apresentada na Tabela 7:

Tabela 7: Loja 1

Quantidade	Descrição	Potência	
		Unidade (W)	Total (kW)
5	Lampadas incandescentes	100	0,5
5	Tomada Simples	100	0,50
1	Tomada de Força	600	0,60
1	Ar Condicionado	2100	2,1
Total			3,7

A carga instalada para a loja 2 está apresentada na Tabela 8:

Tabela 8: Loja 2

Quantidade	Descrição	Potência	
		Unidade (W)	Total (kW)
1	Lampadas incandescentes	100	0,1
2	Lampadas incandescentes	140	0,28
4	Tomada Simples	100	0,40
1	Tomada de Força	600	0,60
1	Ar Condicionado	2100	2,1
Total			3,48

4 Tipo de fornecimento as unidades consumidoras

Perceba que a potência instalada no condomínio é de 43,55 kW. Logo, o condomínio é classificado como um consumidor tipo D faixa 5 segundo a Figura 7. O seu fornecimento é feito por meio 4 fios (três fases e um neutro).

Já para os apartamentos 201-701, 203-703 e 801 a carga total instalada é de 20,6 kW, 22,78 kW e 20,68 kW respectivamente, portanto o fornecimento é tipo D por meio de 4 fios (três fases e um neutro). Para o apartamentos 202-702 será fornecimento tipo B com duas fases e um neutro, e para a área comercial será tipo A faixa A2 com duas fases e um neutro.

5 Cálculo de demanda total

Sabe-se que segundo a ND-5.2 da CEMIG, o cálculo da demanda utiliza o método desenvolvido de acordo com a RTD 27 DO CODI é dada pela equação (1).

$$D = D_c + D_{co} + \sum 1,4 \cdot f \cdot a \quad (1)$$

Sendo:

- D_C é a demanda do condomínio;
- D_{Co} é a demanda da área Comercial;
- f é o fator de multiplicação de demanda (Figura 5);
- a é a demanda por apartamento em função de sua área útil (Figura 3).

Para a carga instalada do condomínio para iluminação e tomada temos:

$$carga = \left(\frac{18,65}{1} + \frac{15,40}{0,92} \right) \cdot 0,45 = 15,93 \text{ kVA} \quad (2)$$

Para os motores com o auxílio da Figura 6, temos da coluna 7 (1 motor) a seguinte demanda:

$$carga = 7,94 + 2,44 = 10,38 \text{ kVA} \quad (3)$$

Para o ar condicionado, ao verificarmos na Figura 2, obtemos a seguinte demanda :

$$carga = 2 \cdot 1 = 2 \text{ kVA} \quad (4)$$

Para área comercial:

$$\frac{0,88}{1} \cdot 0,86 + \frac{2,1}{0,92} \cdot 0,76 + 4,1 \cdot 1 = 6,59 \text{ kVA} \quad (5)$$

Para calcular $\sum f \cdot a$, pelas Figuras 5 e 3, temos que:

$$carga = 1,4 \cdot [(2,35 + 3,29 + 1,57) \cdot 5,8 + 2,35 \cdot 3,99] = 71,67 \text{ kVA} \quad (6)$$

Portanto a demanda total será:

6.2 Proteção do condomínio

Como a demanda do condomínio foi de 43,55 kVA, de acordo com a Figura 7 utilizaremos o disjuntor termomagnético de 120 A. Para o ramal de derivação, utilizaremos condutores de cobre com seção de 50mm^2 . Para o eletroduto, podemos utilizar o de PVC com diâmetro de 50mm ou o de aço com 40mm.

O condutor de proteção das caixas deverá ter 16mm^2 de seção.

6.3 Proteção dos apartamentos

Como todos os apartamentos ficaram entre o fornecimento tipo B e D faixa 02, todos eles deverão utilizar o disjuntor termomagnético de 60 A. Para o ramal de derivação utilizaremos condutores de cobre com seção de 16mm^2 . Para o eletroduto poderá ser utilizado o de PVC com diâmetro de 32mm ou o de aço com 25mm.

O condutor de proteção das caixas deverá ter 10mm^2 de seção.

6.3.1 Proteção da área comercial

Como o fornecimento da área comercial é tipo A, devemos utilizar o disjuntor termomagnético de 40 A. Para o ramal de derivação utilizaremos condutores de cobre com seção de 6mm^2 . Para o eletroduto poderá ser utilizado o de PVC com diâmetro de 32mm ou o de aço com 25mm.

O condutor de proteção das caixas deverá ter 10mm^2 de seção.

7 Anexo

NÚMERO DE APARELHOS			FATOR DE DEMANDA
1	a	10	1
11	a	20	0,86
21	a	30	0,80
31	a	40	0,78
41	a	50	0,75
51	a	75	0,70
76	a	100	0,65
ACIMA DE 100			0,60

Figura 2: Fator de demanda para ar condicionado.

ÁREA ÚTIL (m ²)	DEMANDA (kVA)	ÁREA ÚTIL (m ²)	DEMANDA (kVA)	ÁREA ÚTIL (m ²)	DEMANDA (kVA)
ATÉ 15	0,39	101 - 110	2,35	301 - 350	6,61
16 - 20	0,51	111 - 120	2,54	351 - 400	7,45
21 - 25	0,62	121 - 130	2,73	401 - 450	8,28
26 - 30	0,73	131 - 140	2,91	451 - 500	9,10
31 - 35	0,84	141 - 150	3,10	501 - 550	9,91
36 - 40	0,95	151 - 160	3,28	551 - 600	10,71
41 - 45	1,05	161 - 170	3,47	601 - 650	11,51
46 - 50	1,16	171 - 180	3,65	651 - 700	12,30
51 - 55	1,26	181 - 190	3,83	701 - 800	13,86
56 - 60	1,36	191 - 200	4,01	801 - 900	15,40
61 - 65	1,47	201 - 220	4,36	901 - 1000	16,93

Figura 3: Demanda por área para apartamentos residenciais [ND-5.2 da CEMIG].

ITEM	DEMANDA		RAMAL DE LIGAÇÃO				PROTEÇÃO	RAMAL DE ENTRADA			CONDUTOR DE PROTEÇÃO DAS CAIXAS	POSTE				PONTALETO
			AÉREO MULTI PLEX AL/XLPE	SUBTERRÂNEO			DISJUNTOR TERMO- MAGNÉTICO	ENTUBADO / SUBTERRÂNEO		CONDUTOR POR FASE		MESMO LADO DA REDE		LADO OPÓSTO DA REDE		
	CONDUTOR POR FASE AL/XLPE	ELETRODUTO PVC AMIANTO		ELETRODUTO AÇO	CONDUTOR POR FASE	ELETRODUTO		PVC AMIANTO	AÇO	AÇO		CONCRETO	AÇO	CONCRETO		
	DE	ATE														
	kVA	mm²		mm²	DN (mm)	λ		mm²	DN (mm)	mm²	TIPO				TIPO	
1	15,1	23,0	Q-16	50	60	50	60	16	32	25	10	PA1	PC1	PA4	PC2	PT1
2	23,1	37,0	Q-16	50	60	50	70	25	40	32						
3	37,1	50,0	Q-35	50	60	50	100	35	40	32						
4	50,1	67,0	Q-35	70	60	50	120	50	50	40	16	PA2		PA5		
5	67,1	87,0	Q-70	70	60	50	150	70	60	50						
6	87,1	110,0	Q-70	120	75	65	175	95	75	65						
7	110,1	140,0	Q-70	120	75	65	200	120	75	65	25	PA3		PA6	PC3	PT2
8	140,1	180,0	Q-120	150	85	80	225	150	85	80						
9	180,1	230,0	Q-120	185	110	100	250	185	110	100						
											35	PA6	PC3	PA6		

Figura 4: Dimensionamento da entrada de serviço de edificações de uso coletivo ramal de ligação aéreo. [ND-5.2 da CEMIG].

Nº APTOS	F. MULT.	Nº APTOS	F. MULT.	Nº APTOS	F. MULT.	Nº APTOS	F. MULT.	Nº APTOS	F. MULT.	Nº APTOS	F. MULT.
1	-	51	35,90	101	63,59	151	74,74	201	80,89	251	82,73
2	-	52	36,46	102	63,84	152	74,89	202	80,94	252	82,74
3	-	53	37,02	103	64,09	153	75,04	203	80,99	253	82,75
4	3,80	54	37,58	104	64,34	154	75,19	204	81,04	254	82,76
5	4,84	55	38,14	105	64,59	155	75,34	205	81,09	255	82,77
6	5,80	56	38,70	106	64,84	156	75,49	206	81,14	256	82,78
7	6,76	57	39,26	107	65,09	157	75,64	207	81,19	257	82,79
8	7,72	58	39,82	108	65,34	158	75,79	208	81,24	258	82,80
9	8,68	59	40,38	109	65,59	159	75,94	209	81,29	259	82,81
10	9,64	60	40,94	110	65,84	160	76,09	210	81,34	260	82,82
11	10,42	61	41,50	111	66,09	161	76,24	211	81,39	261	82,83
12	11,20	62	42,06	112	66,34	162	76,39	212	81,44	262	82,84
13	11,98	63	42,62	113	66,59	163	76,54	213	81,49	263	82,85
14	12,76	64	43,18	114	66,84	164	76,59	214	81,54	264	82,86

Figura 5: Fatores de multiplicação de demanda em função do número de apartamentos residenciais da edificação

Valores Nominais do Motor						Demanda individual absorvida da rede - kVA			
Potência		cosφ	η	Corrente (127 V) A	Corrente (220 V) A	1 Motor (I)	2 Motores (II)	3 a 5 Motores (III)	mais de 5 Motores (IV)
Eixo CV	Absorvida Rede (kW)								
1/4	0,39	0,63	0,47	4,9	2,8	0,62	0,50	0,43	0,37
1/3	0,52	0,71	0,47	5,8	3,3	0,73	0,58	0,51	0,44
1/2	0,66	0,72	0,56	7,4	4,2	0,92	0,74	0,64	0,55
3/4	0,89	0,72	0,62	9,7	5,6	1,24	0,99	0,87	0,74
1,0	1,10	0,74	0,67	11,7	6,8	1,49	1,19	1,04	0,89
1,5	1,58	0,82	0,70	15,2	8,8	1,93	1,54	1,35	1,16
2,0	2,07	0,85	0,71	19,2	11	2,44	1,95	1,71	1,46
3,0	3,07	0,96	0,72	25,2	15	3,20	2,56	2,24	1,92
4,0	3,98	0,94	0,74	32,6	19	4,15	3,32	2,91	2,49
5,0	4,91	0,94	0,75	41,1	24	5,22	4,18	3,65	3,13
7,5	7,46	0,94	0,74	62,5	36	7,94	6,35	5,56	4,76
10,0	9,44	0,94	0,78	79,1	46	10,04	8,03	7,03	6,02
12,5	12,10	0,93	0,76	102,4	59	13,01	10,41	9,11	7,81

Figura 6: Demanda para motores monofásicos

FORNECIMENTO		CARGA INSTALADA EM kW PARA CONSUMIDOR TIPO A e B		NÚMERO DE FIOS		FASES		PROTEÇÃO DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO		RAMAL DE DERIVAÇÃO CONDUTOR COBRE PVC-70°C		ELETRODUTO PVC		AÇO		CONDUTOR DE PROTEÇÃO DAS CAIXAS		MEDIÇÃO						
TIPO	FÁXIA																	DEMANDA PROVÁVEL EM kVA PARA CONSUMIDOR TIPO D		CORRENTE NOMINAL/MÁXIMA		NÚMERO DE ELEMENTOS		TRANSF. CORRENTE IFT=21
		DE	ATÉ			A	mm ²	mm		mm ²		A	-	I ₁ /I ₂										
A	A1	-	5,0	2	1	40	6	32	25	6	15/60-100		1	-										
	A2	5,1	10,0			70	16	32	25		15/100													
B	-	10,1	15,0	3	2	60	16	32	25	10	15/60-100-120		2	-										
D	D2	15,1	23,0	4	3	60	16	32	25		16	15/60 (NOTA 6) 15/100-120 30/120	3	-										
	D3	23,1	27,0			70	25	40	32															
	D4	27,1	30,0			100	35																	
	D5	30,1	47,0			120	50	50	40	25					2,5/10-20	200/5								
	D6	47,1	57,0			150	70	60	50															
	D7	57,1	66,0			175	95	75	65															
	D8	66,1	75,0			200	120																	

Figura 7: Dimensionamento da alimentação das unidades consumidoras [ND-5.2 da CEMIG].

I T E M	FORNECI- MENTO		DEMANDA EM kVA		NÚMERO DE		RAMAL DE LIGAÇÃO SUBTERRÂNEO BT OU AEREO MULTIPLEX AL/XLPE (NOTA 4)			PROTEÇÃO In (A)		RAMAL DE ENTRADA EMBUTIDO OU SUBTERRÂNEO			MEDIDOR		T R A N S F O R M A D O R	ATERRAMENTO		C O N D U T O R S (mm²) Nota 3							
	T I P O	F A I X A			F I O S	F A S E S	Condutor por fase (AL)	Eletroduto		Disjuntor Termomagné- tico	Condutor por fase (Cu)	Eletroduto		In/ I _{max} (A)	Nº e l e m e n t o s	Relação (Nota 2)		S (mm²)	Hastes								
								Aço	PVC			Aço	PVC														
																					S (mm²)	DN (mm)	S (mm²)	DN (mm)			
1	F1	75,1	86,0	4	3	150	80	85	225	120	80	85	Nota 1	3	200/5	16	3	70									
2	F2	86,1	95,0			185	100	110	250	150	100	110						70									
3	F3	95,1	114,0			240	100	110	300 ou 315 ou 320	240	100	110						120									
4	F4	114,1	152,0			2x240	2x100	2x110	400	2x120	2x65	2x75			400/5				50								
5	F5	152,1	171,0						450	2x150	2x80	2x85							70								
6	F6	171,1	188,0						500	2x185	2x100	2x110							95								
7	F7	188,1	228,0						600 ou 630	2x240									120								
8	F8	228,1	266,0			3x240	3x100	3x110	700	3x150	3x80	3x85			600/5				70								
9	F9	266,1	304,0						800	3x185	3x100	3x110							95								

Figura 8: Dimensionamento da entrada de serviço de edificações de uso coletivo ramal de ligação Subterrâneo.