

NT-2.018

Cálculo de Demanda Rede para Acréscimo de Novas Cargas na Rede de Distribuição de Baixa Tensão

Nota Técnica

Gerência Executiva de Planejamento e Engenharia

Gerência de Engenharia da Distribuição

Elaborado por:	Anderson Gonçalves Villela e Valdivino Alves de Carvalho
Aprovado:	Milton Martins – Gerente de Engenharia da Distribuição
Colaboradores	Silvio Baldan e Patrícia Queiroz
Data: novembro/2007	Versão: 1.0

1 INTRODUÇÃO

A Engenharia tem como premissa, estar sempre atenta às novas tecnologias e ao aprimoramento de suas práticas. O cálculo de demanda para dimensionamento de transformadores é um exemplo típico. Ao longo dos anos, o algoritmo de cálculo adotado não mais representava as reais condições de rede, sendo necessário desenvolver uma nova metodologia.

Este procedimento para o dimensionamento de transformadores está fundamentado na aplicação de curvas típicas de carga para consumidores residenciais, comerciais e industriais, bem como em consumos de energia calculados com base nas informações de cargas declaradas por clientes e projetistas, a serem atendidas em baixa tensão.

Neste modelo de cálculo, quanto mais precisa a estimativa de energia para atendimento das novas cargas, melhor será o resultado produzido na estimativa de demanda.

2 OBJETIVO

Esta Nota Técnica tem como objetivo apresentar o novo critério para estimativa de demanda de novas cargas à serem conectadas na rede de distribuição de baixa tensão, bem como os critérios para dimensionamento dos transformadores de distribuição. Utiliza como parâmetro, a carga declarada pelo cliente, o fator de demanda e fatores e curvas de carga típica por classe.

3 ABRANGÊNCIA

Técnica: Redes de Distribuição

Profissional: Técnicos, Eletricistas e Engenheiros.

4 REFERÊNCIAS

- Projeto de P&D: “Desenvolvimento de Sistema de Estimativa de Consumo para Recuperação de Receitas” - Projeto ANEEL: 0390-058/2004 – ciclo 2003/2004.
- ND – 2.005 – Carregamento de Transformadores de Distribuição.
- Projeto: “Simplificação da Padronização de Transformadores de Distribuição em São Paulo” – Relatório número 2: “Carregamento Inicial e de Troca de Transformadores de Distribuição”;
- Distribution Transformer Guide – Westinghouse;
- LIG BT 2005: Livro de Instruções Gerais de Baixa Tensão.

5 TERMINOLOGIA

SISTRAFO – Software de análise de carregamentos de transformadores

DRAV – Planilha de cálculo de Demanda Rede

ESDRAV – Planilha de Cálculo de Estimativa de Demanda com base em Energia Consumida (kWh).

GIS – Sistema de Informações Geográficas (Geographic Information System) utilizado como cadastro de ativos elétricos da AES ELETROPAULO.

ET – Estação Transformadora compostas por: um, dois ou três transformadores monofásicos ou um transformador trifásico.

6 TRANSFORMADORES AÉREOS

Os critérios para definição das potências nominais dos transformadores aéreos foram especificados, inicialmente, no trabalho “Carregamento Inicial e de Troca de Transformadores de Distribuição”. Posteriormente, em função de novas diretrizes, diversas alterações foram efetuadas e, recomendadas através de correspondências específicas. Os critérios de carregamento de transformadores adotados nesta Nota Técnica são os constantes na ND 2005.

6.1 Cargas Iniciais

A definição da potência nominal do transformador, a ser instalado em nova estação transformadora, é feita em função da demanda calculada, que é baseada na carga declarada pelo cliente, conforme veremos no item 7.3.

As tabelas 6.1 e 6.2 abaixo mostram o carregamento inicial máximo admissível de transformadores e a seqüência de substituição.

Potência Nominal do Transformador (kVA) - MONOFÁSICO						
10	15	25	37,5	50	75	100
Carregamento Inicial – (kVA)						
Carregamento Máximo Admissível para Atendimento (kVA)						
13	20	33	49	65	94	125
Carregamento Máximo Admissível pelo Transformador (kVA)						
16	24	40	60	80	112,5	150
Seqüência de Substituição – Potência Nominal do Novo Transformador (kVA)						
25	25	50	75 (2)	100	Fazer Nova E.T. para Aliviar a Carga	

Tabela 6.1

Potência Nominal do Transformador (kVA) - TRIFÁSICO											
15	30	45	75	112,5	150		225 R		225 C	300 R	300 C
Carregamento Inicial – (kVA)											
Carregamento Máximo Admissível para Atendimento (kVA)											
20	39	59	94	141	188		281		248	375	330
Carregamento Máximo Admissível pelo Transformador (kVA)											
24	48	72	112,5	169	225		338		270	450	360
Seqüência de Substituição – Potência Nominal do Novo Transformador (kVA)											
30	45	75	112,5	Fazer Nova E.T. para Aliviar a Carga	300		300			Fazer Câmara Transformadora	

Tabela 6.2

6.2 Cargas Máximas Admissíveis

Os carregamentos máximos admissíveis para os transformadores aéreos alimentando cargas distribuídas são:

- 160% para transformadores de potência nominal inferior a 75 kVA;
- 150% para transformadores de potência nominal igual ou superior a 75 kVA, exceto os de 225 kVA e 300 kVA alimentando edifícios (cargas) comerciais;
- 120% para transformadores de 225 kVA e 300 kVA alimentando edifícios (cargas) comerciais.

Esta Nota Técnica considera carregamento máximo admissível (em porcentagem) igual a 100 vezes a relação entre a carga máxima admissível e a potência nominal do transformador.

6.3 Cargas para Atendimentos de Ligações Novas

Nas estações transformadoras existentes, os acréscimos de cargas correspondentes a novos pedidos de ligação podem ser atendidos quando a carga resultante (carga atual + carga estimada) – S_R – estiver dentro dos limites estabelecidos na tabela abaixo:

Limites para atendimento	S_N (Potência Nominal do Transformador)
$S_R = 1.3 S_N$	< 75 kVA
$S_R = 1.25 S_N$	= 75 kVA
$S_R = 1.10 S_N$	= 225 kVA ou = 300 kVA

6.4 Seqüência de Substituição

As substituições de transformadores nas E.T's, quando necessárias para o atendimento de crescimento de cargas ou de acréscimos devidos a novas SATR, devem ser feitas segundo a Tabela 6.1 e Tabela 6.2.

Nota: Quando a carga superar os limites especificados anteriormente, uma alternativa à substituição do(s) transformador (es), é o seccionamento do secundário. A definição da alternativa deve ser feita pelo Projetista considerando análises técnicas econômicas e diretrizes da AES ELETROPAULO.

6.5 Considerações Gerais

- a) Não projetar transformadores em paralelo nos bancos (delta aberto ou delta fechado);
- b) Não projetar, novas E.T.'s com transformadores monofásicos, exceto em caso de substituição de equipamentos;
- c) Banco delta fechado deve ser utilizado se: a demanda do transformador de força (banco delta aberto) for > 40 kVA, e/ou; existir um motor com potência maior que 20 cv;
- d) Em regiões de futura distribuição subterrânea, não devem ser instalados transformadores de potência nominal superior a 150 kVA;

7. DEMANDA PREVISTA NOS TRANSFORMADORES

7.1 Roteiro Básico de Cálculo

A demanda estimada do transformador, correspondente ao acréscimo de carga, é feita considerando uma série de etapas, que envolvem a determinação de:

- a) demanda total estimada da nova carga; ou
- b) demanda total da nova carga referente às cargas bifásicas e trifásicas (caso a nova carga seja atendida por ET do tipo Delta);
- c) folgas da ET (obtidas no GIS);
- d) carregamento dos transformadores;

7.2 Folga Atual da ET

A folga atual do transformador da ET deve ser obtida, preferencialmente no sistema GIS, e indicam a disponibilidade de carga em "kVA" por fase no ponto de conexão, levando em consideração limites de queda de tensão, capacidade de corrente dos cabos, além da capacidade do transformador.

Indicam para cada folga, o tipo de limite que estaria sendo transgredido, caso a demanda da carga a ser conectada na rede seja superior.

Quando não há informações no GIS, devem ser considerados valores de medições efetuadas na ET ou pela estimativa de demanda na planilha **ESDRAV**.

7.3 Demanda Estimada da nova carga a ser atendida

A demanda a ser considerada no carregamento de transformadores para atendimento de novos consumidores, deve ser calculada conforme as seguintes etapas:

a) Determinação do Consumo (kWh)

Deve ser estimado o consumo da(s) unidade(s) com base nas informações de projeto, da carga instalada, atividade, classe de consumo e dos fatores de demanda e carga conforme tabela do ANEXO II.

$$C = F_{DT} \times F_{CT} \times P_{Inst} \times 730 \quad (f.1)$$

Onde:

F_{DT} = Fator de demanda típico

F_{CT} = Fator de carga típico

P_{Inst} = Potencia instalada em kW

730 = Constante de tempo para cálculo da energia

Nota: Deve ser calculado o consumo de cada unidade típica caso exista mais de uma unidade no ponto de conexão.

b) Determinação da Curva de Carga

Deve-se escolher a curva de carga típica em “pu” conforme consta no Anexo III, com base no consumo calculado da(s) unidade(s), e tipo de atividade (residencial, comercial e industrial). O consumo deve ser convertido em “kVA” médio conforme (f.2) e multiplicado pelos valores em “pu” da tabela correspondente para obter-se a curva de carga resultante da(s) unidade(s).

$$kVA_{médio} = \frac{C}{730 \times 0,92} \quad (f.2)$$

Nota: No caso da existência de múltiplas unidades no ponto de conexão (edificações coletivas) a demanda em “kVA” obtida na curva de carga resultante deve ser multiplicada pelo número de unidades agrupadas de acordo com a classe de consumo e atividade.

c) Acréscimo de carga em uma ET existente

O valor de pico da curva de carga resultante no ponto de conexão, representa a demanda estimada que será acrescida na rede de distribuição de baixa tensão.

Devem ser verificados os limites de folga em “kVA” para o ponto de conexão, consultando as tabelas do sistema GIS.

Se o valor da demanda estimada for igual ou inferior ao apresentado nas tabelas do sistema GIS (figura 3.1), a carga poderá ser conectada sem a necessidade de alterações na rede secundária.

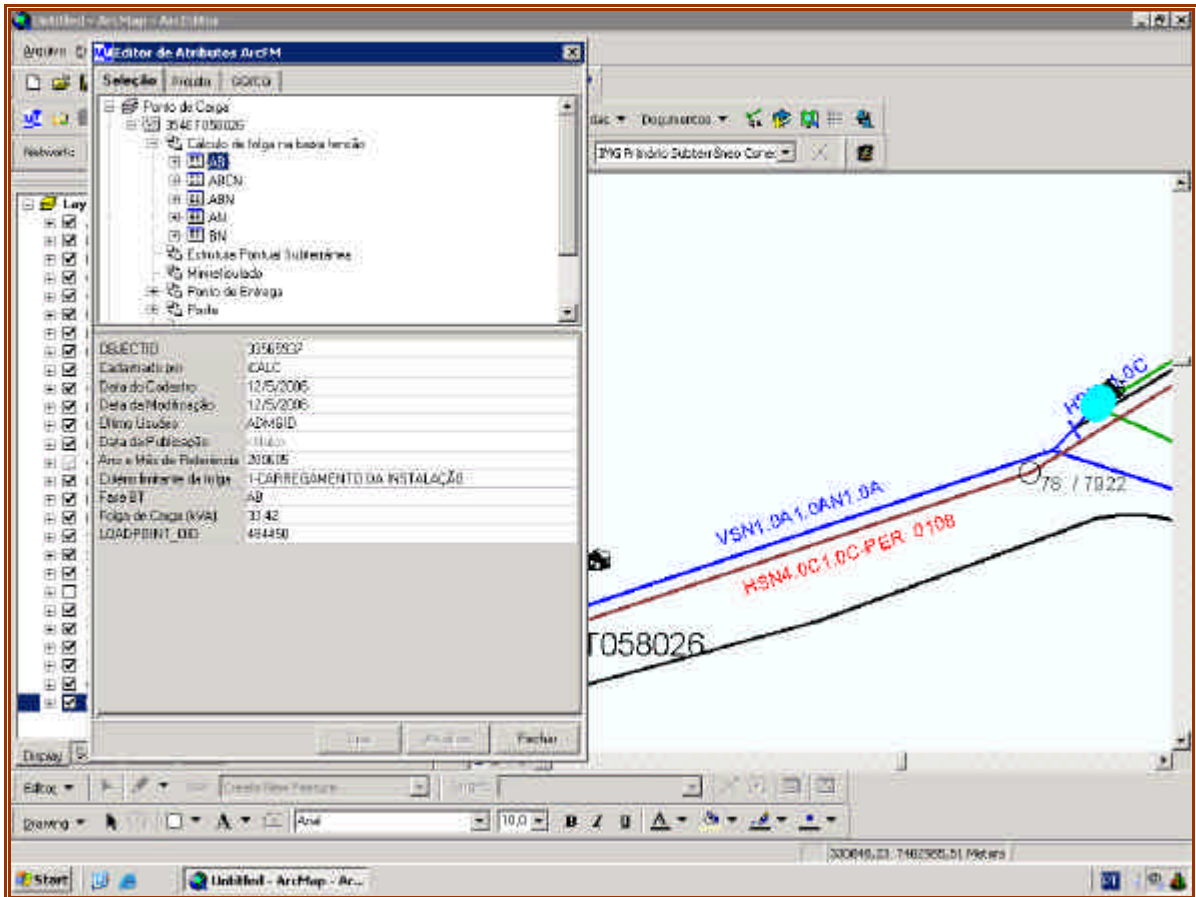
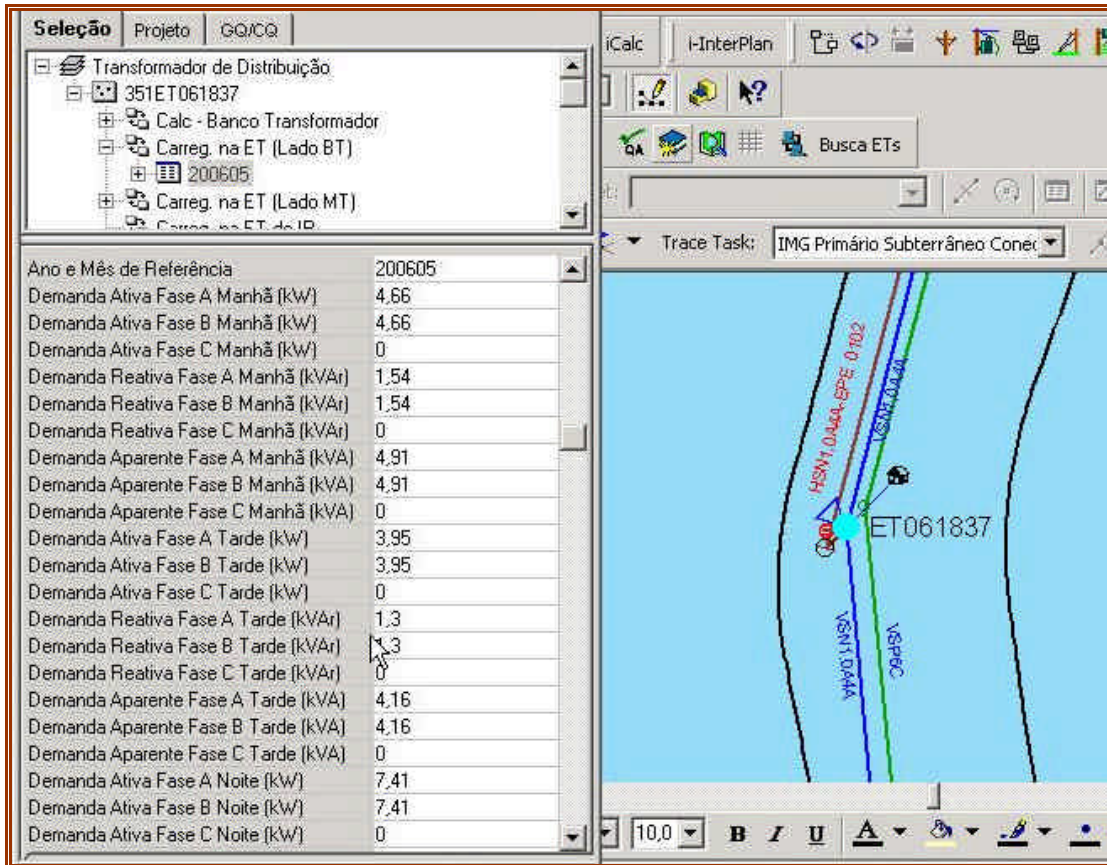


Figura 3.1

Se o valor da demanda estimada for superior ao apresentado nas tabelas do sistema GIS, deve-se verificar o tipo de restrição indicado na tabela de folgas, e, caso a restrição seja a capacidade de carga da ET, deve ser verificada a tabela de carregamentos no GIS (figura 2), que apresenta o carregamento da ET por período.



Em seguida, deve ser identificado o período que ocorre o pico de demanda estimada para a nova carga e somar ao carregamento do período correspondente da tabela, verificando os limites de carga do transformador conforme tabelas 6.1 e 6.2.

Nota: mesmo que o valor resultante de carregamento obtido esteja de acordo com os limites do transformador, os parâmetros de queda de tensão e ampacidade do secundário devem ser verificados.

d) Instalação de uma ET exclusiva para atender a nova carga

Em função do valor de pico de demanda em “kVA” obtido na curva de carga resultante da nova carga a ser atendida, escolher o transformador com base nos limites apresentados na tabela 6.1 e 6.2.

7.4 Demanda por transformador

A demanda da nova ligação, que será alimentada pelo(s) transformador(es) da E.T., é calculada como uma etapa intermediária, através das seguintes fórmulas:

a) ET com um único transformador monofásico

$$AC_M = DP_M$$

b) ET delta aberto

$$AC_L = DP_M + 0,57 DP_T$$

$$AC_F = 0,57 DP_T$$

c) ET delta fechado

$$AC_L = \frac{2DP_M}{3} + \frac{DP_T}{3}$$

$$AC_F = \frac{DP_M}{3} + \frac{DP_T}{3}$$

d) ET trifásica

$$AC_T = DP_M + DP_T$$

onde:

- ACM: carga da SATR, correspondente ao transformador de uma E.T. monofásica, em kVA;
- ACL: carga da SATR, correspondente ao transformador de luz de uma E.T. delta aberto ou delta fechado, em kVA;
- ACF: carga da SATR, correspondente ao transformador de força de uma E.T. delta aberto ou delta fechado, em kVA;
- ACT: carga da SATR, correspondente ao transformador de uma E.T. trifásica, em kVA;
- DPM: demanda da SATR, correspondente às cargas monofásicas (item 3.2), em kVA;
- DPT: demanda da SATR, correspondente as cargas trifásicas (item 3.2), em kVA.

8. TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO SUBTERRÂNEA

Os transformadores de distribuição subterrânea são utilizados conectados aos sistemas aéreos (câmaras radiais), reticulados, primário seletivo.

A estimativa de demanda para estes transformadores deve ser realizada da mesma forma apresentada nesta ND.

O carregamento máximo admissível destes transformadores deve ser determinado em função do tipo de câmara transformadora e da curva de carga resultante (curva de carga atual somada a nova curva de carga estimada) através do software SISTRAFO.

Transformadores subterrâneos alimentados pelo sistema reticulado deve levar em consideração além das condições citadas acima, o carregamento máximo em primeira contingência, que deve ser obtido através do software SISTRAFO.

ANEXO I - Exemplos de Aplicação

Exemplo 1 - Ligação de um consumidor comercial, com as seguintes características:

Comercial Individual - Relação de Cargas			
Quantidade	Equipamentos	Potencia W	Total kW
3	Lâmpadas Incandescentes	100	0,30
3	Lâmpadas Fluorescentes	60	0,18
58	Lâmpadas Fluorescentes	35	2,03
10	Lâmpadas Fluorescentes	10	0,10
16	Lâmpadas Fluorescentes	26	0,45
35	Tomadas de Uso Geral	100	3,50
9	Tomadas de Uso Específico	600	5,40
3	Chuveiros	4.500	13,50
1	Aquecedor Individual de Passagem	6.000	6,00
2	Ar condicionado 18000 BTUs	2.600	5,20
1	Ar condicionado 60000 BTUs	6.000	6,00
Total		20.031,00	42,66

a) cálculo do consumo de energia estimado

$$C = F_{DT} \times F_{CT} \times P_{Inst} \times 730 \quad (f.1)$$

Para um consumidor comercial, os fatores de demanda e carga típicos obtidos na tabela do ANEXO I são:

$$F_{dt} = 0,35 \quad F_{ct} = 0,4$$

substituindo em (f.1), temos:

$$C = 0,35_{DT} \times 0,4_{CT} \times 42,66 \times_{Inst} 730$$

$$C = 4360 kWh$$

b) com este valor de consumo temos a seguinte demanda média:

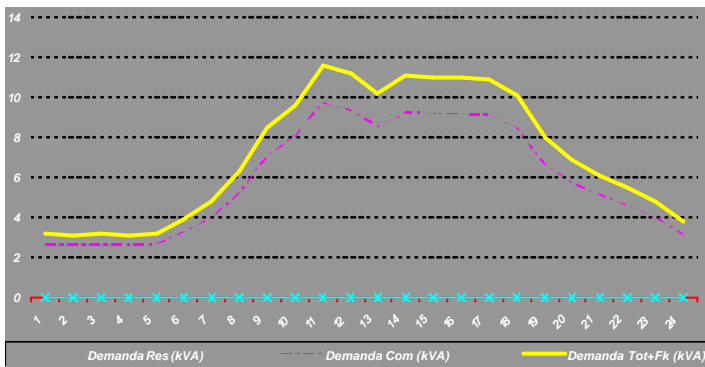
$$kVA_{médio} = \frac{C}{730 \times 0,92} \quad (f.2)$$

$$kVA_{médio} = \frac{4360}{730 \times 0,92} \rightarrow kVA_{médio} = 6,5 kVA$$

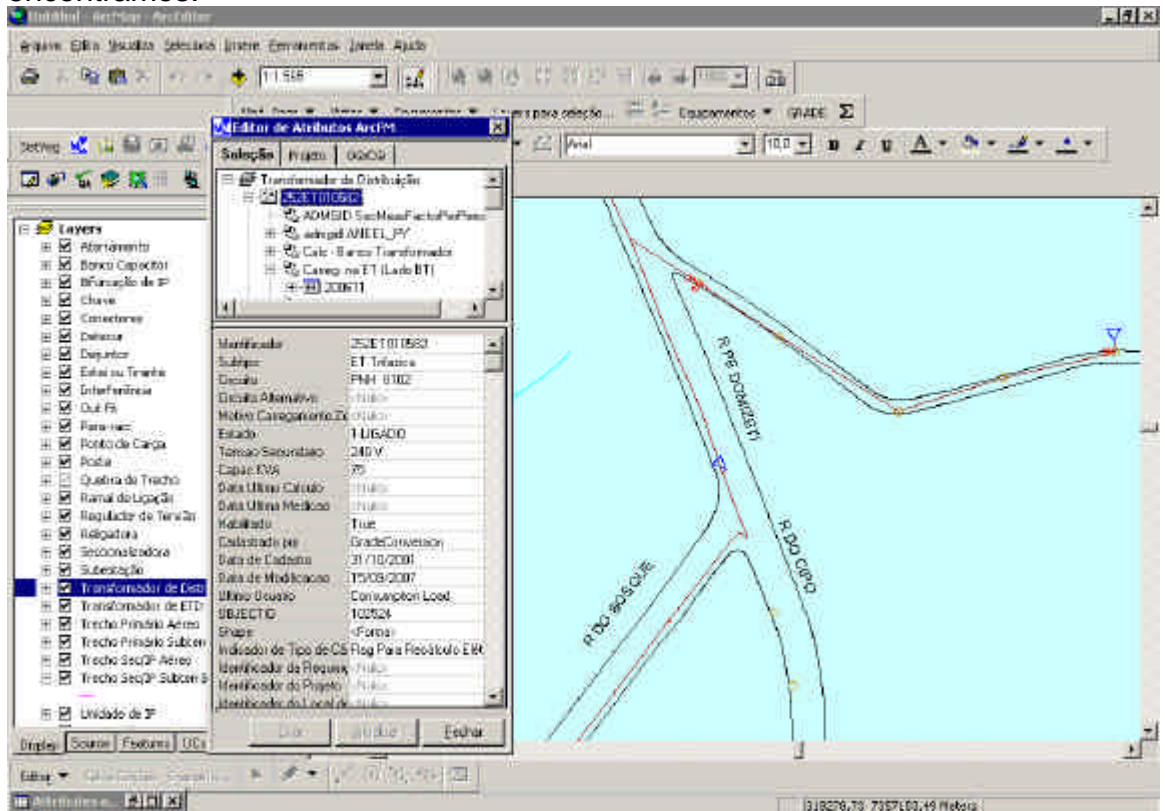
c) em seguida escolhemos a curva típica de carga do ANEXO III, por classe de consumo e multiplicamos seus valores de demanda em "pu" pela demanda média obtida e pelo fator Fk (Fk=1,1), como segue:

Comercial 1001 - 5000 kW		
Horário	val. Pu	pu * Fk * 6,5 kVA
1	0,45	3,22
2	0,44	3,15
3	0,45	3,22
4	0,44	3,15
5	0,45	3,22
6	0,55	3,93
7	0,67	4,79
8	0,88	6,29
9	1,19	8,51
10	1,35	9,65
11	1,63	11,65
12	1,57	11,23
13	1,43	10,22
14	1,55	11,08
15	1,54	11,01
16	1,54	11,01
17	1,53	10,94
18	1,42	10,15
19	1,12	8,01
20	0,96	6,86
21	0,86	6,15
22	0,77	5,51
23	0,67	4,79
24	0,53	3,79

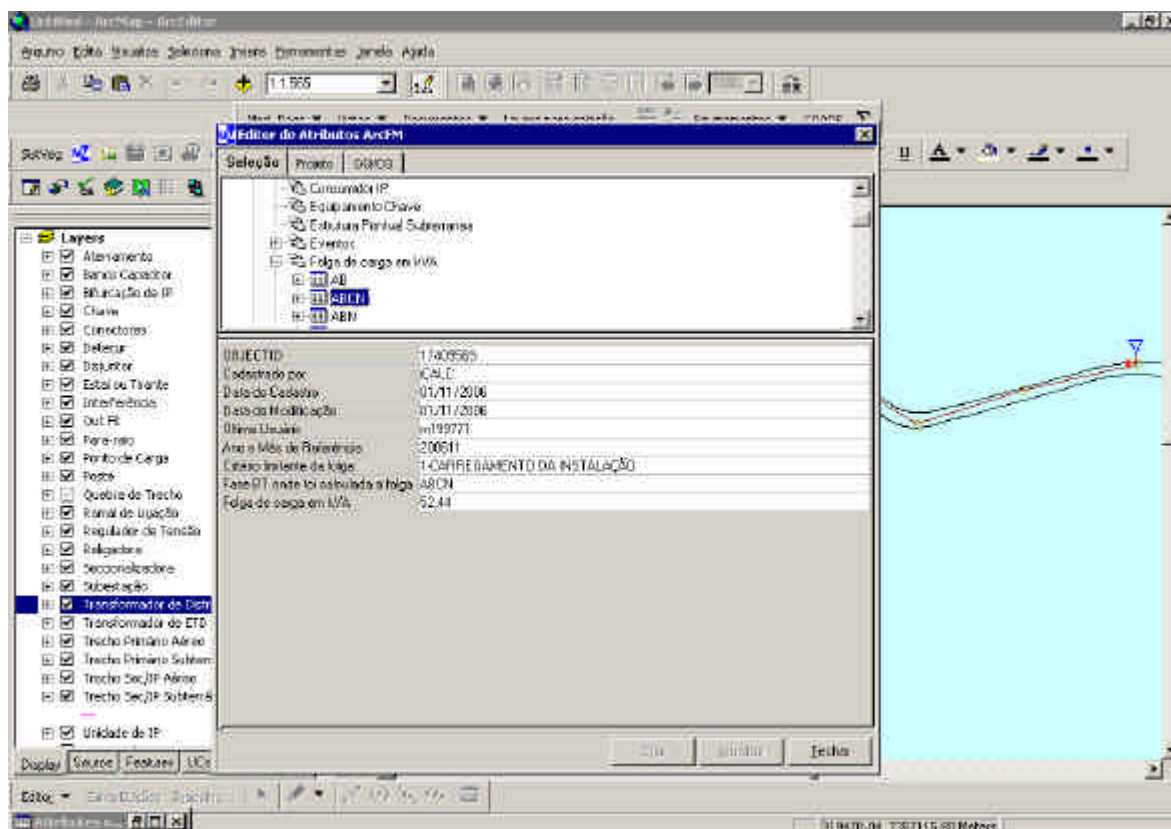
Neste caso a demanda máxima ocorre às 11:00 horas com um pico de **11,65 kVA**. Este valor deve ser considerado para efeito de verificação das folgas na ET.



d) Pesquisando no GIS a possível “ET” para atendimento desta carga encontramos:



Com a seguinte folga no ponto de conexão:



e) Conclusão

A carga de 11,65 kVA pode ser conectada à rede de distribuição sem necessidade de serviços, pois a “ET” apresenta uma folga de 52,44 kVA.

Exemplo 2 - Ligação de consumidor residencial, com as seguintes características:

Uma Residência 200 m ² - Relação de Cargas			
Quantidade	Equipamentos	Potencia W	Total kW
6	Lâmpadas Incandescentes	100	0,60
10	Tomadas de Uso Geral	100	1,00
3	Tomadas de Uso Específico	600	1,80
1	Chuveiro	4.500	4,50
1	Ferro Elétrico	1.000	1,00
1	Forno de Microondas	1.500	1,50
Total		7.800,00	10,40

a) Cálculo do consumo de energia estimado

$$C = F_{DT} \times F_{CT} \times P_{Inst} \times 730 \quad (f.1)$$

Para um consumidor residencial, os fatores de demanda e carga típicos obtidos na tabela do ANEXO II, são:

$$F_{DT} = 0,0676 \times P_{Inst}^{(0,1149)} \quad (f.3)$$

$$F_{CT} = 19,101 \times P_{Inst}^{(-0,5121)} \quad (f.4)$$

$$F_{DT} = 0,0676 \times 10400^{(0,1149)} \quad \rightarrow \quad F_{DT} = 0,1957$$

$$F_{CT} = 19,101 \times 10400^{(-0,5121)} \quad \rightarrow \quad F_{CT} = 0,167$$

substituindo em (f.1), temos:

$$C = 0,1957 \times 0,167 \times 10,4 \times 730$$

$$C = 248,8 kWh$$

b) Com este valor de consumo temos a seguinte demanda média:

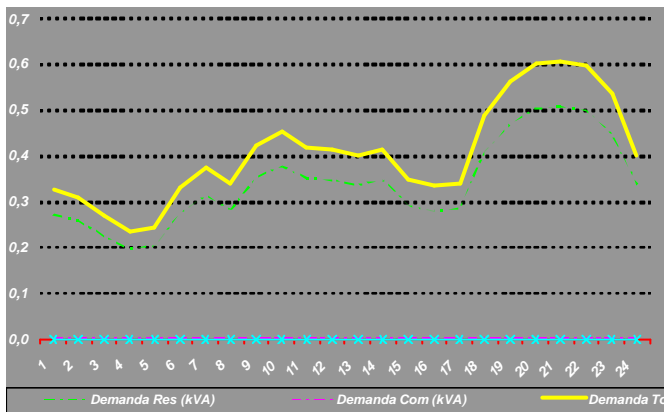
$$kVA_{médio} = \frac{C}{730 \times Fp} \quad (f.2)$$

$$kVA_{médio} = \frac{248,8 kWh}{730 \times 0,92} \quad \rightarrow \quad kVA_{médio} = 0,3705$$

c) Em seguida escolhemos a curva típica de carga do ANEXO III, por classe de consumo e multiplicamos seus valores de demanda em “pu” pela demanda média obtida e pelo fator Fk (Fk=1,1), como segue:

Residência 221 - 500 kW		
Horário	val. Pu	pu * Fk *0,4 kVA
1	0,8	0,33
2	0,76	0,31
3	0,66	0,27
4	0,58	0,24
5	0,6	0,24
6	0,81	0,33
7	0,92	0,37
8	0,83	0,34
9	1,04	0,42
10	1,11	0,45
11	1,03	0,42
12	1,02	0,42
13	0,99	0,40
14	1,02	0,42
15	0,86	0,35
16	0,82	0,33
17	0,84	0,34
18	1,2	0,49
19	1,38	0,56
20	1,48	0,60
21	1,49	0,61
22	1,47	0,60
23	1,32	0,54
24	0,99	0,40

Neste caso a demanda máxima ocorre às 21:00 horas com um pico de: **0,61 kVA**. Este valor deve ser considerado para efeito de verificação das folgas na ET.



e) Conclusão

Para residências conforme o exemplo acima, a demanda calculada será sempre inferior a 1kVA, o que dificilmente resultará em serviço na rede, sendo possível sua conexão em qualquer “ET” disponível.

Exemplo 3 - Ligação de um consumidor industrial, com as seguintes características:

Industrial - Relação de Cargas			
Quantidade	Equipamentos	Potencia W	Total kW
42	Lâmpadas Fluorescente	110	4,62
22	Lâmpadas Incandescentes	100	2,20
38	Tomadas de Uso Geral	100	3,80
6	Tomadas de Uso Especifico	600	3,60
3	Chuveiros	4.500	13,50
1	Forno Trifásico	15.000	15,00
1	Compressor Trifásico - 10 CV	8.890	8,89
	Total	29.300,00	51,61

a) Cálculo do consumo de energia estimado

$$C = F_{DT} \times F_{CT} \times P_{Inst} \times 730 \quad (f.1)$$

Para um consumidor industrial, os fatores de demanda e carga típicos obtidos na tabela do ANEXO II, são:

$$F_{DT} = 0,8 \quad F_{CT} = 0,76$$

substituindo em (f.1), temos:

$$C = 0,8 \times 0,76 \times 51,61 \times 730$$

$$C = 22.907 \text{ kWh}$$

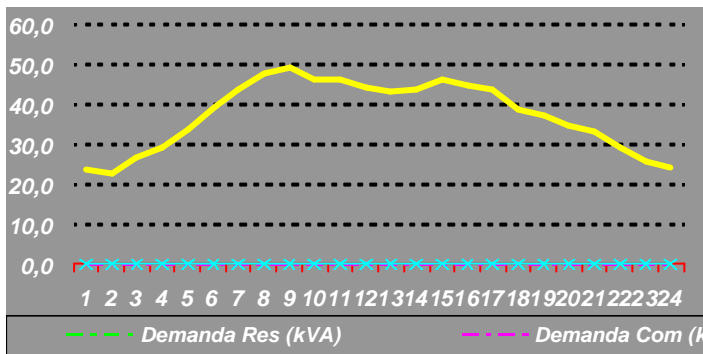
b) Com este valor de consumo temos a seguinte demanda média:

$$kVA_{\text{médio}} = \frac{C}{730 \times 0,92} \quad (f.2)$$

$$kVA_{\text{médio}} = \frac{22.907 \text{ kWh}}{730 \times 0,92} \rightarrow kVA_{\text{médio}} = 34,1$$

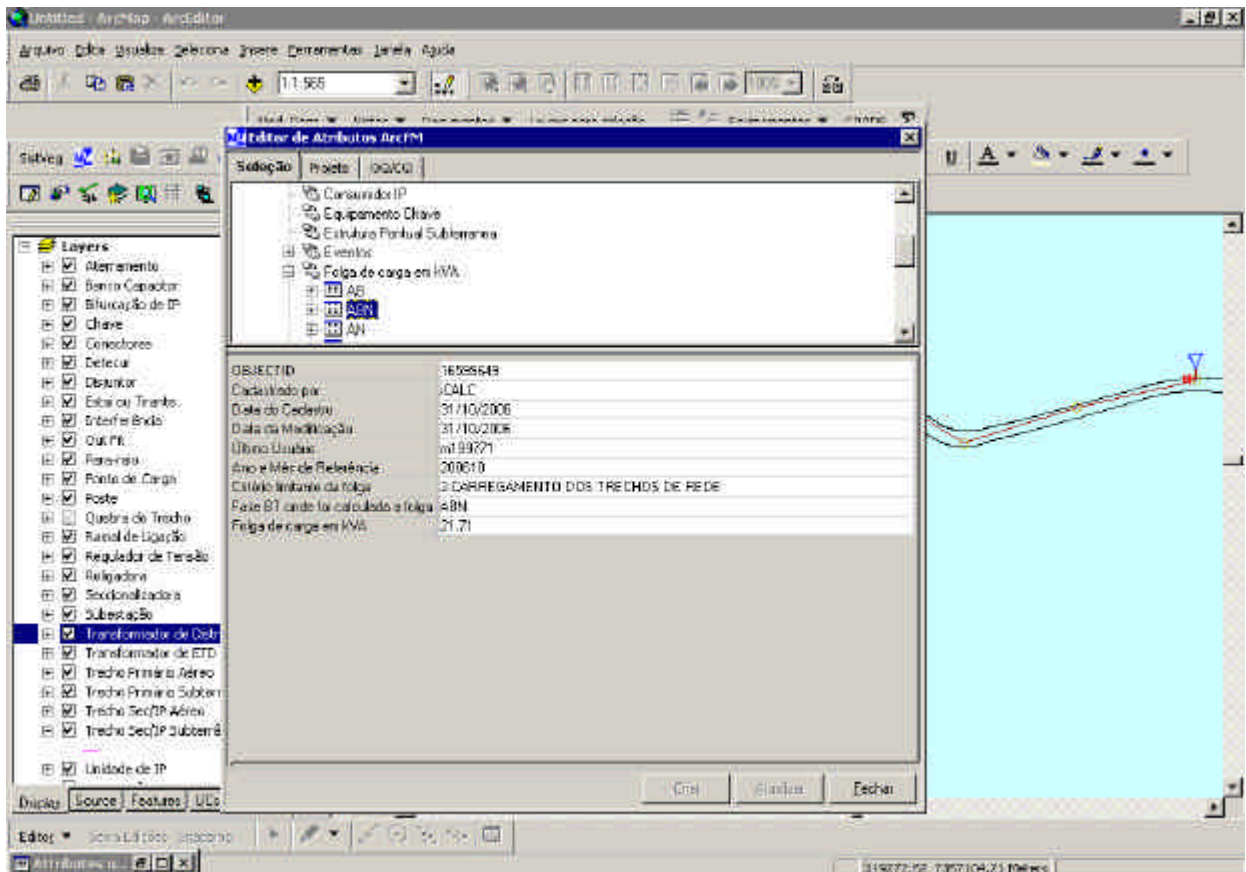
c) em seguida escolhemos a curva típica de carga do ANEXO III, por classe de consumo e multiplicamos seus valores de demanda em "pu" pela demanda média obtida e pelo fator Fk (Fk=1,1), como segue:

Neste caso a demanda máxima ocorre às 09:00 horas com um pico de: **45 kVA**. Este valor deve ser considerado para efeito de verificação das folgas na ET.



Industrial > 10000 kWh		
Horário	val. Pu	pu * 38,37 kVA
1	0,63	21,5
2	0,61	20,8
3	0,71	24,2
4	0,78	26,6
5	0,9	30,7
6	1,05	35,8
7	1,17	39,9
8	1,27	43,3
9	1,32	45,0
10	1,23	41,9
11	1,23	41,9
12	1,18	40,2
13	1,16	39,6
14	1,17	39,9
15	1,24	42,3
16	1,2	40,9
17	1,17	39,9
18	1,03	35,1
19	1	34,1
20	0,93	31,7
21	0,89	30,3
22	0,78	26,6
23	0,69	23,5
24	0,65	22,2

d) Verificando a ET disponível no local, encontramos:



Neste caso há necessidade de uma ligação trifásica, a ET existente é monofásica, portanto será necessário acrescentar um transformador de força ao banco. Assim devemos calcular a demanda por transformador conforme consta em 7.4 item b):

ET delta aberto

$$AC_L = DP_M + 0,57 DP_T$$

$$AC_F = 0,57 DP_T$$

As cargas trifásicas correspondem a 35% da carga total declarada, portanto, do total da demanda calculada, teremos:

$$D_{3f} = 0,35 \times 45 = 15,75kVA$$

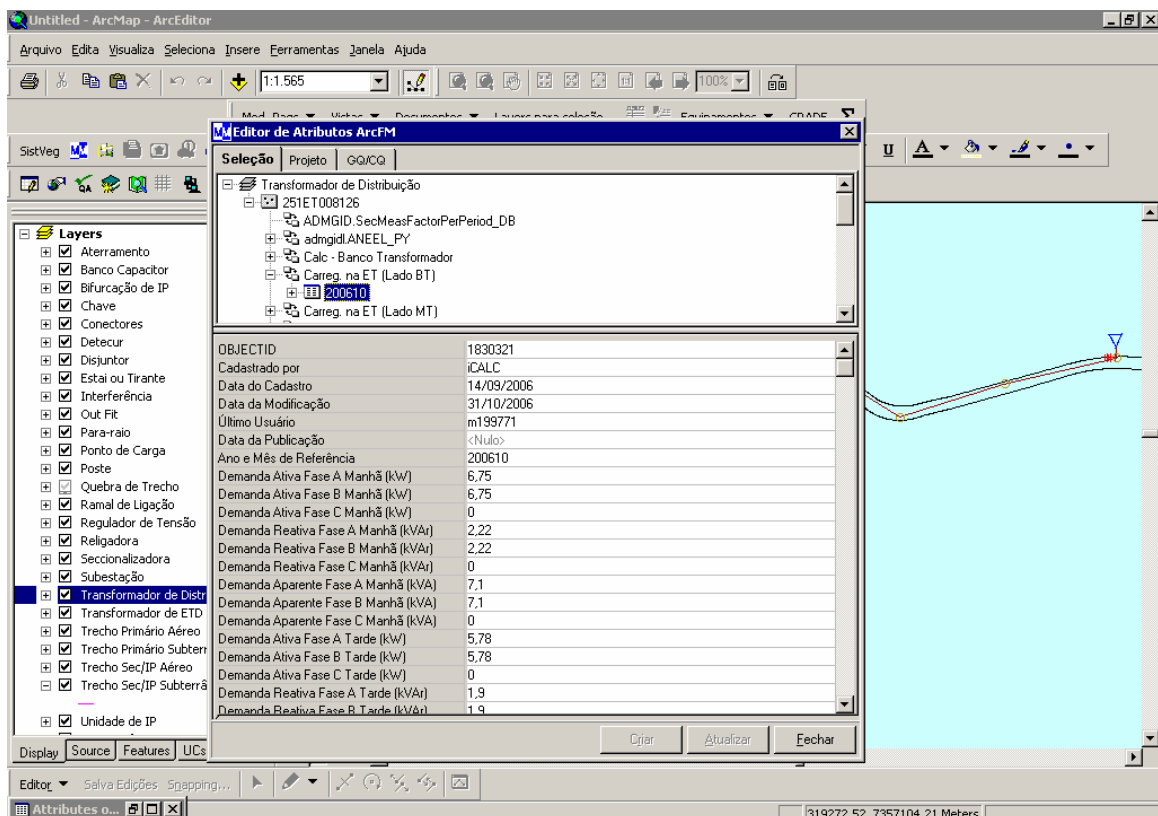
$$D_{2f} = 45 - 15,75 = 29,25kVA$$

$$AC_L = 29,25 + 0,57 \times 15,75 = 38,2kVA$$

$$AC_F = 0,57 \times 15,75 = 8,98kVA$$

f) Conclusão

Para atendimento da carga trifásica seria necessário instalar um transformador monofásico de 10 kVA, alterando a configuração da ET de luz para um banco delta aberto. No entanto a folga atual no ponto de conexão é de 21,71 kVA, insuficiente para atender a carga total solicitada. A restrição encontrada foi código 2 (“carregamento dos trechos de rede”). Verificando os carregamentos da ET, na figura abaixo, podemos ver que o transformador tem capacidade para atender a carga “AC_L” (38,2 kVA), no entanto modificações na rede devem ser realizadas para este atendimento, à critério do projetista.



Exemplo 4 – Ligação de uma carga de Edifício comercial, múltiplas unidades com as seguintes características:

Comercial Coletivo 50 salas - Relação de Cargas			
Quantidade	Equipamentos	Potencia W	Total kW
150	Lâmpadas Incandescentes	100	15,00
150	Lâmpadas Fluorescentes	60	9,00
2900	Lâmpadas Fluorescentes	35	101,50
500	Lâmpadas Fluorescentes	10	5,00
800	Lâmpadas Fluorescentes	26	20,80
1750	Tomadas de Uso Geral	100	175,00
450	Tomadas de Uso Especifico	600	270,00
50	Chuveiros	4.500	225,00
50	Aquecedor Individual de Passagem	6.000	300,00
100	Ar condicionado 18000 BTUs	2.600	260,00
50	Ar condicionado 60000 BTUs	6.000	300,00
Sub Total		20.031,00	1.681,30
Comercial Coletivo - Administração - Relação de Cargas			
Quantidade	Equipamentos	Potencia W	Total kW
10	Lâmpadas Incandescentes	100	1,00
120	Lâmpadas Fluorescentes	40	4,80
35	Lâmpadas Fluorescentes	35	1,23
35	Tomadas de Uso Geral	100	3,50
5	Tomadas de Uso Especifico	600	3,00
2	Chuveiros	4.500	9,00
3	Elevadores Trifásicos 15 CV	12.820	38,46
3	Motores Trifásicos 5 CV	4.510	13,53
Sub Total		22.705,00	74,52
Carga Total Instalada na edificação			1.756 kW

a) Cálculo do consumo de energia estimado para as salas será:

$$C = F_{DT} \times F_{CT} \times P_{Inst} \times 730 \quad (f.1)$$

Para as salas, os fatores de demanda e carga típicos obtidos na tabela 1 do ANEXO I, são:

$$F_{DT} = 0,35 \quad F_{CT} = 0,40$$

substituindo em (f.1), temos:

$$730 = 0,35 \times 0,40 \times 33 \times 730$$

$$C = 3.373 kWh$$

b) Cálculo do consumo de energia estimado para a ADM será:

$$C = F_{DT} \times F_{CT} \times P_{Inst} \times 730 \quad (f.1)$$

Para a ADM, os fatores de demanda e carga típicos obtidos na tabela 1 do ANEXO I, são:

$$F_{DT} = 0,35 \quad F_{CT} = 0,40$$

substituindo em (f.1), temos:

$$C = 0,35 \times 0,40 \times 74,53 \times 730$$

$$C = 7.617 \text{ kWh}$$

c) Com estes valores de consumo temos a seguintes demandas médias:

$$kVA_{\text{médio}} = \frac{C}{730 \times 0,92} \quad (\text{f.2})$$

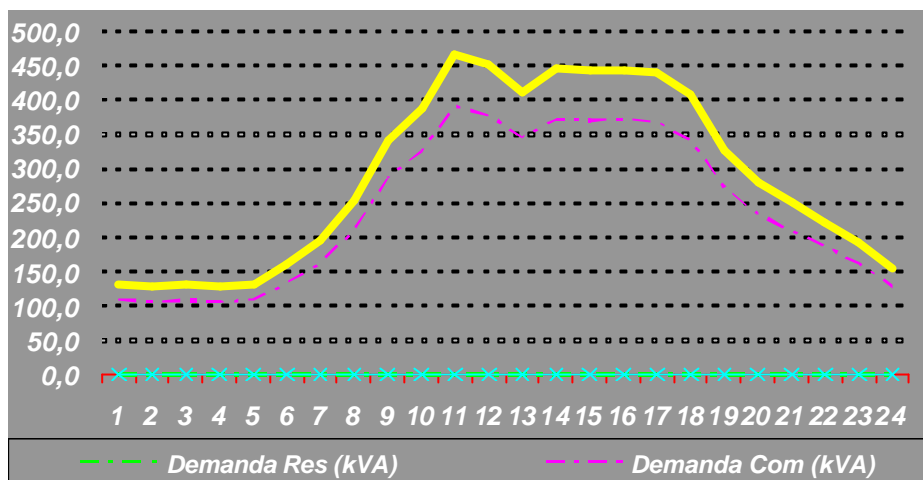
$$\text{Salas } kVA_{\text{médio}} = \frac{3.373 \text{ kWh}}{730 \times 0,92} \rightarrow kVA_{\text{médio}} = 5,02$$

$$\text{Para 50 salas temos: } kVA_{\text{salas}} = 50 \times 5,02 = 251$$

$$\text{ADM } kVA_{\text{médio}} = \frac{7.617 \text{ kWh}}{730 \times 0,92} \rightarrow kVA_{\text{médio}} = 11,34$$

d) em seguida escolhemos a curva típica de carga do ANEXO III, por classe de consumo e multiplicamos seus valores de demanda em “pu” pela demanda média obtida e pelo fator Fk (Fk=1,1), como segue:

Comercial 5001 - 10000 kWh			Comercial 1001 - 5000 kWh		
Horário	val. Pu	pu * Fk * 11,34 kVA	Horário	val. Pu	pu * Fk * 251 kVA
1	0,53	6,61	1	0,45	124,25
2	0,47	5,86	2	0,44	121,48
3	0,45	5,61	3	0,45	124,25
4	0,47	5,86	4	0,44	121,48
5	0,5	6,24	5	0,45	124,25
6	0,58	7,23	6	0,55	151,86
7	0,77	9,60	7	0,67	184,99
8	0,82	10,23	8	0,88	242,97
9	1,05	13,10	9	1,19	328,56
10	1,31	16,34	10	1,35	372,74
11	1,42	17,71	11	1,63	450,04
12	1,43	17,84	12	1,57	433,48
13	1,4	17,46	13	1,43	394,82
14	1,39	17,34	14	1,55	427,96
15	1,41	17,59	15	1,54	425,19
16	1,53	19,09	16	1,54	425,19
17	1,41	17,59	17	1,53	422,43
18	1,34	16,72	18	1,42	392,06
19	1,39	17,34	19	1,12	309,23
20	1,22	15,22	20	0,96	265,06
21	1,02	12,72	21	0,86	237,45
22	0,84	10,48	22	0,77	212,60
23	0,69	8,61	23	0,67	184,99
24	0,56	6,99	24	0,53	146,33



Neste caso a demanda máxima ocorre às 11:00 horas com um pico de: **467.75kVA**. Resultando na necessidade de instalação de uma câmara transformadora ou transformador em pedestal ou transformador a seco.

ANEXO II – Fatores Típicos para Cálculo de Energia

ATIVIDADE	FDT	FCT
1 Residencial	$0,0676 * X^{(0,1149)}$	$19,101 * X^{(-0,5121)}$
2 Bar, Botequim, café - C	0,34	0,39
2 Comercial - Geral	0,35	0,40
2 Hotel - C	0,35	0,40
2 Lanchon. Pastelaria - C	0,35	0,36
2 Oficina mecânica - C	0,35	0,40
2 Padaria - C	0,33	0,46
2 Poder Público - C	0,35	0,40
2 Posto de Gasolina - C	0,35	0,40
2 Restaur./Churras.- C	0,38	0,38
2 Serraria - I	0,22	0,43
2 Serv.de Aliment. - C	0,34	0,39
2 Serviço/Outros - C	0,35	0,40
2 Sorveteria - C	0,35	0,40
2 Supermercado - C	0,35	0,40
3 Industrial - I	0,80	0,76

ANEXO III – Tabelas de Curvas de Cargas Típicas

RESIDENCIAL					
Consumo	0 - 100 kWh	101 - 200 kWh	201 - 500 kWh	501 - 1000 kWh	>1000 kW
Horário	PU	PU	PU	PU	PU
1	0,83	0,62	0,8	0,8	0,73
2	0,73	0,46	0,76	0,76	0,61
3	0,54	0,43	0,66	0,66	0,6
4	0,54	0,42	0,58	0,58	0,58
5	0,57	0,43	0,6	0,6	0,59
6	0,66	0,79	0,81	0,81	0,65
7	1,1	1	0,92	0,92	0,81
8	0,68	1,02	0,83	0,83	1,03
9	0,88	1,01	1,04	1,04	1,07
10	1,14	0,8	1,11	1,11	1,12
11	0,73	0,86	1,03	1,03	1,19
12	0,72	1,03	1,02	1,02	1,24
13	0,85	0,97	0,99	0,99	1,21
14	0,72	0,79	1,02	1,02	1,17
15	0,72	0,86	0,86	0,86	1,11
16	0,75	0,81	0,82	0,82	1,14
17	1,06	0,88	0,84	0,84	1,07
18	1,28	1,43	1,2	1,2	1,22
19	1,69	1,78	1,38	1,38	1,33
20	1,87	1,75	1,48	1,48	1,28
21	1,9	1,84	1,49	1,49	1,24
22	1,54	1,57	1,47	1,47	1,16
23	1,52	1,49	1,32	1,32	0,99
24	0,97	0,95	0,99	0,99	0,84

COMERCIAL					
Consumo	0 - 500 kWh	501 - 1000 kWh	1001 - 5000 kWh	5000 - 10000 kWh	>10000 kW
Horário	PU	PU	PU	PU	PU
1	0,34	0,38	0,45	0,53	0,52
2	0,31	0,35	0,44	0,47	0,5
3	0,29	0,34	0,45	0,45	0,47
4	0,28	0,34	0,44	0,47	0,47
5	0,29	0,39	0,45	0,5	0,47
6	0,31	0,39	0,55	0,58	0,51
7	0,48	0,54	0,67	0,77	0,64
8	0,65	0,75	0,88	0,82	0,94
9	1,17	1,11	1,19	1,05	1,28
10	1,58	1,42	1,35	1,31	1,38
11	1,58	1,59	1,63	1,42	1,43
12	1,73	1,55	1,57	1,43	1,45
13	1,51	1,52	1,43	1,4	1,46
14	1,45	1,55	1,55	1,39	1,48
15	1,65	1,62	1,54	1,41	1,52
16	1,62	1,58	1,54	1,53	1,51
17	1,7	1,69	1,53	1,41	1,46
18	1,9	1,68	1,42	1,34	1,4
19	1,53	1,42	1,12	1,39	1,3
20	1,09	1,15	0,96	1,22	1,11
21	0,99	0,87	0,86	1,02	0,79
22	0,69	0,74	0,77	0,84	0,7
23	0,46	0,58	0,67	0,69	0,63
24	0,4	0,46	0,53	0,56	0,56

INDUSTRIAL					
Consumo	0 - 500 kWh	501 - 1000 kWh	1001 - 5000 kWh	5000 - 10000 kWh	>10000 kWh
Horário	PU	PU	PU	PU	PU
1	0,18	0,2	0,24	0,32	0,63
2	0,2	0,19	0,25	0,38	0,61
3	0,16	0,17	0,24	0,39	0,71
4	0,16	0,17	0,24	0,43	0,78
5	0,16	0,19	0,25	0,43	0,9
6	0,23	0,22	0,3	0,51	1,05
7	0,36	0,28	0,53	0,89	1,17
8	0,89	1,12	1,41	1,36	1,27
9	1,68	1,88	1,96	1,64	1,32
10	1,72	1,85	1,98	1,66	1,23
11	2,1	2,05	2,01	1,82	1,23
12	2,23	2,18	2,02	1,75	1,18
13	1,34	1,31	1,05	1,41	1,16
14	1,61	1,94	1,89	1,57	1,17
15	1,84	1,84	1,97	1,67	1,24
16	1,77	1,73	2,01	1,64	1,2
17	1,89	1,89	1,9	1,56	1,17
18	1,96	1,75	1,28	1,1	1,03
19	1,4	0,79	0,67	0,9	1
20	0,79	0,61	0,48	0,72	0,93
21	0,51	0,48	0,4	0,63	0,89
22	0,29	0,44	0,36	0,51	0,78
23	0,31	0,44	0,28	0,38	0,69
24	0,23	0,3	0,28	0,32	0,65