

NOSSO PROJETO

Desenvolveremos um projeto elétrico clássico a partir de uma planta arquitetônica dada, adotando o roteiro básico sugerido na página 12.

1 – Planta baixa

Deve ser apresentada em escala adequada, geralmente 1:50, contendo indicações dos cômodos bem como suas áreas e perímetros. Detalhes arquitetônicos ou construtivos devem ser conhecidos.

Nosso Projeto, construído para fins acadêmicos, apresenta área construída de 110m^2 . (PE-1).

2 – Objetivos

De posse da planta baixa, procura-se compreender o nível de expectativa e exigência do proprietário e/ou usuários bem como o grau de compatibilidade com a rede pública, além da funcionabilidade da própria instalação.

Nesta hora é muito importante *compreender e prever* futuras instalações para novos e modernos equipamentos e circuitos, como TV a cabo, rede de computador, telefone, entre outros. Procedimentos de deixar “*espaço*” no quadro de distribuição de energia, nas tubulações e até eletrodutos de reserva podem evitar futuros incômodos em expansões, sem que leve a intolerável aumento no custo da instalação. Uma “arrumação” posterior, além de não ficar bem feita, fatalmente comprometerá um trabalho sério e criterioso anteriormente desenvolvido.

Para obras novas entendo que não se deve desprezar a possibilidade de construir rede de água quente para chuveiros e/ou pia da cozinha por aquecimento solar.

É necessário conhecer, antes de iniciar o projeto, as normas da Concessionária no que dizem respeito à distribuição de energia elétrica, e aos detalhes de instalação do padrão.

Nosso Projeto:

Projeto elétrico residencial em baixa tensão.

Classe: média

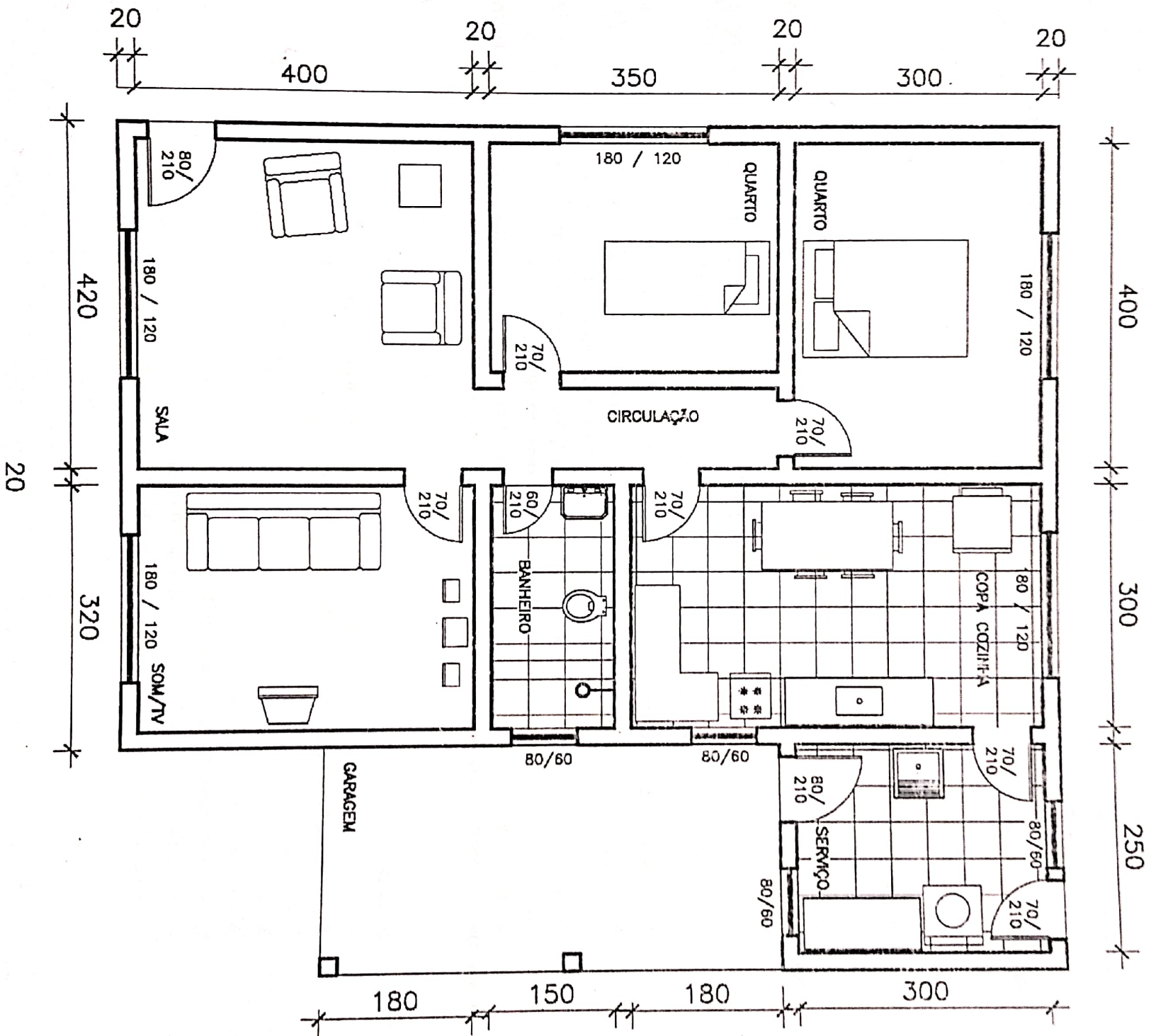
Nº de pavimentos: 1

Área construída: 110 m^2

Custos estimativos do projeto elétrico:

- Cálculo: De 0,5 a 1,0%, do valor do imóvel.
- Construção: De 3 a 5% do valor do imóvel.

Nosso Projeto:



PE-1
PLANTA BAIXA ARQUITETÔNICA

3 – Levantamento da potência a instalar

Levantar a potência a instalar consiste em determinar o somatório das potências de todas as lâmpadas e tomadas necessárias aos diversos cômodos da edificação, seguindo orientações das normas técnicas. Isto equivale a determinar as cargas nos pontos úteis de utilização de energia elétrica.

A) – Determinação das Cargas nos Pontos Úteis de utilização de energia elétrica

A.1) - Cargas de iluminação

Em unidades residenciais a determinação das cargas de iluminação, pode ser conseguida num dos seguintes critérios abaixo descritos:

a)- NBR-5410 (Item 9.5.2; página 182)

Segundo esta norma, como alternativa à aplicação da NBR-5413, pode ser adotado em cada cômodo ou dependência de unidade residencial, pelo menos, um ponto de luz fixo no teto, com potência mínima de 100 W, comandada por interruptor na parede.

Assim, em função da área do cômodo, determinamos:

1. Para cômodos com área menor ou igual a 6 m^2 : → 100 W
2. Para cômodo com área superior a 6 m^2 :
 - Para os primeiros 6 m^2 : → 100 W
 - Para cada acréscimo de 4 m^2 (inteiro): → 60 W

Exemplo: Para um cômodo com 19 m^2 :

Primeiros 6 m^2 :	100 W	
Restantes: $(4 + 4 + 4 + 1)$:	$3 \times 60 = 180\text{ W}$	TOTAL: 280 W

NOTAS:

1. Apesar de este processo denominar-se "Cargas de Iluminação", não há qualquer vínculo entre esta potência total e a potência nominal da lâmpada. A potência determinada (280 W) corresponde à contribuição do ambiente na construção do circuito. Entretanto, verifica-se, na prática, que são boas indicações para boas luminosidades de ambientes. Veja que 280 W é um **mínimo normativo**!
2. A NBR-5410 não estabelece critérios para iluminação de áreas externas em residências. A definição caberá ao projetista e ao cliente.
3. Um processo mais apurado na obtenção de iluminação de ambientes é dado pela NBR-5413 que detalha valores de iluminamento para cada ambiente especificamente. A vantagem da aplicação deste processo é a obtenção de uma iluminação mais funcional e mais em acordo com a utilização do ambiente. É um processo de cálculo de iluminação onde podem ser considerados mais detalhes de iluminação como potência de lâmpadas e cor de luz, por exemplo. Para ambientes residenciais as cores mornas (neutras) serão mais adequadas.
4. Na instalação de aparelhos de iluminação de descarga (lâmpadas fluorescentes), a potência nominal a ser considerada deverá incluir além da potência das lâmpadas, a potência dos equipamentos auxiliares (reatores). (Geralmente: $\text{kVA} = \text{kW} / 0,85$).

A.2) - Cargas nas tomadas

As tomadas de uma edificação são classificadas em *tomadas de uso geral* (TUG) e *tomadas de uso específico* (TUE), em função do conhecimento ou não do equipamento que lhe será plugado.

A carga a considerar para um equipamento de utilização é a sua potência nominal, fornecida pelo fabricante; ou a potência absorvida, calculada a partir da sua tensão nominal de funcionamento, da corrente nominal absorvida na rede e do fator de potência do equipamento.

As TUG servem para aparelhos de pequenas cargas como batedeira, liquidificador, depilador, televisão, enceradeira, entre outros que, sendo portáteis, não apresentam ao certo locais fixos de uso. Estas tomadas podem receber em geral qualquer equipamento, e a elas são atribuídas cargas de valores compreendidos entre 100 e 600 W.

As TUE são tomadas especificadas para equipamentos que além de possuírem maior carga, estão mais definitivamente locados numa parte da edificação. São eles: chuveiro, exaustor, máquina de lavar louça/roupa, geladeira, freezer, micro-ondas, ar condicionado, entre outros, mas que propriamente necessitam de ligações exclusivas. As tomadas de utilização específica são, fisicamente, as mesmas anteriores, e à elas são atribuídas as potências nominais dos equipamentos que lhes serão plugados. (Consulte quadro de potências típicas de eletrodomésticos apresentado a seguir na página-18).

Segundo a Norma, devemos estabelecer, pelo menos:

- Uma tomada de 100 W para cada cômodo com área menor ou igual a 6 m².
- Uma tomada de 100 W em subsolo, varanda, garagem ou sótão.
- Uma tomada de 100 W para cada 5 m (ou fração) de perímetro, em cômodos cuja área exceder a 6 m², devendo esses pontos ser espaçados tão uniformemente quanto possível.
- Uma tomada de 100 W para cada 3,5 m (ou fração) de perímetro, em cozinhas, copas ou áreas de serviços.
- Nas áreas de serviços e cozinha deverão ser consideradas, pelo menos, 3 TUG de 600 W cada, em circuito exclusivo de tomadas de serviço. Demais tomadas, se existirem, poderão ser adotadas como de 100 W.

NOTA:

Particularmente no caso de salas de som e TV, deve-se atentar para a possibilidade de que um ponto de tomada possa vir a ser usado para alimentação de mais de um equipamento, o que é inadmissível. Recomenda-se, portanto, equipá-lo com a quantidade de tomadas julgada adequada.

As tomadas devem ser distribuídas com relativa abundância pela edificação, pois trazem conforto, comodidade e segurança ao usuário, e não representam significativo aumento no custo da instalação, frente às vantagens oferecidas.

Resulta para o Nosso Projeto, o quadro a seguir:

QUADRO DE POTÊNCIA A INSTALAR

CÔMODO	ÁREA (m ²)	PERÍMETRO (m)	ILUMINAÇÃO (W) NBR-5410	Nº de lâmpadas adotado	TOMADAS		CARGA TOTAL (W)
					TUG	TUE	
SALA	16	16	220	3 x 100	4 x 100	-	700
SOM / TV	12	14	160	3 x 100	3 x 100	1 x 300	900
QUARTO - 1	10	12,7	160	2 x 100	4 x 100	-	600
QUARTO - 2	12	14	160	2 x 100	4 x 100	-	600
CIRCULAÇÃO	3,5	9	100	1 x 100	2 x 100	-	300
BANHO	4,5	-	100	2 x 100	1 x 100	1 x 6000	6300
GARAGEM	13,5	15,4	160	2 x 100	1 x 100	1 x 300	600
COPA / COZINHA	15	16	220	3 x 100	5 x 100	2 x 300 1 x 1500	2900
SERVIÇO	7,5	11	100	1 x 100	4 x 100	1 x 600 1 x 1200	2300
EXTERNO	-	-	-	5 x 100	-	-	500

TOTAL: 15700 W

Carga instalada com padrão **BIFÁSICO**, alimentado por três fios: fase – fase – neutro.

POTÊNCIAS TÍPICAS DE ALGUNS APARELHOS ELETRODOMÉSTICOS

APARELHO	POTÊNCIAS NOMINAIS (W)
Aparelho de som	40 a 60
Aquecedor de água central (Boiler)	1000 a 2000
Ar condicionado	900 a 3000
Aspirador de pó	600 a 1200
Barbeador	10 a 15
Batedeiras e Processadores	100 a 600
Cafeteira	500 a 1000
Churrasqueira	3000
Chuveiro	3000 a 6500
Cortador de grama	800 a 1300
Ebulidor	800 a 1300
Enceradeira	350
Esterilizador	200
Exaustor de ar	150 a 350
Ferro de passar roupa	800 a 1200
Forno (microondas ou resistência)	800 a 1500
Freezer	250 a 800
Geladeira	150 a 450
Grelha	900 a 1500
Lâmpada fluorescente	15 a 110
Lâmpada incandescente	15 a 150
Lavadora de pratos	800 a 1200
Lavadora de roupas	500 a 1500
Liquidificador	200 a 400
Máquina de costura	40 a 100
Máquina de furar	100 a 300
Micro computador + impressora	150
Projektor de slides / Retro-projetor	150
Secadora de cabelos	800 a 1300
Secadora de roupas	1000 a 1300
Televisor de 14" a 33"	60 a 150
Torneira	800 a 1500
Torradeira	300 a 800
Triturador de lixo (para pia)	300
Ventilador / Circulador de ar	100 a 200
Videocassete / DVD	40 a 60

NOTA: A conversão de potência calórica em British Thermal Unit por hora (BTU/h) para potência elétrica em watt (W), para condicionadores de ar, poderá ser obtida na seguinte tabela.

BTU/h	7100		8500		10000		12000		14000	18000	21000
kcal/h	1775		2125		2500		3000		3500	4500	5250
Tensão	127	220	127	220	127	220	127	220	220	220	220
A	10	5	14	7	15	7,5	17	8,5	9,5	13	14
VA	1100	1100	1550	1550	1650	1650	1900	1900	2100	2860	3080
W	900	900	1300	1300	1400	1400	1600	1600	1900	2600	2800

4 – Marcação dos pontos

A) – Localização de lâmpadas e interruptores

Posicionaremos em cada cômodo, na planta arquitetônica, as lâmpadas e seus respectivos comandos, observando a simbologia adequada.

Nesta etapa convém destacar a importância de locar estes pontos em posições adequadas. Além do ponto central no teto dos cômodos, outras posições são igualmente importantes, como na cabeceira da cama, acima do fogão, acima do espelho do banheiro, etc, bem como seus comandos.

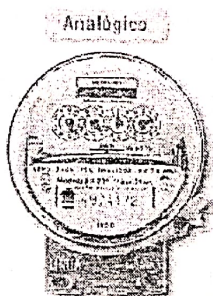
B) – Localização das Tomadas (TUG e TUE) e Quadro de Distribuição (QD)

Posicionaremos as tomadas à altura conveniente do piso (30 cm, 110 cm e 210 cm), conforme legenda.

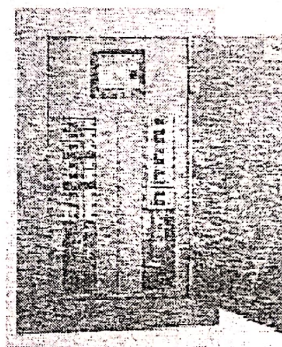
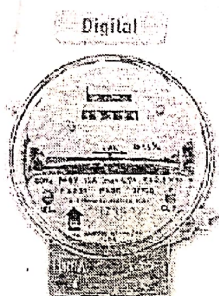
Posicionaremos também o **Quadro de Distribuição (QD)** e o **Quadro de Medição (QM)** de energia que deverão ficar em pontos estratégicos e de fácil acesso.

O Quadro de Medição (relógio) ficará na entrada da casa, em local de fácil acesso ao leiturista. Outros detalhes deverão ser obtidos em análise às Instruções Normativas da Concessionária (no nosso caso, CEMIG).

O Quadro de Distribuição em local discreto, desobstruído, numa posição o mais central possível das cargas (centro da construção). Deve possuir identificação do lado externo e identificação dos circuitos.



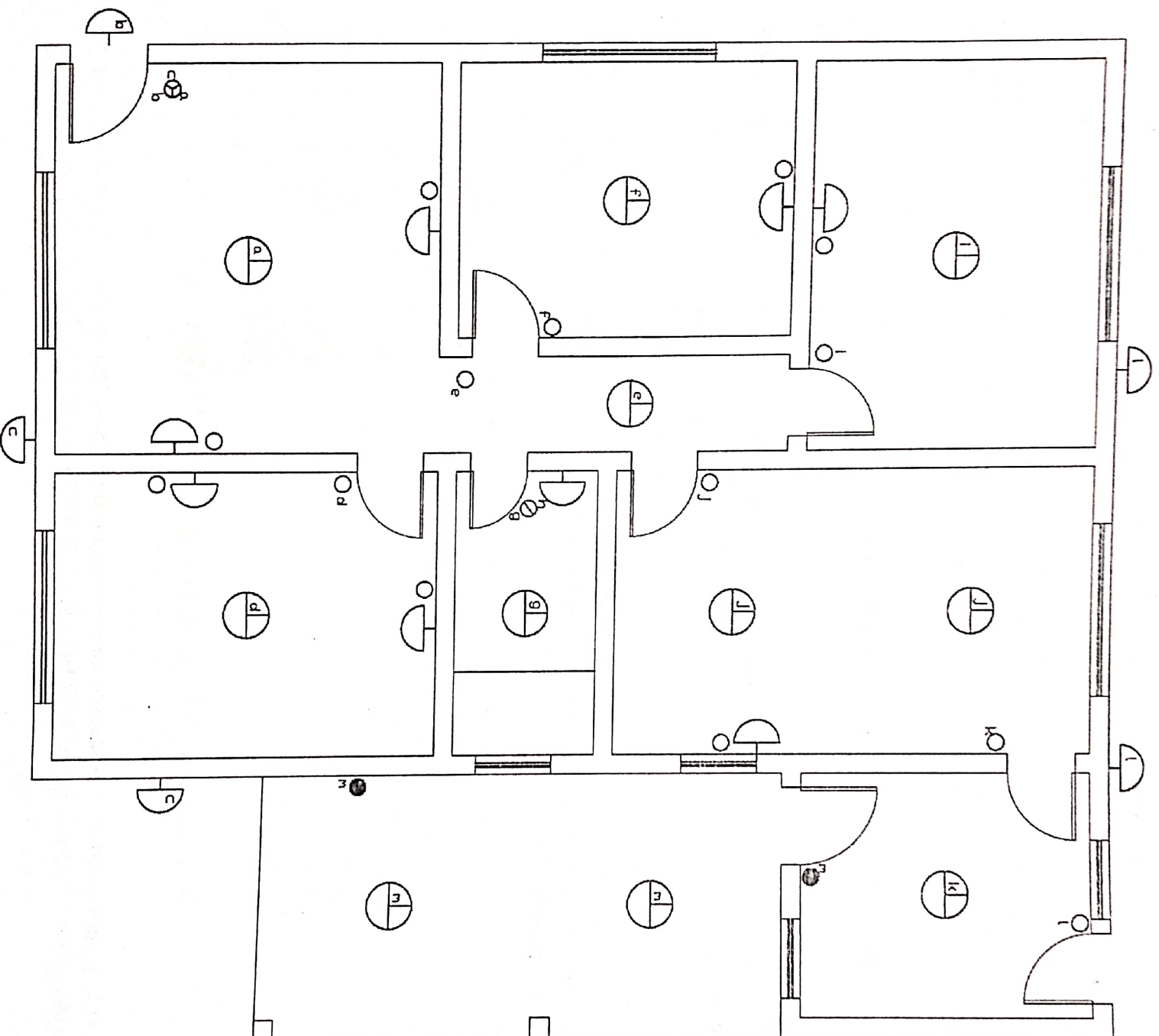
Potenciômetro do Quadro de Medição



Quadro de Distribuição

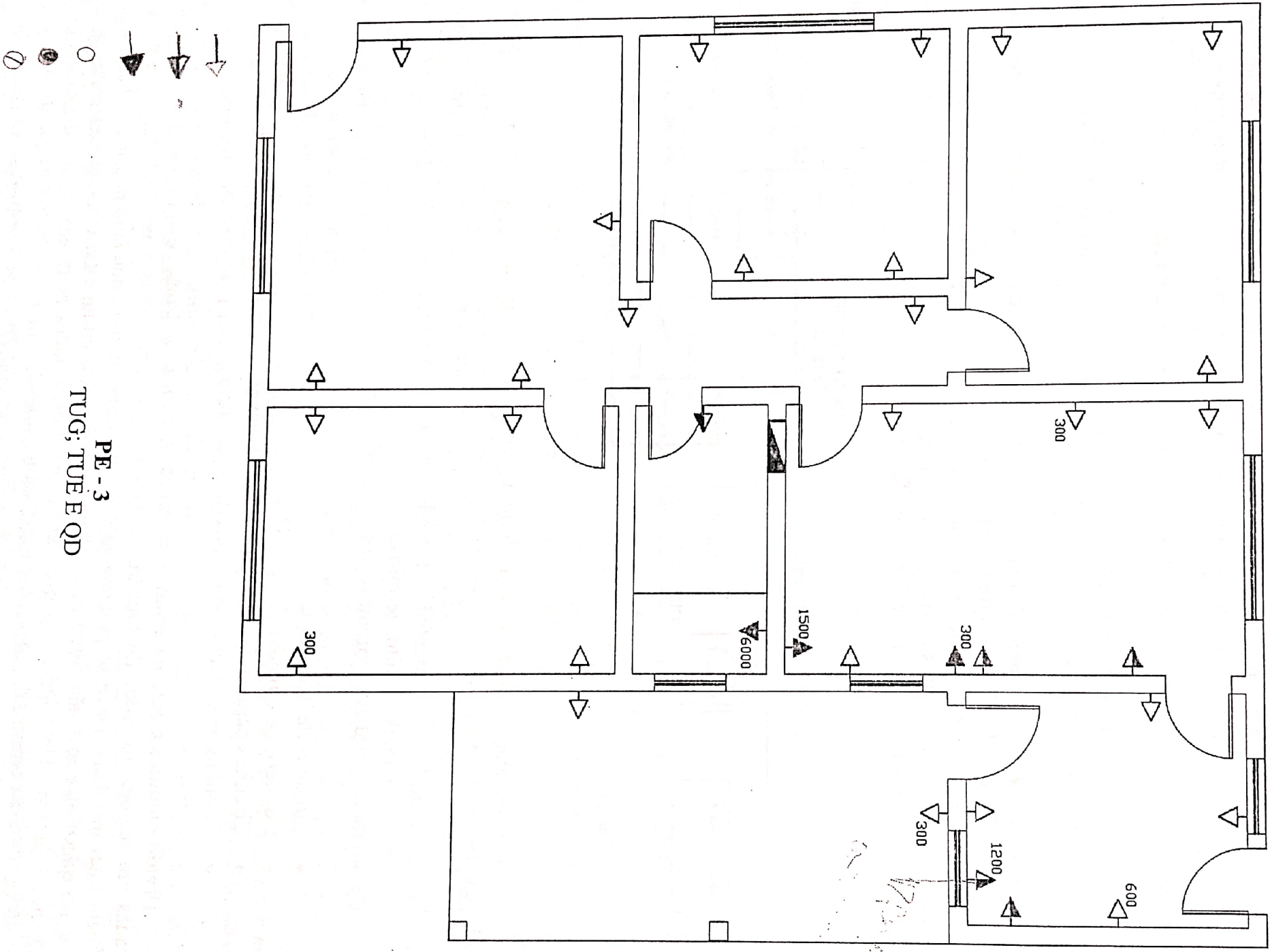
NOTA: É recomendado um Quadro de Distribuição para cada 150 m² de área construída, ou um quadro por andar, ou ainda um para cada área separada (ou distinta) da edificação.

Consideraremos para o “Nosso Projeto” posicionar o QM à entrada da copa / cozinha, à direita. Sendo nosso projeto um trabalho acadêmico e não tendo posicionamento de lote e rua, em princípio, consideraremos o QM próximo à entrada principal.



PE - 2
ILUMINAÇÃO INTERNA E EXTERNA

PE-3
TUG; TUEE QD



5 – Divisão dos Circuitos

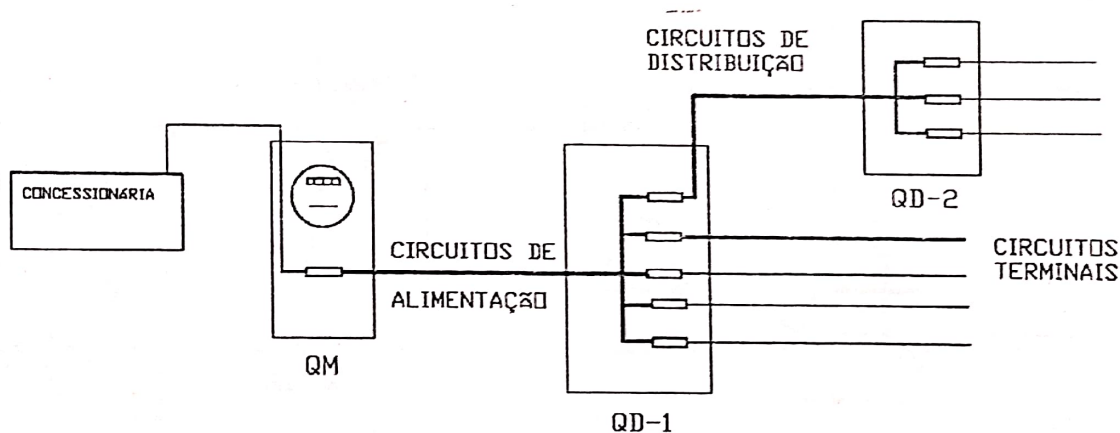
Um circuito compreende um conjunto de componentes da instalação (tomadas e/ou lâmpadas) ou outros circuitos, ligados ao mesmo par de condutores, e ao mesmo dispositivo de proteção (disjuntor).

Numa instalação de baixa tensão distinguimos dois tipos de circuitos:

- a)- Circuito de Alimentação;
- b)- Circuitos de Distribuição / ou Terminal.

O *Circuito de Alimentação* é o circuito que ligado à rede da Concessionária alimentará o Quadro de distribuição. É a fiação entre o QM e o QD.

Os *Circuitos de Distribuição* fracionam a corrente elétrica do circuito de alimentação conduzindo-as a outros circuitos de distribuição ou ligando-se diretamente às lâmpadas e tomadas, e, neste caso, passam a designarem-se *Circuitos Terminais*.



Toda a instalação elétrica será dividida em um número adequado de circuitos de distribuição (ou terminais), o que facilita a construção, utilização e manutenção segura da mesma.

A Norma impõe que os circuitos terminais sejam individualizados em função dos equipamentos de utilização alimentados, fazendo com que a instalação seja dividida em categorias, cada uma com um ou mais circuitos terminais.

De um modo geral estes circuitos terminais são os seguintes:

- Circuitos de iluminação;
- Circuitos de tomadas (TUG e TUE);
- Circuitos para equipamentos motores (Potência > 2 cv): Bombas hidráulicas;
- Circuitos auxiliares e comandos de sinalização.

Dividir circuitos é algo parecido com mapear a edificação. Consiste em agrupar lâmpadas e tomadas em regiões ao redor do Quadro de Distribuição, tanto quanto possível; fracionando a potência total instalada. Deve-se procurar prever para cada circuito, potência não muito baixa tal que o fio que o alimenta não fique super dimensionado; nem muito alta, o que necessitaria uma fiação muito grossa. Uma indicação quantitativa para edificações pode ser de um circuito para cada 40 m² de área construída, além dos circuitos exclusivos. Por exemplo: uma casa de 180 m² poderia, em princípio, ter 5 circuitos, além de 1 para cada chuveiro e mais outro para máquina de lavar.

Procedimentos para divisão dos circuitos:

1º)- Montar grupos de lâmpadas e tomadas.

Em 1ª análise, a potência desenvolvida no circuito, a corrente elétrica que percorre a fiação e a correspondente área da seção do condutor, numa condição média de trabalho, está no seguinte quadro:

Fio (mm ²)	Corrente (A)	Potência (W) (127 V)	Média (W)	Potência (W) (220 V)	Média (W)
1,5	10 a 18	1200 a 2200	1700	2200 / 4000	3000
2,5	15 a 25	1900 a 3100	2500	3300 / 5500	4400
4,0	20 a 32	2500 a 4000	3200	4400 / 7000	5700

2º)- Circuitos com tomadas deverão estar separados dos circuitos de iluminação. No caso de circuitos contendo lâmpadas e tomadas, recomenda-se que a corrente elétrica de projeto seja inferior a 16 A. (Potência máxima do circuito de 2000 W, em rede de 127 V).

3º)- Chuveiros deverão ter circuitos exclusivos, bem como todo aparelho que exigir corrente elétrica superior a 10 A para sua alimentação.

4º)- Área de serviço deve conter circuito exclusivo de tomadas.

Ao se definir cada agrupamento, identificar lâmpadas e tomadas na planta arquitetônica com o número atribuído ao circuito e iniciar a montagem do QUADRO DE CARGAS.

É vantajoso nesta hora iniciar-se a DISTRIBUIÇÃO DOS ELETRODUTOS, ou seja, marcar o “caminho” dos fios para o circuito estabelecido. Isto corresponde a traçar a tubulação a partir do QD para as lâmpadas no teto, descendo para interruptores e tomadas. Neste caso:

1. Confirmar o Quadro de Distribuição próximo ao centro de cargas;
2. A partir do Quadro de Distribuição iniciar o traçado dos eletrodutos, procurando os caminhos mais curtos e evitando o cruzamento de tubulações (levar em conta detalhes do projeto estrutural, hidrossanitário, etc.);
3. Interligar inicialmente os pontos de luz (tubulações no teto);
4. Interligar os interruptores e tomadas aos pontos de luz de cada recinto (tubulações nas paredes);
5. Evitar que caixas embutidas no teto recebam mais de 6 eletrodutos, e que as caixas embutidas nas paredes recebam mais de 3 eletrodutos;
6. Evitar que em cada trecho de eletroduto passe quantidade elevada de circuitos (limitar em máximo de três), tanto para minimizar bitola de eletrodutos (consequências estruturais), como evitar alto valor de Fator de Correção de Agrupamento de fios.
7. Prever, no Quadro de Distribuição, quantidade apropriada de saídas de eletrodutos em função do número de circuitos existentes no projeto;

OBSERVAÇÕES

- 1- Prever caixas de passagem para trajetos superiores a 12 m a fim de facilitar a enfição.
- 2- Os eletrodutos não devem se cruzar pela estrutura da laje.
- 3- Avaliar a possibilidade de utilizar tubulação embutida no piso para atendimento de circuitos de tomadas baixas e médias; ou até mesmo a vinda do circuito de alimentação, do QM.
- 4- Devem ser disponibilizadas tubulações vazias (tubo cego) interligando pontos no teto que serviriam de suporte a algum circuito que tivesse, por alguma razão, um eletroduto obstruído. (Não adotaremos este procedimento por considerar “Nosso Projeto” puramente acadêmico).

Para o “*Nosso Projeto*”, podemos pensar em algo do tipo:

Circuito-1		Sala / Som e TV/ Frente.
Circuito-2		Circulação / Quarto-1 / Quarto-2.
Circuito-3		Banheiro e Garagem.
Circuito-4		Chuveiro.
Circuito-5		Copa-Cozinha / Serviço / Fundos.
Circuito-6		Serviço.

O que resultaria na montagem do seguinte Quadro de Cargas:

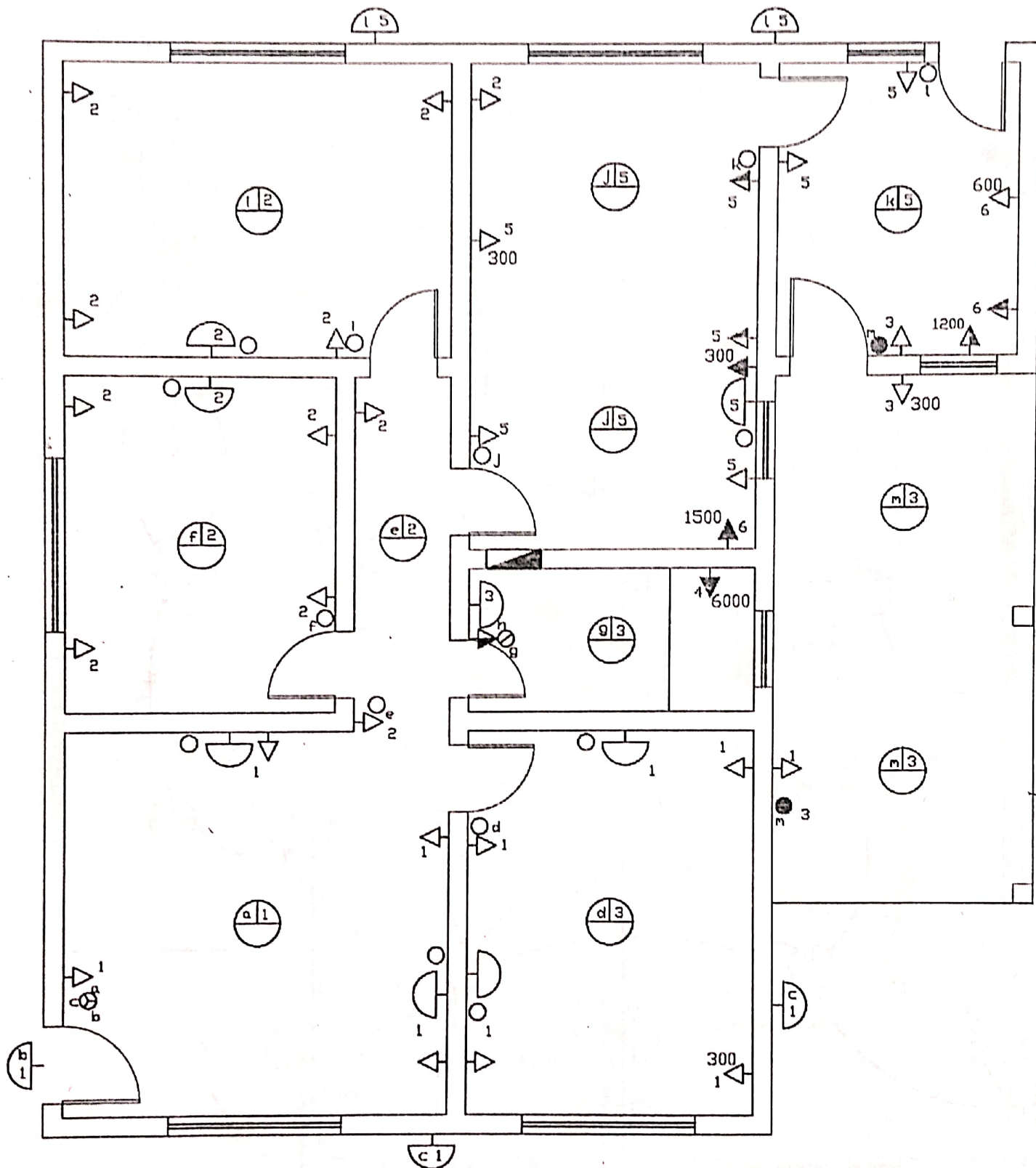
QUADRO DE CARGAS

Circuito	Lâmpadas (W)	Tomadas (W)						Potência (W)
		100	300	600	1200	1500	6000	
1	9	8	1					2000
2	5	11						1600
3	4	2	1					900
4							1	6000
5	6	6	2					1800
6		1		1	1	1		3400

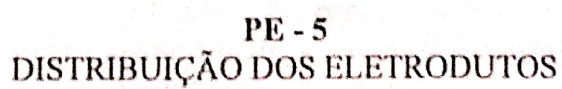
TOTAL: 15700 W

Notas:

1. Outras possibilidades seriam naturalmente viáveis, como agrupar os circuitos 2 e 3 e/ou dividir o circuito 6 em outros dois; ou ainda outra redistribuição.
2. Ou passar a tomada de 1200 W do circuito 6 para o circuito 3.
3. Observe que a soma das potências dos circuitos deve ser idêntica à potência total instalada.



PE - 4
 POSICIONAMENTO DE TODOS OS PONTOS DE LUZ E TOMADAS
 DIVISÃO DOS CIRCUITOS

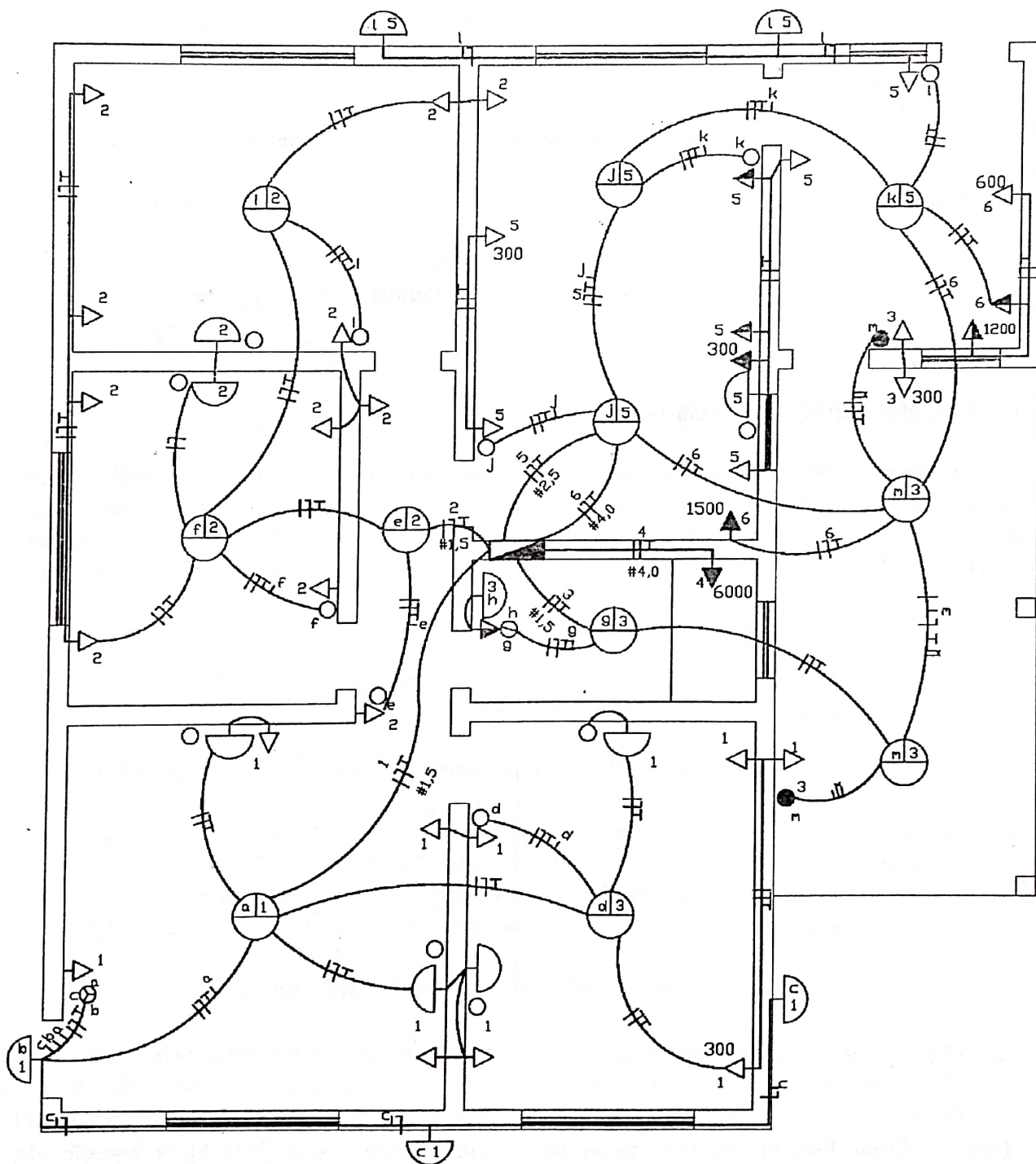


6 – Distribuição da fiação

Os fios que chegam ao QD são: os **fios fase**, o **fio neutro** e o **fio terra**. Este último vem direto da haste de aterramento enquanto os demais da rede da Cemig.

Marcaremos, por simbologia adequada, os fios pelos eletrodutos, a partir do QD, sem necessidade de definir agora a qual fase o circuito pertence.

Os esquemas de ligações de Lâmpadas, Interruptores e Tomadas, em circuitos monofásicos e bifásicos poderão ser compreendidos no Anexo, página 64.



PE - 6
DISTRIBUIÇÃO DA FIAÇÃO