





FACULDADE DE ENGENHARIA  
UNIVERSIDADE DO PORTO

BIBLIOTECA



0000094212

D

D

Recebida  
em 17-12-926  
Ferreira

CAMARA MUNICIPAL DO PORTO



M./S.

SERVIÇOS MUNICIPAES — GAZ E ELECTRICIDADE

Praça de Carlos Alberto, 71

**PORTO**

G U I A

Endereço telegraphico: -ELECTRIGAZ

Vai apresentar-se na Faculdade Technica da Universidade do Porto o aluno do curso de Engenharia Electrotécnica snr. Julio de Carvalho Vouga por ter terminado o estagio que lhe foi designado, o que fez com assiduidade e bom comportamento.

Serviços Municipaes do Gaz e Electricidade

DIRECTOR

Toda a correspondencia deve ser dirigida  
à Comissão Administrativa dos Serviços Municipaes — Gaz e Electricidade

~~V P~~

n. m.

G.D. ✓

Classificada com 17 vol.

# Relatorio do Estagio

efectuado nos

Servicos Municipalisados do Gas e Electricidade

do

PORTO

por

Julio de Carvalho Vaz

Não podemos deixar de expressar aqui  
o nosso agradecimento ao digno chefe  
dos Serviços de Estudos e Construção, Ex.<sup>mo</sup>  
Sen. Luis Eduardo de Almeida, pela sua  
bondade com que nos facultou os elemen-  
tos necessários ao nosso estudo e nos  
acompanhou em algumas visitas aos  
Serviços a seu cargo.

Cumpra-nos também agradecer ao  
Ex.<sup>mo</sup> Sr. Eng.<sup>o</sup> Theotônio Rodrigues as faci-  
lidades que nos dispôssem por parte da  
Sociedade Portense de Urbanização Lda.

# Programa

O programa que nos impuzemos ao iniciar o estágio a que o presente relatório se refere, consistia em fazer o estudo completo da electrificação definitiva duma zona citadina, a começar na determinação das suas necessidades de energia e sendo por complemento natural o calculo aproximado do preço de custo do kw-hora.

Foi nos apontada na direcção dos Serviços Municipales do Gás e Electricidade e mais particularmente de Guada a tal fin a zona limitada pela Rua de Costa Cabral - entre a Rua de São Tapada e a de Coutinho - e a linha do Rio de São, uma area a ficar de pois precisamente e que servida em parte insufficientemente por uma rede montada a título precario, reclama uma instalação definitiva capaz de corresponder ás suas exigências de energia.

Esta zona é actualmente alimentada em parte por um transformador situado no rua de Costa Cabral, perto do Hospital do Conde de Freixo.

Como, porém, quizermos dar ao nosso estudo o caracter d'um trabalho independente e não o d'um adaptacão, não tomamos em linha de conta este posto e orientamos o nosso estudo como se se a zona em questao constituisse um aglomerado autonomo, não atendendo portanto tambem ás partes de transformacão das zonas circunvisinhas, que na realidade constituem outros tantos centros de alimentacão do conjunto de malhas que formam a rede de distribucão da cidade.

## Características da zona a iluminar

Inclue esta zona uma vasta superficie de terrenos destinada pela Sociedade Portueuse de Urbanisacão, Lda á constitucão d'um centro urbano, integrado num



plano geral de arrendamentos aprovado pela Câmara Municipal. Encontram-se já construídas algumas habitações, estando bastantes outras em advanced construction.

Como se trata dum empreendimento de realisação total num futuro próximo, não hesitamos em modificar a planta desta região de modo a introduzir-lhe os novos arrendamentos e a modificar os actuais, conforme a planta do conjunto que por aquela sociedade nos foi facultada.

Assim modificadas a planta, constatou-se a divisão muito nitida da zona a iluminar em duas partes, uma caracteristicamente urbana, formada pelo bairro da Sociedade de Urbanisação, pela rua de Costa Cabral e pela de Silva Tapada — e outra de características que a incluem na categoria das zonas rurais.

Para bem avaliar das suas necessidades de energia, percorremos completamente toda a zona em estudo, o que nos permitiu também actualizar a planta de que dispunhamos e cuja levantamento data de há uns 40 anos.

Como consequência desta visita tivemos necessidade de suprimir certas ruas que desapareceram e indicar algumas outras que foram abertas, bem como todas as prédios construídos, naquele lapso de tempo.

Uma conclusão interessante fomos também levados a formular, qual é a de que apenas na Rua de Costa Cabral se regista uma tendência rápida de urbanisação, contrariamente ao que sucede no resto da zona em que pouco ou nada se faz sentir a sua influencia.

Esta constatação, relativa ao largo intervallo de 40 anos, os uterinos dos quais assinalados por circunstâncias que seriam de molde a modificar um estado de coisas provavelmente estabilizado, tem muita importância para o nosso estudo: assim, não parece

oportuno prever uma grande expansão da cidade nesta direção, restrição feita, é claro, da rua de Costa Cabral, em que o incremento das construções é notável. Na rua de Bantimil e em toda a larga rede de ruas afluentes, por exemplo, raramente se regista uma construção superior em idade a 40 anos.

De lo que diz respeito a indústria e de notar que existe nesta Zona um centro fabril de relativa importância, qual é o constituído pelo núcleo de fábricas situadas na área compreendida entre as ruas de Vigor e das Cavadas.

Estas, algumas são já alimentadas em A.T. pelos Serviços Municipais e outras poderão também vir a sê-lo num futuro próximo, tanto mais devido e certo que se encontram em condições particularmente favoráveis pela pequena distância a que passo o Cabo de S.T.

De lo pelo que diz respeito a clientes de uma potência superior a 20 HP.

Neste núcleo encontra-se também uma pequena fábrica que requer KW de potência média e que será alimentada em B.T.

De resto, a pequena indústria quasi não existe nesta Zona.

Características da corrente e da tensão.

As bases da concessão determinam taxativamente que a distribuição será realizada em rede subterrânea por corrente trifásica de 50 per sob a tensão de 110-190 Volts.

Estas determinações podem cumprir-se e cumprem-se nas zonas de características urbanas ou de transição para tal. Quando se trate porcu de zonas

rurais, uma instalação de suas características fossem se-hia altamente comprometido do equi-librio financeiro da exploração, porque a sua amarração não poderia de modo algum ser realizada com o seu rendimento próprio.

É facto que no caso presente a entidade distribuidora tem funções municipalista e como tal tem por dever promover a compensação do deficit das zonas pobres pelas lucros das zonas centrais, de modo a assegurar a toda a cidade a comodidade da distribuição dos domicílios de energia electrica, e a contribuir para a segurança dos habitantes e seus haveres, melhorada dentro de largos limites por uma boa iluminação publica.

Apesar disso porém e mesmo no caso de uma compensação integral dos lucros positivos e negativos da exploração de todas as zonas, não seria possível pensar em realisar a electrificação definitiva de toda a cidade em rede subterranea e com a tensão de 110-190 volts.

Como por outro lado urge substituir a instalação provisoria realisada durante os anos de avaria da cidade por uma instalação definitiva, satisfazendo ás actuais necessidades de consumo, solicitação se e obtive-se a autorização necessaria para adoptar em bairros excentricos a tensão de 220-380 volts.

É o que acontece, por exemplo, na Foz, abastecida convenientemente por uma instalação subterranea alimentada sob esta tensão.

Este bairro, porém, é um bairro rico, consumindo neste momento, dois annos após a montagem da rede, uma potencia relativamente elevada.

O mesmo se não dá em relação a bairros com as características da nova zona rural, para as

quais não é possível projectar rede subterrânea, mesmo fortuamente ourosa.

Partindo do princípio de que se obter analogamente a autorização necessária ao estabelecimento da rede aérea, que consequentemente adoptemos para a zona rural.

Pelo que diz respeito à tensão e apesar de ser de toda a vantagem conservar a de 110 Volts, em favor da uniformidade global da distribuição e de uma maior elasticidade de exploração - por virtude da possibilidade de funcionamento em paralelo de dois ou mais postos - fixámos-la em 220 Volts, o que na prática, em igualdade de perdas de potência, empregar secções quatro vezes menores.

Debaixo do ponto de vista da segurança a tensão de 220 Volts é perfeitamente adiantada hoje em dia, podendo quasi dizer-se que a percentagem de acidentes fatais originados por esta tensão é a mesma que a relativa a 110 Volts.

A escolha daquela tensão conduz-nos, por conseguinte, ao estabelecimento de duas redes independentes, que alimentadas por postos de transformação que não se podem prestar mutuamente auxílio.

Todavia em zonas com as características das presentes esta consideração não tem grande importância porque a sua alimentação não se projecta em geral <sup>seus</sup> rede aberta.

De resto, mesmo no caso de fazermos a distribuição na parte rural à tensão de 110 Volts, seríamos sempre conduzidos a prever dois centros de alimentação, como passamos a ver.

### Localização dos postos de transformação

O centro de consumo da parte urbana é de fácil de

## terminação.

Dadas as facilidades dispensadas pela Sociedade de Urbanização, podemos escolher sem dificuldade de espécie alguma, o local mais conveniente para o estabelecimento do posto.

É este um caso que não constitui regra geral, antes pelo contrário, pois é sabida a relutância e oposição quase sistemáticas dos proprietários em permitir que nos seus terrenos sejam construídos os postos.

Decidimo-nos pelo terreno situado no ângulo Sul das Ruas de Silvo Tapada e das Autas.

O posto será deslocado um pouco na direcção conveniente se se reconhecer vantagem em fazer alimentar por ele e portar a 110 Volts a rede rural.

Esta hipótese não deve deixar de ser considerada, atenta a pequena importância da energia reparada por ela.

Calculamos a secção necessária para abastecer a parte da zona rural situada a noroeste da linha XX' e cujo centro de consumo é aproximadamente o largo do Monte, situado à distância de cerca de 1000 metros do posto de transformação, medida pelo caminho mais curto possível não abandonando a rua.

A carga de posto dessa zona é, como veremos adiante, de cerca de 9 kW.

Admitindo a queda de tensão de 2,5%, isto é 2,75 Volts, temos para secção

$$g = \frac{Nl}{3 \times 110 \times 60 \times \epsilon} = \frac{9000 \times 1000}{19,800 \times 2,75} = 165 \frac{mm^2}{m}$$

secção absolutamente inaceitável e que seria ainda aumentada, não sendo a verdade, ao considerar a região mais vizinha do posto.

Da comparação da carga potência requerida pela parte rural, com a carga máxima mais da zona urbana, resulta a impossibilidade de deslocar o posto de modo a aproximá-lo mais do centro de consumo

daquela zona.

Uma vez que é necessário fazer o abastecimento do partido rural por um transformador independente, fixaremos a sua tensão secundária em 220-380 Volts.

### Critério seguido na fixação da potência a distribuir

Na computando os casos da população a descrição do número de habitantes por rua, pois que a subdivisão mais pequena nelas considerado é a frequência, não podemos fixar a potência a fornecer lançando mão das estatísticas de consumo por habitante.

Fomos por isso forçados a fazer a separação da iluminação pública da particular e calcular depois isoladamente cada uma delas.

#### a) Potência para iluminação particular

Três casos entendemos de ser considerar *note capitula*, a saber:

- 1º Ruas do Bairro da 1ª de Urbanização
- 2º Restantes ruas do partido urbano - Silva Tapada e Costa Cabral
- 3º Zona rural

que vamos examinar seguidamente

#### 1º Ruas do Bairro da 1ª de Urbanização

O projecto deste bairro comporta três tipos de habitações que será distribuídas pelos vários arruamentos de uma maneira ainda não fixada.

Destes três tipos, dois dizem respeito a casas com o mesmo numero de divisões, distribuídas de maneira diferente e o terceiro corresponde a uma casa um pouco

mais pequena.

Escolhamos um dos primeiros e para ele calculamos a potência como segue:

### I - Cálculo da potência requerida por uma habitação-tipo

O Prontuário da S.E.J. indica que um dado tipo de lâmpada do fabrico desta casa, próprio para iluminação de interiores, da potência de 100 watts sob a tensão de 110 volts, realiza sobre uma superfície de  $16 \text{ m}^2$  uma iluminação média de 25 lux.

O rendimento admitido é de 40%.

Isto corresponde a uma intensidade média esperada de

$$\frac{25 \times 16}{0,40 \times 477} = 80 \text{ vellas}$$

Fixaremos a potência das lâmpadas sob cada base, admitindo a proporcionalidade entre o fluxo luminoso emitido e a potência absorvida.

O quadro seguinte resume esse estudo

Divisões	Superfície $\text{m}^2$	Potência da lâmpada watts	Iluminação média lux	limites habituais da iluminação lux
Sala de visitas	14,30	100	27	25/35
Sala de jantar	13,30	50	15	15/25
Quarto de dormir	11,60	32	10,8	8/15
Idem	12,60	32	10,1	8/15
Idem	16,60	32	7,5	8/15
Cocinho	6,40	18	10	10/15
Quarto de banho	4,60	18	13,7	—
Hall	5,70	18	11,2	8/15
Escada (1º andar)	10,50	18	6	—

Total da potência instalada 318 watts.

## II - Potência por metro corrente de rua

Admitimos para valor do factor de diversidade 0,30, que multiplicamos ainda por um factor de correcção de 0,65 para atender à natural tendência em utilizar lâmpadas de fracos consumos, principalmente em cidades onde a energia não é barata.

Deste modo o coeficiente de simultaneidade real é de

$$0,30 \times 0,65 \approx 0,20$$

o que dá para potência simultânea por habitação

$$0,20 \times 318 = 63 \text{ Watts}$$

Se atendermos a que a largura das casas é de 6 m teremos, por metro corrente de fachada pouco mais ou menos, 10 Watts ou, por metro corrente de rua

20 Watts

Excluindo, e dando, a potência para iluminação pública:

### 2.º Restaurantes ruas da parte urbana: Silva Tapada e Costa Cabral

Para estas ruas, orladas de edifícios de importância muito variável e em que pela própria natureza da urbanização, irregular e por vezes pouco racional, há que cautionar bastante extensões de terrenos confinantes com a rua pública não edificadas, tomaremos para potência por metro corrente de rua um valor um pouco mais baixo, que fixaremos em

12,5 Watts

o que corresponde aos 500 Watts concentrados de 40 em 40m, com que geralmente se projecta nos serviços para zonas deste género.



### 3º Zona rural: potencia por habitação

Admitiremos, atendendo a que se trata em geral de casas modestas, como valor de potencia simultanea

25 Watts

o que poderi' corresponder a umas tres ou quatro lampadas instaladas, de potencia de 25 watts que e' u' modo de esperar por u' metro quadrado.

Devido a irregularidade de distribuicao das casas e sua importancia nada e' logico introduzir q'ua' variacao de potencia por metro quadrado de rua, preferindo contar para cada trecho de rua o numero total de casas existentes e a sua potencia publica. Ficamos assim em u' caso com uma certa margem para expansoes futuras.

### B) Potencia para iluminação pública

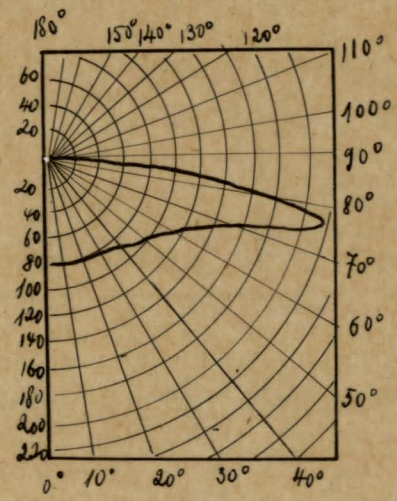
Partimos do principio, ao fazer o estudo da iluminação publica de que se impo' a realizacao na parte urbana da zona de uma boa iluminação, comparavel a que hoje ostentam algumas ruas da cidade.

Nad permitindo os recursos da cidade a execucao de uma instalacao melhor, tivemos que condicionar o programa em vista as disponibilidades com que na pratica poderiamos contar.

Vejamos como resolvemos o problema para a

#### I - Parte urbana

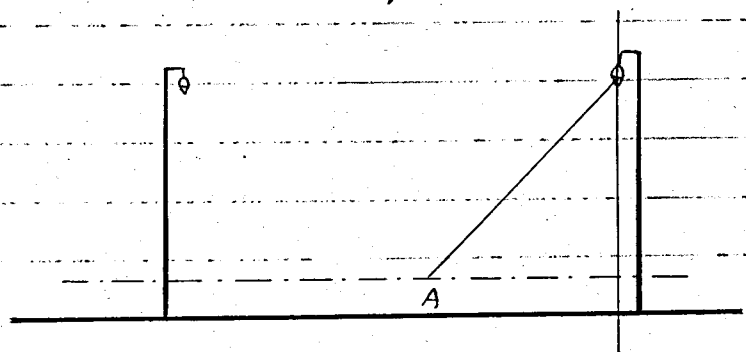
Utilizaremos lampadas adequadas para iluminação de ruas, munidas de reflectores convenientes e apresentando um curva fotometrica devidamente estudada para o fim em vista.



Curva fotometrica para 1000 lumens (79,6 velas  
de intensidade media esferica)  
duma lampada Osram-Nitra tipo 4-31/f  
com reflector prismatico

A figura junta diz respeito à curva fotométrica de uma lâmpada Osram-Nitra dos tipos T<sub>1</sub>-31 fl e T<sub>1</sub>-33 fl, de reflector prismático e da intensidade luminosa nas várias direcções, para um fluxo total emitido de 1000 lumens (o que corresponde à intensidade média esférica de 79,6 velas)

Chamando  $I_{\alpha}$  a intensidade segundo um raio luminoso fazendo com a vertical o ângulo  $\alpha$  e sendo  $h$  a altura do ponto luminoso em relação



ao plano horizontal distante 1<sup>m</sup> do solo e que é costume tomar como plano de referência, teremos para valor da iluminação  $E$ , no ponto  $A$ , de incidência

$$E = \frac{I_{\alpha} \cos^3 \alpha}{h^2}$$

Depois de várias tentativas decidimo-nos finalmente pelas duas seguintes soluções.

1ª Solução: lâmpadas de 200 Watts, suspensas à altura de  $h$  metros

O catalogo das lâmpadas Osram-Nitra indica para fluxo total emitido por lâmpadas desta potência, sob a tensão de 110 volts

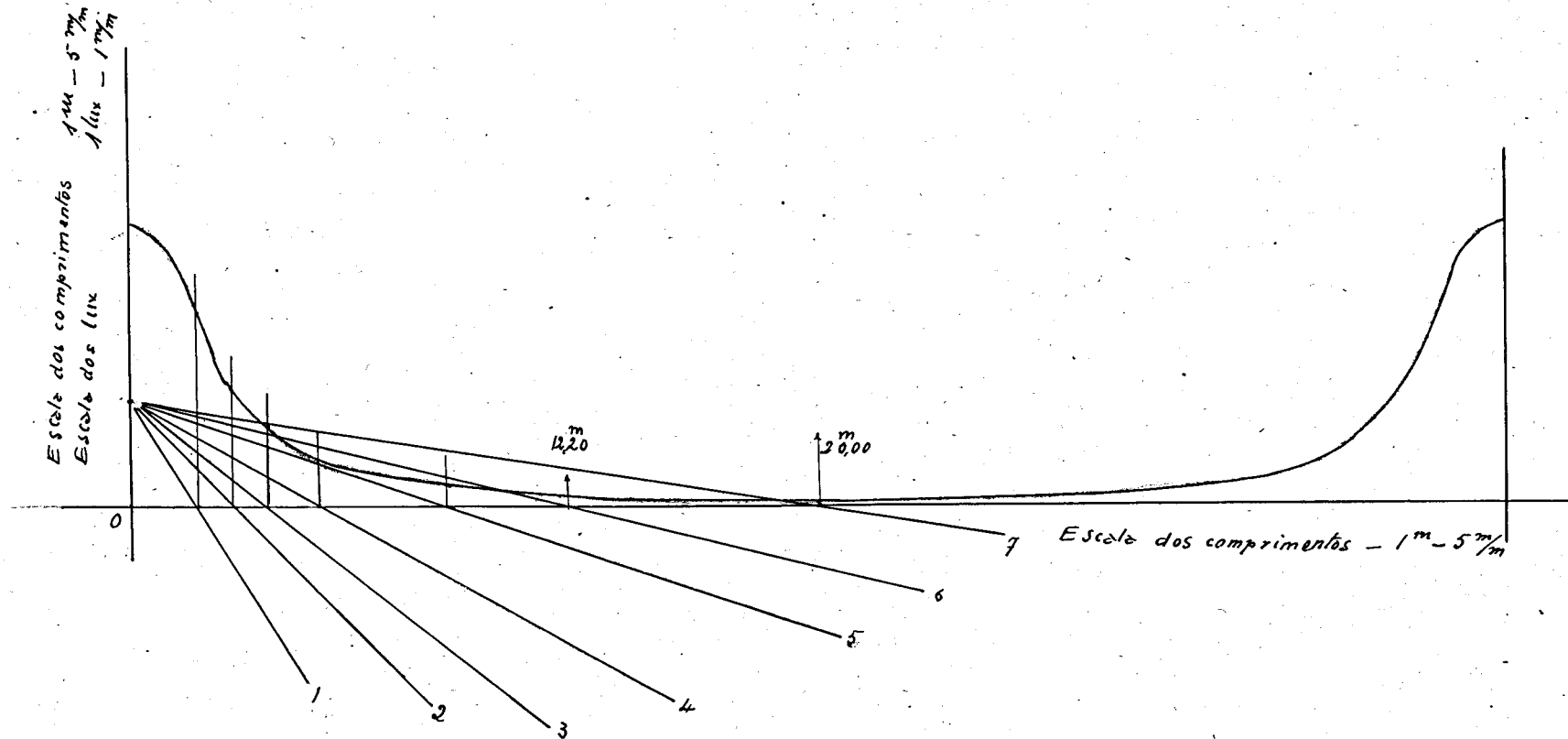
3265 lumens

e como admite a proporcionalidade entre as intensidades segundo uma mesma direcção e os fluxos totais irradiados, bastar-nos-hi, para ter o valor de  $I_{\alpha}$  necess

# Estado da distribuição de luz

Solução 1ª

Potência das lâmpadas 200 watts  
Altura de suspensão 4m  
Espaçamento dos postes 40m  
(em diagonal)  
Plano de referência a 1m do solo



caso, multiplicar pela relação

$$\frac{3265}{1000}$$

O valor respectivo dado pela curva fotométrica.  
 Para facilitar os cálculos, apresenta-se aqui catálogo de curvas que dão o valor de  $\alpha$  e de  $\cos^3 \alpha$  em função da relação  $\frac{a}{h}$  da distância  $a$  do ponto de incidência do raio luminoso ao pé da perpendicular, para a altura  $h$  a que se encontra o ponto luminoso.  
 Damos a seguir o quadro dos valores

Pontos	Relação $\frac{a}{h}$	$\alpha$	$\cos^3 \alpha$	$I_{\alpha}$ p. 1000 lum. p. 1	$I_{\alpha}$ p. 3265 lum. p. 1	$E = \frac{I_{\alpha} \cos^3 \alpha}{h^2}$
0	0	0	1	80	261	42
1	0.675	34° 10'	0.57	88	288	27,8
2	1	45°	0.354	93	340	17,2
3	1.23	53° 30'	0.210	103	336	11,5
4	1.78	61°	0.105	117	382	6,3
5	3.20	72° 30'	0.027	193	630	2,7
6	4.20	77°	0.012	220	719	1,4
7	6.75	82°	0.0027	120	392	0,16

Com os valores de  $E$  em ordenadas e o das distâncias correspondentes em abscissas, traçamos a curva de iluminação, que reproduzimos para a lâmpada mais próxima.

A combinação das duas curvas dá a iluminação resultante na área compreendida entre duas colunas. A influência das lâmpadas vizinhas pode considerar-se praticamente nula.

Do exame da curva de iluminação e da curva fotométrica deduz-se que a partir da distância de 12.20 pontos a iluminação cai muito rapidamente.

10

Isso é devido não só ao aumento da distância, mas principalmente a que a intensidade luminosa, crescente com o ângulo  $\alpha$  atinge o seu máximo para

$$\alpha = 77^\circ$$

começando depois a cair bruscamente.

Assim, a iluminação que é de

$$1,4 \text{ lux}$$

à distância de  $12,20 \text{ m}$  da perpendicular da lâmpada, baixa para

$$0,16 \text{ lux}$$

quando esta distância é de  $20 \text{ m}$ .

Em consequência do que deixamos dito, conclui-se que o espaçamento das colunas deveria ser fixado em

$$14 \text{ m}$$

para se utilizar convenientemente a curva fotométrica da lâmpada e evitar o aparecimento de zonas sombrias na área a iluminar.

Este condyir-nos-hia porém a uma instalação demasiada onerosa e assim fomos levados a fixar o espaçamento em

$$40 \text{ m}$$

obtendo assim mesmo uma iluminação mínima de

$$0,3 \text{ lux}$$

o que é bem razoável.

Esta solução diz respeito ao aproveitamento das colunas de ferro fundido das antigas candieiros de gás, que seriam prolongadas por uma haste de ferro unidas de um braço para a suspensão das lâmpadas.

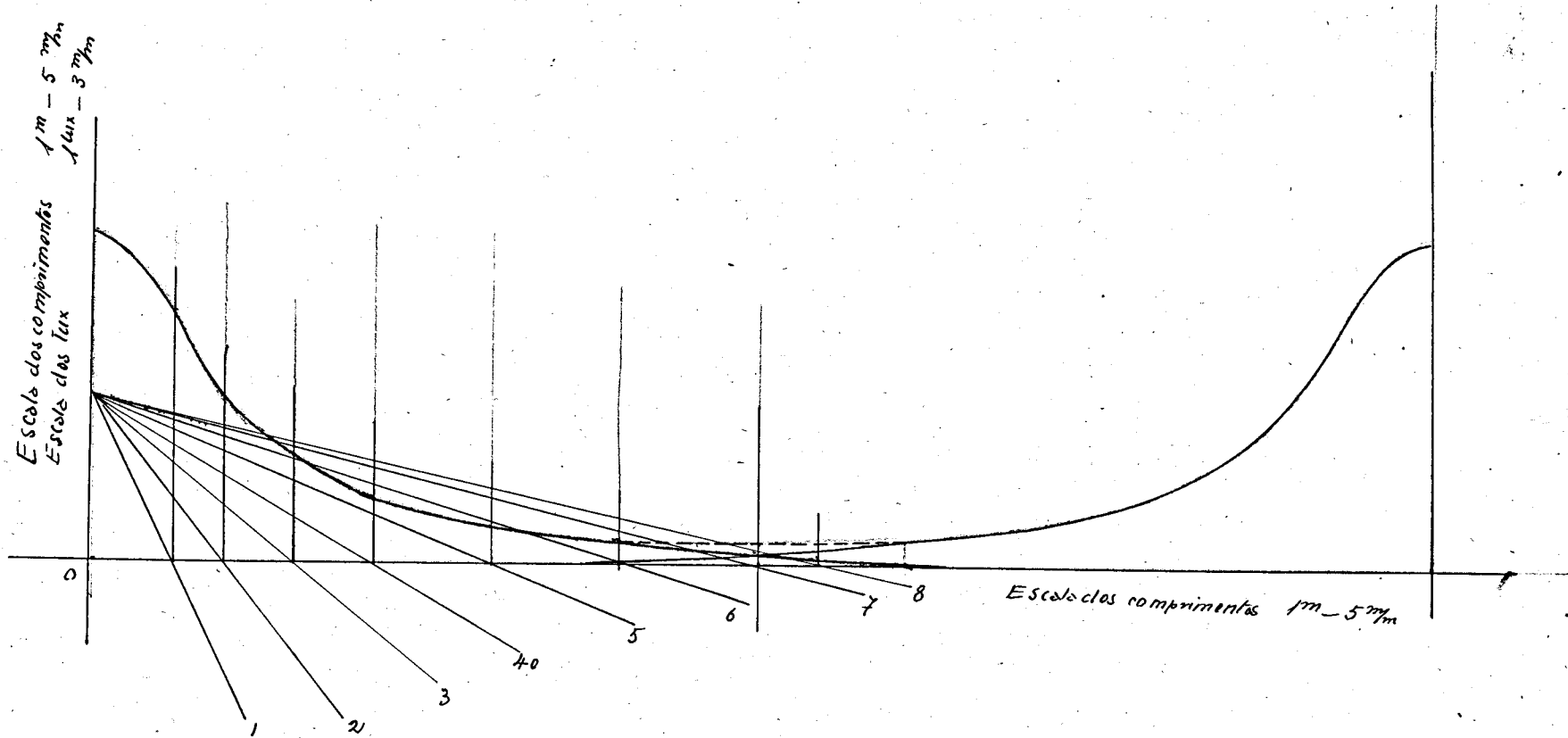
Esta modificação resulta económica e sob o ponto de vista estético bastante aceitável, com a condição de não se ultrapassar a altura de suspensão de  $4 \text{ m}$ .

Seguindo a tendência moderna de utilizar colunas tão altas quanto possível, estabelecemos

# Estudo da distribuição de luz.

Solução 2ª

Potência das lâmpadas 300 watts  
Altura de suspensão 6m  
Espaçamento dos postes 40m  
Plano de referência a 1m do solo



Pr 14

ainda a hipótese seguinte:

2ª Solução: lâmpadas de 300 watts  
suspensas à altura de 6 metros.

Quadro dos Valores

Pontos	$\frac{a}{h}$	$\alpha$	$\cos^3 \alpha$	$I \frac{I_0}{\rho: 1000 \text{ lum}}'$	$I \frac{I_0}{\rho: 5200 \text{ lum}}$	$E = \frac{I \cos^3 \alpha}{h^2}$
0	0	0	1	80	416	16,60
1	0,50	26°30'	0,70	85	442	12,40
2	0,80	43°	0,41	92	479	4,85
3	1,20	57°	0,26	100	520	5,40
4	1,70	59°	0,132	112	584	3,10
5	2,40	68°	0,057	150	781	1,78
6	3,16	72°30'	0,028	193	1065	1,13
7	4,00	76°30'	0,014	220	1144	0,64
8	4,35	77°30'	0,0105	180	938	0,38

A curva correspondente é a anexa

O ponto situado à distância de 20m do pé da perpendicular da lâmpada é iluminado sob a inclinação de 76°30'. Como já vimos, só a partir de  $\alpha = 77^\circ$  se registra a diminuição rápida de I.

O espaçamento de 40m

está portanto aqui perfeitamente justificada e a ele corresponde uma iluminação mínima de 1,28 lux

isto é, cerca de 4 vezes a obtida na 1ª solução.

A repartição da luz é aqui muito mais regular, assim, a iluminação tem um máximo de



16,6 lux

na vertical da lâmpada, que é cerca de

13 vezes

o mínimo acima apontado, enquanto que a

1.<sup>a</sup> solução apresenta um máximo de

42 lux

e uma relação entre o máximo e o mínimo de

1,92

o que é demasiado.

Todavia, considerada no seu valor absoluto, a iluminação mínima relativa à primeira solução constitui um valor bem aceitável.

Assim, Piazzoli indica o valor de 0,3 lux como iluminação mínima nas ruas centrais de Paris, no tempo em que se utilizava o gás na iluminação desta cidade. Este valor desce a 0,017 lux nas ruas ordinárias.

O mesmo autor, a propósito das lâmpadas de arco fornece os seguintes dados:

Na Avenida de Clichy de 23 m de largura, do qual 10 de fachada de relógio, iluminada a lâmpadas de 10 amp. dispostas em simetria no limite dos passeios e afastadas em média de 50m, sendo a altura de suspensão de 4,5 m, obtém-se uma iluminação mínima de 0,2 lux e uma iluminação média de 2,19 lux.

Uma parte da mesma Avenida é iluminada por lâmpadas suspensas a 4,95 m; as condições de iluminação são melhores, visto que o mínimo é de 0,4 e a média de 2,22 lux.

Em alguns dos chamados Grands Boulevards a iluminação mínima na fachada de relógio é de 0,75 lux e no passeio de 0,49 lux.

Finalmente, no Rue Royale a iluminação

iluminação a ser de  $0,50$  lux.

É de notar que desde a data da publicação deste tratado, muito se tem progredido em matéria de iluminação pública, pelo emprego cada vez mais largo das lampadas de incandescência de grandes potências e pela adopção de globos, reflectores primitivos, etc.

É assim que no Porto, na parte central recentemente iluminada de uma forma definitiva, a iluminação mínima é de  $3,5$  lux, numero muito superior aos atroz apontados.

Serveem estas considerações para justificar a adopção da primeira solução em todas as ruas da parte urbana, excepção feita da Avenida, em que faremos a instalação de acordo com a hipótese segunda. Collocaremos tambem uma columna de lampada deste tipo no pequeno square existente na convergencia das tres ruas do Bairro da Sede de Urbanização que ficam ao sul da Avenida.

## II - Parte rural

Supuzemo nos realisar para a parte rural uma iluminação se não comparavel a da parte urbana, pelo menos superior.

Assim empregaremos lampadas de  $55$  watts - potencia nominal para  $220$  volts nas series de muitos fabricantes -

Montaremos as lampadas em bracos fixados aos postes da linha, sendo portanto o espaçamento das lampadas o mesmo que o dos postes, que como adiante se verá é, termo medio de  $40$  m.

## Considerações sobre as redes

Para a parte urbana projectaremos duas redes separadas para iluminações particular (e força) e iluminação pública.

Na parte rural, pelo contrario, não faremos esta separação.

Adoptaremos, por razões faceis de justificar, rede aberta e faremos o seu calculo utilisando o methodo das distancias virtuais, explicito e de applicação commoda.

Admitiremos par queda de tensão maxima

3 Volts para a distribuição a 110 V

6 " " " " " " 220 V

valores que constituem quasi um maximo dos normalmente admitidos.

Localisamos já os pontos de transformação: o da parte urbana ficara no angolo das Ruas de Liboa Tapada e Rua que designamos por  $\alpha$ , mas sendo necessario para o ligar à rede de A.T. 5000 volts — assentar mais do que uma dúzia de metros de cabo; o da parte rural sera um poste aereo, montado sobre dois postes e tem o seu lugar indicado no layo do Projecto.

hamos dissecado o unico cliente de força a considerar por agora é a fabrica "A Productora" com o caso a distancia desta fabrica ao centro de alimentação da parte rural é muito grande, estando pelo contrario proxima do da parte urbana, veremos ao calcular as redes se nos convem mais alimenta-la por um ou outro transformado, o que nos esclarecerá se é ou não legitimo a delimitação.

que associamos às duas zonas.

## Calculo das redes

### A - Parte urbana

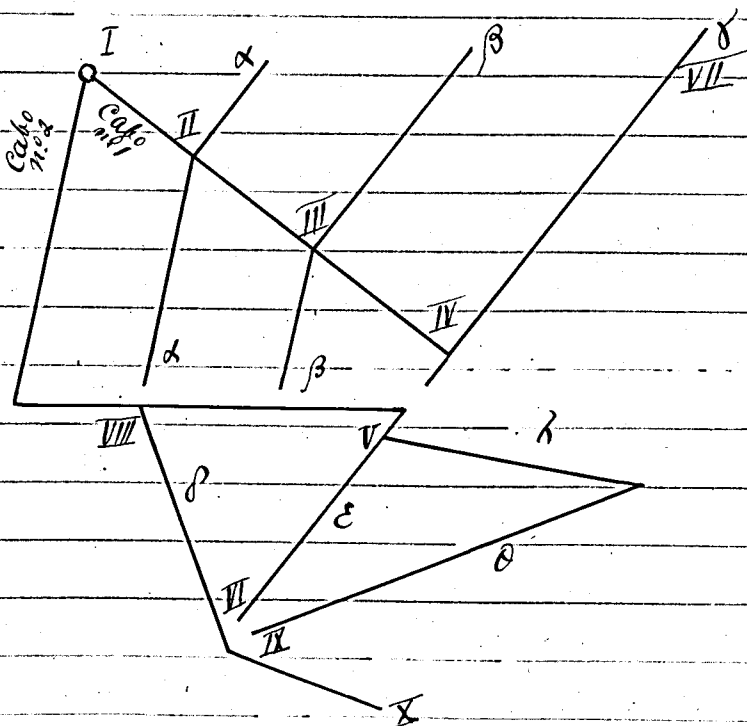
Comencemos pela rede de

### Iluminação particular

#### a) Bairro da Sociedade de Urbanização

Da análise da disposição das ruas deste bairro, concluímos pela fixação de duas soluções, diferindo pouco e que seguidamente vamos comparar.

### Solução I



As cargas were indicadas - em watts - na planta geral.

Os momentos destas cargas, constantes dos quadros abaixo correspondem às intensidades respectivas em Amperes e às distâncias em metros.

### Cabo n.º 1

Ruas	Intensidade	Distância	Momentos
Silva Tapada	4	30	120
α - sul	5,3	113	600
α - Norte	3,3	105	350
α - "	3,3	160	530
Silva Tapada	4	105	420
β - sul	3	167	500
β - Norte	4	180	720
β - "	4	245	970
Silva Tapada	4,1	180	780
γ - sul	1,2	235	280
γ - Norte	3,3	310	1040
γ - "	3,3	362	1190
γ - "	3,3	427	1420
Totais	46,1 amp		8920 amp-m

A secção é dada por

$$S = \frac{\sum i l}{k E}$$

e sendo  $k = 60$   $\frac{\text{Mhos-cm}^2}{\text{por metro}}$   
 $E = 3$  volts

$$S = \frac{8920}{60 \times 3} = 49,5 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Adoptamos a secção  $3 \times 80/40$  para o trecho I-II para o qual nem ainda a queda de tensão

$$U_{I-II} = \frac{30 \times 46,1 + 38 \times 42,1}{60 \times 80} = 0,62V$$

Portanto ainda a perder

$$3 - 0,62 = 2,38 V$$

Rua  $\alpha$  - Sul

$$\text{Secção } P = \frac{5,3 \times 50}{60 \times 2,38} = 1,85$$

Adoptamos a secção de  $3 \times 6/3$

Rua  $\alpha$  - Norte

$$\text{Secção } P = \frac{3,3 \times 55 + 6,6 \times 35}{60 \times 2,38} = 2,9$$

Adoptamos a secção de  $3 \times 6/3$

Trecho II-III

Queda de tensão - mantendo para este trecho a secção de  $3 \times 80/40$

$$U_{II-III} = \frac{38 \times 30,2 + 38 \times 36,2}{60 \times 80} = 0,38V$$

A perder

$$2,38 - 0,38 = 2 \text{ Volts}$$

Rua  $\beta$  - Norte

$$\text{Secção calculada } P = \frac{8 \times 40 + 4 \times 65}{60 \times 2} = 4,8$$

Secção adoptada  $3 \times 6/3$

Rua  $\beta$  - Sul

Secção calculada  $\frac{3 \times 20}{60 \times 2} = 0,75$

Secção adoptada  $\boxed{3 \times 6/3}$

Troço III-IV

Somatório dos momentos (produtos  $il$ ) a partir de III

$$4,1 \times 38 + 3,3 \times 13 + 3,3 \times 163 + 3,3 \times 218 + 1,2 \times 90 = 1894$$

Secção calculada  $J = \frac{1894}{60 \times 2} = 15,8$

Secção adoptada  $\boxed{3 \times 20/10}$

Queda III-IV

$$\frac{38 \times 15,2 + 11,1 \times 38}{60 \times 20} = 0,84$$

A perder

$$2 - 0,8 = 1,24$$

Secção IV-VIII - calculada

$$J = \frac{3,3 \times 38 + 3,3 \times 88 + 3,3 \times 138}{60 \times 1,2} = 12,2$$

Secção adoptada  $\boxed{3 \times 20/10}$

Cabo n.º 2

Troço I-VIII

Os momentos existem do quadro seguinte:

Ruas	Intensidades	Distâncias	Produtos
Rua D	3.3	485	1600
idem	3.3	435	1430
Praca	1.5	370	550
Rua E	3.8	427	1620
idem	3.8	362	1370
Avenida	3.1	282	875
idem	3.3	222	770
Rua R	1.5	489	590
Rua S	3.8	369	1400
idem	3.8	304	1150
idem	3.8	242	920
Avenida	3.3	170	560
Rua das Antas	3.6	82	295
idem	3.6	25	90
Totais	44.5 Amperes		13220 amp. m.

Seccao calculada  $\frac{13220}{60 \times 3} = 73$

Seccao adoptada  $3 \times 80 / 40$

Queda de tensao

$$\frac{44.5 \times 25 + 40.9 \times 57 + 37.6 \times 83 + 34.3 \times 27}{60 \times 80} = 1.55 V$$

A perder

$$3 - 1.55 = 1.45 V$$

Troco VIII-X

Seccao calculada  $\frac{12.9 \times 48 + 9.1 \times 63 + 5.3 \times 65 + 1.5 \times 115}{60 \times 1.45} = 19.5$

Seccao adoptada  $3 \times 20 / 10$



### Troço VIII-V

Momentos (produtos il) a partir de VIII

$$3,3 \times 293 = 970$$

$$3,3 \times 243 = 800$$

$$1,5 \times 178 = 267$$

$$3,8 \times 235 = 900$$

$$3,8 \times 170 = 650$$

$$3,1 \times 90 = 280$$

$$3,3 \times 32 = 105$$

Totais: 19,1 amp. 3972 amp-metros

Secção calculada  $\frac{3972}{60 \times 1,45} = 45,5$

Secção adoptada: 3x80/40

Queda VIII-V  $\frac{19,1 \times 35 + 15,8 \times 60 + 12,7 \times 50}{60 \times 80} = 0,47 V$

A perder  $1,45 - 0,47 = 0,98 V$

### Troço V-IX

Secção calculada  $\frac{3,3 \times 145 + 3,3 \times 95 + 1,5 \times 66}{60 \times 0,98} = 15,1$

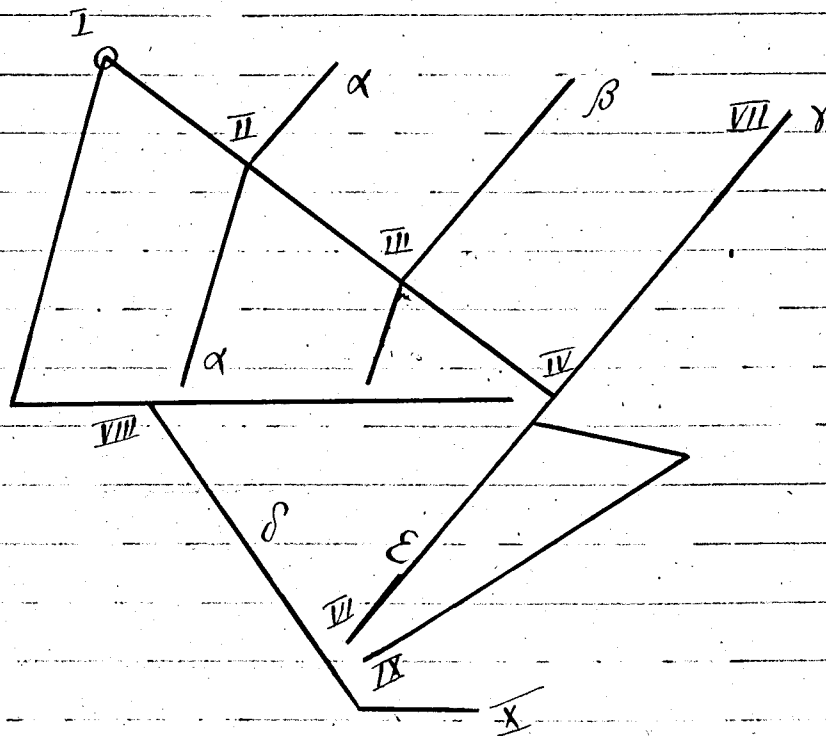
Secção adoptada: 3x20/10

### Troço V-VI

Secção calculada  $\frac{3,8 \times 88 + 3,8 \times 25}{60 \times 0,98} = 4,5$

Secção adoptada: 3x10/5

# Solução II



## Cabo nº 1

A soma dos momentos relativa à solução I, cujo valor é de 8920 amp-metros vem agora acrescentada das seguintes parcelas:

	46,1	8920
Rua ε	$3,8 \times 295$	1120
idem	$3,8 \times 357$	1280
Rua δ	$3,3 \times 370$	1220
idem	$3,3 \times 480$	1390
Rua ζ	$1,5 \times 305$	460
Totais	61,8 amp	14390 amp-metros

Secção calculada

$$S = \frac{14390}{60 \times 3} = 80$$

Secção adoptada

$$3 \times 80 / 40$$

$$\text{Queda I-II} \quad \frac{40 \times 61,8 + 38 \times 57,8}{60 \times 80} = 0,97$$

A perder

$$3 - 0,97 = 2,03 \text{ V}$$

Rua  $\alpha$  - Norte

$$\text{Secção calculada} \quad \frac{5,3 \times 50}{60 \times 2,03} = 3,4$$

Secção adoptada

$$\boxed{3 \times 6/3}$$

Rua  $\alpha$  - Sul

Dispensamo-nos de fazer a verificação, por desnecessária.

$$\text{Queda II-III} \quad \frac{38 \times 45,9 + 38 \times 41,9}{60 \times 80} = 0,70 \text{ V}$$

A perder

$$2,03 - 0,70 = 1,33 \text{ V}$$

Rua  $\beta$  - Norte

$$\text{Secção calculada} \quad s = \frac{8 \times 40 + 4 \times 65}{60 \times 1,33} = 6,8$$

Secção adoptada

$$\boxed{3 \times 10/5}$$

$$\text{Queda III-IV} \quad \frac{38 \times 34,9 + 38 \times 30,8}{60 \times 80} = 0,52 \text{ V}$$

A perder

$$1,33 - 0,52 = 0,81 \text{ V}$$

O quadro seguinte dá os momentos das cargas a partir de IV:

Rua E	1,2 x 16	19,2
idem	3,8 x 80	304
idem	3,8 x 142	540
Rua Y	1,5 x 95	142
Rua O	3,3 x 121	400
idem	3,3 x 174	575

Totais 16,9 amp 1970 amp. metros

Seccao calculada  $\frac{1970}{60 \times 0,81} = 40,5$

Seccao adoptada 3 x 40/20

Queda IV-V  $\frac{15,7}{60 \times 40} = 0,38 V$

A perder  $0,81 - 0,38 = 0,41 V$

Troco V-VI

Seccao calculada  $\frac{7,6 \times 22 + 3,8 \times 75}{60 \times 0,41} = 18,5$

Seccao adoptada 3 x 20/10

Troco V-IX

Seccao calculada  $\frac{8,1 \times 32 + 6,6 \times 65 + 3,3 \times 50}{60 \times 0,41} = 34$

Seccao adoptada 3 x 40/20

Troco IV-VII

Seccao calculada  $\frac{9,9 \times 38 + 6,6 \times 53 + 3,3 \times 52}{60 \times 0,41} = 37$

Seccao adoptada 3 x 40/20

# Cabo n.º 2

## Quadro dos momentos (produto il)

Rua das autas	$3,6 \times 25 =$	90
idem	$3,6 \times 82$	295
Rua C	$3,8 \times 242$	920
idem	$3,8 \times 304$	1150
idem	$3,8 \times 369$	1400
Rua A	$1,5 \times 489$	590
Alameda	$3,3 \times 170$	560
idem	$3,3 \times 222$	770
idem	$3,1 \times 282$	875
Totais	28,8 amp	6645 amp-metros

Secção calculada  $S = \frac{6645}{60 \times 3} = 37$

Secção adoptada  $3 \times 40/20$

### Trecho I-VIII

$$\frac{28,8 \times 25 + 26,2 \times 57 + 22,6 \times 83 + 19,3 \times 27}{60 \times 40} = 1,93 \text{ V}$$

A perder

$$3 - 1,93 = 1,07 \text{ V}$$

### Trecho VIII-X

Secção calculada  $S = \frac{1417}{60 \times 1,07} = 27$

Secção adoptada  $3 \times 40/20$

### Troço VIII-XI

Seção calculada  $\frac{6,6 \times 38 + 3,3 \times 60}{60 \times 107} = 6,7$

Seção adotada 3 x 6/3

### Comparação das duas soluções

Façamos a comparação das duas soluções abaixo do ponto de distribuição, atendendo somente ao custo do cabo, para o qual tomamos os valores máximos correntes à data do estudo presente.

A metragem e custo dos cabos é a seguinte

### Solução 1

Seção	Numero de metros	Preço por metro	Total
3x80/40	483	4400	21.200000
3x20/10	715	20000	14.300000
3x10/5	125	13000	1.620000
3x6/3	568	10000	5.680000
<b>Total</b>			<b>42.800000</b>

### Solução 2

Seção	Numero de metros	Preço por metro	Total
3x80/40	215	44000	9.600000
3x40/20	882	26000	22.900000
3x20/10	125	20000	2.500000
3x10/5	138	13000	1.800000
3x6/3	335	10000	3.350000
<b>Total</b>			<b>40.150000</b>

A primeira solução resulta um quasi nada mais cara que a segunda.

Comparando porém as seções adoptadas e à face dos esquemas, constata-se que a distribuição correspondente à solução T é mais racional, pois, em duma maneira geral as seções fixadas para os ramais são menos elevadas que as correspondentes da segunda, em quanto que as centralizações principais têm mais fortes seções.

Isso traduz-se numo melhor utilisacao do material e numo mais racional expansao futura. Adoptaremos por essa razão a solução T.

### b) Rua do Costa Cabral

Esta rua será alimentada por um cabo que partindo do posto de transformação, servirá parte da rua Silva Tapada e percorrerá a rua de Costa Cabral até à de Continuid.

Como já dissemos noutro lugar, admitiremos para esta parte da rua urbana uma distribuição correspondente a uma carga concentrada de 500 watts, de 40 em 40 m.

A soma dos momentos das cargas é de  
Porém

$$\sum IL_i = I l (1+2+3+\dots+n)$$

ou, atendendo a que é

$$I = 15 \text{ amp}$$

$$n = 15$$

$$l = 40 \text{ m}$$

$$\sum IL_i = 7200 \text{ amp} \times \text{metros}$$

e a secção será dada por

$$S = \frac{7200}{60 \times 3} = 40$$

que conservaremos.

### c) Rua da Vigorosa

#### Quadro dos momentos

55 x 62	=	340
3,9 x 147		585
3,9 x 220		860
3,9 x 290		1140

Totais 17,3 amp      2925 amp x metros

Secção calculada       $S = \frac{2925}{60 \times 3} = 16,3$

Secção adoptada

3 x 20 / 10

#### Observação respeitante ao equilíbrio das cargas

Os cálculos que ficam indicados dizem respeito à hipótese das cargas inteiramente equilibradas.

A repartição das cargas pelas três fases será realizada duma maneira evidentemente apenas aproximada pela direcção da exploração que indicará a fase a que deve ser ligada cada condutor à medida que eles o forem redimensionando.

Em todo o caso dum repartição criteriosa nada há sobre as condições de equilíbrio a serem determinadas momentos.

A secção de 1/2 que adoptamos para o neutro permite-nos porém encarar sem preocupação a possibilidade de desequilíbrios de 10%.



## Rede de iluminação pública

Diremos já que a potência das lâmpadas a adoptar seria de 200 watts para todas as ruas da parte urbana, excepção feita da Avenida, em que se instalariam lâmpadas de 300 watts.

A suspensão para aquelas lâmpadas seria feita a 4<sup>m</sup> do solo e para estas a 6<sup>m</sup>. sendo o espaçamento, o mesmo para ambas as ruas, de 40 m.

No fazer o estudo da distribuição da luz e puzemos-nos a prezar que se tratava de ruas horizontais, o que de facto se pode considerar verdadeiro no caso presente.

De contraria, seríamos de extrair em cada um dos casos com a inclinação da rua, o que bastante influencia na repartição da iluminação.

O espaçamento das colunas calculado no eixo da rua será para as três ruas-tipo do mesmo caso:

Ruas de 15 <sup>m</sup> de largura, com passadas de 2 <sup>m</sup>	$\approx$	38,70 <sup>m</sup>
" " 12 <sup>m</sup> " " " " 1,5		39,20 <sup>m</sup>
" " 10 <sup>m</sup> " " " " 1,5		39,50 <sup>m</sup>

Para a Avenida em que se propõem iluminação central, o espaçamento é de 40 m.

Baseados nos números acima fixamos a posição das lâmpadas, procurando sempre realisar a melhor distribuição possível de luz.

Logo feito, estabelecemos a rede da maneira que se nos apresenta mais racional e que está indicada na figura junta.

Vamos fazer a seguir o cálculo da secção dos varios troços, utilizando a expressão

$$q = \frac{\sum Nl}{330 \times 60 \times E} = \frac{\sum Nl}{19800 \times E}$$

## Cabo n.º 1

$$\Sigma NP = 200 \times 3160 = 632000 \text{ Watts} \times \text{metros}$$

$$g = \frac{632000}{19800 \times 3.3} = 9.7 \frac{\text{mm}^2}{\text{mm}}$$

Seccão adoptada  $3 \times 10/5$

Empregaremos também esta seccão nas derivações nas ruas convergentes  $\beta$ -norte e  $\gamma$ -norte.

Nas ruas  $\alpha$ -norte,  $\alpha$ -sul e  $\beta$ -sul, assentaremos cabo de dois condutores, da seccão de  $2 \times 4$ .

Torna-se necessário porém verificar se a queda de tensão correspondente está dentro dos limites permitidos. Faremos esta verificação para a rua  $\alpha$ -norte.

$$\varepsilon = \frac{2 \Sigma NP}{110 \times g} = \frac{\Sigma NP}{3300g}$$

$$\Sigma NP = 24000 \text{ Watt} \times \text{metros}$$

$$\varepsilon = 1.82 \text{ V}$$

que é necessário adicionar à queda de tensão no traço I-II, que é de

$$\frac{1200 \times 65}{19800 \times 10} = 0.39 \text{ V}$$

$$\text{Queda total} \quad 1.82 + 0.39 = 2.21 \text{ Volts}$$

## Cabo n.º 5

$$\Sigma NP = 200 \times 5020 + 300 \times 1440 = 1436000 \text{ Watts} \times \text{metros}$$

$$g = \frac{1436000}{19800 \times 3.3} = 20$$

Seccão adoptada

$3 \times 20/10$

## Cabo nº 6

$$\Sigma NP = 200 \times 1500 = 300000$$

$$q = \frac{300000}{19800 \times 3.3} \approx 4.6$$

Secção adoptada

3 x 6/3

## Cabo nº 7

$$\Sigma NP = 200 \times 6000 = 1200000$$

$$q = \frac{1200000}{19800 \times 3.3} = 18.2$$

Secção adoptada

3 x 20/10

## B - Parte rural

Como já dissemos atrás, não projectaremos rede própria para iluminação pública.

Dissemos também que as lâmpadas da iluminação pública nesta zona seriam de 55 watts, tendo também já assente que a potência simultânea a contar por habitação seria de 25 watts.

Na fixação da potência relativamente a um dado comprimento de rua admitimos que todas as casas habi indicadas no plano consumiriam energia eléctrica.

A tensão de distribuição e como também já fixamos de 220-380 volts.

Na escolha do local para a instalação do posto de transformação procuramos o sítio possível o mais próximo do centro de consumo da zona.

Este deve poder situar-se nas imediações do Largo do Monte.

Neste local escolhemos um terreno que se

presta bem ao fim em vista da sua boa situação em relação às linhas de saída que serão aereas e em numero de nada menos de quatro

Posto isto, passemos ao calculo da rede

### cabos n.º 1

#### Produtos N.º 1

Watts	metros	watts x metros
380	60	22.800
135	130	17.500
165	185	30.600
315	180	57.000
295	98	29.000
315	173	54.500
165	313	51.600
200	415	83.000
105	127	13.300
335	178	59.600
<b>Totais</b>	<b>2410</b>	<b>418.900</b>

Secção calculada  $\frac{418900}{39600 \times 6} = 1,76 \frac{mm^2}{cm^2}$

Secção adaptada 3 x 6 / 3 - 6

Troço XV - LIV

#### Produtos n.º 2

Watts	metros	watts x metros
2410	60	144.600
2030	30	60.900
<b>Totais</b>		<b>205.500</b>

Queda de tensão  $\frac{205.500}{39.000 \times 6} = 0,86 \text{ volts}$

A partir de LIV faremos a alimentação com uma só fase para cada um dos ramais.

a) Troço LIV-LV Fase 2

Produtos nT,

Watts	metros	watts x metros
485	180	62.800
470	138	65.000
305	100	30.500
105	113	11.900
Total		170.200

Queda de tensão  $\frac{170.200}{6600 \times 6} = 4,3 \text{ volts}$

Queda de tensão total até LV

$0,86 + 4,3 = 5,16 \text{ volts}$

b) Troço LV-LVI Fase 3

Queda de tensão  $\frac{0,15 \times 100}{6600 \times 6} = 1,55 \text{ volts}$

Queda de tensão total até LVI

$0,86 + 1,55 = 2,41 \text{ volts}$

Em LVI a linha bifurca-se e temos:

b') Troço LVI-LVII

Queda de tensão  $\frac{315 \times 90}{6000 \times 6} = 0,72$  volts

Queda total até LVII

$2,41 + 0,72 = 3,13$  volts

b'') Troço LVI-LVIII

Produtos n L

watts	metros	
200	25	5.000
165	55	9.100
Total		14.100

Queda de tensão  $\frac{14100}{6000 \times 6} = 0,36$  volts

Queda total até LVIII

$2,41 + 0,36 = 2,77$  volts

c) Troço LIV-LIX

Fase 1

Produtos n L

watts	metros	
130	13	8.200
335	80	26.700
Total		34.900

Queda de tensão  $\frac{34.900}{6.600 \times 6} = 0,88$  volts

Queda de tensão total até LIX

$0,86 + 0,88 = 1,74$  volts

# Equilíbrio das cargas das fases

A repartição das cargas pelas fases está indicada no seguinte quadro

Fase 1	Fase 2	Fase 3
335	105	135
295	200	165
	165	315
	<u>315</u>	
<u>630</u>	<u>485</u>	<u>615</u>

Maximo desequilíbrio na hipótese de uma repartição perfeita na parte da rede alimentada em trifásico

170watts

A carga total deste cabo é de 2410 watts

O desequilíbrio é pois de

$$\approx 7\%$$

Cabo n.º 2

Produtos N L

Watts	metros	
145	40	5.800
265	103	27.400
135	128	17.300
85	178	16.100
165	283	45.300
195	376	73.500
165	481	79.500

400	357	160.400
225	476	107.000
225	261	58.600
105	336	35.200
205	300	61.500
465	363	169.000
285	133	124.000
165	443	73.000
205	450	92.000
235	410	105.000
<b>Totais</b>	<b>3690</b>	<b>1249.600</b>

Seccao calculada  $\frac{1249.600}{39000 \times 6} = 5,3$

Seccao adoptada 6

Troco XV - XXXXIII

Queda de tensao

Produtos nT,

$$40 \times 3690 + 38 \times 3545 + 50 \times 3280 + 50 \times 3145 + 38 \times 3060 = 719.850$$

$$\frac{719.850}{39000 \times 6} = 3,03 \text{ volts}$$

Em XXXXIII a linha bifurca-se e temos

1) Troco XXXXIII - XXXXIV

$$\text{Queda de tensao} \quad \frac{135 \times 1150}{39.600 \times 6} = 0,65 \text{ Volts}$$

Queda de tensao até XXXXIV

$$3,03 + 0,65 = 3,68 \text{ volts}$$



A partir de XXXXIV faremos a alimentação com uma só fase para cada uma das ramais

a) Troço XXXXIV - XXXXV Fase 2

Queda de tensão

Produtos nL		
watts	metros	
625	70	43.750
225	125	28.800
Total		72.550

$$E = \frac{72.550}{6000 \times 6} = 1,83$$

Queda de tensão total até XXXXV

$$3,68 + 1,83 = 5,51 \text{ volts}$$

b) Troço XXXXIV - XXXXVI Fase 3

Produtos nL		
watts	metros	
360	95	34.200
165	105	17.300
Total		51.500

Queda de tensão  $\frac{51.500}{6000 \times 6} = 1,3$

Queda de tensão total até XXXXVI

$$3,68 + 1,3 = 4,98 \text{ volts}$$

2) Troço XXXXIII-XXXXVIII

Produtos n L,

Watts	metros	
1910	25	48.000
1580	50	79.000
1370	38	52.300
<b>Total</b>		<b>179.300</b>

Queda de tensão  $\frac{179.300}{600 \times 6} = 0,76$  volts

Queda de tensão até XXXXVIII

$3,03 + 0,76 = 3,79$  volts

A partir de XXXXVIII faremos a alimentação para cada uma das derivações, com uma só fase.

a) Troço XXXXVIII-XXXXIX Fase 1

Produtos n L,

watts	metros	
1120	25	28000
285	70	19.950
<b>Total</b>		<b>47.950</b>

Queda de tensão  $\frac{47.950}{600 \times 6} = 1,21$  volts

Queda de tensão total até XXXXIX

$3,79 + 1,21 = 5,00$  volts

b) Troço XXXXVIII-X Fase 3

Queda de tensão  $\frac{370 \times 45}{6600 \times 6} = 0,70$  volts

Queda de tensão até L<sub>I</sub>

$3,79 + 0,70 = 4,49$  volts

Em L<sub>I</sub> a linha bifurca-se

a) Troco L<sub>I</sub> - L<sub>II</sub>

Queda de tensão  $\frac{205 \times 38}{6600 \times 6} = 0,20$  volts

Queda total até L<sub>I,II</sub>

$4,49 + 0,20 = 4,69$  volts

b) Troco L<sub>I</sub> - L<sub>I</sub>

Queda de tensão  $\frac{165 \times 40}{6600 \times 6} = 0,17$

Queda total até L<sub>I</sub>

$4,49 + 0,17 = 4,66$  volts

c) Troco XXXXVIII - L<sub>III</sub> Fase 2

Queda de tensão  $\frac{255 \times 55}{6600 \times 6} = 0,36$  volts

Queda de tensão total até L<sub>III</sub>

$3,79 + 0,36 = 4,15$  volts

Equilíbrio das fases

O quadro seguinte indica a repartição das cargas:

	Fase 1	Fase 2	Fase 3
	465	400	165
	285	225	195
	105	255	205
			165
			265
Totais	855	880	995

Maximo de equilibrio para a hipotesis citada emitida

140 watts

que representa 3,6 % da carga total de 3690 watts relativa a este linc.

### Cabo No. 3

#### Produtos NP

watts	metros	
380	75	28.500
165	277	37.400
110	377	41.500
165	344	57.000
165	482	80.000
165	579	85.500
340	185	63.000
110	365	40.000
435	290	126.000
165	395	60.000
165	335	55.000
110	460	50.600
Totais	2475	729.500

Seção calculada  $\frac{429.500}{39.600 \times 6} = 3,1$

Seção adaptada 6

Troço XV-XXXX

Produtos NT,		
watts	metros	
75	2475	186.000
50	2095	105.000
Total		291.000

Queda de tensão  $\frac{291.000}{39.600 \times 6} = 1,22 \text{ volts}$

Em XXXX a linha bifurca-se

a) Troço XXXX-XXXXI

Produtos NT,		
watts	metros	
60	1325	29.500
60	985	59.000
Total		138.500

Queda de tensão  $\frac{138.500}{39.600 \times 6} = 0,58 \text{ volts}$

Queda de tensão até XXXXI

$$1,22 + 0,58 = 1,80 \text{ volts}$$

A partir de XXXXI a alimentação de cada uma das derivações será feita por uma só fase

a) Troço XXXXI-IXII - Fase 2

Produtos nT,

	watts	metros	
	275	88	24.200
	110	125	13.800
Total			38.000

Queda de tensão  $\frac{38.000}{6000 \times 6} = 0,96$  volts

Queda de tensão total até LXI

$1,80 + 0,96 = 2,76$  volts

a'') Troco XXXXI-LXI - Fase 2

Queda de tensão  $\frac{110 \times 80}{6000 \times 6} = 0,22$  volts

Queda de tensão total até LXI

$1,80 + 0,22 = 2,02$  volts

a''') Troco XXXXI-LXIII - Fase 1

Produtos nT,

	watts	metros	
	600	42	25.800
	165	130	21.500
Total			47.300

Queda de tensão  $\frac{47.300}{6.600 \times 6} = 1,31$  volts

Queda total até LXIII

$1,80 + 1,31 = 3,11$  volts

b) Troço XXXX - XXXXII

Produtos nL

	watts	metros	
	770	92	71.000
	605	87	52.600
Total			123.600

Queda de tensão  $\frac{123.600}{6000 \times 6} = 0,57$  Volts

Queda de tensão até' XXXXII

$1,22 + 0,57 = 1,79$  Volts

A partir de XXXXII a alimentação de cada uma das derivações far-se-há com uma só fase.

c) Troço XXXXII - LXIV Fase 2

Queda de tensão  $\frac{110 \times 50}{6000 \times 6} = 0,15$  Volts

W

Queda de tensão total até' LXIV

$1,79 + 0,15 = 1,93$  Volts

d) Troço LXIV - LXI Fase 3

Produtos nL

	watts	metros	
	475	38	18.000
	330	90	29.600
Total			47.600

Queda de tensão  $\frac{47.600}{6000 \times 6} = 1,3$  Volts

d') Troço LXV-LXVII

Queda de tensões  $\frac{165 \times 50}{6000 \times 6} = 0,21$  volts

Queda de tensões total até LXVII

$1,79 + 0,21 = 2,00$  volts

d'') Troço LXV-LXVI

Queda de tensões  $\frac{165 \times 75}{6000 \times 6} = 0,31$  volts

Queda de tensões total até LXVI

$1,79 + 0,31 = 2,10$  volts

Equilíbrio das fases

Quarto

Fase 1	Fase 2	Fase 3
600	275	495
	110	
	110	
	<hr/>	
	495	

Desiquilíbrio máximo 105 watt, o que em 2475 watt carga deste cabo, corresponde a um desiquilíbrio de

4,27%

Cabo nº 4

Este cabo alimentará a Fábrica "A Produtor", que



requere 10 kW sob cosφ = 0.7, o que equivale a  
14,300 VA

### Produtos nI

watts	metros	
285	70	19900
285	205	58500
260	355	92500
110	497	54700
460	523	241000
250	590	147200
14.300	610	8.700.000
110	710	780.000
110	780	860.000
345	910	313.500
220	972	214.000

Total 16.745 10.005.300

Seccao calculada  $\frac{10.005.300}{39.600 \times 0.8} = 29 \frac{14}{2}$

Seccao adaptada 35

### Troco XV-LX

Produtos nI,		
watts	metros	
16.745	70	1172150
16.460	40	658400

Total 1830550

Queda de Tensao  $\frac{1830550}{39.600 \times 35} = 0,13$  volts

Troço XV - XXX

Produtos n L		
watts	metros	
16745	70	1.172.150
16460	130	2.140.000
16175	150	2.420.000
15915	30	477.450
<b>Total</b>		<b>6.229.600</b>

Queda de Tensão  $\frac{6.229.000}{39.600 \times 35} = 4,5$  Volts

A perder

$4,80 - 4,50 = 4,30$  Volts

a) Troço XXX - XXXXVI — Fase 1

Secção calculada  $\frac{460 \times 60}{6000 \times 4,3} = 1 \frac{mm^2}{mm^2}$

Secção adoptada 6

b) Troço XXX - XXXXVIII — Fase 1

Secção calculada  $\frac{250 \times 175}{6000 \times 4,3} = 1,6 \frac{mm^2}{mm^2}$

Secção adoptada 6

c) Troço XXX - XXXXVIII — Fase 2

Secção adoptada 6

Troço XXX - XXXX

Queda de Tensão  $\frac{15.915 \times 50}{39.600 \times 35} = 0,57$  Volts

Queda de tensão até XXXX

$$4,50 + 0,57 = 4,97 \text{ Volts}$$

Cálculo da seção a partir de XXXX

Produtos n<sup>o</sup> 4

watts	metros	
100	885	88.500
100	775	77.500
30	615	19.950
40	375	13.800
100	220	22.000
Total		221.750

Seção calculada  $\frac{221.750}{39.600 \times 4,97} = 11,3 \frac{\text{mm}^2}{\text{mm}^2}$

Seção adotada

6

Troço XXXX-XXXII

Queda de tensão  $\frac{185.950}{39.600 \times 16} = 0,29 \text{ Volts}$

Queda de tensão até XXXII

$$4,97 + 0,29 = 5,26 \text{ Volts}$$

A partir de XXXII a alimentação, em cada ramal, será feita por uma só fase

Troço XXXII-XXXIII — Fase 3

Troço XXXII-XXXV — Fase 2

### Cabo n.º 4

Produtos N.º 1		
watts	metros	
165	730	120.000
255	565	144.000
225	552	124.000
110	507	55.700
195	432	84.400
255	347	88.500
490	210	103.000
<b>Totais</b>	<b>1695</b>	<b>719.600</b>

Secção calculada  $\frac{719.600}{39.600 \times 6} = 3 \frac{1}{4} \text{ mm}^2$

Secção adoptada - adoptaramos para a linha principal e os ramais a secção de  $6 \frac{1}{4} \text{ mm}^2$  e faremos a derivação no ponto LX sem prober a muitas verificações da queda de tensão que deste modo resulta para o traço XV-LX.

### Equilíbrio das fases

Fase 1	Fase 2	Fase 3
460	110	345
250	220	225
	255	110
	165	
<b>710</b>	<b>750</b>	<b>680</b>

Desiquilíbrio máximo 70 watts

Carga do cabo 18.440 watts

Desiquilíbrio em %

0,4

# Desiquilibrio final

Fase 1	Fase 2	Fase 3
600	495	495
855	880	995
630	785	615
710	640 750	680
2795	2910	2785

O desiquilibrio em percentagem da potencia simul-  
tauea - 25,300 KVA e' desprezavel

## Calculo mecanico

Admitamos que a temperatura de mantega e' de  
150°C e fixamos o rad em 40 metros.

O quadro de pag. 355 do Tratado de Maitpellier  
e Perrine "Calculations electriques" da' nos  
para valor do coeficiente de segurancia a adoptar  
nestas condicoes - 1/8

Tomando para carga de ruptura do cobre 45 kg  
a tensao a que o metal trabalha sera de

$$5,6 \text{ Kp}$$

O abaco da' para esta tensao e aquele rad  
a flecha de

$$0,32$$

Sobrecargas - No caso dum veulo hori-  
zantal de P kg por m<sup>2</sup> a pressao exercida por um fio  
corrente de fio de diametro d - em mm - e' de

$$F = 0,001 \cdot 0,57 \cdot P \cdot d$$

em que 0,57 e' o coeficiente de correcção.

Esta pressao compoe-se com o peso proprio do

fiio, de modo a dar uma pressão resultante, do  
valis

$$p' = \sqrt{p^2 + (0,001 \cdot 0,57 Pd)^2}$$

uniformemente distribuída por unidade corrente de fio.  
O peso específico aparente nesse modo au-  
mentado e toma a forma

$$\pi' = \sqrt{\pi^2 + \frac{1}{j^2} (0,001 \cdot 0,57 Pd)^2}$$

Na aplicação do abaco de Blondel para ter em  
conta as sobrecargas basta multiplicar o peso pelo  
relação  $\pi'$  do peso específico aparente para o real

A flecha correspondente deve ser reduzida da  
mesma relação para obter a verdadeira.

Para ter em conta a acção do regêlo - que  
além nem sempre é a considerar no nosso país -  
é necessário adicionar ao peso do fio o peso do canal  
da que o cobre e ao mesmo tempo considerar a  
aument do diâmetro submetido a acção do vento.

Blondel considera duas hipóteses correntes:

- 1ª Regêlo triplicando o peso e dobrando o diâme-  
tro do condutor combinado com vento de  
10  $\text{Kg/m}^2$  de superfície plana. (5,7  $\text{Kg/m}^2$   
de secção recta)
- 2ª Regêlo dobrando o diâmetro e multiplicando  
o peso por 1,5 combinado com um vento, mais  
forte, de 30  $\text{Kg/m}^2$  de superfície plana.

Ambas estas hipóteses dificilmente se verifica-  
riam no nosso país. Em todo o caso vejamos a  
que resultados conduzem.

O mesmo autor traçou as curvas representativas  
da relação  $\frac{\pi'}{\pi}$  nas duas hipóteses acima para dia

metros de fids de 2 a 9<sup>mo</sup>

Para o fio de 0<sup>1o</sup>  $\mu m^2$  -  $d = 2,78$  - constatou-se que o valor da relação  $\frac{\pi}{d}$  é, respectivamente, de 2,4 e 2,2, supondo que o valor que corresponde a um vento de 150  $Kg/\mu^2$ , que é um vento de tempestade - seu regêlo - é de 4,5.

As curvas mostram ainda que a influencia do regêlo aplicada ao vento - nas condições acima estabelecidas - só começa a superar a que corresponde ao vento forte, para diâmetros superiores a 6 ou 7<sup>mo</sup>  $\mu m$ .

Admitamos que com a acção do vento de 150  $Kg$  se conjuga um abaixamento de temperatura de 10°

O var fictício a considerar é de

$$4,5 \times 40 = 180 m$$

e o abaco da - var

Tensão	13,4 $Kg/\mu^2$
Flèche	$\frac{2,78}{4,50} = 0,62$

A tensão máxima que é costume usar ultrapassar é de  $\frac{1}{3}$  da carga de ruptura, ou seja 15  $Kg$ . Retomamos pois em boas condições de segurança.

No calculo que acabamos de indicar admitimos que os postes se encontram colocados a mesma altura, isto é que se trata de um terreno de nível. Num projecto definitivo seria necessario, em face do perfil, das rias, fazer uma verificação para os vãos em que o domínio fosse mais accentuado.

# Fixação da potência dos transformadores

## Parte urbana

O total das cargas é:

Iluminação particular	43.700 watts
Iluminação pública:	
61 lâmpadas de 200	12.200
6 " " " 300	1.800
Total	57.700

Este valor é o máximo da potência simultânea exigida pela rede quando toda a área estiver edificada. Não há pois a considerar expansão da zona, visto que a rede foi calculada tendo em vista o futuro consumo.

A perda de potência na rede nas horas de carga máxima, causada-se, foi atroz o menos, sempre superior a 2,5%.

A potência requerida nos terminais do secundário do transformador é pois de

$$57.700 + \frac{2,5}{100} \times 57.700 = 59.000 \text{ kW}$$

e se atendermos agora, a que pela própria característica da zona, não há a previsão e fornecimento de energia para utilizações diferentes de iluminação, isto é que o caso da instalação por si muito favorável, conclui-se que se poderia sem receio fixar a potência do transformador em

70 kW.



## Parte rural

A potência de ponta é de

25,300 KVA

dos quais 14,300 KVA absorvidos pela fábrica "St. Productor" — 10 KW sob carga = 0,7

A carga de ponta só será atingida em alguns dias de inverno e durante pouco tempo ou no caso da laboração nocturna da fábrica.

Por outro lado, a potência para iluminação particular foi calculada por largo

como porém é prudente prever o fornecimento de energia para a pequena indústria que eventualmente venha aqui estabelecer-se, fixamos a potência do transformador de modo a admitir uma certa reserva de potência nesta carga.

Esta reserva não será muito grande porque tal critério não se cumpre de alguma exploração em boas condições de rendimento médio.

Fixaremos, neste ordem de ideias, a potência do transformador em

30 KVA

### Instalação dos postos de transformação

Para reduzir o espaço requerido para as cabines e poder assim mais facilmente construí-las nos pontos mais adequados, os Serviços Municipais de Gás e Electricidade instalaram presentemente os seus postos sem qualquer espécie de pro-

seccao

Para isso os transformadores s'adensados previamente a tensao de 12.500 volts, isto e', 2,5 vezes a de servico, utilizando uma fonte de energia independente

Este criterio tem sido provado como bom, motivo por que tambem o perfilharemos

O posto urbano sera' do tipo corrente de postes interiores com entradas e saidas subterranhas

O posto rural sera' aereo, montado sobre dois postes de cimento armado

Transporte em A.T. da energia para o transformador rural

A linha de A.T., subterranea, que serve esta parte da cidade passa na rua de Silva Tapada e segue depois pela Rua das Aletas, donde e' tirada uma derivação para alimentar a fabrica "a Vigara"

Para a alimentacao do posto urbano, situado no angulo das Ruas de Silva Tapada e das Aletas sera' necessario assentar apenas alguns metros de cabo

Para transportar a energia necessaria ao funcionamento do transformador rural assentaremos uma linha aerea, em postes de cimento armado, que cortara' em linha recta atraves dos campos desde a esquina da rua das Aletas e Caldas, onde se dispoerá a derivação, até ao referido posto

A distancia a cobrir e' de 550 m.

A seccao minima de  $10 \text{ mm}^2$  permitida em A.T. deve ser amplamente sufficiente para

realizar este transporte.

Rejeitas a que perda da di' origem, consi-  
derando a potência nominal do transformador  
fornecida sob cos φ = 0.7

Teremos

$$p'' = \frac{N_2 \cdot 10^5}{k E_2^2 \cos^2 \phi_2} = \frac{30 \times 550 \times 10^5}{60 \times 5000^2 \times 0.7^2 \times 10} = 2.2\%$$

A perda média é muito inferior a este valor.

\*

Vamos calcular seguidamente o Orçamento  
aproximado da instalação e o total das encargas  
anuais da exploração, para daí deduzirmos o  
preço de venda do Kw-hora

### Orçamento da instalação

#### A) Parte urbana

##### a) Custo do cabo

##### 1) Rede de iluminação particular

Seções	Metros	Preço por m.	Custo total
3x 80/10	475	44K00	20.940K00
3x 40/20	700	26K00	18.200K00
3x 20/10	700	20K00	14.000K00
3x 10/15	445	13K00	5.790K00
3x 6/3	410	10K00	4.100K00
<b>Totais</b>	<b>2730 m de cabo assente</b>		<b>63.030K00</b>

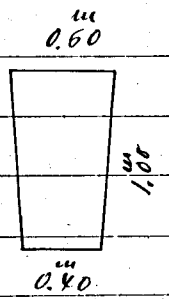
##### 2) Rede de iluminação pública

3x 20/10	1340	20K00	26.800K00
3x 10/15	480	13K00	6.250K00

3x6/3	330	10100	3.300100
2x4	530	7100	3.700100
Totais	2680 m de cabo assente		30.050100
Soma global	5410 m de cabo assente		93.080100

Para ligação das lampadas de iluminação pública feita por meio de cabo de 2x4 existencias com 4 m por poste

a) Assentamento da rede



A trincheira tipo adoptada nos serviços e a que está indicada no croquis junto.

O seu custo por metro corrente é actualmente de 5100

Para reposição do pavimento pode contar-se com 3100 por m<sup>2</sup>, isto é 1180 por metro corrente, para esta largura de trincheira.

É necessário ainda juntar a estas parcelas o custo de 1m de lausa colocada no local que é de cerca de 150, de forma que o preço do cabo assente é de

7130 por metro corrente

Temos pois

5410 m de cabo assente a 7130 - 39.500100

c) Material para a iluminação pública

01 colunas a	200100	12.200100
6 " a	1200100	7.200100
07 Armaduras, suportes, caixas de derivação, condutores, etc		8.000100

## d) Transformador

1 Transformador 70 KVA 10.000,00

## e) Edifício

Edifício para o posto de transformação 15.000,00

## f) Mão de obra

Mantagem do posto de transformação, colocação das colunas de iluminação pública e mantagem das lâmpadas, pequeno material, etc

6.000,00

Calculamos do modo seguinte os

## Encargos anuais

Os cabos, transformador, edifício, coluna e mão de obra serão amortizados em 20 anos.

Seu juro de capital de 10% a taxa de amortização anual é de 11,7%, o que representa sobre o total de 183.000,00 correspondente a estas parcelas, o encargo anual de

21.400,00

As armaduras, suporte de lâmpadas, ligações, etc total 8.000,00, serão amortizadas em 6 anos.

A taxa de amortização é de 20% o que perfaz

1.600,00

Pelo que diz respeito à substituição de lâmpadas, admitindo que elas ardem em média 11 horas por noite e tomando para valor da sua duração normal 900 horas, concluímos que terão de ser substituídas 4,4 vezes por ano, o que, repre-

seu um encargo anual de cerca de

5.900.000

Para manutenção da rede de iluminação pública  
— pintura de colunas, etc — e dos pontos de transform  
dos centros com

3.000.000

e para quota parte das despesas de administração

5.000.000

o que eleva a

37.100.000

o total dos encargos anuais

## B) Parte rural

### a) Rede

A rede rural compreende 1800 m de trifásico  
de 3x6/6 e 4200 m de linha a fase e neutro  
de 2x6, e ainda 500 m de trifásico 3x35/18

Temos portanto

15.600 m de fio de 0  $\frac{mm^2}{m^2}$

1.500 m de " " 35 "

500 m " " " 18 "

que pesam respectivamente

$$15,6 \times 54 = 844 \text{ Kgs}$$

$$1,5 \times 315 = 474$$

$$0,5 \times 162 = 81$$

o que perfaz

1399 Kgs

que ao preço médio de 12000 o Kg, importam em

16.800.000

b) Postes de madeira

135 postes a 60400

8.100400

c) Linha de transporte em A.T.

Como já dissemos este posto será alimentado por uma linha aerea de seccao de  $10^{14} \mu^2$ , montada em postes de cimento armado. O espaçamento será de 40m.

O custo do material está orçado do modo seguinte

3x550 <sup>m</sup> de fio de cobre de $10^{14} \mu^2$ - 147 Kgs a 12000	1.760400
18 postes de cimento armado e respectivas ferragens a 150400	1.950400
39 Isoladores para 5000 Volts a 10000	390400
Total	4.100400

d) Maq de obra

Fixaremos grosso modo, o custo de maq de obra em 50% do valor do material, que conforme a especificação abaixo é de cerca de 40.000400.

Transformador 5000/220-380, de 30KVA	6.000400
Cobre	16.800400
Postes de madeira	8.100400
Lampadas e suportes	4.000400
Isoladores, ferragens, etc	700400
Linha de transporte em A.T.	4.100400
Total	39.700400

Arqueamentaremos deste modo a maq de obra em

12000400

### Encargos anuais

O transformador, cobre, linha de transporte e  
módulo de obra serão amortizados em 20 anos, o que  
representa um encargo anual de

4000000

Os postes de madeira, isoladores, ferragens, armaduras, etc. serão amortizados em 5 anos, com um  
ônus de

2600000

A substituição das lâmpadas de iluminação  
pública absorve só a sua parte

4.500.000

Temos mais:

Salário do encarregado de acender as lâmpadas

3.600.000

Manutenção

1.000.000

Quota parte das despesas de administração

3.000.000

o que eleva os encargos anuais a

18.700.000

### Fixação do preço de venda do Kw-hora

#### A) Parte urbana

Para calcular a energia fornecida à rede, a  
falta de elementos estatísticos seguros baseamos-nos  
no esplendido tratado de Pacoret "La Technique de  
la Haute Bleue - Tomo IV - Centrais" donde  
extraímos as curvas típicas e a sua interpretação.

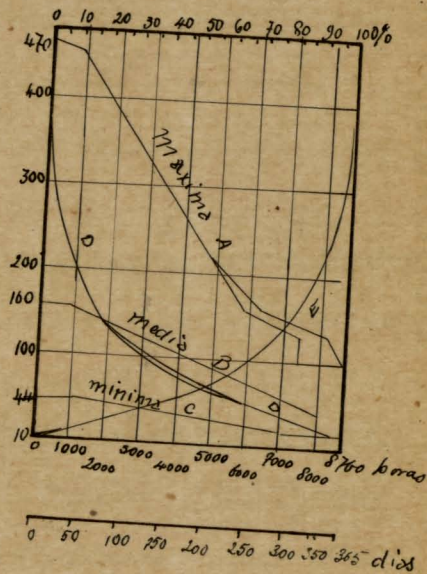
" As curvas A, B, C, dão uma ideia da maneira  
como se apresentam as potências máxima, média  
e mínima.

D é o diagrama anual das potências instantâneas



1763

Diagramas da  
variação de potência



Áreas e a área; a área compreendida entre o diagrama e o eixo das durações de utilização representa a energia absorvida anualmente pela rede.

A curva E representa o integral da curva D, tratando como variável independente a potência - a ordenada.

Cada ponto desta curva indica portanto que a utilização de todas as potências inferiores a um certo valor p - ordenada do referido ponto - corresponde uma certa fração de % - abscissa do ponto - da energia absorvida anualmente pela rede.

A curva A mostra que a potência máxima é 4,7 vezes a potência média anual - que é representada por 100 no diagrama.

Admitindo que a potência máxima é, no nosso caso, a que corresponde à plena carga de iluminação pública sobreposta a um consumo na rede particular correspondente ao factor de diversidade de 0,30 da potência instalada - valor para o qual calculamos a rede, temos para potência nos terminais do secundário

$$1,025 \times (45.500 + 14.000) = 61.000 \text{ Kw}$$

sendo em conta as perdas nas canalizações.

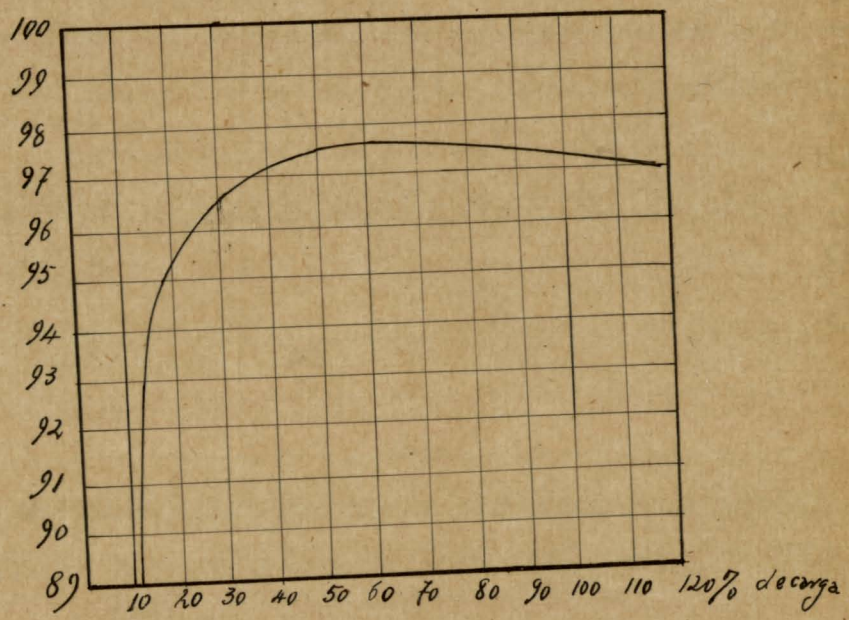
sendo assim, a potência média anual é de

$$13 \text{ Kw}$$

Baseando nos dados no diagrama, que admitimos corresponder ao nosso caso, constatamos que a rede require potências superiores a 3 vezes a potência média anual apenas durante 250 horas e que

py 64

Curva do  
Rendimento  
do  
Transformador



a percentagem da energia absorvida nestas condições é de 3% (100-97)

Visto que a potência nominal do transformador para  $\cos\phi = 1$  é de 70 Kw, quando ele fornece a potência de ponto 61 Kw, trabalha apenas a 87 da plena carga.

Então a potência fornecida é de 3 vezes a média anual, isto é  $3 \times 13 = 39$  Kw, o transformador trabalhar a 56% da carga.

Admitindo que a curva do rendimento do transformador em questão é a que damos junto, constatã-se que o rendimento médio para o funcionamento entre aqueles dois pontos é de 97,75

Temos agora:

Numero de horas durante as quais a potência é superior a 2 vezes a carga média anual ( $2 \times 13 = 26$  Kw) 1000

Percentagem da potência fornecida nestas condições em função da energia total 97 - 89 = 8%

O funcionamento a 26 Kw corresponde a 35% da plena carga

Rendimento médio do transformador entre os dois regimes de 56% e 35% 97,3%

Potência superior à média anual:

numero de horas 3000

Percentagem da potência total 88 - 69 = 19%

Funcionamento a  $\frac{13}{70} = 18,5\%$  da plena carga

Rendimento medio 96%

Potencia superior a metade da media anual.

Numero de horas: 6000

Percentagem da potencia total 69-43 = 26%

Funcionamento a 7.5 = 11% da plena carga

Rendimento medio 91%

Potencias superiores a metade da media anual

Percentagem da potencia total 58%

Rendimento medio 85%

Podemos deste modo calcular a energia fornecida ao transformador em A.T.

Visto que a potencia media anual fornecida a rede e' de 13 KW, teremos para energia anual

13 x 8760 = 114.000 KW-horas

O quadro seguinte da a energia em A.T.

370	3430 KW	$\rho = 97.5$	3500 KW
870	9.130	97.3	9400
19	21.700	96	22.600
28	29.700	91	32.700
56	63.800	85	75.000

Total 114.200 KW

Para ter a energia paga pelos consumidores, temos de subtrair do valor total de 114.000 KW-h a energia para a iluminação publica e as perdas na rede.

Admitindo para duração da iluminação o valor médio de 10 horas diárias, teremos para valor da energia anual correspondente

$$14 \times 10 \times 365 = 51.000 \text{ Kw-horas}$$

e tomando para perdas medidas nas canalizações 1,5%, acharemos para esta parcela

$$1700 \text{ Kw}$$

o que vem reduzir a energia paga pelos consumidores a

$$61.300 \text{ Kw-horas.}$$

Se a energia em A.T. facturada a 1500 Kw-hora, teremos para os 143.200 Kw-h

$$71.500.000$$

que adicionados dos encargos anuais, de

$$37.100.000$$

perfazem

$$108.600.000$$

o que significa que o preço do Kw-hora não deve ser inferior a

$$\frac{108.600.000}{61.300} = 1777$$

valor maior ainda em países do que o da tarifa actual dos serviços.

Este valor é evidentemente exagerado.

O que custa muito o custo do Kw-hora é a iluminação pública, realizada da maneira que nos impusemos, e que absorve nada menos que 45% da energia contada nos termi-  
mais do secundário.

Se esta energia fosse paga, o preço do Kw-hora baixaria para 1100 paucos mais ou menos.

É claro que uma cidade como Porto não tem recursos que lhe permitam manter uma iluminação da ordem de que projectamos, senão na parte central da cidade, sob pena de exagerar as tarifas de uma forma inoportuna e incompatível com as necessidades de hoje presente.

## B) Parte rural

As curvas que consideramos para o caso anterior dizem respeito a um consumo apenas de luz e por esta razão não podem ser aqui aplicadas.

Calculamos a potência fornecida da maneira seguinte:

Durante 8 horas por dia há apenas a contar com força motriz

Admitindo que a potência média é de 70% da instalada (10 Kw), teremos para as  $8 \times 300 = 2400$  horas de funcionamento anual

$$7 \times 2400 = 16.800 \text{ Kw-horas.}$$

Durante 900 horas anuais, teremos a carga total de iluminação pública e particular

$$12,7 \text{ Kw}$$

o que perfaz

11.400 Kw-horas

Durante 3100 horas por ano teremos a considerar apenas a iluminação pública - 5,4 Kw, que se apresenta portanto uma energia de

16.700 Kw-horas

Durante as 2350 horas restantes teremos o transformador praticamente em vazio, absorvendo cerca de 2% da sua potência nominal.

As perdas anuais são portanto de

1.400 Kw-horas

Admitindo que o rendimento médio do transformador é de 0,95 e tomando para valor médio das perdas na rede 1,5%, teremos para valor da energia em S.I. fornecida ao transformador

$$\frac{44.900 + 0,015 \times 44.900}{0,95} + 1.400 = 49.400 \text{ Kw-horas}$$

que a 150 o Kw-h custam

24.700.000

Se sob os encargos anuais, como mínimos, de 18.900.000 as despesas de exploração elevam-se a 43.600.000.

No fixação do preço de venda de Kw-hora, basear-nos-emos numa tarifação racional para a indústria, baseada sobre o cosφ da instalação e a potência nominal.

Supomos que será paga 25% da energia magnetizante e que o desconto para a potência de que se trata é de 40%



Terrenos: - admitindo um coef. médio de 0,70

Energia activa 16.800 Kw-horas

Energia magnetizante 17.100 Kw-horas

Energia a pagar 0,60 (16.800 + 0,25 x 17.100)

0,60 x 21.100 Kw-horas = 12.700 Kw-horas

0 Kw-hora resultará portanto a

$$\frac{43.600.000}{6.570 + 12.700} = 2240$$

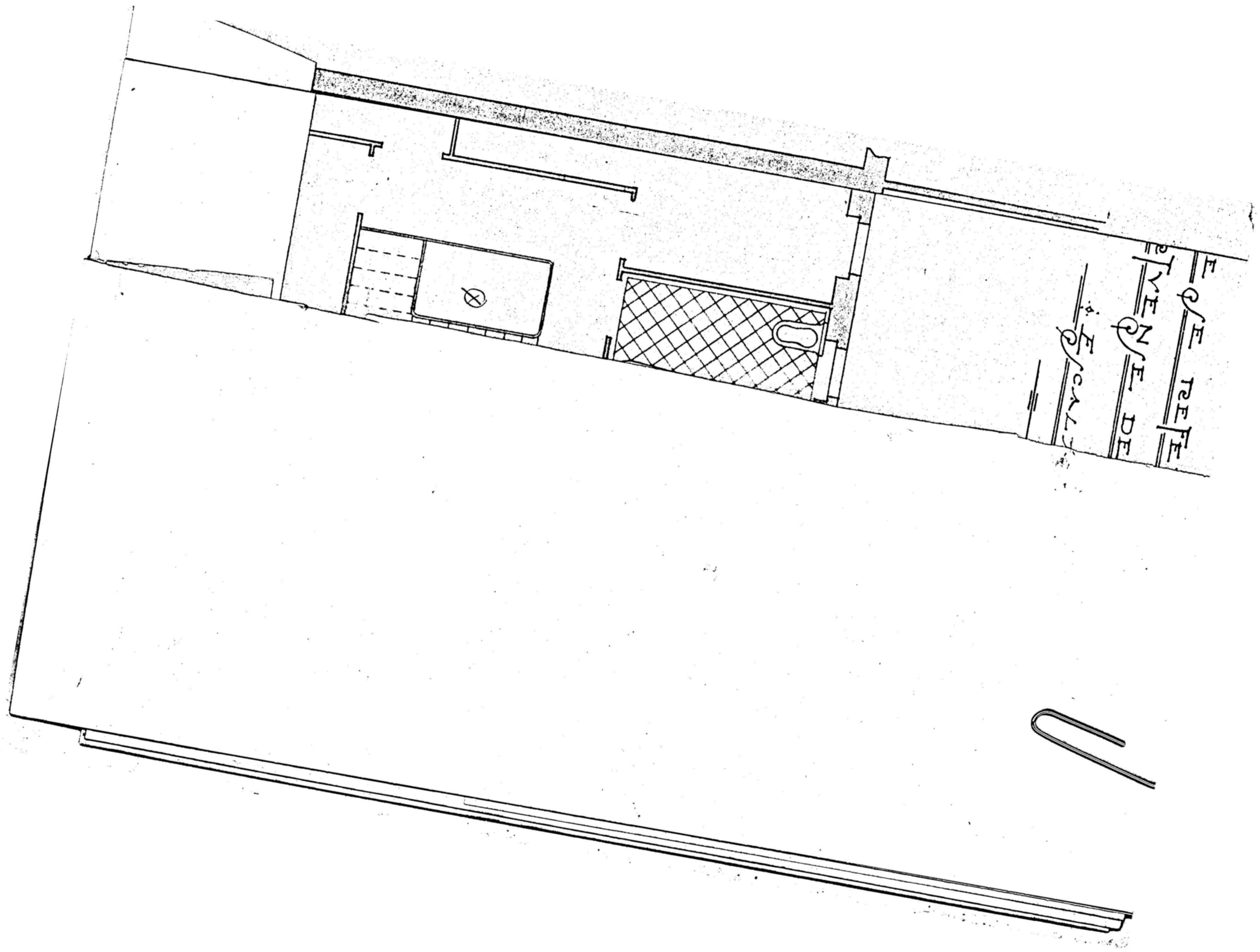
O preço do custo do Kw-hora a que as cálculas  
atraz conduzem é, como se vê, elevado, o que se  
explica pela preponderância marcada da potência  
para iluminação pública no consumo total.

A iluminação pública absorve, de facto,  
nada menos de 52% da energia total.

A instalação da rede de iluminação pública  
com as despesas de manutenção que acarreta,  
pesa também paralelamente na soma dos  
encargos anuais.

Conclue-se, análogamente ao que já acon-  
teceu para a parte urbana, que as condições de  
consumo desta zona não permitem, sem cair  
numa exploração deficitária, a manutenção duma  
iluminação pública nos moldes da que foi  
projectada.

Atendendo porém a que no caso presente se  
trata duma exploração com freguesia municipal  
lista, poderia esse deficit ser compensado  
pelos lucros das zonas centrais, equilibrando-  
se deste modo as contas gerais de exploração e  
uniformizando-se o preço de venda do Kw-hora, como  
é razoavel e justo.



U

