

# Instruções para o assentamento de linhas fixas, telegráficas-telefônicas

Cap. AFFONSO CANATIÉRI FILHO

(Do Btl. Vilagran Cabrito)

*O presente trabalho tem por finalidade dar aos graduados de transmissões uma orientação sobre a construção das linhas fixas construídas em tempo de paz ou muito longe do inimigo. Tem ainda por finalidade estudar o emprego de suportes de madeiras, exclusivamente brasileiras, que devidamente imunizadas contra a podridão e o cupim têm uma duração de 50 anos.*

*A construção de linhas com suportes de madeira é de custo relativamente pequeno comparado aos suportes de ferro e cimento armado. Um suporte de 1.<sup>a</sup> espécie custará no mínimo 60\$000, ao passo que um suporte de cimento ou de ferro atinge o preço de 700\$000 a 800\$000.*

*Visto o lado prático da questão, quero fazer ressaltar o pequeno mérito deste trabalho que é apenas de compilação.*

*Nos livros indicados na Bibliografia encontrarão todo o assunto.*

*A finalidade não foi criar, apenas reunir para facilitar o estudo.*

## I — GENERALIDADES

1) — As linhas fixas deverão ter seus postes de madeira de lei: braúna, aroeira do sertão, tajubá ou amoreira, canafistula vermelha, sapucáia vermelha, sobrasil, cerne de bicuibassú, ipê, peroba, garapa amarela, eucalipto, piuna.

2) — As madeiras para os postes deverão ser cortadas de Maio a Agosto, ou na estação de repouso, nas minguentes ou na conjunção da lua, quando a ação da luz lunar é mínima ou nula sobre a seiva vegetal.

3) — Deverão ser retas e estar perfeitamente sãs, secas sem casca, sem ventos, sem brocas ou caries e defeitos de outra natureza.

4) — Nas golas ou linha de terra (linha que separa a parte aérea da subterrânea) e 22 cm acima das golas, e nos nabos não se tolerará branco nenhum nas madeiras.

5) — Os postes poderão ter as seguintes dimensões segundo o número de circuitos que suportam: 6, 7, 8, 9, 10 metros, correspondendo respectivamente os seguintes diâmetros nas pontas e nas bases 15/20, 16/21, 17/22, 18/23, 19/24 cm.

6) — Serão de madeira roliça isenta de casca e branco e dos defeitos especificados nos artigos anteriores.

7) — Os topos dos postes deverão ser chanfrados a serra cobertos com uma massa asfáltica tenaz e resistente e amarrados com 2 anéis de ferro galvanizado. Devem terminar na extremidade superior em ponta de diamante.

8) — Todos os postes devem levar um prego de cobre de identidade marcados com o comprimento e marca de profundidade.

9) — A base do poste em toda a extensão em que deve ficar enterrada (no nabo), mais 22 cm acima do solo, será previamente carbonizada por flambagem, na profundidade de 5 mm a 1 mm contados da superfície da madeira para o amago.

10) — Os postes deverão ser imunizados contra a podridão e insetos.

11) — Os postes deverão apresentar as seguintes propriedades:

Grande resistência;

Bôa flexibilidade;

Poste reto;

Faces lisas.

12) — Os postes serão marcados pelos engenheiros no ato da recepção e numerados depois de fincados e antes da conclusão do serviço diário.

13) — Os buracos para os postes terão 1,00m, 1,20m, 1,35m, 1,50m e 1,70m de profundidade para receber postes de 6, 7, 8, 9 e 10 metros respectivamente.

14) — Normalmente o poste fica enterrado 1/6 do seu comprimento.

15) — A soca de terra em torno dos postes, nos buracos, se fará por camadas horizontais de 20 cm a 25 cm sendo muito enérgica sobretudo nas primeiras camadas ou fundo, para que não venham os postes afinal a jogar por terem ficado presos pela gola e com a extremidade inferior solta.

16) — Nas mudanças de direção os postes serão estaiados pela bissetriz externa do ângulo formado pelas duas direções.

17) — A linha quando passar nas proximidades de estradas deverá ficar a 30 metros para o lado a contar do eixo da via.

18) — Normalmente a distância de eixo a eixo de poste será de 100 metros, e para o fornecimento contam-se 11 postes por quilômetro. (Ver tabelas sobre postes).

19) — A desmatação da faixa por onde deve passar a linha deverá ser de 5 metros de largura para capoeira; 15 metros para capoeirão de machado e 30 metros para mata virgem.

20) — Serão abatidos os galhos ou as arvores que ameacem cair sobre a linha, ou de qualquer forma danificá-la ou inteerompê-la.

21) — Os postes serão depositados na proximidade do eixo da linha e nos lugares designados pelo engenheiro do serviço telegráfico cu por quem suas vezes fizer.

22) — Concluído o serviço diário de assentamento, verificar-se-á com aparelhos de indução as condições da linha, sua resistência elétrica e isolamento.

23) — O isolador superior será fixado de 100 a 150 m/m de distância da ponta do poste e os suportes dos isoladores guardam entre si uma distância vertical mínima de 250 mm; geralmente de 300 a 400 mm;

24) — Flexa mínima.

25) — Vêr página 8 (Observações).

## II — TRABALHOS A EXECUTAR

— Reconhecimento

— Exploração

— Projeto, desenho e orçamento

— Locação

— Desmatação — limpeza

— Perfuração dos buracos

- Transporte do material
- Assentamento dos postes
- Assentamento da linha

### III — TURMAS DE TRABALHO

- Perfuração dos buracos:  
2 homens por buraco.
- Assentamento dos postes:  
3 homens.
- Assentamento da linha:  
2 desonroladores.  
1 montador.  
2 soldadores.

### IV — PESO DO MATERIAL

#### — Postes em:

— Aroeira do sertão . . . . .	1210	kg/m <sup>3</sup>
— Canafistula vermelha . . . . .	740	"
— Tajubá . . . . .	890	"
— Sapucáia vermelha . . . . .	1032	"
— Ipê . . . . .	1004	"
— Peroba . . . . .	854	"
— Eucalipto . . . . .	780	"

#### — Fios em ferro galvanizado:

— 4 m/m em diâmetro . . . . .	125	kg/km
— 5 m/m em diâmetro . . . . .	167	"

#### — Isoladores:

— De campanha . . . . .	165	gr/p.unidade
— De orelhas . . . . .	425	gr/p.unidade

V — CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS

1 — Qualidades conservativas:

- a) — Capacidade
- b) — Self indução

CAPACIDADE — Tabela de Uppenborn para cálculo da capacidade dos condutores.

$\frac{d}{r}$	c	$\frac{d}{r}$	c	$\frac{d}{r}$	c	$\frac{d}{r}$	c
20	0,0092	89	0,0064	140	0,0056	250	0,0050
30	0,0081	90	0,0062	150	0,0055	300	0,0048
40	0,0076	100	0,0060	170	0,0054	400	0,0046
50	0,0076	110	0,0059	190	0,0053	500	0,0045
60	0,0068	120	0,0058	210	0,0052	1000	0,0040
70	0,0061	130	0,0057	230	0,0051	2000	0,0036

Capacidade em microfarads por quilômetro em função da relação

$\frac{d}{r}$   
— de fios de raio “r” em mm, sendo “d” a distância entre os centros dos fios em cm.

— Fórmula para o cálculo da capacidade de dois fios paralelos (caso de um circuito)

$$c = \frac{0,1086}{\log \frac{d}{r}}$$

r = raio de um fio

d = distância dos eixos dos dois fios.

SELF INDUÇÃO — Valores de indutância linear aparente ————

l

em milihenris por quilômetro para dois fios paralelos de raio  $r$ .

L = Self indução

M = Indução mútua

l = Comprimento do fio

RAIOS $r$ em mm.	DISTANCIA EM CENTIMETROS					
	25	50	75	100	150	200
0,5	1,292	1,431	1,512	1,570	1,645	1,705
1,0	1,155	1,292	1,372	1,431	1,514	1,570
1,5	1,070	1,209	1,292	1,348	1,430	1,487
2,0	1,017	1,155	1,240	1,292	1,372	1,430
2,5	0,970	1,110	1,190	1,247	1,329	1,386
3,0	0,934	1,070	1,150	1,219	1,292	1,346
3,5	0,905	1,044	1,129	1,183	1,263	1,320
4,0	0,877	1,017	1,087	1,155	1,226	1,292
4,5	0,850	0,990	1,070	1,127	1,212	1,270
5,0	0,832	0,971	1,052	1,110	1,191	1,249

Valor da indução mútua de dois fios paralelos (M).

Distancia dos dois fios em cm. — d —	Indução mútua linear em milihenris por Km. — M —	Distancia dos dois eixos dos fios em cm. — d —	Indutância mútua linear em milihenris por Km. — M —
1	— 0,0000	65	— 0,8348
10	— 0,4605	70	— 0,8496
15	— 0,5416	75	— 0,8635
20	— 0,5991	80	— 0,8764
25	— 0,6437	85	— 0,8885
30	— 0,6802	90	— 0,8999
35	— 0,7110	95	— 0,9107
40	— 0,7377	100	— 0,9210
45	— 0,7613	120	— 0,9575
50	— 0,7823	150	— 1,0021
55	— 0,8014	200	— 1,0596
60	— 0,8188	—	—

## 2 — Qualidades dissipativas:

- a) — Resistência ômica  
b) — Perditância.

## RESISTÊNCIA ÔMICA:

$$R = p \frac{L}{S}$$

$$R_t = p \frac{L}{S} (1 + \alpha t)$$

## SENDO:

R — resistência em oms

p = coeficiente de resistividade em ohms

L = comprimento do fio em metros

S = secção de fio em mm<sup>2</sup>

$\alpha$  = coeficiente de temperatura

t = temperatura em grãos centigrados.

## PERDITÂNCIA:

$$G = \frac{n}{R_i}$$

## SENDO:

G = perditância

n = número de suportes da linha

R<sub>i</sub> = resistência de isolamento de cada suporte

## VI — CONSTANTES DE TEMPO DAS LINHAS TELEGRÁFICAS

Lord Kelvin mostrou que a chegada da corrente na extremidade da linha demora um tempo X que é dado pela fórmula:

$$X \text{ (em segundos)} = 466 \times 10^{-9} \times C \text{ (em microfarads)} \times R \text{ (Oms)}$$

X é a constante de tempo da linha telegráfica.

Resulta do exame da fórmula acima, que se a capacidade de uma linha é elevada, a constante de tempo não é desprezível e a velocidade de transmissão se acha reduzida. A transmissão com aparelhos rápidos (Baudot) torna-se difícil.

A capacidade de uma linha aérea deve ser de 0,007 a 0,009 microfarads por quilômetro de linha.

#### VII — CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS E MECANICAS DOS FIOS DE FERRO GALVANIZADO

Especificação	Diâmetros em mm		
	3	4	5
Peso linear em kg/km . . . . .	56	100	156
Carga de rutura em kg . . . . .	282	500	785
Tensão em limite em kg/m <sup>2</sup> . . . . .	70	125	196
Tensão normal em kg/m <sup>2</sup> . . . . .	47	80	130
<i>(Rocosido)</i>			
Resistência elétrica linear em Ω/km . .	21,7	12,2	7,8

#### VIII — FÓRMULAS DIVERSAS

*Formulas da flexa, do comprimento do fio e da tensão do condutor.*

F = Flexa em metros

L = Comprimento da parábola em metros

a = Distância de eixo a eixo de poste, em metros

p = Esforço resultante da ação do vento e do peso do condutor em kg/metro de comprimento

T = Tensão mecânica do condutor no ponto mais baixo em kg

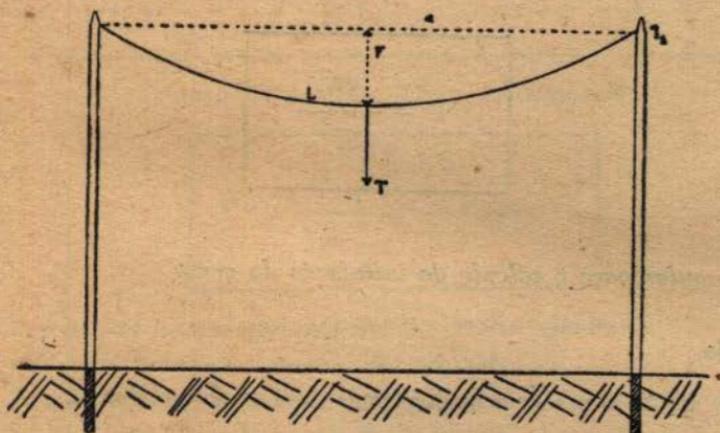
S = Secção do fio em mm<sup>2</sup>

1 — Para condutores colocados sobre apoios no mesmo plano.

$$F = \frac{pa^2}{8T}$$

$$L = a + \frac{8}{3} \cdot \frac{F^2}{a}$$

$$T = \frac{pa^2}{8F}$$



A tensão do fio junto ao poste:

$$T_1 = T + \frac{pF}{S}$$

Este valor deve ultrapassar 1/6 a 1/4 da tensão de rutura.

*Formulas para o cálculo do abaixamento de temperatura*

$$L' = L \{ 1 - \Omega (t - t') \}$$

$\Omega$  sendo o coeficiente de dilatação do condutor.

A nova flexa será:

$$F' = \sqrt{\frac{3a}{8} (L' - a)}$$

A tensão do fio será:

$$T' = \frac{pa^2}{8F'}$$

*Formulas para o cálculo da influência do vento*

Seja

$p_1$  = o peso em quilogramas de 1 m de condutor.

$p_2$  = a pressão do vento em quilogramas agindo normalmente sobre um comprimento igual a um metro

$p$  = a resultante dessas duas forças

Teremos

$$p = \sqrt{p_1^2 + p_2^2}$$

Para achar o valor de  $p_2$  é necessário observar que um vento soprando atinge uma velocidade de acordo com a tabela abaixo:

Força	DESIGNAÇÃO DOS VENTOS	Velocidade em milhas por hora	Velocidade em metros por segundo
0	Calmo . . . . .	2	0,9
1	Brisa muito fraca . . . . .	4	1,8
2	Brisa fraca . . . . .	7	3,1
3	Brisa ligeira . . . . .	10	4,8
4	Brisa regular . . . . .	14	6,2
5	Vento fresco . . . . .	19	8,8
6	Vento forte . . . . .	22	10,2
7	Vento muito forte . . . . .	31	12,9
8	Vento fortissimo . . . . .	37	16,5
9	Golpe de vento . . . . .	44	19,7
10	Forte golpe de vento . . . . .	53	23,7
11	Tempestade de vendaval . . . . .	64	28,6
12	Furacão . . . . .	77	34,4

Pressão do vento: — Sua determinação.

$$P = \frac{1}{7,4} \cdot v^2 = 0,135 v^2$$

P é a pressão em quilogramas por metro quadrado.

v é a velocidade em metros por segundo.

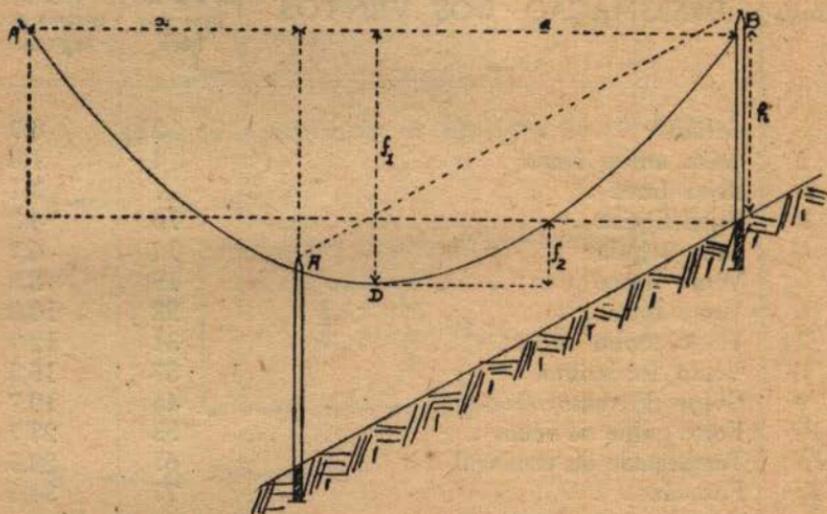
A ação normal do vento sobre a superfície de um condutor cilíndrico é em parte anulada e se reduz a 60 %.

Logo, o valor de  $p^2$  será:

$$\frac{x \text{ (em } m^2) \cdot P \cdot 60}{100}$$

x = superfície de um cilindro de um metro de comprimento.

2 — Para condutores colocados sobre apoios situados em planos diferentes.



A diferença de tensões entre os pontos A e B é igual a  $p h$  em que  $p$  é o peso por metro condutor e  $h$  a altura do suporte em metros.

A distância  $X$  é calculada pela fórmula

$$X = \frac{2 T_D h}{a p}$$

Conhecendo a tensão no ponto mais baixo, podemos calcular  $X$ .

A flexa é dada pela expressão

$$f_2 = \frac{(a - x)^2 p}{8 T_D}$$

*Determinação da tensão T que os condutores podem suportar:*

T = a tensão em kg agindo sobre o condutor

t = o trabalho do metal, ou tensão em kg por mm<sup>2</sup>

c = o coeficiente de segurança

T<sub>0</sub> = a tensão de rutura em kg/mm<sup>2</sup>

S = Secção do condutor em mm<sup>2</sup>

Deve-se ter

$$t = \frac{T}{S} = \frac{T_0}{C}$$

Devemos ter sempre em mira que a tensão real T seja sempre inferior à carga de ruptura δ.

A relação:

$$\frac{T_0}{T} = C$$

é o chamado COEFICIENTE DE SEGURANÇA.

E' prudente dar a C um valor pelo menos igual a 5.

IX — TABELAS DIVERSAS

— Tabelas sobre postes.

Vãos limites para linhas aéreas sobre postes de madeira.

Diâmetro dos fios em mm.	VÃOS EM METROS			
	Linhas com 2 fios	Linhas com 3 fios	Linhas com 4 fios	Linhas com 6 fios
2	400	270	200	133
4	300	200	150	100
5	240	160	120	80
6	200	133	100	66
7	170	114	85	57
8	150	100	75	50
9	133	89	66	44

*Esquinas ou ângulos*

Quando dois fios que exercem cada um uma tensão  $T_1$  sobre um poste, fazem entre si um ângulo  $\alpha$ , eles exercem sobre o poste uma tensão dirigida segundo a bissetriz do ângulo  $\alpha$  de modo que:

Fórmula para o cálculo dos estais:

$$T_2 = 2 \cos \frac{\alpha}{2} \cdot T_1$$

Em Grãos	180°	160°	140°	120°	100°	90°
2 Cos $\frac{\alpha}{2}$	0	0,348	6,684	1	1,286	1,414

**OBSERVAÇÕES:** — Cuidados especiais devem ser tomados nas passagens de terrenos úmidos ou pantanosos onde os postes devem ser revestidos até uns 69 cm acima do nível d'água ou acima do nível do solo por murete de concreto ou de alvenaria de tijolo com argamassa de cimento gordo.

*Ensaio de fios:* — De ferro galvanizado.

- O fio de 5 mm deve suportar o peso de 50 quilos e o fio de 4 mm 440 quilos. Sob esses esforços de tração, e alongação não deve ultrapassar de 6 % do valor do comprimento total.
- O fio deve poder sem rutura nem excesso de alongação além do limite acima, ser enrolado em um cilindro submetido a uma tensão de 500 quilos para o de 5 mm de diâmetro; 350 quilos para o de 4 mm.
- Deve também poder ser dobrado em ângulo reto sem se quebrar 3 vezes alternativamente quanto ao fio de 5 mm; 4 vezes para o fio de 4 mm.
- Sob o ponto de vista da galvanização o fio deve suportar sem que o ferro seja posto a nú, ainda que parcialmente, 4 imersões sucessi-

vas de um minuto cada uma, em uma solução de sulfato de cobre na proporção ponderada de 1 para 5 em água destilada.

- e) O fio deve poder ser enrolado sobre um cilindro de 1 cm de diâmetro sem que a camada de zinco se destaque ou fendilhe.

### ORGÃOS DE PROTEÇÃO DAS LINHAS

Deverão ser colocados de 4 em 4 quilômetros, para-raios, para proteção das linhas contra descargas atmosféricas.

#### *Tipos e características de isoladores*

Espessura do isolador no cabo em mm.	Isolamento em megohm	Capacidade em microfarads	TIPO
12,25	500.000	0.000072	Dupla saia
11	500.000	0.00011	Simples
10	250.000	0.00015	Dupla saia
9	125.000	0.00009	Blindado

### BIBLIOGRAFIA

MANUAL DO ENGENHEIRO — Ernani Corrêa e Ruy H. Bacelar.

ESCOLA DE TRANSMISSÕES — Exército Francês.

PROCESSO BRASILEIRO NAS ESTRADAS DE FERRO — Saint-

Clair Lopes.

MANUAL DE A. E. G.

COURS PRATIQUE D'ELECTRICITE' INDUSTRIELLE — H.

Chevalier.

TRANSPORTE E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA — C. I. T. —

1932-1933).

INSTRUÇÕES para construção e melhoramento das estradas de rodagem — D. E. 1939.

NOTAS DIVERSAS.