

Sala e

Est. 3

Tab. 76

N.º 27

X

Manual do Assentador de Sapadores dos Caminhos de Ferro

1850-1851

934

O.R. 22-7-924

CAPITÃO LUÍS ACCIAIOLI =

Do Batalhão de Sapadores dos Caminhos de Ferro

N=1962

MANUAL DO ASSENTADOR

DE SAPADORES DE CAMINHOS DE FERRO

MANDADO PUBLICAR PELO MINISTÉRIO DA GUERRA



RC
MNET

62

ACC



3062-23

Papelaria e Tipografia Fernandes & C.^a, L.^{da}

33, Rua do Rato, 35

LISBOA

PROGRAMA

PARA A

ESCOLA DE SARGENTOS CHEFES D'ASSENTADORES

(Portaria n.º 2300 de 1 de Junho de 1920 — Ministério da Guerra — Repartição do Gabinete — Ordem do Exército n.º 6 — 1.ª série de 4 de Junho de 1920)

a) Construção

1.º — Infrastructura

- a) Definições gerais.
- b) Estudo na carta, orientação, perfil longitudinal, planta e perfil transversais.
- c) Terraplanagens.
- d) Transporte de terras e métodos.
- e) Empréstimos, depósito e compensações.
- f) Nomenclatura das obras d'arte e fins a que se destinam.
- g) Alinhamentos rectos e curvos (curvas de concordância circulares e parabólicas).
- h) Traçado pratico elementar de curvas circulares.
- i) Regularização de plataformas, taludes, consolidação de taludes, vedações, drenagens e passagens de nível.

2.º — Superstructura

- a) Nomenclatura e descrição de material e ferramentas de construção e via.
- b) Piquetagem, ponto de nivelamento (eixo, estacas de nivelamento longitudinal).

- e) Descrição geral e processos para o assentamento de via corrente.
- d) 1.º Estações, ideia geral, nomenclatura e designação segundo o fim a que se destinam. — 2.º Desvios, linhas mortas, cais, edificios, discos e semaforos, aparelhos de manobra, limites, para-choques. — Sistemas diversos de encravamentos e aparelhos aperfeiçoados de manobras a distancia.
- e) Descrição e assentamento de aparelhos simples de mudança de via.
- f) Descrição e assentamento doutros aparelhos de mudança de via, (transversais de junção simples, duplos, agulhas duplas).
- g) Diversos: placas e pontes girantes, triangulos de inversão, passagens de nivel, quilométragem, postes indicadores, traineis e seus elementos.

b) Conservação

1.º — Instruções gerais :

- 1.º) Descrição dos métodos empregados na conservação da via.
- 2.º) Aperto dos parafusos e dos «tirefonds».
- 3.º) Saltos, garrotes e carris torcidos.
- 4.º) Limites de tolerancia para o material de via e remoção para o depósito.
- 5.º) Substituição de carris e travessas.
- 6.º) Desgaste, troca e substituição de barretas (eclisses) e mais material de fixação empregado.
- 7.º) Inclinação transversal dos carris e sabotagem das travessas.
- 8.º) Designação e emprego de chapins de ferro ou de feltro alcatroado.
- 9.º) Distribuição dos carris, quadramento das juntas e regularização das dimensões das folgas.
- 10.º) Furação das travessas.
- 11.º) Untura dos «tirefonds».

- 12.º) Bitolas de via em curva e disfarces.
- 13.º) Fixação e posição dos carris.
- 14.º) Emprego de cavilhas de madeira.
- 15.º) Escala de via em curva e disfarces para a transição.
- 16.º) Ataque das travessas e verificação do ataque.
- 17.º) Nivelamento longitudinal e transversal da via.
- 18.º) Alinhamento da via, ripagens.
- 19.º) Aplicação das cunhas «Barberot».
- 20.º) Emprego dos grampos de ferro.
- 21.º) Aplicação de contra-carris nas passagens de nível.
- 22.º) Balastragem de via, perfis transversais do balastro.
- 23.º) Depósitos de carris, travessas e material de fixação de reserva.
- 24.º) Limites nas estações.

2.º — Instruções complementares

- a) Inspeção à linha, e sinais convencionais indicando o defeito observado na via.
- b) Emprego dos fechos de carril na redução das folgas das juntas.
- c) Arredondamento numa curva em função do valor da flexa.
- a) Alteração à regra geral no valor do disfarce da escala. Casos especiais em que não podem ter aplicação as concordancias parabolicas.
- e) Descrição e conservação dos materiais que fazem parte dum aparelho de mudança de via simples.
- f) Descrição e conservação de outros aparelhos de mudança de via (traversées simples, duplos, agulhas duplas, etc.)
- g) Precauções a pôr em prática por causa da acção do tempo.
- h) Serviços de ronda.
- i) Vigilancia e conservação das obras metálicas e aparelhos electricos.
- j) Circulação de vagonetes na via e precauções a observar.

c) Sinalização

- 1.º) Descrição dos sinais.
- 2.º) Significação dos sinais.
- 3.º) Sinais de circumstancia ou de improvisação quando não se possa dispôr de regulamentares.
- 4.º) Distancias que devem coligar os sinais.
- 5.º) Redução de velocidade dos comboios nos pontos considerados perigosos.

d) Destruições

Esta parte é impressa em folheto separado.

I PARTE
NÕÇÕES GERAIS

CAPITULO I
ARITHMETICA

CAPITULO II
GEOMETRIA

CAPITULO III
ALGEBRA

CAPITULO IV
TOPOGRAFIA

CAPITULO V
MEDIÇÕES E APARELHOS

APENDICE A I PARTE
GEOMETRIA ANALITICA

CAPITULO I

ARITHMETICA

1 — Medir uma grandeza, é comparal-a com outra da mesma especie, tomada para unidade; se o numero que designa a grandeza se contém um numero exacto de vezes na unidade, chama-se *numero inteiro*.

2 — Fracções:

Se o numero indica uma quantidade composta de partes eguais da unidade, é um *numero fraccionario* que, ou exprime quantidades maiores que a unidade, (contém uma ou mais vezes a unidade), e toma o nome de fraccionario improprio, (ex.^o $\frac{9}{5}$, $\frac{10}{3}$) ou exprime quantidades menores que a unidade, e se denomina fraccionario proprio (ex.^o $\frac{5}{9}$, $\frac{3}{10}$).

Ex.^o Se o numero fraccionario representa partes eguais da unidade, dividindo a unidade em 9 partes e tomando 5 partes delas, temos o quebrado $\frac{5}{9}$.

O numero que indica em quantas partes se dividiu a unidade chama-se *denominador*, e *numerador* o que indica o numero de partes tomadas.

2.^o Ex.^o O quebrado $\frac{9}{5}$ contém mais vezes a unidade. Então vamos extrair as unidades para o que dividimos 9 por 5 o que dá como resultado $1 + \frac{4}{5}$ ou $1 \frac{4}{5}$ que se chama *numero mixto*.

Chamam-se termos duma fracção ao numerador e denominador da fracção.

— *Regra:* Para reduzir um quebrado improprio a numero mixto, divide-se o numerador pelo denominador da fracção; o quociente representa as unidades, o resto é o numerador da fracção que tem como denominador o denominador comum. Inversamente um numero mixto reduz-se a quebrado, multiplicando o inteiro pelo denominador, somando-lhe o numerador e dando-lhe o mesmo denominador.

$$\text{Ex.}^{\circ} \quad 9 + \frac{2}{3} = \frac{29}{3}$$

— Se os dois termos do quebrado são eguaes, a fracção é egual à unidade: $\frac{5}{5} = 1$ quer dizer que dividimos a unidade em cinco partes e tomamos essas cinco partes, isto é a unidade.

— Se os numeradores de 2 fracções são eguaes é maior o quebrado que tiver menor denominador.

Assim, será $\frac{5}{7} > \frac{5}{8}$ porque tomando cinco partes das sete em que se dividiu a unidade, cada uma é maior que cada uma das cinco partes em que foi dividida a unidade (oito partes) na outra fracção.

Porém só se devem comparar quebrados com o mesmo denominador.

— Se os denominadores são eguaes, é maior o que tiver maior numerador.

Assim $\frac{8}{5} > \frac{7}{5}$ porque a unidade está dividida em cinco partes, e 8 é maior que 7.

— O valor dum quebrado não se altera multiplicando ou dividindo os dois termos pelo mesmo numero.

$$\text{Ex.}^{\circ} \quad \frac{15}{25} = \frac{75}{125} = \frac{3}{5}$$

— Para tornar um quebrado maior, um certo numero de vezes, ou multiplicamos o numerador ou dividimos o denominador por esse numero.

Assim tornar $\frac{5}{6}$ tres vezes maior ou é

$$\frac{15}{6} \text{ ou } \frac{5}{2}$$

—Para tornar um quebrado menor um certo numero de vezes, ou dividimos o numerador, ou multiplicamos o denominador por esse numero.

Querendo tornar $\frac{9}{10}$ tres vezes menor:

$$\frac{3}{10} \text{ ou } \frac{9}{30}$$

3—Maximo divisor comum:

O maximo divisor comum de dois ou mais numeros é o maior numero que os divide a todos.

Assim o máximo divisor comum entre 50 e 24 é 2, pois qualquer outro numero maior que 2 que divida 50 já não divide 24.

Para achar a maximo divisor comum entre dois numeros, divide se o maior pelo menor fazendo o traço para os quocientes pela parte superior dos mesmos.

$$\begin{array}{r|l|l|l} & 2 & 1 & 1 \\ \hline 50 & 24 & 2 & 2 \\ \cdot 2 & 2 & 0 & 2 \end{array} \left. \begin{array}{l} \text{m. d. c. de} \\ 50 \text{ e } 24 \end{array} \right\} = 2$$

Se o resto fôr zero o m. d. c. dos dois numeros é o menor porque é o maior numero que se divide a si mesmo; assim o m. d. c. entre 50 e 25 é 25, porque este é o maior numero que divide 25 e 50.

$$\begin{array}{r|l} & 2 \\ \hline 50 & 25 \\ \cdot & 0 \end{array} \left. \begin{array}{l} \text{m. d. c. de} \\ 50 \text{ e } 25 \end{array} \right\} = 2$$

Se houver resto, divide-se o resto pelo divisor, o segundo resto pelo primeiro, e assim sucessivamente até obter um resto zero.

O penultimo resto (ultimo divisor) será o m. d. c.

O m. d. c. entre 322 e 42 é 14.

Disposição do calculo: Suponhamos os numeros 322 e 42 de que se quer achar o m. d. c.

Os divisores são divididos por linhas verticais, e o traço para o quociente está sobre os numeros:

Dividimos o maior pelo menor: 322 por 42. O primeiro resto 28, é o segundo divisor; o segundo resto 14 é o divisor de 28. O resto é zero. Logo 14 é o m. d. c.

$$\begin{array}{r|l|l|l} & 7 & 1 & 2 \\ \hline 322 & 42 & 28 & 14 \\ 28 & 14 & .. & \end{array} \left. \begin{array}{l} \text{m. d. c. de} \\ 322 \text{ é } 45 \end{array} \right\} = 14$$

-- Para mais numeros, achamos o m. d. c. entre dois, depois, o maximo divisor comum, entre este e o terceiro numero e assim sucessivamente. O ultimo será o m. d. c. pedido.

4— Menor multiplo comum:

O menor multiplo comum é o menor numero que fôr divisivel por todos

Assim o m. m. c. entre 3, 16, e 20 é 240 porque nenhum numero menor que este é divisivel pelos tres.

Para achar o m. m. c. entre dois numeros, achamos o m. d. c. entre eles, divide-se um deles pelo m. d. c. e multiplica-se o outro pelo m. d. c. achado.

Ex.^o Achar o m. m. c. entre 20 e 16:

O m. d. c. entre 20 e 16 é 4. Dividindo 20 por 4 temos 5 que multiplicado por 16 dá 80, m. m. c. pedido.

— Se um numero é multiplo de outro, o maior é o m. m. c.; assim o m. m. c. entre 20 e 4 e 20.

— Se quizermos achar o m. m. c. de varios numeros procuramos o m. m. c. entre dois, depois o m. m. c. entre este e o terceiro numero, e assim sucessivamente.

5 — Reducção e operações sobre fracções:

— Reduzir um quebrado, é achar outro igual, em que os seus termos são menores, chamando-se *irreductivel* o quebrado, quando se não podem simplificar mais os seus termos.

Simplificam-se quebrados, dividindo os dois termos por 2, 3, 5, etc., de modo que eles não possam conter mais nenhum desses factores.

Assim $\frac{1820}{280}$, dividindo por 2 = $\frac{910}{140}$, dividindo por 2 = $\frac{455}{70}$, dividindo por 5 = $\frac{91}{14}$, dividindo por 7 = $\frac{13}{2}$.

O quebrado $\frac{13}{2}$ é irreductivel pois 13 não é divisivel por 2.

— Reduzem-se dois ou mais quebrados ao mesmo denominador, multiplicando cada um dos termos de cada fracção, pelos denominadores dos outros.

Assim: os quebrados $\frac{3}{2}$, $\frac{4}{5}$, $\frac{9}{7}$ reduzem-se ao mesmo denominador:

$$\frac{3 \times 5 \times 7}{2 \times 5 \times 7}, \frac{4 \times 2 \times 7}{5 \times 2 \times 7}, \frac{9 \times 2 \times 5}{7 \times 2 \times 5}$$

— Para comparar quebrados, reduzimol-os ao mesmo denominador. É maior o que tiver maior numerador.

Soma de fracções:

— Se teem o mesmo denominador, somam-se os numeradores e dá-se ao quebrado-soma, o denominador comum.

Assim
$$\frac{3}{5} + \frac{4}{5} = \frac{7}{5}$$

— Se não tiverem o mesmo denominador, reduzem se os quebrados ao mesmo denominador, e opera-se como no caso anterior.

Assim

$$\frac{5}{3} + \frac{5}{4} = \frac{5 \times 4}{3 \times 4} + \frac{5 \times 3}{4 \times 3} = \frac{20}{12} + \frac{15}{12} = \frac{35}{12},$$

quebrado irreductivel,

Subtracção de fracções:

— Se teem o mesmo denominador, subtraem-se os numeradores, e dá se o denominador comum.

Assim
$$\frac{4}{5} - \frac{3}{5} = \frac{4 - 3}{5} = \frac{1}{5}$$

— Se não tiverem o mesmo denominador, reduzem-se os quebrados ao mesmo denominador e executa-se a operação:

Assim:

$$\begin{aligned} \frac{5}{3} - \frac{5}{4} &= \frac{5 \times 4}{3 \times 4} - \frac{5 \times 3}{3 \times 4} = \frac{20}{12} - \frac{15}{12} = \\ &= \frac{20 - 15}{12} = \frac{5}{12} \end{aligned}$$

— Se um dos termos da subtração fôr um inteiro pratica-se a operação dando ao inteiro o denominador 1.

Assim

$$6 - \frac{3}{2} = \frac{6}{1} - \frac{3}{2} = \frac{6 \times 2}{2} - \frac{3}{2} = \frac{12 - 3}{2} = \frac{9}{2}$$

Multiplicação de fracções: Multiplicam-se fracções quer tenham ou não o mesmo denominador, multiplicando os numeradores e denominadores, cujos productos serão respectivamente o numerador e denominador da fracção-producto:

Assim:

$$\frac{3}{4} \times \frac{6}{5} = \frac{3 \times 6}{4 \times 5} = \frac{18}{20} = \frac{9}{10}$$

Multiplica-se um inteiro por uma fracção, multiplicando o inteiro pelo numerador e dando para denominador do quebrado-producto, o denominador da fracção.

$$\text{Assim} \quad 6 \times \frac{3}{5} = \frac{6 \times 3}{5} = \frac{18}{5}$$

Divisão de fracções: Para dividir dois quebrados, invertem-se os termos à fracção divisor e pratica-se a regra da multiplicação.

Assim:

$$\frac{3}{4} : \frac{6}{5} = \frac{3}{4} \times \frac{5}{6} = \frac{15}{24} = \frac{5}{8}$$

— Se um dos termos da divisão fôr inteiro, pratica-se a regra, dando ao inteiro a forma fraccionaria.

Assim:

$$6 : \frac{5}{7} = \frac{6}{1} : \frac{5}{7} = \frac{6}{1} \times \frac{7}{5} = \frac{42}{5}$$

$$\frac{5}{7} : 6 = \frac{5}{7} : \frac{6}{1} = \frac{5}{7} \times \frac{1}{6} = \frac{5}{42}$$

6—Potenciação: suas operações.

— Potencia dum numero, é o produto de factores eguaes a esse numero.

O produto dum numero 2, 3, 4... vezes, é a segunda potencia, ou quadrado, terceira potencia ou cubo, quarta potencia...:

$$3 \times 3 = 3^2 = 9; \text{ é a } 2.^{\text{a}} \text{ potencia de 3 ou quadrado de 3}$$

$$3 \times 3 \times 3 = 3^3 = 27; \text{ é a } 3.^{\text{a}} \text{ " " " cubo " 3}$$

$$3 \times 3 \times 3 \times 3 = 3^4 = 81; \text{ é a } 4.^{\text{a}} \text{ " " " " 3}$$

A potencia dum numero tem como expressão um algarismo chamado *base* que é o numero de que se quer obter a potencia (factor) e um *expoente* ou *grau* indicando o numero de factores

$$3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 = 3^5$$

que se lê três levantado à quinta.

— A potencia de 10, obtem-se fazendo seguir à unidade tantos zeros quantas as unidades que representam o grau.

$$10^3 = 1000$$

$$100^3 = 100 \times 100 \times 100 = 10^2 \times 10^2 \times 10^2 = (10^2)^3 = 10^6 = 1.000.000$$

— *Produto de potencias:* O produto de potencias da mesma base, é uma potencia, cuja base é a base comum, e cujo expoente é a soma dos expoentes:

$$2^5 \times 2^3 = 2^{5+3} = 2^8$$

porque

$$2^5 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \text{ e } 2^3 = 2 \times 2 \times 2$$

logo

$$2^5 \times 2^3 = 2 \times 2 = 2^8$$

— O produto de potencias do mesmo grau é uma potencia cuja base é o produto das bases, e expoente é o expoente comum.

$$3^5 \times 4^5 = (3 \times 4)^5 = 12^5$$

porque

$$3^5 = 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \text{ e } 4^5 = 4 \times 4 \times 4 \times 4 \times 4$$

logo

$$\begin{aligned} 3^5 \times 4^5 &= 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 4 \times 4 \times 4 \times 4 \times 4 = \\ &= 3 \times 4 \times 3 \times 4 \times 3 \times 4 \times 3 \times 4 \times 3 \times 4 = \\ &= (3 \times 4) \times (3 \times 4) \times (3 \times 4) \times (3 \times 4) \times (3 \times 4) = \\ &= 12 \times 12 \times 12 \times 12 \times 12 = 12^5 \end{aligned}$$

— *Divisão de potencias*: O quociente de duas potencias da mesma base, é uma potencia cuja base é a base comum, e cujo expoente é a diferença dos expoentes.

$$2^7 : 2^3 = 2^{7-3} = 2^4$$

— O quociente de duas potencias do mesmo grau é uma potencia cuja base é o quociente das bases e cujo expoente é o expoente comum.

$$6^4 : 3^4 = \left(\frac{6}{3}\right)^4 = 2^4$$

— *Potencia de fracções*:

— Um produto de fracções iguais é uma potencia de fracções.

$$\frac{3}{5} \times \frac{3}{5} \times \frac{3}{5} = \frac{3 \times 3 \times 3}{5 \times 5 \times 5} = \frac{3^3}{5^3} = \left(\frac{3}{5}\right)^3 = \frac{27}{125}$$

7 — Extracção de raizes:

Chama-se raiz dum numero, o numero que elevado a essa potencia produz esse numero.

A expressão que indica a radiciação é $\sqrt{\quad}$, que tem como grau 2, 3, 4... conforme tivermos de elevar ao quadrado, ao cubo, à quarta, esse numero, e chama-se raiz quadrada, raiz cubica, raiz quarta...

O grau ou indice indica-se na expressão: assim a raiz cubica é $\sqrt[3]{\quad}$, a raiz quinta $\sqrt[5]{\quad}$, a raiz setima $\sqrt[7]{\quad}$.

Se fôr N o numero, e n a raiz de grau p

$$n = \sqrt[p]{N} \text{ quer dizer } N = n^p$$

Ha processos praticos para extrair as raizes quadrada e cubica. As raizes superiores determinam-se pelo calculo.

— Raiz quadrada dum numero é o numero que elevado ao quadrado produz o primeiro.

Assim a raiz quadrada de 225 é 15 porque o quadrado de 15 é 225.

Para os numeros inferiores a 100 ha numeros que são raizes doutros:

1 2 3 4 5 6 7 8 9

são raizes de

1 4 9 16 25 36 49 64 81

Como nem todos os numeros são quadrados perfeitos, a operação da extracção da raiz tem por fim achar a raiz do maior quadrado contido nesse numero, e o resto deste sobre aquele.

— Regra para extrair a raiz quadrada:

Divide-se o numero em classes de dois algarismos a começar da direita, ficando a ultima com 1 ou 2 algarismos.

Extrai-se a raiz ao primeiro grupo da esquerda, e esse numero é o primeiro algarismo da raiz.

Ao primeiro resto junta-se a classe seguinte, e dividem-se as dezenas deste novo numero pelo dobro da raiz achada. O quociente será o segundo algarismo da raiz. Coloca-se a seguir este dobro, o numero achado e multiplica-se por este. Se o producto se contiver no resto, este é o 2.º algarismo da raiz. Em caso contrario ensaia-se o immediatamente inferior. Obtido o segundo resto (diferença entre o 1.º resto e o producto assim obtido) junta-se-lhe a classe seguinte e pratica-se a regra.

Exemplo: achar a raiz quadrada de

3 2 2 4 0 8 1 9 6 1

Divide-se em classes de dois algarismos

32 24.08.19.61	56781			
25	106	1127	11348	113561
724	6	7	8	1
636	636	7889	90784	113561
8808				
7889				
91919				
90784				
113561				
113561				
0				

O maior quadrado contido em 32 é 5; é este o 1.º algarismo da raiz. O quadrado de 5 é 25 que se subtrai de 32; 7 é o 1.º resto, junta-se a 2.ª classe 24 e dividem-se as dezenas que é 72 pelo dobro da raiz achada, 10, que dá 6.

Coloca-se 6 a seguir a 10 e multiplica-se pelo mesmo numero. o que dá 636 que é menor que 724.

Logo 6 é o 2.º algarismo da raiz.

Baixa-se a classe seguinte e divide-se 880 pelo dobro da raiz achada que é 112 o que dá 7. Multiplica-se 7 pelo mesmo numero seguido a 112 que dá 7889 que se subtrai de 8808.

Dá o resto 919 sobre o qual se opera como anteriormente, até achar o resto 0.

56781 é a raiz do numero.

— *Raiz duma fracção:*

Para extrair a raiz quadrada a uma fracção, cujos termos não sejam raizes exactas, multiplicam-se os dois termos da fracção pelo denominador e extrai-se a raiz aos dois termos. A fracção obtida é a raiz.

Extrair a raiz quadrada a $\frac{6}{5}$

$$\sqrt{\frac{6}{5}} = \sqrt{\frac{6 \times 5}{5 \times 5}} = \frac{\sqrt{6 \times 5}}{\sqrt{5^2}} = \frac{\sqrt{30}}{5} = \frac{1}{5} \sqrt{30}$$

mas

$$\frac{\sqrt{25}}{5} < \frac{\sqrt{30}}{5} < \frac{\sqrt{36}}{5}$$

Logo $\sqrt{\frac{5}{6}}$ fica compreendida entre $\frac{5}{5}$ e $\frac{6}{5}$

8 — Numeros decimais:

São fracções decimais, os quebrados que tem como denominador 10 ou potencias de 10.

Chama-se numero decimal á fracção decimal escrita na fórma dos numeros inteiros e representa-se: escrevendo o numerador, e separando se por uma virgula tantos algarismos para a direita quantos os zeros do denominador.

Assim

$$\frac{325}{10} = 32,5$$

Chama-se parte inteira os algarismos á esquerda da virgula; os outros formam a parte decimal.

Se o numerador não tem algarismos suficientes para os separar pela virgula, escrevem-se zeros á esquerda do numerador, e ainda um á direita.

Assim

$$\frac{325}{100} = 3,25, \quad \frac{325}{1000} = 0,325, \quad \frac{325}{10000} = 0,0325$$

Os zeros á direita da parte decimal não alteram o numero decimal.

— *Adicção:*

Somam-se numeros decimais colocando os numeros em coluna, de modo que as virgulas se correspondam na mesma coluna vertical:

Ex.º

$$\text{Somar} \quad 3,42 + 3,2 + 2,333 = 8,953$$

	3,420
	3,200
Tipo do calculo	2,333
	8,953

— *Subtracção:* Subtraem-se dois numeros decimais colocando-os um debaixo do outro e subtraindo.

$$\text{Ex.}^\circ \text{ efectuar} \quad 3,42 - 3,2 = 0,22 \quad 3,2 - 1,25 = 1,95$$

Tipo do calculo	3,42	3,20
	3,20	1,25
	0,22	1,95

— *Multiplicação*: Multiplicam-se como se fossem inteiros (sem fazer caso das virgulas) e no produto, separam-se da direita, tantos algarismos quantos os algarismos decimais dos dois factores.

Ex.º efectuar

$$3,54 \times 3,25 = 11,505$$

Tipo do calculo	3,54
	3,25
	17 70
	70 8
	10 62
	11,50 50

— *Divisão*:

Se o divisor fôr um numero inteiro executa-se a divisão como fossem numeros inteiros separando á direita do quociente tantos algarismos quantos os decimais do dividendo.

Ex.º efectuar $329,32 : 0,25 = 1317$

329,32	25
79	13,17
43	
182	
7	

— Se o divisor fôr decimal torna-se inteiro, suprimindo a virgula, e passando-a no dividendo para a direita tantos algarismos quantos os do divisor.

Efectuar

$$329,32 : 0,25 = 1317$$

$$329,32 : 2,5 = 131,7$$

32,932	25
79	1317
43	
182	
7	

3293,2	25
79	131,7
43	
182	
7	

9 — Raiz dum numero decimal:

Extrai-se a raiz quadrada a um numero decimal, extraindo-se a raiz á parte inteira, e depois a decimal.

Efectuar

$$\sqrt{151,29} = 12,3$$

151,29	12,3	
1	22	243
051	2	3
44	44	729
729		
729		
0		

Tipo do calculo

10 — A seguir damos uma tabela de transformação de fracções ordinarias em decimais, e suas raizes.

I TABELA

Tabela de transformação das fracções

Fracções ordinarias	Fracções decimais	Raizes quadradas	Raizes cubicas	Fracções ordinarias	Fracções decimais	Raizes quadradas	Raizes cubicas
1/3	0.333	0.577	0.693	1/8	0.125	0.354	0.500
2/3	0.666	0.816	0.874	3/8	0.375	0.612	0.721
1/4	0.250	0.500	0.630	5/8	0.625	0.791	0.855
3/4	0.750	0.866	0.909	7/8	0.875	0.935	0.956
1/6	0.166	0.408	0.550	1/9	0.111	0.333	0.481
5/6	0.833	0.913	0.941	2/9	0.222	0.471	0.606
1/7	0.143	0.378	0.523	4/9	0.444	0.667	0.763
2/7	0.286	0.535	0.659	5/9	0.555	0.745	0.822
3/7	0.428	0.655	0.754	7/9	0.777	0.882	0.920
4/7	0.571	0.756	0.830	1/12	0.083	0.289	0.437
5/7	0.714	0.845	0.894	5/12	0.416	0.645	0.747
6/7	0.857	0.926	0.950	7/12	0.583	0.764	0.836

11 — Reducção a dizima:

Reduzir um quebrado a dizima é encontrar um numero decimal que seja equivalente, para o que se divide o numerador pelo denominador.

Se ao fazer a divisão, a operação não termina, e os numeros do quociente se reproduzem a dizima é periodica, que pode ser:

Periodica simples quando o periodo começa logo a seguir á virgula.

Periodica mixta quando o periodo não começa a seguir á virgula.

12,037037037... é uma dizima periodica simples

12,243232323... é uma dizima periodica mixta

12 — Divisibilidade:

São divisiveis por 2 todos os numeros pares.

O resto da divisão dum numero por 2 é o que se obtem dividindo por 2 o algarismo das unidades desse numero.

$$\begin{array}{r}
 325 \quad | \quad 2 \\
 12 \quad | \quad 162 \\
 \underline{5} \quad | \quad 162 \\
 1 = \text{resto}
 \end{array}
 \qquad
 325 : 2
 \qquad
 \begin{array}{r}
 5 \quad | \quad 2 \\
 1 \quad | \quad 2 \\
 \underline{1} \quad | \quad 2
 \end{array}$$

o resto é 1

— São divisiveis por 3 os numeros cujos algarismos tomados como unidades simples deem um multiplo de 3.

324 é divisivel por 3 porque $3 + 2 + 4 = 9$ que é divisivel por 3

425 não é divisivel por 3 porque $4 + 2 + 5 = 11$ e 11 não é divisivel por 3.

— O resto da divisão dum numero por 3 é o que se obtem pela divisão da soma dos algarismos do dividendo por 3

O resto da divisão de 425 por 3 é 2

$$\begin{array}{r}
 425 \quad | \quad 3 \\
 12 \quad | \quad 141 \\
 \underline{.5} \\
 2 \text{ é o resto}
 \end{array}$$

então

— É divisivel por 5 o numero que termina em 5 ou 0.

O resto da divisão dum numero por 5 é o numero que se obtem dividindo por 5 as unidades desse numero.

—É divisivel por 9 o numero cujos algarismos somados deem um multiplo de 9.

O resto da divisão dum numero por 9 é o que se obtem dividindo por 9 a soma dos algarismos desse numero.

—É divisivel por 11 o numero tal, que a diferença entre a soma dos algarismos de ordem impar e a dos da ordem par, a contar da direita, o fôr tambem.

13 -- Numeros primos:

Numero primo é o que só é divisivel por si e pela unidade.

São primos os numeros: 1, 2, 3, 5, 7...

Dois ou mais numeros são primos entre si quando teem como divisor comum, unicamente a unidade.

Assim: 1, 3, 5 são primos entre si.

—Para se saber se um numero é primo divide-se esse numero pela serie dos numeros primos, até se encontrar, ou um quociente menor que o divisor e o numero é primo, ou um resto zero.

—*Decomposição dum numero em factores primos:* Decompõe-se um numero em factores primos:

Dividindo esse numero, sucessivamente por cada um dos numeros da serie dos numeros primos:

$$\begin{array}{r|l}
 232 & 2 \\
 116 & 2 \\
 58 & 2 \\
 29 & 29 \\
 1 & 1
 \end{array}
 \quad
 \text{Logo}
 \quad
 232 = 2 \times 2 \times 2 \times 29 = 2^3 \times 29
 \quad
 \begin{array}{r|l}
 435 & 5 \\
 87 &
 \end{array}$$

14 -- Proporções:

Proporção é a igualdade entre duas razões:

$$\frac{6}{8} = \frac{18}{24}$$

Os numeros que entram na proporção são os termos da proporção. Os dividendos são os antecedentes, os divisores são os consequentes da proporção.

Os primeiro e quarto termos são os extremos, os outros são os meios.

Numa proporção:

1.º O produto dos meios é igual ao produto dos extremos

Assim

$$\frac{3}{2} = \frac{6}{4} \quad \text{é} \quad 3 \times 4 = 2 \times 6$$

2.º Um extremo é igual ao produto dos meios a dividir pelo outro extremo

$$3 = \frac{6 \times 2}{4}$$

3.º A soma ou diferença dos antecedentes está para a soma ou diferença dos consequentes, como qualquer antecedente para o seu consequente.

Na proporção

$$\frac{3}{2} = \frac{6}{4} \quad \text{temos} \quad \frac{3 + 6}{2 + 4} = \frac{3}{2}$$

4.º A soma dos dois primeiros termos está para a soma dos outros dois, como o primeiro para o terceiro ou o segundo para o quarto.

Na proporção

$$\frac{3}{2} = \frac{6}{4} \quad \frac{3 + 2}{6 + 4} = \frac{3}{6} \quad \text{ou} \quad \frac{5}{10} = \frac{3}{6} \quad \text{ou} \quad \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$$

15 — Expressões numericas :

São os sinais convencionais na arithmetica, que indicam as operações a fazer sobre numeros para obter outro ou outros numeros.

Assim fazendo a divisão de 25 por 7 temos como quociente 3 e resto 4.

Então temos a expressão

$$25 = 7 \times 3 + 4$$

Se a expressão, não contém o sinal *mais* (+) ou *menos* (-) chama-se monomio.

Polinomio é uma expressão composta de muitos monomios ligados entre si pelos sinais + ou -.

$3 \times 5 + 7 \times 2$ é um binomio

$3 \times 7 \times 2 + 7 - 2$ é um trinomio

16— Numeros complexos:

— Somam-se os numeros complexos, da direita para a esquerda, devendo-se juntar á classe seguinte quando a soma das unidades imediatamente inferiores prefizer unidades superiores.

Ex.º Efectuar a soma

3 graus	15	minutos	27	segundos	
<u>8</u> "	<u>53</u>	"	<u>44</u>	"	
11 "	68	"	71	"	ou
11 "	(60 + 8)	"	(60 + 11)	"	ou
12 "	9	"	11	"	

— Subtraem-se numeros complexos, ao modo ordinario tendo o cuidado de passar uma unidade para a classe inferior quando nesta se não possa fazer a subtracção.

Ex.º Efectuar a seguinte subtracção

5 graus	3 minutos	25 segundos	
3 "	10 "	12 "	ou
4 "	63 "	25 "	
<u>3</u> "	<u>10</u> "	<u>12</u> "	
1 "	53 "	13 "	

— Para efectuar a multiplicação, reduzem-se á infima especie, multiplicando e multiplicador, divide-se cada um destes pelo numero de vezes que a minima especie entra na maior e executa-se a operação.

Assim multiplicar

(3 graus 15 minutos) (5 graus 6 minutos)

Reduzindo á infima especie temos

195 minutos e 306 minutos

Não temos depois, mais que aplicar a regra.

— Para executar a divisão temos de fazer as operações seguintes:

Reduzir dividendo e divisor á mesma unidade e praticar a divisão. O quociente reduz-se depois á fórma de numero complexo.

CAPITULO II

GEOMETRIA

17— A extensão dum corpo é defenida por tres dimensões: Comprimento, largura e altura, que se chama volume.

Quando limitamos a noção de extensão sómente ao contorno do corpo temos as duas dimensões comprimento e largura, a que se chama superficie, e sómente temos uma dimensão, o comprimento, quando nos limitamos ao contorno da superficie o que se chama linha.

A intersecção de duas superficies é uma linha e a de duas linhas, um ponto. O solido (fig. 1) tem tres dimensões ab comprimento, bc largura, aa' altura.

Considerando sómente a extensão limitada por $abcd$ temos a superficie.

Considerando a linha ab , que limita a superficie, temos a linha, que é a intercepção da superficie $abcd$ com a superficie $aba'b$.

A intercepção das linhas ab , bb' fórma o ponto b .

— Uma recta limitada por dois pontos é um segmento de recta.

— Uma linha quebrada, formada pela continuação de muitos segmentos dispostos em várias direcções, é *convexa* quando, prolongando um dos segmentos fica toda para o mesmo lado (fig. 2).

Quando, prolongando um dos segmentos ele vai cortar a figura, a linha quebrada chama-se *concava* (fig. 3).

18 — **Angulos:**

Imaginemos duas semi-rectas que se sobrepõem, uma

fixa e outra movel em torno dum ponto O , girando no sentido inverso do movimento dos ponteiros dum relógio.

Numa posição qualquer OB a figura (segundo o sentido indicado pela seta) AOB é um angulo em que O é o vertice e OB e OA são os lados (fig. 4).

Se prolongando um dos lados além do vertice ele não entrar em superficie limitada pelos dois lados, o angulo é *convexo* (fig. 5), ou *reintrante*.

Imaginemos o lado OB girando em torno de O , mas no sentido do movimento dos ponteiros dum relógio.

A figura AOB , segundo a seta, é um angulo (fig. 5).

Prolongando um dos lados ele vai entrar na superficie gerada pelo movimento do lado OB , e o angulo chama-se *concavo* ou *saliente*.

— Quando OB no seu movimento passar na direcção do lado OA o angulo chama-se *razo* (fig. 6).

Imaginemos a recta AB''' e um ponto O sobre ella, e em torno da qual gira uma semi-recta OB .

Considerando a posição OB (fig. 7) e as semi-rectas OA , OB''' , OB^v , temos tres angulos AOB , BOB''' e $B'''OB^v$.

AOB e BOB''' tem o mesmo vertice e o lado OB comum; chamam-se angulos *adjacentes*. Os lados não comuns chamam-se lados externos.

$B'''OB^v$ e AOB^v , são tambem adjacentes.

A semi-recta que divide um angulo ao meio chama-se *bissetriz*; OB é bissetriz de AOB^v . No seu movimento o lado OB toma a posição OB' , tal que $AOB' = B'OB'''$.

Diz-se então que $B'O$ é perpendicular a AB''' , e chamam-se *rectos* os angulos AOB' e $B'OB'''$. Em graus tem o valor de 90° .

Se os angulos são maiores que 90° , chamam-se *obtusos* como AOB'' , se são menores como AOB , chamam-se *agudos*.

Somando AOB com BOB''' , o seu valor é igual a dois restos, ou 180° . Chamam-se *suplementares* os angulos cuja soma vale 180° ou dois rectos; *complementares* são os angulos cuja soma vale 90° ou um recto.

São verticalmente opostos os angulos que tem o mesmo vertice e os lados dum, são o prolongamento dos

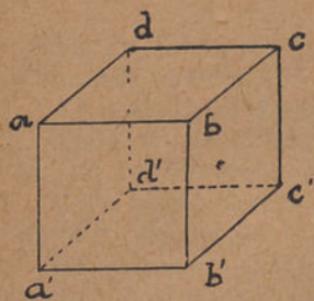


fig: 1



fig: 2

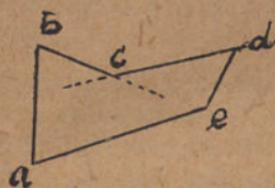


fig: 3



fig: 4

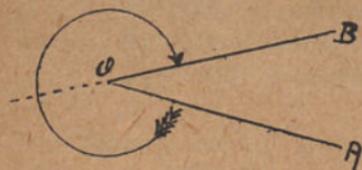


fig: 5



fig: 6



lados do outro, (fig. 8) $\hat{1}$ e $\hat{1}'$ bem como $\hat{2}$ e $\hat{2}'$ são verticalmente opostos.

19 — Medição d'angulos:

Toma-se para unidade d'angulo um angulo igual a $\frac{1}{90}$ do angulo recto, e que toma o nome de grau.

Cada grau, divide se em 60' (minutos) e cada minuto em 60" (segundos).

Ha tambem a unidade *grado* que é 0,01 do angulo recto. Cada grado está dividido em 100 partes chamadas minutos centessimais, e cada minuto em 100 segundos centessimais.

20 — O instrumento que mede os angulos chama-se transferidor.

No capitulo que trata de instrumentos e medições, indicamos o modo de o aplicar.

21 — Triangulos:

Triangulo é a superficie limitada por tres segmentos de recta.

O triangulo tem tres angulos convexos: \hat{abc} , \hat{bca} , \hat{cab} , e tres lados ab , bc e ca , (fig. 9).

São pois seis os elementos dum triangulo.

Para lêr um triangulo enunciam-se as tres letras dos vertices dos angulos, ex.^o: abc .

— Os triangulos tomam varios nomes, relativamente aos lados e aos angulos.

Assim:

Quanto aos lados

Escaleno quando os tres lados são designais.

Isosceles quando dois lados são iguais.

Equilatero quando os tres lados são iguais.

Quanto aos angulos

Rectangulo quando tem um angulo recto.

Acutangulo quando tem um angulo agudo.

Obtusangulo quando tem um angulo obtuso.

Estas duas ultimas classes de triangulos tomam o nome generico de triangulos obliquangulos.

— Em qualquer triangulo a soma dos seus angulos vale 180° (fig. 9).

$$1 + 2 + 3 = 180^\circ$$

Num triangulo equilatero os angulos são todos iguais e vale cada um 60° .

Num triangulo rectangulo chama se hipotenusa o lado maior oposto ao angulo recto, e catétos aos outros dois lados.

22 — Quadrilateros:

Quadrilatero é a superficie limitada por quatro segmentos rectilineos.

São 8 os elementos dum quadrilatero: 4 angulos e 4 lados. Chamam se diagonais os segmentos que unem os vertices opostos.

São os seguintes os quadrilateros convexos:

Quadrilateros que teem os lados opostos paralelos:

Paralelogramo — Quadrilatero com os lados opostos paralelos (fig. 10).

Rectangulo — Paralelogramo com angulos rectos (fig. 11).

Quadrado — Rectangulo com lados iguais (fig. 12).

Losangulo — Paralelogramo com lados iguais (fig. 13).

Quadrilateros que teem só dois lados paralelos:

Trapezio — Tem sómente dois lados paralelos, que se chamam bases (fig. 14).

Trapezio isosceles — Tem os lados não paralelos, iguais (fig. 15).

Trapezio rectangulo — Tem um dos lados não paralelos perpendicular às bases (fig. 16).

23 — Poligonos:

Poligono é a superficie fechada limitada por segmentos rectilineos.

Os poligonos teem lados e angulos e conforme o numero de lados tomam o nome:

Triangulo	— Poligono de	3	lados
Quadrilatero	—	»	» 4 »

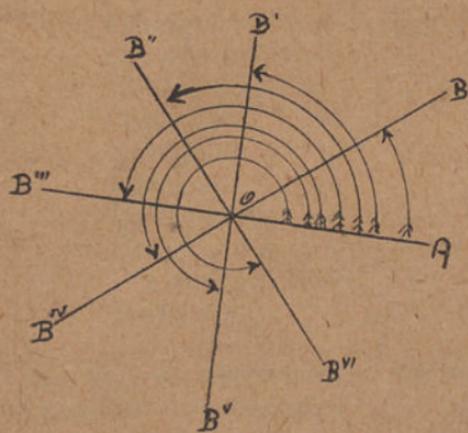


fig: 7

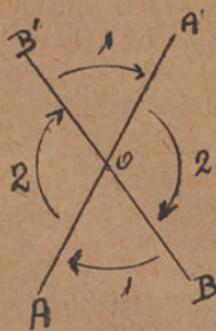


fig: 8

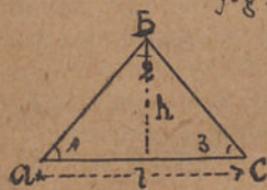


fig: 9

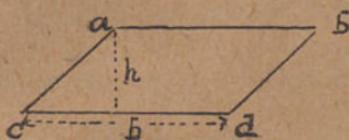


fig: 10

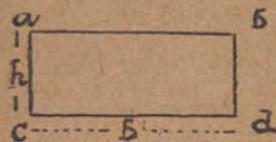


fig: 11

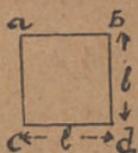


fig: 12

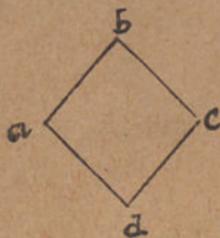


fig: 13

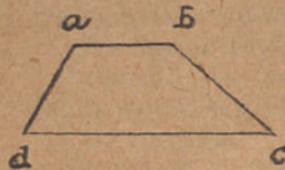


fig: 14

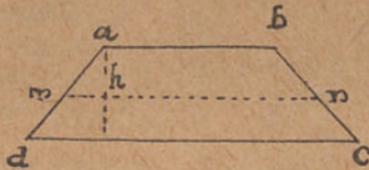


fig: 15

Pentagono	—	Poligono de	5	lados
Hexagono	—	»	»	6 »
Heptagono	—	»	»	7 »
Octogono	—	»	»	8 »
Eneagono	—	»	»	9 »
Decagono	—	»	»	10 »
Undecagono	—	»	»	11 »
Dodecagono	—	»	»	12 »
Pentadecagono	—	»	»	15 »
Icosagono	—	»	»	20 »

Chamam-se *diagonais* os segmentos que unem dois vertices não consecutivos.

Perimetro do poligono é a soma do valor de todos os lados. Supondo que queremos saber o perimetro dum hexagono regular que tem $3^m,0$ de raio, não temos mais que multiplicar 6 por 3.0. Dá em metros o valor do perimetro — (fig. 17).

Apôtema é a perpendicular baixada do centro para um dos lados.

Raio é o segmento que une o centro com um dos vertices.

Na (fig. 17) o poligono é um hexagono. *OP* é o apôtema, *OC* é o raio, $AB + BC + CD + DE + EF + FA =$ apôtema. *EB* é a diagonal.

O poligono é inscrito no circulo quando o raio do circulo é o raio do poligono. E' circunscrito quando o raio do circulo é o apôtema do poligono (fig. 18).

24 — Circulo:

Circumferencia: E' a linha curva fechada, que gosa da propriedade de ter todos os seus pontos equidistantes dum ponto chamado *centro*.

E' a figura gerada por um compasso.

Supondo que os lados dum poligono aumentam indefinidamente, o perimetro do poligono transforma-se numa circumferencia.

Circulo é a superficie limitada pela circumferencia.

Raio é qualquer dos segmento *OR*, *OR'* que une o centro com um ponto da circumferencia.

Diametro é o segmento *R'OR*, que, passando pelo centro une dois pontos da circumferencia.

Ha uma relação constante entre a circumferencia e o diametro, qualquer que seja.

Sendo C a circumferencia e R o raio, temos

$$\frac{C}{2R} = 3,1416 \text{ (valôr arredondado)}$$

Este valor 3,1416 convencionou-se representar-se pela letra grega π (que se lê pi).

O seu valor exacto é $\pi = 3,14159265$. Temos os seguintes valores para as operações com π :

$$\pi^2 = 9,869604 \qquad \frac{1}{\pi} = 0,318310$$

$$\pi^3 = 31,006276 \qquad \frac{1}{\pi^2} = 0,101321$$

$$\frac{1}{\pi^3} = 0,032252 \qquad \frac{2}{\pi} = 0,63662$$

$$\sqrt{\pi} = 1,772454 \qquad \frac{\pi}{2} = 1,570796$$

$$\frac{3}{\pi} = 0,954929 \qquad \frac{\pi}{3} = 1,047197$$

Arco é qualquer porção de circumferencia (fig. 19).

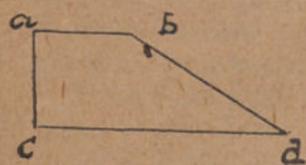
Corda é qualquer segmento de recta AB , CD , GH , que une dois da circumferencia, e que não passa pelo centro. O diametro é a maior corda.

Segmento de circulo é a porção de circulo compreendida entre o arco e a corda subtensa como GHM .

Sector é a parte do circulo compreendida entre dois raios como RO , KO , e o arco RK .

Zona é a porção de circulo comprehendido entre duas cordas como AB , e CD , e os arcos AC , BD .

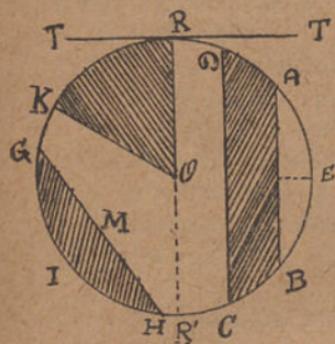
Tangentes (fig. 20). Supomos a recta OCS (cortando a circumferencia em dois pontos pelo que se chama *secante*) girando em torno do ponto O ; ela vai tomando varias posições OS_1 , OS_2 , até adquirir uma, em que os



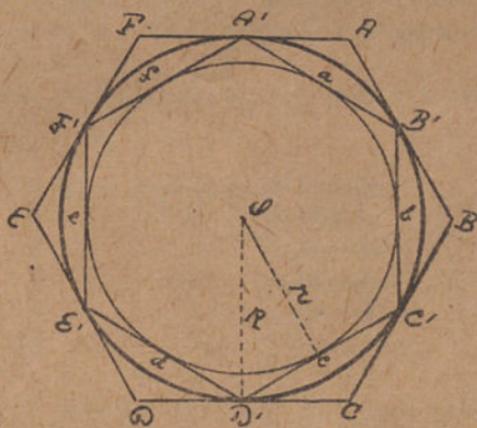
fig^a-16



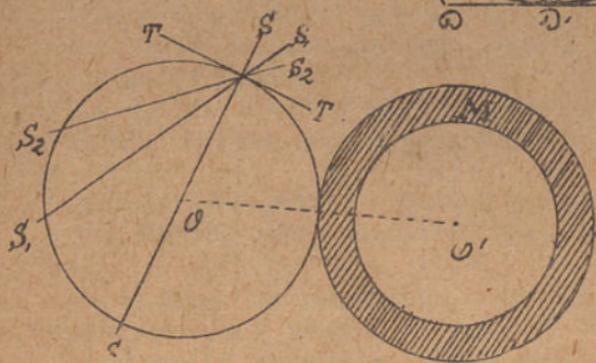
fig^a-17



fig^a-19



fig^a-18



fig^a-20

dois pontos se juntam; a secante tem então um só ponto de contacto com a circumferencia e toma o nome de tangente à circumferencia.

A tangente goza da propriedade de ser normal ao raio nesse ponto. Assim CO é perpendicular a TOT_1 .

Dois circumferencias são tangentes quando tem um ponto comum.

Dois circumferencias com o mesmo centro, chamam-se concentricas, tomando o nome de corôa circular a diferença entre os dois circulos (fig. 20 parte tracejada).

25—Solidos:

Chama-se poliedro, o solido geometrico formado por superficies planas (poligonos).

Aos poligonos que formam o solido chamam se faces, aos lados chamam-se arestas e os vertices dos poligonos são os vertices do poliedro.

Conforme o numero de faces, assim se designam os poliedros:

Ao poliedro de	4	faces	chama-se	tetraedro	
»	»	»	5	»	pentaedro
»	»	»	6	»	hexaedro
»	»	»	7	»	heptaedro
»	»	»	8	»	octaedro
»	»	»	12	»	dodecaedro

Chama-se *prisma* ao poliedro formado por dois poligonos iguais de lados paralelos que se chamam bases, e por paralelogramos.

Na (fig. 21) o solido ABCDEFGH é um prisma.

Altura do prisma é a perpendicular às bases como $aa' = H$.

Arestas laterais são as comuns às faces laterais como AA' e BB' (fig. 22), e *arestas* da base são as comuns às bases.

Se as faces são rectangulos o prisma é recto, se são paralelogramos o prisma é obliquo.

Confôrme o poligno da base, assim o prisma tem o nome: é triangular, quadrangular, se as bases são triangulos, quadrilateros (figs. 23 e 21).

Se as bases são paralelogramos chamam-se *paralelipi-*

pedos, (fig. 22). *Cubo* é o paralelepipedo de faces quadradas.

Piramide: É o solido geometrico limitado por um poligono chamado base, e por triangulos em que um dos lados pertence tambem ao poligono-base, e os vertices opostos a estes lados concorrem num ponto, chamado vertice.

A soma das areas dos triangulos formam a superficie lateral. A soma das superficies lateral e da base, é a superficie total.

A perpendicular baixada do vertice sobre a base, é a altura da piramide. A piramide é regular se a base é um poligono regular, e é recta, sendo regular, se as faces laterais são triangulos isosceles.

Se a base fôr um triangulo, um quadrilatero, a piramide é triangular, quadrangular (figs. 24 e 25).

26 — Superficie de revolução:

Cilindro: Se aumentarmos indefinidamente o numero de arestas dum prisma, regular, as bases transformam-se em circulos e a figura transforma-se num cilindro.

Pôde dizer-se que é gerado pelo rectangulo $ABCD$ que gira em torno dum dos lados BC , por exemplo, (fig. 26).

Os pontos A e D geram as circunferencias das bases e o lado AD gera a superficie de revolução $ADA'D'$.

O segmento BC que une os centros das duas circunferencias chama-se *eixo* ou altura do cilindro, e a recta que gerou a superficie de revolução é a geratriz ou genetriz.

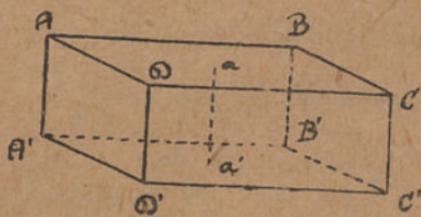
O comprimento da circunferencia da base é o perimetro da base.

— A figura $DFD'G$, chama-se cilindro truncado.

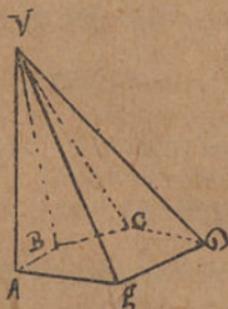
Se o eixo do cilindro fôr normal às bases, o cilindro é recto, e obliquo no caso contrario.

— *Cône*: Supondo que o numero de arestas da base, duma piramide regular aumenta indefinidamente, o poligono base, transforma-se num circulo, e a figura transforma-se em cône (fig. 27).

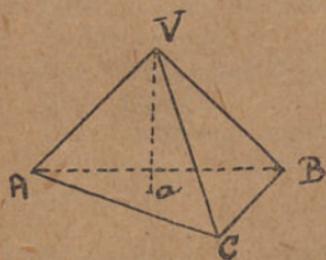
Supõe-se que o cone foi gerado pelo movimento dum triangulo rectangulo VAC em torno dum dos lados VC , que se chama altura do cône.



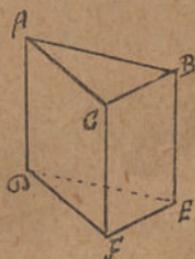
fig^a 22



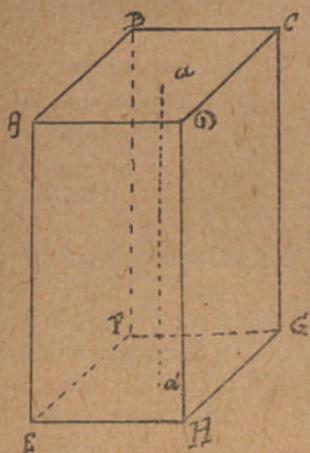
fig^a 24



fig^a 25



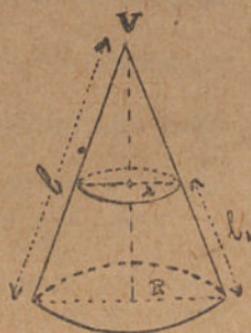
fig^a 23



fig^a 21



fig^a 26



fig^a 27

pedos, (fig. 22). *Cubo* é o paralelepipedo de faces quadradas.

Piramide: É o solido geometrico limitado por um poligono chamado base, e por triangulos em que um dos lados pertence tambem ao poligono-base, e os vertices opostos a estes lados concorrem num ponto, chamado vertice.

A soma das areas dos triangulos formam a superficie lateral. A soma das superficies lateral e da base, é a superficie total.

A perpendicular baixada do vertice sobre a base, é a altura da piramide. A piramide é regular se a base é um poligono regular, e é recta, sendo regular, se as faces laterais são triangulos isosceles.

Se a base fôr um triangulo, um quadrilatero, a piramide é triangular, quadrangular (figs. 24 e 25).

26 — Superficie de revolução:

Cilindro: Se aumentarmos indefinidamente o numero de arestas dum prisma, regular, as bases transformam-se em circulos e a figura transforma-se num cilindro.

Pôde dizer-se que é gerado pelo rectangulo $ABCD$ que gira em torno dum dos lados BC , por exemplo, (fig. 26).

Os pontos A e D geram as circunferencias das bases e o lado AD gera a superficie de revolução $ADA'D'$.

O segmento BC que une os centros das duas circunferencias chama-se *eixo* ou altura do cilindro, e a recta que gerou a superficie de revolução é a geratriz ou genetriz.

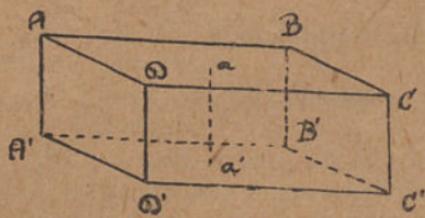
O comprimento da circunferencia da base é o perimetro da base.

— A figura $DFD'G$, chama-se cilindro truncado.

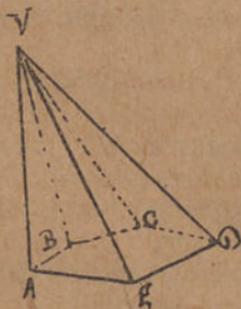
Se o eixo do cilindro fôr normal às bases, o cilindro é recto, e obliquo no caso contrario.

— *Cône*: Supondo que o numero de arestas da base, duma piramide regular aumenta indefinidamente, o poligono base, transforma-se num circulo, e a figura transforma-se em cône (fig. 27).

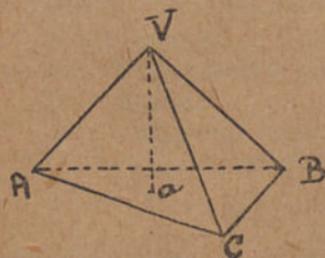
Supõe-se que o cone foi gerado pelo movimento dum triangulo rectangulo VAC em torno dum dos lados VC , que se chama altura do cône.



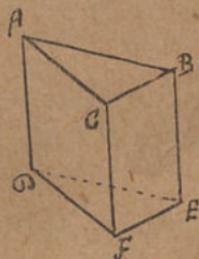
fig^a 22



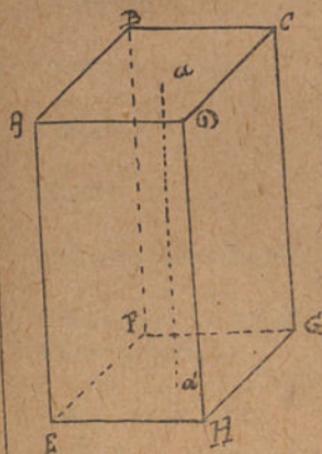
fig^a 24



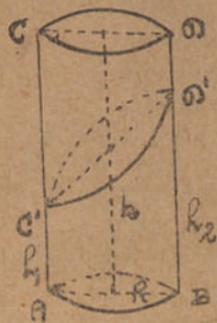
fig^a 25



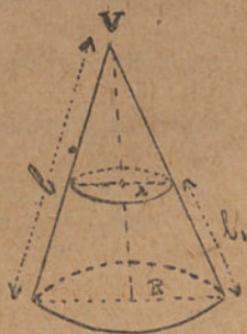
fig^a 23



fig^a 21



fig^a 26



fig^a 27

Ao lado VA que gerou a superfície de revolução chama-se *genetrix*.

A' figura $AA'B'B$ chama-se tronco de cône.

— **Esfera:**

Se um sem-circulo ACB girar, numa volta completa, em torno do seu diametro AB (fig. 28) gera uma esfera que tem como centro e raio o centro e raio do circulo gerador.

A zona, o segmento na circunferencia gera tambem a zona esferica, segmento esferico.

Calote esferica é a porção da esfera entre o diametro e dois arcos, como o gomo duma laranja.

27 — Areas:

Para medir uma superfície calculamos a sua *area* tendo o cuidado de reduzir as medidas à mesma unidade.

Areas do:

Paralelogramo	é igual ao produto da base pela altura.
Quadrado	» » ao quadrado do lado
Triangulo	» » a metade do produto da base pela altura
Poligono regular	» » a metade do perimetro pelo apótema
Trapezio	» » à semi-soma das bases pela altura
Circulo	» » a $2 \times \pi$ multiplicado pelo raio
Cilindro (area lateral)	» » a 2π a multiplicado pelo raio da base e pela altura
Cilindro (area total)	» » a $2\pi R (R + h)$
Cone (lateral)	» » a π multiplicado pelo raio da base e pela <i>genetrix</i>
Cone (area total)	» » a $\pi R (R + l)$
Esfera	» » a π multiplicado pelo quadrado do diametro
Zona esferica	» » a 2π multiplicado pelo raio e pela altura zona.

Para mais facilidade juntamos num quadro as formulas que dão os valores das areas e dos volumes.

II TABELA — Areas e volumes

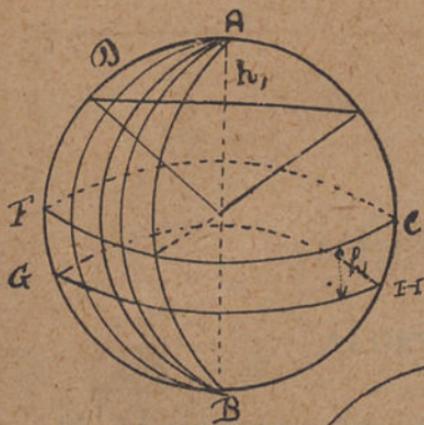
AREAS	FIG. ^{as}	VALORES
Rectangulo	Fig. 11	b = base h = altura
Paralelogramo	Fig. 10	b = base h = altura
Quadrado	Fig. 12	l = lado
Trapezio		ab e dc = bases h = altura
	Fig. 15	m n = base media
Triangulo	Fig. 9	l = lado h = altura
	Fig. 9	p = semi-perimetro: $p = \frac{a+b+c}{2}$
	Fig. 29	r = raio do circulo inscrito R = raio do circulo circunscrito
Quadrilatero inscrito	Fig. 31	$p = \frac{a+b+c+d}{2}$; r = raio do circulo
Quadrilatero circ. ¹⁰		β = numero de graus
Circulo		α = numero de graus f = flecha
Segmento circular.	Fig. 30	
Sector circular		

Cilindro recto	$Al = 2 \pi R \times h$ $At = 2 \pi R \times (R + h)$ $A = C \times h$	Fig. 26	$Al =$ area lateral $At =$ area total $C =$ circunferencia ou secção recta $h =$ Comprimento das geratrizes
Cilindro qualquer			
Cilindro troncado	$A = \pi R (h_1 + h_2)$ $Al = \pi R \times l$ $At = \pi R (R + l)$	Fig. 26 Fig. 27	
Tronco de cóno recto	$A = \pi l \times (R + r)$		
Paralelepipedo	$V = B \times h$		
Prisma	$V = B \times h$		
Piramide	$V = \frac{1}{3} B \times h$	Fig. 25	$B =$ area da base $h =$ altura
Cilindro	$V = \pi R^2 \times h$		
Cóno	$V = \frac{\pi R^2}{2} \times h$		
Tronco de cóno	$V = \frac{\pi h}{3} (R^2 + r^2 + \sqrt{R h})$		
Esfera	$V = \frac{4}{3} \pi R^3 = 4,189 \times R^3$		
Sector esférico	$V = \frac{2}{3} \pi R^2 \times h$	Fig. 28	
Segmento esférico	$V = \frac{1}{6} \pi h (3 a^2 + 3 b^2 + h^2)$		

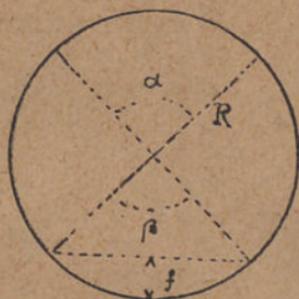
III TABELA

Valores dos elementos dos polígonos em função doutros

POLÍGONOS	Valor do R em função de l	Valor do r em função de l	Valor de l em função de R	Valor de r em função de l	Valor de r em função de l	Áreas em função de l e R
Triângulo 3	$0.577 \times l$	$0.289 \times l$	$1.792 \times R$	$0.289 \times l$	$3.463 \times r$	$0.483 l^2 = 1.299 R^2$
Quadrado 4	$0.707 \times l$	$0.900 \times l$	$1.414 \times R$	$0.900 \times l$	$2.000 \times r$	$1.000 l^2 = 2.000 R^2$
Pentágono 5	$0.851 \times l$	$0.688 \times l$	$1.176 \times R$	$0.688 \times l$	$1.453 \times r$	$1.721 l^2 = 2.378 R^2$
Hexágono 6	$1.000 \times l$	$0.866 \times l$	$1.000 \times R$	$0.866 \times l$	$1.155 \times r$	$2.598 l^2 = 2.598 R^2$
Heptágono 7	$1.112 \times l$	$1.038 \times l$	$0.868 \times R$	$1.038 \times l$	$0.963 \times r$	$3.684 l^2 = 2.786 R^2$
Octógono 8	$1.307 \times l$	$1.207 \times l$	$0.765 \times R$	$1.207 \times l$	$0.828 \times r$	$4.828 l^2 = 2.823 R^2$
Enegono 9	$1.462 \times l$	$1.374 \times l$	$0.684 \times R$	$1.374 \times l$	$0.728 \times r$	$6.182 l^2 = 2.892 R^2$
Decágono 10	$1.618 \times l$	$1.539 \times l$	$0.618 \times R$	$1.539 \times l$	$0.649 \times r$	$7.694 l^2 = 2.939 R^2$
Endecágono 11	$1.775 \times l$	$1.710 \times l$	$0.563 \times R$	$1.710 \times l$	$0.587 \times r$	$9.366 l^2 = 2.973 R^2$
Dodecágono 12	$1.932 \times l$	$1.866 \times l$	$0.518 \times R$	$1.866 \times l$	$0.536 \times r$	$11.19 l^2 = 3.000 R^2$



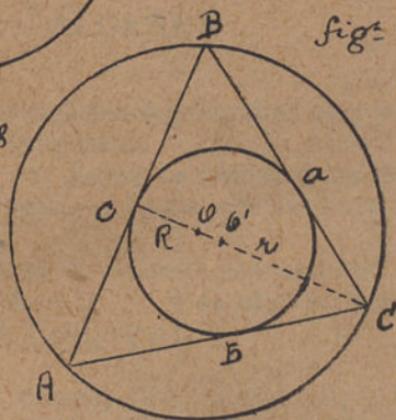
fig=28



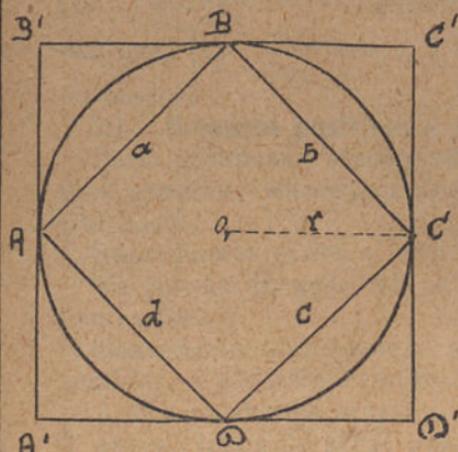
fig=30



fig=32



fig=29



fig=31

CAPITULO III

ALGEBRA

28— A algebra simplifica e generaliza as questões que se propõem sobre grandezas.

Representam-se por letras os numeros que medem as grandezas e empregam-se sinais que indicam as operações a efectuar.

As primeiras letras de alfabeto representam quantidades conhecidas, a, b, c, d, \dots e as ultimas t, u, v, x, y, z , as desconhecidas (incognitas).

Os sinais são:

(+) mais; (—) menos; (\times) multiplicar; (\div) dividir; ($\sqrt{\quad}$) extração de raiz; (=) igual; ($>$) maior que; ($<$) menor que; (\neq) diferente; (\geq) igual ou maior; (\leq) igual ou menor.

29— **Numeros positivos e numeros negativos:**

Para grandezas susceptiveis de serem medidas, em dois sentidos, sómente a noção do numero arithmetico, não basta.

Suponhamos sobre a recta AB o ponto O (fig. 33).

Na mesma direcção AB ha os dois sentidos OA , e OB , contrarios.

Convencionou-se chamar sentido positivo, a um dos sentidos, e negativo ao outro.

Assim na temperatura, que é uma grandeza, temos 2 graus (acima de zero) positivos, e 2 graus (abaixo de zero) negativos.

Os numeros são affectados ou do sinal (+) e dizem-se positivos, ou do sinal (—) e dizem-se negativos.

Aos numeros positivos e negativos chamam-se numeros algebricos.

Estes sinais nos numeros não indicam operação alguma, representam unicamente duas classes de numeros.

Chama-se modulo ou valor absoluto dum numero algebrico, o seu valor aritmetico independente do sinal.

Então a serie dos numeros algebricos é:

$$-\infty \dots -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, \dots \infty.$$

O numero negativo é tanto maior quanto menor fôr o seu valor absoluto.

— *Soma de 2 numeros algebricos*: Se os numeros são ambos positivos ou ambos negativos, somam-se dois numeros, somando os seus valores absolutos e dando ao resultado, o signal comum.

Ex.^o

$$(+3) + (+8) = +11$$

$$(-3) + (-8) = -11$$

— Se fôr um numero positivo e outro negativo, subtraem-se como se fossem numeros aritmeticos e dá-se o sinal do maior em valor absoluto.

$$(+8) + (-5) = +3$$

$$(-8) + (+5) = -3$$

— *Soma de mais de dois numeros*: Executa-se a operação, somando o 1.^o ao 2.^o, o resultado ao 3.^o, e assim sucessivamente.

Subtracção: Diferença entre dois numeros é obter um terceiro que somado com o segundo dê o primeiro:

$$\begin{array}{ll} (+8) - (+5) = +3 & \text{porque} \quad (+8) = (+3) + (+5) \\ (+8) - (-5) = +13 & \text{»} \quad (+8) = (+13) + (-5) \\ (-8) - (+5) = -13 & \text{»} \quad (-8) = (-13) + (+5) \\ (-8) - (-5) = -3 & \text{»} \quad (-8) = (-3) + (-5) \end{array}$$

Quer dizer: Para se fazer a subtracção muda-se o sinal ao denominador e soma-se algebricamente.

$$\begin{array}{l} (+8) - (-5) = (+8) + (+5) = (+8) + 5 = +13 \\ (-8) - (+5) = (-8) + (-5) = -8 - 5 = -13 \end{array}$$

Multiplicação:

Multiplicam-se dois números algebricos, multiplicando os seus valores absolutos e dando o sinal positivo ao produto se os dois factores tem o mesmo sinal e o sinal negativo, se tiverem sinais contrarios.

Pode representar-se pelo quadro seguinte:

$$\begin{array}{ll} (+1) \times (+1) = (+1) & (-1) \times (-1) = (+1) \\ (+1) \times (-1) = (-1) & (-1) \times (+1) = (-1) \end{array}$$

Multiplica-se um numero por um polinomio, multiplicando esse numero por todos os termos do polinómio.

$$a \times (b + c - d) = ab + ac - ad$$

— Divisão:

Quociente de dois números, é o numero que multiplicado pelo divisor dá o dividendo, atendendo aos sinais:

$$\begin{array}{lll} \frac{(+6)}{(+3)} = (\times 2) & \frac{(\times 6)}{(-3)} = (-2) & \frac{(-6)}{(\times 3)} = -2 \\ & \frac{(-6)}{(-3)} = (\times 2) & \end{array}$$

Potencia dum numero algebrico: E' o produto de factores iguais a esse numero:

A potencia dum numero positivo é positiva.

A potencia par dum numero negativo é positiva.

A potencia impar dum numero negativo é negativa.

30 — Expressões algebricas:

Quando as operações algebricas se não efectuam, fazendo sómente a sua indicação, temos expressões algebricas.

$$ab \times \frac{cd}{e} \times 3a\sqrt{c} \quad \text{é uma expressão algebrica.}$$

Valor numerico duma expressão algebrica é o resultado que se obtem substituindo nessa expressão as letras pelos seus valores e efectuando as operações.

A expressão algebraica que não tem o sinal (+) ou (-) é um monómio. A soma algebraica de monómios, chama-se polinómio, tomando cada monómio, o nome de termos do polinómio.

Coefficiente dum monómio é o producto de factores numericos que nele entram; as letras são a parte literal.

Exemplo: $-\frac{3}{4}ab^2$ é um monómio.
 $-\frac{3}{4}$ é o coefficiente, ab^2 é a parte literal.

Monómio racional: É racional o monómio em que nenhum dos factores da parte literal está affectada do sinal $\sqrt{\quad}$, e irracional quando qualquer factor da parte literal está debaixo da raiz.

Ex.^o $2\sqrt{3}ab$ é racional. $2b\sqrt{a}$ é irracional.

Monómio inteiro: É inteiro o monómio quando nenhum dos factores da parte literal está em denominador.

Ex.^o $\frac{3}{4}ab$ é um monómio inteiro
 $\frac{3ab}{c}$ é um monómio fraccionario.

Grau dum monómio: É a soma dos expoentes dos factores da parte literal.

Ex.^o $3abc^2$ é do 4.^o grau

Polinómio inteiro: É o polinómio constituido por monómios inteiros.

Grau dum polinómio: É o maior dos graus dos termos desse polinómio.

Termos semelhantes: são os termos que diferem sómente do signal e do coefficiente.

Ex.^o

$\frac{4}{3}abx^3$, $\frac{1}{5}abx^3$, $-\frac{1}{2}abx^3$, são termos semelhantes.

Reducção de termos semelhantes: Reduzem-se os termos semelhantes fazendo-se a soma algebrica dos coeficientes e dando a parte literal comum.

$$\begin{aligned} \frac{4}{3} abx^3 \times abx^3 - \frac{1}{3} abx^3 &= \left(\frac{4}{3} \times 1 - \frac{1}{3} \right) abx^3 = \\ &= \frac{4 \times 3 - 1}{3} abx^3 = \frac{6}{3} abx^3 = 2abx^3 \end{aligned}$$

31 — Equações:

Equação é uma igualdade que só é verificada para certos valores atribuídos às letras.

A equação é inteira, fraccionaria, racional ou irracional conforme os termos que nela entram, o são.

A equação é do 1.^o grau quando a incognita pertence à primeira potencia, do segundo grau, quando pertence à segunda potencia.

Ex.^o $ax = c$ é do primeiro grau em x
 $ax^2 \times bx = c$ é do segundo grau em x

Seja a equação $3x = 6$: esta igualdade é verificada para $x=2$, porque, para $x=2$ é $6=6$ igualdade que neste caso se chama identidade.

A equação $3x^2 + 5x = 8$ é verificada para $x=1$ porque substituindo x por 1 a equação se transforma em identidade.

32 — Funções — Variação duma função.

Chama-se *função* à expressão algebrica cujo valor depende duma ou mais variaveis.

NOTA — Supondo que se representa por x a variavel, a função designa-se por $f(x)$. Se forem x, y , as duas variaveis, será $f(x, y)$ a função.

Evidentemente que uma função dependendo da variavel (chamada variavel independente), a cada valor que se der à variavel, vai a função variando de valor.

Assim a equação do 3.^o grau, a duma parabola $y = \frac{0,00425}{R} x^3$, supondo R uma constante, é uma função de x porque a cada valor que se der a x vem para y um valor diferente.

Variaveis são as quantidades que passam por diferentes estados de grandeza.

Constantes são as quantidades que teem um valor unico e determinado.

O espaço percorrido por um móvel, é função da velocidade e do tempo gasto em o percorrer. E' uma função a duas variaveis. Supondo a velocidade constante, é o espaço uma função do tempo, uma variavel.

CAPITULO IV

TOPOGRAFIA

33 — *Historia*: Os gregos, tres seculos antes de Cristo, mediram muito rudimentarmente a parte da Terra que conheciam, porque tambem muito elementares eram os instrumentos com que trabalhavam.

A carta ficou traçada e referenciada a duas linhas, uma *NS*, outra *EO*. Mais tarde, dois seculos antes de Cristo, outro sabio grego melhorou o primeiro estudo, traçando linhas paralelas àqueles eixos, correspondendo quasi às actuais linhas de latitude e longitude.

Cincoenta anos depois, foi aperfeiçoado este ultimo desenho, ficando estas linhas paralelas com igual distancia entre si, e fixando-se assim a posição dos pontos na carta por coordenadas geograficas.

E, no ano 160 da era Cristã, Ptolomeu traçou a primeira planta que ficou desviada para leste, devido à falta de meios para uma precisa determinação de longitudes.

Como nessa epoca a parte conhecida da superficie terrestre se estendia mais no sentido *EO* as medições feitas nesse sentido ficaram conhecidas por longitudes (comprimento) e as tomadas no sentido *NS* por latitude (largura).

A carta de Ptolomeu desapareceu e só foi encontrada no seculo XV. Neste seculo e no seguinte os trabalhos vão-se aperfeiçoando, mas sómente em 1700 é que os erros de Ptolomeu foram rectificadados, e em 1761 appareceu a primeira reprodução do «*mappa-mundi*».

E, no seculo XVIII o progresso da sciencia permitiu

determinar rigorosamente as coordenadas geograficas, e as dimensões da Terra.

34 — *Noções gerais*: Para se conhecer previamente e obter as informações necessarias duma região, lançamos mão duma *planta* dessa região, que por meio de sinais convencionais nos dá, nos seus detalhes, a disposição das obras da Natureza e dos homens.

Por outro lado, quando queremos fixar um itinerário, conservar a imagem dum sitio, indicar a posição dum local, desenhamos a sua *planta*.

As plantas ou cartas, conforme a escala em que são desenhadas, classificam-se em:

a) Geograficas — que mostram uma grande extensão da superficie terrestre (carta da Europa).

b) Corograficas — que dão a configuração dum Paiz (carta de Portugal).

c) Topograficas — que com mais detalhes nos dão informações precisas duma parte duma região.

— Para desenhar uma carta, temos de seguir duas fases: 1.^o Determinação geometrica dos pontos base, de que trata a *geodesia*. 2.^o Levantamento da carta sobre o terreno, e desenho dos detalhes e que constitui a *topografia*.

35 — *Geodesia*:

E' a sciencia que ensina a medir e dividir a superficie terrestre.

A posição dum ponto no globo fica determinada no terreno, e referida na carta, a dois eixos-base que são: o *Equador*, para as medidas verticais (*NS*) que se chamam latitudes e o *meridiano* para as medidas horizontais (*EO*) variando de paiz para paiz, e que se chamam longitudes.

Supõe-se o globo terrestre dividido por circulos imaginarios, cuja posição sobre a terra, se pode rigorosamente determinar.

Temos como mais importante, e já referido, o *Equador*, que divide a esfera em dois hemisferios, o do Norte, e o do Sul.

Os outros circulos que são paralelos ao equador, chamam-se *paralelos*. Os que são normais ao equador chamam-se meridianos, e tomam este nome porque passam pelo sol ao meio dia, quer dizer, é a linha que reúne os pontos da terra que estão todos voltados para o sol.

Cada um destes círculos está dividido em 360° ou 400^s (grados).

O grau ($^\circ$) está dividido em $60'$ (minutos) e o minuto ($'$) em $60''$ (segundos) ($''$).

O grado ($^\circ$) está dividido em $100'$ (minutos) e o minuto ($'$) em $100''$ (segundos) ($''$).

Chamam-se coordenadas geográficas ao conjunto da longitude (abscissa) e da latitude (ordenada).

36 — Triangulação:

A geodesia traçou sobre a superfície terrestre uma cadeia de triângulos de tal modo dispostos que de cada vertice dum triângulo se vejam dois outros vertices (marcos geodesicos).

Então fica cada região coberta duma rede de triângulos, no interior dos quais se colocam com exactidão, e bem referenciados, os detalhes do terreno.

Em cada vertice, no terreno, está colocado um marco geodesico que se representa na carta por um rectângulo com as suas diagonais ou por triângulo com um ponto conforme forem pontos trigonometricos de $1.^a$ ou $2.^a$ ordem, isto é, conforme forem vertices de triângulos de $1.^a$ ou $2.^a$ ordem, sendo esta classificação, função da grandeza do lado-base.

37—A *Topografia*, tem por fim desenhar sobre um papel facilmente manejavel a configuração dum terreno com os seus detalhes, quer na planimetria quer no nivelamento.

Na topografia imaginamos todos os pontos ou linhas do terreno projectadas sobre um plano horizontal.

A topografia consta da: a) *Topometria*, que estuda sobre o terreno, o seu relêvo, a determinação metrica dos elementos da planta, por assim dizer; b) *Topologia*, que estuda a representação dos elementos medidos, de modo a exprimir e fazer compreender as fórmulas do terreno,

Esta compreende a *planimetria* que sobre um plano horizontal ensina a traçar as linhas que merecem menção (estradas, linhas d'agua, etc.) e a *altimetria* ou nivelamento que representa as fórmulas do relêvo do terreno.

38 — Escalas:

Como não é possível desenhar sobre uma folha de papel um terreno, uma casa, etc., reduz-se a dimensão do terreno em relação à do papel, mas tendo o cuidado

de reduzir, sobre o mesmo desenho, para todos os objectos, os comprimentos à mesma proporção.

A relação entre as distancias reais e a sua redução, chama-se *escala numerica*.

Por exemplo para desenhar 2000 metros de terreno sobre 1 metro de papel, temos de reduzir os comprimentos 2000 vezes e então diz se que 1 metro representa 2000 metros.

A relação é

$$\frac{1}{2000} \text{ e a escala é: um para dois mil.}$$

Como regra, o numerador da fracção é a unidade, quer dizer 1^m,0. Então, cada milímetro equivale no terreno ao valor do denominador, tirando-lhe as três ultimas cifras.

Exemplo:

$$\frac{1}{2000} \text{ equivale } 1^{\text{m}}/_{\text{m}} \text{ a } 2^{\text{m}}.$$

— Uma escala é tanto mais pequena, quanto mais reduzido fôr o desenho.

Quanto mais reduzido fôr o desenho, mais difficil se torna o seu detalhe.

Até $\frac{1}{5000}$ as dimensões dos objectos figuram no desenho.

Então podemos fazer a seguinte classificação:

Carta quando o desenho está em escala grande.

Planta quando o desenho está em escala pequena.

Croquis quando o desenho está em escala aproximada.

— Pode succeder que o numerador da fracção seja menor que a unidade, então multiplicam-se os dois termos da fracção por 10 ou potencia de 10 necessária para o tornar inteiro.

Exemplo:

Se a escala fôr 0^m,005 por metro

$$\frac{0,005}{1} = \frac{0,005 \times 10^3}{10^3} = \frac{5}{1000} = \frac{1}{200}$$

Seja C um comprimento no terreno, c o valor correspondente na planta, e E o denominador da escala, depois de reduzida à fracção $\frac{1}{E}$ temos:

$$\frac{1}{E} = \frac{c}{C} \quad \text{donde} \quad C = Ec \quad \text{e} \quad c = \frac{C}{E}$$

Exemplo: 80^m na escala $\frac{1}{200}$

$$c = \frac{C}{E} = \frac{80}{200} = \frac{8}{20} = 0^m,4 \quad \text{valor na planta.}$$

Inversamente 0^m,4 na planta, com escala $\frac{1}{200}$

$$C = Ec = 200 \times 0,4 = 80^m$$

— As diferentes escalas adoptadas em Portugal são em geral:

$$\frac{1}{1}; \frac{1}{2}; \frac{1}{5}; \frac{1}{10}; \frac{1}{20}; \frac{1}{50}; \frac{1}{100}; \frac{1}{200}; \frac{1}{500}$$

nas plantas que exigem detalhes muito pronunciados;

$$\frac{1}{1000}; \frac{1}{2000}; \frac{1}{5000}$$

nas plantas de localidades e levantamentos de caminhos de ferro;

$$\frac{1}{10000}$$

para levantamentos até 5.000^m;

$$\frac{1}{20000}$$

para levantamentos de areas de 10^{km};

$$\frac{1}{50000}; \frac{1}{100000}$$

para cartas corograficas;

$$\frac{1}{200000}; \frac{1}{500000}$$

para cartas geográficas.

A *escala grafica* serve para se fazer medições por meio de compasso.

39 — Projecção horisontal:

Imaginemos um ponto M no espaço. Chama-se projecção horisontal desse ponto sobre um plano, o pé da perpendicular P' baixada desse ponto sobre o plano (XX'), (fig. 34).

A distancia MP' , do ponto ao plano chama-se *cota*, se o plano fôr qualquer e altitude se o plano de referencia fôr a superficie media das aguas do mar, para não haver cotas negativas.

A diferença MD entre dois pontos de nivel diferente chama-se *diferença de nivel*.

— Para achar a projecção do segmento AB , sobre o plano, não temos mais que considerar este segmento como constituido por uma serie de pontos, e determinar a projecção de cada um desses pontos (fig. 35).

Se a linha fôr paralela ao plano horisontal, projecta-se em verdadeira grandeza, se estiver num plano não horisontal, projecta-se segundo uma linha de menor grandeza.

— A *projecção horisontal duma superficie*, determina-se achando a projecção das linhas contorno da superficie.

NOTA — Ha as seguintes escalas, entre outras, nas cartas dos diferentes Paizes:

$$\frac{1}{20000} \text{ na Belgica.}$$

$$\frac{1}{50000} \text{ na Espanha e Holanda.}$$

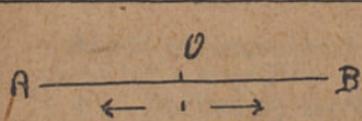
$$\frac{1}{80000} \text{ na França (Estado Maior) e Dinamarca.}$$

$$\frac{1}{100000} \text{ na Alemanha, Italia, Japão, Noruega, Suecia e Suissa.}$$

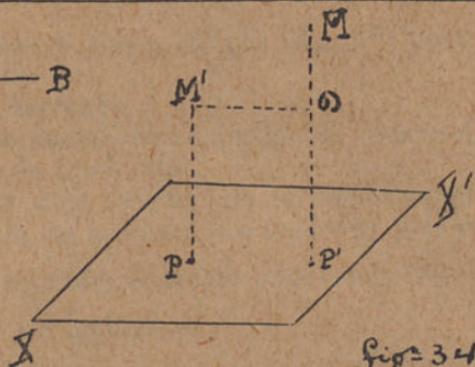
$$\frac{1}{200000} \text{ na Grecia.}$$

$$\frac{1}{250000} \text{ nos Estados Unidos.}$$

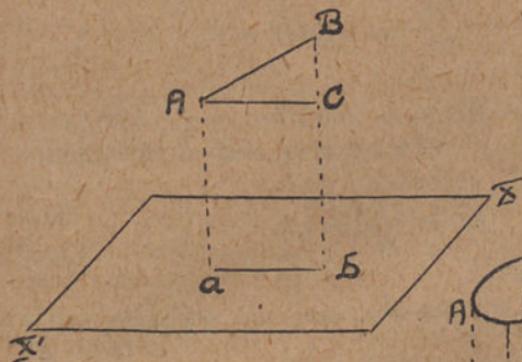
1 polegada por milha — Inglaterra. (1 milha = 1609^m,308) (1 polegada = 0^m,254).



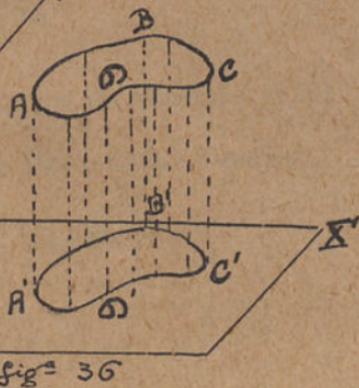
fig= 33



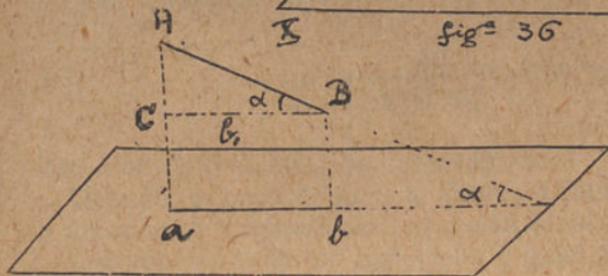
fig= 34



fig= 35



fig= 36



fig= 37

Assim projectamos a linha $ABCD$ (fig. 36) para se projectar a superficie.

40 — Declive do terreno:

Chama-se declive duma linha à inclinação dela em relação à sua projecção horisontal.

E' expressa por uma função que se chama *tangente* do angulo a (angulo de inclinação) e se define pela relação $\frac{AC}{BC}$ (quer dizer altura a dividir pela base), (fig. 37).

Designando por i a inclinação

$$i = \text{tang. } a = \frac{AC}{BC} = \frac{h}{b}$$

Supondo, por exemplo, que $CB = 2 AC$ temos que a inclinação é dada pela relação

$$i = \frac{1}{2} = 0,5$$

o que significa que em dois metros de extensão subiu um metro.

Em geral refere-se à unidade 100 e então dizemos:

$$\frac{AC}{BC} = \frac{x}{100} \quad \text{donde} \quad x = 100 \times \frac{AC}{BC}$$

Para o exemplo anterior

$$x = 100 \times \frac{AC}{2 \times AC} = 50 \%$$

isto é em 100 metros de extensão subiu 50^m.

Quando a base é igual à altura, a inclinação é igual à unidade, e o angulo de inclinação igual a 45°.

Quando o angulo de inclinação é igual a 90°, a projecção da recta sobre o plano é um ponto.

A seguir damos as tabelas de transformação dos declives expressos em metros, em graus de inclinação, e inversamente.

IV TABELA

Tabela da transformação dos declives expressos em metros e em graus de inclinação

Inclinação	Graus de inclinação	Inclinação	Graus de inclinação	Inclinação	Graus de inclinação	Inclinação	Graus de inclinação
0.005	0° 17' 10"	0.045	2° 34' 40"	0.085	4° 51' 30"	0.125	7° 7' 30"
0.010	0 35' 0"	0.050	2° 51' 40"	0.090	5° 8' 30"	0.130	7° 24' 20"
0.015	0° 51' 30"	0.055	3° 8' 50"	0.095	5° 25' 30"	0.135	7° 41' 20"
0.020	1° 8' 40"	0.060	3° 26' 0"	0.100	5° 42' 30"	0.140	7° 58' 10"
0.025	1° 26' 0"	0.065	3° 43' 10"	0.105	5° 50' 30"	0.145	8° 15' 5"
0.030	1° 43' 01"	0.070	4° 0' 20"	0.110	6° 16' 30"	0.150	8° 31' 50"
0.035	2° 0' 20"	0.075	4° 17' 20"	0.115	6° 33' 40"	0.200	11° 18' 35"
0.040	2° 10' 30"	0.080	4° 34' 30"	0.120	6° 50' 30"	0.250	14° 2' 05"

V TABELA

Tabela de transformação dos graus de inclinação em declives

Graus	Inclinação	Graus	Inclinação	Graus	Inclinação	Graus	Inclinação
0° 15	0.00136	3° 30	0.06116	10	0.17633	26	0.48773
0° 30	0.00873	4°	0.06993	12	0.21256	28	0.53171
0° 45	0.01309	4° 30	0.07370	14	0.24933	30	0.57735
0° 60	0.01746	5°	0.08749	16	0.28675	32	0.62487
1° 30	0.02618	6°	0.10510	18	0.32492	34	0.67451
2°	0.03492	7°	0.12278	20	0.36337	36	0.72654
2° 30	0.04366	8°	0.14054	22	0.40403	38	0.78120
3°	0.05241	9°	0.15838	24	0.44523	40	0.83910

$BCFD$ cortado por planos para-
 X' e todos equidistantes (fig. 38).
 as superfícies AB , EF e DC ,

os pontos que teem a mesma

os pontos que teem a mesma

projeções das superfícies resul-
 tando um sólido por planos horisontais
 deu a noção de curva de nível.

nível, as curvas que, no plano
 os pontos que teem a mesma cota.

equidistantes, quanto mais apro-
 ximadas de nível mais íngreme é o

o desenho representam-se por
 linhas, podendo-se, para dar maior
 clareza, algumas mais reforçadas, con-
 tendo cinco ou de quatro em qua-
 dras mestras.

planos chama-se *equidistancia*

a equidistancia natural reduzida

obtivemos a equidistancia natural
 da escala.

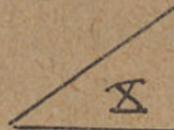
equidistancia natural, G a gra-
 da escala $1/E$

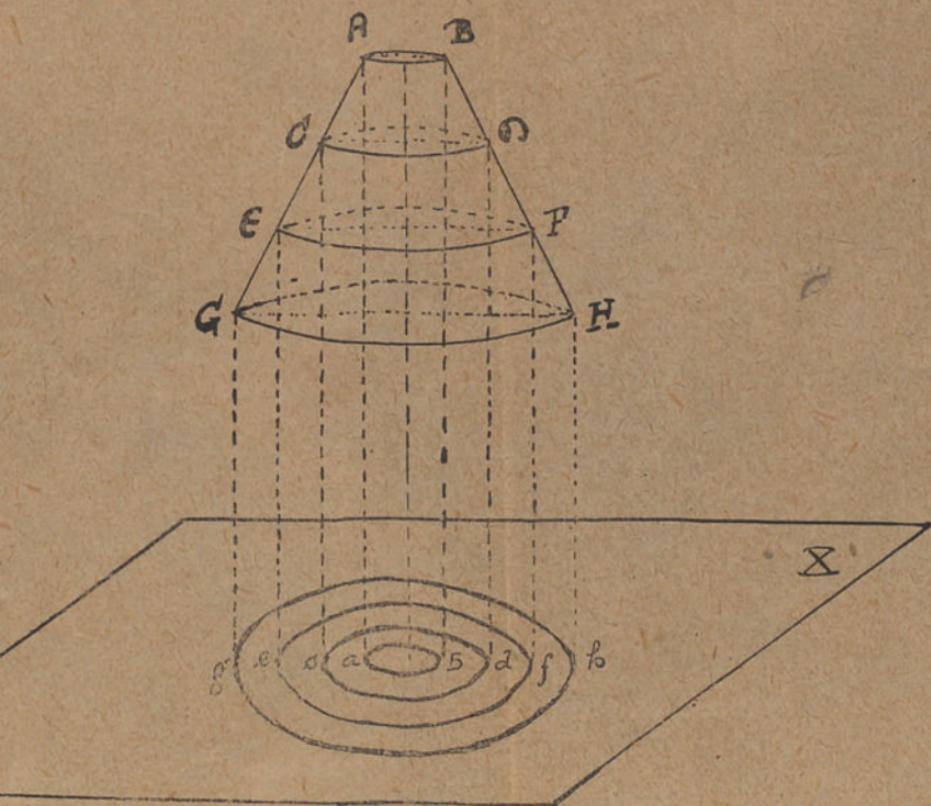
$$= \frac{N}{E}$$

gráfica de Portugal desenhada na
 equidistancia natural de 125^m , a

das curvas de nível se podem
 ser interessantes:

do ponto M , sendo conhecidas
 (fig. 39).





fig^a 38



Seja x a diferença de nível entre C e C' e O o centro, da normal às duas curvas, passando pelo ponto M e que tem por cotas respectivamente 40 e 10. Temos então a proporção:

$$\frac{x}{CM} = \frac{10}{CC'} \quad \text{donde} \quad x = 10 \times \frac{CM}{CC'}$$

Suponhamos $CC' = 210$, $MC = 70$,

$$x = 10 \times \frac{70}{210} = 3,3$$

então a cota de M , é a cota da curva 40.

2.º Medir o declive dum eixo dum a eixo de ferro entre dois pontos.

O declive $I_{cc'}$ de CC' é: sendo $CC' =$

$$I_{cc'} = \frac{10}{CC'} = \frac{10}{210} = \frac{1}{21} \quad \text{que é}$$

3.º Conhecida a escala, calcular a distancia entre dois pontos.

Não temos mais do que multiplicar a distancia d pelo denominador E da escala.

Sendo: D a distancia sobre o terreno

d a distancia medida no desenho

E o denominador da escala

$$\text{é:} \quad D = d \times E. \quad . \quad . \quad . \quad .$$

4.º Inversamente: para achar a distancia entre dois pontos conhecidos, sobre o terreno, tiramos a distancia pelo denominador da escala

$$\text{tiramos } d = \frac{D}{E}.$$

5.º Traçar numa planta um eixo com uma inclinação dada (fig. 40).

Suponhamos que a partir de M , se traça um eixo com uma inclinação dada (fig. 40).

Acha-se o raio dum arco de circunferencia com o centro em M , vá cortar a curva de nível

tos. Escolhendo um deles, e unindo-o com M , temos o declive pedido.

Não temos mais do que aplicar a seguinte regra para achar o raio.

Multiplica-se a equidistancia natural por 100 e divide-se pelo numero que representa a inclinação, reduzindo-se depois à escala.

Exemplo: $i = 18^\circ$ escala $1/20000$
Logo

$$x = \frac{10 \times 100}{18} = 55,5$$

donde

$$R = \frac{55,5}{20000} = 0,003$$

CAPITULO V

MEDIÇÕES E APARELHOS

43 — Medições:

Bandeirola: Para se determinar a posição entre dois pontos, que não sejam bem visíveis para o observador, lança-se mão da *bandeirola*, haste de madeira com 2^m de altura, de secção circular ou poligonal, com um ferão para se fixar no solo, e pintada por zonas, de côres diferentes, para ser bem visível.

Ao cravar-se a bandeirola, é necessario verificar-se se está bem desempenada, e coloca-se vertical com auxilio do fio de prumo.

— Para medições sem responsabilidade, pode usar-se, o *passo*. Cada passo varia entre 0^m,7 e 1^m, devendo cada medidor fazer um estudo prévio do seu passo, tirando uma media dos passos andados num determinado espaço.

— *Fita metrica:* E' uma fita de linho, envernizada, ou de metal, dividida em metros, decímetros e centímetros, com um comprimento até 30^m. Enrolada numa caixa, é muito portatil e de facil applicação.

— *Cadeia do agrimensor:* Para medições mais rigorosas usa-se a cadeia: E' constituída por um conjunto de hastes terminadas em olhais e ligadas por aneis de metal, que estão diferenciados de modo a dividir a cadeia em metros. Cada fusil mede dois decímetros.

Empregam-se com a cadeia duas fichas, que se cravam no chão ao fim de cada medição da cadeia.

Mede-se um alinhamento, num terreno aproximadamente horizontal, estendendo a cadeia na direcção dele,

de modo que a argola (extremo da cadeia) coincida com o ponto inicial da medição.

O medidor da frente crava uma ficha no ponto onde a cadeia acabou; avançam os dois medidores, até que o medidor da rectaguarda, pare junto à 1.^a ficha. Este tira esta ficha, e o da frente crava outra, e assim sucessivamente:

O numero de fichas dá o numero de vezes que se applicou a cadeia.

— *Medição num terreno inclinado:*

Quando o terreno é inclinado temos de considerar, que a projecção do terreno a_1d_1 , é menor do que o terreno $abcd$, (fig. 41).

Então opera-se por paralelas, fazendo as medições de modo que a fita metrica fique sempre horisontal.

Colocam-se bandeirolas $a'a$, bb' , cc' , dd' , e medem-se as distancias horisontais ab , bc , cd , que somadas dão a_1d_1 (projectada).

— *Alinhamento:* Para se obter um alinhamento entre dois pontos A e B , não temos mais do que colocar uma bandeirola em cada um dos pontos A e B e colocar entre esses dois pontos mais bandeirolas C , D ... (fig. 42).

O medidor está em A e manda o ajudante colocar-se com a bandeirola C , suspensa, e com o braço estendido na direcção do alinhamento $A'B'$. A bandeirola passando pela linha $A'B'$, está no alinhamento, e o medidor manda cravar. Quando de A se não veja senão uma bandeirola depois de todas colocadas, está o alinhamento feito.

— *Determinar a intercepção de dois alinhamentos:*

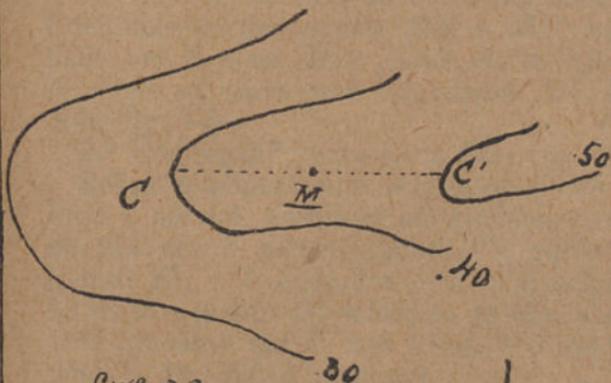
Muitas vezes somos obrigados a determinar a intercepção de dois alinhamentos, sómente com as bandeirolas.

Exemplo: temos quatro pontos A , B , C , D , queremos determinar a intercepção destes alinhamentos (fig. 43).

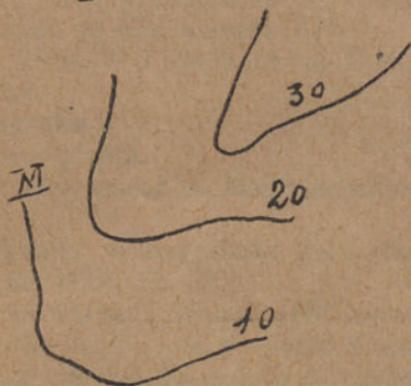
Entre B e D coloca-se a bandeirola E e sobre o alinhamento DE , o ajudante vai-se colocar no alinhamento AC dado pelo medidor, que está em A .

Quando passar pela linha AC , o medidor manda cravar, e F é a intercepção pedida.

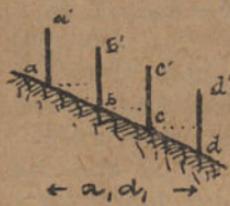
— *Sobre o alinhamento AB , tirar uma normal no ponto C :*



fig^a 39



fig^a 40



fig^a 41



fig^a 42



fig^a 43

1.º Com a fita toma-se um comprimento $CD = CE$. Com dois cordeis iguais ME e MD , bem estendidos, fixos em E e em D , e juntos em M , se obtém o ponto M , onde se crava uma bandeirola. MC é a normal pedida (fig. 44).

2.º Empregando sómente a fita: (fig. 45)

Sobre o alinhamento AB , e no ponto onde se quer tirar a normal, coloca-se um ajudante com a bandeirola na fita aos 3 metros (ponto C), outro aos 7 metros (ponto E), e o operador com o principio da fita e aos 12 metros (ponto D) coloca-se no alinhamento AB .

O ajudante em C está firme, e o ajudante em E estende a fita. EC é a normal.

44-- **Aparelhos na topografia:**

1.º Para trabalhar sobre a planta.

a) *Transferidor*: Serve para traçar ou medir angulos (fig. 46).

Consta duma lamina circular, transparente, cuja circumferencia está dividida em 360° , ou 400° .

Para medir um angulo assenta-se a linha 0° - 180° sobre um dos lados, e gira-se de modo que o centro C do transferidor coincida com o vertice do angulo e o zero com o lado sobre que se quer medir. Assim para medir o angulo ACB , lê-se sobre a gradação o valor do angulo.

b) *Curvimetro*: Mede as distancias sobre o papel (fig. 47).

Faz-se girar uma roda dentada sobre o itinerario, e o movimento desta roda, transmite-se por um sistema de reajoaria a um ponteiro que vai indicando o percurso feito.

c) *Pantografo*: Serve para fazer reduções, ampliações ou reproduções duma planta (fig. 48).

São quatro reguas com a forma dum A estando numa das pernas, um estilete e nas articulações do centro, outro.

Estas quatro peças estão de tal modo articuladas, que ao movimento dado a uma das reguas, corresponde um movimento na articulação igual, maior ou menor em escala.

2.º Para trabalhar no campo.

a) Dando sómente medida de angulos horisontais.

Bussolas e goniometros.

1.^o *Pantometro*: Serve para medir angulos (figs. 49 50) e levantar normais.

E' formado por dois tambores cilindricos que giram em torno dum eixo vertical. O tambor superior tem uma agulha magnetica que gira num limbo graduado. Tem duas janelas *J* e duas fendas *F*, dispostas conforme a figura 50 e dois nonios dispostos de modo que os zeros correspondam aos extremos do diametro em que existe uma fenda e uma janela, correspondendo esta à divisão 0° (Norte) e aquella à divisão 180° (Sul) do limbo. O movimento de rotação do limbo superior é dado por intermedio do botão *B*.

O tambor inferior *F* é graduado em graus em todo o bordo, tendo sómente uma fenda e uma janela no mesmo diametro, correspondendo esta à divisão 180° e aquella à divisão 0°.

O pantometro segura-se por meio dum tripé ou dum bastão.

2.^o *Esquadro de agrimensor*: Serve para marcar angulos de 45° e 90°.

Tem tambem ranhuras como o pantometro, mas, é formado por um só cilindro.

3.^o *Grafometro*: Serve para determinar angulos horizontais.

Consta de um limbo semi-circular, com duas graduações em graus, dispostos em sentidos contrarios.

Segundo o diametro e nas extremidades, estão duas pinulas.

Outras duas pinulas fixas à alidade movel em torno dum eixo, que é tambem eixo do aparelho, forma a segunda parte do aparelho.

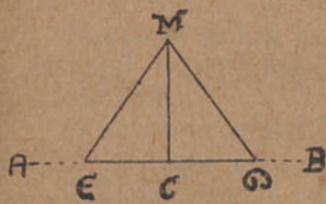
4.^o *Bussolas* de Berget, Langlet e Rossignol.

b) Dando a medida de angulos verticais e horizontais.

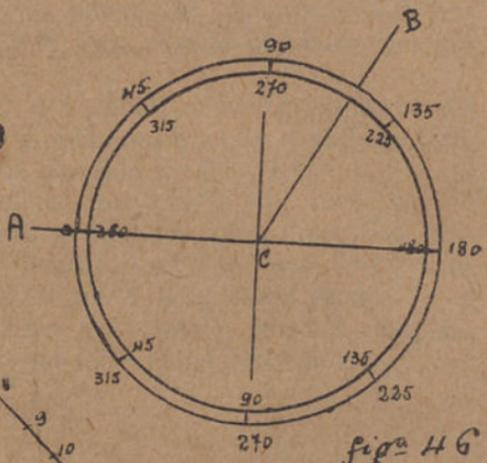
Alidade Peigné. E' uma bussola encerrada numa caixa, tendo na tampa um espelho, que reflecte as divisões do limbo. Uma regua com uma ranhura, segura a tampa com a inclinação de 45° (fig. 51).

Instrumentos de precisão:

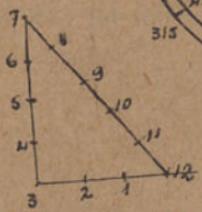
Os teodolitos e taqueometros servem para nos dar com precisão os angulos horizontais e os verticais.



fig^a 44



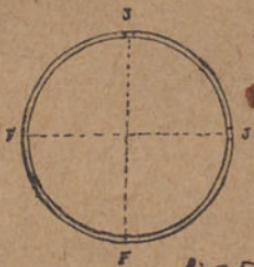
fig^a 46



fig^a 45



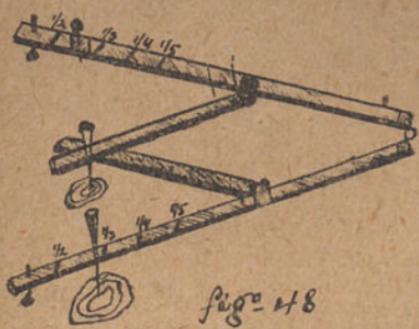
fig^a 47



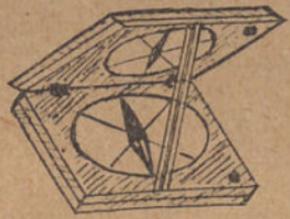
fig^a 50



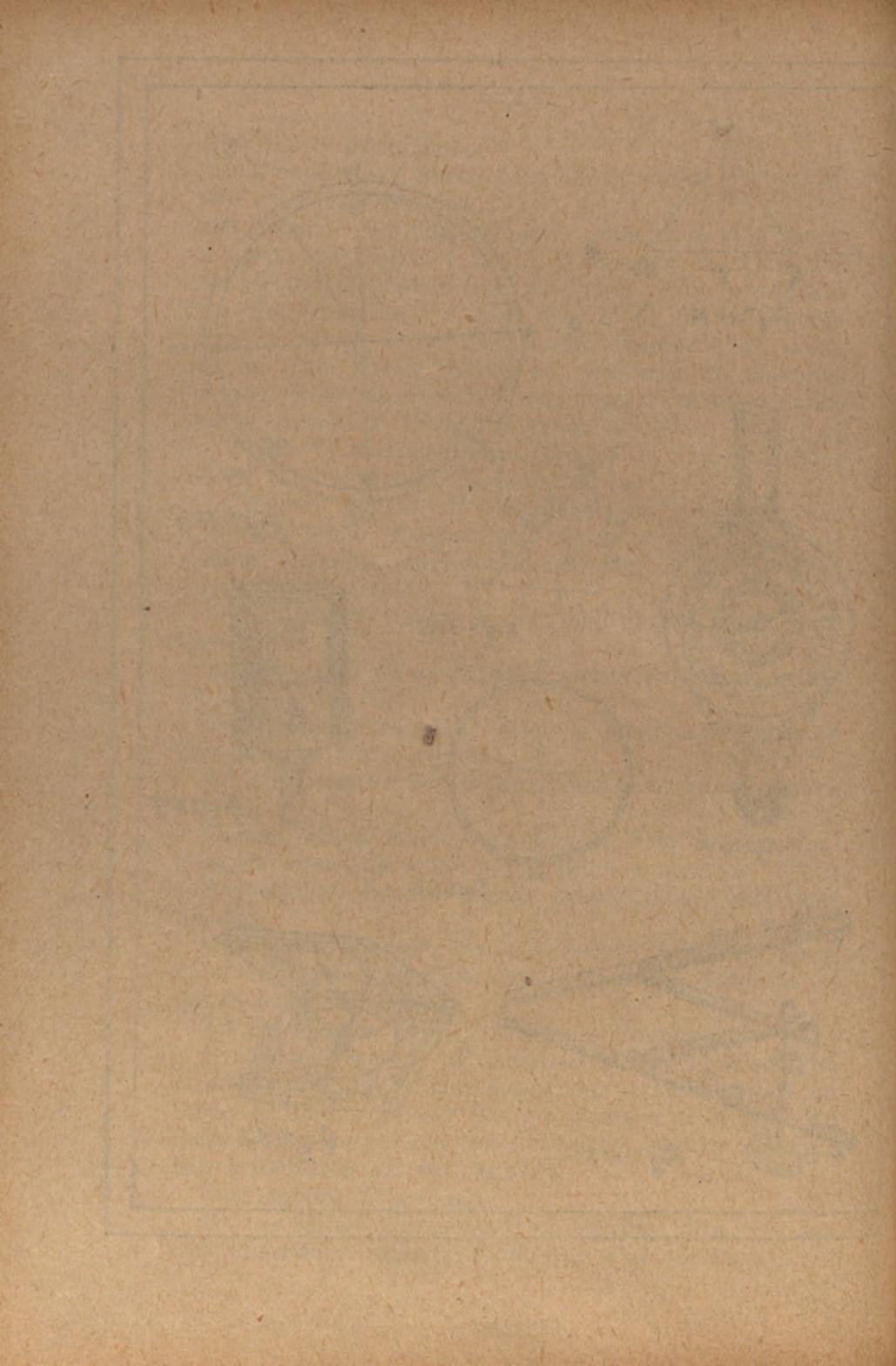
fig^a 49



fig^a 48



fig^a 51



Nas suas linhas gerais consta de um círculo NS , horizontal dividido em 360° . Este círculo nivela-se, ficando horizontal.

O outro círculo ZZ' é vertical, e movel em torno do eixo ZO , que no seu movimento arrasta a alidade OH .

O limbo vertical está dividido de 0° a 180°

O oculo VA é móvel em torno de C (fig. 52).

— *Miras*: São reguas graduadas, que, colocadas verticalmente em varios pontos, nos dão, pela leitura no aparelho, as diferenças de nivel entre esses pontos.

Como a leitura é feita pelo oculo, que dá imagens invertidas, os numeros na mira estão invertidos.

APENDICE Á I PARTE

GEOMETRIA ANALITICA

45 — A geometria analitica estuda as propriedades das figuras por analyse algebraica, quer dizer, estuda-se e demonstra-se uma certa propriedade duma figura composta de pontos, rectas, curvas; e a mesma relação existe para as diferentes posições dessa figura, quando o ponto, recta, curva, mudam de posição, pois, as diferentes posições que tomam as partes da figura são funcções dos valores e dos sinais dados às letras.

Chamam-se coordenadas as quantidades variaveis que servem para fixar a posição dum ponto num plano. —

Suponhamos duas rectas XX' e YY' , chamadas eixos coordenados, normais, que se encontram no ponto O , chamado origem. Estes eixos dividem o plano em 4 quadrantes.

O ponto M_1 no primeiro quadrante, fica bem determinado se o referirmos aos dois eixos OX e OY , que se chamam o eixo dos XX , e o eixo dos YY (fig. 53).

Pelo ponto M_1 tiramos paralelas aos dois eixos. Temos os segmentos M_1P_2 e M_1Q_1 , tais que $M_1P_2 = OQ_1$ e $M_1Q_1 = OP_2$. Então chamando $OP_2 = x$ e $OQ_1 = y$ temos que M fica definido por (x, y) , variaveis, conforme M_1 se afasta de OX ou OY ou dos dois eixos simultaneamente. Aos valores tomados sobre o eixo dos XX , e que representa o quanto se afasta do eixo dos YY , chamam-se *abscissas*. Aos valores tomados sobre o eixo dos YY , e que representa o quanto se afasta do eixo dos XX , chamam-se *ordenadas*.

As abscissas designam-se por x e as ordenadas por y , e ao conjunto chamam-se *coordenadas*.

Um ponto M_2 , também fica definido pelas suas coordenadas, o mesmo sucedendo aos pontos M_3 e M_4 .

Então para se indicar em qual dos quadrantes devemos colocar um ponto, temos de lançar mão dos sinais:

Todos os pontos colocados *acima* do eixo dos XX tem ordenadas positivas.

Todos os pontos colocados *abaixo* do eixo dos XX tem ordenadas negativas.

Todos os pontos colocados *à direita* do eixo dos YY tem abscissas positivas.

Todos os pontos colocados *à esquerda* do eixo dos YY tem abscissas negativas.

Então temos os 4 pontos definidos do modo seguinte:

$$M_1 \begin{cases} x = +a \\ y = +b \end{cases} \quad M_2 \begin{cases} x = -a \\ y = +b \end{cases} \quad M_3 \begin{cases} x = -a \\ y = -b \end{cases} \\ M_4 \begin{cases} x = +a \\ y = -b \end{cases}$$

Exemplo: (fig. 54).

Suponhamos o ponto M_1 definido pelas coordenadas $(+3, +5)$.

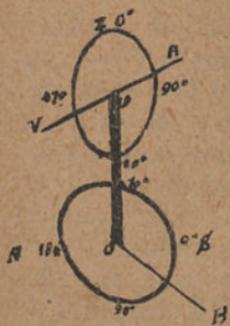
Suponhamos o ponto M_2 definido pelas coordenadas $(-5, +2)$.

Suponhamos o ponto M_3 definido pelas coordenadas $(-9, -2)$.

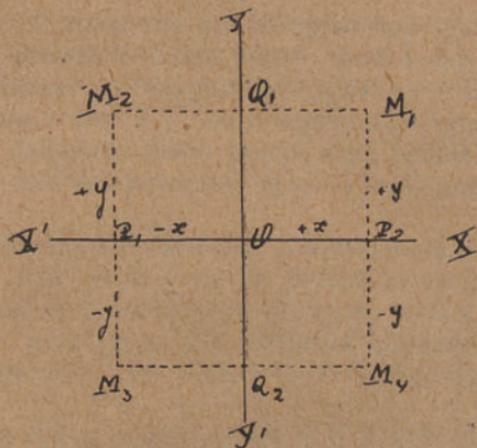
Suponhamos o ponto M_4 definido pelas coordenadas $(+7, -4)$.

Para M_1 , sobre OX tomamos um comprimento igual a $(+3)$, e deste ponto tiramos uma paralela a OY , sobre a qual marcamos um comprimento igual a $(+5)$.

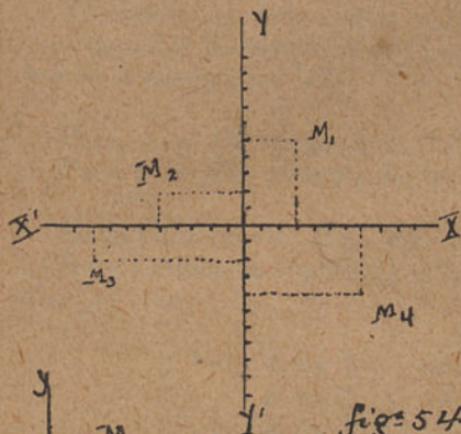
Para M_2 , sobre OX' tomamos um comprimento igual a (-5) e sobre a ordenada deste ponto marcamos um comprimento igual a $(+2)$, paralelo a YY , e para cima.



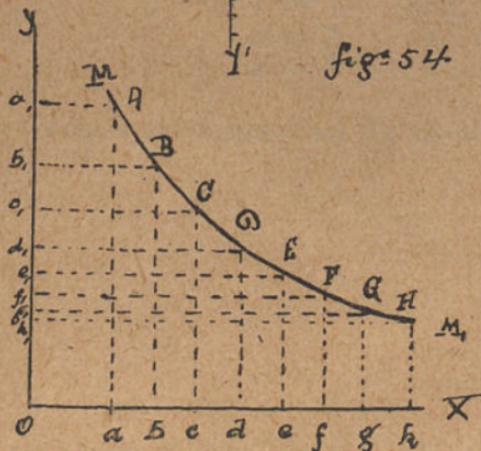
fig=52



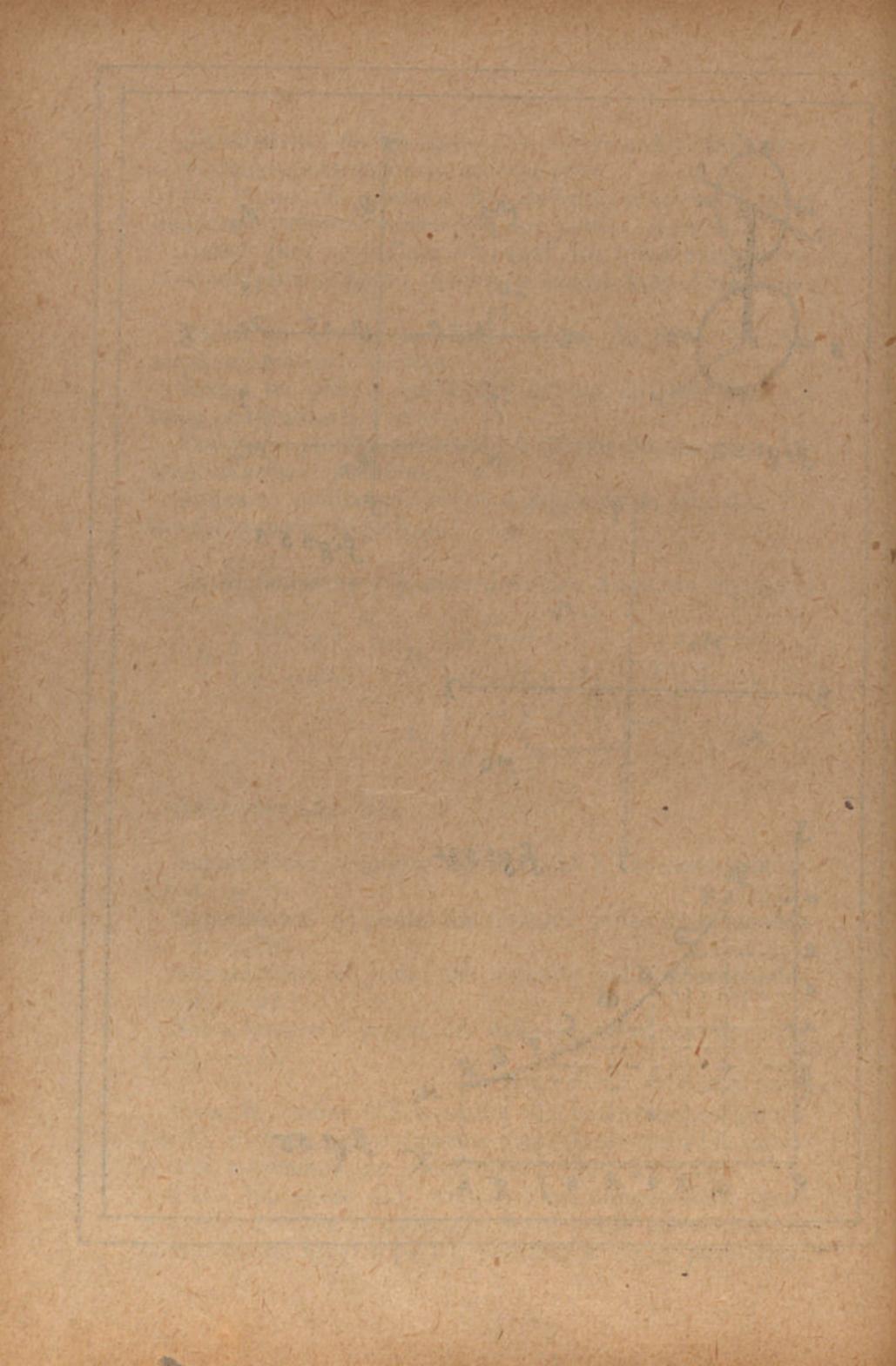
fig=53



fig=54



fig=55



Para M_3 , sobre XX' tomamos um comprimento igual a (-9) e sobre a ordenada deste ponto, para baixo e paralela a YY' , marcamos o comprimento igual a (-2) .

Para M_4 , marcamos sobre XX' um comprimento igual a $(+7)$ e sobre a ordenada deste ponto, uma paralela a YY' , e marcamos um comprimento igual a -4 , para baixo.

— Sendo um ponto sobre o eixo dos XX tem uma ordenada nula, então é $(x = a, y = 0)$, se estiver sobre o eixo dos YY tem abcissa nula, então $(x = 0, y = b)$.

46 — Suponhamos uma linha AB , definida geometricamente por uma propriedade comum a cada um dos pontos.

Tomemos os dois eixos coordenados OX e OY . As coordenadas do ponto $M(x, y)$ dependem da sua posição sobre a curva (fig. 55).

Para $x = Ob$, temos $y = bB$.

Para $x = Oc$, temos $y = cC$.

Exemplifiquemos: (fig. 56).

Suponhamos a equação, $y = 2x$ que é uma função $f(x, y) = 0$:

Para $x = 1$	vem	$y = 2$
» $x = 2$	»	$y = 4$
» $x = 3$	»	$y = 6$

Temos então que $y = 2x$ representa a recta AB .

II PARTE

Construção – Infrastructura

CAPITULO I

NOÇÕES GERAIS

CAPITULO II

TERRAPLANAGENS

CAPITULO III

NOMENCLATURA DAS OBRAS D'ARTE E FINS A QUE SE DESTINAM

CAPITULO IV

VEDAÇÕES E DRENAGENS

APENDICE Á II PARTE

ALINHAMENTOS RECTOS E CURVOS – – CURVAS CIRCULARES E PARABOLICAS

II PARTE

Construção - Infraestrutura

INSTRUMENTOS DE PLANEJAMENTO

PLANO DE DESENVOLVIMENTO

PLANO DE DESENVOLVIMENTO
E PLANO DE OBRAS

PLANO DE OBRAS

PLANO DE OBRAS

PLANO DE OBRAS
E PLANO DE OBRAS

CAPITULO I

NOÇÕES GERAIS

47 — Noções gerais:

Chamam-se genericamente *Caminhos de ferro*, as vias de comunicação munidas de carris e sobre as quais circulam veículos.

Na antiguidade, para ser vencido o atrito grande das rodas, sobre o terreno foram colocadas duas fiadas de pedra lisa, sobre as quais giravam as rodas.

A pedra depois foi substituída por chapa de ferro, com a forma de cantoneira, e pouco a pouco se foi modificando este sistema até se adoptar o hoje empregado.

NOTA — Vejamos qual a variação dos esforços de tracção dum veículo, numa estrada, e num caminho de ferro:

Um motor, animal ou mecânico, tem de vencer, em recta e em patamar, o atrito de rolagem, que é proporcional ao peso bruto P do veículo.

Pode representar-se por $E = a \times P$ sendo a o coeficiente de proporcionalidade, que varia com o diâmetro das rodas, estado do pavimento das estradas, etc.

Para estradas empedradas é $a = 0,03$ e para caminhos de ferro $a = 0,003$.

Então o esforço para as estradas é $E_e = 0,03 \times P$ e para os caminhos de ferro é $E_{cf} = 0,003 \times P$.

Se fôr $P = 2000^k$ temos $E_e = 60$ quer dizer que em *patamar* e em *recta* o esforço de tracção nas estradas é superior ao nos caminhos de ferro.

— Vejamos agora a influencia das rampas: (fig. 57)

A' resistencia de atrito temos de juntar a força devida à acção da gravidade.

48—Estudos:

O traçado duma linha de caminho de ferro, é exigido pela necessidade de reunir dois pontos extremos servindo regiões importantes, quer comerciais, quer industriais, cidades, vilas, etc., e aproximando a linha, de centros de actividade, que lhe darão vida.

Mas o traçado ideal que se projectasse no gabinete sobre uma planta geral, unindo esses dois pontos, quasi nunca se podia implantar no terreno, pois apparecem na natureza imensos embaraços que sómente se aplanariam à custa de trabalhos difficultosos e onerosos.

Se fôr i a inclinação da rampa (o quanto sobe por metro de percurso horizontal) temos:

$$\begin{aligned} Ec &= (0,03 + i) \times P \\ Ecf &= (0,003 + i) \times P \end{aligned}$$

Suponhamos a rampa de 0,001, e a carga P .

Para a estrada temos

$$Ec = (0,03 + 0,001) \times P = 0,031 \times P$$

Para o caminho de ferro

$$Ecf = (0,003 + 0,001) \times P = 0,004 \times P$$

Se a rampa aumentasse para 0,01, tinhamos

$$Ec = (0,03 + 0,01) \times P = 0,04 \times P$$

e

$$Ecf = (0,003 + 0,01) \times P = 0,013 \times P$$

Quer dizer o aumento de rampa de 0,001 para 0,01 fez aumentar o esforço na estrada, de 0,031 para 0,04, e no caminho de ferro de 0,004 para 0,013, isto é, $0,04 = 0,031 + 0,009$ o que quer dizer que aumentou quasi um terço, e $0,013 = 0,004 \times 3$ aumentou o triplo.

Somos pois obrigados a evitar rampas de grande inclinação, para os caminhos de ferro

Se, as rampas teem influencia nos caminhos de ferro, os raios das curvas, teem tambem muita.

Pela disposição dos eixos que devem ser solidarios com as rodas nos vehiculos, somos levados a adoptar curvas de grande raio, pois o carril da curva interior tendo um desenvolvimento menor do que o do exterior, se a curvatura fôr muito pronunciada, ha um escorregamento das rodas naquele carril, (para compensar a diferença de percurso) e portanto um esforço de tracção e de torsão muito grande.

Impõe-se, então, conhecida aproximadamente a orientação a dar à linha, e os pontos obrigados por onde ela tem de passar, o haver um estudo preparatorio no campo, para se apreciarem as condições mais favoráveis na aquisição dos terrenos, nas linhas de agua a atravessar, e nas diferenças de nível a vencer, e assim o traçado ficar logico e economico, isto é, satisfazer às exigencias locais e necessidades gerais, com o menor trabalho e minimo dispendio.

Feito este primeiro estudo no terreno, convem traçar o eixo da linha numa *planta*, que tenha curvas de nível com equidistancias que permitam dar uma noção clara da configuração do terreno.

Este traçado sujeito ainda a variantes, deve satisfazer a condições que se não podem indicar no todo, mas que sintetizamos nas seguintes: grandes alinhamentos rectos, curvas de grande raio, evitar passagens sobre cursos de agua, sobre estradas, e não as podendo evitar, fazer passagens nas partes mais estreitas, evitar rampas e declives grandes, fazer uma boa distribuição de terras, traçar alinhamentos rectos de 100^m (minimo) entre curvas dirigidas em sentido contrario, traçar um patamar entre duas inclinações grandes, consecutivas, etc.

— Fixa-se a posição da linha, que é transportada para o terreno, modificando-se qualquer alinhamento por exigencia que mostre o terreno, e faz-se a primeira operação no terreno que se chama:

Piquetagem: Tem por fim marcar no solo, por meio de estacas, os pontos definitivos do traçado, e muito principalmente os vertices dos angulos formados pelos alinhamentos rectos sucessivos, referenciando-os a objectos fixos (arvores, casas, muros, pedras grandes) de facil encontro, por meio de traços a tinta vermelha.

De 10^m em 10^m ou de 20^m em 20^m, conforme a configuração do terreno e onde as mudanças bruscas dele o exijam, vão-se collocando estacas numeradas, (que tomam o nome de *perfis*), afim de se proceder aos nivelamentos longitudinal e transversal.

Planta geral: Depois calculam-se os elementos das curvas: tangente, bissectriz, raio, desenvolvimento (comprimento da curva).

Ao fazer-se o nivelamento, na caderneta, anotam-se todos os dados, para se desenhar a planta geral, onde o eixo da linha deve estar bem definido, com os hectometros e os quilometros, os perfis, distancia entre eles, marcados, curvas de nivel, obras de arte, etc.

Perfil longitudinal: Desenhado conforme os valores obtidos pelo nivelamento longitudinal, representa o cõrte do terreno no plano vertical, segundo o eixo da linha.

Determina as diferentes cõtas do terreno e as do traçado projectado, indicando as inclinações deste.

Sobre uma linha e em cada um dos perfis marcados na horisontal, com distancias que são as distancias entre perfis, e desde o, se levantam ordenadas cuja altura, à escala, representa a cõta desse ponto acima dum plano de comparação.

Para melhor se apreciar o movimento de terras, dá-se um valor dez vezes maior à escala dos comprimentos, do que o adoptado para a escala das altitudes.

Assim se fõr $\frac{1}{250}$, a escala das alturas, $\frac{1}{2500}$ será a das distancias.

Como os perfis foram colocados de 10 em 10 metros e onde havia quebra de terreno, unindo todas as extremidades das ordenadas, teremos o perfil da linha.

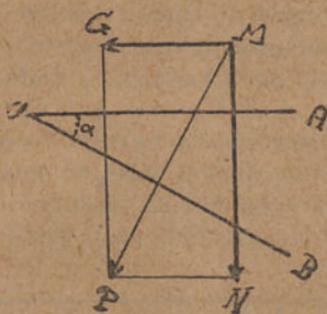
E' sobre este perfil que se traça o perfil do projecto.

Veem-se quais os pontos obrigados do eixo no terreno, e traça-se a linha do projecto de modo a haver uma compensação de terras, entre as excavações e os aterros, evitando que as inclinações das rampas e dos declives, sejam minimas.

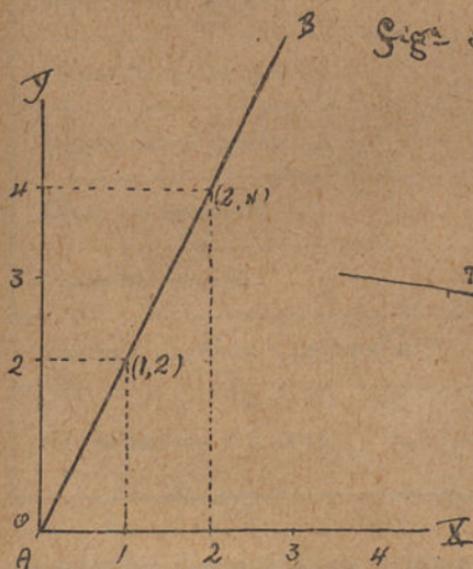
Escolhido o perfil, traça-se a vermelho a linha do projecto, calculando-se rigorosamente a inclinação de cada rampa ou declive, em relação ao comprimento e diferença de nivel dos dois perfis extremos e calculam se as cõtas do projecto, para os intermedios.

A diferença entre a cõta do projecto (cõta vermelha) e a do terreno (cõta preta) escreve-se transversalmente abaixo ou acima da linha do terreno (cõta azul) se corresponde a um cõrte ou a um aterro.

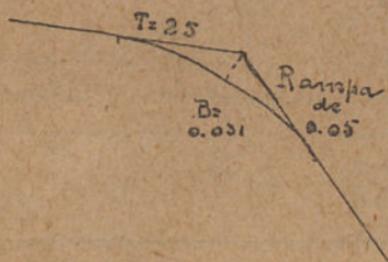
Completa-se o desenho indicando as distanciaa entre perfis, e à origem, as cõtas do terreno e as do projecto, patamares, rampas ou declives, com indicação do com-



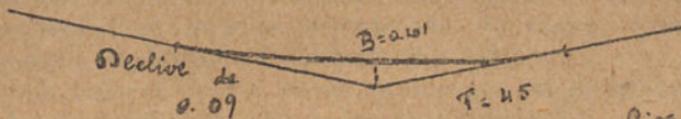
fig= 57



fig= 56



fig= 58



fig= 58

primento e dos seus valores, alinhamentos rectos e seus comprimentos, e curvas e seus elementos. As passagens superiores, inferiores, pontes, aqueductos, estações, etc., são indicados sobre a ordenada, no perfil que lhe corresponde.

—No perfil deve indicar se também, a curva de concordância entre um patamar e uma rampa ou declive.

Quer dizer: o comboio na mudança brusca dum patamar para uma rampa ou declive, ou vice-versa, sofre

Numero dos perfis	0	1	2
Distancia entre perfis	100	100	
Distancias à origem			200
Cótas do projecto	n	n	n
Cótas do terreno	N	N	N
Rampas, declives e patamares	Rampa de... em...		
Alinhamentos e curvas	$\frac{AD}{T} =$	$\frac{R}{D} =$	

trepidações desagradáveis e prejudiciais para a conservação do material.

Torna-se necessario suavisar estas passagens por meio de curvas de concordancia, cujas tangentes e bissectrizes representam, aquellas a extensão da curva, e estas o quanto se elevam ou abaixam (fig. 58).

Os valores destas bissectrizes e das tangentes em função da inclinação, são dados pela tabela VI.

Exemplifiquemos: (fig. 58).

1.º Um patamar a ligar com uma rampa de 0,05.

Na columna das tangentes, temos $T = 25$ e na das bissectrizes $B = 0,031$.

VI TABELA

Tabela que dá os valores das curvas de concordancia em perfil longitudinal

Rampa ou declive	Comprimento das tangentes	Bissetriz	Rampa ou declive	Comprimento das tangentes	Bissetriz
0.001	5	0.001	0.021	105	0.551
0.002	10	0.005	0.022	110	0.610
0.003	15	0.011	0.023	115	0.661
0.004	20	0.020	0.024	120	0.720
0.005	25	0.031	0.025	125	0.781
0.006	30	0.045	0.026	130	0.845
0.007	35	0.061	0.027	135	0.911
0.008	40	0.080	0.028	140	0.980
0.009	45	0.101	0.029	145	1.051
0.010	50	0.125	0.030	150	1.125
0.011	55	0.151	0.031	155	1.201
0.012	60	0.180	0.032	160	1.280
0.013	65	0.211	0.033	165	1.361
0.014	70	0.245	0.034	170	1.445
0.015	75	0.281	0.035	175	1.531
0.016	80	0.320	0.036	180	1.620
0.017	85	0.361	0.037	185	1.711
0.018	90	0.405	0.038	190	1.805
0.019	95	0.451	0.039	195	1.901
0.020	100	0.500	0.040	200	2.000

Para cada lado do vertice marcam-se segmentos iguais a 25, e no vertice abaixa-se 0,031.

Faz-se depois a ligação entre esse ponto e a tangente, (ponto de tangencia).

2. Declive a ligar com patamar.

Valor do declive 0,09.

Para cada lado do vertice marca se um valor igual à tangente correspondente à inclinação. Levanta-se o nível duma quantidade igual à bissetriz e faz-se a concordancia.

Perfis transversais: São dirigidos normalmente ao eixo, nos alinhamentos rectos, e segundo o raio, nas curvas, e o seu nivelamento faz-se para um e outro lado do eixo e até uma distancia, funcção do tipo da via a adoptar.

Desenham-se sobre uma linha vertical representando o eixo da linha; sobre ella, marca-se um ponto à altura em que elle corta o terreno natural e desenha-se a forma do terreno à direita e à esquerda do eixo.

Marca-se outro ponto à altura em que a plataforma deve ser executada, abaixo ou acima do terreno e a uma altura dada pela cota do perfil longitudinal.

Usa-se um *gabarit* para mais facilmente se desenhar o perfil transversal; quer em aterro, quer em escavação (fig. 59).

Calculam-se as areas dos perfis, e escrevem-se ao lado, indicando tambem as cotas e largura do terreno adquirido, sendo escrito e desenhado a vermelho, tudo o que indica projecto, e a preto, o que designar existente.

Planta parcelar: Serve para indicar exactamente as parcelas de terreno que ficam pertencendo ao caminho de ferro, e as servidões, caminhos com que os proprietarios ficam (depois do caminho de ferro os inutilizar) para acesso aos seus terrenos (fig. 60).

Sobre o eixo marcam-se os perfis collocados às distancias indicadas pelas distancias entre perfis e marcam-se à direita e à esquerda do eixo, larguras iguais às dadas pelos perfis transversais.

Desenham-se os terrenos com a indicação do nome do proprietario, area a expropriar e natureza da cultura.

— Feito o estudo, completo o projecto e aprovado, não temos mais do que fazer a

Implantação do traçado no terreno:

Rectificam-se as estacas primitivas, fazem-se referencias-mestras para o nivelamento, marcando em pontos fixos as cotas de perfil, afim de, em qualquer altura do trabalho, se fazer a verificação.

Faz-se a piquetagem das curvas, e limitam-se os terrenos expropriados por meio de estacas grandes e rigois fundos, para ficar bem definida a area pertencente ao caminho de ferro.

Terminado este trabalho dá-se inicio ás terraplanagens.

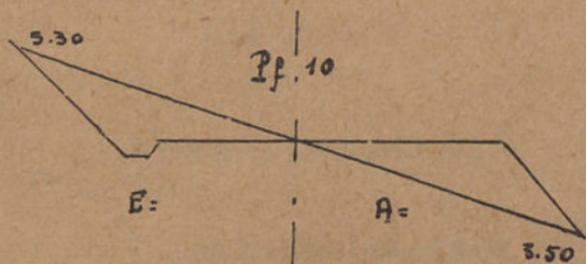
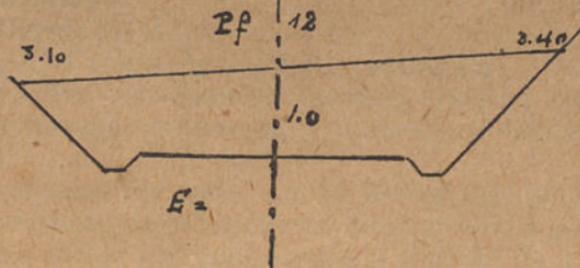
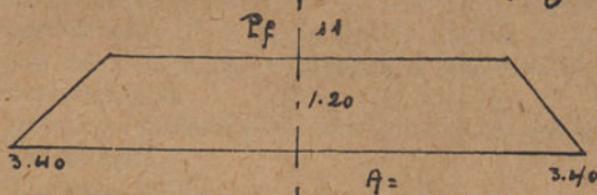


fig-59



CAPITULO II

TERRAPLANAGENS

49 — Como o perfil longitudinal da linha não segue a configuração do terreno, é evidente que se tem de abrir trincheiras, abaixando o nivel, ou levantando-o, fazendo aterros.

Terraplanagens: São trabalhos feitos para modificar a forma do terreno por meio de aterros e trincheiras.

Infrastructura: É a parte da via abaixo do balastro; são pois as trincheiras e aterros, e todas as obras que lhe dizem respeito.

Os trabalhos de terraplanagem constam de cinco partes:

- 1.º Excavação.
- 2.º Carregamento.
- 3.º Transporte.
- 4.º Descarga.
- 5.º Regularisação.

50 — 1.º Excavação — 2.º Carregamento :

Para saber o modo como devemos proceder à excavação do terreno, necessario é conhecer a natureza das terras.

Se o terreno fôr areia, não ha necessidade em o excavar, fazendo-se o carregamento directamente à pá.

O numero de pás empregadas é funcção do meio de transporte a usar; se fôr *carrinho de mão*, até 30^m de percurso, um trabalhador enche um carrinho, enquanto outro percorre o caminho, ida e volta.

Para outro veiculo, póde admitir-se que um trabalhador enche um metro cubico em cincoenta minutos.

Se a terra fôr compacta, usa-se a enxada ou a picareta, para o seu desmonte.

Portanto, podemos fazer a seguinte classificação dos terrenos:

Terra solta, quando, para o seu desmonte, não é necessaria a picareta.

Terra compacta, quando, para o seu desmonte, se usa a enxada ou picareta.

Rocha branda, quando o desmonte se faz com alavanca e picareta.

Rocha dura, quando só se pode fazer a extracção com emprego de explosivos, marreta e alavanca.

— Pode admitir-se que um homem excava um metro cubico de terra solta, e meio metro cubico de terra compacta, numa hora.

Para fazer-se o desmonte das terras, salvo casos especiais, é geralmente uso fazerem-se excavações successivas, de 0^m,40 de espessura, e o seu carregamento a seguir.

Para extrair rocha branda usamos as picaretas e as alavancas, introduzindo-as nas fendas que a rocha apresenta. Se estas não forem sufficientemente largas, abrem-se com cunhas de ferro, metidas à marreta.

Podem tambem usar-se os *guilos*, abrindo-se fendas em redor dum bloco de pedra, e obrigando-o a ceder, por meio de alavancas.

Quando a rocha não ceder a nenhum destes processos, applica-se o explosivo.

Por meio de brocas, com um comprimento variavel entre 0^m,30 e 1^m,50 abrem-se furos com diâmetros de 0^m,02 a 0^m,07.

Como as brocas terminam em bisel, é necessario que à broca se dê um movimento de um quarto de rotação, após cada pancada dada pela marreta, afim de evitar que abra fenda no furo.

Terminado este, carrega-se com polvora ou dinamite.

A profundidade do furo é funcção do volume e da natureza da rocha, e a carga varia com a especie do explosivo.

Se fôr polvora, pode admitir-se como carga $\frac{1}{3}$ da profundidade, e $\frac{1}{6}$ se fôr dinamite.

A polvora exige um ataque muito forte depois de ser bem comprimida dentro do furo.

A dinamite exige um detonador, capsula fulminante, sendo mais ligeiro o ataque.

E' conveniente que o rebentamento das minas se faça ao largar o trabalho, fazendo-se o contrario, sómente por determinação superior.

Para um calculo aproximado do tempo que medeia entre o acender a mecha, e o rebentamento, pode dizer-se que a velocidade da combustão da mecha, é aproximadamente $1^m,25$ por minuto.

— Vejamos como se executa a excavação duma trincheira: Abre-se uma galeria a ceu aberto a (fig. 61) na direcção do eixo da linha, devendo deixar-se em rampa, no sentido longitudinal, para facilidade de transporte e esgoto.

Feito o desmonte bb e cc , abre-se nova galeria a' e desmonta-se $b'b'$, depois $c'c'$.

A altura desta galeria é funcção da natureza do terreno.

A altura maxima a que se pode ir nos trabalhos de abertura de trincheira, é de 25^m .

Acima deste valor, convem abrir um tunel.

51 — 3.º Transporte de terras e metodos:

Ao proceder-se à excavação das trincheiras é necessario fazer o transporte de terras para os aterros ou para os depositos, que o calculo do movimento de terras determinou e fixou o metodo, conforme as distancias.

São os seguintes, os metodos empregados no transporte de terras:

a) *A' pá*: Admite-se que à pá, a remoção de um metro cubico de terra se faz até á distancia de quatro metros em horisontal, e um metro e sessenta centimetros na vertical, (nota I).

NOTA I — Se designarmos por P o peso dum metro cubico de material a transportar, temos que

$$T = \frac{P}{E} = \frac{P}{2000}$$

representa o tempo que o trabalhador leva a remover à pá, à distancia de 4^m , um metro cubico de terra.

b) *Cestos*: Só se usa quando se quer utilizar o trabalho de mulheres ou crianças, ou se tem de vencer uma rampa muito forte e o empréstimo de terras se faz dos lados.

c) *Padiolas*: Pode dizer-se que sendo o seu volume aproximadamente $0^{\text{m}^3},066$, em horizontal, este sistema é mais barato que o anterior e em rampa é mais barato aquele que este.

d) *Carrinho de mão*: Este transporte admite-se até 50^{m} o maximo, com proveito. O volume dum carrinho é aproximadamente $0^{\text{m}^3},03$ e o caminho percorrido por um trabalhador com o carrinho (ida e volta) é 3.000^{m} por hora. Nas 10 horas de trabalho dá 15^{m^3} de material removido.

e) *Carro movido a braços*: É um carro com duas rodas, com um volume de $0^{\text{m}^3},2$ e arrastado por dois homens. Deve usar-se em terreno horizontal.

f) *Carro movido por tracção animal*: Tem applicação para distancias superiores a 100^{m} e inferiores a 800^{m} , (nota II).

Suponhamos a remoção de terra dura em que $P = 2000$

temos:

$$T = \frac{2000}{2000} = 1$$

Quer dizer que leva 1 hora a remover 1^{m^3} de terra compacta. Se fôr terra dura em que $P = 1600$, temos

$$T = \frac{1600}{2000} = 0,8$$

O volume de terras transportado numa hora é expresso pela formula:

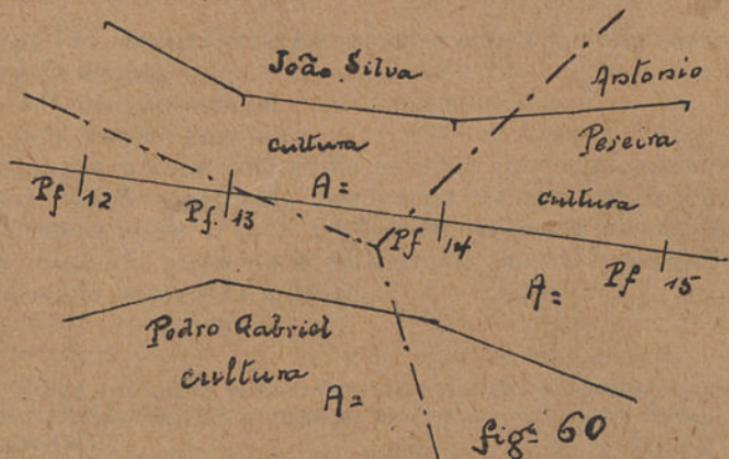
$$V = \frac{2000}{P}$$

para $P = 2000$	é	$V = 1^{\text{m}^3}$
para $P = 1600$	é	$V = 1^{\text{m}^3},250$

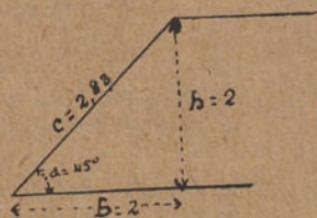
NOTA II—Quando o piso é bom, percorre por hora, na ida e volta, 3.000^{m} . A duração da carga é dada por

$$t = 0,285 \times c$$

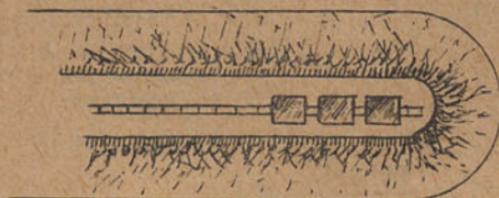
sendo c a capacidade da caixa, que varia entre $0^{\text{m}^3},5$ a $0^{\text{m}^3},25$.



figs 61



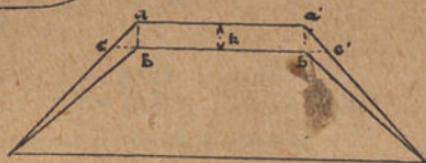
figs 65



figs 62



figs 63



figs 64



g) *Via Decauville*: As vagonetas podem ser movidas a:

- 1.º braços.
- 2.º tracção animal.
- 3.º tracção mecanica.

Consta a linha Decauville da via e das vagonetas.

A via é constituida por carris de aço, de largura variando entre 0^m,5 e 0^m,7, com travessas embutidas. A caixa da vagoneta é de bascula, com a capacidade, variando entre 300^l a 1600^l.

NOTA — Para se poder calcular o preço de transportes, seguem as formulas que dão o custo de transporte dum metro cubico de material:

a) *à pá*: sendo p o preço da hora do trabalhador, D a distancia de transporte, P o peso por metro cubico do material (média é $P = 1.600$) temos o custo x

$$x = \frac{p D}{5} = 0,2 \times p \times D$$

b) *ao cesto*: sendo h a altura a elevar é

$$\begin{array}{ll} \text{em horizontal} & x = 0,032 p \times D \\ \text{em rampa} & x = 0,4 \times p \times h \end{array}$$

c) *à padiola*:

$$\begin{array}{ll} \text{em horizontal} & x = 0,243 \times p \times D \\ \text{em rampa} & x = 0,528 \times p \times h \end{array}$$

d) *em carrinho de mão*:

$$\begin{array}{ll} \text{em horizontal} & x = 0,02 \times p \times D \\ \text{em rampa} & x = 0,5 \times p \times h \end{array}$$

e) *carros movidos a braços*:

$$x = \frac{D + 25}{150} \times p + 40$$

f) *carros movidos*:

$$\begin{array}{ll} \text{por uma muar} & x = (0,22 + 0,00055 D) p \\ \text{por duas muares} & x = (0,2 + 0,00033 D) p \end{array}$$

g) *em Decauville*: sendo V o volume de terra a remover movida a braços

$$x = \frac{700 D + 30000}{V} + 0,1 \times D + 40$$

tracção animal

$$x = \frac{900 D + 35000}{V} + 0,06 \times D + 30$$

52 — 4.º Descarga — Aterros:

Antes de se começar a fazer o aterro, descarregando as terras, é necessario limpar o terreno de toda a vegetação fazendo-se às vezes uma cava, para melhor ligação de terras.

Deve evitar-se que as terras levem torrões e raízes, que facilitam a infiltração das aguas, arruinando os aterros.

Para que as terras fiquem comprimidas de inicio, é necessario espalhar-as à medida que os veículos as vão descarregando, deixando-as adquirir o seu talude natural, e dispôr a marcha dos veículos de modo que passem sobre a terra já espalhada.

Se o transporte fôr feito por Decauville, vai se avançando a linha por meio de cavaletes (fig. 62 e 63), à medida que o aterro vai aumentando, tendo o cuidado de o levar, desde o principio, com a plataforma e inclinação dos taludes do projecto.

— A desagregação das terras produz um aumento de volume, que se chama *empolamento*. Quer dizer que o cubo de terras extraído é superior ao cubo calculado antes do desmonte.

Nos aterros pode admitir-se o seguinte aumento de volume, 10% para a areia, 15% para a argila, 40% para as rochas.

Depois do assentamento o empolamento reduz-se a 5% nas terras soltas.

Para obviar a estes inconvenientes, de que resulta um abaixamento do nivel do aterro, temos que previamente levanta-lo duma altura h (fi. 64), igual a $\frac{1}{12}$ da altura do aterro, se o assentamento da via se não fizer immediatamente.

Se o assentamento se fizer immediatamente, temos sómente que alarga-lo dum comprimento $bc = b'c'$, correspondente à altura h , não se devendo levantar o aterro porque iria prejudicar a altura da camada de balastro.

— Ao fazer-se a descarga das terras, perto das obras de arte, é necessario haver o maximo cuidado, para o que, se devem aconchegar, por meio de pás, as terras até se obter uma camada de terra de 1^m,80, acima da obra de arte; depois a descarga pode fazer-se livremente.



fig^a 67



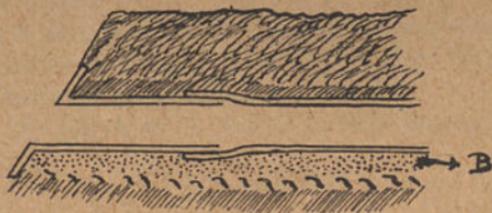
fig^a 66



fig^a 68



fig^a 69



fig^a 70

53 — 5.º Regularisação:

Ao finalizar-se o trabalho de terraplanagens procede-se à regularisação das plataformas e dos taludes, de acôrdo com o perfil do projecto, assim como à abertura das valetas.

Em alinhamento recto, as plataformas devem ser horizontais no sentido transversal, e em alinhamentos curvos, devem ter a inclinação indicada pelo projecto, ou pelo director dos trabalhos.

— A regularisação dos taludes faz-se: nas trincheiras por meio de *gabarit* em madeira, abrindo *mestras* de distancia a distancia, a dos aterros faz-se depois deles abaterem.

54 — A inclinação a dar aos taludes varia com a natureza do terreno.

Quando se faz um aterro, as terras tomam uma posição de equilibrio que se chama *talude natural das terras*.

Ao angulo formado pelo plano do talude natural com o horizonte chama-se *angulo de escorregamento*.

— Nos aterros, o talude, em geral, tem a inclinação 3 de base por 2 de altura, podendo ir a 1 de base por 1 de altura.

Nas trincheiras vai a 2 de base por 1 de altura, podendo cortar-se quasi a prumo na rocha compacta.

Seguem duas tabelas:

A tabela VII dá o valor dos angulos de escorregamento e declive por metro para as diferentes especies de terra.

A tabela VIII dá o valor dos angulos para os diferentes taludes e o comprimento C (fig. 65) do talude para a altura igual a unidade.

Se fôr $h = 4$ temos para o angulo de 45°

$$C = 1,412 \times 4 = 5,65$$

55 — Emprestimos — Depositos — Compensações:

Calculado o volume de aterros e excavações dum projecto, diz-se que ha *compensação* quando o volume de terras das excavações é sufficiente para fazer os aterros.

Se, com a excavação duma trincheira, o volume da terra saida é superior ao que saiu do aterro, diz-se que

VII TABELA

Talude natural

Natureza das terrás	Peso por metro cubico	Taludes naturais	Declives por metro
Areia seca	1900 k	21°	0.8888
Terra humida	1600 k	35°	0.7002
Areia terrosa	1700 k	46°	1.0355
Terra vegetal seca.	1400 k	46°	1.0355
Terra argilosa.	1900 k	55°	1.4281
Terra franca.	1500 k	50°	1.1917

VIII TABELA

Comprimento e angulo dos taludes

Talude	Angulo com o horizonte	Comprimentos para altura igual a 1
0.25 de base para 1 de alto	75° 58'	1.0307
0.50 » » » 1 » »	63° 26'	1.1180
0.75 » » » 1 » »	53° 8'	1.2500
1.0 » » » 1 » »	45° 0'	1.4142
1.25 » » » 1 » »	38° 40'	1.6000
1.50 » » » 1 » »	33° 42'	1.8020
1.75 » » » 1 » »	29° 44'	2.0160
2 » » » 1 » »	26° 34'	2.2360
3 » » » 1 » »	18° 26'	3.1620
4 » » » 1 » »	14° 2'	4.1240

ha *deposito* de terras, que em geral é feito perto dos trabalhos de terraplanagem, mas em local que não sobrecarregue os taludes das trincheiras, para os não enfraquecer dando lugar a desmoronamentos.

Quando o volume de aterro é superior ao de excavação, completa-se aquele fazendo empréstimo a terrenos proximos.

Como ha inconveniente em fazer empréstimos ou depositos, porque obriga a comprar terreno para os obter, é preferivel fazer a compensação de terras, para o que, determinados os pontos obrigados do terreno, no perfil longitudinal, se desloca a linha do projecto até se obter na medição uma aproximada igualdade de volumes.

56 — Duração dos trabalhos de terraplanagem:

O tempo gasto na execução dos trabalhos de terraplanagem depende da maior ou menor dificuldade na excavação.

E' funcção do volume V de terras a extrair (quanto maior o volume, maior o tempo e inversamente) e proporcional tambem à quantidade Q de terra extraida por dia.

Pode exprimir-se por

$$T = \frac{V}{Q}$$

Evidentemente que este valor Q não pode aumentar indefinidamente, porque sendo funcção da quantidade de pessoal e material empregados, estes não podem aumentar muito, sob pena de prejudicar o andamento do trabalho, pois é necessario que o trabalhador execute a sua obra livremente, sem ser embaraçado por outros.

57 — Consolidação de taludes:

A desagregação dos taludes pode ser devida, ou a causas exteriores ou a causas interiores:

— *Desmoronamentos devidos a causas externas.*

As degradações superficiaes devido a causas externas como a acção das aguas da chuva, nas trincheiras, previnem se, usando um dos seguintes processos:

1.º Abrindo uma valeta $a b c d$ (fig. 66) que recebe as aguas perto do talude e as dirige de distancia a distancia por meio duns rigois $d e$ para o talude que nesse

ponto, e, segundo o talude é empedrado, seguindo depois para a valeta da plataforma.

2.º Guarnecer a superfície dos taludes, de sementeiras ou plantações:

Em qualquer destes casos, as raízes opoem-se ao deslocamento das terras e as hastes amortecendo a queda das aguas evitam o arrastamento das terras.

3.º Substituir a camada superficial de terra de má qualidade por terra de boa qualidade, e plantal-a com qualquer planta.

A camada a extrair deve ter 0^m. 20 a 0^m. 30 de espessura. Para isso fazem-se uns degraus (fig. 67) para haver coesão, entre a terra já existente e a camada de boa qualidade.

4.º Muros de suporte em pedra seca ou alvenaria, conforme a natureza da obra.

Até 1^m, 50 acima da plataforma e para uma inclinação de 45° (1 de base para 1 de alto) o muro em pedra seca segura bem a impulsão das terras.

Para uma altura superior a 1^m, 50 e para trabalhos de maior responsabilidade, usam-se os muros em alvenaria, e conforme o fim para que são destinados adopta-se um destes dois tipos *muro de suporte* e *perré*.

O primeiro (fig. 68) diminuindo a altura ao talude, torna-o mais suave.

O segundo (fig. 69) acompanhando a inclinação do talude diminue a superfície sujeita aos desmoronamentos.

E' necessario fazer uma drenagem ás aguas por meio de pedras roliças *p* entre a terra e o muro, e abrir barbacans *b*, para esgoto das aguas, para a valeta.

— *Desmoronamento em massa devido a causas internas.*

Em geral, dá-se um desmoronamento, quando é grande a massa da argila, e a agua, penetrando no interior, vai amolecendo essa massa que perde a sua coesão até cair.

Para evitar estes accidentes protege-se a camada argilosa da superfície contra a acção das chuvas, e facilita-se o escoamento permanente das aguas de infiltração.

A protecção da superfície faz-se por meio de plantações, como nos casos tratados anteriormente.

O escoamento das aguas faz-se por meio de drenagens.

Mas como são casos especiais, indicações precisas serão dadas pela direcção das obras.

Nos aterros com a faculdade de escolha de materiais, rejeita-se a terra argilosa, e evitam-se os desmonoramentos.

Mas, no caso de se não poder evitar a construção com estas terras, consolida-se por meio de muros ou por meio duma camada de terra vegetal colocada sobre a argila.

As desagregações superficiaes evitam-se por meio de sementeiras.

CAPITULO III

NOMENCLATURA DAS OBRAS D'ARTE E FINS A QUE SE DESTINAM

58— Em caminhos de ferro, além dos trabalhos de terraplanagem e da construção da via ferrea, ha ainda outros trabalhos que se denominam *obras de arte*,

Classificam-se em

1) *Obras de arte ordinarias*, nas quais se comprehende as pontes de pequena importancia, pontões, aqueductos, passagens inferiores e superiores.

2) *Obras de arte excepcionais*, em que se collocam as grandes pontes, os altos viaductos e os tuneis.

As obras de arte ordinarias dividem-se em:

- a) Obras destinadas a drenar as aguas.
- b) Obras destinadas a fazer communicações.

As obras de arte excepcionais são:

- c) Pontes.
- d) Viaductos.
- e) Tuneis.

59— **Obras de arte ordinarias:**

a) *Obras destinadas a drenar as aguas:*

1) *Canos:* São tubos em beton ou ferro fundido, com um diametro interior de 0^m,30 a 1^m,20 e que substituem os aqueductos quando o curso da agua é muito pequeno.

Para evitar que as terras entrem dentro do tubo, as extremidades são voltadas, acompanhando a inclinação dos taludes (fig. 70),

Os canos de ferro fundido tem 0^m,013 ou 0^m,015 de espessura, e são assentes sobre uma camada de beton (B). Os tubos de beton têm 0^m,10 a 0^m,12 de espessura.

2) *Aqueductos:* Podem ter secção rectangular ou quadrada, ou serem em abobada.

Aqueles usam-se quando se quer reduzir a altura; ha aqueductos com $0^m,75 \times 0^m,75$, $0^m,6 \times 0^m,8$, etc.

O tipo do aqueducto a adoptar é funcção de muitas circumstancias.

3) *Pontão em abobada*: Chama-se pontão, quando o vão não excede quatro metros; os taludes são protegidos por um muro.

4) *Pontes*: As pontes podem ser fixas, moveis ou suspensas.

Em caminhos de ferro, as primeiras constroem-se em madeira, alvenaria, metal ou cimento armado.

As pontes girantes (moveis) só se usam em linhas de serviço, ou nos cais, nos portos, e gares maritimas.

As pontes levadiças não se encontram senão em linhas estrategicas.

b) *Obras destinadas a fazer ou manter communicações*:

Em caminhos de ferro, atravessando uma estrada, pode dar lugar a um dos três tipos de obras:

1) Passagens superiores.

2) Passagens inferiores.

3) Passagens de nivel.

1.^o—*Passagens superiores*: Diz-se que ha uma passagem superior, quando a estrada passa por cima da via ferrea.

Em geral, a distancia minima entre os encontros é de $4^m,50$ para via simples e de 8^m para via dupla.

A distancia entre o intradorso e a cabeça do carril não deve ser inferior a $4^m,8$.

São estas as condições especiais duma passagem superior (fig. 71).

A forma mais logica da abobada, é a do arco de circulo em que o vão deve concordar com a rampa dos taludes, e com a linha das impostas, afim de permitir que a vista se estenda segundo o eixo da via.

2.^o—*Passagens inferiores*: A passagem é inferior, quando a estrada passa por debaixo da via ferrea.

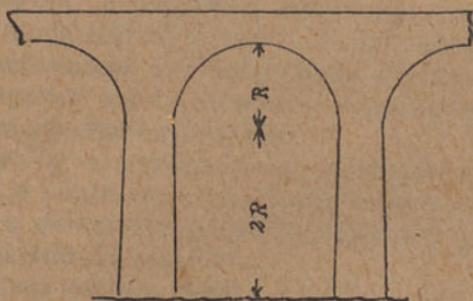
A diferença entre o leito da estrada e o intradorso no fecho da abobada, varia com o tipo da estrada a atravessar, mas não deve ser inferior a cinco metros.

O tipo mais usado é o de pontes em alvenaria.

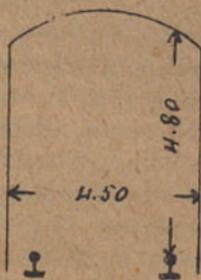
3.^o—*Passagens de nivel*: Quando a via ferrea atravessa a estrada ao mesmo nivel, diz-se que ha passagem



fig^a 72



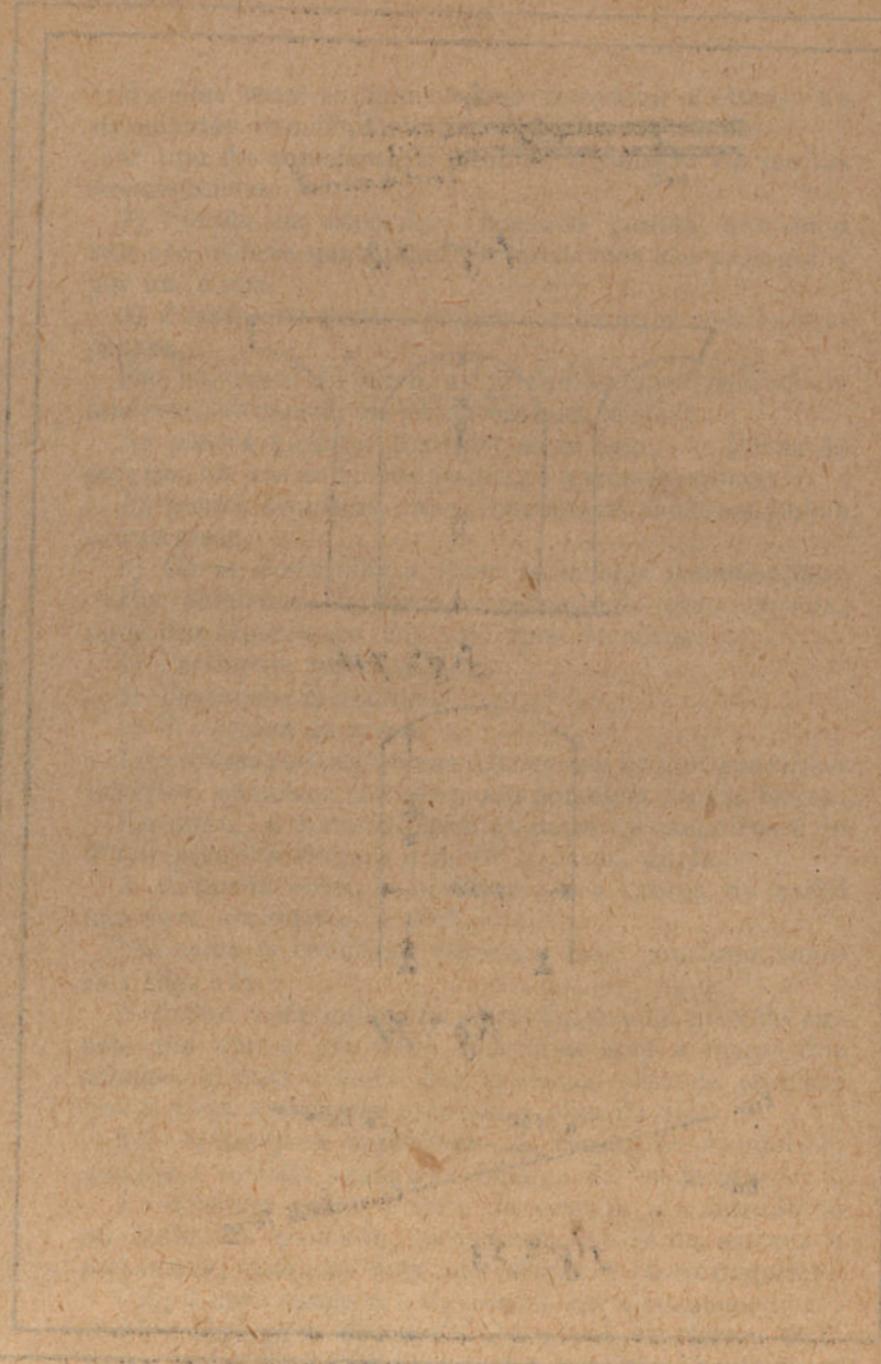
fig^a 74



fig^a 71



fig^a 73



de nível; ela pode ser recta ou oblíqua, conforme o eixo da estrada corta normal ou obliquamente o eixo da via férrea, chamando-se *ângulo de cruzamento*, o ângulo que estes dois eixos formam entre si, e que nunca deve ser inferior a 45° .

O estabelecimento das passagens de nível deve satisfazer a duas condições:

a) Assegurar a passagem dos carros que atravessam a via, evitando não só o embate destes com os comboios, como os solavancos provenientes da saliência dos carris.

b) Assegurar a passagem dos comboios pela estrada, sem perigo de descarrilamento.

Assegura-se a passagem dos comboios pela estrada, colocando o contra-carril na parte interior do carril, mas de modo a deixar um intervalo suficiente para a passagem do rodado do comboio.

A distancia entre o carril e o contra carril é de $0^m,06$. As pontas do contra-carril (fig. 72) dobram-se para o interior da via, numa distancia de $0^m,50$, de modo que a extremidade do contra-carril diste $0^m,12$ do carril; fica assim assegurada a passagem das rodas.

Para evitar os solavancos na passagem dos carros, sobre os carris, preenche-se o intervalo entre carris com travessas ou pavimento da estrada, até o nível da cabeça do carril e até um metro do carril para o exterior; entre carris preenche-se a largura da passagem e mais $0^m,50$ de cada lado.

Assim, uma passagem de 4 metros (o minimo adoptado), terá uma largura de 5 metros.

Para evitar desastres collocam-se *barreiras*, sendo os seus tipos conforme a importancia da passagem.

As mais empregadas são as vulgarmente chamadas *cancelas*, com $1^m,30$ de altura e com um ou dois batentes, conforme a largura da passagem.

Chama-se *comprimento da passagem de nível*, a distancia entre os eixos das barreiras.

A tabela IX dá o comprimento das passagens de nível, para os ângulos de cruzamento entre 45° e 90° . Quando fôr superior a 90° , para applicação desta tabela, toma-se o suplemento: $180^\circ - a$.

Assim, se fôr $a = 160^\circ$, toma-se o ângulo $180^\circ - 160^\circ = 20^\circ$.

Como o comprimento das passagens é função da sua largura, a tabela indica, para via unica, os três tipos de 4, 6 e 8 metros.

IX TABELA

Tabela com os comprimentos da passagem de nível

Valor do angulo	Largura da passagem			Valor do angulo	Largura da passagem		
	4 metros	6 metros	8 metros		4 metros	6 metros	8 metros
45°	14.50	18.50	22.50	70°	10.40	13.10	15.80
50°	13.30	17.00	20.30	75°	9.80	12.40	14.90
55°	12.40	15.80	19.20	80°	9.40	11.70	14.10
60°	11.60	14.80	17.90	85°	9.00	11.20	13.30
65°	10.90	13.90	16.80	90°	8.60	10.60	12.60

Estes valores são mínimos, podendo ser aumentados se o terreno o permitir.

O angulo de cruzamento enuncia-se sempre pelo angulo à esquerda do eixo (fig. 73).

60 — Obras d'arte excepcionais :

c) *Grandes Pontes*: Consideram-se grandes pontes, quando o vão a vencer, é superior a 40^m.

d) Mas quando, além do grande vão, ha uma grande altura a vencer, a obra d'arte toma o nome de viaducto.

No viaducto em alvenaria, adopta se em geral a abobada de berço, e na proporção 1 : 2, quer dizer, se fôr R o raio do circulo a altura dos pilares é $2R$ (fig. 74).

A espessura dos pilares é $\frac{1}{10}$ da altura com inclinação de 3%.

Quando a altura fôr superior a 50^m, deve substituir-se o tipo de viaducto em alvenaria pelo viaducto metalico.

e) *Tuneis*. Os tuneis são construidos quando se não pôde atravessar uma trincheira a céu aberto; as condições impostas para os tuneis, na parte que diz respeito a dimensões, são identicas ás das passagens superiores.

CAPITULO IV

VEDAÇÕES E DRENAGENS

61 — As vedações numa linha de caminho de ferro, pódem ser em sébe viva, em madeiramento, ou arame, variando o tipo com as companhias.

Muitas estações estão vedadas por muro com gradeamento de ferro.

Muitas vezes se aproveitam as travessas usadas, colocadas em altura e ligadas entre si por chapa de ferro.

62 — Drenagens:

A implantação das valetas, modo da construção e dimensões variam com o tipo adoptado pela companhia, e com a quantidade de agua a transportar.

E' necessario que as aguas não fiquem estagnadas nas valetas, e então se o terreno não tiver inclinação e se não fôr bem impermeavel é necessario fazel-as em alvenaria.

APENDICE A II PARTE

ALINHAMENTOS RECTOS E CURVOS — CURVAS CIRCULARES E PARABOLICAS

**Sómente a título de elucidação, apresentamos
exemplos para o traçado de curvas circulares
e suas concordancias**

63 — O eixo duma linha ferrea é constituído por alinhamentos rectos, e por curvas circulares que se inscrevem entre dois alinhamentos que se cruzam.

As tangentes são os alinhamentos rectos, desde o ponto da tangencia até ao de encontro deles que é o vertice do ângulo.

São abscissas os comprimentos marcados sobre a tangente e a partir do ponto de tangencia.

As normais são as ordenadas, contadas desde a tangente até á curva.

64 — **Curvas parabolicas:**

A passagem brusca do alinhamento recto para a curva circular, prejudicial para o material e desagradavel para os passageiros, fez com que fosse adoptada uma curva concordancia.

Esta concordancia intercala-se entre o alinhamento recto e o arco de circulo, concordancia parabolica, em que o seu raio de curvatura varia proporcionalmente á escala da curva, em cada ponto.

Assim o disfarce da escala que se fazia no alinhamento recto, (onde os carris deviam estar completamente de nivel) faz-se todo sobre uma curva.

O ponto onde começa a curva parabolica chama-se *tangente parabolica*.

5) a curva circular de raio R , tangente recto.

a concordancia parabolica:

to da parabola ODM com o circulo
ar o circulo $A'MB$, com o raio R' ,
menos de um vigessimo.

$\frac{R'}{R}$ temos $R' = mR$.

ro em C traça-se o circulo $A'MB$

do parametro p e o comprimento
, variam, assim m varia.

es dos raios R e R' diferem muito
la ao circulo de raio R , pode apli-
e gradualmente se passar com um
milímetros por metro para a con-
, até que, na tangente da parabola

e gradualmente, e em alinhamento
de nivel.

ção que é:

$$p' = 18,30 + 21,70$$

$$q = 40$$

$$m = 0,978$$

mas tabelas.

ca-se um comprimento $TO = 18,30$.

bolica.

ala da curva parabolica do 3.º grau

$$\frac{0,00425}{R} \times x^3 \dots (2)$$

ores para os diferentes valores de R

atribuido a $R = 300, 400, \dots$ fica
rios valores atribuidos a x . E' então
o a x valores 5, 10, \dots que se mar-
rtir de O , obtemos valores para y ,
e normais para o interior da curva.

TABF - curva circun-
mentos recto

BM00 - concordancia

BM - arco de circulo

BAT - arco de circulo
stituir pe

M00 - curva pa

OT - comprimento
desenvolvida
circulo

entre dois alinhos.

parabólica

de raio $R' = mR$

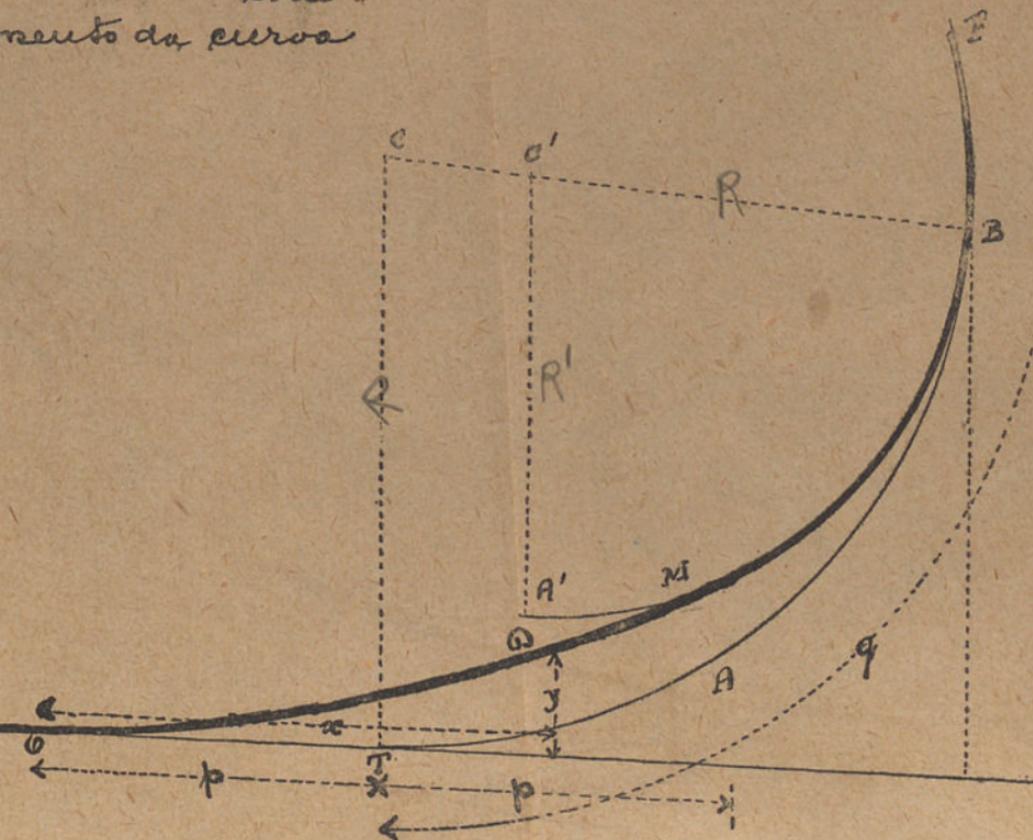
de raio R , a subs

concordância

parabólica do 3º grau em x

é variável com o

inclinamento da curva





X TABELA

Tabela para os valores das ordenadas da curva parabólica

Valores de x	Valores de y para os raios de										Observações	
	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000		
5	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
10	0.014	0.012	0.011	0.009	0.009	0.007	0.006	0.005	0.005	0.005	0.004	0.004
15	0.048	0.040	0.035	0.032	0.029	0.024	0.020	0.018	0.018	0.016	0.014	0.014
20	0.113	0.097	0.085	0.076	0.068	0.057	0.049	0.043	0.043	0.038	0.034	0.034

raios aplica-se
fórmula

E temos os pontos da curva parabolica MDO .

A tabela X, dá os valores das ordenadas da curva parabolica, para raios de 300 a 1000 metros, valores obtidos pela applicação da formula (2).

Para se obterem os pontos do arco circular MB , deslocamos para o centro as estacas, de valores dados pela tabela XI.

Qualquer caso que appareça, em que se não possa applicar a formula, ou para applicar a usada na C. P.,

$y = \frac{x^3}{12 p R'}$ o director dos trabalhos dará as instruções necessarias.

65 — Traçado de curvas circulares:

Vamos apresentar varios metodos para traçar curvas circulares.

1.º Processo — das secantes consecutivas:

Suponhamos (fig. 76) a curva circular ABA_1 , concordancia entre os dois alinhamentos rectos XV e X_1V .

Seja

$$R = 113^m \quad T = 84^{\circ},5 \quad D = 140^m$$

Dividimos o desenvolvimento num numero de partes, suponhamos 8, o que dá um quociente, que se representa por a e neste caso

$$a = 17^m,5$$

Então a partir do ponto de tangencia A , e sobre a tangente tomamos

$$AD' = a = 17^m,5$$

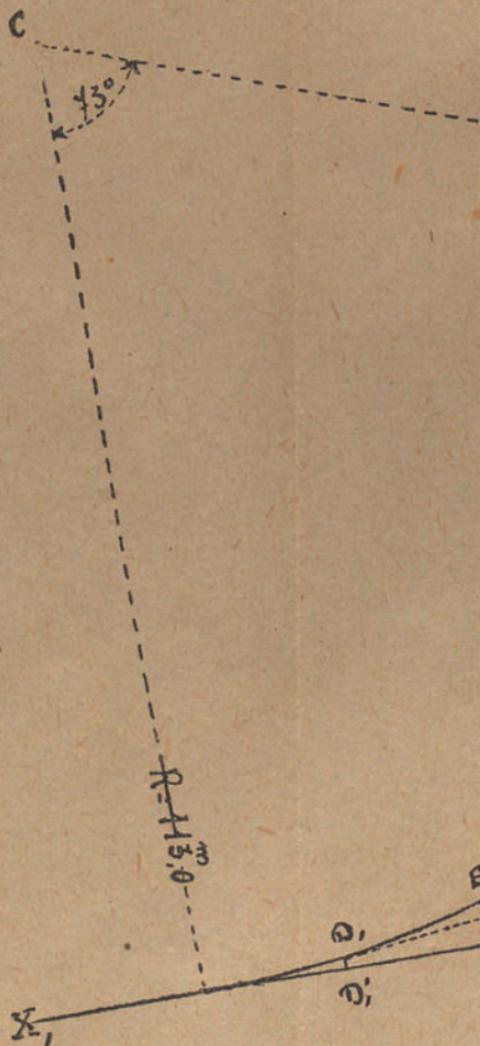
Normalmente à tangente e em D' tomamos

$$D'D = \frac{a^2}{2R} = \frac{30625}{226} = 1,7$$

Será D o primeiro poato da curva.



Fig. 77



XI TABELA

Tabela para os deslocamentos, para o centro, das estacas em função do comprimento do arco a partir de B

Comprimento do arco a partir do ponto B	Deslocamentos para o centro para os raios de									
	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000
10	0,003	0,003	0,003	0,003	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000

XII TABELA

Tabela das escalas das curvas

Valores dos											
Raios	Escalas	Raios	Escalas	Raios	Escalas	Raios	Escalas	Raios	Escalas	Raios	Escalas
275	0,200	400	0,157	550	0,136	800	0,094	1100	0,068	1600	0,047
300	0,200	425	0,176	600	0,125	850	0,088	1200	0,062	1700	0,044
325	0,200	450	0,166	650	0,115	900	0,083	1300	0,058	1800	0,042
350	0,200	475	0,152	700	0,107	950	0,079	1400	0,054	1900	0,039
375	0,200	500	0,150	750	0,100	1000	0,073	1500	0,050	2000	0,038

Prolongando AD , a partir de D , e sobre o prolongamento, marca-se

$$DE' = AD' = a = 17,5$$

E, normalmente a AD sobre E' marca-se EE' dado por

$$EE' = \frac{a^2}{R} = 2,7$$

E assim sucessivamente.

Chegando à bissectriz aplica-se o mesmo sistema para o outro lado da curva.

Quanto maior fôr o raio, e menor o valor de a , mais exacto é este processo, se bem que não seja rigoroso, mas que pode usar-se, caso não haja instrumentos, ou se não possam levantar normais sobre as tangentes.

2.º Processo — *das coordenadas sobre o prolongamento da corda:*

A tabela XIII dá-nos pontos de 50 em 50 metros, sobre a corda prolongada, por um metodo identico ao anterior, sómente com a applicação dos valores dados pelas tabelas.

Pode servir adoptando os valores como pontos-base para usar o metodo anterior.

Exemplo: Suponhamos $R = 700^m$.

A partir da origem (ponto de tangencia) marca-se sobre a tangente um segmento, cujo valor é dado pela columna 1 da tabela XIII.

$$\begin{aligned} R &= 700 \\ x &= 49.957 \\ y &= 1.785 \end{aligned}$$

Estas coordenadas definem o ponto M (fig. 77) primeiro ponto da curva.

Tirando a corda TM e prolongando, procuramos na columna 2 os valores de x e y , que dá:

$$\begin{aligned} x &= 49.957 \\ y &= 2.082 \end{aligned}$$

coordenadas do ponto N , segundo ponto da curva.

XIII TABELA
Tabela para valores sobre o prolongamento da corda

Raios de	Arcos de 50 metros				Arcos de 100 metros					
	Coluna 1		Coluna 2		Coluna 3		Coluna 4		Coluna 5	
	Sobre o prolongamento da corda dum arco de 50 metros		Sobre a tangente a partir da origem		Sobre o prolongamento da corda dum arco de 100 metros		Sobre a tangente a partir da origem		Sobre o prolongamento da corda dum arco de 100 metros	
	Valores das abcissas	Valores das coordenadas <i>y</i>	Valores das abcissas	Valores das coordenadas <i>y</i>	Valores das abcissas	Valores das coordenadas <i>y</i>	Valores das abcissas	Valores das coordenadas <i>y</i>	Valores das abcissas	Valores das coordenadas <i>y</i>
300	49,796	4,157	49,252	8,286	48,390	12,356	98,159	16,513	94,059	32,568
350	49,580	3,505	49,448	7,113	45,815	10,224	98,645	14,189	95,620	28,069
400	49,870	3,121	49,577	6,230	49,092	9,314	98,962	12,435	96,639	24,676
450	49,897	2,775	49,666	5,542	49,282	8,291	99,179	11,066	97,337	21,994
500	49,917	2,498	49,729	4,990	49,418	7,469	99,335	9,967	97,843	19,854
550	49,932	2,271	49,776	4,537	49,518	6,795	99,450	9,066	98,215	18,058
600	49,942	2,082	49,812	4,161	49,596	6,233	99,538	8,315	98,501	16,570
700	49,957	1,855	49,862	3,567	49,703	5,346	99,660	7,131	98,897	14,225
800	49,968	1,562	49,894	3,122	49,772	4,680	99,740	6,232	99,156	12,460
900	49,974	1,389	49,916	2,776	49,820	4,161	99,749	5,550	99,333	11,083
1000	49,980	1,250	49,933	2,498	49,853	3,746	99,833	4,996	99,458	9,979

A coluna 4, serve para verificar se estes pontos estão bem piquetados, e que nos dão também o ponto N , nas coordenadas marcadas sobre a tangente a partir da origem $x = 99.66$ e $y = 7.181$.

3.º Processo -- *das coordenadas sobre a tangente*:

A partir da origem (ponto de tangencia) e sobre a tangente vão-se marcando pontos, abscissas, 5 em 5, de 10 em 10 metros, e sobre eles, levantam-se coordenadas dadas pela tabéla XIV.

Por um destes tres processos, e sem ser necessario lançar mão de aparelhos, a não ser um esquadro d'agrimensor e uma fita, se póde traçar um eixo duma linha ferrea.

XIV TABELA

Raios de	300	325	350	375	400	425	450	475	500	600	700	800	900	1000
Abseissas	Ordemadas													
10	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10	0,10	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05
15	0,40	0,36	0,31	0,27	0,29	0,27	0,25	0,21	—	—	—	—	—	—
20	0,66	0,63	0,61	0,57	0,50	0,45	0,43	0,41	0,38	0,34	0,29	0,25	0,22	0,20
25	1,04	1,00	0,92	0,81	0,78	0,74	0,71	0,68	—	—	—	—	—	—
30	1,50	1,37	1,30	1,23	1,12	1,05	1,00	0,98	0,97	0,78	0,67	0,58	0,51	0,45
35	2,10	1,97	1,85	1,68	1,53	1,31	1,25	1,18	—	—	—	—	—	—
40	2,68	2,40	2,30	2,20	2,00	1,97	1,86	1,66	1,60	1,30	1,15	1,00	0,95	0,88
45	3,39	3,25	2,98	2,60	2,54	2,28	2,19	2,10	—	—	—	—	—	—
50	4,20	3,97	3,47	3,30	3,14	2,98	2,90	2,63	2,50	2,10	1,70	1,55	1,35	1,25
55	5,08	4,55	4,32	4,00	3,80	3,41	3,21	3,13	—	—	—	—	—	—
60	6,06	5,49	5,25	4,65	4,52	4,21	4,00	3,80	3,60	3,00	2,60	2,25	2,00	1,80
65	7,28	6,48	6,21	5,51	5,31	5,00	4,60	4,29	—	—	—	—	—	—
70	8,40	7,52	7,00	6,15	6,17	5,37	5,32	5,13	5,00	3,96	3,18	3,00	2,60	2,50
75	9,53	8,62	8,20	7,45	7,09	6,48	6,21	6,00	—	—	—	—	—	—
80	10,56	10,00	9,29	8,50	8,08	7,42	7,15	6,55	6,25	5,12	4,25	4,00	3,50	3,10

90	14,18	12,57	11,60	11,00	10,25	9,45	9,30	8,40	8,10	6,50	5,50	5,00	4,60	4,00
100	17,90	15,62	14,48	13,45	12,52	11,90	11,22	10,44	10,07	8,16	7,00	6,20	5,35	5,00
110	21,22	19,34	17,58	16,40	15,26	14,35	13,45	12,72	—	—	—	—	—	—
120	25,16	23,00	21,38	19,55	18,34	17,25	16,22	15,26	14,37	12,00	10,00	9,00	8,00	7,66
130	29,55	27,28	25,00	23,28	21,54	20,29	19,16	18,12	—	—	—	—	—	—
140	34,58	31,58	29,30	27,28	25,27	23,53	22,19	21,30	20,00	16,3	14,0	12,0	11,0	9,45
150	40,30	36,57	33,62	32,60	29,22	27,28	25,53	24,21	—	—	—	—	—	—
160	—	—	—	—	—	—	—	—	26,18	21,44	18,20	16,0	15,5	12,5
180	—	—	—	—	—	—	—	—	33,42	27,36	23,21	21,0	18,0	16,5
200	—	—	—	—	—	—	—	—	41,52	34,0	27,0	25,0	21,5	20,6
220	—	—	—	—	—	—	—	—	51,00	42,0	37,0	31,0	28,5	24,1
240	—	—	—	—	—	—	—	—	61,25	50,0	46,0	37,0	32,0	29,0
260	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59,0	50,0	44,0	39,0	35,0
280	—	—	—	—	—	—	—	—	—	69,0	59,5	51,0	45,0	40,0
300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	80,0	67,0	58,0	51,0	46,0
320	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	78,0	67,0	59,0	52,5
340	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	86,0	76,0	67,0	60,0
360	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	86,0	75,0	67,0

OBSERVAÇÕES — a) Por deslocamentos de vírgulas, pode servir para outros raios. — b) É necessário ter muito cuidado nas perpendiculares à tangente, porque um pequeno desvio nelas, dá uma grande diferença ao traçado da curva.

III PARTE

Construção-Superstructura

CAPITULO I

NOÇÕES GERAIS

CAPITULO II

NOMENCLATURA DO MATERIAL FIXO

CAPITULO III

PIQUETAGEM

CAPITULO IV

**PROCESSOS PARA ASSENTAMENTO
DE VIA**

CAPITULO V

ESTAÇÕES

CAPITULO VI

APARELHOS DE VIA

CAPITULO VII

FERRAMENTA

CAPITULO I

NOÇÕES GERAIS

66 — Terminadas as terraplanagens, regularizada a plataforma, e restabelecido o traçado procede-se ao assentamento da via e obras complementares, trabalho que toma o nome de «*Superstructura*».

Duas filas de carris, paralelas, assentes sobre travessas dispostas transversalmente, as quais repousam sobre um leito de pedra britada ou areia, formam principalmente o que se chama a *via*.

A distancia medida entre os bordos interiores dos vergos dos carris e que varia de paiz para paiz, chama-se a *largura normal da via*.

Em Portugal a largura normal da via nas linhas da Companhia Portugueza è actualmente de 1^m,665 em alinhamento recto, e nas antigas da C. P. é de 1^m,670.

Nas curvas, e nesta Companhia, a sobrelargura, varia com o valor dos raios; assim temos:

Para raios inferiores a 400^m,0 a sobrelargura é de 1.690.

Para raios inferiores a 1000^m,0 a sobrelargura é de 1.680.

Para raios de 1000^m,0 a sobrelargura é de 1.665 (largura normal).

O disfarce da curva para a recta, é de $\frac{1}{2}$ ^m/_m por metro, podendo ir até 1 ^m/_m por metro a partir da tangente.

Nos Caminhos de Ferro do Sul e Sueste, a sobrelargura da via é para:

Alinhamento recto. de: 1^m,665

grande até 900^m de: 1^m,670.
 entre 850^m e 600^m de: 1^m,680.
 550^m e menos de: 1^m,690.

pro estrangeiros são também di-
 nhas.

o francezes é de 1.435 em recta.
 » » » 1.455 em curva.
 hespanhoes é de 1.735 em

inglezes é de 1.440 em recta.
 irlandezes é de 1,600 » »
 russos é de 1.523 em recta.

comboio, os carris sofrem tres

provenientes do peso dos vei-
 os rodados, ficando os carris

is: resultantes da acção da força
 e do modo de construcção do
 o como efeito, serem obrigados
 e a se deformarem pela torsão

rais: devidos ou aos esforços
 tando os vagons ou à acção dos
 aderencia, que tem como efeito
 no sentido contrario ao do mo-

todos estes esforços, os carris
 travessas.

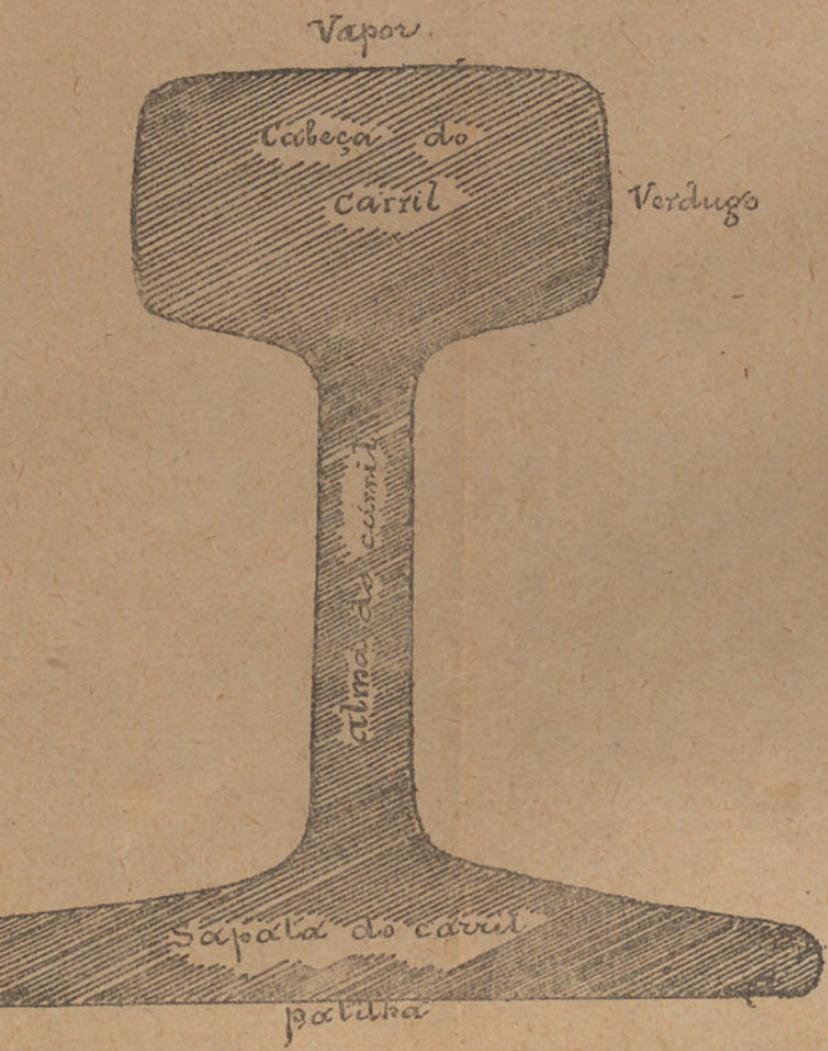
de na linha, as extremidades dos
 rras de ferro ou aço, chamadas

icidade, e para que toda a agua
 e imediatamente para a platafor-
 ção, permite o esgoto rapido das

simples, dupla, etc., quando tem

les o eixo das terraplanagens





Escola nacional

Perfil d'um carril - 30^h - 8^m
fig^a 78



coincide com o eixo da linha; quando é dupla das terraplanagens está no meio da entrevia, e se *entrevia* a parte compreendida entre os eixos dos carris interiores das duas linhas.

Como nas terraplanagens, em planta, a via tem segmentos rectos e curvos, e em perfil longitudinal rampas, declives e patamares.

O perfil transversal varia com o tipo adoptado pela Companhia (fig. 78).

i 69 — Os caminhos de ferro de via reduzida, de interesse meramente local, teem a vantagem de serem mais baratos do que as linhas de largura normal, os serviços prestados são muito secundarios.

Permitem rampas e declives muito suaves e, em geral, normal, as travessas são mais baratas e os raios de apertados, o peso dos carris é menor, a camada de lastro muito fraca e o terreno adquirido é menor.

A bitola varia entre 0^m,60 e 1^m,20.

O modo de construcção é idéntico ao da via normal.

70 — **Caminhos de ferro especiais.**

Como, sob o ponto de vista de se obter que os carris atinjam grandes diferenças de nível, a adherencia que limita a inclinação, para vencer a rampa limite usa-se duma cremalheira ou tracção funicular.

Quando, não obstante a cremalheira, a maquina puder rebocar o material, para vencer uma diferença de nível grande com relativo pequeno comprimento, a tracção funicular (tracção por cabos) cujo limite é o comprimento do cabo, em virtude do seu peso.

Os caminhos de ferro electricos não apresentam nada de diferente no assentamento da via senão nas linhas especiais, e no terceiro carril ao nível da linha para alimentar as locomotivas electricas, quando se trata de *trolley* nem *fio de trolley* aereo.

CAPITULO II

NOMENCLATURA E DESCRIÇÃO DO MATERIAL FIXO

71 — São tres os elementos que constituem a via :

1.º O par de carris com os seus materiais de fixação e de junção.

2.º As travessas, cujo numero e espaçamento entre si variam com o comprimento e peso dos carris.

3.º O balastro cuja altura e natureza dependem das condições locais.

1.º *Carris*: De principio usou-se o carril em ferro fundido; actualmente usa-se o de aço.

O tipo usado em Portugal é o carril com sapata (tipo Vignole).

Este assenta directamente sobre as travessas e é fixo por meio de *tirefonds* ou *escapulas* cujas cabeças apertam a patilha contra a travessa.

O carril define-se pelo seu peso por metro corrente e pelo comprimento; assim, diz-se que um carril é de 30^k e tem 8 metros. Evidentemente o peso do carril total é de 240^k. E necessario ter isto bem presente afim de se saber quantos homens se devem empregar no transporte dum carril.

— Ha uma tendencia em aumentar o comprimento do carril e o seu peso por metro corrente, afim de melhor resistir à acção dos comboios pesados com grandes velocidades.

Hoje já ha vagoes para 20 toneladas e maquinas mais peizadas com 18 toneladas por eixo.

— O perfil do carril varia de companhia para companhia e na mesma companhia ha varios tipos.

A (fig. 78) representa em escala natural, o perfil do carril de 8^m e 30^k com que foi assento a primeira via executada pelo B. S. C. F. em Portugal no ano de 1922.

O comprimento dos carris vai hoje até 24^m e 52^k por metro corrente.

As alturas dos carris tambem variam: assim na C. P. os carris de 45^k teem 0^m,144, os de 30^k, 0^m,125 e o da fig. (78) 0^m,110.

— Póde dizer-se que em alinhamento recto e em pata-mar, um carril d'aço, hoje, sofre um desgaste de um milimetro, depois da passagem de 200.000 comboios.

2.^o *Travessas*: O emprego das travessas de madeira veiu dar à via uma grande elasticidade, sendo usadas pela primeira vez em 1837 na linha Paris-Versailles.

São feitas da madeira de carvalho castanho ou pinho.

Teem a forma trapezoidal ou semitrapezoidal com 2,50 a 2^m,75 de comprimento. A sua espessura varia entre 0,12 e 0,18 e a largura 0^m,20 a 0^m,27.

Para uma melhor conservação das travessas, usou-se primeiramente uma impregnação nas travessas de sulfato de cobre; hoje, usa-se o creosóte.

Nas suas linhas mais gerais a creosotagem consiste em aquecer as travessas pelo vapor recebendo depois a injecção do creosote, no vacuo.

As travessas assentam-se depois de serem preparadas. Esta preparação tem por fim dar ao carril uma pequena inclinação transversal, o que se obtem por meio do *entalhe ou sabotagem*. Faz-se ou mecanicamente por meio de maquinas apropriadas ou à mão com a enxó; emprega-se neste ultimo caso, o *gabarit de sabotagem* ou *bitola de entalhes*, que fixa a posição do entalhe e a sua inclinação.

Assenta-se o gabarit sobre a travessa e marcam-se as posições dos entalhes; levantando o gabarit dá se uns córtes com o serrote até obter 1 centimetro de altura o minimo e termina se o entalhe com a enxó, dando a este a inclinação para o interior da via, de aproximadamente $\frac{1}{20}$. A roda dos vagonos teem tambem as suas *bandages* inclinadas de $\frac{1}{20}$.

3.º *Balastro*: A balastragem consiste em cobrir a plataforma na parte que fica debaixo das travessas, duma espessa camada de material, em geral: a pedra britada (que passe pelo anel de 0,06), o saibro, a areia, e as cinzas e escórias do carvão das máquinas.

Um bom balastro deve ter: grande consistencia, grande mobilidade, e elasticidade, para que o ataque das travessas se faça facilmente, deve assegurar a penetrabilidade das aguas das chuvas e facilitar o seu escoamento.

O balastro nestas condições fórma uma camada de protecção, não só ás travessas como ao terreno.

— *Tirefonds e escapulas*. A fixação dos carris ás travessas faz-se por meio de tirefonds (fig. 79) usando-se, às vezes, de *escapulas* nas linhas de pouca importancia.

A rosca do *tirefond* oferece maior solidez na pregação do que a superfície lisa da *escapula*.

O peso e comprimento variam com o tipo do carril.

— *Barretas ou eclisses*: São duas chapas colocadas de cada lado da alma do carril, e destinadas a ligar por meio de 4 ou 6 parafusos, as extremidades dos carris entre si. Para isso os carris e eclisses teem furação correspondente.

Em cada par de eclisses ha uma com ranhura que fica para o lado exterior da via, outra sem ella; aquella, recebe a cabeça do parafuso e não deixa girar este ao ser apertado (fig. 80).

— *Aplicação das cunhas «Barberot»*: As cunhas *Barberot* usam-se, quando os raios são pequenos e nos cruzamentos reforçam o carril contra os esforços transversais. Tendo-se préviamente verificado a largura da via, applica-se a *cunha* sobre a travessa e contra a alma do carril, e com um traço a lápis, indica-se o sitio onde deve ser feito o entalhe, (extremidades da cunha).

Abre-se uma ranhura sobre o traço, e com o formão e um maço de madeira e enxó de via faz-se o entalhe de modo que a altura dele não seja inferior a quinze milímetros (fig. 81).

Feito o entalhe, mete-se a cunha com ajuda do maço de madeira até ficar bem assente nelle e na alma.

Verifica-se novamente a largura da via e faz-se a furação da travessa introduzindo o trado pelo furo da cunha, já existente.

Na face superior da crista do *tirefond* existe a indicação de *tirefond* para cunha. E' mais alto que o normal.

Não se deve fazer o aperto muito fortemente senão racha a cunha.

— *Emprego das grampas de ferro*: As *grampas* de ferro, usam-se para vencer os esforços longitudinais que obrigam os carris a deslizar.

Quando o processo de assentamento é de junta em falso, applicam-se nas travessas-guardas, apoiadas contra a alma do carril e encostadas ás eclisses (fig. 82).

Por meio duma enxó de via, faz-se um entalhe sobre a superfície superior da cabeça da travessa, de modo que a grampa fique presa entre o entalhe e a alma do carril.

Dois *tirefonds* apertam a grampa contra a travessa.

— *Designação e emprego de chapins de ferro ou de feltro alcatroado*: Para se não assentar a patilha do carril directamente sobre o entalhe das travessas usa-se o chapim.

Tem a fórma rectangular ou trapezoidal, conforme se applica em travessas rectangulares ou de secção trapezoidal e as suas dimensões são iguais às das patilhas dos carris de que servem de base, e mais um milimetro.



fig. 79

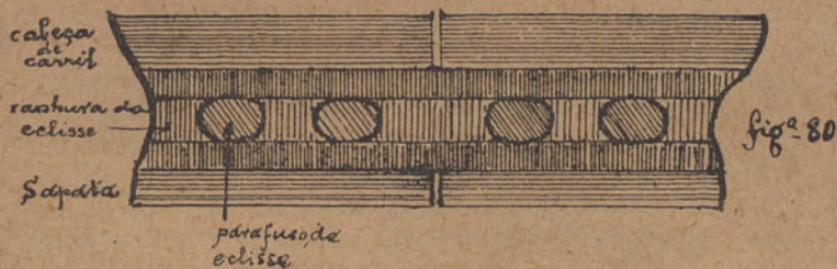


fig. 80



fig. 81

CAPITULO III

PIQUETAGEM

Ponto de nivelamento

72 — Depois de feito o assentamento da via, procedese à piquetagem rigorosa da linha, para que em qualquer ocasião se possa verificar se houve deslocamentos no eixo da via, e obrigar os agentes da conservação a se submeterem ao nivelamento e alinhamento do projecto.

Empregam-se estacas com $0^m,12 \times 0^m,12$ ou $0^m,10 \times 0^m,8$ de secção colocadas em geral a 1^m do bordo do carril, onde se indica com exactidão por meio dum prego, a distancia exacta do eixo.

Estas estacas postas nos hectometros em recta, colocadas de 20 em 20 metros nas curvas circulares e de 10 em 10 metros nas concordancias parabolicas dão tambem o *ponto de nivelamento*.

Nas curvas, as estacas teem um entalhe com a altura igual à escala da curva nêsse ponto, correspondendo então, o nivel da face superior da estaca, ao do carril da fila exterior, e o do entalhe à interior (fig. 83).

Em alinhamento curvo deve ser colocada no lado da fila inferior e em via dupla, no eixo da entrevia.

— *Perfil tipo do balastro*: Caracteristicas gerais (fig. 84).

a) Nivel nos vãos: de nivel com a face superior das travessas.

b) Largura da banquetta — 1^m .

c) Camada de balastro debaixo das travessas — $0^m,20$.

Nos alinhamentos rectos, quando em perfil transversal

a plataforma é horizontal, as características do perfil do balastro são as acima indicadas.

Nas curvas, quando em perfil transversal, a plataforma é horizontal, a altura da camada de balastro debaixo das travessas é reduzida para $0,^{m}15$, na fila inferior; na fila superior junta-se a esta altura de $0,^{m}15$ a correspondente à escala da curva nesse ponto. As restantes características conservam-se constantes.

Nas curvas, quando a plataforma é inclinada, a camada conserva-se constante debaixo das travessas e igual a $0,^{m}20$ sendo as outras características idênticas.

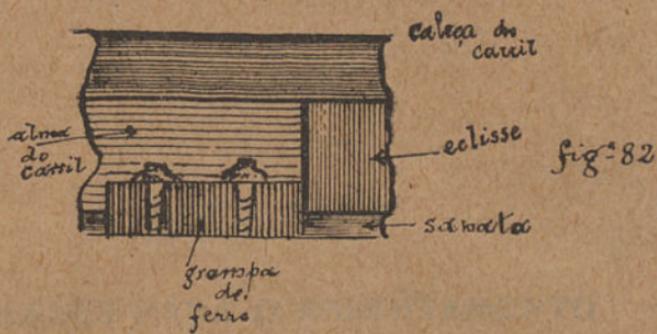
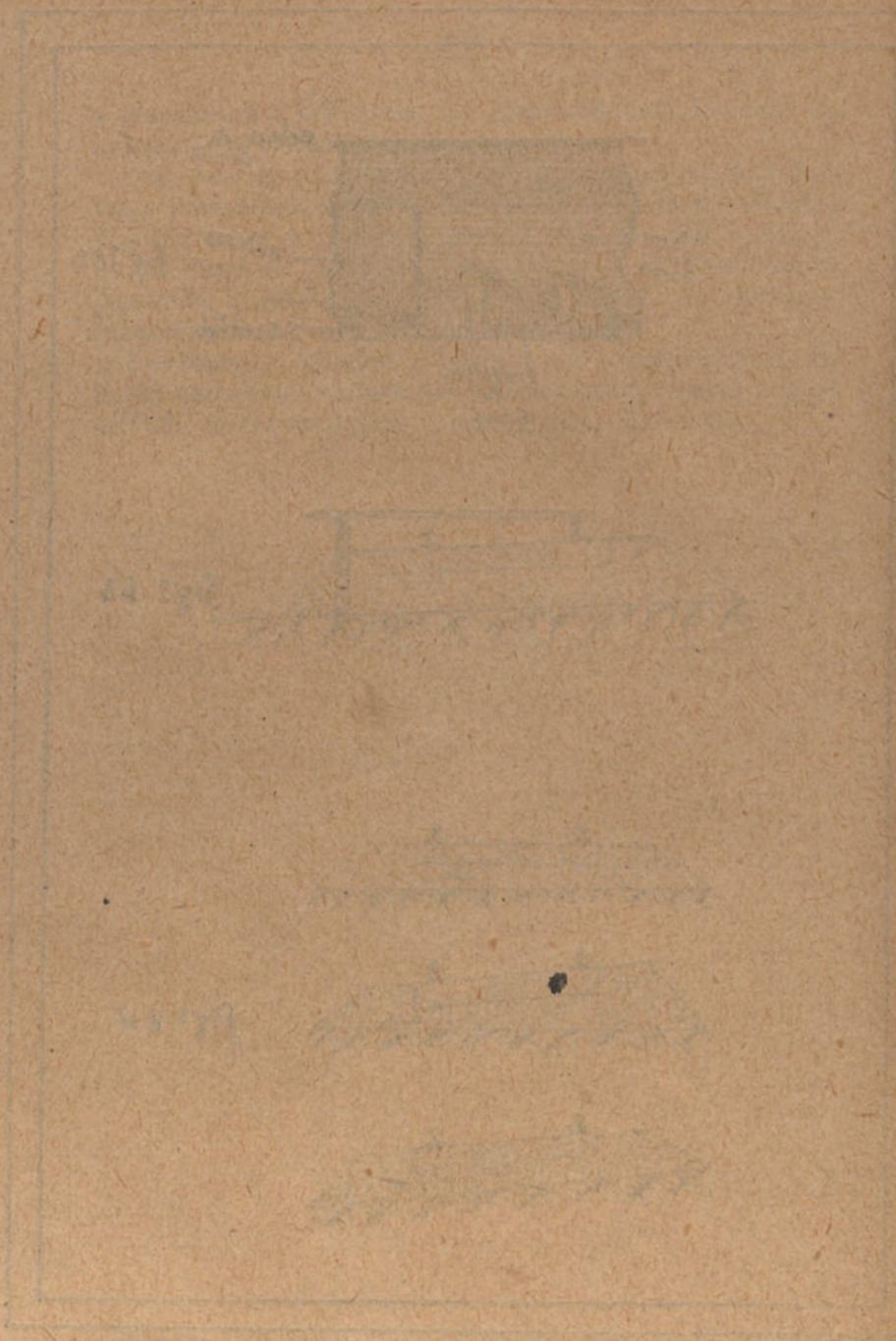


fig. 84





CAPITULO IV

PROCESSOS PARA O ASSENTAMENTO DE VIA CORRENTE

Descrição geral

73 — Como ha dificuldade em colocar o balastro sobre a plataforma, antes do assentamento da via, faz-se este directamente sobre aquella, levantando-se depois a via pouco a pouco, travessa por travessa, para as atacar com o balastro.

74 — Em *alinhamento recto* o assentamento faz-se pela seguinte ordem, nas diferentes operações a que está submetido.

1.º Marcar com um traço a picareta, a posição aproximada das travessas (centro das travessas).

Sabendo-se o espaçamento entre centros de travessas e o numero de travessas por carril, marcam-se num cordel estas distancias que depois se vão aplicar sobre o terreno.

2.º Colocar as travessas nos sitios indicados.

3.º Assentar os carris, pôr as eclisses e aperta-las levemente com dois parafusos, um em cada carril.

Ao assentar o primeiro par de carris, é necessario ter em vista que as extremidades dos dois carris devem estar *quadradas*, quer dizer, numa mesma linha normal ao eixo.

Para verificar esta primeira operação usa-se o *esquadro do assentamento de via* que é um esquadro de madeira, grande, em que o cateto menor tem uma ranhura que assenta toda sobre o verdugo interior do carril (fig. 85).

O outro lado, cateto maior, apoia-se transversalmente

sobre o outro carril; este lado deve ser maior do que a largura da via.

Os topos dos carris seguintes devem estar em esquadria, se o assentamento é em alinhamento recto, e vão-se colocando os carris, adaptando as eclisses e apertando os parafusos.

— *Folga de juntas*: os carris sofrem dilatações devido à variação de temperatura do ambiente, aumentando com o calor e diminuindo com o frio.

Então, para que as juntas não fiquem *topadas*, (e que um aumento de temperatura trazendo uma dilatação do carril, que não tendo para onde estender, consequentemente dava uma deformação na via), usam-se folgas, regularizadas em função da temperatura.

A aplicação do jogo de folgas, entre carris, e conforme a temperatura, é dada por uma tabela.

XV TABELA

Espessura das farelas usada nos Caminhos de Ferro do Sul e Sueste

Graus de termómetro (centigrados)	Espessura das chapas	Numero das chapas
Entre - 7 e - 2	0.012	12
» - 2 e + 2	0.011	11
» + 2 e + 7	0.010	10
» + 7 e + 11	0.009	9
» + 11 e + 16	0.008	8
» 16 + e + 21	0.007	7
» 21 + e + 25	0.006	6
» 25 + e + 30	0.005	5
» 30 + e + 34	0.004	4
» 34 + e + 39	0.003	3

As farelas (chapas de ferro) tem as espessuras indicadas na tabela, e escolhidas conforme a temperatura.

A seguir damos outra tabela de espessuras de chapas.

XVI TABELA

Tabela com a espessura das chapas de folga

Temperatura do exterior à sombra	Comprimento do carris			
	18.0	12.0	8.0	6.0
Gelo 0°	0.012	0.009	0.006	0.005
Temp ^a fria . . . 1° a 10°	0.009	0.007	0.005	0.004
» média. 11° a 20°	0.006	0.005	0.004	0.003
Calor—superior a . . . 20°	0.003	0.003	0.003	0.002

E' necessário ter cuidado não deixar nenhuma chapa dentro da folga.

4.º Marcar a giz sobre os carris a posição exacta das travessas em relação aos carris, devendo fazer-se nas duas filas, applicando o esquadro do assentamento de via, para que não fiquem desquadradas as travessas.

5.º Colocar as travessas nas suas posições definitivas, levantando o carril e puchando-as com a alavanca e nunca com a bita.

6.º Fazer a furação e colocar os *tirefonds*.

A furação faz-se com o trado, de dimensões apropriadas, e começa-se do lado interior da via.

Os furos devem ser normais à superfície do entalhe e a uma distancia tal que ao fazer-se a furação, as navalhas do trado estejam desviadas da patilha do carril de um a dois milímetros.

A furação deve ser feita por homens já experimentados, não só para que os furos fiquem paralelos, mas também para evitar que se partam muitos trados ao fazê-los sair do furo, porque a força deve ter a direcção do furo, e qualquer desvio dela, resulta quebra-los.

NOTA — Nos tuneis não se dá folga às juntas.

Esta acaba na segunda junta depois de entrar no tunel e começa na segunda junta antes da saída.

Os *tirefonds* são colocados à mão nos furos (onde se mete um pouco de gordura especial, previamente) e apertados com a chave de *tirefonds*, não se devendo bater na cabeça para os apontar.

Põe-se primeiro um *tirefond* de cada lado do carril, apertando levemente a cabeça sobre a patilha, fixando assim uma fila de carris independentemente da gueija.

Faz-se a furação na segunda fila, metem-se dois *tirefonds*, um de cada lado do carril, e em cada travessa, e apertam se levemente.

Verifica-se com a gueija a largura da via; se estiver *folgada* aperta-se mais e em primeiro logar o *tirefond* do lado exterior; se estiver *apertada*, o primeiro *tirefond* a apertar é o do lado interior, quer dizer, aperta-se primeiro o *tirefond* que estiver do lado oposto àquêle para onde o carril necessite ser puchado.

A posição do carril é novamente verificada, apertando-se então definitivamente os dois *tirefonds*, começando-se pelo que estiver do lado para onde o carril necessite ser puchado.

Então, estão as duas filas aptas a receber o aperto definitivo dos *tirefonds*, quer a fixação seja simples quer reforçada, o qual se faz, verificando sempre a largura e a inclinação dos carris.

Não se deve forçar o aperto, porque quanto mais se apertar, a parte lisa do *tirefond* mais se afasta da patilha, resultando inutil a sua acção.

7.º Estender o balastro e levantar a linha para a atacar. O levante duma linha consiste em pôr a linha à altura das estacas de nivelamento.

Alçaprema-se um dos carris à altura da estaca de nivelamento, por meio da régua e do nivel do assentador; na estaca seguinte faz-se a mesma operação.

Tendo assim dois pontos nivelados, o nivelamento intermedio faz-se por meio das cruzetas.

Primeiramente levantam-se as juntas e depois os meios dos carris, duma mesma fila, com as *lívias* metidas debaixo das travessas (e nunca debaixo dos carris que dava como resultado alargar os *tirefonds* e também a furação).

Depois nivela-se a outra fila por meio da régua e do nivel colocados transversalmente.

Enche-se a via de balastro e ataca-se bem. O ataque deve ser forte debaixo dos carris e numa extensão de 0^m,30 a 0^m,40 para cada lado, ligeiramente nas cabeças e mais ainda nos meios das travessas.

Cada parrelha de assentadores deve fazer o ataque nos quatro lados do carril, e de modo que ele se faça em sentidos opostos, e dois a dois.

Então duas parrelhas atacam simultaneamente a mesma travessa.

O primeiro ataque faz-se com 4 homens com a frente voltada um para o outro, dois por fóra e dois por dentro da linha. Na figura (86) o sinal  indica a posição do assentador, e o sentido do ataque.

O segundo ataque faz-se passando os homens, as bitas para a outra mão, quer dizer trocam a mão no cabo da bita, voltam-se, e fazem o ataque conforme indica a seta — 2.^o ataque. Terminado este verifica-se se está bem feito.

O toque do olho da bita sobre a cabeça da travessa dá um som *falso* quando o ataque está imperfeito, e um som *cheio* quando está bom. Batendo todas as cabeças, se o som fôr igual, é uniforme o ataque.

Na verificação, caso não haja uniformidade de sons, é necessario atacar as travessas que não estão bem atacadas, mas tendo o cuidado de não ir prejudicar o ataque das outras.

Na parte que não foi atacada, no meio das travessas, scaba-se de preencher com balastro, para a travessa não ficar em falso, *ficar aconchegada*.

As travessas que fossem atacadas no centro, partiam-se facilmente à passagem dos comboios, porque oscilavam, tendo como base o ataque do centro.

Não se deve levantar a linha mais do que a altura, porque é muito difficil e bastante demorado fazer o abaixamento, e depois o levantamento novamente.

Deve haver todo o cuidado em não deixar sair os carris do alinhamento, ao fazer o levante porque o ataque depois não se fazia no sitio que lhe era devido.

Então vão se obrigando os carris a conservar o eixo. Completado o ataque deve haver a verificação pelo chefe de assentadores.

8.º Rectificar o alinhamento, que se faz com a *ripagem da linha*.

Para se fazer uma boa ripagem é necessario que quem *destorce* a via, esteja longe para vêr bem o alinhamento.

Por meio de alavancas, apoiadas sempre sobre as travessas e nunca sobre os carris, se consegue levar a linha mais para a direita ou para a esquerda, conforme as exigencias dos pontos obrigados às estacas.

9.º Colocar e apertar os dois outros parafusos das eclisses; apertam-se os parafusos com a chave que deve ter um comprimento não superior a 0^m,60, e não forçar demasiado as cabeças.

10.º Carregar as travessas de balastro e regularizar as banquetas do balastro, de acordo com o perfil dado.

75 — Assentamento em alinhamentos curvos:

Em alinhamento recto, para virem em esquadria as juntas, devem ter os carris o mesmo comprimento; são chamados os carris compridos.

Nas curvas, a fila exterior dos carris tem um desenvolvimento maior do que a fila interior, donde resulta que os topos dos carris da fila exterior ultrapassam os da interior de tal modo que o assentamento das travessas-guardas se não podem colocar nas condições normais.

Para conservar a esquadria, intercala-se na fila interior um certo numero de carris de comprimento inferior ao normal, chamados carris curtos.

Por economia e para facilidade de conservação da via, os carris curtos são todos eguaes, para cada comprimento de carril normal.

Então a fila interior é constituída por alguns carris compridos e por um certo numero de carris curtos que varia com o raio da curva e seu desenvolvimento.

Não se obtem, é certo, uma rigorosa correspondencia de juntas, mas pôde chegar-se a obter uma amplitude para o máximo desquadramento das juntas, de metade da differença entre os carris compridos e curtos.

OBSERVAÇÃO — Repetimos que apresentamos as fórmulas, unicamente a titulo de elucidação devendo haver sempre a indicação superior.

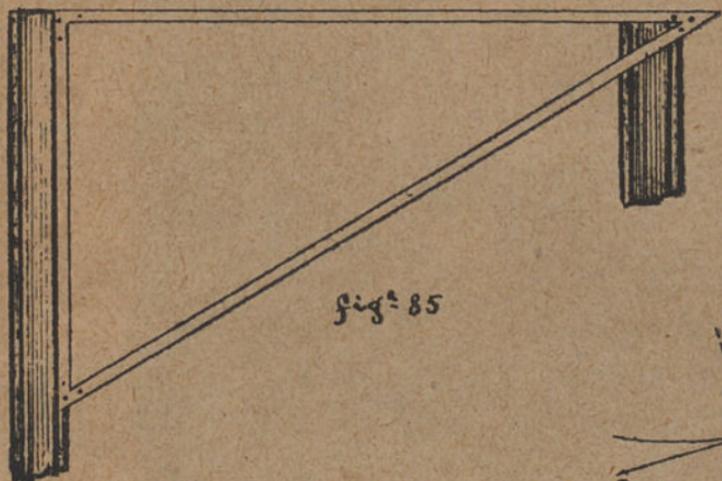


fig: 85

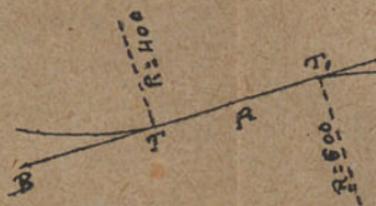


fig: 87

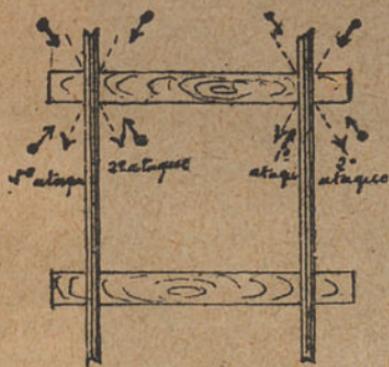
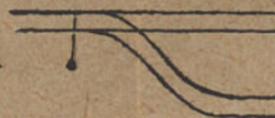


fig: 86





Então o que se necessita saber é:

- 1.º O numero de carris curtos a en
- 2.º A distribuição dos carris curtos modo a obter o minimo de desvio.

Evidentemente que superiormente do numero e modo de distribuição, no as formulas na nota seguinte.

Na linha do Sado (Sul e Sueste) 18^m de comprimento, sendo 17^m,88 o do curvas. A diferença é pois de 0^m,12.

NOTA—1º O numero de carris curtos a

Sendo n este numero,

D o desenvolvimento da curva (medido s

R o raio da curva

d a distancia entre eixos das duas filas de

e a diferença entre os dois comprimentos e curtos,

$$\text{será } n = \frac{D \cdot d}{R \cdot e}$$

2.º A relação entre o numero N de carris n de carris curtos sendo l o comprimento do

$$\frac{N}{n} = \frac{(2 R + d) \cdot e}{2 l \cdot d}$$

Quando fôr $N = n$ temos

$$\frac{(2 R + d) \cdot e}{2 l d} = 1 \quad \text{e} \quad R = \frac{d}{2} \left(\frac{2 l d}{e} - 1 \right)$$

que dá o valor do raio para o qual todos os são curtos, é o raio minimo.

3.º O numero de ordem na colocação dos c

Sendo p_n o numero de carris que precedem n temos:

$$p_n = \frac{(2 n - 1) \cdot (2 R + d)}{4 d l}$$

Então dando a n valores 1, 2, 3... temos p_1, p_2, p_3, \dots que representam as posições ocupando, segundo, terceiro carril curto.

XVII TABELA

Tabela com a diferença entre carris compridos e curtos na C. P.

Comprimento dos carris		Diferença	Valor do maximo desquadramento igual a metade da diferença
Compridos	Curto		
60	595	005	0.025
80	795	005	0.025
120	11.92	008	0.04
180	17.88	012	0.06

76 — Sobre-elevação nas curvas :

Em alinhamento recto, as superficies exteriores das cabeças dos carris devem estar transversalmente de nivel.

Em alinhamentos curvos, para neutralizar a acção da força centrifuga, é necessario que a fila exterior da via seja mais elevada que a interior.

A esta sobre-elevação chama-se *escala* da curva, que é directamente proporcional à velocidade V dos comboios e inversamente ao valor do raio R .

Então $E = \frac{V}{R}$ e vem expresso em metros.

Por maior que seja V , e por menor que seja R o valor da escala nunca deve ser superior a $0^m,20$.

O valor maximo a adoptar é $V=90$ para a via por onde passem expressos e $V=75$ para as restantes vias, nas linhas da C. P.

A escala da curva dá-se e verifica-se por meio da régua das curvas, que tem 2^m de comprimento, podendo ter as divisões indicativas da escala, nela mesmo, ou haver um cêpo separado. Neste ultimo caso, a indicação da escala é feita em milímetros de 10 a 200 e cada divisão do cêpo corresponde a cinco milímetros.

No primeiro caso, as divisões correspondem aos milímetros mas tem a indicação do raio.

Completa a régua, evidentemente, o nivel.

77 — Escala de via em curva e disfarces para a transição :

1.º A tabela XII, apresentada na II Parte, quando tratamos da piquetagem das curvas parabolicas, representa os valores das escalas para a velocidade $V=75$.

Para $V=90$ o valor máximo da escala é de $0^m,20$ para raios até 450 metros. Para raios superiores damos os seguintes valores :

$R=500^m$ a escala é 0,18, para $R=600$ é $e=0,15$, para $R=1.000^m$ é $e=0,09$, para $R=1.500$ é $e=0,06$, para $R=2.000^m$ é $e=0,045$.

Quando a curva tem concordancia parabolica, repetimos, o disfarce da escala, faz-se sobre esta, de tal modo que na tangente parabolica a escala é nula, (na C. P. e na linha do Vale do Sado, e então todo o arco circular tem a escala dada pelas tabelas ou, conforme o valor de V , e fazendo-se o desnível sobre a curva parabolica de modo que não exceda dois milímetros por metro corrente

2.º Quando a curva é circular, sem concordancia parabolica, dá-se à tangente metade do valor da escala da curva, e disfarçando-se metade sobre o alinhamento recto e metade sobre a curva.

78 — Alteração à regra geral no valor do disfarce :

1.º Póde succeder que duas curvas adjacentes, com o mesmo raio e no mesmo sentido, tenham o alinhamento recto comum, com um desenvolvimento que não seja sufficiente para se intercalar concordancias parabolicas, então dá-se ao alinhamento recto uma escala igual à da tangente.

2.º *Se as curvas tiverem o mesmo raio, mas sentidos contrarios*, faz-se o disfarce na curva, a dois milímetros por metro corrente, e no alinhamento recto, até tres milímetros por metro, devendo ficar de nível dez metros de alinhamento, cinco para cada lado, do meio do alinhamento recto.

3.º *Se as curvas tiverem raios diferentes e no mesmo sentido*, faz-se o disfarce a dois milímetros por metro sobre a curva, de raio menor, e sobre o alinhamento recto.

Quando o disfarce sobre este alinhamento atingir um

valor identico ao da tangente da curva de raio maior continua-se com este valor, como disfarce.

4.^o *Se as curvas tiverem raios diferentes e sentidos contrarios*, procura-se um ponto *A* entre as duas tangentes *T* e *T*₁, para aquém e para além do qual se ha-de medir um comprimento de 5 metros (total dez metros) que ficará de nível, ponto que deve estar tanto mais proximo da tangente de raio maior, quanto maior fôr o raio. Quer dizer, que se divide o alinhamento em duas partes inversamente proporcionais aos raios das curvas.

Deve ser:

$$\frac{A T_1}{A T} = \frac{R}{R_1}$$

logo

$$\frac{A T_1 + A T}{R + R_1} = \frac{A T_1}{R} \quad \text{ou} \quad \frac{T T_1}{R + R_1} = \frac{A T_1}{R}$$

Suponhamos $R = 400$, $R_1 = 600$ e $T T_1 = 50$ (fig. 87).

Então substituindo $T T_1$ e $R + R_1$ e R pelos seus valores

$$\frac{50}{400 + 600} = \frac{A T_1}{400}$$

donde

$$A T_1 = 20^m$$

logo

$$A T = T T_1 - A T_1 = 50 - 20 = 30^m$$

A partir de T_1 marca-se $A = 20^m$, deste ponto para cada lado 5 metros, que devem ficar de nível, transversalmente, começando se depois o disfarce a $2^m/m$ por metro, até atingir na curva a sua escala máxima.

5.^o — *Se se não puder obter o máximo da escala numa curva, devido ao seu pequeno desenvolvimento*, dá-se na tangente metade da escala que competir á curva, e faz-se o disfarce, para aquém e além da tangente, a $2^m/m$ por metro.

Atingida a distância cinco metros, antes da bissectriz, continua-se com a escala deste ponto até 5 metros depois da bissectriz, descendo-se então a $2^m/m$ por metro,

XVIII TABELA

Tabela com a distribuição e espaçamento das travessas
JUNTA EM FALSO

Tipo de carril	Numero de travessas	Distancia á face exterior da travessa-guarda	Distancia entre eixos de travessas (espaçamento)
30 ^k - 8 ^m	12	0,115	0,7
45 ^k - 11 ^m	16	0,115	2.º 0,76 restantes 0,8
45 ^k - 18 ^m	24	0,115	2.º 0,76 restantes 0,78

até se obter a outra tangente, seguindo-se o disfarce até o alinhamento recto.

6.º — Se houver *um pequeno alinhamento recto, que não permita o disfarce de 2^m/m por metro, em recta, e o desenvolvimento da curva fôr pequeno*, o disfarce faz-se a 3^m/m por metro, applicando-se no resto o que atrás fica exposto.

7.º — Se houver *uma tangente comum a duas curvas de raios desiguais e no mesmo sentido*, a escala, na tangente comum, será a média das duas escalas, e o disfarce, até obter estas escalas máximas, faz-se a 2^m/m por metro.

79 — Processos para o assentamento dos carris:

1.º *Espaçamento das travessas*: Cada companhia tem o seu tipo.

Há dois processos para o assentamento dos carris.

a) *Carris com a junta em falso.*

b) *Carris com a junta apoiada*

Conforme o comprimento e peso dos carris, e velocidade dos combóios, conforme o alinhamento, recto ou curvo, assim varia o número e espaçamento das travessas.

a) Com a junta em falso, a distribuição das travessas faz-se conforme a tabela XVIII.

XIX TABELA

Tabela com a distribuição e espaçamento das travessas

JUNTA APOIADA

Tipo do carril	Numero de travessas	Distancia entre eixos de travessas (espaçamento)
30 k — 8 m a) Curvas de raio Superior a 800 e rectas	11	1.ª 0,6 2.ª 0,7555 Restantes 0,755
		1.ª 0,60 Restantes 0,68
b) Curvas de raio Inferior a 600	12	

b) Com a junta apoiada, as travessas distribuem-se conforme a tabela XIX.

2.º *Fixação de carris:*

A pregação dos carris às travessas faz-se em cada travessa por três tirefonds, alternando dois por fóra e um por dentro e o inverso na outra fila, conforme indica o croquis (fig. 88).

Na pregação simples, usa-se um *tirefond*, de cada lado do carril.

80 — **Contra-carris das passagens de nível:**

Para assentar o contra-carril, faz-se um entalhe na travessa de 0^m,25 da aresta da patilha do carril, de modo que os verdugos do carril e seu contra-carril fiquem ao mesmo nível.

Os contra-carris são fixos aos carris por meio de parafusos que atravessam os calços que dão ao afastamento entre carril e seu contra-carril uma grandeza sempre fixa, em virtude do transito. São fixos às travessas com *tirefonds*.

Se pelo transito for necessário o contra carril exterior, este é fixo sómente às travessas pelos *tirefonds* e o espaço entre carril e contra carril é preenchido com pedra miuda.

CAPITULO V

ESTAÇÕES

Ideia geral, nomenclatura e designação segundo o fim a que se destinam

81 — As estações, edificios construidos para o serviço duma linha de caminho de ferro, são objecto de considerações muito especiais ao serem estudadas e implantadas no terreno.

Devem satisfazer às necessidades locais, às exigencias do trafego e à importancia do movimento de passageiros.

O espaçamento entre estações vai diminuindo conforme aumenta o trafego, e a sua posição depende das condições topográficas do terreno

— Na linha do Norte (C. P.) a media das distancias entre estações e apeadeiros é de 6 kilometros.

Em França, a média já é de 5 kilometros.

As estações são edificadas conforme a categoria a que pertencem.

Designação das estações

1.º *Apeadeiros*: Pontos onde os passageiros sobem e descem sem haver movimento de bagagens nem de mercadorias.

Como sala de espera é sufficiente um abrigo no cais.

2.º *Estações de 3.ª classe*: Fazem-se serviços de grande e pequena velocidade, e então exige a construção de compartimentos para passageiros, para mercadorias e venda de bilhetes.

3.º *Estações de 2.ª classe*: Fazem-se serviços de grande e pequena velocidade, a affluencia dos passageiros é maior, o que exige compartimentos mais espaçosos, e em maior numero.

4.º *Estações de 1.ª classe*: São os pontos de partida e chegada e de formação de comboios, e dispostos de modo a bem satisfazer o serviço completo de passageiros e mercadorias (grande e pequena velocidade).

5.º *Estações maritimas*: Dispostas sobre um cais dum porto de mar comporta uma série de linhas, onde se formam, partem e chegam comboios.

82 — **Para atravessar as linhas numa estação ha:**

a) as passagens de nivel da linha, assentes sobre esta e ao seu nivel.

b) *Passereles aereas*, construidas em madeira, metal ou cimento armado.

E' horizontal sobre as linhas e a comunicação com os cais faz-se por meio de escadas.

c) *Galerias de passagem subterraneas*, teem 2^m,25 a 2^m,50 de altura. Estão munidas de chaminés para ventilação, e a iluminação faz se ou artificialmente, ou por meio de chapas de vidro grosso, existentes no tecto.

83 — **Marquises, abrigos:**

Sobre os cais, e para abrigo dos passageiros collocam-se *marquises*.

Hoje são construidas em chapa de ferro assentes sobre colunas de ferro fundido, de modo a tornar a construção simples e elegante.

As *marquises* para utilmente potegerem passageiros e mercadorias, devem evidentemente ter a largura calculada conforme as dimensões dos passeios do cais a cobrir.

Nas estações principais as marquises interiores cobrem a area dos passeios, cais e das linhas, formando *halls*.

84 — **Distribuição de agua — Alimentação das locomotivas:**

E' tambem um estudo de responsabilidade, a distribuição de agua e alimentação das locomotivas.

Se a agua é fornecida pela rêde geral, sómente um ramal allmenta o reservatorio.

Se a companhia de caminhos de ferro não tem esta solução, a mais barata evidentemente, tem de a captar,



Estação de Martingança

Linha directa em curva — S de ligação em recta — Desvio — Linha morta
Ramal de Martingança

utilizando às vezes motores para accionar as bombas elevatorias.

A agua é recebida em reservatorios, com capacidades calculadas conforme o consumo previsto: bocas de incendio, retretes, fontes, habitação do pessoal da estação, etc.

Os aparelhos para alimentar as maquinas chamam-se *gruas hidraulicas*. Colocam-se nas estações sobre os cais, no sitio onde devem parar as locomotivas. Compõe-se duma coluna vertical, com um braço horizontal movel, que está a uma altura sufficiente para que o tubo entre facilmente no orificio superior da caixa de agua do tender.

85 — Estações de mercadorias :

O serviço de mercadorias, ou está anexo ao das bagagens, quando o trafego é pequeno, ou se constroe um edificio especial, que com as linhas mortas, desvios, linhas de triagem e placas girantes, formam a estação de mercadorias.

De construção mais ligeira do que as estações para passageiros, consta de armazens, colocados entre dois cais, aquele onde estacionam os vagon, e aquele onde encostam os carros para a carga e descarga.

A superficie dos cais, é função do trafego e da natureza das mercadorias. Assim por exemplo, calcula-se que uma tonelada de cereais exige uma superficie de 8 m. q.

O comprimento tambem varia mas em média, pôde admitir-se que um cais com 80 a 90 metros de comprido comporta um comboio de 12 vagon.

A largura é função da importancia da estação. Varia entre 7^m a 20^m, devendo evitar-se larguras excessivas que tornam as manobras dificeis.

86 — Linhas de triagem — Desvios — Linhas mortas :

Servem para facilitar a composição dos comboios, por meio de grupos de linhas paralelas, ramificações das linhas mais importantes das estações de mercadorias.

— Para assegurar o movimento constante dos comboios, não basta a via principal. É necessario às vezes resguardar um comboio de mercadorias, por exemplo, para a passagem dum comboio de passageiros, etc.

Assentam-se então os desvios fazendo os munir dos aparelhos de mudança de via.

As linhas mortas não tem senão uma saída, e servem para resguardar os vagon junto dos cais, para carga e descarga de mercadorias (fig. 89).

87 — Cais e passeios :

Ligam a estação com a linha.

Confundem-se as designações, cais e passeios, sendo porém estes de menor altura que aqueles. O comprimento dos cais varia com a importancia da estação, indo até 100^m. A largura vai até 15^m.

As extremidades dos cais terminam por planos inclinados com um desenvolvimento de 3 a 6 metros, até obter o nivel do balastro da via.

88 — Pára-choques :

Estabelecem-se nas extremidades das linhas mortas, e nos finais das linhas principais. Devem ter a resistencia sufficiente para amparar o choque dum vagon largado por uma maquina em manobras.

São variadissimos os tipos adoptados.

89 — Limites :

Para indicar o limite de estacionamento de comboios nos cruzamentos, cravam-se estacas vermelhas, a uma distancia dos talões das croximas, tal que entre elas, e os bordos exteriores dos carris contiguos seja de um metro.

90 — Depositos :

a) *Rotundas*: Chamam-se *rotundas* às construções circulares, para o centro do qual convergem todas as linhas, que tem uma placa girante para as manobras.

b) *Remises* rectangulares em que as linhas são paralelas, e a manobra faz-se ou por agulhas, ou *charriots*.

Pode calcular-se uma superficie de 150^m² por maquina, A profundidade das fossas, vai até 1^m.

91 — Discos e semáforos :

Chamam-se *sinais da via* os que são feitos pela via à tracção.

O funcionamento dos sinais e aparelhos de protecção, pertencem ao serviço da exploração; a instalação e conservação pertencem à via e obras.

Os sinais indicam via livre, paragem ou marcha afrouxada, e direcção das agulhas.

Disco ou *senal redondo*: é um circulo em metal, pin-

tado de vermelho dum lado e de branco do outro, com um orificio excentrico no qual se coloca a lanterna de côr branca ou vermelha durante a noite.

Semáforo: Consta dum poste com braços moveis, que, segundo a sua inclinação, indica via livre ou paragem absoluta.

CAPITULO VI

ACESSORIOS E APARELHOS DE VIA

92 — Para assegurar na exploração uma sequencia e a segurança do serviço, é necessario estabelecer communicações com outras vias e colocar aparelhos que obriguem os comboios a guardar distancias entre si, para evitar choques.

Para se fazer passar, tangencialmente, duma linha para outra, um comboio, usa-se o *aparelho de mudança simples*. A passagem dum vagon duma linha para outra, que lhe seja normal, faz-se por meio da placa girante; e o *charriol* permite que o movimento dum vagon se faça transversalmente.

93 — **Aparelho de mudança de via :**

Quando se quer estabelecer a bifurcação duma linha DD' , (fig. 90) insere-se nos pontos de tangencia um aparelho que obrigue os rodados dos veiculos a se enca-minharem para o cruzamento dos dois carris.

a) E' necessario que os carris exteriores fiquem firmes e continuos, e então dois carris moveis (*agulhas*) serão dispostos de modo que um deles constitua o carril interior da linha de que se quer desviar, e o outro se encoste contra o interior do carril da via normal, servindo de carril à linha desvio.

Os dois carris moveis, chamados *lanças*, os carris encostos, chamados *contra-lanças*, as *virinhas de ligação* e o *aparelho de manobra* constituem a primeira parte do aparelho de mudança de via, e é chamada *mudança de via* ou *grade das agulhas*.

alternadamente nos carris de en-
 go das rodas passe entre a lança
 o daquela assenta sobre um calço
 e quando a lança se apoia contra
 n um angulo chamado o *angulo*

ncosto como as lanças, assentam
 s *cochins de apoio* ou *chapas de*
 a estar sempre limpas, e oleadas,
 ento da sapata da lança se faça

as entre si por meio das varinhas
 áquelas pela sapata ou pela alma.
 vimentos faz com que, se uma
 a contra-lança, a outra se afasta.
 as é transmitido pelo *aparelho de*
 as agulhas encaminham os roda-

ntido de 1 → e quer ir para 2.
 o seu carril encosto $P'e'$, e como
 entos, a lança *at* afasta-se do
 leza tal que o verdugo do rodado

sentido ← 2 — e quer ir para 1,
 lanças permite faze-lo.

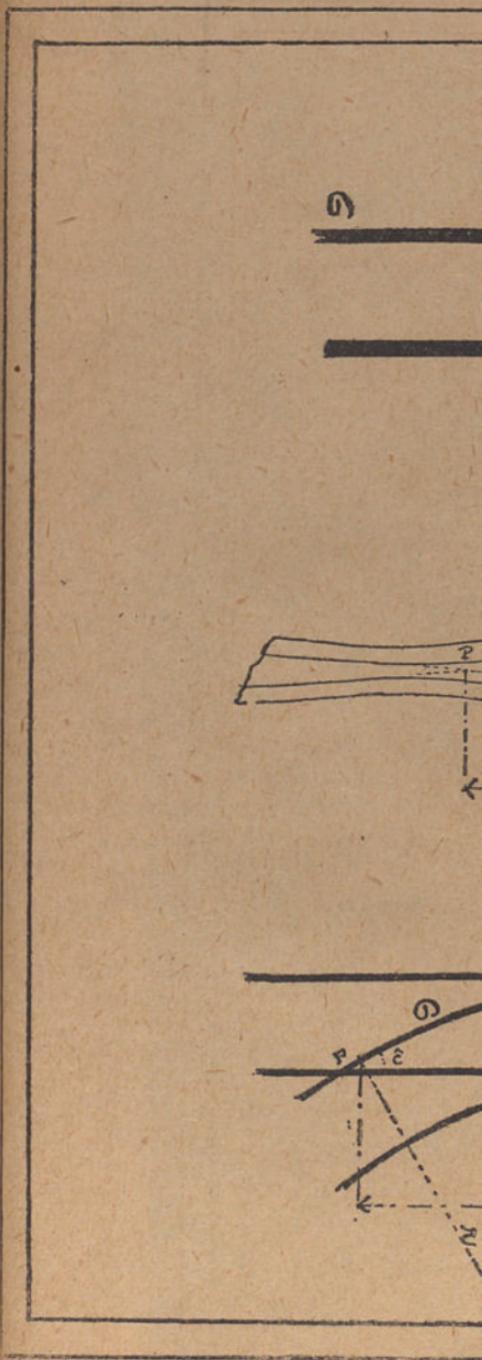
→ quer passar a 3, a lança *at*
 rril encosto e $a't'$ desvia-se, po-
 o das rodas.

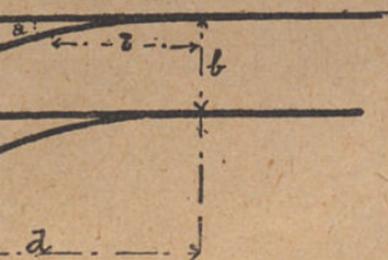
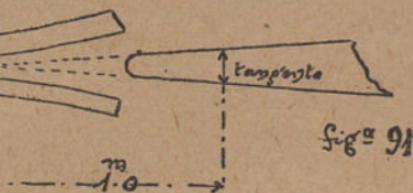
do ← 3 — para 1 é esta ultima
 a tambem.

dança de via, assenta-se primeiro
 da via directa, depois a outra
 as lanças.

gar são as rectangulares,
 s agulhas é de 1^m,670, no meio
 a concordar com a largura nas

de d'agulhas é de nivel, quando
 nto recto. Quando se insere numa
 eala que a curva nesse ponto.
 nstitue a segunda parte do apa-





a, a'	: la
v, v'	: va
m	: va
P, P'	: por
M, X	: apa
C	: cro
t, t'	: tal
P_e, P'_e	: ca
c, c'	: coy
R, R'	: ra

fig. 92

relho de mudança de via. Consta da croxima, contra-carris e calços.

A croxima permite assegurar a passagem dos verdugos das rodas, pela abertura feita no encontro dos dois carris interiores $R' D'$.

Estes dois carris encontram-se e formam um macisso que se chama o *coração da croxima*. Estes carris, (que são uma das filas da via directa e o ramo curvo interior) junto ao coração, dobram-se nas suas extremidades para amparar e encaminhar os rodados, formando as chamadas *patas de lebre*, e que são os contra-carris do coração.

A abertura da croxima é definida pelo angulo formado pelas duas filas interiores das duas linhas, exprime-se pela sua *tangente*, e é chamado *angulo de cruzamento*. Quanto mais aberto fôr o angulo, maior será o raio da curva do ramo curvo, e mais difficilmente se insereve o material nele. Quanto mais agudo fôr o angulo, maior é o desenvolvimento do ramo curvo, e mais difficil a construção do coração da croxima.

Em Portugal é mais usual o cruzamento cuja tangente é 0.09, 0.11 e 0.13. No ramal da Martingança o cruzamento é de 0.14.

Vejamos praticamente o que significam estes valores, e como se reconhece a abertura duma croxima:

Por meio de dois cordeis bem tensos, applicados sobre os verdugos interiores dos contra-carris do coração e sobre as paredes do coração procuramos o ponto P de encontro desses dois cordeis (fig. 91).

A esse ponto chama-se *ponta matematica* do coração da croxima; a partir deste ponto, toma-se sobre o coração um comprimento egual a um metro.

Medimos a largura do coração nesse ponto, que representa o valor da tangente da croxima, isto é, a abertura do cruzamento.

Os contra-carris servem para evitar que os rodados dos vagons incidam sobre a ponta do coração da croxima, o que daria logar a descarrilamentos.

O assentamento duma croxima faz se sobre travessas especiais. A parede do coração deve ficar no alinhamento da via directa pera o que no seu assentamento se usa um fio bem tenso applicado sobre ela.

A bitola no cruzamento é de 1.670, concordando para um e outro lado.

O nivelamento do cruzamento assente em alinhamento recto, tem uma pequena escala, a partir do talão da agulha, e assente em curva tem a escala que pertence à curva.

Os contra-carris da croxima, assentam-se como se fossem contra-carris das passagens de nível.

c) A ligação das agulhas com o cruzamento podia fazer-se prolongando a lança em recta, mas resultava ser o angulo de cruzamento muito agudo; faz-se então uma ligação em curva circular, deixando-se em recta as agulhas e alguns metros além do talão da agulha e do cruzamento.

E' o ramo curvo que forma a terceira parte do aparelho de mudança de via. O assentamento do ramo curvo faz-se como se se tratasse do assentamento duma curva.

No meio do ramo curvo, a bitola é de 1.680 a concordar com 1.670 na croxima e 1.670 nas agulhas.

NOTA — Calculo do valor do raio do ramo curvo, seu desenvolvimento e distancia entre a ponta da lança e a ponta mathematica da croxima.

Designando por (fig. 92)

D o desenvolvimento do ramo curvo
 d a distancia entre a ponta mathematica do cruzamento e a ponta da agulha
 r o raio da curva do ramo curvo
 p comprimento da ponta recta do cruzamento
 l comprimento da lança
 b bitola da via

e sendo

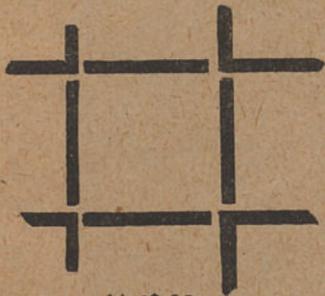
\hat{a} o angulo de cruzamento
 a o angulo formado pela lança e contra-lança

temos

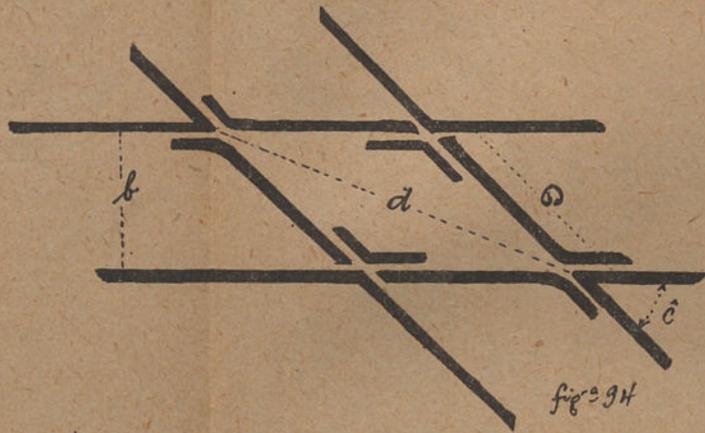
$$r = \frac{b - l \operatorname{sen} \hat{a} - p \operatorname{sen} c}{\cos \hat{a} - \cos \hat{c}}$$

$$d = l \cos \hat{a} + p \cos \hat{c} + r (\operatorname{sen} \hat{c} - \operatorname{sen} \hat{a})$$

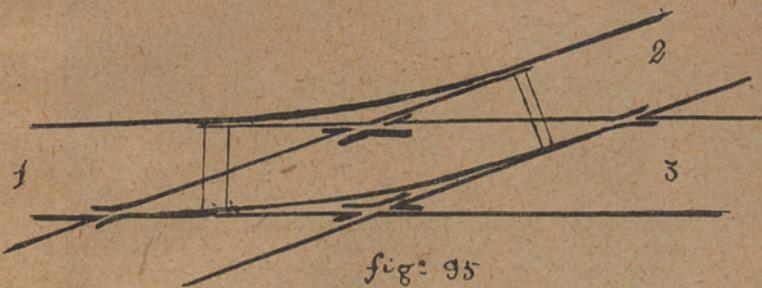
$$D = \frac{(c - a) \cdot \pi r}{180}$$



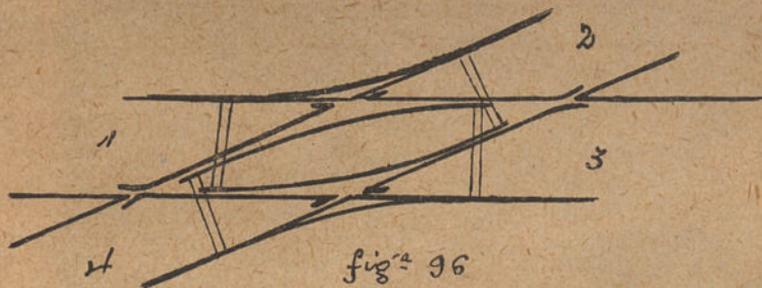
fig^o 93



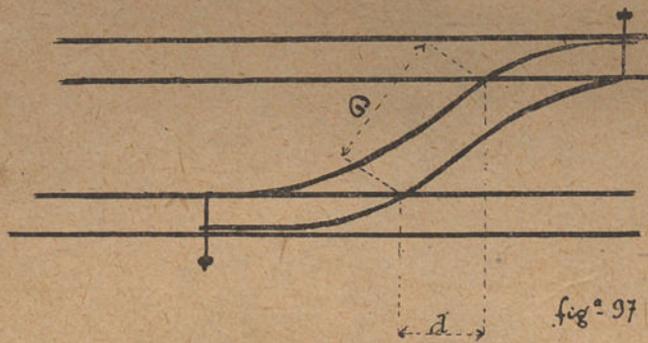
fig^o 94



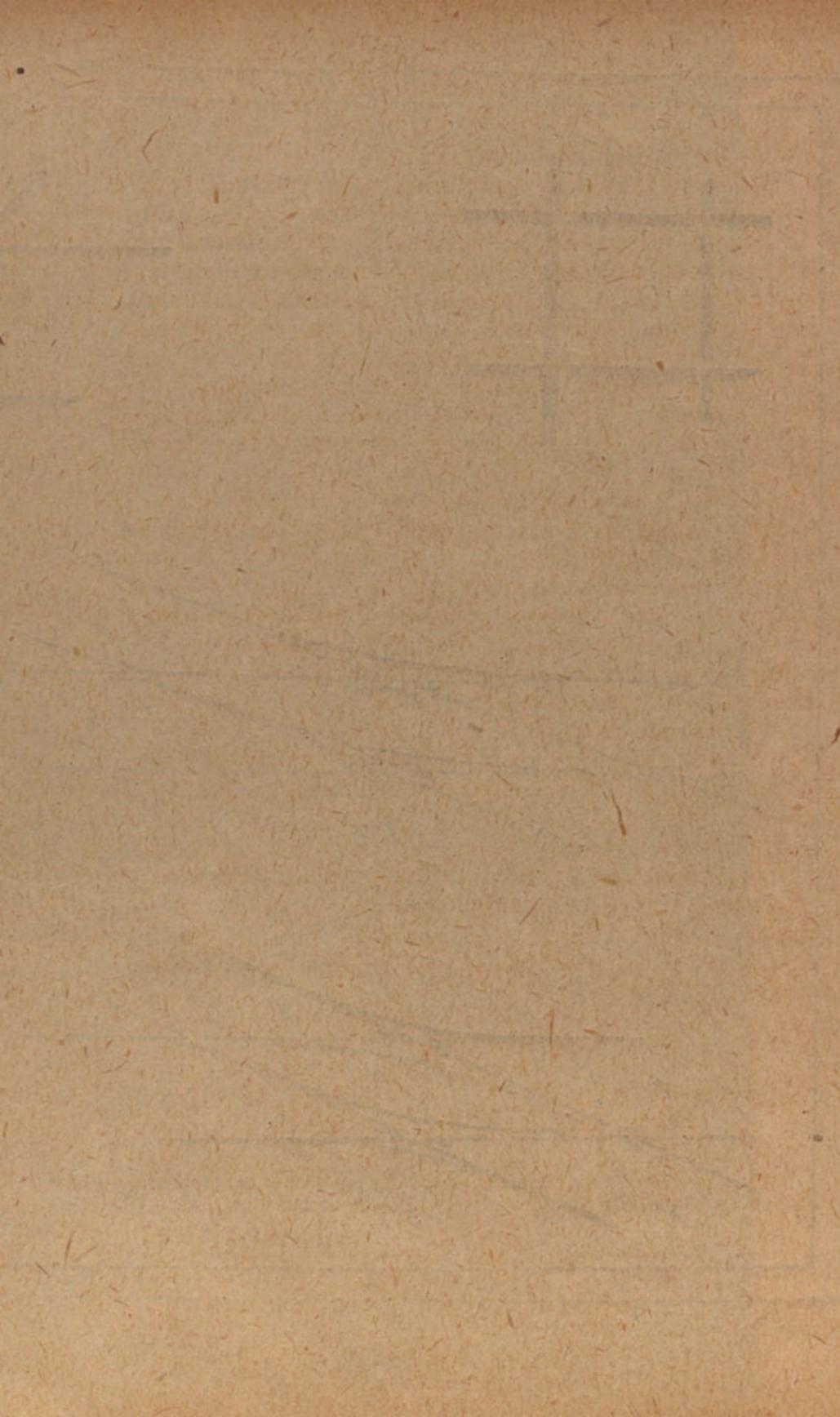
fig^o 95



fig^o 96



fig^o 97



95 — **Aparelho de manobra:**

Sendo solidarias as duas linhas pelas varinhas, o movimento daquelas é comandado pelo aparelho de manobra que o transmite pela varinha de transmissão. Esta prende-se a uma alavanca movel em torno dum eixo horizontal, tendo dois braços que ajudam a manobra.

Um contrapeso colocado num dos braços dá a segurança do aparelho porque não permite que a alavanca no seu movimento, fique numa posição intermedia.

E' necessario que a alavanca faça o seu percurso todo para que as lanças encostem completamente e assim evitar descarrilamentos.

São varios os tipos de aparelhos de *manobra*.

96 — **Descrição e assentamento doutros aparelhos de mudança de via:**I *Traversée simple:*

Quando duas linhas se cruzam, chama-se *traversée* o aparelho que permite a passagem dos rodados; no entanto não se pode passar duma para outra via. Pode ser *traversée* recto ou obliquo.

a) *Traversée recto:*

Não tem aparelho algum especial. Os carris são simplesmente interrompidos para poder haver a passagem dos rodados (fig. 93).

b) *Traversée obliquo:*

Não tem agulhas, e consta sómente do *traversée* propriamente dito e de dois cruzamentos.

fazendo os calculos para os dois cruzamentos que teem como tangentes 0.09 e 0.13, temos

$$\text{para } \begin{cases} \text{tg. } \hat{\epsilon} = 0.09 \\ \text{tg. } \hat{\epsilon} = 0.13 \end{cases} \begin{cases} r = 300^{\text{m}},00 \\ D = 30^{\text{m}},14 \\ d = 30^{\text{m}},09 \\ r = 178^{\text{m}},94 \\ D = 25^{\text{m}},15 \\ d = 25^{\text{m}},08 \end{cases}$$

NOTA I — Sendo conhecido o angulo de cruzamento $\hat{\epsilon}$ determina-se a distancia d e o comprimento D pelas fórmulas:

$$D = \frac{b}{\text{sen } c} \qquad d = \frac{b(1 + \cos \hat{\epsilon})}{\text{sen } c}$$

sendo b a bitola da linha (fig. 94).

O assentamento faz-se do modo usual, sendo de 1.670 a largura do aparelho *traversée*.

II *Traversée junção*:

Inserre-se uma junção quando se cruzam duas linhas e se quer estabelecer uma ligação entre elas, e então:

a) O *traversée-junção* é simples se se juntar sómente uma agulha (fig. 95).

b) O *traversée-junção* é duplo se se juntarem duas agulhas (fig. 96).

Os *traversées* assentam-se sobre travessas especiais; os cruzamentos e agulhas assentam-se como as mudanças de via simples.

Usam-se em geral em gares, em que a velocidade dos comboios é muito pequena.

97— **Comunicação de vias paralelas—SS de ligação :**

A ligação entre duas vias paralelas faz-se pelo *S de ligação*, assentando em cada via um cruzamento simples.

Vamos apresentar as fórmulas que dão o comprimento do ramo curvo e a distancia entre as pontas matemáticas (fig. 97), vide Nota.

98 — **Ligação de duas linhas paralelas :**

I Em duas linhas paralelas, que necessitam ligação, não havendo alinhamento recto à saída do cruzamento,

NOTA — Chamando *E* a entrevia medida entre os bordos exteriores dos carris, *D* o comprimento do ramo curvo entre as pontas matemáticas das croximas, *d* a distancia entre estes dois pontos *b* a bitola da via, e *a* espessura do carril, temos:

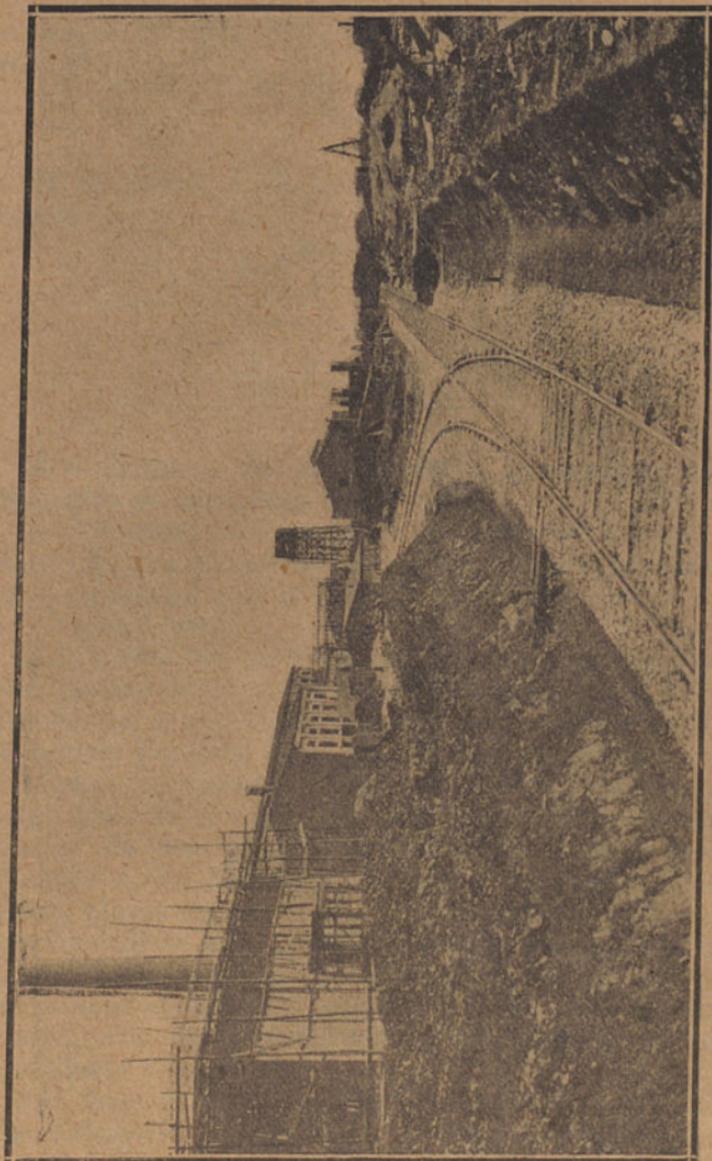
$$D = \frac{(E + 2e) - b \cos c}{\text{sen } c}$$

$$d = D \cos c - b \text{ sen } c = \frac{(E + 2e) \cos c - b}{\text{sen } c}$$

Para um cruzamento-enj: tangente é

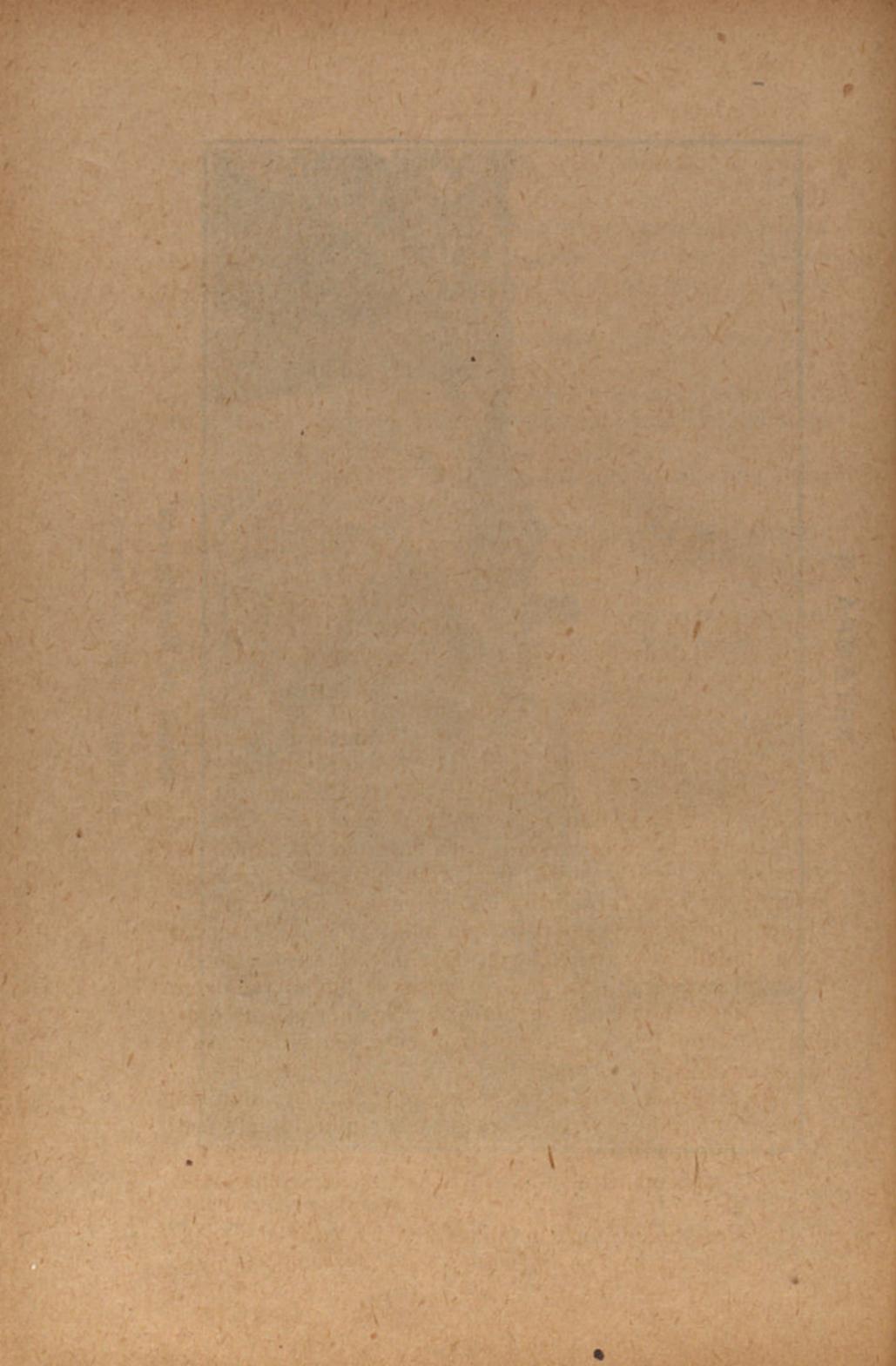
{	tg c = 0.09 é	{	sen c = 0.08963
	cos c = 0.99597		
{	tg c = 0.13 é	{	sen c = 0.12891
	cos c = 0.99161		

ESTAMPA II



Ramal de Martingança

S de ligação — Tangente do cruzamento 0,14



obtêm-se os seus elementos pelas fórmulas seguintes (fig. 98):

$$D = r c$$

$$d = r \operatorname{sen} c$$

II Se houver alinhamento recto p à saída do cruzamento,

$$r = \frac{E - p \operatorname{sen} c}{1 - \cos c}$$

$$D = r \beta$$

$$d = \frac{(r - E) \operatorname{sen} c + p}{\cos c}$$

99 — Sistemas de encravamento e aparelhos aperfeiçoados de manobras a distância:

— O sistema mais usado de *encravamento* è o da concentração das alavancas das agulhas e sinais, nos postes, onde se estabelecem as ligações mecânicas (sistema Saxby, Vignier, etc.).

Há, porém, um sistema que dispensa o agrupamento, num mesmo ponto, das diferentes alavancas de manobra, ficando na sua posição habitual, não necessitando ligações, quer por fios, quer por hastes ou varinhas.

Liga-se o aparelho a encravar a uma peça fixa, por uma cadeia de comprimento suficiente para a não deixar desviar da sua posição fixa. São chamados *cadeados* «Bouré» e, ou imobilizam as alavancas das agulhas e sinais, placas girantes, etc., na sua posição, ou servem para imobilizar as alavancas, de modo que estas se não possam manobrar sem que os sinais se tenham collocado na posição devida de protecção. Neste caso há duas chaves, uma fixa e outra movel, esta chamada *a chave do cadeado* e que o abre.

Não fazemos mais explicações, porque basta uma simples explicação à vista, para se fazer uma ideia exacta do seu funcionamento.

— Os aparelhos de manobra podem ser comandados a distância.

Um sinal único pode manobrar com muitas alavancas, pertencentes a postes diferentes, mas dispostos de modo

que cada uma das alavancas feche o aparelho de manobra, mas sómente o conjunto de todas elas permita abri-lo.

Quando o sinal é visto de todos os postes, o *controle* é fácil de fazer-se. Em caso contrário, lança-se mão do *controle electrico*.

A escolha do tipo de aparelho de manobras a distância depende da maior ou menor facilidade do *controle*.

Há aparelhos que, embora estejam reduzidas as transmissões, são difíceis de manobrar; outros há que são de mais facil manobra e de *controle* mais difficil.

100 — Placas girantes:

Servem, como já dissemos, para mudar veículos duma linha para outra, em geral normal, por movimento de rotação.

Consta, como diz o nome, duma placa circular, metálica, sobre que assenta o *traversée* das linhas, com um comprimento suficiente para que caibam os rodados do vagon (fig. 9).

Esta placa gira em torno dum eixo central, accionado por um sistema de rolamento sobre outra placa fixa, que está assente sobre uma caixa circular, que evita que terra e balastro caiam dentro do recinto de rolamento.

Na guarnição desta caixa abre-se um entalhe, onde cai um pequeno ferrolho existente na placa, e que se usa quando se quiere parar a placa.

A manobra da *placa girante* faz-se por electricidade, por pressão hydraulica, por cabrestantes, ou à mão, conforme as circunstâncias.

Para se fazer o assentamento duma placa girante temos primeiro de tratar do exgoto das aguas.

Depois enche-se com balastro a caixa aberta, até ao nível inferior da placa fixa. Assenta-se esta, e ataca-se fortemente depois de bem nivelada. Coloca-se depois o sistema de rolamento e a caixa circular, atacando bem esta. Em seguida assentá-se a placa girante (placa movel).

101 — Ponte girante:

Tem sómente uma via, e usa-se para inverter uma maquina. Como suporta um grande peso, a superficie de rolamento e o eixo assentam sobre macissos de alvenaria, sendo tambem de alvenaria o muro da caixa do sistema de rolamento.

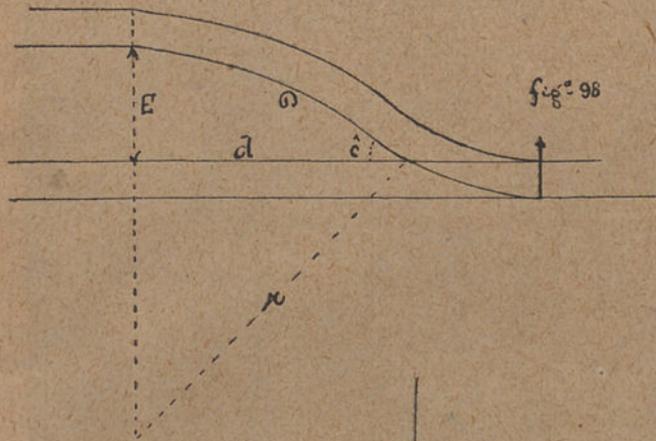


fig. 98

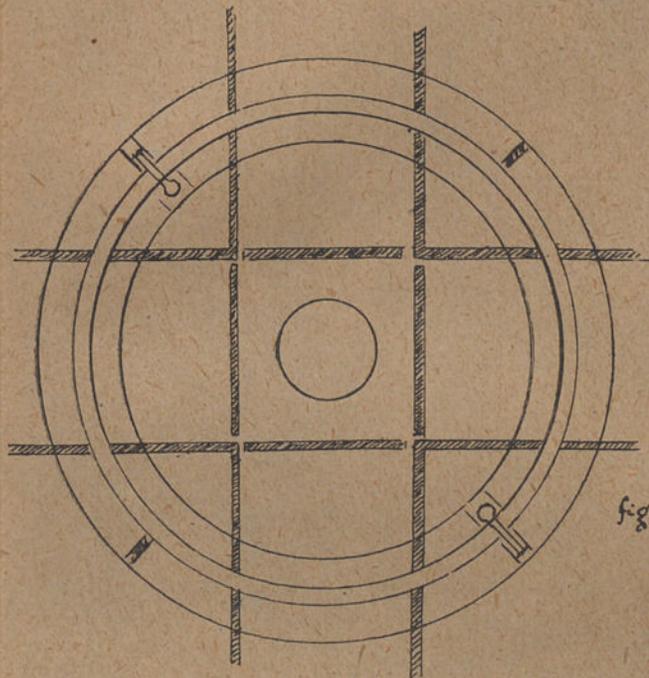


fig. 99

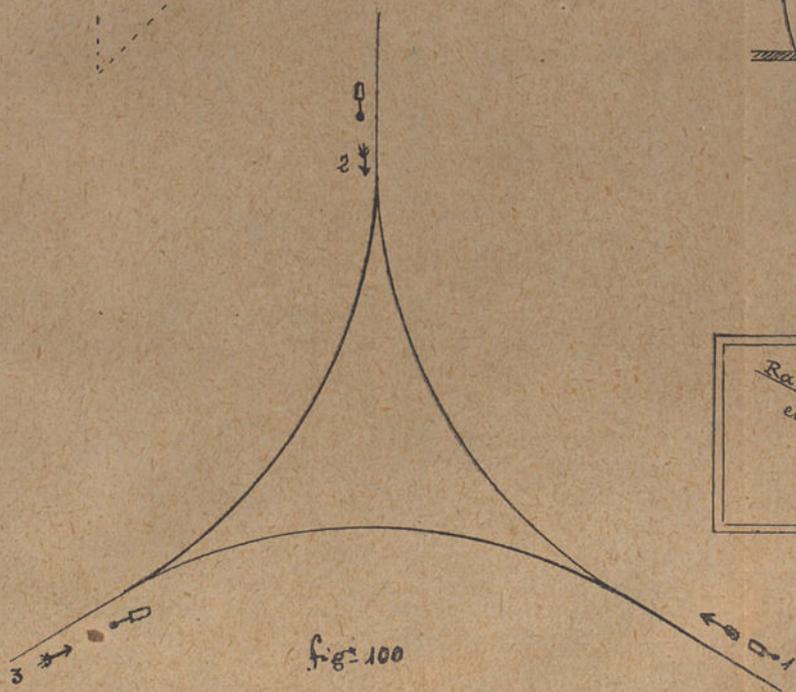
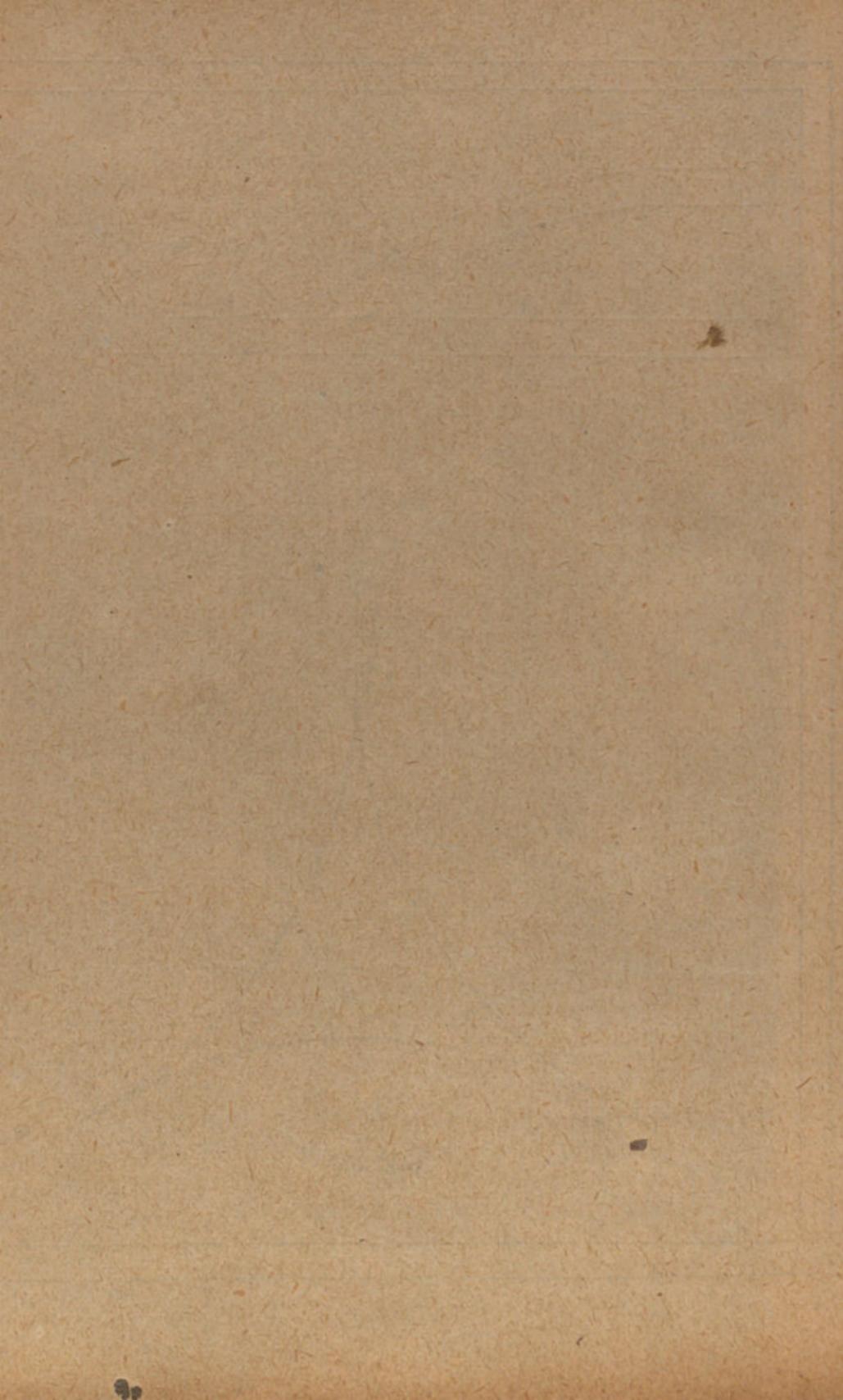


fig. 100

Rampa de... Palomas
em...

R = B =
O = A =
T = T_p =

fig. 101



Este consta sómente dum eixo, que se apoia em cada uma das extremidades da ponte.

Uma engrenagem colocada sobre a ponte, e aplicada a um dos cilindros de rolamento, permite que se faça o movimento da ponte sem grande esforço.

— *Triangulos de inversão*: Usam-se quando se quer inverter uma maquina sem auxilio da ponte girante.

Um triangulo circular, com uma agulha em cada vertice, inverte uma maquina.

Assim de 1 para 2 a maquina segue com o *tender* *atrás*. De 2 para 3 a maquina tem o *tender* *à frente*. De 3 para 1 a maquina *fica invertida* (fig. 100).

102 — **Charriot**:

Pode ser assente sobre uma fossa e então, o veiculo, estando sobre o *charriot*, e, por um movimento de translação, mudado para outra via paralela.

Se se não pode abrir uma fossa, o charriot gira sobre carris assentes na plataforma e por meio dum plano inclinado, o vagon sobe para elle.

O seu funcionamento pertence à exploração.

Serve com mais rapidez, e permite fazer uma mais ampla distribuição de vagons do que as placas girantes, porque se applica a todas as linhas paralelas duma mesma estação.

103 — **Postes indicadores da kilometragem dos trains e dos elementos das curvas** (fig. 101):

— Nos hectometros e kilometros colocam-se estacas hectometricas e postes kilometricos, contados a partir da origem.

— Nas bissectrizes das curvas colocam-se taboletas com os elementos das curvas: Raio, desenvolvimento, tangente, tangente parabolica, bissectriz e angulo.

— Nas mudanças de trains, as taboletas indicam o valor da inclinação da rampa ou declive, e o comprimento destes e dos patamares.

104 — **Postes telegraficos e telefonicos**:

— São de madeira ou de carris usados, e os isoladores são de porcelana branca apoiados sobre suportes de ferro galvanizado. A distancia entre os postes varia conforme o numero de fios, e da natureza dos alinhamentos, sendo menor a sua distancia nas curvas.



fig-104



fig-103

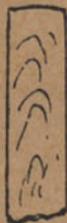


fig-102



fig-105



fig-107



fig-106



fig-108

CAPITULO VII

FERRAMENTAS

105 — Sua nomenclatura:

Alavancas: Tem 1^m,50 a 2^m de comprimento, com 0^m,35 a 0^m,40 de diametro, com peso variando de 12 a 22 quilos, e servem para reparar o caminho, e para levantar as travessas para o ataque, quando estas não estão muito carregadas (fig. 111).

Ancinho: Usa-se na regularização das banquetas de balastro.

Bitá: É a ferramenta com que se faz o ataque das travessas. O balastro pucha-se com o bico da bitá, e ataca-se com a *moleta* ou *suta* (fig. 102).

Chave de eclisses: Como o seu nome indica, serve para apertar os parafusos das eclisses. Tem um comprimento medio de 0^m,50 (fig. 103).

Chave ingleza: (fig. 112) deve tambem fazer parte da ferramenta.

Chave de tirefonds: Serve para apertar os *tirefonds*. Dois homens, com a mão direita num dos braços da chave, e a mão esquerda na outra, alternadamente, fazem rapidamente o aperto (fig. 104).

Enxó de via: Tem aproximadamente 0^m,5 de comprimento e 0^m,13 de face; serve para fazer os entalhes nas travessas, (fig. 113).

Escala de curvas: Com a forma triangular tem a face que forma a hipotenusa disposta em degraus, para gradações que vão de 0^m a 0^m,20 (escala maxima a dar às

curvas); a *escala de curvas* aplica-se com a *régua de assentador* e com o *nível de assentador* (fig. 105).

Coloca-se a régua na perna alta da curva, e a *escala* na perna baixa e sobre esta, na graduação correspondente, a outra extremidade da régua. Com o auxilio do nível faz o nivelamento transversal da linha.

Esquadro de assentamento (fig. 85): O modo de o aplicar já foi dito.

Forquilha: Serve para fazer o transporte até 4^m do balastro.

Gabarit de largura ou gueija: Serve para dar a largura à via entre os verdugos dos carris. Tem uma escala com as dimensões: 1.665, 1.670 e 1.680 para os diferentes casos em que se aplicam, tendo também uma disposição para se poder dar inclinação ao carril (fig. 115).

Gabarit de sabotagem: Aplicada a uma travessa, serve para indicar a inclinação e a distancia das superficies a sabotar.

Genicrow: O modo de utilizar já foi explicado.

Jogo de cruzetos: São tres reguas em T com 1^m,20 de altura e 0^m,5 de largura, maximos, pintados com côres diferentes. Quando colocadas as tres cruzetas, alinhadas e se de 1 se vê raza a vista a 2 e 3, é porque estando 1 e 3 de nível, a 2 está também. Serve também para inclinações com o mesmo declive (fig. 114).

Livia: Serve para alçapremar o *caminho* para o ataque com balastro. Levanta-se sempre debaixo das travessas, e nunca debaixo dos carris (fig. 107).

Nível d'assentador: E' um nível de bolha d'ar (fig. 106).

Pá: Serve não só para os trabalhos de terraplanagem como nos da construção.

Picareta: E' uma ferramenta de construção de terraplanagens.

Régua: Já foi exposta a sua aplicação.

Tenazes para o transporte de carris: Como o seu nome indica segura os carris para o seu transporte.

Trado: Serve para fazer a furação das travessas (fig. 109).

Macaco: Serve para levantar a linha quando esta está muito carregada (fig. 110).



fig-109

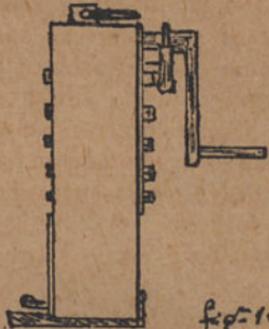


fig-110



fig-111



fig-112



fig-113

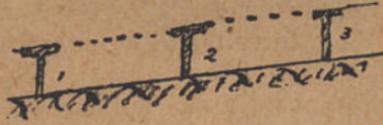


fig-114

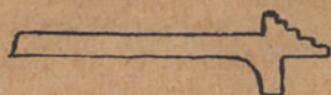
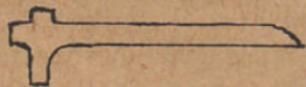
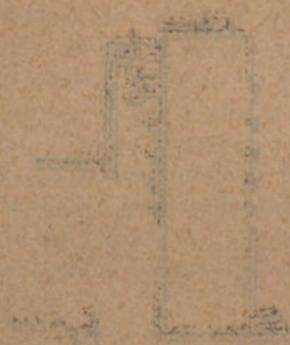


fig-115



ESTAMPA III



Pessoal do B. S. C. F.

FERRAMENTA

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| 1 — Chavo de parafusos das eclisses | 8 — Bandeira |
| 2 — Euchada | 9 — Bitola de entalhe |
| 3 — Pá | 10 — Bitá |
| 4 — Broca | 11 — Esquadro de assentamento |
| 5 — Marreta | 12 — Gueija |
| 6 — Picareta | 13 — Livia |
| 7 — Escala das curvas | 14 — Tenaz |

PLATE III



IV PARTE

CONSERVAÇÃO

CAPITULO I

**MÉTODOS DE CONSERVAÇÃO
E INSPECÇÃO ÁS LINHAS**

CAPITULO II

DISPOSIÇÕES GERAIS

CAPITULO I

MÉTODOS DE CONSERVAÇÃO E INSPECÇÃO Á LINHA

106 — Nos trabalhos de conservação, não se protege a via com sinais, devendo então haver todo o cuidado em não colocar ferramenta sobre ou nas proximidades da linha.

Os materiais devem ser descarregados a, pelo menos, 1^m,50 fóra dos carris e nunca na entrelvia, a não ser em casos especiais o balastro, mas de modo a não ser tocado pelo material circulante.

107 -- A conservação pode ser feita:

1.º *Por reparações parciais.*

2.º *Em revista metódica.*

108 — 1.º *Por reparações parciais:* A reparação parcial é feita nos pontos onde os chefes de distrito indicarem ser necessario faze-la.

Mais vulgarmente aparecem as seguintes deformações da via:

a) *Parafusos e tirefonds largos:* Na *inspecção semanal*, deve haver o maior escrupulo em verificar se os parafusos e tirefonds necessitam de *aperto*, e executar imediatamente esta operação.

b) *Garrotes:* Num alinhamento, pode uma junta apresentar uma irregularidade — *garrote* — que é proveniente, ou do deslocamento da via e aparece nas juntas das duas filas, ou do alargamento da via e aparece só numa das filas.

Quando aparece nas duas filas, ripa-se a linha, ten-

do-se previamente desguarnecido os topos das travessas do lado para onde ela tem de ser puchada; quando aparece só numa fila, tiram-se os tirefonds numa extensão conveniente, com as alavancas leva-se a junta, ou à largura da via nos pontos proximos, se esta não tór superior nem inferior a $5^m/m$ da largura normal, ou à largura normal dada pela *gueija* se os limites passarem os $5^m/m$, e aperta-se novamente o material de fixação.

Se não fôr suficiente a acção das alavancas, applica-se o *genicrow* aproveitando-se para este trabalho a hora em que os carris recebam maior calor.

c) Se a irregularidade existe no carril — *carril torcido* — executa-se como se fosse um *garrote*.

d) *Salto*: Muitas vezes a linha apresenta uma baixa, que não desaparece, e ou é visível á vista desarmada, ou se nota á passagem dos comboios.

Batendo com o olho da bita, tira-se um som ôco, quando se toca uma travessa na linha neste estado.

Então, com as cruzetas, verifica-se o nivelamento nesta parte, e desguarnece-se a linha, para que o ataque se possa fazer energicamente. Completa-se a banquetta, e applica-se o perfil transversal tipo.

109 — 2.º *Em revista metódica*: É feita a seguir, numa extensão, pelo menos, de um hectometro, durante os seis mezes de estiagem (Maio a Outubro) e em cada dia, de modo que o caminho descoberto num dia seja reparado convenientemente e regularizado ao despegar o trabalho desse dia.

Consta de:

a) Descobrir o caminho o suficiente, para ripar a linha para a rectificação do alinhamento.

b) Descobrir a linha completamente para a rectificação do nivelamento.

c) Substituir o material fixo.

d) Corrigir o alargamento da via e folgas.

e) Balastrar e aplicar o perfil transversal tipo.

110 — a) **Alinhamento de via, ripagens**:

Para se fazer a ripagem da linha sómente se descobrem as travessas nos topos e junto dos carris.

Duas *équipes* de homens com alavancas, collocam-se uma em cada fila de carris, ficando quem dirige o tra-

balho afastado dos grupos, indiferentemente numa das filas, se fôr em recta, e na fila inferior, se fôr em curva. Um dos assentadores segue com a alavanca sobre o carril, até passar pelo ponto que precisa ser ripado. O chefe manda fazer alto, e as duas equipes aplicam as alavancas nesse e nos pontos vizinhos, e, a uma voz, pucham certos as alavancas.

Quando a ripagem é feita numa grande extensão, começa se pelas juntas, depois os meios, tendo o cuidado de não esforçar o material fazendo grandes deslocções.

Em alinhamento recto rectifica-se o traçado cingindo-se às *estacas de referencia*, quando existam, ou a pontos fixos de referencia. Nas curvas, as estacas dão-nos o seu traçado.

111 — Quando não existam estacas, o arredondamento da curva faz-se pelo valor da flecha correspondente ao arco de circulo, que tem como comprimento o dobro do valor do carril normal.

Se o raio fôr conhecido, a tabela dá os valores das flechas para as cordas iguais ao dobro do valor do carril.

Opera-se do modo seguinte: (fig. 116).

Com um cordel de comprimento maior do que o dobro do comprimento do carril adoptado colocam-se dois assentadores, segurando-o um em cada ponta. Aplica-se o cordel sobre a fila exterior da curva, apertando o sobre as cabeças nas juntas, de modo que fique uma junta sempre em falso.

Escolhido um sentido para se proceder à rectificação do traçado, assenta um dos operadores, chamado *primeiro operador*, a ponta do cordel na junta que estiver mais proxima do ponto de tangencia, e que pode ficar, ou no alinhamento recto, ou no curvo. O outro operador, o *segundo*, passa uma junta em falso, e assenta o cordel na junta a seguir. O chefe do trabalho, depois de ter bem tenso o fio, mede a flecha da junta em falso, e manda ripar a linha na junta do segundo operador, afim de obrigar a flecha a ter o valor que lhe é devido.

Levada a flecha ao seu valor, o primeiro operador põe o cordel na junta seguinte, que é a que esteve em falso, e o segundo operador passa para a junta seguinte,

XX TABELA

Tabela das flexas para carris de 8^m, 12^m e 18^m

Raios	Cordas de			Raios	Cordas de		
	16 ^m	21 ^m	36 ^m		16 ^m	21 ^m	36 ^m
300	0.106	0.240	0.900	900	0.085	0.080	0.180
350	0.091	0.206	0.463	1 000	0.082	0.072	0.162
400	0.080	0.180	0.405	1 100	0.029	0.065	0.147
450	0.071	0.160	0.360	1 200	0.027	0.060	0.135
500	0.064	0.144	0.324	1.300	0.025	0.055	0.125
600	0.053	0.120	0.270	1.400	0.023	0.051	0.116
700	0.046	0.103	0.231	1 500	0.021	0.048	0.108
800	0.040	0.090	0.202	2.000	0.016	0.036	0.081

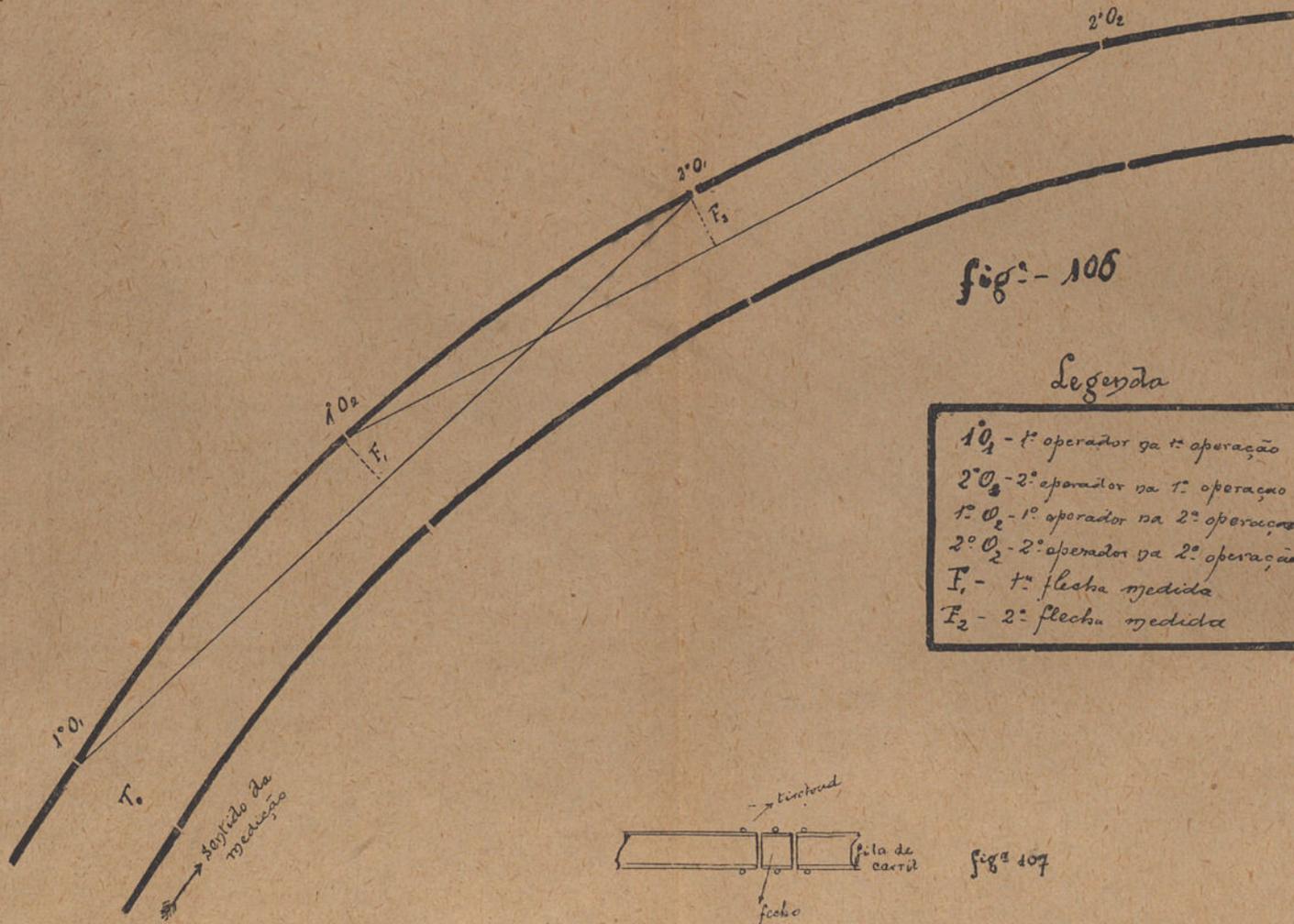


fig. - 106

Legenda

- 1°O₁ - 1.º operador na 1.ª operação
- 2°O₁ - 2.º operador na 1.ª operação
- 1°O₂ - 1.º operador na 2.ª operação
- 2°O₂ - 2.º operador na 2.ª operação
- F₁ - 1.ª flecha medida
- F₂ - 2.ª flecha medida

fig. 107

feando agora em falso a junta onde o segundo operador tinha estado.

Continua-se assim até chegar à outra tangente.

Devem corrigir-se os garrotes antes de medir a flecha.

Levadas as juntas à sua posição, os meios e entre-meios são ripados à vista.

— No caso de se não conhecer o raio da curva, medem-se as flechas em todas as juntas e tira-se a media, que dá a flecha media, e, que é a que se applica em todas as juntas.

Suponhamos que a soma de todas as flechas foi de $1^m,325$, e que o numero de flechas medidas foi 14, o valor da *flecha-media* a aplicar será $0^m,094$.

112 — *b) Nivelamento longitudinal e transversal da via:*

Para rectificar o nivelamento é necessário descobrir a linha completamente. Depois procuram-se duas estacas de nivelamento contiguas, cujo nivel se transporta para os carris mais proximos por meio de regua e nivel, e depois com as cruzetas nivelam-se os pontos intermedios.

Se não houver estacas procuram-se pontos firmes, e por esses pontos se levantam com as cruzetas as juntas proximas.

Não havendo pontos firmes obrigados, nivela-se pelos *pontos altos*, isto é, escolhem-se os pontos altos e por eles nivelam-se os outros.

Niveladas as juntas, rectifica-se a olho nu (deitando-se o chefe sobre a linha e visando os pontos altos) o restante alinhamento, levantando se os meios e entre-meios dos carris até ficarem com a mesma inclinação.

Nivelada uma fila, com a regua e o nivel transporta-se transversalmente o nivel para a outra fila, levantam-se as juntas, depois os meios e entremeios.

113 — *c) Substituir o material fixo:*

Substituição de carris e travessas:

I) *Carris:* Para fazer a substituição dos carris temos de verificar primeiramente se a largura da via está certa, para se poder saber de qual dos lados se tem de retirar o material de fixação.

Se a via está larga, temos de tirar os tirefonds do lado exterior, porque eles estão frouxos.

Se a via tem a largura exacta, tiram-se os tirefonds do interior da linha. Então protege-se a linha com os sinais, às distancias do regulamento, tiram-se as eclisses duma das juntas, os parafusos das eclisses da outra junta (os que fixam o carril a substituir), e alargam-se não só os outros parafusos como os tirefonds do outro lado.

Solto o carril, pucha-se este da sua cama, collocando-se a seguir o outro, seguindo-se o processo inverso para o apertar, tendo o cuidado de limpar bem a superficie de sabotagem.

II) *Travessas*: As travessas para substituir as inutilizadas, devem já vir sabotadas. Marca-se no carril um traço a giz, que indica a posição exacta da travessa, excava-se em toda a sua extensão de modo que a excavação fique mais baixa que a face inferior da travessa, despega-se a travessa da *cama*, com um maço de madeira e faz-se sair.

Coloca-se a nova, assentando-a sobre a cama da inutilizada. Faz-se depois a pregação.

Evidentemente que, se se quizer substituir uma travessa, onde não haja espaço para a correr (via simples em tunel, entre plataformas de estações), temos de retirar o carril por completo. Se fôr em via dupla, nestes ultimos casos, temos de profundar mais a excavação para que a travessa passe sobre a linha da outra via.

114 -- Limites de tolerancia para o material de via e remoção para os depositos:

I) *Carris*: Hoje não se empregam senão carris de aço e o seu desgaste na face de rolagem é muitissimo lento e regular.

O limite de tolerancia varia com o numero de comboios que circulam, o peso e altura dos carris; no emtanto, o desgaste nunca deve exceder 0^m,020 nas linhas de resguardo. Este desgaste verifica-se pela applicação da *cercea de ferro* sobre o carril.

Se os carris apparecerem *fendidos*, *torcidos* ou *selados*, de modo a não permitirem ligações perfectas, ou não se possam destorcer completamente, são substituidos, bem como os que tenham os bordos das cabeças desgastados, ou que os desgastes sejam de tal modo irregulares que não admitam ligações com o pequeno material.

II) *Travessas*: As travessas apodrecidas, pela acção dos agentes atmosfericos, as rachadas, quebradas ou ardidadas. devem ser substituidas, bem como aquelas que não segurem a furação, quer nas superficies de sabotagem, quer pela exiguidade de espessura, sendo o limite para esta de 0^m,09 abaixo do carril.

III) *Eclisses*: Substituem-se quando aparecem partidos, curvados ou com desgaste nas juntas, tal que, não obstante a colocação dos *calços de aço macio*, se não faça uma ligação perfeita entre as cabeças dos carris.

IV) *Tirefonds*: Consideram-se inutilizados aqueles que tiverem a *rosca*, a *arreigada* ou as *arestas laterais da crista* de tal modo desgastadas que não permitam um aperto seguro.

V) *Parafusos*: São substituidos quando a rosca não segurar a porca em virtude do desgaste, ou quando a porca estiver caldeada. Deste material escolhe-se aquele que servir ainda para as linhas mortas ou de resguardo, onde os limites de tolerancia são maiores, ficando então fazendo parte dum deposito.

Das travessas que não servirem para deposito, empregam-se nas vedações.

115 — **Desgaste, troca e applicação dos calços de aço macio nas eclisses:**

As eclisses em contacto com os carris sofrem desgaste, que muitas vezes é desigual, produzindo diferenças de nivel na cabeça dos carris.

Nas linhas por onde circulam expressos não se deve admitir diferença de nivel entre cabeças de carril contiguas, podendo porém haver um limite de tolerancia de 0^m,001 para as linhas principais, de 0^m,002 para resguardos e 0^m,004 para linhas mortas, valores adoptados pela C. P.

Muitas vezes o aperto dos parafusos, igualmente feito, modifica esta diferença de nivel. Quando, porém, o aperto não é sufficiente, trocam-se as eclisses, se forem do mesmo tipo, e trocam-se as juntas (na outra fila), se forem de tipo diferente.

Se o efeito do desgaste não desaparecer ainda assim, empregam-se os *calços de aço macio* entre a face inferior do verdugo do carril e a junta superior da eclisse.

E, muitas vezes, é necessário limar em plano inclinado a parte saliente da cabeça do carril.

116 — a) **Corrigir o alargamento da via e folgas:**

Inclinação transversal dos carris:

Se pela aplicação da *queija* se verificar que ha uma diferença superior ao limite admitido de 0^m,003, e que então é necessário corrigir a inclinação transversal dos carris, faz-se a rectificação com o aperto dos tirefonds.

Pode succeder que ele não seja sufficiente, então modifica-se a sabotagem, alargando os tirefonds das travessas proximas, levantando o carril a uma altura sufficiente para se poder cortar a superficie com a enxó de via.

Faz-se esta operação sómente em travessas usadas ou sabotadas à mão, devendo o entalhe ser feito sobre a superficie já sabotada.

Quando apparece um grande numero de travessas dum mesmo carril, que necessita de correcção, faz-se esta em todas as travessas desse carril.

117 — **Emprego das cavilhas de madeira:**

Quando a furação numa travessa deixa de ter applicação, mas devendo utilizar-se ainda a travessa, tapam-se os furos por meio dumas *cavilhas de madeira creosotadas*, batendo com uma marreta sobre elas, até ficar completamente preenchido o furo. Cortam-se as extremidades com uma enxó, de modo a ficar de nivel com a superficie de sabotagem.

Para fazer nova furação, applica-se o trado junto ao logar occupado pelas cavilhas e *nunca* sobre elas.

118 — **Distribuição dos carris, quadramento das juntas e regularização das dimensões das folgas:**

Verifica-se a regularização das dimensões das folgas, por meio do esquadro de assentamento de via. Se a junta apresenta uma folga de 0^m,010, superior à indicada na tabela das folgas, temos de a regularizar, para o que se protege a linha, préviamente, com os sinais regulamentares.

Soltam-se os *tirefonds* que estejam presos pelas re-cravas das eclisses, alivia-se a pressão dos *tirefonds* sobre os carris, e em cada junta, num deles, desapertam-se os parafusos das eclisses.

Pelas seis juntas seguintes e seguidas, distribuem-se

os calços correspondentes ao valor que é dado pelo termometro.

O setimo carril é tirado da fila, e conforme as juntas estiverem apertadas ou largas, assim se abrem ou batem as folgas.

É necessario ter em vista que, se devem correr os carris duma fila, primeiramente, depois os da outra, estando fixados os primeiros.

Batem-se as folgas, batendo com um fecho assente sobre as travessas contra outro fecho ligado ao sexto carril.

Abrem-se as folgas introduzindo nelas um corta em frio, aplicado sempre na patilha do carril.

Feita a regularização das folgas das juntas numa das filas, procede-se à das da outra fila, dum modo idêntico, verificando-se sempre o quadramento das juntas, de modo a não exceder o limite de tolerancia.

Terminada a regularização das folgas marcam-se nos carris, a giz, as posições novas das travessas em relação a estes, e com maços de madeira fazem-se correr as travessas, depois de se ter aliviado a pregação.

119 — Emprego dos fechos de carril na redução das folgas:

Pode succeder que, não obstante a regularização das folgas ser feita à custa das folgas das outras juntas, o deslocamento seja feito de modo que, ao aplicar as eclisses, os furos destas não coincidam com os dos carris.

Então substitui-se um carril comprido por um curto, ou inversamente, conforme houver excesso ou falta.

Se não tiver applicação este caso, temos de lançar mão dos fechos de carril que, definitivos não podem ter uma extensão inferior a 6^m, e provisórios teem um comprimento minimo de 0^m,08.

Os fechos de 0^m,08, 0^m,09, o 0^m,145 não teem furação. Os de 2^m,30 e os seguintes, que se obteem aumentando de 0^m,30 em 0^m,30, os de 4^m,27 e os seguintes, aumentados de 0^m,27 em 0^m,27, os de 4^m,465 e os seguintes, aumentados de 0^m,465 em 0^m,465 e os de 6^m,465 e os seguintes aumentados de 0^m,465 em 0^m,465 teem todos dois furos em cada ponta, para serem eclissados com eclisses lisas, e apertados com parafusos ao modo ordinario.

O assentamento dos fechos sem furação faz-se sobre uma travessa, sobre que se apoiam também as extremidades dos dois carris onde ha a folga.

Seis tirefonds fazem a fixação, tres de cada lado, apertando dois a patilha do fecho, dois a das extremidades dum dos carris, e os outros dois a das do outro (fig. 117).

Os fechos com furação assentam-se e ligam-se como se fossem carris em linha corrente.

Vamos dar um exemplo para um carril de $8^m,30^k$, do modo como se podem regularizar as folgas.

Suponhamos uma folga maior que $0^m,2$ e menor que $0^m,3$.

Aumentam-se as folgas, até que se possa aplicar um fecho de $0^m,09$, ou se troca um carril de 8^m por um de 6^m e aplica se um fecho de $2^m,30$.

Nas curvas deve-se procurar substituir os carris curtos por compridos.

120 — e) **Balastragem da via, perfil transversal do balastro:**

Renova-se a balastragem da via do modo seguinte:

Reune-se o balastro, que se tem de substituir, até ao nível superior da cabeça das travessas, numa das filas, descarrega-se o balastro novo sobre este lado da linha; em seguida remove-se o restante balastro antigo, deixando sómente a parte sobre que assentam as travessas. A outra parte de balastro antigo, o *calo*, é então tirado, espalha-se uma camada de balastro e ataca-se.

Rectifica se o nivelamento, faz-se um segundo ataque, se fôr necessario, e completa-se o perfil da linha.

121 — **Depositos de carris, travessas e material de fixação:**

Para que imediatamente se possa acorrer a qualquer acidente, é necessario ter um deposito, ao longo da via, de carris, de kilometro a kilometro. O numero de carris em deposito varia, sendo função da via ser dupla ou simples. Assentam sobre uns suportes de madeira, e fi-xos a estes por tirefonds.

122 — **Conservação dos materiais que fazem parte de aparelhos de mudança:**

Se a patilha das lanças das grades de agulhas não

apoia perfeitamente no plano dos carris, não havendo, portanto, um perfeito contacto da ponta da lança com o carril encosto, atacam-se as travessas do lado que tem os *coxins* mais baixos, ou fazem-se com a enxó um entalhe na superfície onde se apoiam os *coxins* mais altos.

É necessario verificar sempre o alargamento da bitola da via nos aparelhos de mudança, fazendo-se immediatamente a correcção devida.

Se apparecerem quebradas ou deformadas as lanças, varinhas, devem ser substituidas immediatamente.

123 — Inspeção à linha e sinais convencionais indicando o defeito observado na via:

A linha deve ser periódica e cuidadosamente revista, verificando-se a largura da via, aperto de parafusos e tirefonds, ataque das travessas, etc.

Para fazer notar ao agente encarregado da conservação os defeitos encontrados, e que necessitam reparação, marcam-se sinais convencionais sobre a travessa, ou sobre o carril, feitos a giz de alfaiate.

Cumpridas as correcções indicadas, apagam-se todos os sinais à excepção do primeiro e ultimo.

A seguir vai um croquis com os sinais convencionais usados na C. P. (fig. 118).

CAPITULO II

DISPOSIÇÕES GERAIS

124 — **Precauções a pôr em prática por causa da acção do tempo :**

a) *Durante o verão :*

A ronda percorre a linha e verifica, se a dilatação dos carris produziu alguma deformação na via. Em caso affirmativo previne o chefe do distrito, guarnecendo a linha com os sinais respectivos.

E' necessario tambem obrigar os proprietarios dos terrenos confinantes com a linha a abrir *aceiros* e tambem para evitar incendios, devem cortar as hervas secas que estão junto à linha.

b) *Durante o inverno :*

A ronda vigia, se o arvoredado, caindo com o vento sobre a linha, interrompe a circulação, para immediatamente informar e proceder à desobstrução da via.

Deve ser aturada a vigilancia sobre os taludes em terra argilosa, para se proceder immediatamente à sua compostura quando ameacem desagregação, devendo haver uma limpeza cuidada nos canos e aqueductos.

125 — **Serviços de ronda :**

As rondas são feitas pelo pessoal de via, munidas das bandeiras de protecção de dia, e das lanternas à noite, da corneta e dos petardos,

Vigilancia e conservação das obras metalicas e aparelhos electricos : A' via pertence a lubrificação e limpeza das placas girantes, dos aparelhos de transmissão, dos

discos avançados, limpeza das camaras de encontro dos apoios dos taboleiros metalicos.

O pessoal das estações trata da limpeza e lubrificação das articulações dos aparelhos de mudança de via e semaforos.

A' tracção compete limpar e lubrificar, reparar e substituir as peças das placas girantes das maquinas.

As secções das oficinas teem a seu cargo vigiar e conservar todas as obras metalicas, reparar qualquer destas peças, aparelhos de transmissão, aferição de gueijas, rectificação dos niveis, etc :

As avarias nas linhas telegraficas e dos fios de transmissão do movimento dos discos avançados não compensadores, são reparados pelos *guarda-fios*.

126 — Circulação de vagonetas na via e precauções a observar :

A vagoneta só deve servir para transporte do material empregado na reparação ou conservação da via, e nunca para transitio de pessoal, a não ser alguém que seja encontrado na via, e que não possa fazer o caminho a pé.

Deve sempre circular com os sinais de protecção, que em via simples devem ser um de cada lado da vagoneta, e em via dupla sómente do lado de onde veem os comboios.

V PARTE

SINALIZAÇÃO

CAPITULO I

**DESCRIÇÃO DOS SINAIS, SIGNIFICAÇÃO
E SEU EMPREGO**

V PARTE

SINALIZAÇÃO

CONTÉUDO

DESCRIÇÃO DOS SINAIS, SIGNIFICAÇÃO
E SEU EMPREGO

CAPITULO I

DESCRIÇÃO DOS SINAIS, SIGNIFICAÇÃO E SEU EMPREGO

127 — Descrição dos sinais:

A circulação dos comboios é regulada por sinais colocados ou na via ou nos trens. Os sinais podem ser óticos ou acusticos.

Sinais de via óticos:

I Fixos — *a*) Bandeira e farol dos discos avançados; *b*) Bandeira e farol dos discos de afrouxamento; *c*) Palheta e farol dos semaforos; *d*) Palheta e lanterna dos indicadores da bifurcação; *e*) Indicadores de limite de velocidade.

II Moveis — *f*) Bandeira de pano; *g*) Lanternas.

Sinais de via acusticos:

I Fixos — *h*) Sineta de aviso; *i*) Campanhas electricas.

II Moveis — *j*) Corneta de aviso; *l*) Petardos.

Sinais no serviço de trens: Podem ser:

I Óticos — *a*) Placas de cauda, farois e bandeiras.

II Acusticos — *b*) Apitos das locomotivas; *c*) Apitos de boca.

128 — Significação dos sinais e seu emprego — Côres dos sinais:

Durante o dia e durante a noite ha três côres:

Branca, que indica *via livre*; verde, que indica *redução de velocidade*; vermelha, que indica *paragem absoluta*.

A côr azul é usada só de noite que, colocada nos discos e semaforos, indica a posição da bandeira e da palheta.

Sinais de via óticos:

I — a) Disco avançado — Se a bandeira está paralela à linha, representa via livre, *disco aberto*; se a bandeira está normal à linha, representa afrouxar velocidade, *disco fechado*; farol com luz vermelha, representa *disco fechado*; farol com luz branca, representa *disco aberto*.

b) Disco de afrouxamento — Se a bandeira está paralela à linha, disco aberto, indica *via livre*; se a bandeira está normal à linha, disco fechado, indica *afrouxamento de velocidade*; farol com luz branca, representa *disco aberto*; farol com luz verde, representa *disco fechado*.

c) Semaforo — Se a palheta está inclinada, semaforo aberto, indica *via livre*; se a palheta está horizontal, semaforo fechado, indica *paragem absoluta*; se o farol tem luz branca, é *semaforo aberto*; se o farol tem duas luzes vermelhas, é *semaforo fechado*.

d) Indicadores de bifurcação — Se a palheta estiver paralela à via, indica agulha na *direcção normal*; se a palheta estiver normal à via, indica a *posição invertida*; se o farol tiver cor branca, indica agulha na *direcção normal*; se o farol tiver cor verde, indica agulha na *posição invertida*; se a lanterna tiver a face maior paralela à via, indica agulha na *direcção normal*; se a lanterna tiver a face maior normal à via, indica agulha na *posição invertida*.

e) Indicadores de limite de velocidade — Os postes teem a indicação da velocidade entre eles.

II — f) Bandeira enrolada, indica *via livre*; bandeira desenrolada, indica *afrouxamento de velocidade*; bandeira desenrolada vermelha, indica *paragem absoluta*.

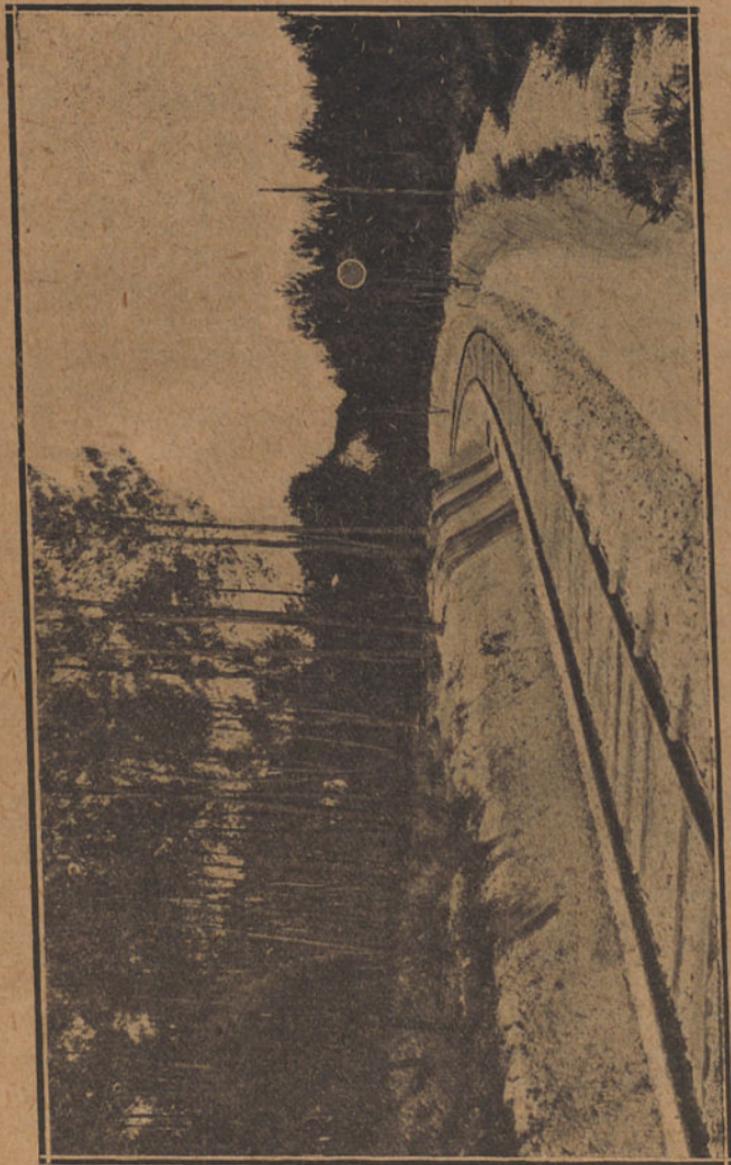
g) Lanternas — Lanterna branca, indica *via livre*; lanterna verde, indica *afrouxamento de velocidade*; lanterna vermelha indica *paragem absoluta*.

III — h) Sinetas de aviso — Assinalam a passagem dos comboios, e estão colocadas nas estações, passagens de nível, etc.

i) Campainhas electricas — Funcionando, indicam *discos fechados*; não funcionando, indicam *discos abertos*.

IV — j) Corneta de aviso — Um toque, indica *aproximação de comboio*; dois toques, indicam *comboio à vista*; muitos toques, indicam *alarme*.

ESTAMPA IV



Ramal de Martingança

Construído pelo B. S. C. F. -- Disco avançado



d) Petardos — Servem de prevenção à maquiua e confirmação dos outros sinais. Colocam-se dois em cada carril e distanciados de 30^m.

Sinais no serviço de trens:

I — a) Oticos — Placas de cauda, indicam *que o comboio segue completo*; farol vermelho na cauda do comboio, indica *que o comboio segue completo*; duas bandeiras vermelhas desenroladas, indica *que marcha o comboio em contra via*; bandeira verde desenrolada sobre o comboio, indica *comboio suplementar à rectaguarda*; dois farois com luz vermelha, indica *marcha do comboio em contra via*.

II — Apitos das locomotivas — Tem de apitar nas obras de arte, à entrada e saída, bem como nas trincheiras.

Um apito, indica *marcha do comboio*; dois apitos, indicam *aperto de freios*; tres apitos, indicam *alargamento de freio*; tres apitos breves, indicam *marcha-atraz*.

b) Apitos de boca — Indica sinal do condutor para a partida do comboio.

129 — Os *sinais de paragem*, devem ser colocados a *mil metros* pelo menos do local a proteger, indo até 1:500 metros quando o comboio tem uma descida com inclinação superior a dez milímetros.

O *sinal de afrouxamento*, deve ser colocado a, pelo menos, *quatrocentos metros*, reduzindo-se logo a velocidade do comboio de passageiros a 30^k e o de mercadorias a 15^k.

Quando houver reparação na via, que exija afrouxamento, indicar-se ha o ponto a partir do qual deixa de haver precaução, por uma bandeira enrolada, durante o dia, e pela lanterna de luz branca, durante a noite.

— Quando qualquer ferroviario conheça um accidente na via, tem obrigação de o fazer notar ao maquinista do primeiro comboio, usando da bandeira e não a tendo, acenando com qualquer objecto, ou mesmo com os braços.

O pessoal da via tem obrigação de ajudar o pessoal do comboio, quando este tiver de parar em plena via, protegendo a rectaguarda do comboio à distancia regulamentar.

INDICE DAS ESTAMPAS

I

Estação de Martingança 177

II

Ramal de Martingança - S de ligação 198

III

Pessoal do B. S. C. F. - Ferramenta 207

IV

Ramal de Martingança - Disco avançado 238

INDICE DAS TABELAS

	Pag.
I — Tabela de transformação das fracções	23
II — Areas e volumes	46
III — Valores dos elementos dos poligonos, em funcção de outros	48
IV — Tabela da transformação dos declives expressos em metros, e em graus de inclinação	66
V — Tabela de transformação dos graus de inclinação em declives	67
VI — Tabela que dá os valores das curvas de concordancia em perfil longitudinal	98
VII — Talude natural	114
VIII — Comprimento e angulo dos taludes	114
IX — Tabela com os comprimentos da passagem de nivel	124
X — Tabela para os valores das ordenadas da curva parabolica	131
XI — Tabela para os deslocamentos para o centro, das estacas em funcção do comprimento do arco a partir de <i>B</i>	135
XII — Tabela da escala das curvas	136
XIII — Tabela para valores sobre o prolongamento da corda (traçado de curvas)	138
XIV — Tabela para o traçado de curvas de coordenadas sobre a tangente	140
XV — Espessura das farelas usada nos Caminhos de Ferro do Sul e Sueste	162
XVI — Tabela com a espessura das chapas de folga	163
XVII — Tabela com a diferença entre carris curtos e compridos na C. P.	170
XVIII — Tabela com a distribuição e espaçamento das travessas com junta em falso	173
XIX — Tabela com a distribuição e espaçamento das travessas com junta apoiada	174
XX — Tabela das flexas para carris de 8 ^m , 12 ^m e 18 ^m	214

ÍNDICE DAS TABELAS

174		Tabela com duas colunas de números	
175		Tabela com duas colunas de números	
176		Tabela com duas colunas de números	
177		Tabela com duas colunas de números	
178		Tabela com duas colunas de números	
179		Tabela com duas colunas de números	
180		Tabela com duas colunas de números	
181		Tabela com duas colunas de números	
182		Tabela com duas colunas de números	
183		Tabela com duas colunas de números	
184		Tabela com duas colunas de números	
185		Tabela com duas colunas de números	
186		Tabela com duas colunas de números	
187		Tabela com duas colunas de números	
188		Tabela com duas colunas de números	
189		Tabela com duas colunas de números	
190		Tabela com duas colunas de números	
191		Tabela com duas colunas de números	
192		Tabela com duas colunas de números	
193		Tabela com duas colunas de números	
194		Tabela com duas colunas de números	
195		Tabela com duas colunas de números	
196		Tabela com duas colunas de números	
197		Tabela com duas colunas de números	
198		Tabela com duas colunas de números	
199		Tabela com duas colunas de números	
200		Tabela com duas colunas de números	

INDICE

I PARTE

	N.º	Pag.
NOÇÕES GERAIS.	—	—
<i>Algebra</i> — (CAPITULO III)	—	51
Angulos	18	9
Aparelhos na topografia	44	77
Areas	27	45
<i>Aritmetica</i> — (CAPITULO I)	—	11
Circulo	24	37
Curvas de nivel	41	68
Declive do terreno	40	65
Divisibilidade	12	24
Equações	31	55
Escalas	38	59
Esfera	26	45
Expressões algebraicas	30	53
Expressões numericas	15	26
Extracção de raizes	7	18
Fracções	2	11
Funções	32	55
Geodesia	35	58
<i>Geometria</i> — (CAPITULO II)	—	29
<i>Geometria analitica</i> (Apendice à I Parte)	—	84
Maximo divisor comum	3	13
Medições	43	73
Medições d'angulos	19	33
Menor multiplo comum	4	14
Numeros complexos	16	27
Numeros decimais	8	21
Numeros positivos e negativos	29	51
Numeros primos	13	25
Poligonos	23	34
Potenciação	6	17
Projecção horisontal	39	62

	N.º	Pag.
Proporções	14	25
Quadrilátero	22	34
Raiz de numero decimal	9	23
Redução a dizima	11	24
Redução e operações sobre fracções	5	14
Solidos	25	41
Superfície de revolução	26	42
<i>Topografia</i> — (CAPITULO IV)	—	57
Triangulação	86	59
Triângulos	21	33

II PARTE

CONSTRUÇÃO — INFRASTRUCTURA	—	89
<i>Alinhamentos rectos e curvos</i> (Apendice à II Parte)	—	127
Compensações	55	113
Consolidação de taludes	57	115
Curvas parabolicas	64	127
Depositos	55	113
Descarga — Aterros	52	110
Drenagens	62	125
Duração dos trabalhos de terraplanagem	56	115
Emprestimos	55	113
Estudos	48	92
Excavações	50	103
<i>Noções gerais</i> — (CAPITULO I)	47	91
<i>Nomenclatura das obras d'arte e fins a que se destinam</i> — (CAPITULO III)	—	119
Obras d'arte excepcionais	60	124
Obras d'arte ordinárias	59	119
Regularização	53	113
<i>Terraplanagens</i> — (CAPITULO II)	—	103
Traçado de curvas circulares	65	132
Transporte de terras e métodos	51	105
<i>Vedações e drenagens</i> — (CAPITULO IV)	—	125

III PARTE

CONSTRUÇÃO — SUPERSTRUCTURA	—	143
<i>Acessorios e aparelhos de via</i> — (CAPITULO VI)	—	133
Alteração á regra geral, no valor do disfarce	78	171
Aparelhos de manobra	95	191
Aparelho de mudança de via	93	183
Assentamento em alinhamentos curvos	75	166
Cais e passeios	87	180

	N.º	Pa
Caminhos de ferro especiais	70	149
Chapins de ferro ou de feltro alcatroado.	71	154
Charriot.	102	190
Comunicação de vias paralelas — SS de ligação.	97	192
Contra-carris das passagens de nível	80	174
Cunhas «Barberot»	71	153
Depósitos	90	180
Descrição e assentamento doutros aparelhos de mudança de via.	96	191
Discos e semaforos	91	180
Distribuição de agua — Alimentação das locomotivas	84	176
Escala de via em curvas e disfarces para a transição	77	171
Estações — (CAPITULO V).	—	175
Estações de mercadorias	85	179
Ferramenta — (CAPITULO VII)	—	203
Grampas de ferro	71	154
Ligação de duas linhas paralelas	98	192
Limites	89	180
Linhas de triagem — Desvios — Linhas mortas	86	179
Marquizes — Abrigos	83	176
Noções gerais — (CAPITULO I)	—	145
Nomenclatura e descrição do material fixo — (CAPITULO II)	—	151
Para-choques	88	180
Passereles	82	176
Perfil tipo de balastro	72	157
Placas girantes	100	196
Piquetagem — Ponto de nivelamento — (CAPITULO III)	—	157
Ponte girante	101	196
Postes indicadores de kilometragem, dos trainéis e dos elementos das curvas	103	199
Postes telegraficos e telefonicos	104	199
Processo para o assentamento de via corrente — (CAPITULO IV)	—	161
Processo para o assentamento dos carris	79	173
Sistema de encravamento e aparelhos aperfeiçoados de manobra a distancia	99	195
Sobreelvação das curvas.	76	170

IV PARTE

CONSERVAÇÃO	—	209
Alinhamento de via, ripagens	110	212
Balastragem da via, perfil transversal do balastro	120	222
Circulação de vagonetas na via e precauções a observar.	125	223

	N.º	Pag.
Conservação dos materiais que fazem parte dos aparelhos de mudança	122	222
Corrigir o alargamento da via e folgas	116	220
Depósitos de carris, travessas e material de fixação	121	222
Desgaste, troca e aplicação dos calços de aço macio das eclisses	115	219
<i>Disposições gerais</i> — (CAPITULO II)	—	227
Distribuição dos carris, quadramento das juntas e regularização das dimensões das folgas	118	220
Emprego das cavilhas de madeira	117	220
Emprego dos fechos de carril, na redução das folgas	119	221
Inspecção à linha e sinais convencionais indicando o defeito observado na via	128	228
Limites de tolerancia para o material de via e remoção para os depósitos	114	218
<i>Metodos de conservação e inspecção à linha</i> — (CAPITULO I)	—	211
Nivelamento longitudinal e transversal da via	112	217
Precauções a pôr em pratica por causa da acção do tempo	124	227
Serviços de ronda	125	227
Substituir o material fixo	118	217

V PARTE

SINALISAÇÃO	—	229
<i>Descrição dos sinais, significação e seu emprego</i> — (CAPITULO I)	—	231
Descrição dos sinais	127	231
Significação dos sinais e seu emprego — Cór dos sinais	128	231



NOTAS

A series of horizontal dashed lines for writing notes, spanning the width of the page.

ERRATAS IMPORTANTES

Paginas	Linhas	Onde está	Devo ser
5	10	perfil transversais	perfil transversais
37	24	+ F.A = apotema	+ F.A = perimetro
53	15	$\frac{(+6)}{(+3)}$	$\frac{(+6)}{(+3)}$
		$\frac{(\times 2)}{(-3)}$	$\frac{(+6)}{(-3)}$
		$\frac{(-6)}{(\times 3)}$	$\frac{(-6)}{(+3)}$
		$\frac{(-6)}{(-3)}$	$\frac{(-6)}{(-3)}$
53	16	$\frac{(-6)}{(-3)}$	$\frac{(-6)}{(-3)}$
		$\frac{(-6)}{(-3)}$	$\frac{(-6)}{(-3)}$
55	4	$\frac{4}{3} abx^3 \times abx^3 - \frac{1}{3} abx^3 =$	$\frac{4}{3} abx^3 + abx^3 - \frac{1}{3} abx^3 =$
		$= \left(\frac{4}{3} \times 1 - \frac{1}{3} \right) abx^3 = \frac{4 \times 3 - 1}{3} abx^3 =$	$= \left(\frac{4}{3} + 1 - \frac{1}{3} \right) abx^3 = \frac{4 + 3 - 1}{3} abx^3$
113	39	ao que saiu do aterro	ao que saiu para o aterro
137	33	$x = 49,957$	$x = 49,862$
139	4	$y = 7.181$	$y = 7.181$
149	14	muito suaves	menos suaves
183	12	charriot	charriot
199	15	e, por um	é, por um
215	—	fig. 106 fig. 107	fig. 116 fig. 117



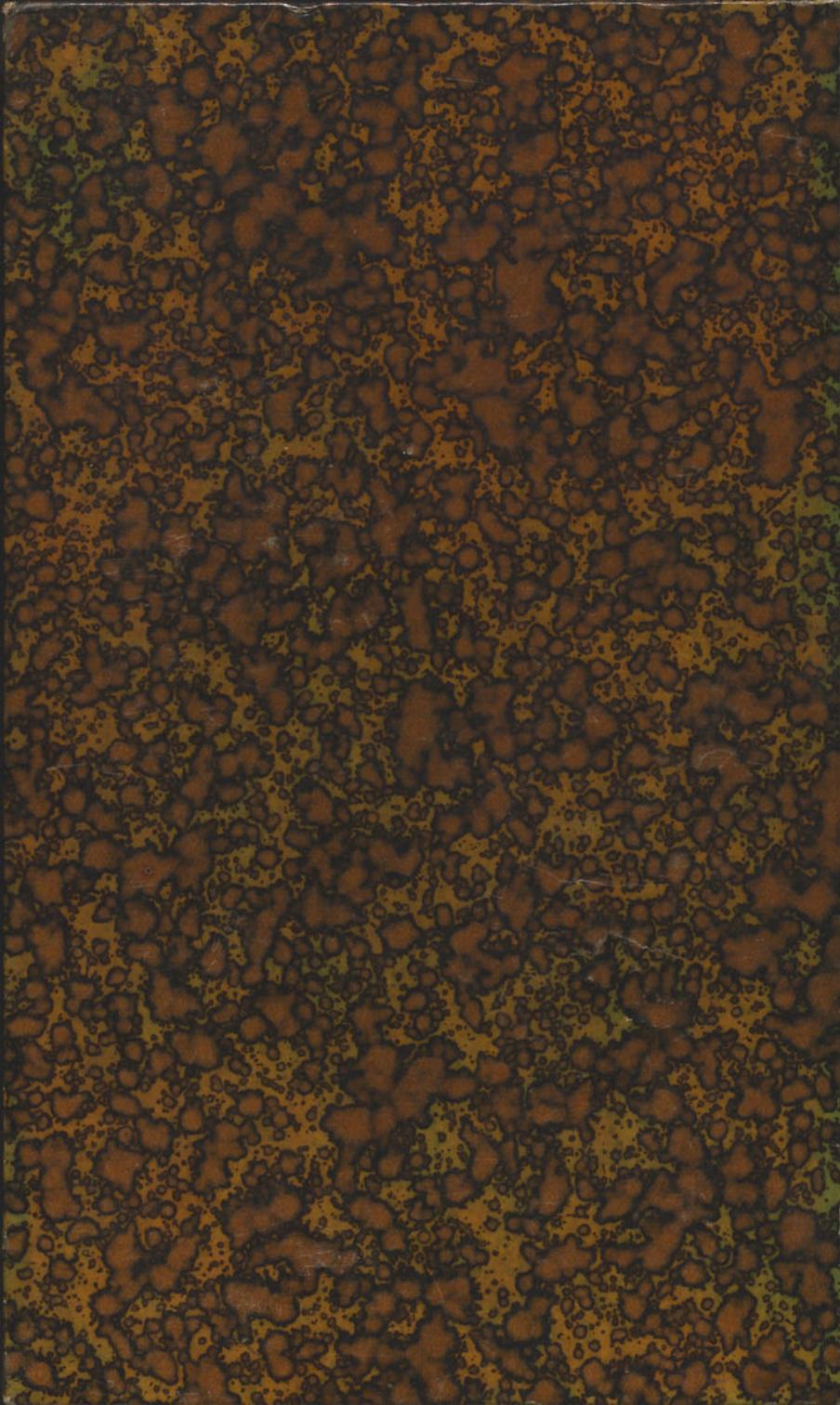


RÓ
MU
LO

CENTRO CIÊNCIA VIVA
UNIVERSIDADE COIMBRA



1329701413



AV

MA

AB

BID

W

