DER

RIO

THI

JOÃO XAVIER DE PAIVA
ALFERES DO SECRETARIADO MILITAR

COMPENDIO DE TOPOGRAPHIA

1915
EMPREZA TYP. EBORENSE
RUA MIGUEL BOMBARDA, 1, 8 E 5
EVORA

COMPENDIO DE TOPOGRAPHIA

JOÃO XAVIER DE PAIVA
ALFERES DO SECRETARIADO MILITAR

COMPENDIO DE TOPOGRAPHIA

1915
EMPREZA TYP. EBORENSE
RUA MIGUEL BOMBARDA, 1, 3 E 5
EVORA

PARTE I

NOÇÕES GERAES DE TOPOGRAPHIA
APPLICAVEIS A
LEITURA DE CARTAS

NOÇÕES PRELIMINARES

Topographia é a sciencia que tem por fim a *representação* e a *descripção* detalhada de uma pequena porção de terreno, por forma a bem poder avaliar-se a configuração do solo, e os recursos que apresenta.

A representação faz-se por meio d'um desenho denominado planta ou carta topographica.

A descripção é feita n'uma memoria que nos fornece os esclarecimentos que a planta não pode dar, taes como a velocidade dos cursos d'agua, estado dos caminhos, população das povoações, etc.

Em qualquer planta topographica temos a considerar : *planimetria* e *nivelamento*.

A planimetria ensina a traçar as linhas do terreno considerando-as projectadas n'um plano horisontal.

O nivelamento ensina a determinar e a representar o relevo do terreno.

ESCALAS

Escala é a relação constante que existe entre as projecções na grandeza natural e as projecções na grandeza da carta.

A escala pode ser *numerica* ou *graphica*, conforme as distancias se conhecem por numeros ou por grandezas liniares.

ESCALAS NUMERICAS

As escalas *numericas* adoptadas no nosso paiz são as seguintes :

Na projecção das plantas e machinas, instrumentos, modelos e construções civis e militares de que se torne necessario conhecer muitos permenores e particularidades, as escalas:

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

Nos levantamentos de canaes, caminhos de ferro, plantas de cidades, barras de portos de mar, fortificação e no levantamento e detalhes de posições militares, as escalas:

$$\frac{1}{1.000};\ \frac{1}{2.000};\ \frac{1}{5.000}.$$

No levantamento topographico de mediocre extensão de 3 a 5 kilometros, a escala:

$$\frac{1}{10.000}$$

Nos levantamentos de superficies de 10 kilometros quadrados, nos reconhecimentos militares, itinerarios, cartas de campo de batalha, a escala:

$$\frac{1}{20.000}$$

Nos levantamentos das cartas chorographicas, as escalas:

$$\frac{1}{50.000};\ \frac{1}{100,000}.$$

No levantamento das cartas geographicas, as escalas:

$$\frac{1}{200.000};\ \frac{1}{500.000}.$$

Apesar de serem estas as escalas adoptadas, muitas outras podem ser empregadas, conforme o numero de detalhos que se pretende apreciar.

ESCALAS GRAPHICAS

Construcção da escala graphica decimal simples e composta.

Escala graphica decimal simples. Para se apreciarem as distancias graphicas por meio do compasso, empregam-se as escalas graphicas.

Para construir uma escala graphica é preciso saber primeiro por que grandeza será 1 kilometro representado na escala. Suppondo, por exemplo, que se deseja conhecer na escala de $\frac{1}{20.000}$ por que fracção do metro será representado 1 kilometro, bastará

notar que sendo 1 kilometro ou 1.000 metros a vigessima parte do denominador da escala, deverá ser representado pela vigessima parte do numerador d'ella, que é um metro, e portanto será $0^m,05$.

Conhecida a grandeza por que será representado a kilometro, traça-se na parte inferior do plano topographico uma linha recta A B, Fig. 1, que se divide da esquerda para a direita em tantas partes eguaes á que se achou que representa 1 kilometro, quantos os kilometros que queremos representados.

A distancia A C divide-se em 10 partes iguaes que representarão centenas de metros e que se marcam de C para A, como indica a figura.

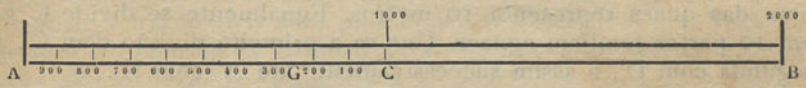


Fig.ª 1

Supponhamos que se mediu na carta uma grandeza L_____M; para a avaliar na escala colloca-se uma das pontas do compasso em 2000, por forma que assentando a outra ponta do compasso, aberto na distancia L. M, sobre a parte esquerda da escala, fique entre C e A, por exemplo no ponto 300; então a distancia seria, se a ponta direita do compasso estivesse em 2000, 1000+300=1300.

Se a ponta do compasso em vez de cair n'uma divisão exacta, ficasse, por exemplo, em G era preciso avaliar por comparação com a divisão de centenas de metros o numero de dezenas que se poderão comprehender entre a divisão 200 e G e sommar este numero assim avaliado, e que supporemos $40,^m$ com a distancia 1200 medida, para ter a distancia total: 1200+40=1240 metros.

CONSTRUCÇÃO DA ESCALA GRAPHICA DECIMAL COMPOSTA OU DE DIZIMA

Qualquer que seja a escala a construir, determinamos primeiro o comprimento graphico correspondente a 100 metros de terreno.

Supponhamos que a relação numerica é de $\frac{1}{5.000}$; a grandeza graphica correspondente a 100 metros será $0,^m02$. A construcção da escala é a seguinte:

Sobre a recta A B, fig.ª 2, marca-se tantas vezes $0,^m02$, quantas as centenas que a escala deve conter. Depois tiram-se 10 rectas equidistantes e parallelas a A B. Pelos pontos A, A', B', C, D e B levantam-se prependiculares a A B até encontrarem a ultima

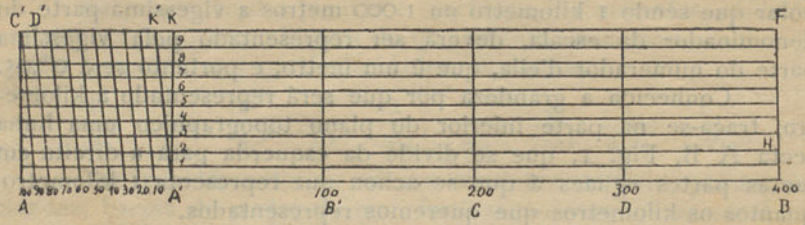


Fig.ª 2

parallela. Em seguida divide-se A A' em 10 partes eguaes, cada uma das quaes representa 10 metros. Egualmente se divide C' K em 10 partes tambem eguaes. Une-se a primeira divisão com C', a segunda com D', e assim successivamente até A' com K'.

Pretendendo com a escala marcar na planta uma distancia de 422 metros de terreno, collocamos uma das pontas do compasso no ponto em que a perpendicular F B e a 2.ª parallela a A B se cruzam, isto é, no ponto H, collocando a outra ponta no ponto *a*; a distancia H *a* será a procurada, porque: $400^m + 20^m + 2^m = 422^m$.

NONIO

O *nonio* é uma pequena escala applicavel á escala de qualquer instrumento e destinado a avaliar fracções da menor divisão d'esta.

Abrange para isto um numero exacto de divisões da escala a que está applicado, e está dividido em tantas partes e mais uma quantas as que abrange na escala.

Pode ser rectilineo ou curvilineo, conforme a escala a que está applicado é rectilinea ou curvilinea. Para nos servirmos d'um nonio é necessario conhecermos a sua natureza, isto é, a menor fracção que elle pode avaliar.

A natureza do nonio obtem-se dividindo uma divisão da escala pelo numero de divisões do nonio, ou ainda fazendo a differença entre uma divisão da escala e uma divisão do nonio. O primeiro processo é mais pratico e é d'elle que vamos tratar.

Supponhamos que depois de applicada a escala E E' a uma extensão A B, Fig.ª 3, cuja grandeza exacta se quer obter, ficou um resto b B. Avalia-se este resto conservando fixa a escala principal, e avançando com o nonio até que o seu zero, chamado linha de fé, coincida com o extremo B do resto. O numero da divisão do nonio que coincidir, ou mais proximo ficar de uma divisão da escala principal, indicará quantas vezes a natureza do nonio entrou no resto em questão.

Fig.ª 3

No exemplo apresentado a escala principal está dividida em $0,^{m}005$ e o nonio tem 10 divisões, portanto a natureza d'elle será $= \frac{0,^{m}005}{10} = 0,^{m}0005$.

Coincidindo a divisão 8 do nonio com uma divisão da escala principal, a fração b B será pois egual a $0,^{m}0005 \times 8 = 0,^{m}004$, e portanto a extensão A B egual a $(4 \times 0,^{m}005) + 0,^{m}004 = 0,^{m}024$.

Nonio circular. A theoria e a applicação do nonio circular são as mesmas que para o nonio rectilineo. E' claro quo o nonio circular deve ter a curvatura conviniente, fig.ª 4, para se poder mover ao longo da escala a que estiver applicado.

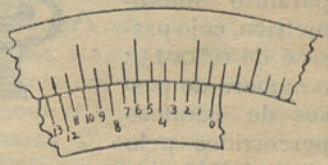


Fig.ª 4

MEDIDA DE DISTANCIAS NA CARTA

O conhecimento da distancia horisontal é essencial para sabermos se um ponto está, por exemplo, ao alcance das armas de fogo; mas é egualmente importante saber calcular as distancias seguindo as sinusidades do terreno para se determinar o tempo que leva a executar uma certa marcha.

Quando dois pontos estão ligados por uma linha recta, determina-se com um compasso a distancia entre as projecções dos dois pontos, e transportando-a á escala ter-se-ha conhecimento da distancia real entre os pontos considerados

Quando é uma curva que liga os dois pontos, toma-se uma abertura do compasso egual a uma fracção da escala do desenho e tão pequena quanto possivel e assentando uma das pontas do compasso sobre um dos extremos da curva e outra sobre um ponto d'ella, faz-se mover o compasso successivamente até chegar ao outro extremo; multiplicando o numero de vezes que a abertura do compasso percorreu a distancia, pelo numero de metros que a mesma abertura representa na escala, obtem-se a grandeza desejada.

Para evitar estes calculos e para facilidade das medições, existem instrumentos de algibeira, que dão com todo o rigor a medida das distancias sobre a carta. Os mais empregados d'esses instrumentos são:

O CAMPYLOMETRO DE GAUMET E A BUSSOLA ROLETA DE PEIGNÉ

Campylometro de Gaumet, fig.ª 5. Este instrumento consiste n'um disco dentado A, cuja circumferencia é de 0,^{m}05; uma das faces do disco está dividida em 40 divisões e a outra em 50; a primeira serve para a escala $\frac{1}{80.000}$ e a segunda para a de $\frac{1}{100.000}$. N'estas escalas cada divisão corresponde a 100 metros, visto que a circumferencia tendo 0,^{m}05, representa 4 kilometros na escala de $\frac{1}{80.000}$ e 5 kilometros na $\frac{1}{100.000}$.

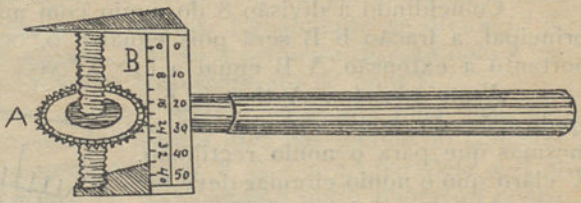


Fig.ª 5

O disco dentado move-se em torno d'um parafuso micrometrico, cujo passo é de 0,^{m}0015; o numero de passos do parafuso percorridos pelo disco é lido n'uma regua graduada B, cujas divisões são eguaes ao passo do parafuso.

Para empregar o campylometro leva-se o zero do disco a coincidir com o zero da regua e pegando no cabo, por forma que fique perpendicular ao desenho, faz se com que o disco percorra a distancia a medir; lendo então a ultima graduação da regua por que o disco passou e juntando-lhe o numero da graduação do disco que fica em frente da regua, obtem-se a grandeza medida.

Supponhamos que a graduação da regua era 20 e que a do disco que está dividido em 50, era 35; o comprimento seria 0,^{m}20 + 0,^{m}035 = 0,235. Multiplicando esta grandeza pelo denominador da escala teriamos: 2350 metros na escala de $\frac{1}{10.000}$

4700	»	»	»	»	$\frac{1}{20.000}$
9400	»	»	»	»	$\frac{1}{40.000}$
18.800	»	»	»	»	$\frac{1}{80.000}$
23.500	»	»	»	»	$\frac{1}{100.000}$

Bussola roleta de Peigné. Este instrumento consiste n'uma bussola contida n'uma caixa cylindrica de fundo duplo, no qual estão montadas duas rodas de latão que actuam uma sobre a outra. A face posterior da caixa apresenta uma grande roda dentada A, fig.ª 6, que excede ligeiramente o contorno da caixa e tem uma circumferencia de 0,^{m}1 dividida em 100 millimetros, os quaes quando a roda gira, apparecem na abertura *a* permitindo ahi a leitura. Concentricamente com esta roda, está montada uma rodinha

D, munida d'um dente; em cada volta completa da roda A, este dente actua sobre uma roda dentada E collocada superiormente, a qual tem 10 dentes e faz uma revolução completa por cada 19 revoluções ou voltas da roda inferior: os numeros 0, 1, 2, 3.. 9 marcados n'esta roda indicam pela sua passagem na aberturr *b* o numero de voltas completas que tem feito a roda A.

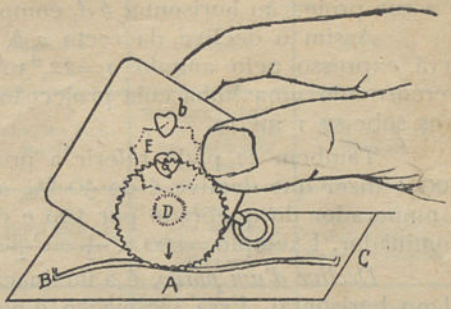


Fig.ª 6

Para apreciar com este instrumento uma distancia B C, na escala de $\frac{1}{1.000}$, começaremos por fazer girar a roda A, até que os zeros das rodas maiores correspondam aos traços superiores das aberturas *a* e *b*; depois collocando a bussola em um dos extremos B ou C faz-se girar até ao outro extremo, onde se leem as graduações.

Supponhamos que a abertura *a* marca 37 e *b* marca 4; como *a* indica milimetros e *b* decimetros a distancia será 0,^{m}437, isto é, 437 metros na escala de $\frac{1}{1.000}$.

Para ter a distancia real em qualquer outra escala, basta multiplicar pelo denominador d'ella a distancia graphica lida com o instrumento.

Assim a leitura 0,^{m}437, corresponde portanto a:

437	metros	na	escala	$\frac{1}{1.000}$
874	»	»	»	$\frac{1}{2.000}$
2185	»	»	»	$\frac{1}{5.000}$
4370	»	»	»	$\frac{1}{10.000}$

etc.

DECLIVES

Declive de uma linha é a relação que existe entre a differença de nivel dos seus extremos e a sua projecção horisontal.

Este declive costuma exprimir-se pelo numero de graus e minutos do angulo *a*, fig.ª 7, ou pela relação $\frac{cd}{bd}$ entre a differença de nivel *c d* dos seus extremos *b* e *c*

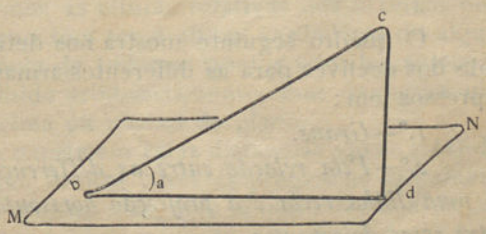


Fig.ª 7

e a sua projecção horisontal *b d*, comprehendida entre esses pontos.

Assim o declive da recta *c b*, suppondo *c d* metade de *b d* será expresso pelo angulo $a = 22,^{0}30^{1}$, ou pela relação $\frac{1}{2}$, isto é, percorrendo uma linha cuja projecção horisontal fôr egual a 2 metros sobe-se 1 metro.

Tambem se pode referir a projecção horisontal á grandeza 100 e dizer que declive é de 50 %, o que se obtem multiplicando o numerador do quebrado por 100 e dividindo o producto pelo denominador. Exemplo $= 100 \times \frac{1}{2} = \frac{100}{2} = 50$ %.

Declive d'um plano, é a inclinação d'esse plano em relação ao plano horisontal. Essa inclinação é-nos dada pelo valor do angulo diedro formado pelos dois planos, e mede se pelo seu *rectilineo* que é o angulo formado pelas linhas de interseção de um plano vertical com as faces do diedro. Portanto o declive de um plano é medido pela inclinação d'uma recta traçada n'esse plano perpendicularmente á intersecção d'elle com o plano horisontal. Essa linha denomina-se *linha de maior declive* por ser aquella que forma maior angulo com o plano horisontal.

Assim o declive do plano M N, fig.ª 8, é expresso pelo angulo A B C que elle forma com o plano horisontal M' N'.

A linha de maior declive representa, para cada elemento do seu trajecto, o caminho que seguiria, por exemplo, uma gota dagua abandonada do ponto mais elevado d'esse elemento, a acção da gravidade.

Declive de um terreno é a inclinação d'ele em relação ao plano horisontal ou, o que é o mesmo, o angulo que a linha de maior declive forma com a sua projecção no plano horisontal.

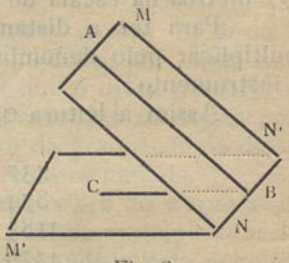


Fig. 8

LIMITE DOS DECLIVES PRATICAVEIS ÁS DIFFERENTES ARMAS

O quadro seguinte mostra nos detalhadamente a accessibilidade dos declives para as differentes armas sendo os angulos limites expressos em:

1.º—*Graus.*

2.º—*Pela relação entre as differenças de nivel de dois pontos de uma linha recta e a projecção horisontal da recta comprehendida entre esses dois pontos.*

3.º—*Pela percentagem.*

Nomenclatura dos declives	Valores dos angulos			Infanteria	Cavallaria	Artilheria
Suaves (inferiores a 9°)	4°	$\frac{1}{14,6}$	7 %	Evoluciona facilmente	Evoluciona facilmente. As cargas na subida são efficazes	Não trava nas descidas
	6°	$\frac{1}{10}$	10 %			
Fortes (Entre 9° e 15°)	9°	$\frac{1}{6,3}$	15 %	As evoluções são mais difficeis	Pode descer a galope, mas as cargas são pouco efficazes	Sobe com alguma difficuldade e trava nas descidas
	12°	$\frac{1}{5}$	20 %			
Rapidos (Entre 15° e 35°)	15°	$\frac{1}{3,7}$	27 %	Ainda evoluciona com ordem e precisão	Pode subir a passo ou a trote e descer só a passo	Só pode subir ou descer serpentiando e com as viaturas travadas
	17°	$\frac{1}{3,3}$	30 %			
	19°	$\frac{1}{2,6}$	35 %	Só evoluciona em ordem dispersa	Em ferrageadores pode subir e descer a passo	As viaturas ligeiras podem subir e descer em zig-zag
	22°	$\frac{1}{2,5}$	40 %			
	29°	$\frac{1}{1,8}$	55 %	Só evoluciona em atiradores	Limite accessivel	Limite praticavel á artilheria de montanha
	32°	$\frac{1}{1,6}$	62 %			
Muito rapidas (Entre 35° e 45°	35°	$\frac{1}{1,4}$	70 %	Os atiradores podem subir a pé mas com bastante difficuldade	Inaccessivel	Inaccessivel
	37°	$\frac{1}{1,3}$	75 %			
	38°	$\frac{1}{1,25}$	80 %	Os atiradores só podem subir encontrando arbustos a que se agarrem	Inaccessivel	Inaccessivel
	45°	$\frac{1}{1}$	100 %			
Escarpados (Superiores a 45°)	—	—	—	Inaccessivel	Inaccessivel	Inaccessivel

FIGURADO DO TERRENO POR MEIO DE CURVAS HORISONTAES OU DE NIVEL

Cotas—Para medirmos as alturas relativas dos diversos pontos d'uma porção de terreno sem ter a altura verdadeira de algum d'elles, marcamos a distancia de todos os pontos situados acima ou abaixo de um plano escolhido arbitriariamente, mas de forma que todos os pontos fiquem acima ou abaixo do plano.

Os algarismos que exprimem estas distancias são as *cotas* dos diversos pontos do terreno. Muitas vezes empregam-se as palavras *cota* e *altitude* uma pela outra, mas nem sempre teem a mesma significação, porque a *altitude* de um ponto *é a altura d'esse ponto acima do nivel medio do oceano* e a *cota é a distancia d'esse ponto aci-*

ma ou abaixo de um plano qualquer de referencia. Dois pontos da mesma *altitude*, isto é, dois pontos egualmente elevados acima da superficie do mar, dizem-se de *nivel*, e quando teem diferentes altitudes chama-se *diferença de nivel*, ao numero que exprime a diferença das altitudes dos pontos. Esta diferença de nivel representa o *commandamento* ou *relevo* de um ponto sobre o outro, isto é, a altura de que o domina.

Unindo por uma linha continua todos os pontos da mesma *cota*, obtem-se uma curva de nivel, isto é, uma curva que tem todos os seus pontos á mesma altura, acima ou abaixo do plano horisontal de comparação, bastando marcar a *cota* d'um d'elles para conhecer a de todos. A differença de nivel entre duas curvas, sendo a mesma, se ellas se aproximam é porque o declive augmenta, pois que se eleva da mesma quantidade para uma distancia horisontal mais pequena. Consiste, pois, este systema de representação do terreno em consideral-o cortado por uma serie de planos horisontaes equidistantes e em traçar sobre um plano a projecção da intersecção de cada um destes planos com o terreno.

De todos os methodos de representação do terreno é este o mais empregado no nosso paiz e que quasi se tem tornado exclusivo.

EQUIDISTANCIA NATURAL

Equidistancia natural é a distancia vertical que separa dois planos horisontaes consecutivos.

EQUIDISTANCIA GRAPHICA

Equidistancia graphica é a equidistancia natural reduzida á escala da carta. Obtem-se dividindo a equidistancia natural pelo denominador da escala.

Representando por *1* o numerador de uma escala, por *m* o denominador d'ella, por *E* a equidistancia natural e por *e* a equidistancia graphica, teremos:

$$\frac{1}{m} = \frac{e}{E}, \text{ d'onde}$$

$$m = \frac{E}{e},$$

$$e = \frac{E}{m}$$

$$E = m \times e$$

Assim sendo $\frac{1}{20\,000}$ a escala d'uma carta e 10 metros a equidistancia natural, para determinarmos a equidistancia graphica teremos: $e = \frac{10}{20.000} = 0,^{m}0005$; e sendo $0,^{m}0005$ a equidistancia graphica

da escala, a natural será: $E = 20.000 \times 0,^{m}0005 = 10^{m}$. Conhecidas as grandezas natural e graphica d'uma carta e querendo saber-se qual o denominador da escala, teremos: $m = \frac{10}{0,^{m}0005} = 20.000$.

Casos ha em que a equidistancia graphica deve variar.

Quando o terreno é pouco accidentado, alguns pontos escapariam ao nivelamento se a equidistancia graphica das curvas fosse constante e egual a $0,^{m}0005$.

Assim na escala $\frac{1}{20.000}$ a equidistancia natural correspondente á equidistancia graphica constante—$0,^{m}0005$—é de 10^{m}. Portanto, um movimento de terreno que tenha 8 metros de relevo, não pode ser representado na carta.

N'este caso, faz-se variar a equidistancia de modo que nenhum dos pontos dos perfis deixe de ser compreendido nas curvas respectivas.

Conclue-se pois, que a equidistancia deve diminuir, podendo ser de $0,^{m}00025$, para precisar mais as formas do terreno aproximando as curvas, que sem isto seriam muito afastadas, para fallar claramente aos olhos; e nos paizes de altas montanhas o declive sendo muitas vezes proximo de 45^{0}, tomam-se planos horisontaes mais espaçados afim de não ter cartas muito negras pela muita aproximação das curvas; a equidistancia graphica é então de $0,^{m}001$ ou $0,^{m}002$.

Cumpre dizer n'este logar que, para o mesmo paiz, as cartas de differentes escalas devem obdecer ao principio estabelecido da equidistancia graphica ser constante para que a sua comparação e leitura se torne facil.

Na carta topographica dos arredores de Lisbôa—$\frac{1}{20.000}$—a equidistancia graphica é de $0,^{m}0005$ que corresponde á equidistancia natural de $10,^{m}$ na carta chorographica de Portugal levantada na escala $\frac{1}{100.000}$ a equidistancia graphica é de $0,^{m}00025$, correspondendo á equidistancia natural de $25,^{m}$ e na carta geographica de Portugal levantada na escala de $\frac{1}{500.000}$ com a mesma equidistancia graphica, a equidistancia natural é de $125.^{m}$

PRECEITOS PARA TRAÇAR AS CURVAS DE NIVEL

As curvas devem ser representadas por traços continuos, mais finos do que os empregados nos caminhos pouco importantes. O traço das secções horisontaes *interrompe-se no seu encontro com os edificios, com as estradas, caminhos e cursos d'agua, quando estes detalhes são representados por mais d'um traço; e as inflexões nunca se fazem em angulo.*

Para se apreciar melhor o relevo do terreno, poderemos marcar por traços mais fortes as curvas distanciadas de 4 em 4, que se chamam curvas *mestras*.

Quando entre duas curvas ha uma mudança de declive que

convem apreciar, traça-se uma *curva intermedia* com traço interrompido, e do mesmo modo se indicará a base e o cume dos cabeços quando lhes não corresponda uma curva equidistante (fig.ª 9).

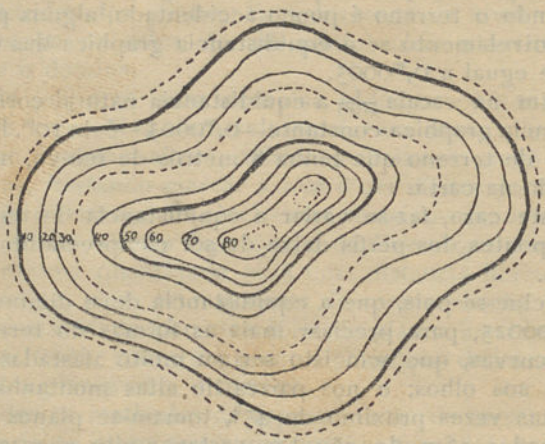


Fig.ª 9

IDEA GERAL DE OUTROS PROCESSOS PARA OBTER O FIGURADO DO TERRENO.

O terreno pode representar-se não só por curvas horisontaes mas ainda por meio de *relevos*, de *cotas*, de *normaes ou hachures* e de *sombras esbatidas*.

Methodo dos planos relevos. Este methodo consiste na reprodução em madeira, em gesso, em cera ou em barro, dos movimentos do terreno, taes como existem na natureza, mas n'uma proporção reduzida. O plano relevo salta á vista e é muito util a quem principia a aprender, porque, por comparação permite perceber, melhor do que por outros processos, a representação das formas do terreno.

Para construir o plano relevo de uma porção de terreno, *e preciso fazer primeiro a planimetria d'esse terreno*, e depois procurar a altura dos pontos principaes acima d'um plano determinado, cravando agulhas nas suas projecções até que representem na escala a altura d'esses pontos.

Tomando então gesso, cera ou barro, cobrem-se as diversas partes do desenho cantornando as extremidades das agulhas, chega-se por fim a obter a forma do terreno fazendo inumeras tentativas e tanto mais aproximada da realidade quando mais numerosas são as agulhas que representam as diversas alturas.

Tendo as curvas horisontaes é mais facil obter o relevo; para isso desenham-se n'um papel transparente as curvas e passam-se uma a uma para um cartão que tenha por grossura a equidistancia graphica, recortando o cartão segundo o contorno da curva e collocando depois todos os cartões pela sua ordem, obter-se ha o relevo em degraus, que se completará com cera, barro ou gesso, por forma a dar ao relevo a lei de continuidade que o terreno apresenta.

Methodo das cotas. Se ao lado das projecções de um certo numero de pontos do plano topographico se inscreverem as cotas, poder-se-hia até certo ponto, comparando as cotas entre si, ver os pontos mais altos e mais baixos e fazer uma ideia das formas do terreno, mas para isso é preciso ter muitas cotas e carregar o desenho com muitos algarismos o que o torna confuso e difficil a leitutura da carta, não permittindo á vista obter as formas do terreno.

Methodo das normaes ou hachures. Este methodo baseia-se em considerarmos o terreno illuminado pela luz zenithal.

No levantamento topographico quando as curvas são muito afastadas podemos empregar as normaes ou hachures para representar a forma do terreno. As normaes ou hachures são as projecções das linhas de maior declive.

Traçam-se as hachures entre as curvas horisontaes *feitas a lapis* empregando *a lei de quarto*, que consiste em distanciarmos as normaes de um qnarto do seu comprimento.

Devemos alem d'isso ter o cuidado de as engrossar quanto mais curtas forem; de as intercalar nas curvas immediatas para que não fiquem no prolongamento das da curva anterior e de as collocar perpendicularmente ás curvas, fazendo-as rectilineas se as curvas são parallelas e curvilineas se o não forem, voltando a convexidade para o lado do maior afastamento. (Fig.ª 10).

Os collos ou portellas não se representam por hachures e ficam por isso em branco.

Quando a separação das curvas é inferior a 0,^{m}002 as normaes não se distanciam de um quarto do seu comprimento, para evitar a desaparição dos detalhes do desenho que a forte sombra produziria;

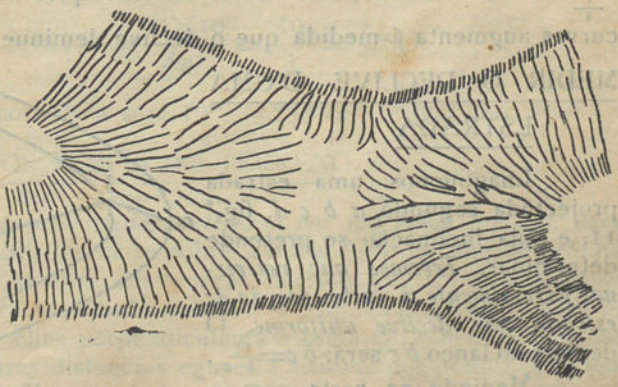


Fig.ª 10

traçam-se então com a distancia de 0,^{m}0005 e reforçam-se tanto mais quanto o declive é mais aspero, (*lei de engrossamento*).

O terreno cujo declive é egual ou inferior a $\frac{1}{64}$ ou 56' considera-se horisontal não se representando por hachures.

Methodo das sombras esbatidas. Consiste este methode em substituir as hachures por sombreado de tinta da China ou de lapis esfuminho, tanto mais carregado quanto maior é a inclinação do terreno. E' mais vantajoso do que o das hachures por deixar ver melhor os detalhes da planimetria, mas demanda muita pratica para ficar bem feito o configurado.

DETERMINAR O AFASTAMENTO DAS CURVAS DE NIVEL CORRESPONDENTE A CERTOS DECLIVES.

Designando por *b* o afastamento de duas curvas, por *d* o declive do terreno entre estas duas curvas e por *e* a equidistancia graphica, a expressão do declive será:

$$d = \frac{e}{b}, \text{ d'onde}$$

$$b = \frac{e}{d}, \text{ o que mostra}$$

que para obter o afastamento entre duas curvas de nivel, bastará dividir a equidistancia graphica pelo declive.

Assim, sendo a equidistancia graphica egual a $\frac{1}{2}$ millimetro, para os declives $\frac{1}{1}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, etc. teremos os afastamentos: $\frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{1}} = \frac{1}{2}$ millimetro; $\frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{2}} = 1$ millimetro; $\frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{3}} = \frac{3}{2}$ millimetros $\frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{4}} = 2$ millimetros, d'onde se conclue que o afastamento das curvas augmenta á medida que o declive deminue.

MEDIR O DECLIVE D'UMA ESTRADA

Imaginemos uma estrada projectada segundo *a b c d*, fig.ª 11, e cuja inclinação se pretende determinar. *Teremos que referir-nos parcialmente a cada porção de estrada com declive uniforme.* O declive do lanço *b c* será: $b\,c = \frac{10}{b\,c}$.

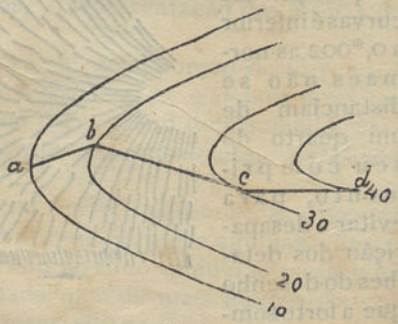


Fig.ª 11

Medindo na carta com o

duplo decimetro a parte *b c* da estrada, que supporemos ser egual a 84 metros, teremos: como a equidistancia natural é de 10,^{m} declive de $b\,c = \frac{10}{84} = \frac{1}{8.4}$ ou 11 %.

DETERMINAR A COTA D'UM PONTO QUALQUER DE UM TERRENO FIGURADO A CURVAS DE NIVEL

Supponhamos um movimento de terreno figurado na escala $\frac{1}{20.000}$, pelas curvas cotadas 10, 20 e 30; e seja *a*, fig.ª 12, o ponto de que se pretende determinar a cota.

Conduza-se pelo ponto *a* a normal *b c*, commum ás duas curvas 10 e 20. Esta linha é a mais curta que se pode traçar entre as duas curvas passando pelo ponto *a*.

Seguindo a linha do terreno, projectada segundo *c b* eleva se da curva 10 para curva 20.

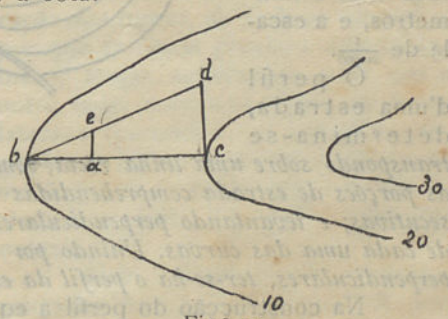


Fig.ª 12

Sendo o declive uniforme, elevar-se ha da mesma altura para o mesmo percurso. Portanto se o ponto *a* estiver situado a egual distancia das curvas 10 e 20, o ponto de que elle é projecção, terá a cota 15.

Portanto para determinarmos a cota do ponto *a* estabelecemos a seguinte proporção, baseados na proporcionalidade dos lados homologos dos triangulos semelhantes: $\frac{b\,a}{b\,c} = \frac{e\,a}{d\,c}$

Sendo *c d* egual a 10,^{m} equidistancia natural, e se *b c*=240 metros e *b a*=80 metros:

$$\text{Será } e\,a = \frac{80 \times 10}{240} = \frac{10}{3} = 3,^{m}33.$$

Logo, a cota de *a* será $10^{m} + 3,^{m}33 = 13,^{m}33$.

EXECUÇÃO DOS PERFIS DO TERRENO

Perfil é a intersecção do terreno por um plano vertical. Para construir um perfil, marca-se sobre a linha A B que lhe determina a projecção, os pontos das curvas horisontaes, transportando-se estes pontos para uma linha recta C D, fig.ª 13, parallela a A B, levantam-se por elles perpendiculares á recta C D; marcando n'essas perpendiculares distancias eguaes á altitude dos pontos reduzida á escala do desenho e unindo por um traço continuo os extremos

d'essas distancias obtem-se a linha curva C E F G D, que representa o perfil segundo A B. Este perfil é 4 vezes elevado, visto que a distancia entre os planos horisontaes é de 2 milimetros, e a escala de $\frac{1}{20.000}$.

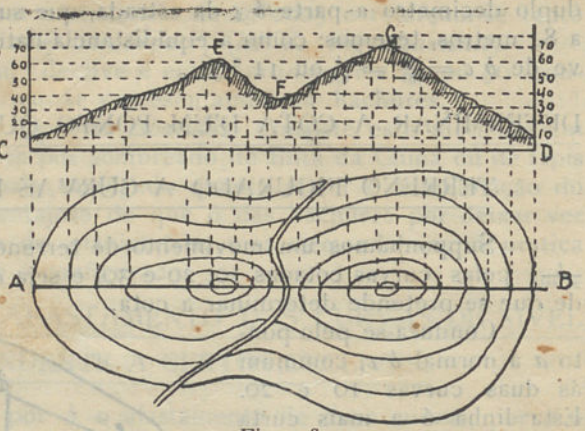


Fig.ª 13

O perfil d'uma estrada, determina-se *transpondo sobre uma linha recta, comprimentos desenvolvidos, eguaes ás porções de estrada comprehendidas entre duas curvas de nivel consecutivas; e levantando perpeudiculares d'esses pontos eguaes ás cotas de cada uma das curvas. Unindo por uma linha os extremos d'essas perpendiculares, ter-se-ha o perfil da estrada.*

Na construcção do perfil a equidistancia dos planos secantes é egual á equidistancia graphica, *(perfil normal)*. Assim na carta topographica dos arredores de Lisbôa levantada na escala de $\frac{1}{20.000}$, sendo a equidistancia graphica egual a $0,^{m}0005$, vemos que o perfil será determinado com planos horisontaes equidistantes de $\frac{1}{2}$ milimetro.

N'este caso os planos horisontaes confundir-se hão e o perfil não pode obter-se com rigor. Alem disso como não se apreciam as variações dos declives e as ondulações de um terreno pouco acidentado, ter-se-ha de construir um *perfil elevado.*

Perfil elevado. A construcção d'este perfil é identica á do *perfil normal*, diferindo apenas no valor da equidistancia graphica dos planos secantes que pode ser dupla, tripla, quadrupla, etc., isto é, a escala empregada nas *dimensões verticaes* tem o duplo, triplo ou quadruplo do valor.

Construindo o perfil elevado vemos que os declives augmentam proporcionalmente á variação da equidistancia graphica, isto é, que em um perfil elevado duas vezes todos os declives são duas vezes mais asperos que no perfil natural. E' o que acontece com o perfil representado na figura 13, que é 4 vezes elevado,

Perfil rebaixado. Na construcção do perfil das elevações abruptas, domo as distancias verticaes são muito fortes, em relação ás projecções horisontaes, escolhe-se para as ordenadas uma escala duas ou trez vezes menor que a empregada nas dimensões horisontaes.

Na pratica os perfis elevados ou rebaixados são sempre acompanhados dos perfis naturaes.

PROCESSO PARA RECONHECER NA CARTA UM TERGO E UM VALE

O processo para reconhecer na carta um *tergo* e um *vale* é o seguinte: No *tergo* as curvas envolventes têem cota inferior ás curvas envolvidas e no *vale* succede o contrario.

Tergo. - Linha de separação das aguas. As encostas convexas formam um tergo ou dorso; a sua aresta denomina-se *linha de separação das aguas, de festo ou cumieira*, por que as aguas pluviaes caindo sobre o tergo, separam-se para um e outro lado, correndo sobre as faces lateraes (vertentes ou encostas) seguindo as linhas de maior declive, como indicam as flexas (fig. 14), isto é, afastam se cada vez mais umas das outras.

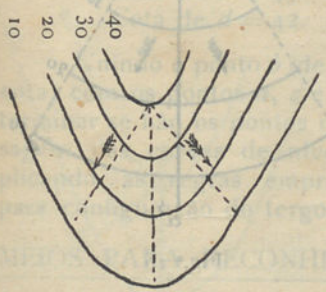


Fig.ª 14

Vale. Thalweg. As encostas concavas formam um vale. A sua aresta denomina-se *thalweg* (caminho do vale); *linha de corrego ou linha de reunião das aguas.* A agua que cahe nas faces lateraes ou flancos, corre para o thalweg onde se reune para formar um curso d'agua, como indicam as flexas (fig. 15), isto é aproximam se cada vez mais.

Os thalwegs são ordinariamente assignalados sobre o terreno por cursos de agua e ravinas ou regueiras.

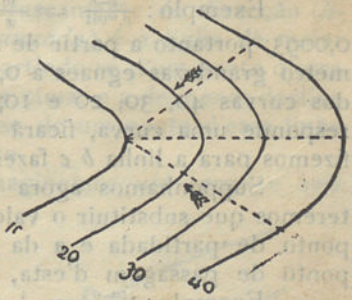


Fig.ª 15

CONFIGURAR UM TERGO, CONHECIDA A PROJECÇÃO, DE QUATRO PONTOS PERTENCENTES 2 Á LINHA DE CUMEADA

Sejam *a b c d* os pontos dados (fig. 16), *a b* a linha de cumeada, e

Cota de $a = 5$
» » $b = 50$
» » $c = 6$
» » $d = 10$

Unindo o ponto *b* (de maior cota) com os pontos *a*, *c* e *d*, determinam-se os pontos de passagem das curvas de nivel, sabendo-se que a equidistancia é, por exemblo, de 10^m e o declive uniforme, e traçam-se as curvas como mostra a figura, servindo-nos para isso das formulas abaixo indicadas.

No caso da linha *b d* que une dois pontos cujas cotas indicam que por elles deverão passar duas curvas de nivel, limitar-nos-hemos a determinar o numero de partes em que a queremos dividir para obtermos os pontos de passagem das curvas intermedias, empregando para isso a formula: $\frac{C-c}{E} = x$ (1), sendo *C* a cota maior, *c* a cota menor e *E* a equidistancia natural. Exemplo: $\frac{50-10}{10} = \frac{40}{10} = 4$. A recta *b d* deverá, pois, ser dividida em quatro partes eguaes e n'ellas se marcarão a passagem das curvas 20, 30 e 40. Nos restantes casos, como succedo com *a b* e *c b*, teremos necessidade de determinar o afastamento das curvas, partindo de *b* para *a* e *c*, pela formula: $\frac{C-c}{D} = \frac{E}{x}$, (2) em que *D* representa a grandeza de qualquer das rectas *a b* ou *c b*.

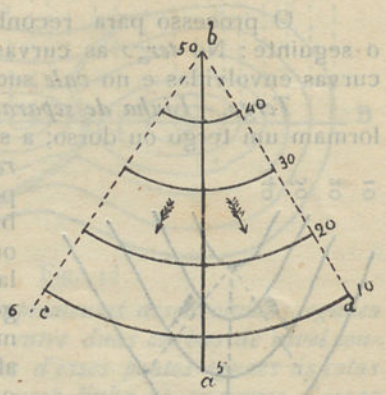


Fig.ª 16

Exemplo: $\frac{50-6}{0,^m041} = \frac{10}{x}$; $= \frac{44}{0,^m041} = \frac{10}{x}$, donde $x = \frac{0,^m041 \times 10}{44} =$ 0,0093; portanto a partir de *b* para *c* marcamos com um duplo decimetro grandezas eguaes a $0,^m0093$, determinando assim a passagem das curvas 40, 30, 20 e 10; e o resto que fica, como não lhe corresponde uma curva, ficará com a cota que tem, isto é, 6. O que fizemos para a linha *b c* fazemos para *b a*.

Supponhamos agora que partimos de *a* ou *c*. N'este caso teremos que substituir o valor de *E* pela differença ente a cota do ponto de partidada e a da curva imediata para determinarmos o ponto de passagem d'esta, e em seguida applicar a formula (1).

Exemplo: $\frac{50-6}{0,^m041} = \frac{4}{x}$, donde $x = \frac{0,^m041 \times 4}{44} = 0,^m0037$; portanto, de *c* para *b*, marcamos com o duplo decimetro a grandeza $0,^m0037$, determinando assim a passagem da curva 10, e por egual processo se determinará a passagem da mesma curva sobre a recta *a b*. Agora applicamos a formula (1)... $\frac{50-10}{10} = 4$.

Se o ponto *b*, em vez de ter a cota 50, tivesse a cota 46, por exemplo, determinariamos por processo egual a passagem da curva 40, e, em seguida applicavamos a formula.

(1) E' este o processo seguido para traçar as curvas de nivel em qualquer carta topographica

CONFIGURAR UM VALE, CONHECIDA A PROJECÇÃO DE 4 PONTOS PERTENCENTES 2 Á LINHA DE THALWEG

Seiam os pontos *a*, *b*, *c* e *d* (fig.ª 17), *a b* a linha de thalweg, e

Cota de $a = 46$
Cota de $b = 5$
Cota de $c = 45$
Cota de $d = 42$.

Unindo o ponto *b* (de menor cota) com os pontos *a*, *c* e *d*, determinar se hão os pontos de passagem das curvas de nivel, applicando as regras empregadas para configuração do tergo.

Fig.ª 17

MEIOS PARA RECONHECER UMA LINHA DE CUMEADA E DE CORREGO SOBRE O TERRENO E NA CARTA

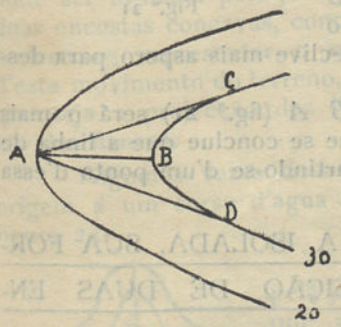


Fig.ª 18

Nas encostas convexas a linha que une os pontos em que as curvas mudam bruscamente de direcção (*linha de cumeada*) é a linha de maior declive partindo-se d'um ponto d'essa linha para cima, e a de menor declive partindo-se de um ponto d'essa linha para baixo.

Imaginemos um tergo e seja *A B* (fig.ª 18) a sau linha de cumeada. Como o declive d'uma linha é expresso pela differença de nivel dos seus pontos extremos e a sua projecção horisontal, teremos:

Declive de $A\,B = \frac{E}{A\,B}$
» » $A\,C = \frac{E}{A\,C}$
» » $A\,D = \frac{E}{A\,D}$

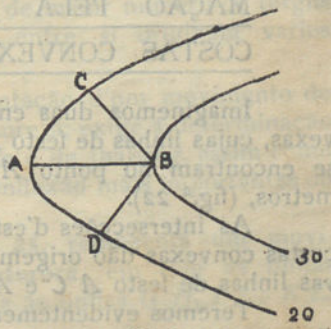


Fig.ª 19

Como é maior o quebrado que tiver menor denominador o declive expresso por $\frac{E}{A\,B}$ será maior. Logo, a linha de cumeada *A B* sendo a mais curta, será a linha de maior declive partindo-se d'um ponto d'essa linha para cima.

Suppondo agora um observador collocado em *B* (fig.ª 19) e que deseje descer para a curva 20. N'este caso a linha de cumeada *A B* será a de menor declive partindo-se d'um ponto d'essa linha para baixo, por que se seguir quaesquer outras *B C* ou *B D* qualquer d'ellas terá maior declive por serem mais curtas.

Nas encostas concavas, a linha que une os pontos em que as curvas mudam bruscamente de direcção, *linha de corrego ou thalweg*, é a linha de maior declive partindo-se d'um ponto d'essa linha para baixo.

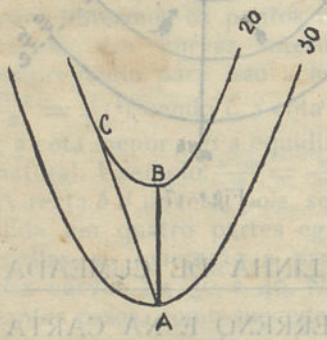


Fig.ª 20

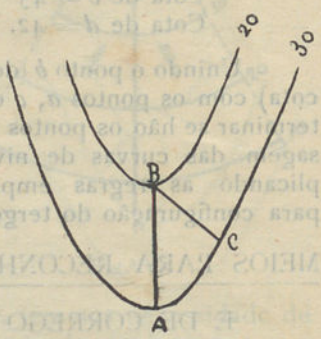


Fig.ª 21

Assim o *talweg A B* (fig.ª 20) é o caminho mais curto, ou o que tem o declive mais aspero para descer de *A* ao fundo do vale.

Semelhantemente o caminho *B A* (fig.ª 21) será o mais suave para alcançar a curva 30, do que se conclue que a linha de *thalweg* é a linha de menor declive partindo-se d'um ponto d'essa linha para cima.

REPRESENTAÇÃO D'UMA ALTURA ISOLADA. SUA FORMAÇÃO PELA JUXTAPOSIÇÃO DE DUAS ENCOSTAS CONVEXAS

Imaginemos duas encostas convexas, cujas linhas de festo *A B* e *A D*, se encontram no ponto *A* cotado 60 metros, (fig.ª 22).

As intersecções d'estas duas encostas convexas dão origem a duas novas linhas de festo *A C* e *A E*.

Teremos evidentemente um movimento de terreno, composto de duas

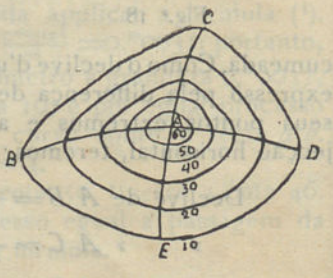


Fig.ª 22

encostas convexas cujas linhas de festo nascem no ponto commum *A*.

Vê-se pois que pela juxtaposição de duas encostas convexas, se obtem uma altura isolada, a qual será determinada pelas suas linhas de festo e por um ponto situado em cada uma das vertentes

Assim, o configurado de uma altura isolada (fig.ª 22) pode obter-se sendo conhecida a projecção da sua linha de festo *B A D* e a situação dos pontos *C* e *E*, tomados nas vertentes oppostas.

REPRESENTAÇÃO DE UMA DEPRESSÃO DO TERRENO. SUA FORMAÇÃO PELA JUXTAPOSIÇÃO DE DUAS ENCOSTAS CONCAVAS

Imaginemos dois vales (fig. 23) e sejam *A S* e *A T* os seus thalwegs.

Os flancos d'estes vales interseptam-se segundo as linhas *A B* e *A P*, e dão origem a mais dois thalwegs.

No ponto *A*, onde convergem quatro thalwegs, tem-se um funil ou uma bacia para a reunião das aguas.

Como uma depressão de terreno pode ser formada pela juxtaposição de duas encostas concavas, conclue-se que poderemos representar o configurado d'este movimento do terreno, conhecida que seja a projecção dos thalwegs e um ponto situado em cada um dos flancos.

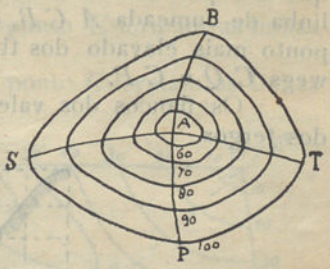


Fig.ª 23

Algumas vezes dois ou mais thalwegs se reunem para dar origem a um curso d'agua de maior importancia, como mostra a figura 24.

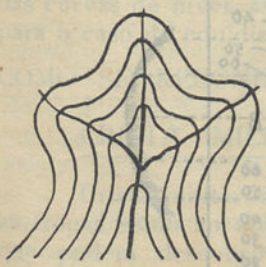


Fig.ª 24

Em geral as elevações são formadas pela juxtaposição de maior numero de tergos que combinados entre si originam varios thalwegs.

A representação d'um movimento de terreno d'esta natureza, exige a determinação das linhas de festo e de thalweg, assim como a dos pontos de inflexão mais importantes do terreno.

A figura 25, representa um movimento d'esta natureza, em que as linhas *A B*, *C D*, e *E F*, são linhas de festo, e as linhas *G H*, *I J* e *K L*, são as linhas de thalweg.

COLLO: SUA FORMAÇÃO PELA INTERSECÇÃO DE DOIS TERGOS OU DE DOIS VALES

As encostas concavas formam um vale e as convexas um tergo; já sabemos que n'estas as curvas envolventes têem cotas inferiores ás curvas envolvidas, e n'aquellas as curvas envolvidas têem cotas inferiores ás curvas envolventes, como mostra a figura 26.

Quando duas encostas convexas ou tergos se encontram, formam um *collo* C, que que é o ponto mais baixo da linha de cumeada $A\ C\ B$, e o ponto mais elevado dos thalwegs $C\ Q$ e $C\ P$.

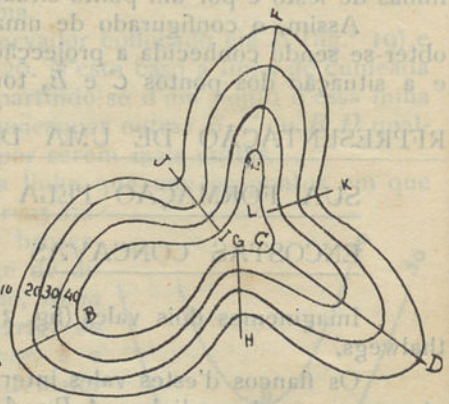


Fig.ª 25

Os flancos dos vales lateraes são formados pelas vertentes dos tergos.

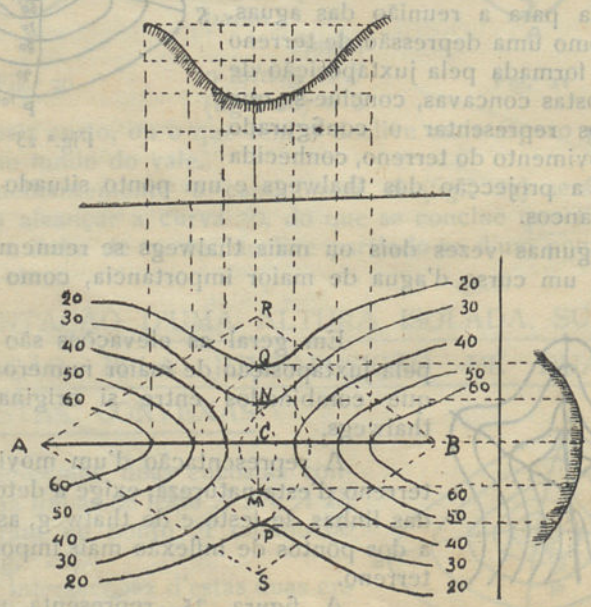


Fig.ª 26

As curvas do mesmo nivel que se encontram, taes como as curvas cotadas 20, 30; cortam se respectivamente nos pontos de

encontro *Q; N;* e *P; M;* e unem-se em forma de curva. Nos desenhos não se traçam as porções das curvas que estão interrompidas.

O collo *C* é em geral o centro de uma pequena superficie horisontal que se desenha por meio de linhas ponteadas, parallelas ás curvas de nivel; *uma cota indica a altura exacta do collo.*

CONFIGURAR UM COLLO, CONHECIDA A PROJECÇÃO DE CINCO PONTOS

Sendo o collo formado pelo encontro de duas encostas convexas, o flanco direito será definido pela parte da linha de cumeada *B C* (fig.ª 26) e por 2 pontos *R S* das suas vertentes; a parte da linha de cumeada *A C* e os referidos pontos definem o flanco esquerdo.

Cinco pontos bastam, pois, para se poder configurar um collo, a saber:

1.º—O ponto *C* collo;

2.º—Os pontos *A* e *B* que com o ponto *C* formam as linhas de cumeada dos flancos;

3.º—Os pontos *R* e *S* que com o ponto *C* formam as linhas de thalweg dos dois vales.

Posto isto, seja (fig.ª 27):

Cota de $a = 68$
Cota de $b = 70$
Cota de $m = 5$
Cota de $n = 10$
Cota de $c = 45$

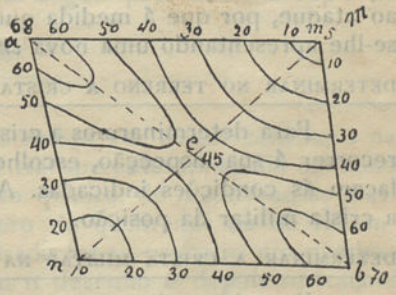


Fig.ª 27

Traçando as linhas *a m*, *a n*, *n b*, e *m b*, e as diagonaes *a b* e *m n*, determinar-se-hão sobre estas linhas os pontos de passagem das curvas de nivel, as quaes serão traçadas como mostra a fig.ª 27, para o caso da equidistancia natural ser de 10 metros.

COMO SE RECONHECE NO TERRENO E NA CARTA A CRISTA MILITAR

Crista militar é a linha, em geral polygonal, atraz da qual as tropas estão ao abrigo das vistas do inimigo, ao mesmo tempo que podem descobrir determinadas zonas de terreno na frente.

Supponhamos que um atirador collocado em *a b* (fig.ª 28) avança segundo o perfil do terreno até descobrir em *a' b'* o prolongamento do plano *E F* que este pretende bater; o ponto *a'* será um ponto particular, pois que, collocado mais atraz o atidor deixará

Fig.ª 28

de ver o prolongamento do plano *E F* e collocado mais adeante será inutilmente descoberto; *a'*, é pois, um ponto da crista militar, em relação a *E F*; mas sempre que no mesmo perfil o terreno apresentar muitos declives, existirá, em relação a cada um d'estes, um ponto que gosará de propriedades analogas.

Se, por exemplo, o defensor, renunciando a descobrir o declive *E F*, quizer apenas bater a parte *F G* do terreno, encontrará uma nova posição em *a'' b''* pertencente a uma nova crista militar; se, finalmente, o atirador apenas pretende bater com os seus fogos a posição *C*, um novo ponto *a'''* se apresentará correspondendo vantajosamente ao fim proposto, isto é, descobrir o inimigo sem ser descoberto por elle.

Não devemos confundir crista militar com *crista apparente*, aquella é sempre definida em relação á defesa e esta em relação ao ataque, por que á medida que o atacante muda de posição vae-se-lhe apresentando uma nova *crista apparente*.

DETERMINAR NO TERRENO A CRISTA MILITAR

Para determinarmos a crista militar de uma posição, devemos recorrer á sua inspecção, escolhendo e marcando pontos que satisfaçam ás condições indicadas. A linha que unir esses pontos será a crista militar da posição.

DETERMINAR A CRISTA MILITAR NA CARTA

Para determinarmos a crista militar de uma elevação com o auxilio de uma carta a curvas de nivel, poderemos fazel-o directamente na carta ou construindo perfis.

Se o declive do terreno occupado pela defeza fôr uniforme, isto é, se as curvas conservarem o mesmo afastamento, e ainda, se o declive se tornar mais aspero á medida que subirmos, poderemos determinar directamente na carta a crista militar da elevação em relação ao thalweg ou a qualquer ponto da encosta fronteira sem commandamento sobre a posição de defeza.

Em qualquer d'estes casos a crista militar acompanhará proximamente a curva da cota mais elevada, se a elevação terminar em planura; se terminar em aresta *(crista topographica)*, a crista militar acompanhará proximamente a crista topographica.

Em relação a outro qualquer ponto de uma encosta fronteira, com commandamento sobre o terreno occupado pela defeza, quer o

declive d'este seja uniforme, que seja variado, não poderemos determinar rigorosamente a crista militar sem construirmos perfis segundo as principaes inflexões do terreno.

Os pontos de tangencia das visuaes tiradas do ponto a bater para a posição a defender, determinarão aproximadamente, a crista militar d'esta.

REPRODUCÇÃO DE CARTAS NA MESMA ESCALA

Quando se deseja passar a um papel differente uma carta já construida, pode acontecer que se queira a reproducção no mesmo tamanho que o original, ou menor ou maior do que elle. Reduz-se ou amplifica-se a carta, segundo o desenho que se obtiver fôr menor ou maior do que ella e, em ambos os casos, se chama *reducção* á reproducção do original. O desenho que se obtem denomina-se *copia*, quer seja da mesma escala do original, quer seja de menor ou maior escala.

Copiar e reduzir as cartas são excellentes meios de gravar na memoria os signaes convencionaes e de habilitar para a execução dos levantamentos.

Diversos methodos se podem seguir para obter a copia da mesma grandeza do original:

1.º Methodo das quadriculas.

2.º Sobreposição.

3.º Processos chimicos.

Methodo das quadriculas: Consiste em traçar com lapis na carta, ou sobre uma folha de papel transparente applicada em cima d'ella, linhas parallelas aos lados do quadro, de modo que se divida o desenho em um certo numero de quadrados ou de rectangulos: se o original não fôr esquadrado faz-se primeiro um quadrado ou rectangulo que abranja todo o desenho e depois se traçam as linhas parallelas.

No papel em que se ha-de fazer a copia traçam-se quadrados ou rectangulos da mesma dimensão, posição e numero que os do original e reproduzem-se em cada um d'elles os mesmos detalhes que se encontram no quadrado ou rectangulo correspondente da carta, principiando por desenhar as direcções principaes: para isso começa-se por marcar os pontos principaes, determinando-os por meio de triangulos que tenham por base um dos lados do quadrado ou rectangulo e por vertice o ponto desejado; estes vertices são marcados traçando com um compasso ordinario munido de lapis dois arcos de circulo dos extremos da base como centros e com raios iguaes aos lados do triangulo. Para mais rapidez e para evitar o traçado dos arcos pode empregar-se o compasso de trez pernas que dá logo a posição do vertice. Marcados os pontos principaes conclue-se o traçado das linhas imitando á vista as suas homologas

da carta e não se passa o outro quadrado ou rectangulo sem ter completado o desenho do antecedente. Se nesse quadrado ou rectangulo houverem muitos detalhes, para se tornar a copia mais facil, sub-dividir-se-ia em outros quadrados ou rectangulos, ou em triangulos por meio de traçado de deagonaes.

Sobreposição. 1.º - - Pode obter-se com muita brevidade a copia calcando todos os detalhes que se percebem no modelo. Para isso colloca-se e segura-se invariavelmente sobre o original a folha em branco em que se quer a copia, e para que atravez d'ella se vejam bem todas as linhas e objectos da carta, collocam-se as duas folhas reunidas sobre uma chapa de crystal inclinada, que deixe passar a luz: bastará calcar com lapis as linhas do modelo e passal-as depois a tinta.

Para facilitar as copias e tornal-as mais perfeitas, teem-se construido apparelhos especiaes que consistem n'uma grande chapa de crystal limitada por um caixilho de madeira podendo girar em torno d'um eixo horisontal sustentado por duas hastes ou suportes: a chapa pode collocar-se á altura e com a inclinação que se quizer, e para o trabalho aproxima-se d'uma janella e faz-se com que a chapa só receba luz pela sua parte inferior, o que se obtem cobrindo com um panno preto a parte superior da janella por onde entra a luz. Obtem-se ainda maior transparencia collocando por baixo da chapa uma folha de Flandes, a qual recebendo os raios luminosos os reflete no apparelho, augmentando assim a quantidade de luz e portanto a transparencia.

2.º — Pode calcar-se o desenho n'uma folha de papel vegetal que se coloca sobre a carta e se fixa geralmente com pezos O desenho faz se logo a tinta.

Para se ver bem a copia depois de feita e para dar mais consistencia ao papel vegetal pega-se este numa folha de papel forte: o melhor processo para isso consiste em estender com um pincel no verso do papel vegetal uma camada de colla que se deixa secar, e assentar depois a copia n'um cartão ligeiramente humedecido, apertando o todo n'uma prensa qualquer. Para brevidade o papel vegetal pode de antemão estar preparado com a camada de colla, visto que esta não diminue a transparencia.

Não dispondo de prensa e querendo obter a copia n'outro papel, collocar-se-ia sobre este com a face plombaginada para baixo, um papel com uma das faces cobertas a lapis, e por cima deste o papel vegetal que recebeu a copia, calcando o desenho com um bico de piteira ou qualquer outro objecto duro e ponteagudo, o papel plombaginado deixaria na folha em branco o vestigio do desenho, que depois se avivaria com um lapis fino.

Cobrindo com um lapis molle pelo verso do papel vegetal os contornos do desenho que se vêem perfeitamente por transparencia, evita-se o emprego do papel plombaginado.

3.º — Pode tambem empregar se para as copias o *papel téla* ou pano collado, em logar de papel vegetal, collocando-o como este sobre o modelo e segurando-o com pesos; a copia faz-se tambem a tinta e o papel sendo consistente não precisa collar-se e distingue-se n'elle bem o desenho sem precisar assental-o sobre o papel branco. Quando o desenho tenha aguarellas devem estas dar-se pelo verso do papel tela para não manchar o desenho já feito.

PROCESSOS CHIMICOS

1.º — Ultimamente tem se empregado muito nas copias o collocar o modelo sobre uma chapa de crystal disposta n'um bastidor prensa de madeira, pôr em cima uma folha de papel ferro prussiado de Marion e apertar ambos os papeis fortemente contra a chapa de crystal por um processo analogo ao das prensas photographicas. Sem perder tempo o aparelho é exposto á luz do sol, e o papel preparado com o prussiato de ferro começa por tornar-se amarello esverdeado, verde azulado, azul e depois côr de azeitona; tira-se então o papel evitando quanto possivel o effeito da luz e subemerge-se num banho d'agua que se agita, renovando a agua, sendo preciso; a imagem do desenho vae se destacando progressivamente, e logo que a lavagem está bem feita obtem-se uma copia na qual todas as partes negras ou opacas do modelo apparecem brancas e o resto de côr azul, tanto mais escura quanto maior tiver sido a impressão da luz atravez do original. A lavagem com a agua quente de 30.º a 35.º produz resultados mais rapidos do que com agua fria e limpa melhor o papel, evitando tambem as manchas amarellas que ás vezes apparecem nas porções branças. Para que o papel conserve as suas propriedades deve achar-se resguardado da da luz e quando se emprega deve operar-se com ligeireza e o mais ás escuras que fôr possivel. Se o original estiver feito em papel téla ou transparente a exposição á luz do sol dura 5 a 8' quanto menor fôr a transparencia do papel do modelo ou a intensidade da luz, tanto maior será o tempo preciso para a impressão e vice-versa. Quando se querem tirar copias do desenho de um modelo feito em papel grosso deve, antes de o expor á luz, molhar-se pelo verso com uma essencia mineral, como, por exemplo, o petroleo rectificado, o qual é preferivel á benzina, por que, não evaporando tão rapidamente como esta, não obriga a molhar o desenho tão repetidas vezes.

As copias obtidas pelo ferro prussiado apresentando brancos os traços do desenho e azul o fundo d'elle, tem-se utilisado uma das copias em logar do desenho para que as novas copias tenham os traços azues e o fundo branco. Para facilitar este processo emprega-se um papel ferro prussiado de menos expessura para a primeira copia que se imprime pelo verso, para o que se colloca o de-

senho que se quer copiar em contacto com a chapa de crystal e em cima o papel preparado de modo que se apoie pelo lado mais liso ao desenho do modelo; a exposição á luz deve durar proximamente trez vezes mais tempo que o preciso para tirar uma copia em fundo azul. A primeira prova sendo lavada como se disse, serve de modelo para as outras provas, mas como se obteve pelo verso é preciso dispol-a no caixilho-prensa por forma que a face menos lisa fique em contacto com a chapa de crystal para que se restabeleça a posição de desenho.

2.º —A applicação da photo-lithographia á reproducção de planos reduz-se a obter primeiro pela photographia uma prova negativa. Em seguida n'um gabinete alumiado com vidros côr de laranja, sobre uma pedra lithographica recentemente polida e bem secca estende-se com uma esponja fina uma camada formada por 5 grammas de bichromato de potassa, 6 grammas de gelatina e 100 grammas d'agua destilada. Deixa-se seccar a camada, o que leva 10', e colloca-se depois a prova negativa com o lado collodionado para baixo, e, procurando que o contacto seja perfeito, expõe-se á acção da luz por um quarto d'hora ou mais. Separa-se depois a prova n'um gabinete escuro e applica-se á pedra, com um rodo, uma mistura de partes iguaes de tinta lithographica e de tinta gorda vulgarmente chamada de transporte. Lava-se depois com uma esponja embebida em agua ligeiramente amylonada e em seguida deita-se sobre a superficie da pedra agua de gomma, feito o que fica já a pedra em disposição de receber a tinta e de effectuar a tiragem de um numero indifinido de exemplares, pelos processos ordinarios da lithographia.

3.º — Actualmente empregam-se com os nomes de *chromographo*, *hectographo*, *velocigrapho*, *copiographo*, etc., diversas massas que permittem tirar 30 a 50 copias de um original feito com tinta especiaes de côr de anilina, azul e encarnada, sendo mais commum a de anilina. O processo consiste em copiar o desenho com a tinta ou tintas especiaes n'um papel qualquer e em applical-o com a tinta para baixo sobre a massa, carregando com a mão durante 1' a 2' para o ajustar perfeitamente; levantando o desenho vê-se este na massa feito ás vessas, e applicando o papel branco sobre a massa e ajustando-o do mesmo modo durante alguns segundos obtem se a copia. Logo que se tirem as copias que se desejarem deve lavar-se rapidamente a massa com agua fria, ou melhor com agua quente, para que passado pouco tempo possa tornar a servir para outros desenhos.

As formulas mais empregadas para as massas são :

1.ª	Glycerina pura.....	1000	grammas.
	Gelatina pura.....	180	»
	Sulfato de baryta puro	300	»

2.ª	Glycerina pura.....	1000	grammas.
	Gelatina pura.....	120	»
	Dexterina pura.....	100	»
	Acido phenico.....	[illegible]	»

Empregando qualquer das formulas dissolve se a gelatina n'uma pequena porção de agua a ferver e junta-se-lhe a baryta em suspensão no resto da agua ou a dissolução da dexterina conforme a formula adoptada, aquecendo tudo a banho maria até estar bem ligado, junta-se-lhe então a glycerina e o acido phenico, se este é empregado, e mechendo bem o liquido retira se do banho quando se nota que tudo está bem ligado, e deixa-se esfriar um pouco para se deitar no molde de folha ainda liquido. Deixando esfriar no molde obtem-se uma massa branca, se se empregou a primeira formula, e côr de rebuçado, se se empregou a segunda formula. A segunda é preferivel á primeira por dar copias mais atintadas e lavar-se muito mais depressa.

As porções indicadas pelas formulas enchem até 1 centimetro de altura um molde de 0,^{m}32 de comprimento por 0,^{m}24 de largura, e o custo de qualquer das massas não excede de 1000 reis.

Nenhuma das massas se deve empregar sem se enxugar na na propria occasião com papel absorvente e sem que tenham decorrido pelo menos quarenta e oito horas depois de se ter vasado no respectivo molde.

AMPLIAÇÃO E REDUCÇÃO DAS CARTAS

A reducção ou ampliação de uma carta consiste em transportal-a para o papel em menores ou maiores dimensões conservando sempre a posição relativa de todos os seus detalhes, para que a planta obtida seja semelhante e proporcional á que se pretende reduzir ou ampliar.

A reducção ou ampliação d'uma carta pode obter-se pelos seguintes processos:

1.º *Por quadriculas;*
2.º *Por processos mechanicos;*
3.º *Por precessos photographicos.*

Reducção e ampliação por quadriculas.

Copia de plauimetria. A reducção ou ampliançio d'uma carta por meio de quadriculas, obtem-se traçando no original ou em um papel transparente, como se disse para a copia em grandeza natural, os quadrados ou rectangulos parciaes.

No papel em que se deseja a copia trançam-se esses quadrados ou rectangulos, de forma que os lados multiplicados pela rasão directa dos denominadores das respectivas escalas, fiquem eguaes aos homologos do modelo. Assim, se o original está na escala de

$\frac{1}{10.000}$ e se deseja copial-o na escala de $\frac{1}{20.000}$, se os quadrados parciaes do original se traçaram da grandeza de 0,^{m}1; os da copia serão traçados na grandeza de 0,^{m}05, por isso que:

$$20.000 : 10.000 :: 0,^{m}1 : x, \text{ d'onde}$$

$$x = \frac{1.000}{20.000} = \frac{1}{20} = 0,^{m}05.$$

A copia ficará tendo portanto o mesmo numero de quadrados ou de rectangulos parciaes que tem o original, semelhantemente collocados, mas menores ou maieres conforme a copia fôr uma reducção ou ampliação.

Para marcar os pontos da planimetria comprehendidos nos quadrados ou rectangulos parciaes, emprega-se, alem da regua graduada e o compasso pyramidal de reducção de Pereira Coutinho, o compasso de reducção.

Emprego do compasso de reducção:

Supponhamos que se quer dividir a recta *C D* (fig. 29) em duas partes eguaes. Ajustam-se bem as duas pernas do compasso e desloca-se o eixo até que a linha de fé coincida com a divisão $\frac{1}{2}$, gravada em uma das pernas; fixa-se então o eixo e abre-se o compasso de modo que a distancia entre as pontas longas seja egual á recta dada. A distancia A B entre as duas pontas oppostas, será necessariamente a metade da recta *C D*.

Fig.ª 29

Copia de nivelamento. Obtida a copia da planimetria, traçam-se as curvas de nivel, partindo sempre do principio de ser constante, na reducção ou na ampliação d'uma carta, a equidistancia graphica das curvas.

Posto isto, supponhamos que se pretende ampliar na escala $\frac{1}{10.000}$ um fragmento da carta dos arredores de Lisbôa, construida na escala $\frac{1}{20.000}$.

Ora sendo a equidistancia natural da carta dos arredores de Lisbôa egual a 10,^{m} e a equidistancia graphica egual a 0,^{m}0005, e, sendo esta mantida na ampliação, corresponder-lhe-ha a equidistancia natural de 5.^{m} na escala $\frac{1}{10.000}$. Assim, suppondo o referido fragmento configurado pelas curvas de nivel cotadas 0; 10; 20; 30; e 40 (fig.ª 30) intercalar-se-hão entre as curvas cotadas 0; 40, as quatro seguintes curvas cotadas 5, 15, 25 e 35, por serem multiplas da equidistancia natural de 5.^{m} na escala $\frac{1}{10.000}$, Fig.ª 31.

Nas copias por reducção só se traçam as curvas de nivel que correspondem á equidistancia graphica da nova escala. Assim, reduzindo da escala $\frac{1}{10.000}$ para a $\frac{1}{20.000}$, só se traçariam as curvas de cota 10, 20, 30 e 40 e não se representariam as de cota 5, 15, 25 e 35. (fig.ª 31).

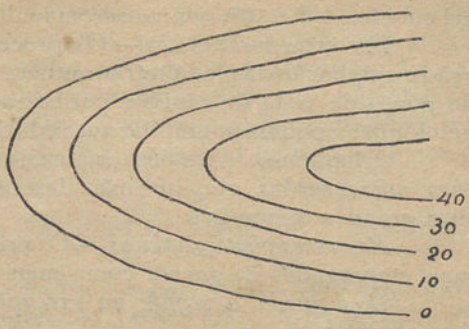


Fig.ª 30

Casos ha em que nas ampliações se supprimem curvas de nivel.

Supponhamos que se pretende ampliar na escala $\frac{1}{30.000}$ um fragmento da carta chorographica de Portugal, construida na escala $\frac{1}{400.000}$.

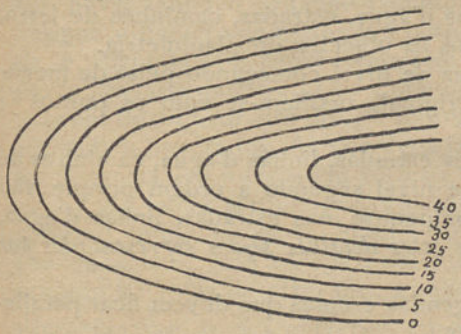


Fig.ª 31

Sendo a equidistancia graphica da carta chorographica egual a 0,^{m}00025 e a equidistancia natural egual a 25,^{m} logo, para a copia da carta na escala $\frac{1}{30.000}$, teremos egualmente equidistancia graphica egual a 0,^{m}00025 a que lhe corresponde a equidistancia natural de 7,^{m}5. Como as cotas das curvas de nivel são multiplas da equidistancia natural de 25,^{m} concluimos que as cotas das curvas do fragmento ampliado devem ser multiplas da equidistancia natural achada, 7,^{m}5, visto conservar-se constante a equidistancia graphica de 0,^{m}00025. Assim, suppondo o referido fragmento configurado pelas curvas de nivel cotadas 0, 25, 50 e 75, (fig.ª 32), intercalar-se-hão entre as curvas cotadas 0, 75, as nove seguintes curvas cotadas 7,^{m}5; 15^{m}; 22,^{m}5; 30^{m}; 37.^{m}5; 45^{m}; 52,^{m}5; 60^{m}; 67,^{m}5; por serem multiplas da equidistancia natural de 7,^{m}5 na escala de $\frac{1}{30.000}$, sendo portanto eliminadas as curvas de ni-

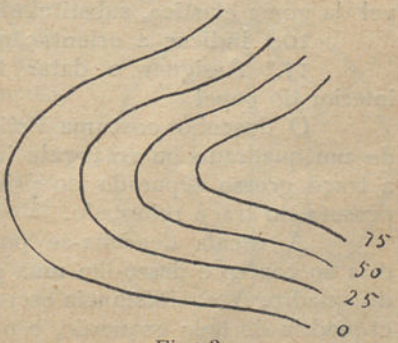


Fig.ª 32

vel cotados 25^m e 50^m, por nãoserem multiplas da equidistancianatural.

Processos mechanicos — Os processos descriptos para a reducção e ampliação da planimetria, embora faceis, não satisfazem debaixo do ponto de vista de rapidez; por isso se empregam outros processos pelos quaes podemos ampliar ou reduzir mechanicamente as cartas.

Adoptam-se para isso instrumentos especiaes: *os pantographos, micrographos*, etc, que não descrevemos em consequencia das suas grandes dimensões.

Processos photographicos — Os processos photographicos são os mais empregados na guerra como mais rigorosos e mais rapidos.

O methodo a seguir na execução de um desenho topographico é o seguinte:

1.º Traça-se uma quadricula egual ou proporcional á do modelo.

2.º Por meio de crusamento determinam-se com rigor os pontos principaes, taes como: pontos trigonometricos, cruzamento de estradas, confluencia de linhas d'agua, posições das povoações, moinhos isolados, etc.

3.º Traçam-se as linhas d'agua, estradas, caminhos de ferro, pontes, povoações, enfim todos os objectos de planimetria.

4.º Traçam-se as curvas de nivel começando pelas de menor cota, e seguindo á vista o original, auxiliam-se com os pontos já determinados.

5.º Passam-se a tinta as estradas, linhas d'agua, caminhos de ferro, povoações e curvas de nivel segundo a ordem porque vão indicadas. As curvas interrompem-se nas estradas, linhas d'agua, edificios e caminhos, *quando estes detalhes sejam representados por mais d'um traço.*

6.º Escrevem-se as legendas e cotas que devem ficar parallelas ao lado inferior do quadro.

7.º Mettem-se as culturas, areias, marinhas e traços nas aguas.

8.º Se o desenho tem de ser colorido, as aguadas devem dar-se antes de começar o trabalho a tinta.

9.º Para limpar o desenho deve fazer-se o menor uso possivel da goma elastica, substituindo-a pela raspa de pelica.

10.º Indicar a orientação magnetica d'entro da quadricula.

11.º Assignar e datar fora da quadricula e na margem inferior do papel.

O desenho costuma limitar-se por uma esquadria composta de um quadrado ou retangulo iuterior a traço fino e outro exterior a traço grosso separado do primeiro por um intervallo igual á expessura do traço reforçado.

A escala desenha-se por baixo do traço inferior da esquadria ao centro e dasse-lhe uma grandeza igual a metade da diagonal do quadro. A equidistancia escreve-se por baixo do traço inferior da esquadria do lado esquerdo, e o nome do auctor do desenho ou da copia tambem por baixo do traço inferior da esquadria, mas do lado

direito. O titulo do desenho colloca-se algumas vezez no interior, mas em geral põe-se fora do quadro na parte superior. Os traços superiores e inferiores do quadro são em geral parallelos á linha leste-oeste e os lateraes á linha norte-sul verdadeira: quando assim não aconteça, ou quando o desenho não seja esquadrado, dois traços representam as direcções da linha norte-sul verdadeira e norte-sul magnetica.

CARTA TOPOGRAPHICA DOS ARREDORES DE LISBOA

Esta carta levantada na escala $\frac{1}{20.000}$, consta de varias folhas em retangulos de 0,^{m}4 na direcção Leste-Oeste, e de 0,^{m}3 na direcção Norte-Sul, dimensões que representam respectivamente 8 e 6 kilometros. As cartas estão dispostas numericamente de Leste para Oeste e de Sul para Norte, ao norte do Tejo e de Norte para Sul au sul do mesmo rio.

Cada folha tem no alto e á direita um rectangulo dividido em nove, tendo o pequeno rectangulo do centro um numero que designa o numero da carta; um outro retangulo collocado á esquerda e dividido de egual forma tem alem d'aquelle numero os n.^{os} das folhas com que liga pelos 4 pontos cardeaes. Cada folha está dividida em doze quadrados de 0,^{m}1 representando cada um d'elles quatro kilometros quadrados. As coordenadas tem á margem a designação da distancia em metros em relação ás coordenadas de Lisboa

As folhas são impressas a quatro cores (preto, verde, azul e carmim) tendo na parte inferior um pequeno quadro dos signaes convencionaes, mas só dos existentes na folha. O terreno é representado a curvas de nivel com a equidistancia natural de 10 metros.

LONGITUDE E LATITUDE GEOGRAPHICAS

Chama-se *longitude de um logar A*, fig. 32 A, ao angulo *O P L* formado no polo pelo meridiano *P L* superior do logar e um meridiano *O P* superior determinado, chamado *primeiro meridiano*. A longitude é portanto o numero *L O* de graus, minutos e segundos que o meridiano do logar dista do primeiro meridiano; conta-se sobre o equador *O E* de 0.º a 180.º a partir do primeiro meridiano para *éste* ou para *oeste*, chamando se, no primeiro caso *longitude este e no segundo caso longitude oeste*.

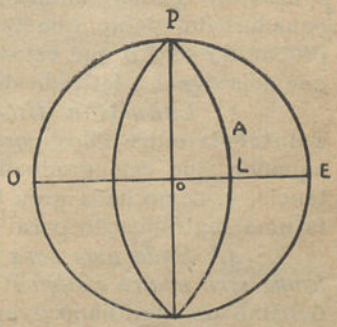


Fig.ª 32-A

Chama-se *latitude de um logar A*, Fig. 32 A, ao numero *L A* de graus, minutos e segundos do meridiano do logar que ficam compreendi-

dos entre o equador e esse logar. A latitude conta-se a partir do equador para os polos de 0° a 90° e denomina-se *latitude norte* a que é contada no hemispherio norte e latitude Sul a que é contada no hemispherio sul.

Determinada o passagem do Sol pelo meridiano de um logar e tomando esta hora n'um relogio de toda a confiança; pode determinar-se a longitude relativa de outro logar, pela comparação d'esta hora com a determinada n'esse ponto, tambem pela passagem precisa do sol pelo seu meridiano, tendo conta que a cada

15°	corresponde	1 hora
1°	»	4'
15'	»	1'
1'	»	4''

Assim, nota-se que tendo um relogio marcado meio dia em Lisbôa na occasião da passagem do sol pelo meridiano de Lisbôa, este mesmo relogio conduzido para Elves marcará meio dia e oito minutos quando o sol passou pelo meridiano d'Elvas, e por isso a longitude d'esta cidade é de 2.° *éste*.

PROBLEMAS COM O GLOBO

1.° *Achar a latitude e longitude de um logar qualquer.* Faz-se girar o globo até que o logar dado fique debaixo do meridiano do globo: contando o n.° de graus que vae n'este circulo desde o equador até ao logar considerado, obtem-se a latitude. A longitude vem marcada no ponto da intersecção do equador com o meridiano que passa pelo logar considerado.

2.° *Conhecida a latitude e longitude de um logar achar a sua posição no globo.* Colloca-se debaixo do meridiano o ponto do equador do globo, que tenha cotada a longitude dada, e o logar procurado será o que estiver por baixo da graduação do meridiano que seja egual a latitude dada.

3.° *Calcular a distancia entre dois pontos do globo.* Mede se a distancia entre elles por meio d'um compasso, e depois vê-se no equador, que está graduado, a quantos graus corresponde essa distancia, e, como cada grau tem 111,1 quilometros de extenção, basta uma mutiplicação para indicar a distancia em medidas metricas.

4.° *Dada uma hora n'um logar, determinar a hora que a esse tempo será noutro qualquer logar.* Colloca-se o primeiro logar dado, debaixo do meridiano e agulha na hora dada; faz-se girar o globo até que fique sobre o meridiano o segundo logar dado; a agulha indicará sobre o circulo a hora pedida.

CARTA CHOROGRAPHICA DE PORTUGAL

A carta de um terreno, muitas vezes não pode conter-se em uma só folha, principalmente quando consideramos grande extensão territorial, um reino, uma provincia, etc., com minuciosos detalhes.

E' por isso que a carta chorographica de Portugal levantada na escala $\frac{1}{100.000}$ consta de 37 folhas cujos quadrados têem 0,^{m}8 na direcção Leste-Oeste, e 0,^{m}5, na direcção Norte-Sul, o que na escala $\frac{1}{100.000}$ dá respectivamente 80.000 e 50.000 metros.

A folha n.º 1 pertence ao extremo Norte do paiz do lado occidental; a folha n.º 2 fica ao lado d'esta para Leste; a folha n.º 3 em seguida do mesmo lado; a folha n.º 4 liga com a n.º 1 pelo Norte, depois segue a folha n.º 5 do lado oriental, etc., até ao Algarve ou extremo Sul.

Vemos por esta disposição que existem folhas completamente cheias e outras em que se comprehende parte do Oceano ou do territorio hespanhol.

As folhas cheias confinam com outras pelos quatro lados, e para todas se poderem facilmente ligar entre si, tem cada uma d'ellas no alto da margem, do lado esquerdo, um pequeno rectangulo dividido igualmente em nove rectangulos.

A figura 32-A pertence á folha n.º 1, mostra que ella confina pelos lados com as folhas 2 e 4; a figura 32-B pertence á folha n.º 5 — cheia — mostra que ella confina do mesmo modo, com as folhas 2, 4, 6 e 8.

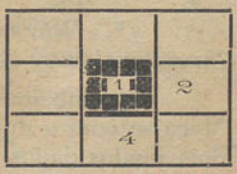


Fig. 32-A

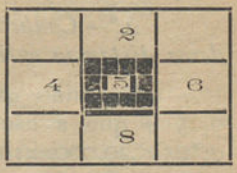


Fig. 32-B

N'esta nossa carta os meridianos e parallelos estão traçados com intervallos de 10º, e alem d'estas linhas existem outras que dividem cada folha em 100 rectangulos, cujos lados representam no terreno uma extensão de 8.000 e 5.000 metros respectivamente.

As coordenadas orthogonaes dos angulos d'estes quadrilateros estão indicados á margem de cada folha e são todas referidas á meridiana e perpendiculares do observatorio do Castello de S. Jorge, de Lisbôa.

O terreno é representado a curvas de nivel com a equidistancia de 25 metros.

PROBLEMAS

1.º—Determinar as coordenadas geographicas d'um ponto dado.

Os meridianos seguem, como é sabido, a direcção Norte-Sul e os parallelos a direcção Leste-Oeste. Os intervallos entre os primeiros designam differenças de longitude, e entre os segundos dif-

ferenças de latitude. Estas são contadas sobre os meridianos e têem por origem o equador, aquelles são contados sobre o equador ou sobre os parallelos, e têem por origem o meridiano que passa por um ponto convencional, que é sempre o principal da carta.

Como as curvas dos parallelos e dos meridianos são sensivelmente linhas rectas, e os quadrilateros formados por estas linhas são quasi parallelogramos, se tirarmos por um ponto dado parallelos aos lados do quadrilatero em que elle existe, não produzirá erro notavel ao avaliar depois sobre os lados da carta, ou sobre escala expressa, as fracções que taes linhas representa a contar do dito ponto.

Estas fracções de grau, juntas respectivamente aos numeros redondos indicados pelos extremos dos parallelos e meridianos darão a *latitude* e *longitude* do logar que se tem em vista.

Ficarão assim conhecidas as coordenadas geographicas.

2.º—Conhecidas as coordenadas geographicas de um ponto, determinar a posição d'esse ponto na carta.

Sendo conhecidas as coordenadas geographicas de um ponto determinaremos facilmente a posição d'esse ponto na carta seguindo o processo inverso do já indicado.

3.º—Determinar a escala d'uma carta sendo dada a distancia natural entre dois pontos d'essa carta.

Suponhamos que a distancia natural dada, foi de 1.200^{m}. Meça-se com o duplo decimetro a distancia graphica que separa os dois ponlos dados, e que suponhamos ser egual a 0,06; dividindo a distancia natural pela graphica, teremos: $\frac{1.200}{0,06} = 20.000$; concluindo-se, pontanto, que a escala é de $\frac{1}{20.000}$.

4.º—Conhecendo a escala de uma carta, determinar a verdadeira distancia entre dois pontos d'essa carta.

Supondo que a distancia que separa os dois pontos é de 0,05 e que a escala da carta é de $\frac{1}{20.000}$, a distancia natural será $0,^{m}05 \times 20.000 = 1000$ metros.

5.º—Conhecendo a escala de uma carta, determinar a distancia n'essa carta de dois pontos dados no terreno.

Suppondo que a distancia medida no terreno é de 5.600 metros e que a escala da carta é de $\frac{1}{20.000}$, teremos: $\frac{5.600}{20.000} = 0,^{m}28$.

6.º—Achar a escala omittida n'uma carta.

Mede-se a distancia entre dois pontos sobre o terreno, que seja sensivelmente horisontal, e mede-se a distancia entre os honologos da carta; dividindo a primeira pela segunda oquociente determina a escala desejada. Assim, suppondo que a distancia medida no terreno é egual a 3.000 metros e a medida na carta é egual a $0,^{m}15$,

teremos $\frac{3.000}{0,15} = 20.000$ d'onde concluiremos que a escala é $\frac{1}{20.000}$.

7.º — Passar de uma escala para outra ou achar a relação entre ellas.

Suppondo que queremos passar da escala $\frac{1}{20.000}$ para a de $\frac{1}{100.000}$, dividimos 100 por 20 e o quociente 5 indica-nos que uma é 5 vezes maior do que a outra.

Se tivermos uma determinada extensão de terreno representada em cartas de escalas differentes, quando estas augmentarem 2 3, 4, 5... vezes, as superficies tornam-se 4, 9, 16, 25... vezes maiores, isto é, augmentam proporcionalmente ao quadrado do numero que exprime a relação das escalas. Assim, a mesma extensão de terreno na escala $\frac{1}{20.000}$ occupará uma superficie 25 vezes maior do que na escala $\frac{1}{100.000}$.

8.º — Determinar o declive e o comprimento de uma estrada em linha recta que une dois pontos A *e* B *de que se conhecem as cotas 20 e 50 metros, e a distancia 75 metros entre as suas projecções* a *e* b.

A inclinação de *A B* é-nos dada pela relação entre a differença de cotas e a projecção horisontal *a b*: $\frac{50-20}{75} = \frac{30}{75} = \frac{3}{7,5}$ ou 40 0/0.

O comprimento *A B* obtem-se, ou traçando o triangulo *A C B* (fig. 33) que tem por base *A C* = 75 metros e por altura *B C* = 30 metros e medindo a hypotenusa *A B*, ou calculando-a pela formula seguinte: $A\,B = \sqrt{A\,C^2 + C\,B^2}$.

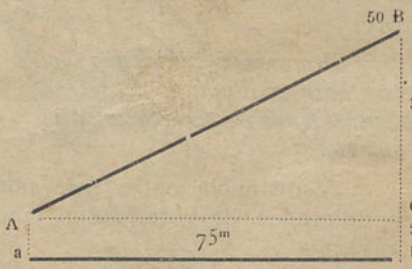


Fig.ª 33

9.º — Traçar na carta uma linha de certo declive.

Supponhamos que n'uma carta na escala $\frac{1}{20.000}$ se quer traçar a partir do ponto *a* (fig.ª 34) da curva 20 um caminho com a inclinação de $\frac{1}{10}$ ou 10 0/0; como a relazão entre a equidistancia e a grandeza do caminho projectado exprime a inclinação que pretendemos dar-lhe: $\frac{1}{10}$, e como se sabe que a equidistancia natural na escala $\frac{1}{20.000}$ é de 10 metros, teremos: $\frac{10^m}{x} = \frac{1}{10}$ ou $100 = x$; a grandeza natural $x = 100$ ou $0,^m005$ na escala $\frac{1}{20.000}$, bastará fazer centro no ponto *a* e com um raio egual a $0,^m005$ traçar um arco que corte a curva 30 em dois pontos *b* e *c* satisfazendo qualquer d'elles á condição; fazendo centro no ponto preferido *b* e com o mesmo raio descreve se o arco *e d* que corta a

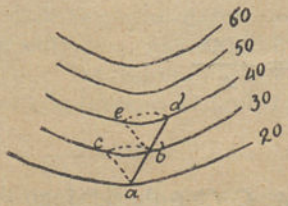


Fig.ª 34

curva 40 nos dois pontos *e* e *d* que satisfazem ao traçado, e assim successivamente.

Se a abertura do compasso não abranger o afastamento das curvas é por que o declive é inferior ao pedido e nesse caso qualquer linha satisfaz, sendo preferivel a normal por ser a mais curta.

10.º — De um ponto dado na carta poderá ver-se um determinado ponto?

Faz-se um porfil segundo *A B* (fig.ª 35) e tira-se pelo ponto *A'* uma tangente á curva do perfil no ponto *C'*.

Se esta tangente passasse abaixo do ponto *B'* seria o ponto *B*, do terreno, visivel de *A*; passando acima, como n'este caso, é invisivel.

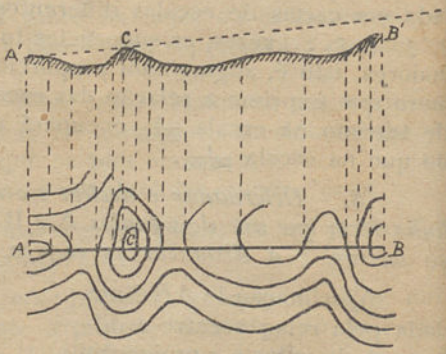


Fig.ª 35

Processo expedido para determinar se d'um ponto se vê outro, tendo de permeio um obstaculo.

A distancia entre dois pontos, *A B*, (fig.ª 36) está para a sua differença de cotas assim como a distancia do ponto de cota menor ao ponto intermedio está para *x*. Se a differença entre a cota do ponto intermedio e a cota do ponto inferior for inferior ao valor de *x* o ponto será visivel, no caso contrario não o é.

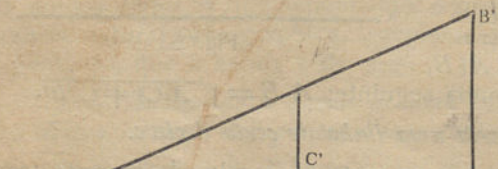


Fig.ª 36

Estabelecendo a proporção, visto termos 2 triangulos semelhantes em que os lados homologos são proporcionaes, teremos:

$$\frac{A\,B}{B\,B'} = \frac{A\,C}{x} \text{ ou } \frac{1400}{49} = \frac{700}{x}$$

$$x = 24,^{m}5,$$

mas a differença das cotas de *A* e *C*, isto é, *C C'* é de 6,^{m} logo do ponto *A* avista-se o ponto *B*.

11.º—Determinar n'uma carta dos arredores de Lisbôa, por exemplo, a porção de terreno visivel do ponto de cota 294, no sector comprehendido entre este ponto e os pontos de cota 206 e 160, n'um raio de 1920 metros.

Fazendo centro no ponto cotado 294 (figª 37) e com uma abertura de compasso egual a 0,m096 (1) descrevemos o arco de circulo *A B*; unimos o ponto 294 com *A* e *B*, e traçamos rectas partindo do ponto 294 na direcção dos pontos principaes, taes como, cristas, collos, etc; e sobre essas rectas levantamos perfis do terreno, traçando n'elles tangentes tiradas do ponto de cota 294.

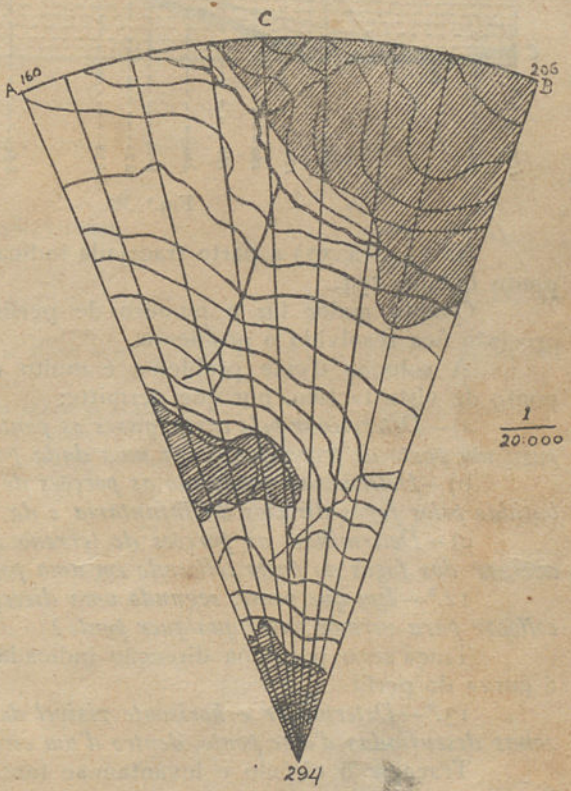


Fig.ª 37

A (figura 38) representa-nos o perfil do terreno segundo 294 — C. Neste perfil o terreno é visivel desde 294 até B, desde F até *D* e desde *E* até *C*, deixando de o ser entre B e F, e D e E; portanto marcando sobre a recta 294 — *C* (fig.ª 37) a porção de terreno visivel e procedendo por igual forma para com todos os outros prefis que se levantem nas direcções indicadas pelas outras rectas teremos determinado a porção de terreuo visivel do ponto de cota 294, nas differentes direcções.

Ligando por meio d'uma curva continua os pontos onde termina o terreno visivel, teremos resolvido o problema.

---

(1) — A abertura do compasso obtem-se dividindo a grandeza natural pelo denominador da escala da carta: $\frac{1920,^{m}}{2.0000} = 0,^{m}096$.

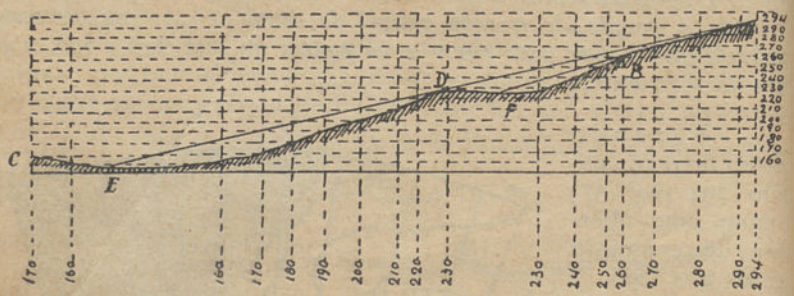


Fig.ª 38

Na (figura 37) a parte tracejada indica o terreno visivel do ponto cotado 294.

Quanto maior for o numero de perfis traçados, com mais precisão fica resolvido o problema.

A solução d'este problema é muito vantajosa debaixo do ponto de vista tactico, por que permitte:

a)—*Determinar pela carta, quaes os pontos perigosos do terreno para um posto de tropa que ocupa uma dada posição.*

b)—*Determinar quaes são as porções de terreno que podem ser batidas pelos fogos directos da infantaria e da artilhria.*

c)—*Determinar as porções de terreno onde o inimigo se pode abrigar dos fogos do posto collocado em uma posição dominante.*

12.ª—*Em que ponto, segundo uma direcção dada, nos devemos collocar para vermos outro qualquer ponto?*

Traça se o perfil na direcção indicada, e tira-se a tangente á curva do perfil.

13.ª—*Determinar o horisonte visivel de um ponto dado, ou as zonas desenfiadas d'esse ponto, dentro d'um circulo de raio* n.

Traça-se o circulo e levantam se tantos perfis, quantos sejam necessarios.

14.ª—*Determinar o caminho a seguir de um ponto para outro sem se ser visto de um terceiro ponto.*

O processo a seguir é o indicado no 11.º problema.

SIGNAES CONVENCIONAES

A

Açude . . . . . .

Alfandega . . . . . .

Alpondras . . . . . .

Ancoradouro
- Grandes embarcações . . . . . .
- Pequenas idem . . . . . .

Aqueduto . . . . . .

Idem subterraneo com mães d'agua . . . . . .

Idem subterraneo sem mães d'agua . . . . . .

Areal . . . . . .

Armação . . . . . .

Arrozal . . . . . .

Arsenal do exercito . . . . . .

Idem de marinha . . . . . .

Azylo . . . . . .

Atoleiro permanente . . . . . .

Idem que secca de verão . . . . . .

Azenha . . . . . .

Azinhal . . . . . .

B

Bancos de
- Areia sempre cobertos . . . . . .
- Idem, idem descobertos . . . . . .
- Idem que cobrem e descobrem . . . . . .

Barca de passagem . . . . . .

Bateria . . . . . .

Boia . . . . . .

Bosque . . . . . .

C

Cachoeira invencivel . . . . . .

Cachoeira vencivel . . . . . .

Cadeia . . . . . .

Caminhos . . . . . .

Idem de pé posto . . . . . .

Caminhos de ferro
- Uma via . . . . . .
- Duas vias . . . . . .
- Em aterro . . . . . .
- Em desaterro . . . . . .

Caminho de ferro em construcção . . . . . .

Canal . . . . . .

Idem com eclusas . . . . . .

Idem subterraneo . . . . . .

Carvalhal . . . . . .

Capella ou ermida . . . . . .

Idem servindo de ponto trignometrico . . . . . .

Casas . . . . . .

Idem servindo de ponto trignometrico . . . . . .

Casas em ruinas.....

Castanhal bravo.....

Idem manso.....

Castello.....

Idem servindo de ponto trignometrico.....

Cemiterio.....

Chafariz.....

Chalet.....

Convento.....

Correio.....

Cruz isolada.....

Cyprestes.....

D

Desabamento.....

Dique.....

Direcção das correntes.....

Divisão territorial:

- Comarca.....
- Concelho.....
- Districto administrativo.....
- Freguezia.....
- Fronteira ou raia.....
- Provincia.....
- Militar.....

Dunas.....

E

Edificio notavel

Egreja

Estação de caminho de ferro

Estaleiro

Estradas
- 1.ª ordem
- 2.ª ordem
- Arborisada

Idem
- Eleveda
- Enterrada
- Murada

F

Fabrica

Idem de polvora

Farol

Idem servindo de ponto trignometrico

Fonte

Forja

Forno de cal

Idem de telha

Freguezia

Idem servindo de ponto trignometrico

Fundição

G

Gare de caminho de ferro

Guindaste

H

Herdade . . . . . .

Horta. . . . . .

Hospital civil, ...

Idem militar. . . . . .

I

Ilhotas. . . . . .

J

Jardim. . . . . .

L

Lago. . . . . .

Lazareto. . . . . .

Lodo. . . . . .

M

Marco de fronteira. . . . . .

Idem de legua . . . . . .

Marinhas . . . . . .

Matto . . . . . .

Mina. . . . . .

Misericordia. . . . . .

Moinhos
- Alvenaria . . . . . .
- Idem servindo de ponto trignometrico. . . . . .
- Madeira . . . . . .
- Idem servindo de ponto trignometrico. . . . . .

Monumento. . . . . .

Muros. .
- Alvenaria . . . . . .
- Pedras soltas. . . . . .

N

Nascente d'agua.....

O

Observatorio.....

Olival.....

P

Palacio Real.....

Pantano { Permanente.....
Idem que secca.....

Passagem de nivel.....

Idem inferior.....

Idem superior.....

Pedras { Sempre cobertas.....
Sempre descobertas.....
Que cobrem e descobrem.....

Pedreiras.....

Pinhal.....

Poço.....

Ponto trignometrico de 1.ª ordem.....

Idem de 2.ª ordem.....

Ponte

- Barcos.....
- Cavalletes.....
- Ferro.....
- Girante.....
- Levadiça.....
- Madeira.....
- Idem com pilares.....
- Pedra.....
- Pipas.....
- Suspensa.....
- Volante.....

Q

Quartel
- Artilheria
- Cavallaria
- Engenheria
- Infanteria
- Marinha

Quinta

R

Reducto

Idem servindo de ponto trignometrico

Ribeiro

Rio

Idem onde começa a ser navegavel

Rochedos

S

Sebe

Serraria

Sondas

T

Tanque

Telegrapho

Idem servindo de ponto trignometrigo

Terras lavradas

Tunnel

V

Vau para peões

Idem para cavallos

Idem para carros

Vertente

Viaducto

Vinhas

LEITURA DE CARTAS

Conhecidos os signaes convencionaes pelos quaes se desenham as cartas e os processos empregados para a sua construcção, facil é a leitura de uma carta; comtudo só com muita pratica se adquire esta facilidade.

Lerá bem uma carta, quem pela simples inspecção d'ella e munido de uma regua ou compasso poder figurar em relevo, com todas as particularidades, o terreno que ella representa.

Terá suficiente conhecimento d'uma carta, quem, collocado em um ponto do terreno que ella abrange, o possa indicar na mesma carta com as posições circunvisinhas.

A primeira cousa a fazer quando se lançam os olhos sobre a carta de um terreno que se quer estudar, é percorrer o curso d'agua ou thalweg principal; este curso d'agua segue pela parte mais baixa do terreno cuja inclinação geral é indicada pela direcção das linhas d'agua; percorre-se este thalweg até á sua origem se ella existe no plano; percorrem-se egualmente os valles seus affluentes até á nascença, e termina-se assim o perimetro da bacia principal, isto é, os planaltos ou as cumeadas que formam a sua linha de cintura, e que comprehendem geralmente os pontos mais elevados do terreno.

Os contrafortes ou collinas, que se destacam da linha de cintura e separam os affluentes, desenham-se então com clareza; os valles parece que se aprofundam e chega-se com algum habito a ter o conjuncto da carta quasi tão facilmente como se estivesse em relevo.

Devem merecer especial attenção os cursos d'agua tanto em relação á sua grandeza como á natureza do terreno circunsjacente, por que os vaus acham-se geralmente a jusante de uma volta ou cotovello, e a margem reintrante domina quasi sempre a opposta.

Se o plano comprehende muitas bacias independentes, estudam-se successivamente e determinam-se as suas linhas divisorias, os collos ou pontos de communicação de um valle para outro, etc.

Este estudo summario indicará onde devem achar-se as regiões mais importantes a occupar para serem defendidos os ditos valles; não resta senão estudar as formas do terreno d'estas regiões, as estradas ou caminhos que ahi conduzem ou as torneiam, para apreciar a importancia militar das posições que será necessario occupar realmente.

As cartas topographicas representam o terreno como se fose visto debaixo de nós elevando-nos n'um balão verticalmente; mas não é assim que se vê na realidade.

Não é visto prependicularmente, mas obliquamente á sua superficie, ficando encobertos pelas collinas os contrafortes das montanhas, muitos valles, arvoredos, povoações e outros objectos.

O aspecto que apresenta o terreno parece, pois, muito differente do que offerece a carta; e se não houver o conveniente habito de apreciação é possivel acontecer que, posto saibamos ler bem a mesma carta, nos vejamos embaraçados para reconhecer o terreno se não estivermos acostumados a configurar o panorama pelo aspecto da planta.

Pode adquirir-se este habito transformando geometricamente os planos em vistas de prespectiva.

Principiar-se ha por aprender a conhecer, por meio da carta, o aspecto que uma ondullação ou forma especial de terreno, considuada isoladamente, apresentaria a um observador collocado em um ponto determinado.

Para este effeito, construir-se-ha uma serie de perfis que passem pelo ponto de obeservação e pelos pontos principaes do indicado terreno.

Estes perfis farão conhecer o que é visivel e invisivel do logar de observação e permittirão desenhar a forma provavel da parte visivel.

Feito isto transportar-nos hemos ao terreno e compararemos os croquis com o aspecto real d'elle e rectificaremos o trabalho.

Cumpre observar que o terreno muda de aspecto quando deslocamos o ponto de observação.

Se o observador está afastado, descobre melhor o conjuncto; quando se aproxima diminue a parte visivel.

Desenhar-se-ha a forma provavel mudando a posição do observador, e rectificar-se-ha de cada vez o trabalho sobre o campo.

Quando se souber reproduzir o aspecto de uma porção de terreno isolado, será necessario passar do simples ao composto e procurar, por meio dos processos já indicados, o de uma extensão mais consideravel, e finalmente o de uma região completa.

Acostumaremos assim pouco a pouco a vista, e chegaremos a poder indicar, sem hesitação, sobre a carta, e pela simples comparação das cotas, a crista que forma o terreno no horisonte para o Norte, (por exemplo), o cerro que seeleva a Oeste, a torre que surge ao Sul, os valle que se descobrem, etc.

Será util para completar esta instrucção fazerem-se exercicios sobre a operação contraria, isto é, em deduzir do aspecto que apresenta o terreno visto de um ou de muitos pontos, a forma geral que elle tomaria n'um plano topographico.

Proceder-se-ha tambem do simples ao composto; estudar-se-ha um tracto de terreno, visinho de um primeiro ponto de observação e procurar-se-ha reproduzir em um esboço na escala do plano a forma que elle deve ter sobre o mesmo plano; mudar se-ha o ponto de observação; estudar-se-ha de novo a porção de terreno e modificar-se-ha, se fôr necessario, o esboço.

Comparar-se ha este esboço com a carta e rectificar-se-ha o trabalho.

O campo d'estas observações vae-se depois augmentando pouco a pouco até poder-se levantar á vista todo o terreno que ficar debaixo da vista.

Semelhantes exercicios ensinarão como os diferentes lanços de terreno se ligam para formar um todo, como as aguas se derivam ou correm, como se sucedem as linhas de cumeada etc.

Taes conhecimentos serão sobretudo uteis nos paizes de que se não possue a carta.

Collocado em frente d'uma região montanhosa ou simplesmente accidentada, que não apresenta aos olhos inexperientes senão em agglomerado confuso de collinas ou de cerros, o official que tiver adquirido o golpe de vista topographico, ahi descobrirá a direcção dos valles principaes, a forma geral das suas vertentes, e os pontos mais accessiveis; e se elle possuir algumas noções sobre geologia, melhor saberá como deve dirigir a tropa para occupar a crista militar, marchar com segurança e tornear ou flanquear as posições do inimigo.

PARTE II

LEVANTAMENTOS REGULARES

LEVANTAMENTOS REGULARES

Levantamento topographico é o conjunto de operações por meio dos quaes obtemos a carta de uma porção de terreno

Os processos empregados para a execução pratica dos levantamentos variam com o fim que se tem em vista e com as circumstancias nas quaes se opera.

Para fazer o levantamento d'uma porção de terreno cujas formas e detalhes devam ser descriptas com grande rigôr, é neccessario seguir methodos exactos e empregar instrumentos de precisão para a medida dos angulos e dos comprimentos.

Estas operações exigem muito tempo e o seu conjunto constitue os *levantamentos regulares*, que são geralmente em grande escala.

A execução d'um levantamento regular comprehende duas partes bem distinctas: a *planimetria* e o *nivelamento*.

A *planimetria* comprehende as operações por meio dos quaes se figura no papel, n'uma escala determinada, as differentes linhas traçadas no solo, bem como os objectos principaes que se encontram na sua superficie. Estas linhas e estes objectos foram, já se vê, previamente projectados sobre um plano horisontal.

O conjuncto das projecções dos pontos do terreno sobre o plano horisontal, forma uma figura plana cujas dimensões são sensivelmente iguaes ás do terreno a representar. Construir sobre o papel uma figura semelhante a esta projecção, é fazer a *planimetria do levantamento*, ou melhor, fazer a *planta do terreno*.

O *nivelamento* é o conjuncto das operações que têem por fim determinar as alturas dos pontos principaes do terreno acima do plano horisontal.

Mas os objectos que cobrem a superficie do solo são muitos e muito variados, os pontos que lhe fixam as formas e os limites excessivamente numerosos, de maneira que a determinação successiva de todos esses pontos seria uma operação muito demorada e na qual os erros se iriam accumullando continuamente. É, por isso, que d'entre esses pontos se escolhe um certo numero d'elles, sómente os mais apparentes, que se imaginam unidos uns aos outros

por meio de linhas rectas; suppondo depois estas linhas projectadas no plano horisontal, e determinando, como adeante indicaremos, os comprimentos d'essas projecções, poderemos reproduzir no papel uma figura semelhante. A superficie da qual se pretende fazer o levantamento ficará, por esta forma, decompósta n'um grande numero de figuras geometricas simples, no interior de cada uma das quaes, ficarão encerrados os outros pontos do terreno, cujas projecções devem figurar na planta. A determinação d'esses pontos torna-se então facil, visto que os podemos referir a um systema de linhas e de pontos já rigorosamente conhecidos, sendo os erros que d'este modo se podem cometter tanto menores e mais faceis de reconhecer, quanto mais restrictos forem os limites das figuras dentro das quaes elles se acharem collocados.

PLANIMETRA E NIVELLAMENTO

Planimetria — A execução da planimetria requer:

1.º — A formação do *esqueleto* do levantamento, isto é, as projecções sobre o papel dos pontos principaes do terreno.

2.º — O levantamento do detalhe, que completa aquelle trabalho pela determinação dos pontos necessarios para o traçado das linhas que existem sobre a supreficie do solo.

O systema de linhas a que acima nos referimos, que unem os pontos do terreno e cujas projecções devem ser transferidas ao levantamento com todo o rigôr possivel, constitue o *esqueleto* do levantamento; é facil ver que, com uma unica medida de comprimento e medidas d'angulos, se pode estabelecer um *esqueleto*.

Sejam *A*, *B*, *C*, *D*.....(fig. 39) as projecções de um certo numero de pontos do terreno que imaginamos unidos pelas rectas *A B*, *A C*, *A D*, *B D*.....; o conjunto d'estas rectas forma um esqueleto ou uma rede na qual supporemos que se conhece o lado *A B* e os trez angulos de cada triangulo. Construido o triangulo *A B C*, obtem-se o lado *B C*, que entrará como elemento conhecido na construcção do triangulo *B C D*, e permittirá determinar o lado *C D*; por meio de *C D* e dos angulos do triangulo *C D E*, deduziremos do mesmo modo os outros lados, e consiguiremos assim determinar os comprimentos detodos os lados do esqueleto.

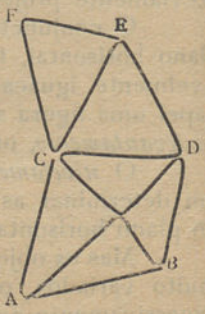


Fig.ª 39

Vê-se, pois, que o estabelecimento d'esse esqueleto se reduz a um problema de geometria, consistindo na construção de triangulos de que conhecemos um lado e os angulos. O comprimento do primeiro lado *A B* deve medir-se directamente sobre o

terreno, recebendo o nome de *base*, Se os dois pontos *A* e *B* são escolhidos n'um terreno horisontal, a sua distancia medida directamente sobre o solo, dá o comprimento da *base*. E' isto o que, na pratica, deve sempre procurar fazer se.

Procedendo deste modo conseguimos restringir os erros, tanto mais quanto mais apertadas forem as malhas da rede ou do esqueleto, e quanto maior fôr o rigôr com que se tenham determinado esses pontos. Suppondo que se cometeram erros na execução do levantamento do detalhe, esses erros nunca se propagarão até muito longe, visto que os vertices dos triangulos do esqueleto podem servir a todo o momento de verificação.

Para a determinação dos vertices dos triangulos que formam o esqueleto *graphico* ou *topographico* poderemos servir-nos de dois ou mais pontos do *esqueleto trignometrico* (serviços geodesicos) de que conhecemos as coordenadas geographicas, ou cuja projecção esteja determinada com rigor nas cartas chorographicas ou topographicas do paiz.

Comprimento dos lados. — Para diminuir as probabilidades de erro na medição dos angulos, está calculado que a base, bem como os outros lados dos triangulos que formam o esqueleto trignometrico não deve aceder 6666 metros na execução d'um levantamento na escala $\frac{1}{10.000}$.

Forma dos triangulos. — Para evitar os erros graphicos na determinação dos vertices quando os angulos são muito agudos ou muitos obtusos, visto que as duas linhas que os formam se confundem na proximidade da sua intersecção, a forma dos triangulos deve aproximar se tanto quanto possivel do triangulo equilatero,

Esqueleto topographico. Como os triangulos do esqueleto trignometrico são demasiado grandes para que se possa referir aos seus lados os detalhes planimetricos do terreno, é neccessario intercalar nas malhas da primeira rede que se obteve por operações trignometricas, uma segunda rede de malhas mais apertadas.

Esta segunda rede, obtem se pela determinação dos *pontos secundarios* ou de *segunda ordem* por meio de operações graphicas ou topographicas, d'aqui a razão d'este esqueleto se denominar *topographico*.

E' por esta forma que obtemos um grande numero de pequenas bases (1) ligando pontos muito proximos, o que facilita a reprentação de todos os detalhes da planimetria. N'este levantamento empregam-se differentes methodos que descreveremos adiante.

Nos levantamentos de pequena extensão e em grande escala ($\frac{1}{1.000}$ a $\frac{1}{5.000}$), escolheremos uma base (dentro do limite de emprego do instrumento topographico de que nos servimos) de modo que

---

Maximo dos lados: escala $\frac{1}{5.000}$ 650^m, escala $\frac{1}{10.000}$ 1.300^m.

de cada um dos seus extremos se aviste o outro e um grande numero de pontos em torno essenciaes para a execução da planimetria taes como: moinhos, pontes, viaductos, cruzamento de caminhos, angulos de predios, culturas, inflecções de caminhos ou muros, etc.

E' conveniente que a base seja escolhida sobre um terreno plano e firme, sendo preferivel uma porção de estrada em linha recta por ser mais facil a medição.

Tendo-se em vista a ligação do trabalho a executar com outros anteriormente feitos ou que tenham de se fazer, é conveniente que essa base seja um dos lados dos triangulos do esqueleto secundario previamente construido.

Adiante explicaremos o modo de estacionarmos no terreno nos pontos extremos da base correspondentes aos pontos do esqueleto ou da planta, anteriormente feita que desejamos continuar.

Escolhida a base reduz-se á escala que se deseja, orienta-se e passa-se para o papel de forma que n'elle caiba todo o desenho que se pretende.

Fazendo estação, isto é, parando para observar, em cada um dos extremos da base *A B* (fig.ª 40) medem-se os angulos que com ella formam os pontos nataveis do terreno *C, D, E, F;* traçando depois no desenho os angulos formados, obter-se-ha pelas intersecções dos que se referem ao mesmo objecto, a projecção d'este. Assim *B A C* e *A B C* dão pela sua intersecção o ponto *C*; *B A D* e *A B D* o ponto *D*, etc.

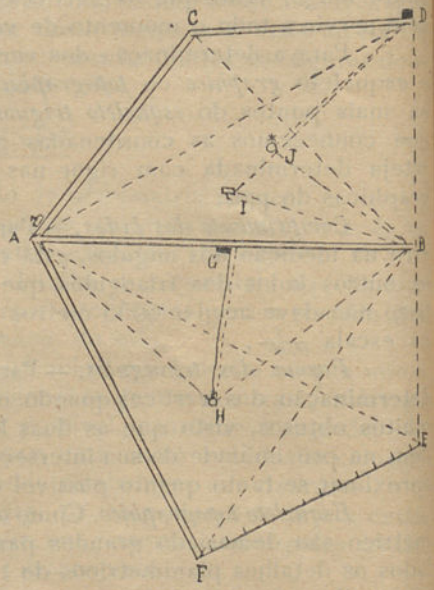


Fig.ª 40

Para que os pontos fiquem marcados com rigôr convem que os angulos não sejam muito agudos nem muito obtusos, como já dissémos.

Obtido o contorno do polygono, e fazendo estação nos pontos já determinados e medindo os angulos formados pela nova base com os pontos intermedios *I* e *J*, taes como moinhos, fontes, etc., obter-se-ia a planimetria dos detalhes.

Se acontecesse, por exemplo, querer marcar o ponto *G* e ter apenas a direcção *A B*, medir se ia a distancia *A G* e *C G* que com a direcção conhecida daria o ponto desejado.

Adiante trataremos dos instrumentos empregados na planimetria.

Nivelamento. Para obter o nivelamento procedia-se, conjunctamente com a planimetria determinando os angulos de inclinação que forma cada extremo da base com o outro extremo e com determinados pontos em volta.

Adiante trataremos dos instrumentos empregados no nivelamento.

Pontos a cotar. Alem dos pontos necessarios á planimetria, como são: as casas, moinhos, angulos de vedações, de caminhos, linhas d'agua, etc; é indispensavel para o nivelamento, cotar todos os pontos das linhas de reparação e de reunião d'aguas onde essas linhas mudam de declive.

Para mais facilmente se traçarem as curvas de nivel deveremos unir, mesmo no campo, os pontos das linhas d'agua por uma linha sinuosa engrossando para a parte mais baixa, e, as linhas de *festo* por uma linha convencional, que poderá ser, por exemplo, a traços e pontos alternados para se não confundir com qualquer signal convencional topographico.

Para desenharmos as curvas na planta, *unem-se todos os pontos entre si, de sorte que as rectas que os unem não cortem as linhas de festo e de thalweg, isto é, as linhas rectas traçadas na planta seriam igualmente rectas quando traçadas na carta relevo do mesmo terreno.* Os pontos de passagem das curvas determinam se depois pelo processo já conhecido.

Quando seguirmos por um caminho enterrado ou em aterro, cuja differença de nivel em relação ao terreno natural fôr igual ou superior á equidistancia natural, devemos obter as cotas do terreno adjacente. Quando desenhamos as curvas abstrahimos das cotas d'esses caminhos.

Quando houver um escarpado de altura igual ou superior á equidistancia natural, devemos obter as cotas do tôpo e do sopé.

Quando desenharmos as curvas de nivel, deveremos unir, n'este caso, os pontos cotados do tôpo com os pontos cotados que lhes sejam immediatamente superiores; e, os pontos cotados do sopé, com os pontos que lhes sejam immediatamente inferiores.

Pontos geodesicos. — O conhecimento d'estes pontos é importante por terem as coordenadas e cotas de nivel dos seus extremos determinadas com exatidão e constituirem por isso excellentes bases para os levantamentos em grande escala.

Pontos de 1.ª ordem — Estes pontos são figurados por pyramides de alvenaria de forma quadrangular truncada cuja base superior serve de base a uma outra pyramide quadrangular completa.

O lado da base inferior do tronco é de 3 metros e o lado da base superior de 1 metro, o tronco tem de altura 9 metros e a pyramide sobreposta na base superior do tronco tem de altura 0,^{m}4.

Pontos de 2.ª ordem — Estes pontos são representados tambem por pyramides de alvenaria quando não haja no local alguma torre, mirante, moinho, etc., que possa servir de signal e que são preferiveis pelo seu caracter de permanencia.

Os moinhos utilisados para este fim costumam ser branqueados e cingidos a meia parede por uma facha encarnada de 0,m4 a 0,m6 de largura.

As pyramides secundarias que distarem 15 ou mais kilometros dos pontos de 1.ª ordem são tambem quadrangulares truncadas, como as de 1.ª ordem, mas de dimensões apenas suficientes para poderem ser observadas com clareza.

Pontos d'ordem inferior — Estes pontos são representados por pyramides conicas trunçadas de 2,m5 de altura, tendo a base inferior um metro de diametro e a superior 0,m4 terminada por um hemispherio.

MODOS DE MEDIR DISTANCIAS COM A CADEIA E FITA METRICA

Para medirmos no terreno uma distancia entre dois pontos é necessario figurar no terreno a linha que os une, isto é, determinar o traço do plano vertical, segundo essa direcção, por um certo numero de pontos; estes pontos marcam-se no solo por meio d'hastes de madeira, donominadas *bandeirolas*, que se cravam verticalmente no terreno.

As bandeirolas são pintadas ordinariamente de vermelho e têm superiormente um rectangulo de pano branco que permitte distinguil-as a distancia.

Os instrumentos mais empregados na medição das distancias, são a *cadeia* e a *fita metrica*.

Cadeia — A cadeia, de que ordinariamente se faz uzo, tem 10 metros. Consta do 50 fusis d'arame de ferro, de 2 decimetros de comprimento cada um. Os fusis estão ligados uns aos outros por meio de aneis de metal, sendo o 1.º, 5.º, 10.º e 15.º de arame de cobre e os restantes de arame de ferro, servindo esta distincção para se dividir a cadeia em metros.

Em algumas cadeias a divisão dos metros é feita por pequenas chapas de metal com numeros d'ordem. A cadeia termina por duas argolas que fazem parte dos fusis a que estão ligados; isto é, argolas e fusis não excedem a 0,m2.

Tem a cadeia por accessorio um molho de fixas, hastes de ferro de 0,m2 a 0,m3 de comprimento, que servem para cravarem no terreno, sendo por isso aguçadas n'uma das extremidades.

Ha cadeias com 20 metros. Estas têm sobre as de 10 metros a vantagem de diminuir o numero de estações precisas para medir

uma distancia, mas têm o inconveniente de se não poderem estender bem, por serem muito pesadas e de os fusis se entortarem com muita facilidade, inconvenientes que alteram muito a medida.

A cadeia verifica-se com o metro padrão.

Modo de medir uma distancia com a cadeia. Em primeiro logar deve tirar-se um alinhamento na dirireccãe a medir; depois, dois medidores estendem a cadeia sobre o terreno, quando este seja proximamente horisontal, na direcção do alinhamento, de modo que, uma das argolas corresponda exactamente ao ponto de partida. O primeiro medidor, o da frente, crava no terreno uma fixa no ponto onde a cadeia termina. Em seguida os dois medidores avançam até que o da rectaguarda chegue ao ponto em que está cravada a fixa, e ahi, de novo, estendem a cadeia na direcção do alinhamento marcado.

Feito isto o medidor da rectaguarda recolhe a fixa, e ambos avançam até que este encontre a segunda fixa, que recolhe. Assim successivamente até ao fim. As fixas vão assim passando das mãos do medidor da frente para as do segundo, o qual pelo numero recolhido sabe qnantas vezes a cadeia foi applicada, e por consequencia qual o comprimento.

Quando a cadeia não é applicada um numero exacto de vezes, a fracção restante é avaliada pelo numero de fusis que contem.

Medição em terreno inclinado. — Quando o terreno é bastante inclinado, os comprimentos segundo o declive differem sensivelmente das distancias horisontaes. N'este caso (fig.ª 41) faz-se a medição dos resaltos estendendo a cadeia sempre horisontalmente.

Um dos extremos *A* tocando no solo e outro sustentado na mão horisontalmente, depois projecta-se verticalmente o extremo *B* no ponto *A* seguinte.

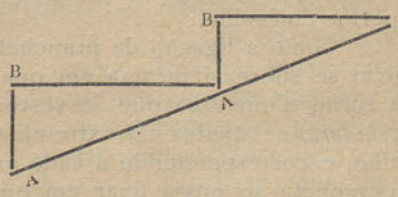


Fig. 41

Para projectar em *A* o extremo *B* da cadeia deixa-se cair uma pequena pedra ou servimo nos d'um fio de prumo.

Fita metrica. — Consta de uma fita de linho de 10 a 20 metros de comprimento, envernisada, dividida em metros, decimetros e centimetros por meio de traços e numeros d'ordem.

A fita prende por um dos extremos ao eixo de uma caixa cylindrica em geral de metal, ou sola, em torno do qual se pode enrolar por meio d'uma manivela, ficando, portanto, resguardada.

O modo de a usar na medição de uma distancia é analogo ao empregado com a cadeia, mas não se empregam fixas, sendo o

numero de vezes que é applicada registado em um caderno, ou por qualquer outro meio.

A fita metrica só se emprega na medida de pequenas distancias dos detalhes, e nunca na medição da base.

INSTRUMENTOS USADOS NA PLANIMETRIA

Os instrumentos usados na planimetria estão grupados em duas classes: *goniographos* e *goniometros*. Com os goniographos obtemos directamente o desenho dos angulos; com os goniometros obtemos o seu valor expresso em graus, depois do que executaremos o desenho respectivo.

Goniographos.—O goniographo é constituido pela *prancheta*, por uma *alidade* e outros accessorios.

Prancheta.—A prancheta consta de um rectangulo ou quadrado de madeira de 5 a 6 decimetros de lado.

E' formada de taboas estreitas unidas ente si para não empenar .

E' sobre esta prancheta que se assenta o papel para se desenhar.

O papel é fixo pelos bordos, que devem exceder a prancheta, por meio de gomma, ou por pequenos pregos, vulgarmente chamados percevejos.

A prancheta em geral liga-se ao *tripé* por intermedio d'um *joelho*.

Para isso tem a prancheta na sua face inferior alojamentos roscados por trez parafusos existentes nos trez braços do prato superior do joelho.

Como a ligação da prancheta deve ser feita do modo a poder mover-se sobre si mesma em qualquer sentido, aquelle prato gira em torno d'um eixo que se verticulisà por meio de trez *parafusos niveladores* existentes nas extremidades dos trez braços inferiores do joelho, e correspondendo a cada uma das pernas do tripé. Para que a prancheta se possa fixar em qualquer posição ha no joelho um parafuso denominado de *pressão*; e, para que depois de fixada lhe pessamos imprimir pequenos movimentos em torno do eixo vertical do joelha, existe tambem um parafuso especial denominado *parafuso de reclame*,

O joelho liga-se ordinariamente ao tripé por meio d'um grande parafuso que atravessa a mesa do tripé e entra n'uma rosca existente na parte inferior do joelho. Este parafuso tem geralmente uma péga de madeira em forma de pêra.

Alidade — E' um instrumento destinado a determinarmos direções e a traçal-as no papel collocado sobre a prancheta.

Há differentes especies de alidades, sendo as mais vulgares a *alidade de pinulas* e a *alidade d'oculo*.

Alidade de pinulas — (Fg.ª 42). Consta de uma regua de metal *a b* de 4 a 6 decimetros de comprimento, nos extremos da qual se elevam perpendicularmente a ella duas chapas *A* e *B* a que se dá o nome de *pinulas*. Cada chapa é dividida parallelamente á base em duas partes eguaes; uma das partes tem uma abertura rectangular *c* que se denomina *janela*, dividida de alto a baixo por um fio; a outra, tem uma estreita *fenda d* que serve de ocular.

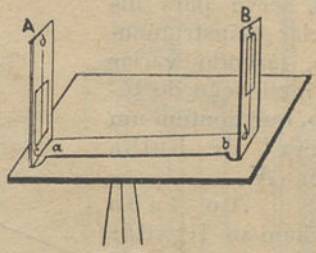


Fig.ª 42

O fio de uma das fendas das pinulas corresponde á janela da outra.

O bordo da regua, que serve para traçar as direcções, denomina-se linha de *fé ou de collimação*.

Quando a alidade assente sobre um plano horisontal, o plano que passa pela linha de fé é vertical, e,por isso a alidade serve para traçar no plano da prancheta o vertigio d'um plano vertical.

Este instrumento não serve para a observação de pontos muito distantes, não devendo as direcções traçadas, depois de reduzidas á escala, exceder metade do comprimento da regua, que tem em media 0,^{m}5.

Alidade de Oculo — (Fig.ª 43).

Consta de uma regua de metal, perpendicularmente á qual se eleva uma columna, que sustenta um oculo astronomico susceptivel de mover-se n'um plano vertical quando a regua assenta sobre um plano horisontal.

A alidade de oculo deve satisfazer ás seguintes condições:

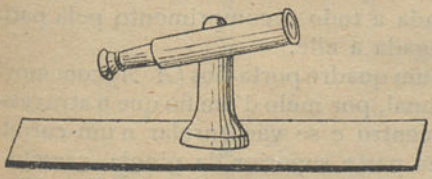


Fig.ª 43

1.ª — O eixo optico do oculo deve ser perpendicular ao seu eixo de rotação, para que descreva um plano vertical e não uma superficie conica;

2.ª—Esse plano, chamado de collimação, deve passar pela linha de fé da alidade;

3.ª — O eixo optico do oculo deve corresponder á linha que passa pelo crusamento dos fios do recticulo (1) e centro optico do objectivo.

Alidade auto-reductora — A alidade auto-reductora de Peigné, consta d'uma regua graduada em millimetros e d'um tubo cylindrico *T, T'* (fig.ª 44) ligado á régua n'um dos estremos por uma peça

NOTA — O oculo astronomico dá, como se sabe, imagens invertidas em virtude da propriedade das lentes convergentes.

(1) Os fios do recticulo, um dos quaes é vertical, existem n'um disco que se encontra adiante da ocular; são em geral riscados no vidro.

vertical e no outro por um parafuso *F* de facil movimento, que termina em botão.

Este parafuso serve para nivelar o instrumento, fazendo variar a inclinação do tubo, que contem um nivel de bolha dár *N*.

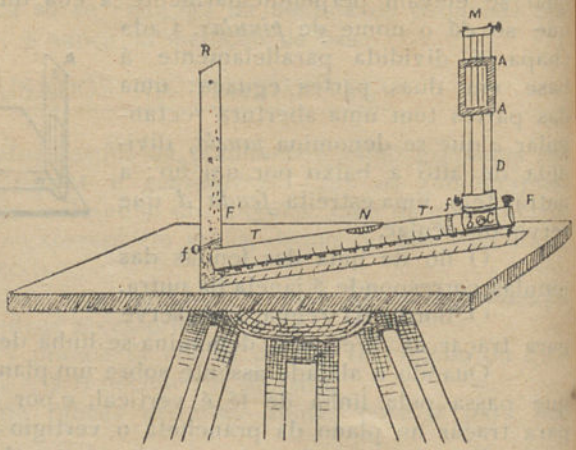


Fig.ª 44

Ao tubo acham-se ligadas duas pinulas *R F'* e *M D* que podem tomar a posição vertical em relação ao tubo; por meio de charneiras e conservar-se n'essa posição por meio de fixadores *f f'*. A pinula *R F'*, fixa na extremidade da regua, contem 3 olhaes, distantes: o *inferior* do *medio* 5 centimetros; o medio do *superior* 6 $\frac{1}{3}$ centimetros.

O olhal medio é o que se emprega mais habitualmente, servindo o superior para as pontarias mergulhantes, e o inferior para as ascendentes.

A pinula *M D* está collocada sobre um cursor *C* que permitte approximal-a da primeira por meio d'um parafuso *b*, a que está ligado um tamborete dentado que funcciona sobre uma cremalheira feita n'uma haste collocada a todo o comprimento pela parte inferior do tubo cylindrico e ligada a elle.

Na pinula movel acha-se um quadro porta-fios (*A A*) com movimento ascencional ou descencional, por meio d'um fio que o atravessa d'alto a baixo passando pelo centro e se vae enrolar n'um carreto metalico (Fig.ª 45) collocado na parte superior da pinula, carreto a que se dá movimento circular por meio d'um botão que a elle se liga.

Esta pinula tem uma larga janella com divisão da direita e esquerda sendo estas de $\frac{1}{6}$ do centimetro e as da direita de $\frac{1}{3}$; estas graduaçoes têem os zeros na mesma horisontal e collocados á mesma altura do tubo a que está o olhal medio.

A contagem faz-se a partir dos zeros subindo ou descendo. Os nonios acham-se traçados nos lados do quadro porta-fios e têem os zeros inferiores na mesma horisontal.

O quadro porta-fios tem na parte inferior 3 fios horisontaes e equidistantes de 0,^{m}005. O fio inferior coicide com a linha dos zeros dos nonios.

O tubo *T T'* tem de ambos os lados divisões iguaes ás que se acham traçadas na pinula; na direita contam se de 15 a 75^{m}; na esquerda de 75 a 150^{m}.

Miras — Com a alidade faz-se uso d'uma mira especial, composta de 3 reguas de madeira: A superior e media de 1,^{m}60 de comprimento e a inferior um pouco menor, e dois alvos *S I* (Fig.ª 46) rectangulares de folha de ferro, fixos: um no extremo superior da regua superior e outro no extremo inferior da regua do meio.

As linhas de fé d'estes alvos distam entre si 3,^{m}.

Na regua do meio e distante 3 decimetros da linha de fé do alvo inferior, existe um traço negro, que, substitue a linha de fé do alvo superior quando se fazem as observações de menos de 15 metros do ponto de estação.

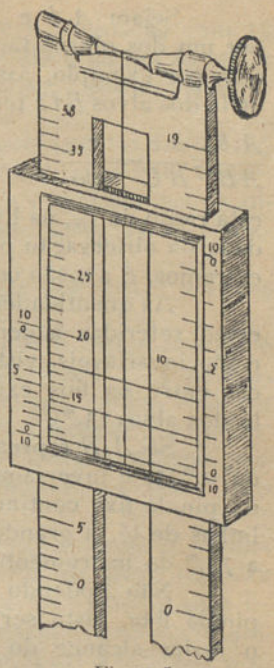


Fig.ª 45

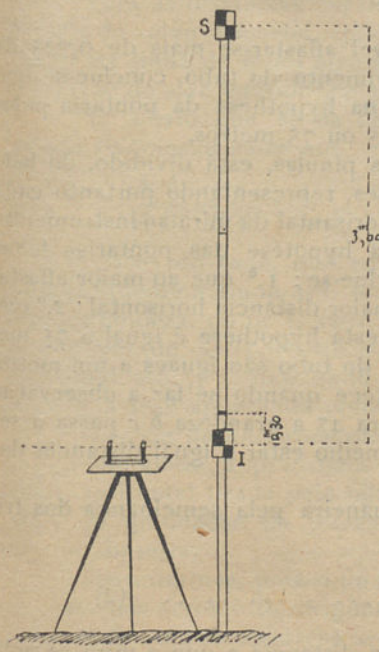


Fig.ª 46

As reguas podem se dobrar umas sobre as outras para facilidade de transporte e estenderem-se verticalmente fixando-se por meio de cavilhas de ferro, quando se estão fazendo as pontarias.

Theoria da auto-redução para as distancias horisontaes (1) — O principio em que funda esta alidade, consiste na razão constante que existe entre as duas quantidades: distancia da pinula movel á pinula fixa, e distancia da mira á mesma pinula, ou na relação que existe entre o affastamento dos fios e o affastamento das linhas de fé dos alvos.

(1) O que dizemos sobre o assumpto é muito verdadeiro, mas a pratica tem demonstrado a conveniencia de se obterem as distancias horisontaes empregando a fita metrica.

Sejam $A\ b$ e $A\ c$ (fi.ª 47), dois raios visuaes que dirigidos por um dos olhaes tangencialmente a dois dos fios, inferior e superior, por exemplo, passam n'uma dada posição de mira pelas linhas de fé dos alvos $B\ C$; temos sela similhança do triangulos $A\ b\ c$ e $A\ B\ C$

$$\frac{A\ b}{AB}=\frac{b\ c}{B\ C}=\frac{1}{300}\ldots\ldots\ldots (1)$$

esta razão de $\frac{1}{300}$, na hypothese dáda da observação pelos fios extremos, é a rasão constante.

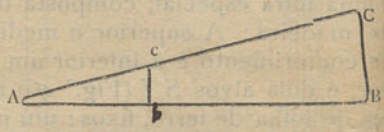


Fig.ª 47

As quantidades 1 e 300 estão referidas a centimetros e são invariaveis, visto que representam respectivamente, a distancia entre os fios extremos (0,^{m}01) e a distancia entre a linha de fé dos alvos (3,^{m}).

Se $A\ B$ representar 75,^{m} $A\ b$ representará 300 vezes menos ou 0,^{m}25, e inversamente se a pinula movel estiver aflastada 0,^{m}25 da pinula fixa continuando a coincidencia dos raios visuaes com as linhas de fé, a grandeza $A\ B$ será 300 vezes mais ou a mira estará a 75,^{m} do instrumento.

Não podendo a pinula movel affastar-se mais de 0,^{m}25 da pinula fixa, visto ser este o comprimento do tubo, conclue-se que o maior alcance do instrumento, na hypothese da pontaria pelos fios inferior e superior é 300×0,^{m}25 ou 75 metros.

Este intervallo de 0,^{m}25 das pinulas, está dividido, do lado direito do tubo em 75 partes iguaes, representando portanto cada uma d'ellas um metro de distancia horisantal da mira ao instrumento.

Do que temos dito, para a hypotese das pontarias feitas pelos fios inferior e superior, conclue-se: 1.º que ao maior affastamento das pinulas corresponde a maior distancia horisontal; 2.º que o maior alcance do instrumento n'esta hypothese é igual a 75 metros; 3.º que as divisões da direita do tubo são iguaes a um metro.

Vejamos agora o que acontece quando se faz a observação pelos fios inferior e medio. Na figura 47 a grandeza $b\ c$ passa a ser representada por 0,^{cm}5 visto o fio medio estar a igual distancia dos fios inferior e superior.

Temos então da mesma maneira pela semelhança dos triangulos $A\ b\ c$ e $A\ B\ C$:

$$\frac{A\ b}{AB}=\frac{b\ c}{B\ C}=\frac{0,^{cm}5}{300}=\frac{1}{600}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

sendo aqui a razão constante $\frac{1}{600}$; a distancia a que a mira se acha do instrumento, é sempre 600 vezes superior á distancia a que se acha a pinula movel da pinula fixa. Se a pinula movel estiver no extremo do tubo, isto é, á distancia de 0,^{m}25, a mira estará a 600 vezes mais, ou 150 metros, limite do alcance do instrumento.

O tubo tem do lado esquerdo uma outra graduação com 75 divisões numeradas de 75 a 150, correspondendo a ultima ao maior afastamento da pinula movel e por conseguinte á maior distancia da mira, ou 150 metros.

As 75 divisões da esquerda estão comprehendidas em 0,^{m}125 da extenção do tubo, cada uma d'estas divisões representa conseguintemente um metro e é igual a metade de cada uma das da direita visto que 75 d'este lado estão contidas em 0,^{m}25 da estensão da tubo.

Cada centimetro do tubo comprehende por isso 3 divisões do lado direito e 6 do lado esquerdo.

Do que fica exposto, concluimos: 1.º que o maior alcance é de 150 metros; 2.º que para as distancias superiores a 75 metros, as pontarias têem de ser feitas pelos fios inferior e medio, visto ser 75metros o limite das medidas feitas pelos fios inferior e superior; 3.º que as divisões da esquerda do tubo representam tambem metros e dão a distancia horisontal nas observações pelos fios inferior e medio.

Para as distancias inferiores a 15 metros, substitue-se a linha de fé do alvo superior, por um traço feito na haste da mira a 0,^{m}3 da linha de fé do alvo inferior, e é por este traço e pela linha de fé do alvo inferior que se faz a coincidencia dos raios visuaes.

E' obvio que se na fig.ª 47 - $B\ C$ for igual a 0,^{m}30, a proporção (1) transforma-se em

$$\frac{A\,b}{A\,B}=\frac{b\,c}{B\,C}=\frac{1}{30}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

e as divisões do tudo, que na hypothese habitual têem a grandeza correspondente a um metro, têem n'esta hypothose a decima parte d'essa grandeza, ou 0,^{m}1, visto que a razão passa a ser, n'este caso, $\frac{1}{30}$ em vez de $\frac{1}{300}$, portanto a graduação da direita dá a distancia horisontal até 7,^{m}5 apontando pelos fios extremos e a da esquerda de 7,^{m}5 a 15,^{m} apontando pelos fios inferior e medio.

Theoria da auto-reducção para as differenças de nivel.

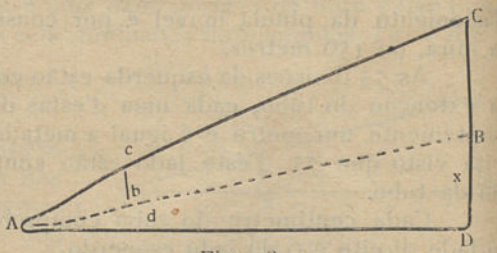
Suppondo a prancheta e a mira situadas em pontos de nivel, a horisontal tirada pelo olhal medio ha-de passar pela linha dos zeros da graduação da pinula movel e pela linha de fé do alvo inferior da mira.

Se posermos, pois, o fio inferior do quadro porta fios na altura da linha dos zeros e se dirigimos um raio visual pelo olhal medio e por este fio, temos a certeza de que, estando os pontos de nivel, este raio vae interceptar a linha de fé do alvo inferior. Por conseguinte toda a extenção da pinula, abaixo ou acima da linha dos zeros, que for preciso fazer percorrer o fio inferior, para a sua coincidencia com a linha de fé do alvo inferior será na devida proporção a differença de nivel do ponto em que se acha a mira para o ponto

em que estacionamos.

Exemplifiquemos:

Supponhamos que, para fazer a coincidencia dos fios inferior e superior com as linhas de fé dos alvos, foi preciso que o fio inferior chegasse a 0,m01 acima da linha dos zeros e que a pinula movel attingisse a divisão 30 do tubo ou 0,m10 de aflastamento da pinula fixa, teremos (fig.ª 48)



Figª, 48

$$\frac{A\,d}{d\,b}=\frac{A\,D}{D\,B}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

ou substituindo pelos valores designados: $\frac{0,^{m}10}{0,^{m}01}=\frac{30^{m}}{x}$

d'onde $x=\frac{3000^{cm}}{10^{cm}}=300^{cem}=3,^{m}$ (differença de nivel de D para A).

Por meio da proporção (4) acham-se todas as differenças de nivel ás diversas distancias (dentro, é claro, dos limites do instrumento).

Para evitar o calculo d'ésta proporção, existem graduações de ambos os lados da pinula movel, que nos dão logo em metros as differenças de nivel; as graduações da direita para os pontos situados ás distancias horisontaes não superiores a 75 metros, as da esquerda para os pontos distantes de 75 a 150 metros.

No lado direito cada 3 divisões occupam 0,m01 de altura de pinula; no lado esquerdo este mesmo espaço é prehencihdo por 6 divisões; donde: cada uma das divisões da direita é dupla das da esquerda.

E' facil provar que as divisões da direita representam metros para as distancias inferiores a 75 metros e que as da esquerda representam tambem metros, mas para as distancias de 75 a 150 metros.

A primeira parte conclue-se da proporção (3), em que 0,m01 de altura marcado pelo fio inferior na pinula movel, correspondem 3 metros de differença de nivel do ponto em que se acha a mira, e como cada centimetro contem 3 divisões eguaes, cada uma d'ellas será igual a 1 metro e a sua grandeza de $\frac{1}{3}$ de centimetro.

A 2.ª deduz-se semilhantemente:

Supponhamos que o ponto em que a mira se acha está a 120 metros do ponto de estação, e que, feita a coincidencia dos fios inferior e medio com as linhas de fé dos alvos, o fio inferior ficou a 0,m01 acima ou abaixo da linha dos zeros, a pinula movel

marcará a divisão 120ª do lado esquerdo e estará a 0,m20 da pinula fixa, visto cada 6 divisões da esquerda corresponderem a 0,m01 e $\frac{120}{6} = 20$, temos pois:

$$\frac{20^{cem}}{1^{cem}} = \frac{120^{m}}{x} = \frac{12.000^{cem}}{x} \qquad x = \frac{12.000^{cem}}{20} = 600^{cem} = 6,^{m}$$

logo 0,m01 d'altura na pinula, corresponde a 6m de differença de nivel, e como cada centimetro de pinula, do lado esquerdo, tem 6 divisões iguaes, cada divisão corresponde a 1 metro e a sua grandeza é de $\frac{1}{6}$ de centimetro.

Do que fica exposto devemos concluir: 1.º que o fio inferior é que marca na pinula movel o numero de metros de differença de nivel que se deve ler; 2.º que as divisões da pinula são respectivamente iguaes ás do tubo, as do lado direito da pinula às da direita do tubo, as do lado esquerdo ás da esquerda do tubo.

Pontarias mergulhantes e ascendentes. Quando não é possivel fazer com o olhal medio a coincidencia do fio inferior com o alvo inferior, por que o ponto de irradiação se acha muito mais alto ou mais baixo em relação do ponto de estação, temos que fazer uso: No 1.º caso, do olhal inferior e no 2.º caso do olhal superior.

Nas leituras das distancias horisontaes não ha alteração alguma. Nas verticaes, porem, a leitura em vez de ser feita a partir da linha dos zeros, faz-se partindo da linha — 19 — 38 da graduação da pinula movel para as pontarias mergulhantes e pelo olhal superior; e partindo da linha 15 — 30 até a divisão marcada pelo fio inferior do quadro porta-fios para as pontarias ascendentes e pelo olhal inferior.

A rasão di'ste está em que as linhas 19 — 38 e 15 — 30 da graduação passam respectivamente pelas horisontaes que partem dos olhaes superior e inferior.

Nas pontarias mergulhantes toda a extensão de pinula movel que o fio inferior percorrer abaixo da linha 19 — 38, e nas pontarias ascendentes tudo quanto o mesmo fio percorrer para cima da linha 15 — 30, deve contar-se como differença de nivel.

Resumindo e por simplicidade diremos: que nas observações mergulhantes deverá suppor-se que a linha dos zeros se acha confundida com a linha 19 — 38, nas ascendentes com a linha 15 — 30.

Pratica do levantamento com a alidade. Colloca-se a prancheta no ponto de estação inicial, abre-se a mira e põe se na posição vertical junto d'ella, assenta se a alidade fazendo a coincidencia do raio visual que passa pelo olhal medio e linha dos zeros da pinula movel com a linha de fé do alvo inferior para o que se levanta ou abaixa a prancheta. Feita a coincidencia, que serve para determinar a altura a que a prancheta deve ficar nos pontos de estação, fixam-se os parafusos do tripé; traça-se a um lado a linha Norte-Sul com a declinatoria; fixa-se e toma-se nota da altura a

que fica a prancheta, do ponto de estação, o que se pode fazer em referencia, por exemplo, a altura de um botão, ou por meio de uma regua ou fio de prumo (Esta altura pode indicar-se a lapis a um canto da prancheta).

Feito isto colloca-se verticalmente uma agulha com cabeça de lacre que corresponda ao ponto de estação, ponto que deve ser escolhido attendendo sempre ao desenvolvimento que o levantamento do terreno tomará depois no desenho, para que caiba na prancheta; levantam se as pinulas da alidade e fixam-se mudando os seus fixadores para os orificios superiores; encosta-se o lado graduado da regua da alidade á agulha; faz se a coincidencia do plano vertical determinado por um olhal e pelo fio vertical que suspende o quadro porta-fios, com a haste da mira; nivella-se o tubo por meio do parafuso nivelador, e com o auxilio dos parafusos do joelho, se fôr necessario, e dirige-se a pontaria, com a pinula movel no fim do tubo approximando se o olho, quanto fôr possivel, do orificio da pinula fixa.

Para fazer a pontaria, dirige-se um raio visual, habitualmente pelo olhal medio e pelo fio inferior do quadro, fazendo-o descer ou subrir até fazer a sua coincidencia com a linha de fé do alvo inferior; em seguida e sem afastar o olho vê se se o fio superior passa acima ou abaixo da linha de fé do alvo superior; se passar acima a distancia horisontal é superior a 75 metros e approxima-se a pinula movel até que o raio visual que passa pelo fio superior attinja a linha de fé do alvo superior.

Quando a pinula se move perde-se a coincidencia do fio inferior, sendo neccessario obrigal-o a coincidir por meio do movimento do quadro porta-fios.

O que se disse para o fio superior diz se para o medio. N'este caso as distancias horisontaes estão comprehendidas entre 75 e 150 metros, maxima distancia que se pode avaliar.

Se com a observação feita pelo olhal medio se não consegue a coincidencia do fio inferior com a linha de fé do alvo inferior, visa-se pelos outros olhaes, empregando o olhal inferior para as pontarias ascendentes, o medio para as normaes e o superior para as mergulhantes.

As leituras verticaes fazem se: no 1.º caso a contar da linha 15—30 da pinula movel, no 2.º caso da linha dos zeros para baixo ou para cima e no 3.º caso da linha 19—38 até á marcação indicada na pinula pelo fio inferior do quadro porta-fios.

Se a coincidencia fôr feita nos alvos com os fios inferior e superior as leituras horisontaes e verticaes, fazem-se respectivamente do lado direito do tubo e da pinula.

Se fôr feita com fios inferior e medio as leituras fazem-se do lado esquerdo.

Nas differenças de nivel positivas a contagem nos nonios é

da linha dos zeros inferior para cima, nas negativas da linha dos zeros superior para baixo.

Para as observações a menos de 15 metros não se pode fazer uso da linha de fé do alvo superior, substituindo-a o observador pelo traço preto da haste da mira acima indicada.

As graduações n'este caso representam decimetros.

Sempre que a distancia horisontal fôr conhecida, para podermos determinar a differença de nivel bastaria que vissemos um dos alvos da mira, pondo em correspondencia com a sua linha de fé o fio respectivo.

Ordem das operações em cada estação. Collocar a prancheta na altura marcada; fixar os parafusos do tripé; orientar; pôr a pinula e a mira no mesmo alinhamento, como ficou dito, e finalmente nivellar o tubo cylindrico. Como este instrumento trabalha sobre a prancheta não é essencial um registo para a designação das leituras; mas a pratica demonstra que tem vantagem para evitar a confusão de numeros na prancheta, o uso d'um registo especial conforme o modelo que segue:

Pontos de estação.....	A		C			etc.		
Cotas dos pontos de estação	100		93					
Pontos visados.....	B	C	D	E	F			
Distancias horisontaes	70	144	110	36	57			
Differenças de nivel.	+3	—7	—4	+5	—2			
Cotas dos pontos visados ...	103	93	89	98	91			
Observações	Cruzamento dos caminhos..... Estaca.	Estrada..... junto ao..... Ficou estaca.			Entre o muro... e o pinheiro... Ficou estaca.			

NOTA. Na casa de observações do modelo mencionar se hão os esclarecimentos precisos para n'um dado momento procurarmos os pontos já determinados, quando estes nos sejam necessarios, quer para n'elles estacionarmos, quer para verificação do trabalho.

Compasso de espessura. Um accessorio da prancheta é o compasso da espessura que serve para faser corresponder um ponto da planta com outro do terreno. Consta de uma peça de madeira em forma de *U* tendo em um dos ramos uma ranhura e no outro um fio de prumo que passa por um orificio existente no ramo.

A fig. 49, dá uma ideia clara da sua forma.

O extremo da regua superior, depois do compasso estar introduzido na prancheta, ajusta-se com o ponto da planta onde previamente se tem cravado uma agulha com cabeça de lacre, e o peso do fio de prumo indica *o ponto de correspondencia, onde poderá ser cravada* uma pequena estaca.

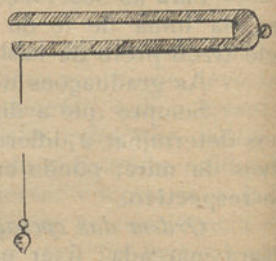


Fig. 49

Nivel de bolha d'ar. Funda-se na propriedade que têem os fluidos de densidades diferentes, quando reunidos em um vaso, de o menos denso occupar a parte superior, sendo horisontal a superficie de separação.

Fig. 50

Compõe-se de um tubo de vidro ligeiramente curvo com a convexidade para cima; o tubo é hermeticamente fechado nos seus extremos, e contem um liquido (ordinariamente espirito de vinho) e uma pequena bolha d'ar. O tubo de vidro é resguardado por um outro de metal, deixando a parte convexa a descoberto, na qual ha dois traços, que indicam a posição da bolha d'ar quando o nivel assenta sobre uma superficie horisontal.

Para a direita de um traço e esquerda do outro ha uma escala graduada.

O nivel de bolha d'ar emprega-se para verificar a horisontalidade de uma linha ou de uma superficie plana e tambem a verticalidade de um eixo de rotação.

Para verificarmos a horisontalidade de uma linha, collocamos o nivel sobre essa linha; quando o nivel estiver *calado* a linha está horisontal.

Para verificar-mos a horisontalidade d'uma superficie collocamos o nivel segundo uma certa direcção da superficie; em seguida colocamol-o n'uma direcção proximamente perpendicular á primeira.

Se em qualquer d'essas posições o nivel estiver *calado* é evidente que a superficie está horisontal visto que ha duas linhas do seu plano que estão horisontaes.

Para verificarmos a verticalidade de um eixo de rotação procede se de modo analogo ao procedente collocando o nivel sobre a

superficie (prato ou prancheta) a que o referido eixo deve ser perpendicular.

Quando collocamos um nivel (fig. 40) sobre um plano horisontal o meio da bolha corresponde ao meio dos traços de referencia, ficando, por isso, os seus extremos egualmente afastados do centro. O nivel n'estas condições diz-se *calado*,

Ha dois modos de verificar a exactidão d'este instrumento:

1.º Observar se a bolha corresponde ao meio do tubo quando o nivel assentar sobre o plano horisontal.

Dá-se depois ao nivel uma outra posição que forme com a primeira um angulo e igualmente se observa se a bolha se ajusta ás referencias indicadas. Se, nas duas posições dadas ao instrumento obtivermos a bolha no meio do tubo, o nivel está exacto; porem, se isto se não der, o instrumento precisa ser rectificado; ou para nos servir d'elle, refere-se a bolha a um ponto medio ás duas posições que tomou.

2.º Assenta se o nivel sobre um plano inclinado em uma certa direcção e toma-se nota do afastamento da bolha do meio do tubo.

Inverte-se depois o instrumento na direcção da mesma recta, de maneira que os extremos do tubo ocupem reciprocamente o logar um do outro, e nota-se o afastamento da bolha; se este fôr egual ao primeiro o instrumento está exacto; se não fôr refere-se a bolha, como no primeiro caso, a um ponto medio aos dois.

Modos de nivellar a prancheta. Nevellar a prancheta é collocal-a horisontal para representar o plano de projecção.

A prancheta nivella-se ordinariamente com o nivel de bolha d'ar, ou, quando o não haja, por meio do nivel de pedreiro ou de um corpo espherico.

Para nivellar a prancheta com o nivel de bolha d'ar, assenta-se este sobre ella na direcção *de dois pés do tripé*, movendo-se depois os respectivos parafusos nivelladores de forma que o nivel fique *calado*, isto é, até que a bolha se contenha entre os traços de referencia do tubo.

Depois, dá-se ao nivel uma posição que forme angulo com a primeira, o que se obtem collocando o na direcção *de um dos pés* de que nos servimos para a primeira operação e na do *3.º*, e egualmente se faz *calar* o nivel movendo-se o *3.º* parafuso nivellador.

Feito isto, apertam-se os parafusos do tripé e os do joelho e a prancheta está nivellada.

Empregando o nivel de pedreiro a operação é identica. O nivel está *colado* quando o fio de prumo se ajusta com a sua linha de fé.

E' conveniente, qualquer que seja o nivel empregado, repetir a operação, por que, quasi sempre, quando se dá ao nivel a segunda posição e se faz *calar*, se desaranja parte do nivellamento obtido na primeira.

A prancheta pode, tambem, nivellar-se deixando cair sobre ella de pequena altura, um corpo espherico; se elle ficar em repouso a prancheta está horisontal, se não ficar move-se convenientemente a prancheta até que a condição se dê.

Declinatoria. A declinatoria consiste n'uma caixa metalica de base rectangular, fechada superiormente por um vidro, no interior da qual existe uma uma agulha magnetica; a ponta azul da agulha marca o norte magnetico.

Correspondendo aos dois lados menores da caixa existem dois limbos graduados em graus para os dois lados de um indicador que tem a graduação zero.

N'um dos lados da caixa ha um botão ligado a uma alavanca que permitte fixar a agulha.

Maneira de orientar a prancheta com a declinatoria. Assenta-se a declinatoria a um dos lados da prancheta e move-se esta até que a ponta azul se ajuste com o indicadôr, obtido o que, se dá em traço com o lapis segundo um dos lados maiores que deve ser parallelo á linha dos indicadôres e que indica por uma flexa a direcção norte da agulha.

Nas outras estações, para orientar a prancheta, assenta-se a declinatoria ajustando um dos lados maiores ao traço marcado e move-se lentamente a prancheta até que a ponta azul se ajuste com o indicadôr.

Quando pretendermos a orientação em relação ao meridiano geographico devemos saber que o angulo de declinação sendo occidental, o norte verdadeiro está para Leste do magnetico segundo um angulo que varia de anno para anno.

Collocação da prancheta em estação.

A prancheta diz-se collocada em estação:

1.º Quando está nivellada;

2.º Quando ponto da planta e do terreno estão na mesma vertical;

3.º Quando está orientada.

Para collocarmos a prancheta em estação n'um determinado ponto do terreno, cuja projecção não existe na carta, havendo, comtudo, as projecções de 3 pontos em torno visiveis do ponto onde desejamos fazer estação, entre outros processos poderemos empregar o seguinte, denominado:

Methodo do papel transparente. Este methodo é muito simples. Consiste no seguinte: Collocada a prancheta em estação em *M*, estende se sobre ella uma folha de papel transparente, que se fixa com pregos, depois, por um ponto qualquer *m'* tomado sobre esta folha, visam-se successivamente os pontos *A*, *B* e *C* e traçam-se seguindo a linha de fé as direcções correspondentes *m' a'*, *m' b'* e *m' c'* (fig.ª 51).

Tirando então a folha de papel faz-se escorregar sobre a prancheta até que aquelas trez direcções passem ao mesmo tempo pelos pontos *a*, *b* e *c*. Quando isto succeder, marca-se com uma agulha fina o ponto de intersecção das trez linhas, e obtem-se assim a projecção procurada *m* na planta.

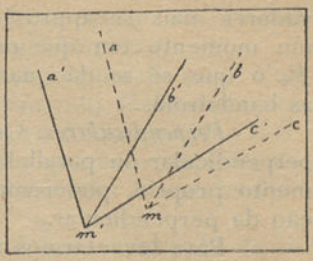


Fig.ª 51

E' conveniente, depois de obtida a projecção do ponto na prancheta, verificar a posição d'esse ponto, collocando a linha de fé da alidade successivamente em cada uma das direcções *m a*, *m b* e *m c*, e observandose os pontos *A*, *B* e *C* do terreno se encontram effectivamente nos respectivos planos de pontaria.

EXERCICIOS--ALINHAMENTOS

Marcar um alinhamento consiste, como já dissemos, em determinar no terreno o vestigio do plano vertical que passa por dois pontos dados.

Dois casos se podem dar no traçado d'um alinhamento.

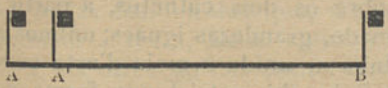


Fig.ª 52

1.º Caso. Quando as extremidades da linha são accessiveis e visiveis uma da outra. Um observador colloca-se em *A* (fig.ª 52), um ajudante suspendendo com o braço estendido, uma bandeirola, segura pela parte superior, situa-se entre *A* e *B*, valtado para o primeiro, depois, obdecendo aos signaes que elle lhe fizer desloca-se a passo lateral até que o observador vendo a bandeirola na direcção *A B*, lhe faz signal para a cravar no solo.

2.º Caso. Quando os extremos da linha não são accessiveis nem visiveis um do outro.

Fig.ª 53

Dois observadores *a b* (fig.ª 53) voltados um para o outro, situam-se em uma direcção qualquer, *A B* por exemplo. Depois *b* faz signal a *a* para se collocar na direcção *b A*; em seguida *a* faz deslocar *b* e manda-o para *b'* no momento em que estiver na direcção *a B*. Depois *b'* faz situar o outro no ponto *a'* e assim successivamente. E' claro que á proporção que a operação progride, os dois obser-

vadores mais se approximam da linha em questão, até que chega um momento em que os dois estão no mesmo alinhamento de *A B*, o que só se dá quando estão na direcção *CA B*, onde cravam as bandeirolas.

Perpendiculares. Quando tenhamos de traçar um alinhamento perpendicular ou parallelo a outro e não dispozermos de um instrumento proprio, poderemos, mesmo com a cadeia, indicar a direcção da perpendicular.

Para levantarmos uma perpendicular, *B C*, ao alinhamento *A B* no extremo *B*, empregando a cadeia de 10 metros, medimos de *B* para *A* (fig. 54), um comprimento igual a 3 metros, *B D*, e, fixando um dos extremos da cadeia um *D* e o annel, correspondente ao 9.º metro em *B*, puchamos a cadeia pelo anel correspondente ao 5.º metro determinando o ponto *E*, e assim temos formado um triangulo rectangulo ($5^2 = 3^2 + 4^2$)

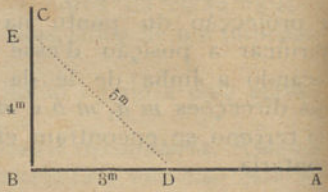


Fig. 54

Construcção de angulos —

Angulos de 45.º. Para traçar um angulo de 45.º sobre um alinhamento, procedemos da seguinte forma:

Depois de construirmos um triangulo rectangulo pelo processo antecedente, marcamos sobre os dois cathetos, a partir do vertice do angulo por elles formado, grandezas iguaes; unimos aos pontos assim obtidos por uma linha e, unido o meio d'esta com o vertice referido obteremos uma linha (bissectriz) que forma com qualquer dos cathetos um angulo de 45.º

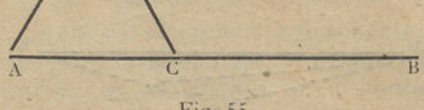


Fig. 55

Angulos de 60.ª — Para construirmos sobre um alinhamento um angulo de 60.º, servindo nos da cadeia de 10,m marcamos a partir do ponto *A* (fig.ª 55) uma grandeza *A C* igual a 5 metros; em seguida fixamos um dos extremos da cadeia no ponto *A* e o outro extremo no ponto *C*; depois puchamos a cadeia pelo 5.º metro e obtemos o ponto *D*, tendo assim construido um triangulo equilatero em que, como sabemos cada um dos seus angulos internos tem 60.º

Angulos de 30.º — Para obtermos um angulo de 30.º, depois de construirmos um triangulo equilatero pelo processo antecedente dividiremos ao meio o lado opposto ao angulo cujo vertice coincide com o ponto em que desejamos construir o angulo, unimos este

ponto com o meio d'aquelle lado e a linha assim obtida (bissectriz) formará um angulo de 30.º com o alinhamento.

Angulos de 120.º — Para obtermos um angulo de 120.º n'um determinado ponto *C* (fig.ª 55) d'um alinhamento *C B*, começaremos por construir a partir d'esse ponto *C* e em sentido opposto a *C B* o triangulo equilatero *A D C*, e, assim obtemos como suplementar do angulo *A D C* (60.º) o angulo *D C B* cujo valor é o pretendido.

Esquadro do agrimensor.

Na agrimensura [1] emprega-se muito, para o traçado de alinhamentos e perpendiculares um instrumento conhecido por *esquadro do agrimensor* fig.ª 56.

Este instrumento é metalico e tem a forma cylindrica ou prismatica com eixo de figura vertical.

Segundo dois diametros perpendiculares determinando duas direcções que se cortam em angulo recto ha uma disposição de fendas e janellas semelhante á da alidade de pinulas. Apoia-se n'um pé ou bastão com a extremidade inferior de ferro que serve para se cravar verticalmente no solo.

Fig. 56

Traçado de perpendiculares e parallelas:

1.º Tirar uma perpendicular n'um ponto dado sobre uma recta *A B* (fig. 57).

Estaciona-se o esquadro no ponto *C*, gira se com elle até que o alinhamento de duas das fendas coincida com o das bandeirolas que, d'uma e outra parte, determinam a recta, faz-se collocar depois uma bandeirola *D* na direcção das outras duas fendas.

Esta bandeirola com o ponto dado *C* determina a perpendicular.

2.º Baixar de um ponto dado *D*, exterior a uma recta *A B*, uma perpendicular a essa recta (fig. 57).

O operador colloca o esquadro na linha *A B*, e no ponto em que presume que irá dar a prependicular.

Se elle vê a bandeirola *D* á direita da direcção perpendicular a *A B*, avança com o esquadro, por tentativas para o lado de *B* até que a veja n'aquella direcção.

O ponto *C*, correspondente á posição do esquadro, será o pé da perpendicular.

E' preciso um certo habito para determinar rapidamente este ponto.

3.º Tirar por um ponto dado *P* uma recta parallela a uma direcção accessivel *M N* (fig. 58).

---

(1) Agrimensura é a arte de medir as terras.

Baixa-se do ponto P uma perpendicular a $M\ N$, e depois do mesmo ponto uma nova perpendicular a esta. A linha $P\ R$ é a parallela pedida.

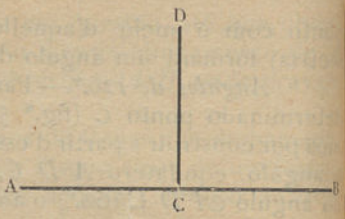


Fig. 57

Prolongamento de alinhamentos para alem de obstaculas:

1.º Caso. Sejam A e B (fig. 59) dois pontos de uma porção de recta já traçada que se pretende prolongar para alem do obstaculo O, em torno do qual se pode caminhar. Em A e B levantam-se perpendiculares arbitrarias, mas iguaes. Sobre A' B' escolhem-se dois pontos C' e D' pelos quaes se levantam perpendiculares a esta linha e iguaes ás primeiras. Será $C\ D$ o prolongamento de $A\ B$. Para obtermos o comprimento do alinhamento $A\ D$, bastará medir $A'\ D'$.

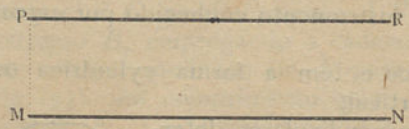


Fig. 58

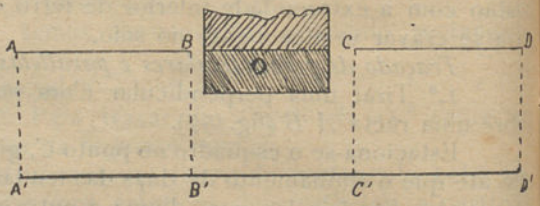


Fig. 59

2.º Caso. Traçamos um alinhamento auxiliar $A\ x$ (fig. 60). N'este alinhamento levantamos a perpendicular $B\ C$, e temos assim construido o triangulo rectangulo $B\ A\ C$; marcamos depois um ponto D, tal, que uma prependicular ao alinhamento $A\ x$ n'este ponto não vá encontrar o obstaculo Z.

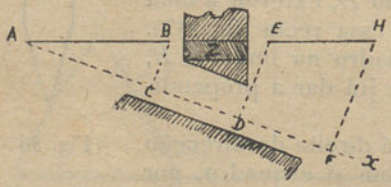


Fig.ª 60

Estabelecendo em seguida a proporção $\frac{A\ C}{A\ D} = \frac{B\ C}{x}$ e tirando o valor de $x = \frac{B\ C \times A D}{A\ C}$ obtemos o catheto $D\ E$ (que designamos por x) de um novo triangulo rectangulo, semelhante ao primeiro, e correspondente a $B\ C$.

Feito isto marcamos no alinhamento $A\ x$ um ponto F e, estabelecendo uma nova proporção $\frac{A\ D}{A\ F} = \frac{D\ E}{x}$ encontraremos a perpendicular $F\ H$; unindo em seguida os extremos das perpendiculares $D\ E$ e $F\ H$, assim obtidas, por meio da recta $E\ H$; te-

remos o prolongamento do alinhamento *A D*, desejado. Para obtermos o comprimento do alinhamento não teremos mais do que calcular o valor de *A H* (hypothenusa do triangulo rectangulo *H A F*).

METHODOS DE LEVANTAMENTOS: DAS INTERSECÇÕES; DOS RECORTES; DE CAMINHAR E MEDIR

Na execução da planimetria podemos empregar varios methodos na determinação de pontos na prancheta. (1) Esses methodos consistem, em geral, na determinação de um vertice de um triangulo sendo dados os pontos em que se acham situados os outros dois.

Methodo das intersecções — Este methodo emprega se quando na prancheta ha a projecção de dois pontos accessiveis (base) e se pretende determinar a de um terceiro inaccessivel ou onde não convenha estacionar. Sejam *A* e *B* (fig. 61) os dois pontos dados, e *a* e *b* as suas projecções; *P* o ponto que se pretende determinar. Estaciona se a prancheta em *A*, nivella-se, orienta-se e faz-se corresponder o ponto *a* na vertical *A*. Crava-se-lhe a agulha com cabeça de lacre. Encosta-se-lhe depois a linha de fé da alidade e visa-se *B*, ficando portanto *a b* na vertical de *A B*. Depois enfia-se *P* o que determina a direcção indefinida *a p*.

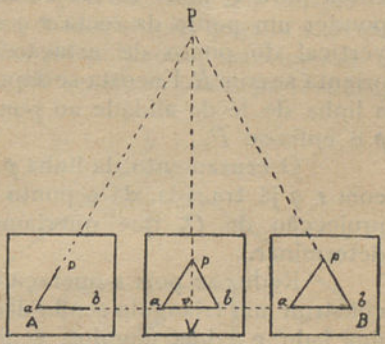


Fig. 61

Transporta-se depois a prancheta para *B*; faz-se corresponder *B* na vertical de *b*; nivella-se e orienta-se com *a*; isto é, de novo se situa *a b* na vertical de *A B*. Encosta-se depois a alidade á agulha cravada em *b* e enfia-se *P*, o que, igualmente, determina a direcção indefinida de *b p* que corta a primeira no ponto *p* projecção procurada.

Se a base *a b* ainda não estivesse projectada na planta, a primeira cousa a fazer era medil-a e traçal-a na prancheta.

Este methodo reduz-se, como se vê, á construcção de um triangulo, quando se conhece um lado e os dois angulos adjacentes. Denomina-se das *intersecções* por os pontos serem determinados pelo cruzamento ou intersecção de dois raios visuaes.

Alem do ponto *P*, poderiamos por igual processo determinar

(1) Nas figuras representamos os pontos do terreno por letras maiusculas e os pontos correspondentes na prancheta por letras minusculas.

na prancheta a posição d'outros pontos, fazendo um giro de horisonte tanto em *A* como em *B*, resolvendo se assim o problema geral de ligar dois pontos accessiveis a quaesquer outros que podem ser inaccessiveis.

Methodo dos recortes — Emprega-se quando são conhecidas as projecções de dois pontos, um dos quaes é inaccessivel, e se pretende determinar a projecção de um terceiro ponto accessivel.

Seja *R P* (fig. 62) a base dada, sendo *P* inaccessivel e *Q* o ponto que se pretende determinar. Estaciona-se a prancheta em *R*; orienta-se com *P* e visa-se *Q*, o que determina a direcção *r q*, e por consequencia o angulo *p r q*.

Transporta-se depois a prancheta para *Q* onde se faz corresponder um ponto da recta *r q* na vertical do ponto de estação, e orienta se com *R*. Encosta-se depois a linha de fé da alidade ao ponto *p* e enfia-se *P*.

O cruzamento da linha *p q*, com *r q* já traçada, dá o ponto *q*, projecção de *Q*, que queriamos determinar.

Reduz-se pois a operação a construir um triangulo sendo dado um lado e dois angulos, sendo um oposto.

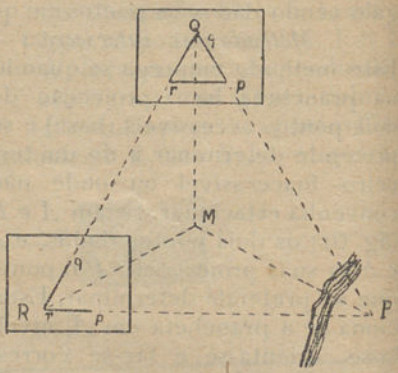


Fig.ª 62

Methodo de caminhar e medir —

Seja *A B C D E* (fig.ª 63) o polygono que se pretende levantar.

Estaciona-se a prancheta no ponto *A*, nivella-se, orienta-se, projecta-se *A* em *a* visa-se *B* e traça-se a direcção indefenida *a m*.

Mede-se em seguida *A B*, que se applica, reduzida á escala, sobre *a m*, ficando assim determinado o ponto *b* projecção de *B*.

Transporta-se depois a prancheta para *B*, faz-se corresponder *b* na vertical de *B*, orienta se com *A* e enfia-se *C*, o que nos dá a direcção indefinida *b n*, na qual se applica, reduzida á escala, a distancia *B C*,

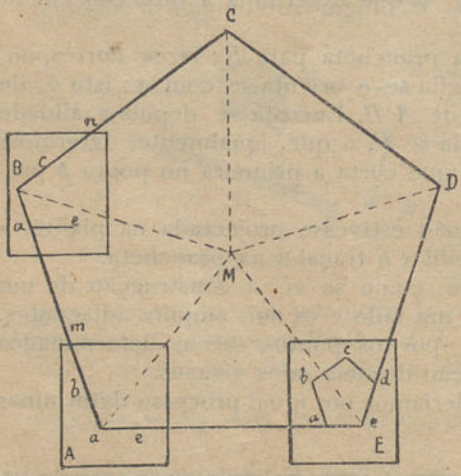


Fig.ª 63

ficando, pois, determinado o ponto *c*, projecção de *C*. Transporta-se depois a prancheta para *C* onde se repetem operações analogas ás praticadas em *A* e *B*; e assim nos outros pontos.

Se o levantamento fôr bem executado, quando no ponto *B* (o ultimo) dirigirmos a alidade para *A* (o de partida) deve a linha de passar por *a;* e, alem d'isso, deve *a e*, em unidades da escala, ser igual a *A E* do terreno.

Consiste este methodo em percorrer o terreno levantando ao mesmo tempo a planta; para o que se medem successivamente os angulos e os lados.

Emprega-se este methodo no levantamento dos terrenos cobertos.

Modo de levantar um polygono fazendo uma só estação — Quando o terreno é descoberto e por consequencia, quando visiveis todos os pontos vertices dos angulos do polygono, estaciona-se a prancheta no centro do polygono e ahi se visam todos os vertices, e se traçam as direcções respectivas.

Depois medem-se as distancias do centro de estação aos vertices observados; só resta unir os pontos assim determinados com rectas ou curvas, conforme as linhas do terreno. A (fig. 64) indica o processo a seguir.

Egualmente se pode estacionar a prancheta em um dos vertices do qual se enfiem dos outros. Depois medem-se as distancias que os separam do ponto de estação, as quaes sendo reduzidas á escala e applicadas sobre as direcções respectivas, determinam as projecções dos vertices. Este methodo é conhecido pelo *methodo de irradiação*.

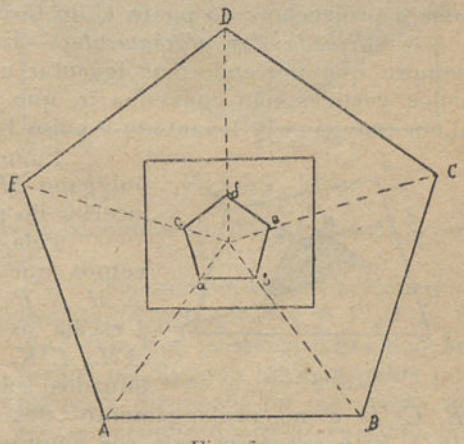


Fig.ª 64

METHODO: DAS ESTAÇÕES ALTERNADAS, DOS ALINHAMENTOS, DAS PERPENDICULARES E DO LEVANTAMENTO AO METRO

Methodo das estações alteradas — Este methodo differe apenas do methodo de caminhar e medir em fazermos estação em vertices alternadas do polygono a levantar, o que abrevia muito o trabalho.

Supponhamos (fig.ª 65) os pontos *A B C* do polygono a levantar.

Este methodo pode ainda empregar-se com vantagem quando do ponto *A* (1.ª estação) se não avistar o ponto *C* e que por qualquer circunstancia não seja possivel estacionar em *B* (terreno alagado, etc.)

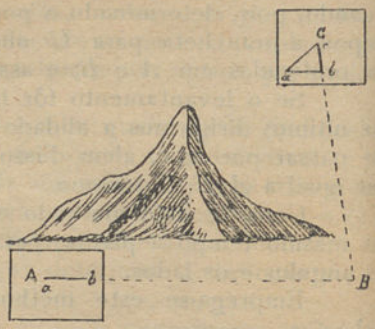


Fig.ª 65

Estacionamos em *CA*, visamos *B*, mediamos e reduzimos á escala a linha *CA B*; em seguida transportamos a prancheta para *C*, orientamol-a, collocamos a agulha no ponto *b*, encostamos-lhe a alidade e visamos *B*, traçando uma linha n'essa direcção; medimos *C B*, reduzimos á escala e marcamos a distancia obtida a partir do ponto *b*; e assim obtemos a projecção *c* do ponto *C* do terreno.

Methodo dos alinhamentos — Este methodo tem applicação sempre que pertendermos levantar um polygno inaccessivel ou a cujos vertices não convenha ir, que esteja comprehendido dentro d'um polygano já levantado e cujos lados possamos percorrer.

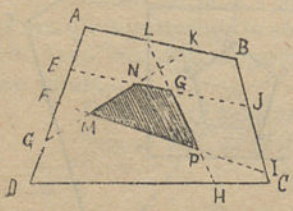


Fig.ª 66

Supponhamos que pertendemos o polygano *M N P Q* (fig.ª 66) situado no interior do polygano *A B C D*.

Pela simples inspecção da figura vemos que para determinar o polygono — *M N P Q* — bastará medir e reduzir á escala as distancias *D G*, *G*, *E*, *F E*, *A L*, *L K*, etc., que separam os pontos situados sobre os lados do polygono *A B C D* e no prolongamento dos lados do polygono *M N P Q*. Este processo pode ser empregado com vantagem no levantamento de obras de fortificação das quaes não possamos approximar-nos.

Methodo das perpendiculares — Podemos tambem levantar o contorno de uma superficie por meio de perpendiculares empregando o esquadro do agrimensôr, especialmente quando se pretende determinar a area d'essa superficie.

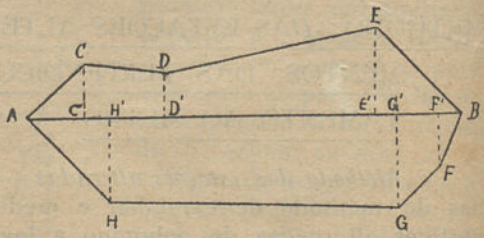


Fig.ª 67

1.º *Quando o polygono fôr accessivel pelo interior*

Traçamos um ali-

nhamento *A B* (fi.ª 67) que convem seja na maior extensão do polygono; em seguida traçamos perpendiculares que, medidas, delinem o poligono. Temos assim o polygono decomposto n'um certo numero de triangulos e trapezios cuja area é fucil calcular.

2.º *Quando o polygono fôr inaccessivel pelo interior e a vista seja interceptada.*

Envolve-se este poligono por um rectangulo *M N P Q* (fig.ª 68) cujos lados se medem.

Dos vertices do polygono baixam-se perpendiculares *B B'*, *C C'*, etc., sobre os lados do rectangulo e medem-se os seus comprimentos.

Forma-se assim uma serie de triangulos e trapezios cujas areas facilmente calculamos.

Em seguida subtrahimos da area do rectangulo *M N P Q* a somma das areas dos differentes triagulos e trapezios e assim obtemos a area da superficie procurada.

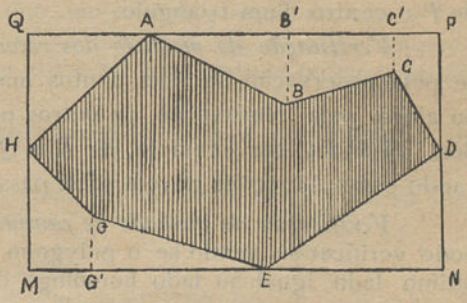


Fig.ª 68

Methodo do levantamento ao metro — Este methodo consiste na construcção de triangulos similhantes sendo dados os comprimentos dos trez lados.

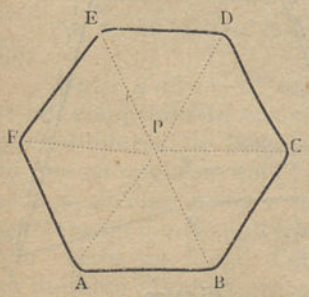


Fig.ª 69

Supponhamos que pertendemos levantar o polygono *A B C D E F* (fig.ª 69. Em primeiro logar decompomos o polygono em triangulos por meio de diagonaes ou por meio de rectas partindo dos vertices e concorrendo no ponto interior *P*. Em seguida, por meio da cadeia ou da fita metrica medimos todos os lados dos triangulos formados.

Este processo, se bem que seja susceptivel d'uma grande precisão tem o inconveniente de ser pouco rapido.

VERIFICAÇÃO DO METHODO DAS INTERSECÇÕES; DOS RECORTES, E DE CAMINHAR E MEDIR

Verificação do methodo das intersecções — Pode succeder que as linhas que determinaram, pela sua intersecção, a posição d'um

ponto, não fiquem traçados com rigôr devido a erros de pontaria e a outras causas.

Podemos verificar a exactidão do desenho do seguinte modo: Fazemos estação num ponto situado entre *A* e *B* (fig. 61), a distancia conhecida d'estes dois pontos, no ponto *V* por exemplo. Collocada a agulha no ponto *v* e encostando-lhe a alidade visamos o ponto *P*. *O* traço feito segundo a linha de fé da alidade n'aquella direcção deve passar pelo ponto *p*.

Quando assim não succeda, ou recomeçamos a operação do levantamento ou, no caso do triangulo, formado pelas trez pontarias de *A B V*, ser muito pequeno, poderemos tomar como projecção de *P* o centro d'um triangulo.

Verificação do methodo dos recortes.—Este methodo verifica-se pela observação de dois pontos marcados na planta como base ou ainda pela observação de outros pontos tambem já determinados. Visando, por exemplo, de *R* e *Q*, o ponto *M* (fig.ª 62) e traçando essas direcções devem ellas passar por esse ponto.

Verificação do methodo de caminhar e medir — Este methodo pode verificar-se vendo se o polygono fecha exactamente, sendo o ultimo lado igual ao lado homologo do terreno reduzido á escala.

Quando não tivermos feito a verificação de um polygono pelo methodo de caminhar e medir e, ao desenhal-o na prancheta notarmos que o polygono não fecha, se o erro fôr consideravel, recomeçaremos o levantamento, se não fôr, dividiremos o erro por todos os lados, mudando a posição das estações já determinadas proporcionalmente ao seu afastamento do ponto de partida.

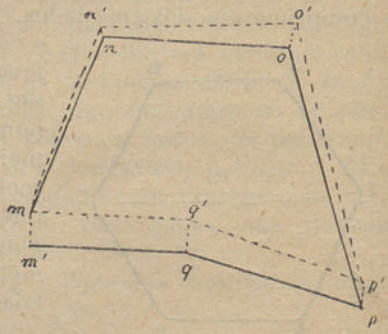


Fig.ª 70

Assim, se partindo do ponto *m* (fig. 70) em logar de attingirmos esse ponto cuja projecção está rigorosamente determinada, attingirmos o ponto *m'* o erro *m m'* será dividido da maneira seguinte: Divide-se a linha *m m'* em um numero de partes igual ao numero dos lados já determinados; depois fazendo passar parallelas á linha *m m'* pelos pontos da estação intermedios e, para o caso da figura, marcariamos a partir dos pontos *n'*, *o'*, *p'*, *q'*, sobre as parallelas, respectivamente 1, 2, 3, 4 divisões iguaes a uma das cinco em que se dividiu a linha *m m'*, e assim aquelles pontos seriam mudados para *n'*, *o'*, *p'*, *q'*, ficando d'este modo o erro *m m'*, dividide porporcionalmente por todos os lados do polygono.

ARTE DE NIVELLAR

A arte de nivelar, consiste em determinar a altura relativa dos pontos do solo em relação a uma superficie de nivel.

Para determinar-mos a differença de nivel entre dois pontos, podemos fazel-o *directamente* ou *indirectamente*.

No 1.º processo, empregam-se instrumentos que dão uma linha de pontaria horisontal, por meio da qual determinamos a distancia vertical entre dois pontos; este processo é designado pelo nome de *nivellamento directo ou continuo*.

No 2.º processo a differença de nivel determina-se conhecendo o angulo que a linha que une os dois pontos, faz com o horisonte, e a projecção horisontal da distancia que separa esses pontos. A este processo dá se o nome de *nivellamento indirecto ou topographico*.

Na execução d'um nivellamento directo empregam-se os *niveis* e as *miras*.

Na execução d'um nivellamento indirecto empregam-se instrumentos denominados *éclimetros*.

MIRAS

Miras são reguas graduadas de determinadas dimensões que se collocam verticalmente no ponto de que se pretende obter a differença de nivel.

Ha duas especies de miras: de *alvo* e *fallantes*.

As miras d'alvo podem ser simples e compostas ou de corrediça.

Miras d'alvo — A mira d'alvo simples consiste n'uma regua com um comprimento ordinariamente pouco superior a 2^m e com 3 a 4 centimetros de largura, tendo na parte inferior um talão de ferro que se apoia no solo; a este talão está fixo um pedal sobre o qual o porta mira apoia o pé para manter a mira verticalmente. A regua tem na parte posterior uma graduação em centimetros, podendo correr ao longo d'ella o alvo que consiste n'uma placa de folha de ferro dividida em 4 rectangulos iguaes, pintados alternadamente de branco e de encarnado. A linha horisontal que divide a placa chama-se linha de fé do alvo; a placa está fixa a um cursor de metal que corre ao longo da regua e tem umas vezes um indice que marca a leitura feita, outras vezes uma pequena escala de um centimetro dividida em millimetros que permitte a leitura com a approximação até millimetros; um parafuso de pressão faz parar o cursor na altura que se quizer; com esta mira o alvo não se eleva e mais de 2 metros acima do solo, não permittindo por isso, avaliar directamente differenças de nivel superiores a 2 metros.

Mira composta ou de corrediça. Esta mira compõe-se de duas reguas de comprimento pouco superior a 2 metros que encaixam uma na outra por lingueta e ranhura.

A regua anterior com alvo na extremidade superior escorrega sobre a regua posterior como n'uma corrediça podendo elevar-se a linha de fé do alvo até á altura de 4 metros.

A regua posterior é graduada em centimetros.

Em cada um dos extremos da regua anterior ha dois cursores com indice.

Quando esta mira funcciona de mira simples o cursor superior, ao qual está ligado o alvo, correndo ao longo das duas reguas sobrepostas, indica-nos as leituras das differentes differenças de nivel inferiores a 2 metros. O cursor inferior indica-nos as differenças de nivel superiores a 2 metros lidos na mesma escala.

Miras fallantes. Nos nivellamentos precisos, de grande alcance, as miras d'alvo são substituidas com vantagem pelas miras fallantes, pois permittem ao observador fazer elle mesmo as leituras.

As miras fallantes compõem-se de 2 reguas de madeira de 9 a 11 centimetros de largura e com um comprimento ordinariamente de 2 metros cada uma. Estas duas reguas podem correr ou dobrar-se uma sobre a outra; estão divididas longitudinalmente n'uma das faces, em trez columnas, 2 d'estas indicam os centimetros por meio de pequenos rectangulos pintados alternadamente de branco e preto ou vermelho.

Na 3.ª columna está indicada a numeração em decimetros e em metros por meio de algarismos. Os algarismos que designam metros são em geral pintados de côr diversa. Os algarismos que indicam decimetros têm um signal convencional, que indica se elles são contados no 1.º, 2.º, 3.º ou 4.º metro.

Os numeros estão invertidos para poderem ser lidos na sua posição natural pelo oculo astronomico, que, como se sabe, nos apresenta as imagens invertidas.

NIVEIS

Os niveis são instrumentos por meio dos quaes podemos determinar uma linha de pontaria horisontal.

Ha varias especies de niveis: niveis d'agua, niveis de perpendiculo, niveis de bolha d'ar, já descripto atraz, e ainda estes ultimos ligados a oculos constituindo os niveis d'oculo.

Nivel d'agua — Consta (fig. 71) de um tubo metalico de 1 metro a 1,^{m}5 de comprimento, e de 2 a 3 centimetros de diametro, recurvado em angulo recto nas suas extremidades, em que entram dois tubos cylindricos de vidro do mesmo calibre.

Todo o systema está ligado a um tripé por meio d'uma virola e um parafuso. Os tubos de vidro podem ser munidos de uns anneis negros, susceptiveis de se moverem ao longo dos tubos, pelos quaes se faz a pontaria.

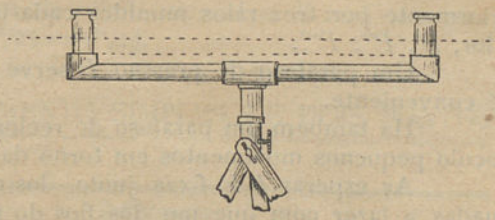


Fig. 71

O modo do empregar este instrumento é o seguinte: Estaciona-se o nivel proximamente horisontal, no ponto onde queremos fazer as observações, deita-se agua por um dos tubos até que chegue proximamente a $^2/_3$ da altura dos tubos.

Como as superficies dos liquidos em vasos communicantes estão á mesma altura, uma tangente a essas superficies, será uma linha horisontal ou de nivel.

O observador colloca-se pouco mais ou menos, a metro e meio do instrumento e dirige um raio visual, tangencialmente ás superficies do liquido, para uma mira collocada bem verticalmente no ponto de que se quer conhecer a cota. O raio visual é dirigido á linha de fé do alvo da mira, para o que o porta-mira, attento aos signaes do observador o desloca convenientemente.

O nivel d'agua não carece de verificação alguma e está calculado que não deve empregar-se para distancias superiores a 50 vezes o comprimento do tubo.

Nivel d'oculo. Nos nivellamentos directos o nivel de bolha d'ar emprega-se ligado ao oculo.

Ha varias especies de niveis; nós descreveremos apenas o nivel d'Egault por ser um dos mais empregados.

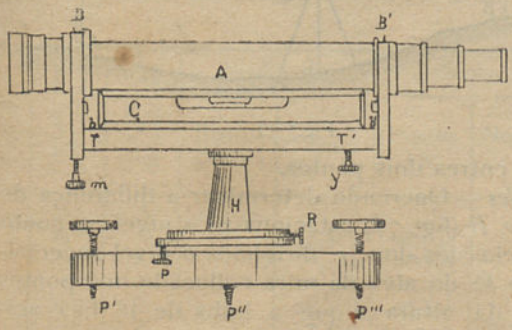


Fig. 72

Nivel d'Egault — Na figura 72, *A* é um oculo astronomico ordinario, *C* um nivel de bolha d'ar ligado á travessa onde ha uma bussola. Nas extremidades das travessas levantam-se dois *montantes* com munhoneiras *B* e *B'* onde assentam os munhões do oculo formados por anneis metalicos. A haste *H* do instrumento, em torno do qual gira todo o systema, termina infe-

riormente por trez raios munidos cada um de um parafuso nivelador, P', P'', P'''.

Um parafuso de pressão P serve para fixar o oculo quando é conveniente.

Ha tambem um parafuso de reclome R que permitte dar ao oculo pequenos movimentos em torno da haste, depois de fixo.

As esperas b b' fixas junto dos anneis do oculo, são destinadas a fazer com que um dos fios do recticulo se conserve horisontal, quando em contacto com 2 parafusos de encontro que existem na parte exterior dos montantes.

Por ser impossivel, muitas vezes, collocar o nivel a iguaes distancias de dois pontos de estação, e mesmo por poder, apesar de todos os cuidados, estar o oculo em plano não horisontal, Egault apresentou o seguinte methodo de correcção: Consiste em colocar o instrumento proximamente horisontal, e em fazer 4 leituras na mira, correspondentes a 4 posições differentes do fio horisontal. A primeira nivellada é feita em uma posição qualquer do oculo; a segunda obtem se fazendo descrever ao oculo uma meia revolução em torno do seu eixo de figura. Depois faz-se girar o instrumento 180.º em torno da haste e volta-se a objectiva para a mira e faz-se a terceira leitura.

Finalmente a 4.ª leitura consegue-se, fazendo descrever ao oculo uma segunde meia revolução em torno do seu eixo de figura. A soma das 4 nivelladas sendo dividida por 4, dá a cota verdadeira do ponto observado, que fica livre do erro de descentralisação do oculo e da inclinação do seu eixo sobre o horisonte.

NIVELLAMENTOS: SIMPLES E COMPOSTO

Os nivellamentos directos podem ser *simples* e *compostos*, conforme é preciso fazer uma ou mais estações para se determinar a differença de nivel entres dois pontos.

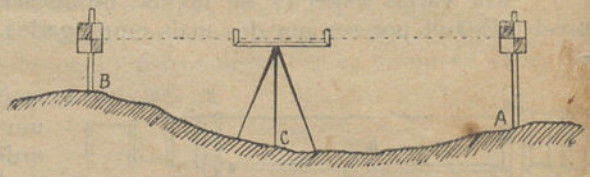


Fig.ª 73

Nivellamento simples — Querendo determinar a differença de nivel entre os pontos A e B (fig 73) estaciona-se o nivel no ponto C, proximamente ao meio dos dois, e dirigimos o nivel successivamente para a linha de fé do alvo da mira collocado nos pontos A e B, tomando nota da altura a que a linha de fé fica acima do solo.

A differença das cotas dos dois pontos é a differença de nivel entre elles. Assim, se, por exemplo, a leitura em A fôr de $3^m,50$, a

em B de $2^m,25$ a differença de nivel entre A e B será expressa pela quantidade $3^m,50 - 2^m,25 = 1^m,25$.

REGISTO DO NIVELLAMENTO SIMPLES DE DOIS PONTOS

Estações	Distancias horisontaes	Pontos nivellados	Nivelladas		Differenças		Cotas calculadas	Obs.
			Recta-guarda	Frente	Positivas	Negativas		
1	50^m	A	3^m 50		$1^m,25$		100,000	
		B		$2^m,25$			101,250	

Nivellamento por irradiação — Se tivermos de fazer um nivellamento de muitos pontos A, B, C, D, E, F, G (fig. 74), e que elles estejam dispostos de modo que se possa encontrar para o nivel uma estação N, sensivelmente equidistante de cada um d'esses pontos, procede-se pelo methodo de *irradiação*. Faz-se collocar uma mira successivamente em cada um dos pontos, lêem-se as acturas correspondentes, e calculam-se as differenças entre as alturas obtidas.

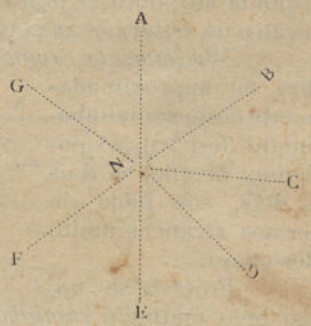


Fig. 74

REGISTO DO NIVELAMENTO SIMPLES POR IRRADIAÇÃO

Estações	Distancias horisontaes	Pontos nivellados	Nivelladas		Differenças		Cotas calculadas	Obs.
			Recta-guarda	Frente	Positivas	Negativas		
	35^m	A	$1^m,625$				100,000	
	34^m	B		$1^m,582$	$0^m,043$		100,043	
1	36^m	C		$1^m,434$	$0^m,191$		100,191	
	33^m	D		$1^m,958$	$0^m,267$		100,267	
	37^m	E		$1^m,278$	$0^m,347$		100,347	
	32^m	F		$1^m,870$		$0,^m245$	99,755	
	36^m	G		$1^m,750$		$0,^m125$	99,875	

Nem sempre é possivel achar para o nivel uma estação naquellas condições; a operação faz-se então por duas ou mais vezes. Por exemplo, depois de ter nivellado os pontos *A*, *B*, *C*, *D* (fig. 75) na posição *N* do nivel, transporta-se este instrumento para *N*, que esteja sensivelmente a igual distancia dos pontos *E*, *F* e de um dos outros pontos, como *D*, procedentemente nivellado na primeira operação. Em seguida faz-se a differença das alturas lidas na mira em *E* e em *F* com a altura lida na mira em *D* e junta-se-lhe esta differença á cota attribuida ao ponto *D* na primeira operação para obtermos as cotas de *E* e *F*.

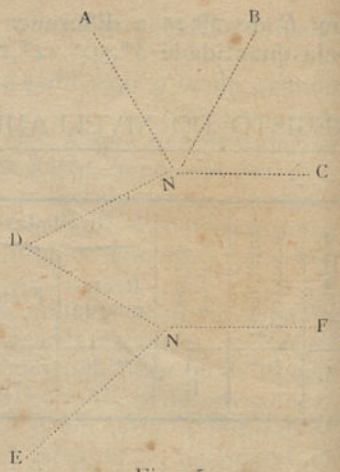


Fig. 75

Nivellamento caminhando — Quando os pontos estão alinhados, ou approximadamente no mesmo alinhamento (fig. 76), só podemos nivellal-os dois a dois, sob pena de termos alcances muito desiguaes.

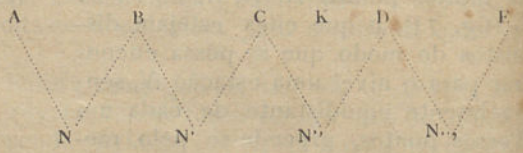


Fig. 76

Procede se então pelo methodo *caminhando*, tomando primeiro, com o nivel em *N*, a differença de nivel entre os dois pontos *A* e *B*, deslocando depois o instrumento paratomar a differença de nivel entre *B* e *C*, e assim successivamente. Fazemos, pois, uma estação especial entre cada dois pontos consecutivos.

Um observador que partisse da origem *A* e caminhasse na direcção geral do nivellamento, teria quando chegasse a um ponto *K*, deixado atraz de si os pontos *A*, *B* e *C*, e encontraria a diante os pontos *D*, *E* e seguintes. Quando o nivel tiver sido collocado em *N''*, para nivellar os dois pontos *C* e *D* a pontaria para *C* fica á rectaguarda em relação ao observador ambulante, e a pontaria para *D* fica á frente. O golpe de nivel dado para *C* chama-se *golpe ou leitura á rectaguarda* e para o ponto *D* *golpe ou leitura á frente*.

Esta definição não satisfaz, pois não é applicavel quando os pontos estão disseminados e se procede por *irradiação*, por isso transforma-se a difinição, e torna-se mais precisa, dizendo que *golpe á rectaguarda é aquelle que se faz para o ponto de partida ou para um ponto nivellado n'uma operação procedente, e golpe á frente, o que se faz para um ponto cuja cota não foi ainda determinada.*

Qualquer que seja o numero de pontos nivellados da mesma

estação, nunca ha mais do que *um* para o qual se faz um golpe á rectaguarda; todos os demais têem golpe á frente.

Nos nivellamentos caminhando acontece, excepcionalmente, que da mesma estação se dão dois golpes á frente, quando dois pontos estão sufficientemente proximos para que a differença das suas distancias ao nivel se possa desprezar.

Assim, no caso da figura 77 daremos um golpe á rectaguarda para A e dois a frente, um para *B* e outro para C.

E' conveniente para a symetria dos calculos e para evitar qualquer confusão, considerar dupla a operação feita sobre o ponto intermedio *B*.

A leitura obtida n'esse ponto conta se ao mesmo tempo como golpe á frente em relação a *A*, e como golpe á rectaguarda em relação a *C*; inscreve-se duas vezes no logar conveniente, em cada uma das duas columnas reservadas para os golpes á frente e á rectaguarda no registo do nivellamento.

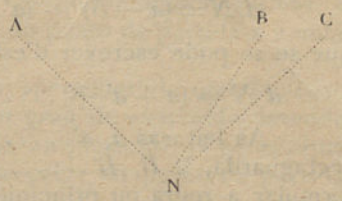


Fig. 77

Exemplo:

Estações	Distancias horisontaes	Pontos nivellados	Nivelladas		Differenças		Cotas calculadas	Obs.
			Recta-guarda	Frente	Positivas	Negativas		
		A	1m,325				100m,000	
1	34m	B		1m,382		0m,057	99m,943	
		B	1m,382				99m,943	
		C		1m,497		0m,115	99m,885	

Nivellamento composto — Quando, no methodo caminhando, temos apenas em vista determinar a differença de nivel de dois pontos extremos, e que recorremos a pontos intermedios unicamente por que a distancia dos extremos é muito grande ou a sua differença de nivel muito consideravel diz-se que o *nivellamento é composto.*

Formulas do nivellamento directo — No nivellamento composto collocamos o nivel n'um primeiro ponto *1* (fig. 78), e fazemos uma nivellada sobre *A* e outra sobre *C*, escolhida a

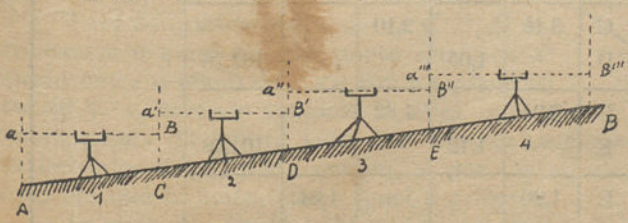


Fig. 77

uma distancia conveniente de A; lêem-se assim na mira as duas alturas a e B

Estacionando em seguida em 2, e fazendo duas nivelladas para C e D, teremos duas novas alturas a' B', e continuaremos assim até chegarmos ao ponto B. E' evidente que a differença de nivel entre os dois pontos A e B, será:

$$d\,N = (a - B) + (a' - B') + \ldots \ldots (a''' - B'''$$

que se se pode escrever d'este modo:

$$d\,N = (a + a' + \ldots\ldots a'') - (B + B' + \ldots\ldots B''')$$

As leituras a, a'....., são como iá dissemos, as leituras á rectaguarda, e B, B'....., as leituras á frente, e podemos, pois, formular a regra ou principio seguinte: a differença de nivel entre dois pontos, obtida por uma serie de nivellamentos simples, é igual á somma das leituras á retaguarda diminuida da somma das leituras á frente. As differenças de nivel são positivas quando as leituras á rectaguarda são maiores que as leituras á frente e negativas no caso contrario.

No 1.º caso addiciona-se a differença achada á cota anteriormente obtida; no 2.º caso subtrahe se.

REGISTO E VERIFICAÇÃO DOS NIVELLAMENTOS

Registo do nivellameuto directo composto.

Estações	Distancias horisontaes	Pontos nivellados	Nivelladas		Differenças		Cotas calculadas	Obs.
			Rectaguarda	Frente	Positivas	Negativas		
1	146m,30	A B	2m,86	1m,15	1m,71		100,000 101,71	A.. 100,000 Soleira da porta da egreja
2	203,40	B C	1,25	2,30		1m,05	100,66	
3	123,00	C D	3,15	1,05	2,10		102,76	
4	135,45	D E	2,94	1,12	1,82		104,58	
5	162,84	E F	1,20	2,54		1,34	103,24	

Para registar as leituras feitas na mira e para calcular as cotas dos differentes pontos podemos empregar este modelo.

Verificação do registo — Para verificar que não houve engano no calculo das differenças de nivel e no das cotas, acha se a differença entre a somma das leituras á rectaguarda e a somma das leituras á frente; e, esta differença deve ser igual á differença entre a somma das differenças positivas e a das differenças negativas, e tambem igual á diff rença entre a cota do ponto de partida e a cota calculada para o ultimo ponto.

Verificação do nivellamento — As operações do nivellamenso verificam-se, isto é, reconhece se qual o grau de exactidão, fazendo outro nivellamento em sentido contrario ao primeiro, já se vê, que estando as operações bem feitas deve-se cahir no ponto de partida do primeiro.

Como regra devemos considerar um nivellamento exacto quando o erro da leitura não exceda a 2^{mm} por cada 200 metros de distancia horisontal.

Modo de traçar as curvas de nivel empregando um nivel qualquer — Sejam *A B* (fig. 79) dois pontos do terreno entre os quaes, e n'uma determinada extensão, pretendemos traçar curvas de nivel.

Começamos por determinar a differença de nivel entre esses dois pontos; seja esta igual a 15 metros. Arbitramos a *A* uma cota, 100 metros, por exemplo; medimos *A B;* seja 126 metros a medida achada.

Adoptamos depois uma equidistancia natural; seja esta 2^{m},5, (Escala $\frac{1}{5000}$; equidistancia graphica = 0^{m},0005).

O numero de partes em que devemos dividir a recta *A B* (intervallos das curvas) é-nos dado pela egualdade: $\frac{100-85}{2,5}=6$; e o afastamento das curvas segundo *A B*, pela proporção: $\frac{15}{126}=\frac{2,5}{x}$; d'onde $x=\frac{126\times 2,5}{15}=21^{m}$.

Determinamos assim os pontos de passagem das curvas 97,5 — 95 — 92,5 — 90 — 87,5 que assignalamos por meio de bandeirolas, assim como *A* e *B*.

Para determinarmos a curva *C A D* estacionamos o nivel em um ponto qualquer *P* situado entre o plano de cota 100 e o plano de cota 97,5, e, fazendo collocar a mira em *A* tomamos nota da leitura feita. Em seguida collocamos a mira nas proximidades de *C*, por exemplo, e, por tentativas procura se um ponto em que façamos leitura igual á primeira.

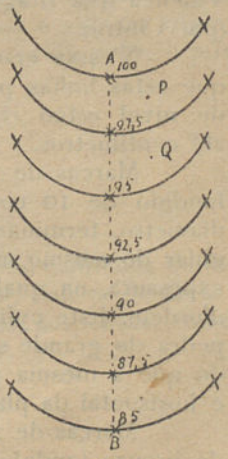


Fig. 79

Quando isto se dá a differença de nivel entre *A C* é nula e os dois pontos, por conseguinte pertencem á mesma curva.

Em *C* crava-se uma bandeirola. Procedemos de igual forma para com o ponto *D*.

Seguindo o mesmo processo, determinam-se na curva 97,5 tantos pontos quantos forem precisos para bem a definir.

Collocamos depois o nivel n'um ponto *Q* intermedio aos planos de cotas 97,5 e 95 e assim successivamente até determinarmos a curva de cota 85.

E' conveniente approximar, um dos outros, os pontos cotados, tanto quanto seja preciso para bem definir a forma do terreno.

As bandeirolas cravadas nos pontos da mesma curva devem ter um signal que as distinga das curvas visinhas para as não confundirmos.

Se quizermos depois desenhar a planta do terreno com as curvas traçadas, não temos mais do que, por meio d'um goniographo ou de um ganiometro, determinarmos uma a uma as posições das differentes bandeirolas, unindo depois por uma curva os pontos de igual cota.

MARCAS DO NIVELAMENTO DE PRECISÃO

Em 1900 a Direcção dos serviços Geodericos publicou as cotas de nivel das linhas: Cascaes a Valença; Caldas da Rainha a Elvas; Mealhada a Barca d'Alva; Santarem á Mealhada; Porto a Valença (por Braga e Guimerães) e de Cascaes a Caldas da Rainha (por Cintra).

N'esssa epocha tinham-se collocado ao longo das estradas que estas linhas percorrem 1700 marcas das 3 classes, cujas cotas de nivel estão rigorosamente observadas, com a approximação até centimetros.

Marcas de 1.ª classe (1) — Constam d'um cylindro de bronze fundido de 10 centimetros de comprimento e 3 centimetros de diametro, terminando no extremo superior por uma placa quadrangular do mesmo metal de 8 centimetros de lado e 6 milimetros de expessura, na qual estão gravadas as iniciaes N. P. e um numero d'ordem. Este cylindro está introduzido verticalmente em rocha ou pedra de grande solidez e estabilidade, onde é chumbado, por modo que a mesma pedra fica razante á parte ou superficie superior e horisontal da placa.

Marcas de 2.ª classe (2) — Consistem n'um cylindro, tambem de bronze fundido, com 10 contimetros de comprimento e 1 centimetro de diametro terminando superiormente n'uma placa circular de 15 milimetros de diametro e 1 centimetro de expessura.

---

(1) Sobre o sôco da columna direita da porta principal da egreja do convento de Mafra existe a n.º 86 que tem a cota 234m,52.

(2) Na soleira da porta vermelha da Tapada de Mafra, existe a n.º 22, que tem a cota 282m,04.

As condições da sua collocação são as mesmas das marcas de 1.ª classe; são, porem, introduzidas na pedra, a martello.

Concentrico com a placa está pintado a tinta de oleo um circulo de 4 centimetros de raio, tendo junto um numero d'ordem.

Marcas de 3.ª classe (1) — São pintadas com tinta a oleo em rocha ou pedra horisontal que offereça estabilidade, consistindo a marca n'um quadrado de 10 centimetros de lado com as duas diagonaes tendo junto um numero d'ordem.

CORES CONVENCIONAES EMPREGADAS NOS LEVANTAMENTOS REGULARES.

Azul

Edificios e obras de ferro. Interior de: aqueductos, atoleiros, canaes, lagôas, marinhas, pantanos, poços, tanques. Rios, ribeiros, vertentes e pontes de ferro.

NOTA — Os pantanos devem ter interiormente traços alternados d'azul e verde.

Bistre

Rochedos.

Carmim

Aqueductos, divisões territoriaes, estradas á macadam, edificios e obras de alvenaria e de pedra, moinhos e signaes trignometricos, muros de alvenaria e pedra solta, pontes de pedra e pilares das pontes.

Gomma-guta

Areal, dunas e hortas.

Nankin

Açudes, alpondras, ancoradouros, armações, caminhos de ferro, contorno: das marinhas, arrozaes e atoleiros; bancos de areia e de pedra; lodo, pescarias, pontes de barcos, pipas, suspensas, volantes, vaus e portos.

Sepia

Edificios e obras de madeira.

Terra de Sienne

Curvas de nivel, desabamentos ou escarpados, edificios de adôbos ou taipa e terras lavradas.

(1) No portão do jardim da Tapada de Mafra, existe a n.º 23, que tem a cota 252,m80.

VERDE-BEXIGA

Interior dos arrozaes; prados.

VERDE COBALTO

Azinhaes, arvores isoladas, bosques, carvalhaes, castanhaes bravos e mansos, jardins, olivaes, mattos e pinhaes.

VERDE-MAR

Mar.

VIOLETA

Caminhos, caminhos de pé posto e vinhas.

PARTE III

RECONHECIMENTOS MILITARES

NOMENCLATURA DO TERRENO

O terreno apresenta uma infinidade de fôrmas que se podem grupar em trez grandes categorias: *planicies*, *elevações* e *depressões*.

Planicies são os vastos espaços em que os pontos têem sensivelmente a mesma altitude.

Charnecas e *gandaras*, são as planicies estereis.

Campos, *campinas*, *varzeas* e *veigas*, são as planicies cultivadas.

Insua, *leziria* e *ribeira*, são as planicies alagadas por enchentes dos rios.

Brejo, *lameiro*, *lenteiro*, *marnel*, *pantano*, *paul* e *tremedal*, são as planicies alagadas por aguas baixas e permanentes.

Valles são as planicies estreitas situadas entre montes.

Convalles são as planicies estreitas situadas entre montes.

Socalcos. *taboleiros* e *pataréos* são as planicies situadas nas costas dos montes.

Chã, *planura e plan'alto* são as planicies situadas no cimo dos montes.

As *elevações* ou *alturas*, segundo a sua importancia e forma e paizes em que se acham, recebem nomes muito diversos: assim:

Collinas, são as elevações de 200 a 400 metros com declives rapidos e desiguaes.

Monte, é uma altura isolada e bastante importante tendo mais de 400 metros de elevação.

Montanha é o monte de grandeza consideravel.

Pico ou *dente* é uma altura em que os declives são escarpados e quasi inaccessiveis.

Agulha é o pico que apresenta uma forma muito esguia ou estreita.

Cabeço ou *outeiro* é um monte pequeno ou altura pouco consideravel e pouco elevada.

Monticulo, *mamelão*, *andulação*, *cortina*, *prega de terreno* é uma elevação cada vez mais pequena.

Serrania é a serra que se ramifica para differentes lados.

Cordilheira ou *cadeia de montes* é uma continuação de montes ou montanhas ligadas umas ás outras.

Macisso é a cadeia de montes em que as dimensões transversaes se tornam tão consideraveis como a longitudinal.

Contraforte ou *estribo* é uma cordilheira secundaria ou pequena cadeia de alturas, destacando-se quasi perpendicularmente á cadeia principal.

Ramaes são as divisões lateraes e terminaes dos contrafortes extensos.

Nó é o ponto de juncção do contraforte á cordilheira ou de duas ou mais cordilheiras.

Vertice, *cimo* ou *cume* é a parte mais elevada d'uma montanha terminada em ponta.

Crista ou *aresta* é a parte superior de uma montanha terminada superiormente por uma linha cujos pontos têem quasi a mesma altura.

Mesa é a parte superior de uma montanha terminada por uma superficie plana.

Cumieira ou *linha de cumeada* é a linha continua ou quebrada que une os pontos mais elevados.

Collo ou *portella* é uma depressão sensivel entre dois altos consecutivos.

Vertentes, *flancos*, *encostas*, *ladeiras* ou *declives* são as faces lateraes de uma altura que podem ser convexas ou concavas, de declive suave ou aspero.

Resaltos são as variações bruscas na inclinação das vertentes.

Degraus são os resaltos numerosos e collocados com certa regularidade.

Base de uma altura é o espaço que esta occupa.

Pé de uma altura é a parte interior que começa a elevar-se do terreno que a cerca e pela qual se liga á planicie.

Valles são os espaços comprehendidos entre duas cadeias de alturas.

Dá-se indistinctamente o nome de valle tanto á bacia de um grande rio como a uma pequena quebrada de terreno.

Segundo a sua importancia dividem-se em:

Valles de 1.ª ordem são os que separam duas cordilheiras principaes.

Valles de 2.ª ordem ou *secundarios* são os que separam uma cordilheira principal de outra secundaria ou duas secundarias e vão dar ao mar ou a um valle principal.

Valles de 3.ª ordem ou *lateraes* são os que separam dois ramaes e vão desembocar nos de 2.ª ordem e algumas vezes no mar.

No perfil longitudinal d'um valle distinguem-se: o *nascimento* a *foz*, o *thalweg* e a *queda*.

Nascimento é a porção do terreno em que se unem as cordilheiras que o formam.

Foz é a zona em que o valle termina.

Talweg é a direcção media do valle, onde este é mais fundo e por onde corre a agua.

Queda é a differença de nivel entre o nascimento e a foz.

No perfil transversal notam-se: o *cimo do valle*, os *flancos* e o *leito*.

Cimo do valle é a parte mais elevada da depressão.

Flancos ou *margens* são as superficies que encerram o valle.

Leito é a linha natural do escoamento das aguas.

Gargantas ou *estrangulamentos* são os intervallos apertados e geralmente profundos que existem ás vezes entre duas alturas proximas e quasi sempre perpendicularmente aos valles.

Ravinas são as depressões de paredes escarpadas formadas geralmente nas encostas das montanhas pelo escoamento das aguas da chuva.

Torrentes são os cursos d'agua dos paizes de montanhas alimentadas geralmente pelas grandes chuvas e pelo derretimento dos gelos

Os valles são geralmente percorridos por cursos d'agua; as ravinas servem de leito ás torrentes.

Ribeiro é uma pequena corrente de agua doce que se lança n'uma ribeira.

Ribeira é uma corrente d'agua doce que se lança geralmente n'um rio.

Margem direita de um rio é a que fica á direita do observador que, collocado sobre a corrente, olhe para o ponto para onde esta se dirige.

Margem esquerda a que fica a esquerda d'um observador voltado para a fóz.

Montante é o lado d'onde vem as aguas.

Jusante é aquelle para onde correm as aguas.

ORIENTAÇÃO

Rosa dos ventos: Quem se voltar para o ponto do horisonte onde nasce o Sol, e que se denomina *éste*, *leste*, *levante*, *nascente* ou *oriente*. terá na sua rectaguarda outro ponto do referido circulo, appellidado *occaso*, *occidente*, *oeste* ou *poente*; á direita um terceiro ponto que se chama *meio dia* ou *Sul*, e á esquerda um quarto ponto, o *norte*. Estes pontos principaes do horisonte ficam á distancia an-

gular de 90° dos mais proximos á direita e á esquerda, têem o nome de pontos *cardeaes*, indicando-se cada um d'elles, respectivamente, pelas letras *N.*, *S.*, E., e *O.*, que são as iniciaes das palavras *norte*, *sul*, *éste* e *oeste* ou West (palavra germanica, que se lê *véste* e significa oeste, sendo indicada por W).

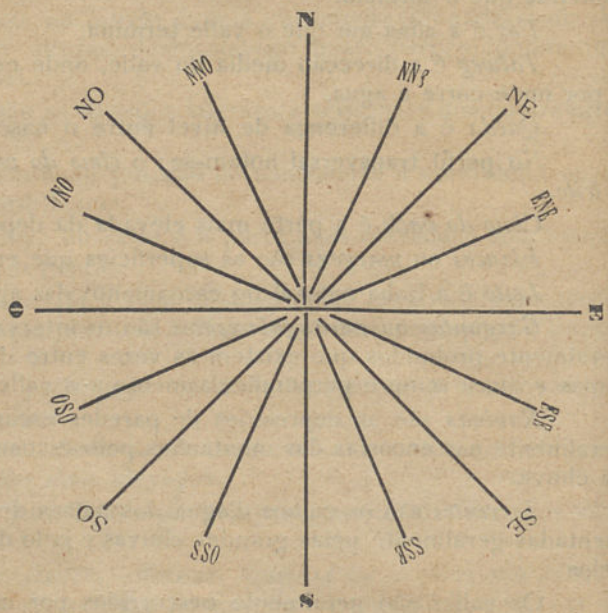


Fig. 80

Os pontos intermedios, situados a meia distancia angular entre dois pontos cardeaes consecutivos, de que ficam a 45°, denominam-se collateraes, designando-se por uma palavra composta d'estes dois pontos, e indicam-se com as iniciaes d'esses nomes. Assim:

O nordeste (*N E*) é o ponto situado entre o *N.* e o *E.*
O noroeste (*N O*) » » » » » » *N.* » » *O.*
O sudueste (*S O*) » » » » » » *S.* » » *O.*
O sueste (*S E*) » » » » » » *S.* » » *E.*

Entre os pontos cardeaes e os collateraes intercalam-se analogamente, mais outros 8 pontos, denominados meios ventos, a saber:

O esnordeste (*E — N. E.*) entre o *E* e o *N. E.*
O nornordeste (*N — N. E.*) » » *N* » » *N. E.*
O nornoroeste (*N — N. O*) » » *N* » » *N. O.*
O oesnonoroeste (*O — N. O.*) » » *O* » » *N. O.*
O oessudoeste (*O — S. O.*) » » *O* » » *S. O.*
O susudoeste (*S — S. O.*) » » *S* » » *S. O.*
O susueste (*S — S. E.*) » » *S* » » *S. E.*
O essueste (*E — S. E.*) » » *E* » » *S. E.*

Entre estes pontos, equidistantes de 22°30', intercalam se, tambem analogamente, ainda outros 16, chamados *quartos de vento*, cujos nomes se formam interpondo a palavra quarta entre os nomes dos pontos cardeaes e collateraes adjacentes ás quartas de vento. D'esses dois termos emprega-se como profixo o nome do meio vento mais proximo.

A representação dos 32 pontos referidos, equidistantes de 11° 16' e denominados meios *rumos*, constitue a *rosa dos ventos*.

Orientação é a arte, e tambem o acto, de determinar um dos pontos cardeaes, e, portanto, qualquer rumo, relativamente ao ponto de *estação*, isto é, ao ponto onde está o observadôr.

A orientação pode fazer-se, com maior ou menor approximação: *pela carta; pelo Sol; por um relogio; pela bussola; por uma estrella circumpolar; pela Lua; por indicios, e por informações.*

Orientação pela carta — Uma carta está orientada quando todas as suas linhas são parallelas ás suas homologas do terreno, sendo necessario para isso conhecer a direcção d'uma d'essas linhas.

A orientação d'uma carta pode obter-se: *pelos pontos cardeaes; pela bussola, e por comparação com os objectos do terreno n'ella marcados.*

Pelos pontos cardeaes — Se o alto da carta corresponde ao *N*, colloca-se de maneira que tanto o lado esquerdo como o direito do rectangulo da cercadura fiquem na direcção da merediana terrestre (1) e o alto da carta fique para *N*.

Se a orientação da carta é indicada por uma setta, colloca-se esta na direcção da meridiana com a ponta voltada para o *N*.

No caso da setta indicar a meridiana magnetica (2) deve construir-se a angulo de declinação, collocando na direcção da meridiana terrestre a linha que faz com a setta o referido angulo.

Pela bussola — Se os lados esquerdo e direito da cercadura ficam na direcção da meridiana terrestre, colloca-se a bussola sobre a carta de modo que a agulha magnetica fique no plano da linha de declimação do instrumento, e, conservando este firme, faz-se girar a carta até qua os lados esquerdo e direito da cercadura fiquem na direcção da meridiana do instrumento, ou dos lados da caixa, se elle é uma *declinatoria*.

Se a meridiana é indicada por uma setta, collocada a bussola por forma que a agulha fique no plano da linha de declinação do instrumento, faz-se girar a carta até que a setta fique: parallela á agulha, se a setta indica a meridiana magnetica; e parallela á meridiana do instrumento, se a setta indica a meridiana terrestre

Por comparação com os objectos do terreno marcados na carta —

---

(1) Meridiana terrestre é a intersecção do plano do meridiano com o horisonte do logar.

(2) Meridiana magnetica d'um logar é o plano vertical que passa pelos polos de uma agulha magnetica collocada n'esse logar, em equilibrio sobre um fulcro vertical.

Se se conhece na carta o ponto *A* (Pag. 81) do terreno em que se estaciona, por este ser um cruzamento de estradas, uma ponte, uma casa, etc., basta ver um ponto distante *B* que seja conhecido e marcado na carta, tal como um campario, pyramide, moinho, etc., e collocar na direcção *A B* do terreno a direcção *A b* da carta. Esta ficará orientada e o traço lateral da esquadria indicará a linha norte sul.

Fig. 81

Se o ponto *A* (Fig. 82) em que se estaciona não é conhecido na carta, compára se esta com o terreno e reconhecidos dois ou mais pontos *B*, *C*, *D*, importantes do terreno, e os seus homologos *b*, *c*, *d*, para que a carta fique orientada colloca-se de forma que as linhas *B C*, *C D* do terreno fiquem parallelas ás suas homologas *b c*, *c d* da carta: o ponto *A*, em que se estacionou, determina-se visando dois pontos *B*, *C* do terreno pelas suas projecções *b*, *c* da carta e unindo os raios visuaes *b B*, *c C*, que pela sua intersecção marcam o ponto de estação *A*.

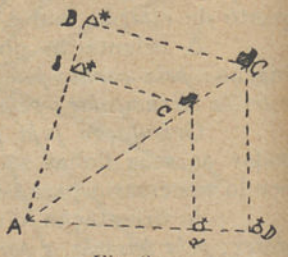


Fig. 82

Se o ponto de estação *A* (Fig. 83) existisse n'uma direcção conhecida, por exemplo, n'uma estrada, bastaria visar o ponto *B* do terreno pela sua projecção *b* da carta para que a intersecção do raio *b B* com a estrada determinasse o ponto *A* de estação.

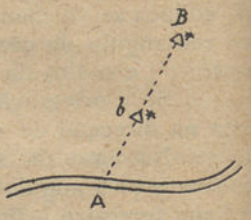


Fig. 83

Orientação pelo Sol. A's 6 horas da manhã o sol indica a direcção *éste*, ao meio dia o *sul*, ás 6 da tarde o *oeste*; e a estas horas a sombra d'um objecto vertical marca a direcção opposta.

Para orientar com bastante exactidão pelo sol, traça-se no terreno a direcção *B a* (fig. 84) da sombra d'um objecto vertical *A B*; e tendo notado a hora, por exemplo, 1 da tarde, traça se *a c* perpendicular á sombra *B a* que dá a posição em que o sol se encontra 6 horas antes; divide se o angulo recto *B a c* em duas partes iguaes por meio de *a d*, divide-se depois *d a B* em 3 partes iguaes, e cada um dos angulos marca a posição do sol uma

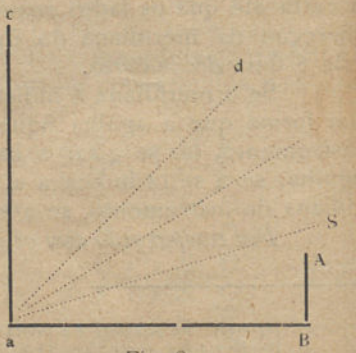


Fig. 84

hora antes do immediato; assim se determinaria a posição *a S* do sol ao meio dia e por isso o sul.

Orientação pelo relogio — O relogio tendo marcadas metade das horas do dia pode só por si dar com bastante precisão as diversas direcções do sol: para isso colloca-se o diametro que marca as VI-XII horas na direcção norte-sul, o sol ao meio dia encontra-se na direcção Sul ou XII do relogio, á 1 hora na direcção da meia hora, ás 2 horas na direcção das I, ás 4 horas na direcção das II, ás 6 horas na direcção das III, etc; de modo que um arco de circulo de meia hora no relogio representa o trajecto angular do sol durante uma hora. Supponhamos que são 10 horas da manhã, o sol tem que percorrer duas horas antes de chegar ao meio dia, deve estar portanto na direcção de duas meias horas antes de chegar ao meio dia, isto é, em XI, collocando o raio *C* XI na direcção do sol, *C* XII marcará o sul, *C* VI o norte, *C* III o oeste e *C* IX o leste. Para facilidade de observação convem marcar a tinta no mostrador do relogio um *S* por baixo das XII horas, (fig. 85) um *O* por baixo das III, um *N* por por baixo das VI e *E* por baixo das IX; d'este modo se são, por exemplo, 5 horas da tarde, voltando o relogio de modo que a direcção do sol corresponda com o raio das 2 ½ horas, os pon- *N. S.* indicam logo a linha norte-sul verdadeira.

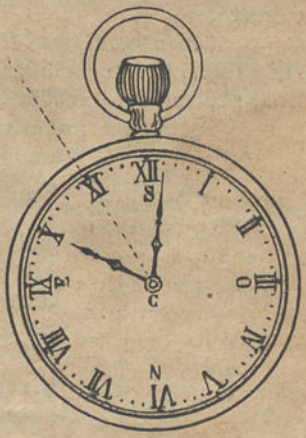


Fig. 85

Do que acabamos de dizer conclue-se que: as direcções dos quatro pontos cardeaes determinam-se immediatamente logo que visamos o sol dirigindo a pontaria pelo meio do arco de circulo comprehendido ente as horas marcadas pelo respectivo ponteiro e as XII horas do relogio.

Orientação pela bussola. A agulha magnetica suspensa livremente, não estando influenciada pela proximidade de massas de ferro (Fig. 86) tem a propriedade de se collocar sempre na direcção norte-sul magnetica. Esta direcção, ou meridiana magnetica, forma com a meridiana astronomica um angulo quasi constante para o mesmo logar e que se chama *de climação* da agulha magnetica. A declinação da agulha magnetica é oriental ou occidental segundo a ponta norte ou polo austral da agulha se encontra a *éste* ou a *oeste* da meridiana astronomica; é veriavel de um para outro logar do globo, é occidental na Europa e Africa e oriental na Asia e America. A agulha apresenta variações seculares, annuaes e diurnas e tambem perturbações, devidas ás auroras boreaes, tremores de terra, erupções vulcanicas, tempestades e approximações de massas de

ferro. O angulo de climação é approximadamente de 20", em Lisboa.

Orientação pela estrella polar—Procurando no céu a constellação da Grande Ursa ou Sete estrellas, (fig. 87) e prolongando mentalmente a linha das duas primeiras estrellas, encontra-se uma estrella brilhante, que forma a ponta da cauda de uma outra constellação de sete estrellas denominada Pequena Ursa, e que é a *polar*. Essa estrella indica o norte.

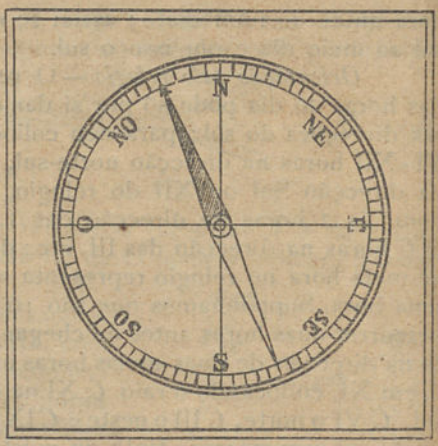


Fig. 86

Orientação pela Lua — As indicações fornecidas pela Lua, são menos exactas do que as dadas pelo Sol e estrella polar; porem, como as nuvens muitas vezes occultam as estrellas, sem occultarem completamente a Lua, é bom saber-se tirar partido d'este meio de orientação.

Fig.ª 87

A lua como se sabe, parece como o Sol e mais astros, que faz um giro completo em volta da terra em 24 horas, fazendo ao mesmo tempo uma volta em roda da terra, isto no espaço d'um mez lunar.

Este movimento real dá se em sentido inverso do movimento diurno, que não é, senão apparente.

As fazes da lua, como sabemos, são quatro: Lua cheia, lua nova, quarto minguante e quarto crescente. A lua cheia, sendo visivel todas as noites, está ao Sul á meia noite: ás 6 horas da tarde a Este; ás 6 horas da manhã a Oeste.

A lua nova é invisivel, acha se a Este ás 6 horas da manhã, e a Oeste ás 6 horas da tarde.

No quarto crascente acha se ás 6 horas da tarde ao Sul; á meia noite a Oeste, (no primeiro quarto).

No quarto minguante acha-se á meia noite a Este e ás 6 horas da manhã ao Sul, (ultimo quarto).

Estas indicações, com excepção do plenilunio, podem avançar ou retardar uma hora.

Orientação por meio de indicios — Os processos que passamos a indicar sem terem o cunho do rigor dos já descriptos, fornecem,

comtudo, meio de nos orientarmos quando percorrermos uma região desconhecida.

1.º *Humidade dos muros* — Em geral, os muros e paredes estão seccos do lado voltado ao Sul, em quanto que o lado voltado ao Norte está quasi sempre humido e esverdeado; portanto, facil é, segundo este indicio, determinar a direcção da linha Norte-Sul.

2.º *Musgo das arvores e pedras não abrigadas* — A face das pedras, dos marcos, das arvores, etc., que estão expostas ao mau tempo cobrem-se d'um musgo molle e esverdeado, que a humidade e a ausencia do sol conservam; mas, como o vento que traz a chuva, não é o mesmo em todas as regiões, não se pode precisar bem, por este indicio, qual a posição dos pontos cardeaes.

Em paiz desconhecido devemos, pois, indagar quaes os ventos predominantes, para nos podermos utilisar d'este meio de orientação.

Se, por exemplo, o vento Oeste fôr o que traz a chuva, é provavel que o musgo das arvores esteja volta para Oeste.

A casca das arvores é mais rugosa do lado mais batido da chuva e vento; os ramos estão mais viçosos do lado do Sul, que é o Sol, do que do norte, que é o do frio.

3.º *Orientação por meio do exame feito n'um tronco d'uma arvore* - Cortando-se o tronco d'uma arvore, (Fig. 88), que não esteja abrigada, os anneis circulares que limitam as camadas de que elle é composto tem muito maior afastamento do lado do Sul do que do Norte, portanto, por este indicio se pode determinar a direcção do Norte.

4.º *Orientação por meio do altar mór d'uma egreja* — As egrejas devem ter o altar-mór voltado para *leste* ou *oriente*, mas este indicio é pouco seguro no nosso paiz por que muitas egrejas não satisfazem a esta condição.

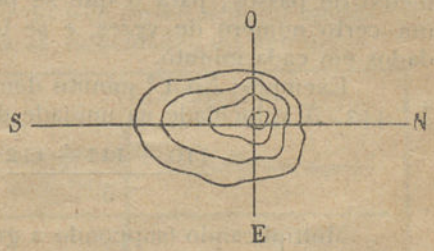


Fig. 88

5.º *Caracoes e formigas* — Nos paizes muitos frios, os caracóes encontram se sobre as paredes e muros voltados ao Sul e Leste.

As formigas tendem a construir as suas tocas de modo a ficarem obrigadas do vento norte.

Orientação por informações — A' falta de todos os meios e indicios que deixamos descriptos, tratamos de nos orientar por informações colhidas entre os habitantes, perguntando-lhes o lado de que nasce o Sol e aquelle em que elle apparece ao meio dia, devendo haver sempre toda a cautella e circunspecção na maneira como se procede aos interrogatorios; e, uma certa habilidade e finura são requeridas ao interrogante.

MEIOS DE APRECIAR DISTANCIAS

Pelo passo — Para determinarmes as distancias pelo passo, é preciso afferir este, isto é, percorrer muitas vezes uma extensão previamente medida, um kilometro, por exemplo, contando o numero de passos percorridos e tomar a media; obter-se-ha assim o numero de passos equivalentes a um kilometro.

Supponhamos que se quer construir a escala do passo equivalento a uma dada escala numerica decimal e que a media dos passos dados por kilometro é de 1428, fazendo a proporção:

$$1428^{p} : 1000^{m} :: 1000^{p} : x$$

obtem-se: $x = \frac{1000 \times 1000}{1428} = \frac{1.000.000}{1428} = 700^{m}$, depois do que organisamos a escala seguinte:

1000^{p}	700^{m}
100^{p}	70^{m}
10^{p}	7^{m}
1^{p}	$0^{m},70$

que se obtem dividindo 700^{m} por 10, por 100 e por 1000.

Pelo tempo — Para medir distancias pelo tempo gasto em as percorrer, isto é, para traduzir tempo em metros, é preciso conhecer a grandeza do passo e a sua velocidade na unidade de tempo.

A unidade de tempo é o minuto. A velocidade é o numero de passos dados em um minuto; determina-se contando o numero medio de passos; para o que se percorre uma distancia qualquer um certo numero de vezes, e se toma nota do numero de passos dados em cada minuto.

Exemplo: No 1.º minuto demos 110 passos; no 2.º 111 e no 3.º 112. A velocidade na unidade de tempo é pois de:

$$\frac{110 + 111 + 112}{3} = 111 \text{ passos}$$

Multiplicando (suppondo a grandeza do passo egual a $0^{m},70$) $111 \times 0^{m},70 = 77^{m},7$, distancia percorrida em cada minuto.

$77^{m},7 \times 60 = 4662^{m}$ será a distancia andada em uma hora.

A medida das distancias pelo tempo é apenas aproximada, porque muitas coisas para isso influem, assim a passo é mais rapido nas descidas e mais moroso nas subidas, etc.

Pelo pedómetro — O pedómetro é um instrumento de forma e dimensões d'um relogio de algibeira que serve para indicar automaticamente as distancias percorridas a pé.

O mostrador está dividido em 10, 12 ou 20 divisões correspondendo a outros tantos kilometros.

N alguns pedómetros um segundo ponteiro collocado por debaixo do primeiro indica n'um pequeno mostrador a numero de voltas efectuadas pelo primeiro ponteiro.

Para fazer uso do pedómetro basta levar o primeiro ponteiro 12 (se o mostrador tem 12 vivisões), origem da contagem, e suspender o instrumento por meio d'um gancho ligado á argola, ao cós das calças de forma que fique vertical. O instrumento funciona logo que ande a pessôa que o leva, e accelera ou demora, pára ou retoma o andamento ao mesmo tempo que ella. Para saber qual o caminho percorrido basta ler no mostrador o numero marcado pelo ponteiro.

O pedómetro está regulado para o passo ordinario, mas cada individuo o deve regular para o seu passo. Para isso basta prcorrer n'uma estrada kilometrada uma distancia conhecida e verificar o ponteiro indica essa mesma distancia. Se a indicar para mais ou para menos move-se á direita ou á esquerda, por meio d'uma chave de relogio que se introduz na cabeça do pâratuso regulador e fazem-se novas tentativas até que as distancias marcadas sejam iguaes ás percorridas.

Pelo som: A velocidade do som sendo de proximamente 340 metros por segundo no ar, (1) enquanto que a da luz é de 77000 leguas no mesmo tempo, pode obter-se a distancia a que se está d'uma bôca de fogo multiplicado por 340 o numero de segundos decorridos desde a apparição da chama até se ouvir o som. O vento, produzindo alteração na velocidade do som, será mais rigoroso multiplicar o numero de segundos por $(340 \pm v)$ representando v o numero de metros de alteração por segundo produzida pelo vento na propagação do som, servindo os signaes + e -- conforme o vento actuar no sentido do som ou no sentido oposto.

A seguinte tabella indica as volocidades do vento.

Denominações vulgares	VELOCIDADE	
	Em kilometros n'uma hora	Em metros num segundo
Calma.	0	0
Muito fraco	1 a 6	0,m277 a 1,m666
Fraco	7 a 12	1,m944 a 3,m333
Moderado..	13 a 25	3,m611 a 6,m944
Fresco.	26 a 40	7,m222 a 11,m111
Forte	41 a 55	11,m388 a 15,m277
Muito forte	56 a 70	15,m555 a 19,m444
Violento, furacão.	71 a 100 ou mais	19,m722 a 27,m777 on mais

(1) A volucidade do som na agua é de 1435,m no mesmo espaço de tempo.

Telemetro Le Boulengé — Este telemetro (fig.ª 89) serve para determinar as distancias pela velocidade do som. Consiste n'um tubo de vidro *A B* fechado nos extremos, depois de cheio de benzina pura e de introduzido um cursor de prata *a b* formado de dois disco reunidos por uma pequena haste.

Collocado o tubo vertical, pode o cursôr mover-se no liquido descendo pela acção do proprio pezó com um movimento uniforme e assás lento. O tubo é graduado em centenas de metros e defendido por um outro tubo de latão *C D* com fenda logitudinal que permitte a leitura da graduação.

Para empregar o telemetro colloca-se este na posição vertical com a parte *D* para cima, afim de que o cursôr desça até ao zero da escala; depois põe-se horisontalmente na mão tendo a palma para baixo e espera-se o instante da apparição da chama ou do fumo do tiro para com um ligeiro movimento do pulso se pôr o telemetro vertical com a parte *C* para cima; o cursôr *a b* desce então lentamente. No momento em que se ouve a detonação colloca-se o telemetro horisontal voltando o pulso por forma que fique a palma da mão para cima, o curssôr pára e a leitura da divisão a que elle corresponde dá em centenas de metros a distancia, que deve corrigir-se da influencia do vento. Assim, se o cursôr parou na divisão 9, correspondente 900 metros, e o vento é forte actuando no sentido do som, teriamos:

Fig.ª 89

$$\text{Correcção} = \frac{\text{distancia observada}}{\text{velocidade do som}} \times \text{velocidade do vento.}$$

$$= \frac{900}{340} \times 11,^{m}388 = 2,647 \times 11,^{m}388 = 30,^{m}144$$

portanto a distancia seria

$$900 - 30 = 870 \text{ metros}$$

Muitos outros telemetros existem, mas de todos elles a mais simples é o que acabamos de descrever.

Estadia de regua — E' de todos os instrumentos o mais imperfeito mas o mais simples e economicó.

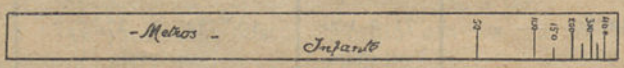


Fig.ª 90

Funda-se como todas as estadias, na medição d'altura apparente d'um mesmo objeto a differentes distancias.

A maneira de a graduar é a seguinte: Toma-sa um regua de madeira de 0,m2, (fig.ª 90) e se manda collocar um homem a 100 metros de distancia do observador.

Depois, empunhando a regua com a mão direita, posta verticalmente, e o braço estendido em todo o seu comprimento, se encosta a unha do dedo polegar a uma das arestas da regoa; fecha-se o olho esquerdo e se olha com o direito, pela mesma aresta para o homem collocado como mira, mas isto de modo que o raio visual tangente ao ponto superior da recta se dirija á pala do barrete. Depois escorrega-se a unha ao longo da aresta, até que raio visual a ella tangente passe pelos pés do homem,

Isto obtido, faz-se com a unha um signal na regoa, que se cobre depois a tinta, escrevendo-se ao lado o numero 100.

Do mesmo modo e a partir do mesmo ponto, se gradua a regoa para outras distancias.

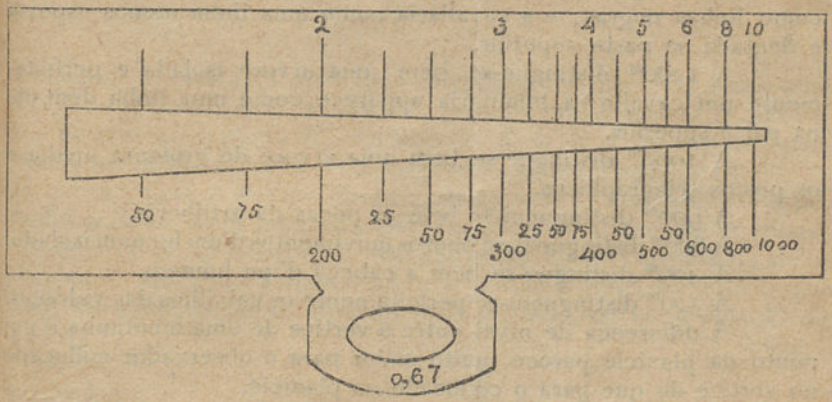


Fig. 91

Estadia triangular. Consta d'uma chapa de metal, fig. 91, na qual está vasado em triangulo, que mede a altura apparente d'um homem pelo afastamento dos lados do angulo menor do triangulo.

Esta estadia deve collocar-se á distancia de 0m,67 do olho; para o que, se lhe junta um cordão de igual comprimento, que se prende a um botão do casaco. A maneira de graduar esta estadia é obvia. Esta estadia, bem como a de regoa, tambem pode ser graduada em relação a um cavalleiro.

Apreciação das distancias á vista. E' de grande utilidade o ter pratica de avaliar as distancias á vista.

A pratica obtem-se procedendo-se a repetidas experiencias, nas quaes se avalia a distancia entre dois pontos e se mede depois essa distancia pelos processos ordinarios.

Depois de algumas tentativas chega se a apreciar uma distancia com bastante aproximação.

Como se sabe, o estado da atmosphera; a maneira como o terreno recebe a luz em relação ao observador; o fundo sobre que os objectos se projectam, etc., são causas das distancias parecerem maiores ou menores.

Assim, estando a atmosphera limpida, o observador com as costas para o sol e projectando-se os objectos em fundo que lhes faça sobresair os contornos, as distancias parecem menores.

Pelo contrario, estando a atmosphera turva, o observador voltado para o sol, e não se destacando bem os objectos, as distancias parecem maiores.

Dados de experiencia:

A 4000^{m} distinguem se bem as janellas dos grandes edificios.

A 2500^{m} os cavallos isolados começam a apparecer como pontos.

A 2000^{m} dá-se o mesmo com os homens.

De 1600 a 1500 as massas d'infantaria começam a apparecer como linhas negras; e a cavallaria como uma linha menos espessa e dentada na parte superior.

A 1200^{m} distingue-se bem uma arvore isolada e perfeitamente um cavallo; a infantaria apparece como uma linha dentada na parte superior.

A 1000^{m} distingue se bem uma arvore de grossura media e os postos telegraphicos.

A 900^{m} distinguem-se bem as peças da artilheria.

A 800^{m} distinguem-se bem os movimentos d'um homem isolado.

A 400^{m} distingue-se bem a cabeça d'um homem.

A 300^{m} distinguem-se perfeitamente os caixilhos das vidraças.

A differença de nivel entre o vertice de uma montanha e um ponto da planicie parece muito maior para o observador collocado no vertice do que para o collocado na planicie.

Medir de uma das margens d'um rio, a sua largura:

1-º Com auxilio de duas estacas. Crava-se a estaca menor $A\,B$, fig.ª 92, bem verticalmente na margem accessivel A e a maior $C\,D$, por forma que o raio visual $D\,B$ vá dar á margem inaccessivel E. Se a estaca $C\,D$ fosse o dobro de $A\,B$, bastaria medir $A\,C$ para ter achado $A\,E$, por isso que

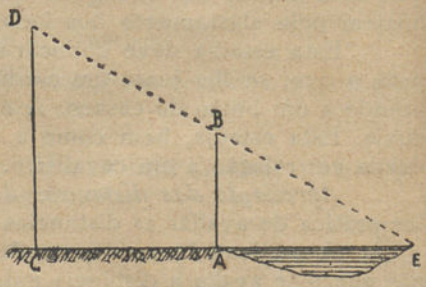


Fig. 92

$$\frac{C\,D}{A\,B}=\frac{C\,B}{A\,E}=\frac{2}{1};\ C\,E=2\,A\,B$$

$$C\,A+A\,E=2\,A\,B \quad C\,A=A\,E$$

Se a estaca $C\,D$ fosse egual a $\frac{3}{2}$ de $A\,B$, então a propor-

ção dava 2 $C\ A = A\ E$, o que indica que era preciso tomar o dobro da distancia medida para ter a largura $A\ E$ do curso d'agua.

Em geral, trabalhando com estacas desiguaes, fig. 93, depois de ter cravado $C\ D$, por forma que o raio $D\ B$ vá dar ao ponto E,

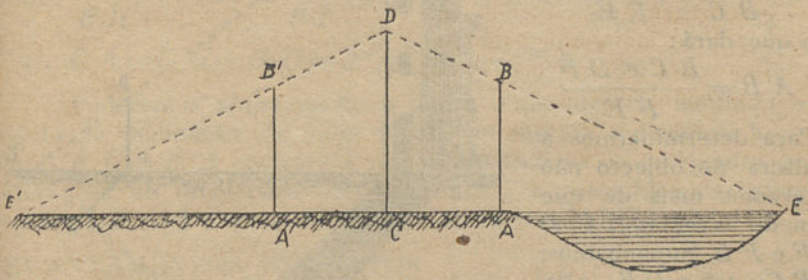


Fig. 93

colloca-se a estaca $A'\ B'$ n'uma direcção proximamente horisontal $C\ E'$, e á distancia $C\ A' = C\ A$; então o raio visual $D\ B'$ marcaria no terreno o ponto E' extremo de $A'\ E' = A\ E$, bastaria, portanto, medir $A'\ E'$ para ter a largura do curso d'agua.

2.º *Com o auxilio da pala do barrete.* O observador em pé, collocando-se n'um ponto da margem accessivel, em que se encontre uma direcção horisontal, proximamente egual á largura do curso d'agua, e apoiando a barba sobre o punho direito, tendo o braço bem chegado ao peito, afim de fixar quanto possivel a posição da cabeça, olha, movendo convenientemente com a mão esquerda a pala do barrete até visar por ela a margem opposta E, fig. 94; então, sem mover a cabeça e os olhos, dá meia volta para ficar na direcção horisontal escolhida, e fixa o ponto E', em que termina o raio visual que passa pela aresta da pala do barrete; medindo $A\ E' = A\ E$ terá conhecido a largura $A\ E$ do curso d'agua.

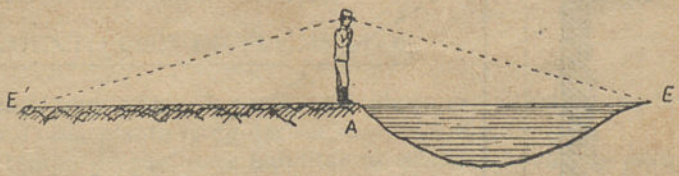


Fig. 94

Medir a altura d'um objecto por meio da sua sombra. Colloca-se bem verticalmente uma estaca em um ponto F, fig. 95. A sombra do objecto é representada por $B\ C$ e a sombra da estaca por $F\ E$.

E' evidente que se medirmos as duas sombras ao mesmo tem-

po, o objecto e a sua sombra serão proporcionaes á estaca e á sua sombra. Teremos pois:

$$\frac{AB}{BC} = \frac{DE}{FE}$$

o que dará:

$$AB = \frac{BC \times DF}{FE}$$

Para determinarmos a altura do objecto não teremos mais de que medir as rectas BC, DF e FE. Suponhamos: $BC = 15^m,3$; $DF = 2,^m3$, $FE = 2^m,1$, teremos:

$$AB = \frac{15^m,3 \times 2^m,3}{2,10} = 16,75$$

O objecto terá pois $16^m,75$ de altura.

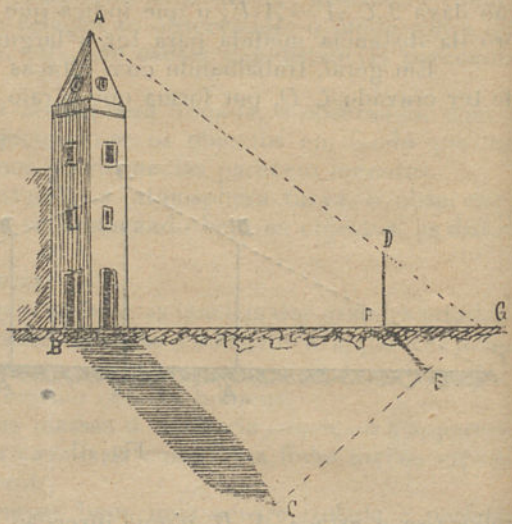


Fig. 95

Medir a altura d'um objecto vertical com o auxilio de duas estacas desiguaes — Cravando a estaca maior B, (Fig. 96) e voltando a vista para o objecto, cuja altura se quer medir, caminha-se até que pelo extremo superior E da estaca menor se veja no mesmo alinhamento as partes superiores do objecto e das duas estacas. Medindo $AF = GB$; $BF = HE$ e tomando a diferença HD da altura das estacas BD e EF, ter-se-ha:

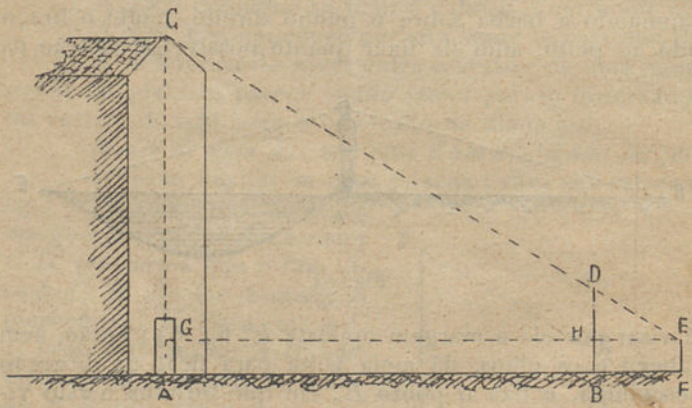


Fig. 96

$$\frac{CG}{DH} = \frac{GE}{HE} \text{ d'onde } CG = \frac{DH \times GE}{HE}$$

juntando a $C\ G$ a distancia $A\ G = E\ F$ obter se-ha a altura $A\ C$ pedida.

Se, por exemplo, as estacas têem uma 1^m e a outra 2^m, se as distancias medidas são $A\ F = 15^m$, $B\ F = 2^m,4$; será:

$$C\ G = \frac{G\ E}{E\ H} \times D\ H = \frac{A\ F}{B\ F} \times (B\ D - E\ F) = \frac{15^m}{2^m,4} \times 1 = \frac{150}{24} =$$

$6^m,25$. $C\ A = C\ G + G\ H = 6^m,25 + 1^m = 7^m,25$.

Poderemos ainda medir a altura d'um objecto, medindo o angulo de inclinação da linha $E\ C$ e, conhecida a distancia horisontal $E\ G = F\ A$ recorrer á escala de declives ou ao quadro de differenças de nivel para determinar $C\ G$ a que addicionariamos depois $E\ F = A\ G$ para obtermos a altura total $A\ G$.

LEVANTAMENTOS EXPEDITOS

Na guerra, quando se é obrigado a estudar rapidamente um terreno, com o fim de favorecer uma operação militar, faz-se um *reconhecimento*, no qual se lavanta a planta do terreno, mais ou menos exacta segundo o tempo de que se póde dispôr e fins especiaes que se tem em vista.

A planta pode ser levantada com *instrumentos*; á *vista*; de *memoria* e por *informações*.

Qualquer d'ellas é acompanhada d'uma informação escripta a que se dá o nome de *memoria*.

Este genero de trabalho sé satisfaz, quando o individuo encarregado de o executar tem pratica e quando é dotado do dom da rapida apreciação e prompta execução.

LEVANTAMENTO COM INSTRUMENTOS

Escalas adoptadas: A escala que deve ser adoptada no levantamento d'uma planta irregular ou expedita, é a de $\frac{1}{2'000}$.

Em tempo de paz, para habilitar os officiaes novos, as plantas são primeiro levantadas na escala $\frac{1}{5.000}$, depois na de $\frac{1}{10.000}$.

Quando bem habilitados, e sempre em operações de guerra, só se deve fazer uso da escala $\frac{1}{20.000}$.

Nos levantamentos expeditos exigindo-se ainda uma certa precisão, a execução da planimetria requer primeiro a formação de um polygono que sirva de contorno e depois o levantamento dos detalhes.

Para construir o contorno começa-se por escolher uma base em terreno unido e proximadamente horisontal, de modo que de cada um dos seus extremos se distinga o outro extremo e um numero consideravel de pontos do terreno que o rodeia, taes como campanarios, moinhos, pyramedes, chaminés, arvores isoladas, etc.; me-

de-se a base por qualquer dos processos indicados, geralmente a passo, e se é possivel toma-se a base sobre uma estrada sem curvas em que estejam marcados os kilometros para se conhecer desde logo a distancia exacta sem precisar medil-a. Escolhida a base passa-se esta, orientada e reduzida á escala que se deseja, para o papel em que se quer o desenho, collocando-a n'uma posição semelhante á que occupa no terreno, para que no papel caiba o desenho que se pretende. Fazendo *estação*, isto é, parando para observar, em cada um dos estremos da base *A B* medem-se os angulos (¹) que com ella formam os pontos notaveis do terreno *C*, *D*, *E*, *F*; traçando depois no desenho os angulos formados, obter-se-ha pelas intersecções dos que se referem ao mesmo objecto, a projecção d'esse objecto; assim *B A C* e *A B C* dão pela sua intersecção o ponto *C*, *B A D* e *A B D* o ponto *D*, etc. Para que os pontos fiquem marcados com rigor convem que os angulos não sejam muito agudos nem muito obtusos.

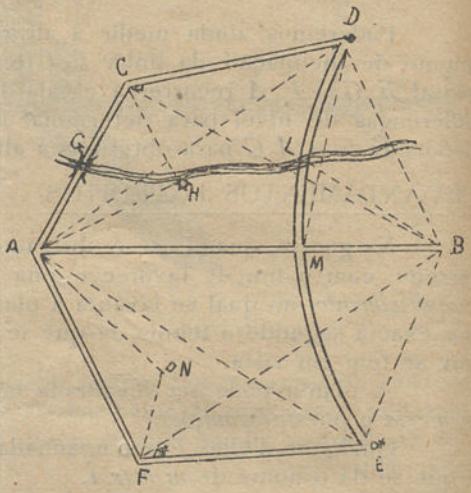


Fig. 97

Se já houvesse levantada a carta do terreno, embora n'outra escala, na chorographica, por exemplo, obter-se-ia d'ella, reduzindo á escala desejada, os pontos do contorno, com o que se evitaria a medição da base e a determinação dos pontos principaes. N'este caso procedia se immediatamente ao levantamento dos detalhes.

Obtido o contorno por qualquer dos modos indicados, fazendo estação nos pontos já determinados e medindo os angulos formados com os pontos intermedios *G*, *H*, *L*, *M*, taes como pontes, casas, ribeiras, caminhos, etc., obter-se-ia a planimetria dos detalhes. Se acontecesse, por exemplo, querer marcar o ponto *G* e ter apenas a direcção *A C* medir-se-ia a passo a distancia *A G* ou *C G* que com a direcção conhecida daria o ponto desejado.

Para obter o nivellamento procedia-se, conjunctamente com a planimetria, determinando os angulos de inclinação que forma cada extremo da base com o outro extremo e com os pontos do contorno, e depois os angulos de inclinação que esses pontos for-

(¹) Os angulos medem-se como ensinamos adiante ao descrevermos a bussola alidade eclimetro de Peigné.

mam com os pontos do detalhe. A differença de nivel entre os extremos da base ou entre quaesquer pontos obtinha se pela distancia entre elles dada pela planimetria e pelo angulo de inclinação.

Para facilitar o calculo das differenças de nivel pode traçar-se de antemão a escala de declives. Para isso toma-se uma grandeza *A O* que represente 100 metros na escala $\frac{1}{1000}$ por exemplo, e divide-se em 10 partes iguaes, divide-se tambem a perpendicular *A B* egual a *O A* em 10 partes iguaes e tiram-se as perpendiculares a estas linhas até encontrarem *O B*; marcam-se em *A B* os traços dos angulos de 5.° em 5.° descriptos de *O* como vertice: estes angulos podem obter-se com o transferidor ou descrever com o raio *O A* e com o centro em *O* um arco de circulo que se dividiria em partes iguaes a 5.°.

Suppnha-mos que

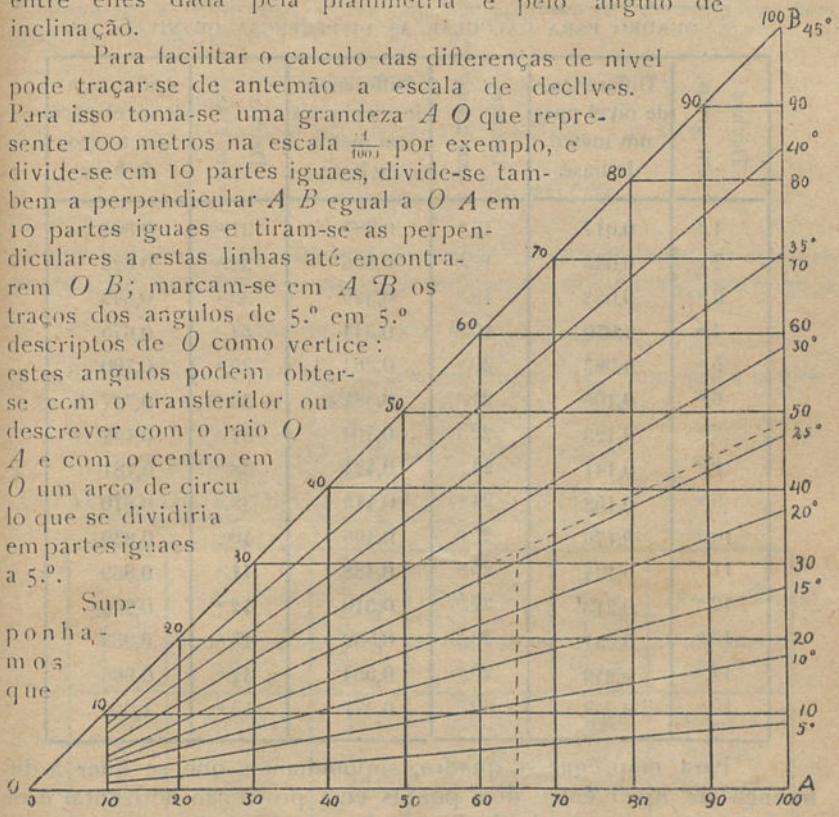


Fig.ª 98

se pretende achar na escala a differença de nivel de dois pontos dada pelo angulo de 26.° e pela distancia projectada 165 metros: Como a escala apenas está construida para 100 metros, ler-se-hão as distancias correspondentes a 100 e a 65 e sommar-se-hão; para 100 vê-se que a differença de nivel está comprehendida entre 40 e 50 metros e muito proximo de 50 metros, que o duplo decimetro diz ser 49,^{m}5; para 65 metros traçando o angulo de 26° e a vertical que passa por 65 metros entre 60 e 70 metros obtem-se para a differença de nivel 32 metros, portanto a differença total é de 49,^{m}5 + 32=81,^{m}5.

EM LOGAR DA ESCALA DE DECLIVES PODE ADOPTAR SE O SEGUINTE:

QUADRO PARA CALCULAR AS DIFFERENÇAS DE NIVEL

Declive em graus	Differença de nivel para um metro de base	Declive em graus	Differença de nivel para um metro de base	Declive em graus	Differença de nivel para um metro de base
1.º	0,017	16.º	0,287	31.º	0,601
2.º	0,035	17.º	0,306	32.º	0,625
3.º	0,052	18.º	0,325	33.º	0,649
4.º	0,070	19.º	0,344	34.º	0,675
5.º	0,087	20.º	0,364	35.º	0,700
6.º	0,105	21.º	0,384	36.º	0,727
7.º	0,123	22.º	0,404	37.º	0,754
8.º	0,141	23.º	0,424	38.º	0,781
9.º	0,158	24.º	0,445	39.º	0,810
10.º	0,176	25.º	0,466	40.º	0,839
11.º	0,194	26.º	0,488	41.º	0,869
12.º	0,213	27.º	0,510	42.º	0,900
13.º	0,231	28.º	0,532	43.º	0,933
14.º	0,249	29.º	0,554	44.º	0,966
15.º	0,268	30.º	0,577	45.º	1,000

Para empregar o quadro, supponhamos que se quer a differença de nivel entre dois pontos cuja projecção horisontal é de 74 metros e o angulo de declive 19.º o quadro indica que para 19.º a differença de nivel por cada metro de base é de 0.m344, bastará portanto multiplicar 74 metros por 0,m344 para obter 25,m456 differença de nivel procurada.

E' claro que, quando o terreno é muito inclinado, as distancias medidas segundo o declive differem das distancias horisontaes, sendo, portanto, mais conveniente, fazer a medição segundo o terreno e depois reduzir ao horisonte.

Reducção ao horisonte. A reducção ao horisonte obtem-se recorrendo ao seguinte quadro que indica qual è a grandeza da projecção d'um metro para as inclinações comprehendidas entre 1.º e 45.º

Para fazer uso d'este quadro, supponhamos que se media uma distancia de 165 metros com a inclinação de 15.º a reducção ao horisonte d'esta distancia será:

$$165 \times 0{,}96593 = 159{,}^{m}38.$$

Se o angulo de inclinação fosse de 15.º 20', por exemplo, tomava-se a differença entre as projecções de 1^{m} relativas aos angulos de 15º e 16º:

$$0{,}96593 - 0{,}96126 = 0{,}00467$$

e fazia se a proporção: $0{,}00467 : 60 :: x : 20'$

$$x = \frac{0{,}00467 \times 20}{60} = 0{,}001556;$$

diminuindo esta quantidade á projecção correspondente ao comprimento de um metro quando a inclinação era de 15,º obter-se-ia

$$0{,}96593 - 0{,}001556 = 0{,}964374$$

e procedendo como se fez antecedentemente teremos que a projecção de 165 metros com a inclinação de 15' 20' seria:

$$165 \times 0{,}964374 = 159{,}^{m}12$$

QUADRO DE REDUÇÃO AO HORISONTE

Graus de declive	Projecção de um metro	Graus de declive	Projeção de um metro	Gruas de de declivd	Projecção de um metro
1.º	0,99985	16.º	0,96126	31.º	0,85717
2.º	0,99940	17.º	0,95631	32.º	0,84805
3.º	0,99863	18.º	0,95106	33.º	0,83867
4.º	0,99757	19.º	0,94552	34.º	0,82904
5.º	0,99619	20.º	0,93969	35.º	0,81915
6.º	0,99452	21.º	0,93358	36.º	0,80902
7.º	0,99253	22.º	0,92718	37.º	0,79863
8.º	0,99027	23.º	0,92051	38.º	0,78801
9.º	0,98769	24.º	0,91354	37.º	0,77747
10.º	0,98481	25.º	0,90833	40.º	0,76604
11.º	0,98163	26.º	0,89681	41.º	0,75470
12.º	0,97815	27.º	0,89101	42.º	0,74314
13.º	0,97437	28.º	0,88295	43.º	0,73135
14.º	0,97030	29.º	0,87462	44.º	0,71934
15.º	0,96593	30.º	0,86600	45.º	0,70710

Tambem podemos obter a reducção ao horisonte empregando um processo identico ao da figura 33. Começaremos por traçar um angulo igual ao observado; depois, sobre um dos lados marcaremos, em escala tão grande quanto possivel, a hypothenusa; do extremo d'esta baixaremos uma perpendicular sobre o outro lado, formando assim um triangulo rectangulo em que a hypothenusa representa a linha medida no terreno, o catheto maior a sua reducção ao horisonte (projecção horisontal) e o catheto menor a differença de nivel entre os extremos da linha medida.

BUSSOLA ALIDADE ECLIMETRO DE PEIGNÉ

Muitos instrumentos bastante portateis se têm inventado para os levantamentos expeditos; entre elles a bussola alidade

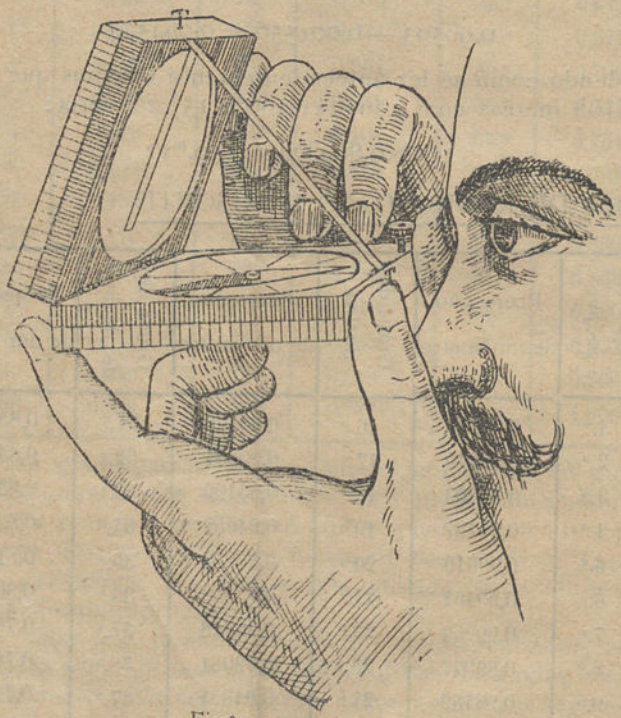


Fig.ª 99

eclimetro do official francez Peigné, instrumento automatico, bastante portatil. Com esta *bussola, o cartão pasta, uma regua, lapis, canivete, borracha, agulha com cabeça de lacre, escala do passo, quadro para calcular as differenças de nivel* [1] e *quadro de reducção ao hori-*

(1). A caixa da bussola tendo no fundo uma escala de declives, mas esta circunstancia não dispensa o individuo encarregado do levantamento de se fazer acompanhar do respectivo quadro para calcular as differenças de nivel.

sonte, tem-se o preciso para obter a planimetria e o nivelamento.

Consiste, este instrumento, fig.ª 99, n'uma caixa de base quadrada onde existe, resguardada por um vidro, uma agulha magnetica de 0,m065 suspensa sobre um fulcro, e dois limbos graduados um em 360 para angulos horisontaes indicados pela agulha magnetica, e outros em 100° para angulos verticaes, marcados por uma pequena haste de latão que oscila em torno do fulcro da agulha quando o limbo se colloca verticalmente; uma tampa da mesma expessura da caixa liga-se a esta por 2 charneiras e pode ficar aberta a 45° por meio d'uma regua T T' cujo extremo T' entra no orificio da tampa. Esta regua tem uma fenda longitudinal para servir de pinula e pode. por meio d'uma charneira T, collocar-se horisontalmente entre a caixa e a tampa quando se fixa o instrumento. A tampa tem na face interior um espelho circular que reflecte as divisões do limbo e é atravessada por uma abertura onde estão fixos dois fios por entre os quaes se vêem os objectos.

Cartão pasta. Consiste n'uma pequena prancheta, fig.ª 100, ligada por meio de folle a uma folha de cartão formando uma verdadeira pasta, que em dois dos seus cantos tem argolas onde entram as molas por que termina um cordão de grandeza sufficiente para levar o cartão pasta a uma posição em que se possa traçar o desenho. Para o lado direito do observador o cartão pasta apresenta dois pequenos tubos, *a* e *b*, que servem de porta lapis; o lado superior do cartão tem marcadas as linhas parallelas entre si, mas perpendiculares ao corpo do observador e que servem para pelos seus extremos dirigir os traços das linhas parallelas que se marcam no papel do desenho que previamente se tiver collado á pasta tendo o cuidado de empregar papel mais curto do que esta.

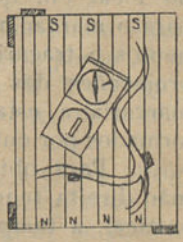


Fig.ª 100

Para ler com a bussola um angulo horisontal e marcal-o depois no cartão, segura se a caixa da bussola com a mão esquerda na posição como indica a figura 99 ,tendo priviamente collocado a tampa a 45.° por meio da pinula; levanta-se a caixa horisontalmente até o mais proximo possivel do olho direito e collocando o dedo indicador da mão direita sobre o extremo da haste que actua na alavanca da agulha e prompto a premil a no momento opportuno e o polegar encostado á cabeça do parafuso da mesma haste, visa se o ponto que se quer marcar dirigindo o raio visual pela fenda da pinula T e por entre os fios da tampa deixando que a agulha ascille livremente, até parar no plano magnetico; então continuando a ver o ponto pela pinula e pelo meio dos fios, lê se no espelho a divisão do limbo em que pára a ponta azul da agulha e prime-se a alavanca com o dedo indicador, o que faz immobilisar provisoriamente a agulha levantando-a do fulcro e apertando-a contra o vidro que a

resguarda. Actuando então com o polegar sobre o parafuso e fazendo descer este, a agulha ficará definitivamente immobilisada na caixa e pode cessar a pressão do dedo indicador. Abrindo então toda a tampa e collocando a caixa sobre o cartão pasta de modo que o lado graduado se ajuste de encontro á agulha com cabeça de lacre, que se espeta no ponto que no desenho representa a estação, faz-se escorregar e girar o lado da caixa ao longo da agulha até que a agulha magnetica se sobreponha a uma das rectas N S traçados no desenho; servindo-nos então do lado graduado da caixa como regua, traça-se pelo ponto da estação uma linha que representa o angulo que no terreno o objecto forma com o meridiano magnetico.

Todos os pontos notaveis que se quizessem ligar com a estação, seriam observados com a bussola e traçados na carta do mesmo desenho.

Se já tivessemos marcados no desenho dois pontos visiveis do local em que parassemos, e n'elle quizessemos fazer estação, para o marcar no desenho, observariamos com a bussola, esses dois pontos e traçariamos no cartão os angulos espetando a agulha nas projecções dos respectivos pontos, a intersecção dos dois traços marcaria a estação; conhecida esta poderiamos traçar os angulos formados por outros pontos notaveis ainda não marcados no desenho.

Para obter as differenças de nivel, segura-se a bussola na mão direita tendo a tampa a 45° sustida pela haste pinula, o limbo vertical, a tampa para a esquerda, visa-se pela pinula e pelos fios parallelamente ao limbo e vê-se a imagem do perpendiculo oscillar no espelho e parar em face de uma divisão, 16,° por exemplo, do lado das pontarias ascendentes ou de elevação. Medindo no desenho com o lado graduado da caixa a distancia entre o ponto da estação e o observado, supporemos 52,^{m}8, e examinando a tabua graphica que está collocada no fundo exterior da caixa achariamos, pelo processo já indicado que a differença de nivel entre a vista do observador, e o ponto visado era de 15,^{m}30 e que este ponto estava acima do da vista do observador por isso que o angulo era ascendente ou de elevação e estaria abaixo se o angulo fosse descendente ou de depressão.

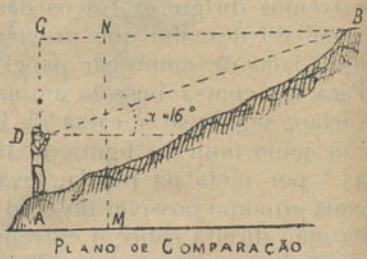


Fig.ª 101

Conhecida a altura da vista do observador, que é constante para cada individuo sempre que observe do mesmo modo, e que supporemos 1,^{m}6, conhecida a cota da estação que imaginaremos ser, por exemplo, 5,^{m}3 teriamos a cota do ponto observado egual á cota do ponto de estação, mais a altura do observador e mais a

differença de nivel dada pelo angulo : 5,m3 + 1,m6 + 15,m3 = 22,m2.

Se o angulo fosse de depressão, obter-se ia a cota do ponto observado somando a cota da estação com a altura do observador e diminuindo da somma a differença de nivel obtida pela angulo de depressão observado.

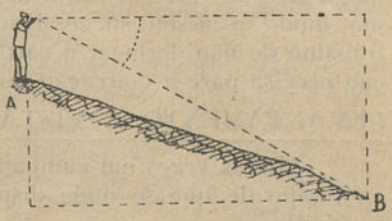


Fig.ª 102

Tambem se pederia obter a differença de nivel prendendo ao canto *CA* do quadro graphico que existe collado na face inferior do cartão pasta um fio de cerca de 0,m3 a que se ataria qualquer pezo, uma borracha, uma pequena pedra, etc., e observando o ponto pelos tubos porta-lapis, n'um ou noutro sentido, conforme o angulo fosse de depressão ou de elevação fixar-se-hia o fio na posição que marcasse durante a observação.

Se, por exemplo, a distancia ou projecção horisontal entre a estação e o ponto observado era 77,m6 tirar se ia pelo ponto *M*, que no cartão corresponde a 7,m76, uma perpendicular *M N* até encontrar o fio: a distancia *M N* representa a differença de nivel de 3,m25 correspondente a 77,m6.

Pode acontecer que ao trabalhar no campo, a chuva obrigue n'uma estação a resguardar o desenho, impedindo de se traçarem no cartão pasta os angulos medidos com a bussola. N'esse caso registavam-se n'um papel os angulos observados, deixando a estação, procurava-se um sitio resguardado da chuva, uma casa, por exemplo, e ahi no chão, sobre uma mesa ou sobre qualquer superficie horisontal collocava-se o cartão pasta; sobre elle dispunha-se a bussola por forma que o lado da escala se ajustasse perfeitamente n'uma das linhas *N. S.* e soltando a agulha movia-se com cuidado o cartão pasta até a linha longitudinal da agulha, estando a ponta azul para o lado *N* recobrisse uma das linhas *N S* do desenho; então este ficaria orientado. Cravando em seguida a agulha com a cabeça de lacre no ponto do desenho que corresponde á estação em que se tivessem medido os angulos, e encostando lhe o lado da escala da bussola, mover-se-ia esta em torno do ponto de estação ate que a agulha magnetica marcasse com a ponta azul

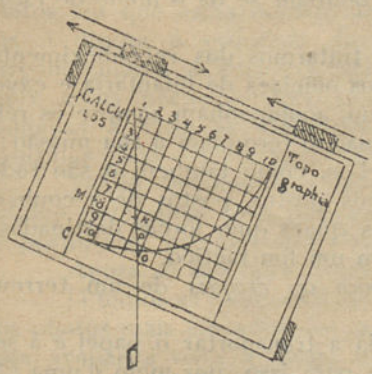


Fig.ª 103

o numero de graus de um dos angulos observados, então dando um traço do ponto de estação ao longo do lado da caixa da bussola ficaria marcado esse angulo; fazendo novamente girar a agulha magnetica até marcar outro angulo observado procedia-se do mesmo modo e assim successivamente; tendo o cuidado durante o trabalho de não deslocar o cartão pasta para não perder a orientação precisa para a marcação dos angulos.

LEVANTAMENTO Á VISTA

Muitas vezes em campanha a falta de instrumentos e o pouco tempo de que se pode dispôr, obrigam a fazer o levantamento á vista.

Só os poderá executar com vantagem quem tenha procedentemente aprendido pela pratica de levantamentos regulares ou expeditos a reconhecer promptamente a forma do terreno e a representa-lo no papel.

Nos levantamentos á vista convem muito utilisar as cartas que se tenham podido obter para se determinar por ellas a posição dos pontos principaes do terreno e mesmo das estradas ou cursos de agua etc, Com o contorno assim obtido torna-se facil marcar á vista pelas relações com os objectos do contorno, os caminhos e atalhos; seus crusamentos, linhas d'agua, etc.

Se não há carta procede-se ao levantamento á vista do terreno. A esta especie de trabalho tambem se dá o nome de *esboço* ou *croquis*,

Como adiante se verá ao tratarmos dos reconhecimentos tacticos de que são encarregados os officiaes de infantaria e cavallaria, os *esboços ou croquis* do terreno, acompanham sempre os relatorios feitos por aquelles oficiaes quando terminam a sua missão; e nem só estes são obrigados a fazel-os, como tambem o são todos aquelles que comandarem pequenos postos, postos de reconhecimento, postos principaes ou outras quaes quer forças destinadas a occupar determinadas posições com um fim tactico.

Para executarmos um *esboço* ou *croquis* de um terreno, precisamos:

Uma parte vulgar, destinada a transportar o papel e a servir de mesa de desenho, suspensa para isso, por meio d'uma fita, tendo esta o comprimento preciso para poder passar por cima do hombro direito, atravessar as costas em diagonal e passar entre o corpo e o braço esquerdo, indo amarrar as pontas aos vertices dos angulos da pasta mais afastados um do outro, por forma a permitir que esta fique, pouco mais ou menos, horisontal, com um dos lados menores encostado ao corpo. Um prego convenientemente disposto segura o papel n'uma extremidade e o dedo maximo da mão esquerda, segura-o na outra; uma borracha; quatro lapis; um encarnado, um azul, um verde e um preto, ordinario, e um canivete.

Com estes objectos tem se o preciso para a execução do croquis de um terreno.

As cores dos signaes convencionaes são as mesmas que o corpo do estado maior emprega na carta levantada na escala $\frac{1}{20.000}$.

Vamos dar uma ideia muito geral da forma como se executa um *esboço* ou *croquis* de um terreno.

Depois de feito o reconhecimento do terreno e de fixado o papel á pasta, o observador procura um ponto d'onde possa facilmente descobrir todo o terreno que pretende levantar ou uma grande parte d'elle. No primeiro caso fará uma só estação e no segundo caso fará as que forem necenarias para que o desenho apresente todos os detalhes de terreno. Escolhido o ponto de estação, fixa-se um ponto notavel, em geral o limite do *esboço*, tal como uma casa, moinho, parte superior d'um monticulo, crusamento d'um caminho bem visivel, etc., para lhe servir de base, e traça n'essa direcção, a lapis preto, uma linha auxiliar *(derectriz)* que vervirá para orientar o desenho quando necessite verifical-o. Marca no alto da directriz o objecto e em seguida avalia á vista a distancio que o separa d'elle. Determinada esta, marca-a sobre a directriz reduzida á escala empregada ($\frac{1}{5000}$, $\frac{1}{10.000}$ ou $\frac{1}{20.000}$) a partir do objecto, determinando assim a posição d'este em relação ao ponto de estação. Depois determina a posição de outros pontos notaveis do terreno, taes como, monticulos, linhas d'agua, de cumeada. ribeiros, bifurcação de caminhos, casas, cruzamantos de estradas, pontos em que estas mudam de direcção, poços, muros etc. situados á direita e esquerda da directriz, levantando para este fim perpendiculares a esta na direcção d'esses objectos e marcando sobre estas perpediculares as posições d'esses pontos, depois de avaliadas á vista as distancias que os separa do observador e de reduzidas essas distancias á escala empregada.

Tendo completado o contorno, procede ao levantamento do detalhe determinando a posição das fontes, culturas, caminhos de pé posto, etc., completando assim a planimetria.

Agora só nos falta desenhar á vista o relevo do terreno.

Já temos as posições das linhas d'agua, das linhas de cumeada, dos pontos mais elevados dos montes, do thalweg principal, só nos falta avaliar á vista a altura d'esses montes, em relação á parte mais baixa do thalweg principal, e avaliadas ellas, traçamos as curvas de nivel que lhes correspondem.

Assim, se, a distancia que separa a parte superior d'um monticulo, do thalweg que lhe passa junto da base, fosse avaliada em 40 metros e a escala empregada fosse a de $\frac{1}{10.000}$, com a equidistancia graphica de $0^m,001$ e portanto a equidistancia natural de 10 metros, esse monticulo seria representado por 4 curvas de nivel. Se se adoptasse ainda a mesma escala, mas com a equidistancia graphica de $0^m,0005$, seria representado por 8 curvas equidistantes

de 5 metros Finalmente indicar-se-ha os nomes por que forem conhecidas as differentes alturas, casas, casaes, ribeiros, mattas, lagares, caminhos e a indicação para onde se dirigem as estradas e caminhos.

A' margem dos *croquis* serão exarados os apontamentos relativos aos occidentes do rerreno notados no reconhecimento que, pela sua importancia, convenha estudar mais particularmente.

Por ultimo a orientação e a escala aproximadas.

LEVANTAMENTO POR INFORMAÇÕES

Quando um corpo de tropas tem que penetrar no interior d'um paiz de que não existe uma carta bastante completa, é preciso construi-la procedentemente por informações obtidas dos espiões ou dos habitantes do paiz, com especialidade d'aquelles que pela sua profusão melhor o conheçam. Os individuos interrogam-se separadamente para se poder verificar o credito que merecem as suas respostas, e tomam-se assim apontamentos sobre as situações das povoações, direcções das estradas, caminhos e cursos d'agua, dos desfiladeiros, a configuração geral do terreno, a densidade da população, os recursos que offerece, as distancias que existem entre os pontos principaes do terreno, etc.

Logo que se tem reunido e classificado uma serie de informações dignas de credito e em numero suficiente procede-se pelo conhecimento das distancias dos pontos principaes avaliados pelo tempo, á construcção do contorno, marcando os dois primeiros pontos pela distancia entre elles, e os outros por meio de crusamentos de arcos de circulo descriptos dos pontos já determinados como centro e com raios iguaes ás distancias a esses pontos. Determinado o contorno, procede-se do mesmo modo á determinação das aldeias, herdades, edificios isolados, cruzamentos de estradas, de cursos d'agua, etc.; começando primeiro por marcar as povoções mais importantes, as estradas, cursos d'agua principaes, mostrando, sendo necessario, a carta assim obtida aos informadores para d'elles obter dados mais claros e precisos.

Para facilidade da leitura, considera-se a escala horaria e divide-se cada hora em quatro partes, que representam cada uma, proximamente um kilometro, que é a distancia que a passo se pode percorrer n'aquelle tempo.

LEVANTAMENTO DE MEMORIA

Poucas são as regras que se podem dar para este genero de reconhecimento, que só se deve empregar quando houver obsoluta falta de tempo.

O encarregado do levantamento deve empregar toda a sua

attenção em observar o terreno, tomando nota do tempo gasto em percorrer as distancias entre os pontos principaes; da inclinação dos caminhos, qualidade e estado das pontes que atravessam os caminhos, etc.

Deve, tambem, estudar com todo o cuidado as direcções dos cursos d'agua e se as suas margens são accessiveis. Em resumo, estudar tudo que diga respeito ao bom exito da operação em vista.

De volta ao campo, faz o esboço, no qual, traduzido o tempo em metros, marca as distancias entre os pontos principaes, indica os promenores e circumstancias especiaes do terreno que tenham importancia para a operação militar projectada e de que se lembrar,

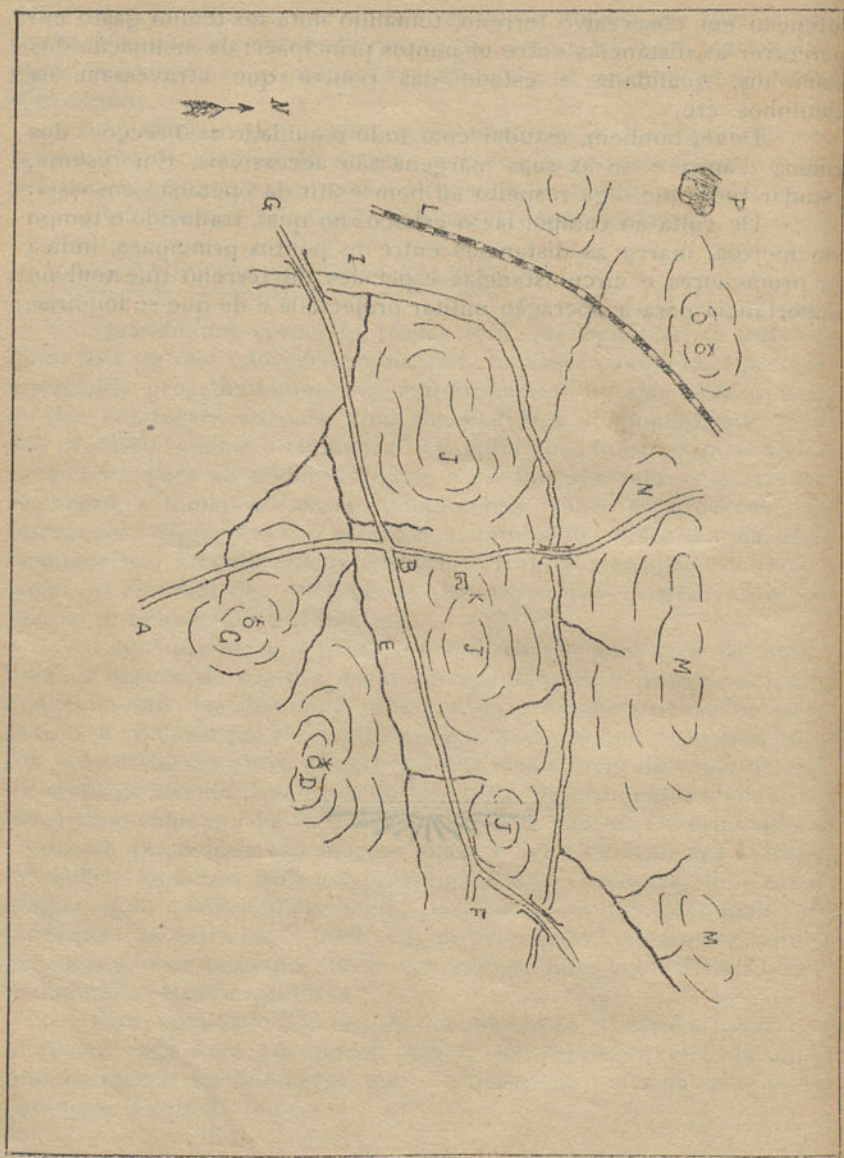


Fig.ª 104

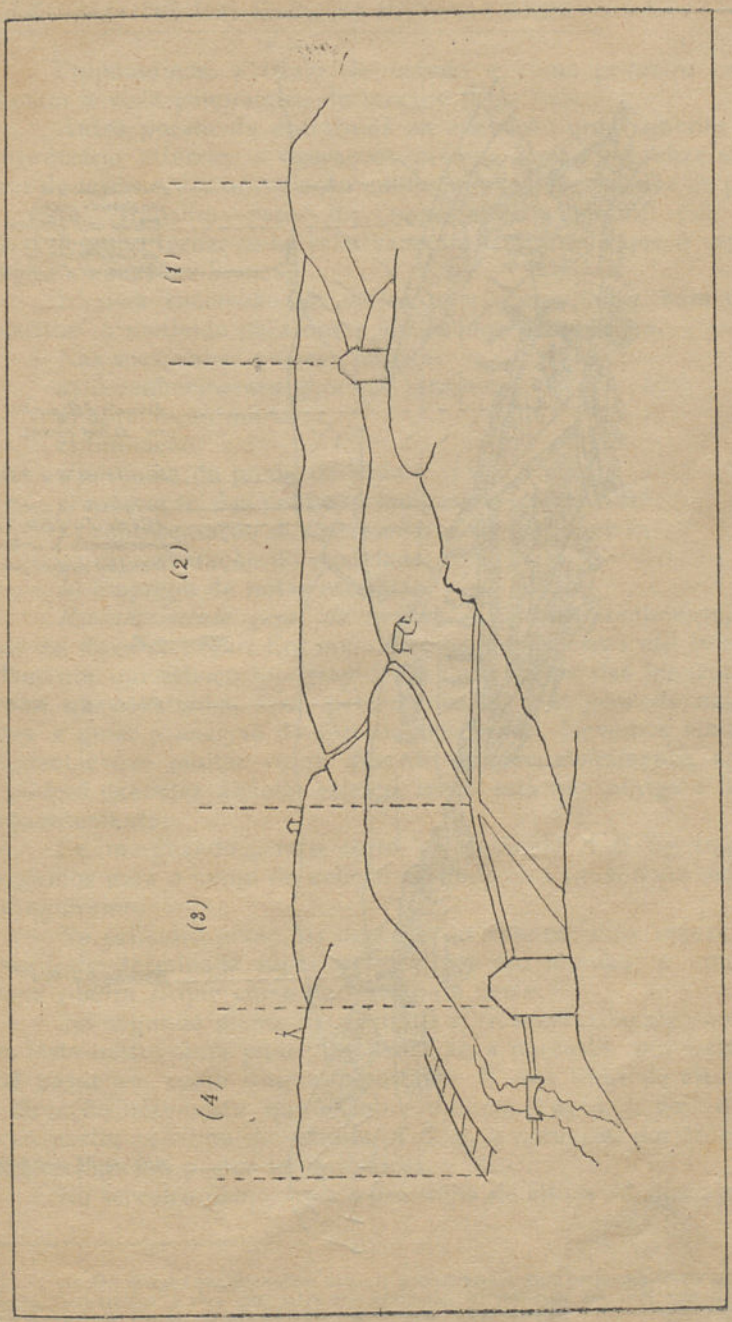


Fig.ª 105

FOLHA 9

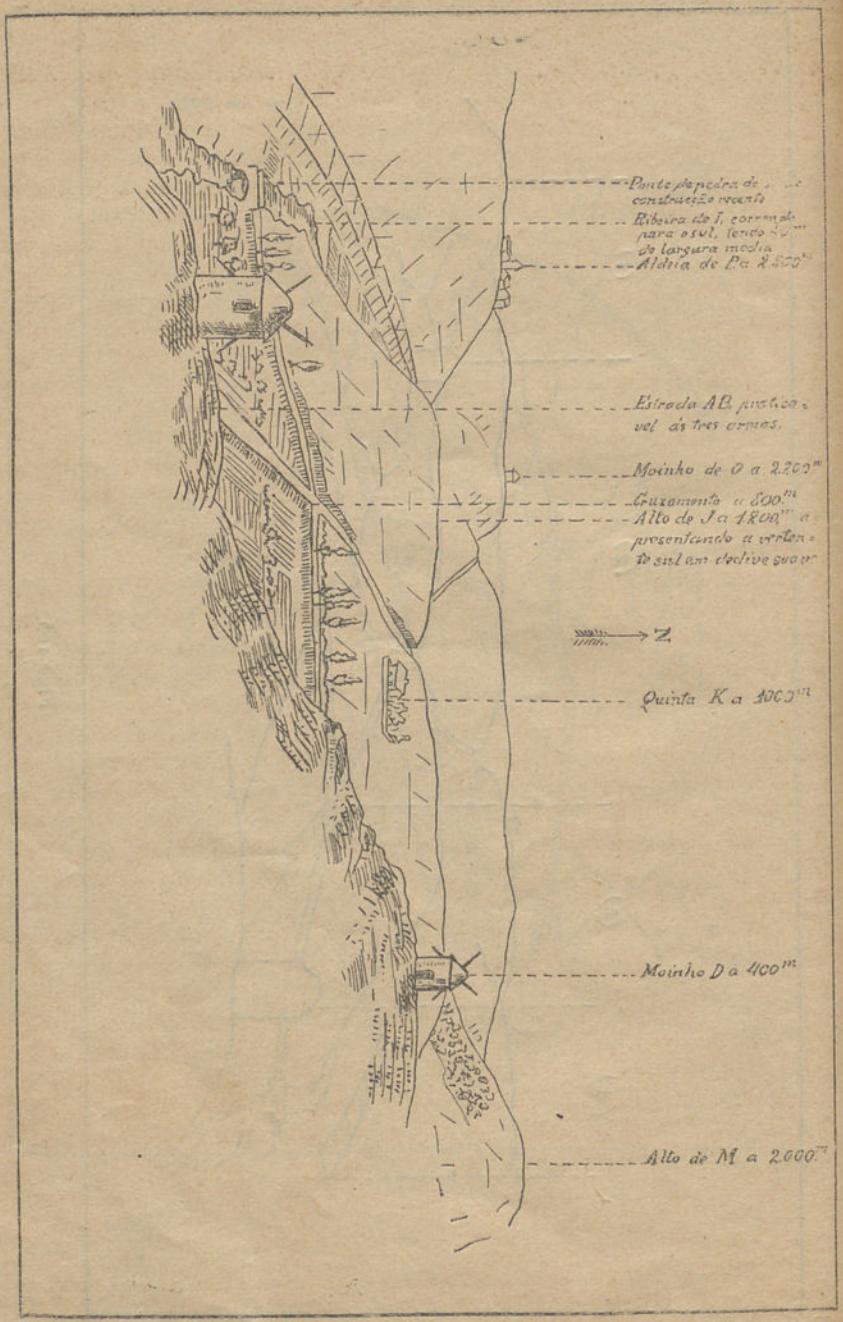

Ponte de pedra de construcção recente
Ribeira de I, correndo para o sul, tendo 20m de largura media
Aldeia de P a 2.500m
Estrada AB practicavel ás tres armas.
Moinho de O a 2.200m
Cruzamento a 800m
Alto de J a 1.200m apresentando a vertente sul em declive suave
Z
Quinta K a 1000m
Moinho D a 400m
Alto de M a 2.000m

Fig.ª 106

EXECUÇÃO DE UM ESBOÇO PANORAMICO (1)

Propomo-nos, a titulo de estudo e como primeiro ensaio, executar a vista panoramica do terreno (Fig. 106).

Antes porem de entrarmos na execução propriamente dita, é necessario attender a operações prévias, como: reconhecimento geral do terreno, sua apreciação militar, limitação e escolha do ponto de vista, trabalho este de importancia capital, por isso que o desenho tornar-se-ha relativamente facil desde que o espirito chegue a conceber bem.

E' uma successão de varias operações que, a bem dizer, constitue o methodo para obter um esboço panoramico.

Nas suas linhas geraes consiste:

a) reconhecimento geral do terreno;
b) apreciação militar;
c) limitação;
d) escolha do ponto de vista;
e) marcação dos pontos principaes e referencias;
f) representação dos permenores da planimetria;
g) representação do modelado;
h) emprego de notas escriptas.

Reconhecimento geral do terreno. — É, invariavelmente, por onde se deve começar. Em muitos casos, será mesmo util fazer rapidamente um esboço topographico e que, apesar das inexactidões fataes que contenha, terá, pele menos, a vantagem de assentar ideas e guiar a analyse do terreno observado. Devemos ainda accrescentar que muitas vezes, durante um reconhecimento, apenas se poderá executar aquelle esboço, razão esta que obriga a fazel-o frequentemente.

Se, marchando para o norte, pela estrada *A B* (fig. 104) nos dirigirmos para o cume do cabeço *C*, onde está situado um moinho, distinguiremos:

No primeiro plano, os declives do cabeço; uma elevação *D* a nordeste, terminada superiormente por um moinho; e uma pequena ribeira *E* que corre de leste para oeste.

No segundo plano, uma estrada *F G*, sensivelmente na direcção leste-oeste; uma ponte de pedra *H*, a noroeste, por baixo da qual passa um curso d'agua importante *I*; uma linha de alturas *J*, na direcção leste-oeste, que encobre o curso d'agua *I*; uma quinta *K* ao norte, proximo da estrada *A B*, e, a noroeste, um troço de linha ferrea com postes telegraphicos.

No terceiro plano, uma outra linha de altura *M*, numa orien-

(1) Aos leitores que desejarem adquirir conhecimentos mais profundos d'esta especie de trabalho, indicaremos a obra que, sobre este assumpto, foi publicada em 1908 pelo Ex.mo Sr. Mario de Campos, tenente de cavalaria e do serviço do estado maior.

tação quasi parallela á anterior e de declives suaves; uma pequena porção *N* da estrada *A B* e, a noroeste, uma elevação, apresentando na parte superior um moinho *O* e uma aldeia *P*.

Apreciação do seu valor tactico ou mesmo importancia estrategica — Olhando em volta, temos assim analysado e esboçado mentalmente o nosso panorama; importa agora consideral-o sob o ponto de vista militar e localisal-o, tanto quanto possivel.

Para isso, será necessario encarar um caso concreto e partir d'uma hypothese tactica, o que não temos feito, é certo, para não complicar este primeiro estudo; porem, por exemplo, contra uma acção inimiga de frente, a primeira ideia que sugere o terreno que abrangemos é que as posições *J*, constituirão uma linha defensiva, tendo o flanco esquerdo apoiado no curso d'agua *I*.

Limitação do terreno — Determinado o terreno, falta agora fixal-o sobre o horisonte.

Limitando-o a leste pela elevação situada no flanco direito da linha de alturas *J* e a oeste pela torre da aldeia *P*, o nosso panorama conterá tudo o que desejamos representar.

Escolha do ponto de vista — E' necessario egualmente pensar em collocar-nos da maneira mais vantajosa. Ocupando o ponto *C*, achar-nos-hemos no centro do terreno que nos propomos representar e que abrangemos sob um angulo conveniente. Se avançarmos mais para a frente, arriscamo-nos a não ver a linha de alturas *M* e a aldeia *P*, alem do que o afastamento do nosso angulo visual augmentará muito, pelo contrario, recuando, escapam-nos os declives do cabeço *C* e a quinta *K*.

Escolhemos portanto o ponto *C*, que apenas tem o inconveniente de não descobrir a maior extensão do curso d'agua I.

Terminado porem o trabalho, se dermos alguns passos, podemos obter particularidades, que mencionaremos no proprio esboço, por meio de notas.

Devemos lembrar que, nos desenhos panoramicos militares, a colocação do observador, e, portanto, do ponto de vista, deverá ser determinada de modo que o essencial é ver bem tudo o que se quer representar.

Relativamente á linha do horisonte, cuja posição depende inteiramente da do ponto de vista, não se podem do mesmo modo dar indicações precisas, as circunstancias e o fim a attingir determinarão, de preferencia a qualquer lei de esthetica, como se deverá collocar; alguns panoramas lucrarão em ser representados de pontos elevados; outros, pelo contrario, serão, com mais vantagem, desenhados, observando-os d'um ponto que apenas tenha sobre elles um commandamento ralativo.

Observaremos tambem que, em muitos casos, o maior interesse existirá, quasi sempre, no segundo plano; o primeiro plano será, então, considerado como uma base para estabelecer exacta-

mente o desenho e o terceiro plano como um elemento que forneça principalmente dados de orientação.

Marcação dos pontos principaes e referencias — Esta operação consiste numa collocação de pontos ou objectos principaes e referenciação do conjuncto. Marcar-se-hão primeiramente, nas extremidades do papel, as posições da elevação leste da linha de alturas *J* e da torre da aldeia *P*, que são os limites lateraes do nosso esboço; em seguida, deverá fazer-se a silhuèta dos moinhos (Fig. 105).

Temos, assim, dividido o terreno em quatro zonas e n'ellas vamos collocar os pontos mais importantes, operando successivamente.

Na zona (1), indicaremos as porções das cristas bem visiveis.

Na zona (2), os bordos da estrada *F G*, o cruzamento *B*, os dois lanços das estradas que ahi se juntam, depois o muro da quinta *K*, e por fim, as trez cristas topographicas.

Na zona (3), os dois lanços das estradas que vão dar ao cruzamento *B* e as cristas que se avistam.

Finalmente, na zona (4), marcaremos, tão exactamente quanto possivel, a torre da aldeia P, as margens da ribeira e a ponte com a estrada que a continúa; depois, o troço da linha ferrea e as linhas de cumeada.

Este trabalho deve ser feito o mais ligeiramente possivel afim de não embaraçar a operação seguinte:

Representação dos permenores da planimetria — Voltando novamente a considerar cada uma das zonas (1, 2, 3, 4) desenharemos agora as diferentes particularidades planimetricas, começando de preferencia plos primeiros planos, para terminar pelos ultimos.

Esta maneira de operar garante muito facilmente a collocação e a exactidão nas proporções, por que os objectos do primeiro plano, sempre maiores e mais simples nas suas linhas, tornam-se referencias muito uteis, para fixar os objectos dos planos mais afastados.

E' necessario tambem proporcionar a intensidade do traço ao afastamento do plano em que se trabalha apoiando firme no primeiro plano, normalmente no segunde e muito ligeiramente no ultimo.

Notaremos que a maior dificuldade, na execução dos permenores, em fixar estrictamente a attenção sobre o que é essencial reproduzir fielmente, sobre o que mais interessa ao fim a que se destina o esboço, não nos deixando perder na multidão de minucias; é, portanto, indispensavel que o espirito trabalhe ao mesmo tempo que o lapis, que o pensamento dissocie muito claramente os permenores com o fim de determinar os que dominam.

Desenhando, por exemplo, a povoação *P*, não será necessario representar exactamente todas as casas, marcando apenas o que julgarmos importante. Assim, limitar-nos-hemos a indicar a torre, cuja forma bem distincta é facil de reconhecer; as casas, que nos

levam a supor que a aldeia se estende para a rectaguarda do dorso; finalmente, os muros da orla sul, cuja importancia militar e indiscutivel.

Representação do modelado — Definidas já as cristas, ou linhas de cumeada e os cimos dos cabeços, resta ainda representar as formas do terreno, pelo processo já anteriormente indicado, isto e, pelo emprego de porções de curvas e de normaes perspectivas, regulando, como para a planimetria, a intensidade do traço segundo os diferentes planos (Fig. 106).

Porem, ao contrario do que dissémos acerca da marcha a seguir no traçado das silhuêtas, ha toda a vantagem em começar a representação do terreno, em cada zona, pelos planos mais afastados, despresando, bem entendido, os declives muito distantes, dificeis de apreciar e que são, portanto, suficientemente indicados pelo desenho da crista.

Emprego de notas escriptas — Nenhum esboço dispensa algumas indicações breves escriptas á margem.

Referir-se-hão a nomes de localidades, distancias de tiro, visibilidade entre os pontos considerados, accessibilidade dos terrenos ás diferentes armas, viabilidade dos caminhos e obras d'arte, passagem de cursos d'agua, profundidade e natureza das margens, terrenos proprios para movimentos ou estacionamento das diferentes armas natureza das construcções, em suma, todo o conjunto de circunstancias que sugerirá o sentimento militar e que transformarão o esboço panoramico, puro e simples, n'um relatorio de reconhecimento muito util. E' claro que o fim da missão determinará quaes as notas a tomar (Fig. 106).

Finalmente, sempre que seja possivel, no regresso, convem passar a tinta o esboço e as notas elucidativas. O tempo gasto é insignificante, alem do que se produzirá, assim, um documento duradouro, cujo desenho claro e acentuado inspirará mais confiança e certeza.

RECONHECIMENTOS TATICOS

Utilidade dos reconhecimentos — Por mais detalhadas que estejam as cartas não indicam por exemplo, se um caminho de carro é sempre praticavel á artilheria, ou somente com bom tempo; o volume de agua que leva um ribeiro, se este pode abastecer conforme a estação, uma determinada força; as ondulações inferiores á equidistancia, etc. Alem disto a carta pode já ter sido levantada a algum tempo de modo que appareçam no terreno estradas e caminho de ferro que ella não mencione, e que tenham feito desviar os caminhos antigos e abandonal-os no todo ou em parte; que appareçam pontes nos logares nos vaus, pinhaes onde d'antes existia charneca, povoações novas, outras augmentadas e algumas mesmo

abandonadas, etc. E' portanto preciso no momento opportuno fazer o reconhecimente ou exploração de uma certa porção de terreno.

O reconhecimento militar é a exploração de uma certa porção de terreno com o fim militar, ou seja para obter informações do inimigo, ou para conhecer o valor militar e os recursos que o terreno offerece, etc,

Os reconhecimentos podem ser *armados*, *geraes* e *especiaes*.

Os reconhecimentos armados, em que se comprehendem os pequenos reconhecimentos ou *descobertas*, teem por fim reconhecer o terreno, mas mais expecialmente o inimigo, sua força, posição que ocupa e seus projectos.

Os reconhecimentos geraes são os que se fazem em tempo de paz:

Os reconhecimentos especiaes são destinados a fazer conhecer a topographia do paiz ou seja para regular a marcha das tropas de todas as armas ou para reconhecer as posições que se devem occupar, ou as que o inimigo já occupou; n'uma palavra, a fornecer as informações precisas para determinar as operações, a marcha das columnas, etc.

Independentemente d'estes reconhecimentos, as operações secundarias da guerra exigem, a seu turno, um grande numero de reconhecimentos sobre os detalhes do terreno, aos quaes se dá o nome de *reconhecimentos tacticos*: taes são os reconhocimentos das estradas e caminhos, desfiladeiros, pontes, vaus, bosques, aldeias e habitações isoladas, etc.

São os reconhecimentos tacticos os que os officiaes de infantaria e cavallaria têm geralmente que fazer em campanha, e por isso os unicos de que trataremos, mas antes convem indicar os nomes que o terreno recebe segundo o aspecto sobre que se examina.

Em relação ao *relevo* o terreno é *plano* quando não apresenta nenhum accidente importante, e apenas se notam ondulações muito suaves; *ondulado*, quando os accidentes ou movimentos do terreno são pouco elevados e têm declives suaves: *accidantado* ou *muito accidentado* quande os movimentos se accentuam muito, podendo denominar-se *decomposto* quando as mudanças de declive são frequentes e bruscas: *montuoso*, quando são os cabeços ou accidentes elevados, que chamam mais particularmente a attenção.

Em relação á *facilidade de observação* dos movimentos das tropas, o terreno é *aberto* on *descoberto* se nenhum objecto importante impede a vista de ter um horisonte vasto: *coberto*, quando obstaculos naturaes ou artificiaes, taes como ondulações, casas, muros, bosques etc., reduzem muito o horisonte visual do observador.

Em relação ao *movimento de tropas* o terreno é cortado, embaraçoso, diffcil, impraticavel se abunda em obstaculos que impedem o movimento, taes como pantanos, correntes d'agua, barrancos, fossos ou vallas, vedações, construcções, bosques, etc.

é *praticavel, facil* ou *de accesso facil* quando nada impede formalmente o movimento das tropas. E' claro que o terreno pode ser praticavel a uma arma e impraticavel a outras.

Em relação ao *emprego das tropas* o terreno diz-se *favoravel* ou *vantajoso, desfavoravel* ou *desvantajoso*, conforme se presta, ou não, ao fim que se tem em vista.

O terreno pode ser *plano* e *aberto* e não ser *favoravel* á circulação, por ser *cortado* por valles, canaes de irrigação, etc.

O terreno pode ser *ondullado* e *coberto* e ser favoravel á circulação por ser cruzado de numerosas vias de communicação que o tornam *praticavel* e de *facil accesso*.

O terreno pode ser *coberto* e *cortado* e ser a um tempo *desfavoravel* para a marcha de uma columna e vantajoso para a infantaria que n'elle encontra abrigos para o combate.

Reconhecimento de uma estrada ou caminho. O relatorio deverá indicar a direcção geral da estrada ou caminho; os pontos principaes que liga; se é ou não empedrada; se é em aterro, em trincheira, ou a meia encosta; a sua largura; o seu estado a conservação; os declives; caminhos com que cruza ou lhe são parallelos; se no seu percurse há povoações, quintas, casas isoladas, obras d'arte, bosques desfiladeiros, etc.

Reconhecimento de uma via ferrea. Indicar a direcção geral do caminho de ferro; a que rede pertence; se é de via larga ou reduzida; os pontos importantes que põe em communicação; se é em aterro, em trincheira, ou a meia encosta; pontos em que a via é dupla ou simples; as estações ou apeadeiros; as obras d'arte; taes como, viaductos, tunneis, pontes, etc; os recursos em material, combustivel e agua; as communicações telegraphicas; as passagens de nivel, isto é, os pontos em que a via ferrea é atravessada por estradas ou caminhos.

Reconhecimento de cursos d'agua. Indicar a direcção geral do curso d'agua ou canal; a sua largura e profundidade; velocidade da corrente; natureza das margens, as pontes, vaus ou alpondras que permittem atravessal-o (com a designação de *a montante* ou a *juzante* de tal ponto); se o curso é navegavel ou não; e a partir de que ponto; se ha barcos; se ha eclusas ou barragens; etc.

Reconhecimento d'um bosque. Indicar a extensão e forma do bosque; se é cerrado ou não; arvores que o constituem; clareiras que n'elle se encontram; estradas ou caminhos que o atravessam; obstaculos; a forma da orla, que deverá ser estudada com especial cuidado.

Reconhecimento d'uma casa isolada. Indicar as dimensões da frente e profundidade; numero de andares; a resistencia das paredes; a disposição das portas e janellas; se tem quintal ou jardim, e a natureza da sua vedação, isto é se é cercado por muro, vallado,

sebe, fosso, etc; recursos que apresenta quer para o alojamento, quer para organisação defensiva.

Reconhecimento d'uma povoação. Indicar o comprimento e largura da povoação; a sua posição exacta; traçado da linha extrema do recinto; se está n'uma altura, n'um valle, n'uma encosta ou n'uma planicie; modo de construcção das casas; praças, ruas e edificios pricipaes; numero de casas; população; recursos para alojamento, alimentação e organisação defensiva.

Reconhecimento d'um valle. Indicar a sua direcção geral, comprimento e largura media; alargamentos; natureza do solo; bosque, culturas e ravinas; importancia do curso d'agua que n'elle corre: declive; povoações e casas; vias de communicação que o atravessam.

Reconhecimento d'uma altura. Indicar a altitude do ponto mais elevado; forma e configurarão; se é arbarisada ou descoberta; se tem commandamento e qual sobre as alturas visinhas ou se é commandada por ellas; caminhos que lhe dão accesso; povoações ou casas que n'ella se encontram; declives accessiveis ás differentes armas; se as encostas são cobertas de bosque ou descobertas e ravinas que as sulcam.

Reconhecimento d'um disfiladeiro — Indicar a sua especie; se é praticavel ou não ás differentes armas; natureza dos seus flancos; se são escarpados ou não, cobertos ou descobertos; configuração da entrada e sahida; se fôr uma ponte, o comprimento e laagura; natureza da sua construcção, altura das guardas, grau de solidez e numero de pilares.

Relatorios — Os officiaes encarregados de qualquer reconhecimento, quando terminem a sua missão, enviam um relatorio escripto ao commando que o tiver mandado effectuar.

Este relatorio deve ser redigido por forma que, da sua leitura, possa aquelle commando deduzir *rapidamente* os meios a empregar para alcançar o fim que tiver em vista.

Nos *esboços* que acompanharem os relatorios deve detalhar-se apenas o que se referir ao fim especial de cada reconhecimento, pondo de parte ou reduzindo ás indicações indispensaveis para a apreciação do conjuncto o que não tiver importancia para aquelle fim.

Os *esboços* podem ser completados com perspectivas, que contribuirão para a completa apreciação do assumpto do reconhecimento; convindo que sejam feitos com lapis de cores, que fazem sobresahir a natureza das differentes disposições do terreno.

Em cada esboço indicar-se-ha a escala aproximada e a orientação

Execução de itinerarios militares, memorias ou relatorios — Itinerario, é uma descripção detalhada da estrada seguida pelas tropas em marcha. O itinerario executado segundo o modelo n.º 3

da ordem do exercito n.º 8 de 1880, compõe-se de uma *planta* e *uma parte descriptiva militar e estatistica.*

A planta levantada na escala $\frac{1}{20.000}$, com a equidistancia de 10,^{m} comprehende 1 kilometro para cada lado da estrada e deve dar perfeito conhecimento da direção geral da estrada, dos obstaculos e obras d'arte que a mesma apresentar, do terreno que a cerca e dos pontos caracteristicos que se encontrarem. As casas, *lado direito e lado esquerdo* do modelo servem para indicar pequenos detalhes que não podem ser percebidos na planta, taes como largura de pontes, altura de muros, qualidade de vedação etc.

Na casa «*Considerações militares*» indicam se como poderão ser aproveitados ou removidos para a defeza e ataque os obstaculos que se encontram na estrada Os esclarecimentos relativos a acantonamentos e recursos, tanto nos logares habitados e representados na planta como dos situados até 3 kilometros de distancia das estradas, fornecem os conhecimentos para se dirigir e combinar convenientemente o descanço das tropas.

O modelo seguido para os itinerarios feitos em tempo de paz, será com vantagem empregado em campanha, podendo reduzir-se a planta a 500 metros para cada lado da estrada e a parte estatistica simplesmente ao que se poder obter.

topografia

ERRATA

Pag.ª	22,	linha	34;	onde se lê partidada,	leia-se partida.
»	33,	»	3;	» » » dexterina pura,	» dexterina.
»	40,	»	25;	» » » ponlos,	» pontos.
»	41,	»	32;	» » » relazão,	» relação.
»	58,	»	32;	» » » construido,	» construindo,
»	60,	»	45;	» » » a distancia *A G* e *C G* leia-se a distancia *A G ou C G*.	
»	68,	»	4,	» » » *B C*	leia-se *B* e *C*.
»	75,	»	3;	» » » figura 40,	» figura 50.
»	78,	»	26,	» » » unimos aos pontos	» unimos os pontos
»	82,	»	6,	» » » de passar	» de fé passar
»	83,	»	29,	» » » dos outros,	» os outros.
»	83,	»	37,	» » » methodo	» methodos.
»	83,	»	40,	» » » alteradas	» alternadas.
»	83,	»	42,	» » » alternadas	» alternados.
»	84,	»	23,	» » » pretendemos o poligono, leia-se, pretendemos levantar o polygono	
»	84,	»	29,	» » » *G E*	leia-se *G F*.
»	85,	»	4,	» » » fucil	» facil
»	86,	»	1,	» » » traçados	» traçadas
»	86,	»	12,	» » » d'um	» d'esse
»	86,	»	14,	» » » de,	» dos
»	86,	«	21,	» » » verificação de um polygono leia-se, verificação do levantamento de um polygono	
»	89,	»	38,	» » » das travessas	leia-se da travessa
»	89,	»	45,	» » » do	» da
»	90,	»	5,	» » » reclome	» reclame
»	91,	»	23,	» » » 1,^{m},58	» 1,^{m}358
»	92,	»	8,	» » » *N*	» *N'*
»	99,	»	34,	» » » andulação	» ondulação
»	105,	»	39,	» » » declimação	» declinação
»	106,	»	1,	» » » declimação	» declinação
»	107,	»	17,	» » » para Oeste	» para noroeste.
»	108,	»	2,	» » » determinarmes	» determinar
»	109,	»	2,	» » » primeiro ponteiro	» prim.º ponteiro ao
»	109,	»	11,	» » » verificar	» verificar se
»	109,	»	20,	» » » mutiplicado	» multiplicando.
»	121,	»	46,	» » » fulero	» fulcro
»	122,	»	14,	» » » na carta do mesmo desenho, leia-se no cartão do mesmo modo.	
»	124	»	35,	» » » parte, leia-se pasta.	
»	8,	figura	2;	falta um *a* no ponto de cruzamento da 2.ª parallela —H 2—com a 3.ª recta marcada 20, obliqua a *A A'*.	
»	42,	«	36.	A um quarto do comprimento da perpendicular a *A B*, no ponto *C*, e a partir d'este ponto, marque-se um ponto *C'*.	
»	58,	»	39.	Deve considerar-se esta figura como se as linhas que a formam fossem rectas e não houvesse interrupção na sua ligação.	
»	63,	»	41.	Esta figura deve ser vista sem interrupção na ligação das rectas que a formam.	
»	70,	»	48.	Colloque-se sobre *A D* um *d* na vertical de *c b*.	
»	77,	»	53.	A linha auxiliar *A a b'* deve designar-se por *A a b*; a linha auxiliar *A a b'* (mais curta) deve designar-se por *A a' b'*.	
»	84,	»	66.	Onde está *M N P G*, leia-se *M N P Q*.	
»	95,	»	79.	Colloque-se nas extremidades da curva 100 as letras *C*. e *D*.	

INDICE

Parte I

NOÇÕES GERAES DE TOPOGRAPHIA APPLICAVEIS Á LEITURA DE CARTAS

Parte II

LEVANTAMENTOS REGULARES

Parte III

RECONHECIMENTOS MILITARES


REGIMENTO DE INFANTERIA
BIBLIOTECA
N.º 82