

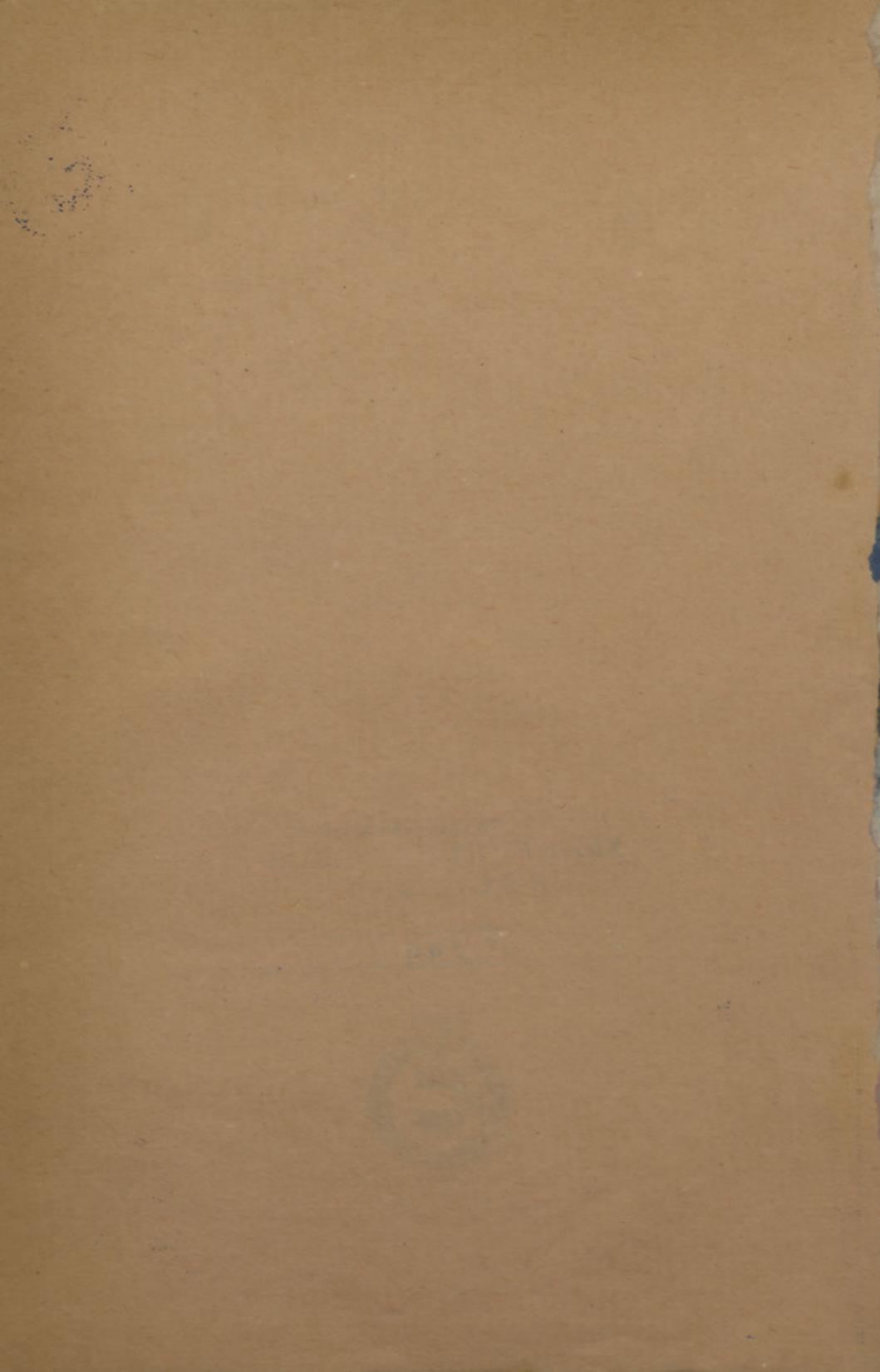
~~Sala A~~  
~~Est. 2~~  
~~Tab. 5~~  
~~N.º 21~~

Est. 5 Tab. 6 N.º 21

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO NACIONAL  
MUSEU NACIONAL DA CIÊNCIA  
E DA TÉCNICA

N.º 1299





# INSTRUÇÕES

PARA OS

# TRABALHOS HYDROGRAPHICOS

DOS

**RIOS, PORTOS E BARRAS**

E

OBSERVAÇÕES DE MARÉS, SONDAS E NIVELAMENTOS

COM A DESCRIÇÃO E RECTIFICAÇÕES DO THEODOLITO

POR

FILIPPE FOLQUE

DO CONSELHO DE SUA MAGESTADE FIDELISSIMA, BRIGADEIRO  
DIRECTOR GERAL DOS REFERIDOS TRABALHOS



LISBOA

IMPRESA NACIONAL

1864

TRABALHOS DE ENGENHEIRIA

PROJ. PORTOS E BARRAS

PROJ. PORTOS DE ENFERM. PORTAS E TORRENTES

PROJ. PORTOS DE ENFERM. PORTAS E TORRENTES

PROJ. PORTOS DE ENFERM. PORTAS E TORRENTES



## TRABALHOS HYDROGRAPHICOS

1—Os trabalhos das plantas hydro-topographicas devem ter sempre por base pontos trigonometricos ligados com a triangulação geral do paiz, formando-se, na falta d'esta, uma triangulação especial sobre uma base medida.

2—A planta de qualquer rio será levantada de um determinado ponto a montante até á sua foz na escala de  $\frac{1}{2800}$ , abrangendo as margens até 200 metros proximamente de distancia da linha da maior cheia; e bem assim a parte da costa na extensão de 1:250 metros para a direita e esquerda da barra, e o terreno para o interior da costa a uma distancia não menor de 200 metros, alem do preamar das maiores aguas.

3—Como estas plantas têm geralmente de ser reduzidas para os usos da navegação, será conveniente levantar então na escala de  $\frac{1}{10000}$  todo o terreno das margens e costa que tiver de fazer parte dos planos hydrographicos, até 500 metros, alem dos limites acima marcados para a escala de  $\frac{1}{2800}$ .

4—Traçar-se-hão na planta os limites das mais altas e mais baixas aguas, bem como os da maior cheia conhecida.

5—Sendo indispensavel ter uma idéa geral da costa, barra, porto, rio, margens e campos inundados pelas cheias, começar-se-ha por fazer um reconhecimento de todos estes objectos; concluido este, projectar-se-hão n'uma folha de papel, na escala de  $\frac{1}{30000}$ , todos os pontos trigonometricos, dados pela triangulação geral do reino, que cairem dentro ou nas proximidades dos limites da superficie, que se pretende levantar.

6—Com os pontos trigonometricos assim collocados proceder-se-ha ao levantamento de uma *planta provisoria* da costa, barra, porto, rio, etc.; este trabalho, para os fins especiaes a que é destinado, não precisa ser feito com rigor, por isso deve executar-se empregando methodos facéis e expeditos; todo o seu merecimento consiste em ser feito com a maior rapidez possivel.

7—Concluida a *planta provisoria*, escolher-se-ha entre os pontos trigonometricos já projectados aquelle que se julgar mais conveniente para servir de *ponto de referencia* ou *ponto principal*; então por meio das distancias á meridiana e á perpendicular d'este *ponto principal* e de qualquer outro ponto trigonometrico, ou empregando o *azimuthe* de um dos lados da triangulação dada, projectar-se-ha na *planta provisoria* o meridiano que passa pelo *ponto principal*; levante-se depois n'este ponto a perpendicular, e assim teremos determinado dois *eixos orthogonaes*.

8—Sendo a parte util de cada papel de plancheta um quadrado de 0<sup>m</sup>,5 de lado, grandeza que na escala de  $\frac{1}{2800}$ , em que deve ser levantada a *planta definitiva*, representa no terreno 1:250 metros; e como 1:250 metros, tomados na escala de  $\frac{1}{30000}$  da *planta provisoria* correspondem á grandeza de 0<sup>m</sup>,0625, dividiremos portanto os dois *eixos orthogonaes*, servindo de origem o ponto de cruzamento em distancias de 0<sup>m</sup>,0625, e tirando pelos pontos de divisão linhas parallelas aos dois referidos eixos, ficará a superficie do terreno que se pretende levantar coberta toda de quadrados, que re-

presentarão os papeis de plancheta de  $0^m,5$  de lado, que devem formar a *planta definitiva*.

9—Os quadrados que contiverem a superficie que se pretende levantar serão numerados pelo systema adoptado nas folhas do atlas da carta chorographica do reino, o que determinará o numero de folhas que deve formar a *planta definitiva*, e indicará o modo como ellas se ligam methodicamente.

10—Como os lados da triangulação geral do reino têm, termo medio, 2:500 metros de extensão, raras vezes acontecerá que na escala de  $\frac{1}{2500}$  possam entrar dois pontos trigonometricos em um papel de plancheta de  $0^m,5$  de lado; por consequencia os triangulos da referida triangulação, que cobrirem a superficie da *planta provisoria* serão convenientemente decompostos.

11—Se de qualquer ponto do valle em que o rio tem o seu alveo se visse sempre um sufficiente numero de pontos trigonometricos para que pelo methodo de Puissant se podesse determinar, com inteira confiança, um qualquer ponto escolhido, por certo não seria precisa a decomposição dos triangulos dados; considerando porém que estas circumstancias poucas vezes se dão na pratica, por isso proceder-se-ha da maneira seguinte para que os resultados nos mereçam todo o credito. Na decomposição dos triangulos dados deve ter-se em vista: 1.º, que os novos pontos denominados *pontos subsidiarios* sejam escolhidos sobre as alturas mais proximas do rio, e de modo tal que sejam vistos dos pontos trigonometricos com que se devem ligar, bem como dos diferentes pontos do valle em que o rio tem o seu alveo; 2.º, que estes *pontos subsidiarios* se escolham com tal arte, que caiam quanto possivel nas proximidades de algum dos angulos ou lados de um certo quadrado. As razões d'estas duas disposições são obvias.

12—Os tres angulos dos novos triangulos formados com os *pontos subsidiarios* serão todos observados.

13—Attendendo a que os *pontos subsidiarios* se acham sobre as alturas proximas do rio necessariamente deve acontecer que alguns dos quadrados tenham um só ponto *trigonometrico* ou *subsidiario*, e talvez mesmo nenhum; e como cada papel de plancheta precisa pelo menos *dois pontos* para se poder orientar com perfeição, proceder-se-ha portanto a uma segunda escolha de pontos, que se chamarão *pontos complementares*, de modo que em cada quadrado haja dois pontos que se vejam reciprocamente, e que podem ser *trigonometricos, subsidiarios e complementares*, combinados entre si. A condição 2.ª do n.º 11 é do mesmo modo applicavel á escolha dos *pontos complementares*, do que deve resultar grande economia de tempo e de despeza.

14—De todos os methodos que se podem empregar para a escolha dos *pontos subsidiarios e complementares*, sujeita á 2.ª condição do n.º 11, é sem duvida o mais facil e expedito aquelle em que se faz uso da plancheta, e que consiste no seguinte: 1.º, ponha-se na taboa da plancheta uma porção da *planta provisoria* com os quadrados já traçados; 2.º, nivele-se e oriente-se a plancheta approximadamente no ponto do terreno que se julgar conveniente; 3.º, colloque-se sobre a plancheta um outro papel, que seja transparente, e segure-se com alguns pesos; 4.º, fixe-se no centro da plancheta ou em outro ponto que se julgue mais conveniente uma agulheta, encoste-se-lhe a *alidade* e tomem-se tres direcções a tres pontos já existentes na *planta provisoria*; 5.º, com estas tres direcções, marcadas a lapis no papel transparente, mova-se este sobre o papel da plancheta até que as tres direcções passem exactamente pelos tres pontos observados; 6.º, feito isto, marque-se com a agulheta no papel da plancheta o ponto correspondente ao vertice commum das tres direcções, e teremos projectado na *planta provisoria* o ponto do terreno em que a plancheta está collocada; 7.º, conhecido este ponto e existindo dentro de um quadrado, é muito facil saber quanto se acha afastado dos angulos ou lados do referido quadrado, e as direcções em que elles ficam; 8.º, caminhe-se na direcção e distancia conhecidas, em que fica o angulo ou lado escolhido, colloque-se ahi de novo a plancheta e repita-se tudo o que fica indicado; 9.º, feito isto

nos acharemos finalmente sobre o angulo ou lado desejado, ou a uma distancia tão pequena, que á simples vista nos collocaremos junto d'elle com grande approximação; 10.º, procedendo do modo indicado preencheremos sempre a citada condição 2.ª do n.º 11, porque a margem do papel da plancheta, que a final se emprega no levantamento da *planta definitiva* na escala de  $\frac{1}{2500}$ , tendo 0<sup>m</sup>.05 de largura, representa no terreno 125 metros.

15—Os *pontos complementares* serão determinados pelo methodo de Puissant, e para que possa haver uma inteira confiança no resultado dos calculos, serão observados em cada *estação complementar* todos os pontos *trigonometricos, subsidiarios e complementares* que se virem em torno d'ella.

16—De todas as observações feitas em cada *estação complementar* se formarão os grupos mais vantajosos de tres pontos observados; proceder-se-ha depois ao calculo de cada grupo, tomando a media dos resultados que forem concordantes.

17—Os pontos *subsidiarios e complementares* serão indicados no terreno por meio de *marcos* de pedra toscamente aparelhados, e enterrados de modo que não seja facil desloca-los.

18—Quando os *marcos*, pela sua pequena altura não podem ser observados dos outros pontos, collocar-se-hão estacas junto d'elles.

19—De todos os pontos *subsidiarios e complementares* serão calculadas as *coordenadas absolutas* ou as distancias á meridiana e á perpendicular do observatorio do castello de Lisboa, bem como as *altitudes dos pontos subsidiarios*.

20—Conhecidas as *coordenadas absolutas* de todos os pontos transformar-se-hão em *coordenadas relativas*, tendo por origem o *ponto principal* da planta.

21—Calculados os valores das *coordenadas relativas*, determinar-se-hão sobre os papeis de plancheta as posições de todos os pontos *trigonometricos, subsidiarios e complementares*, no que deve haver o maior cuidado, escrupulo e exactidão, porque da rigorosa projecção dos referidos pontos dependem a exacta orientação e collocação dos detalhes topographicos que entraram nos papeis de plancheta.

22—Para mais facilmente se entender o que fica exposto de n.º 5 até n.º 21 deverá ter-se á vista a figura 4, que representa um reconhecimento hydrographico.

23—O desenho da *planta definitiva* será feito segundo as convenções estabelecidas, e a configuração do terreno será representada por meio de *curvas de nivel*, em conformidade com as seguintes bases: (1)

ESCALAS			INTERVALLOS		
			NA ESCALA millimetros	NO TERRENO metros	
$\frac{1}{2000}$	$\frac{1}{2500}$	.....	2	4	5
$\frac{1}{5000}$	$\frac{1}{10000}$	.....	1	5	10
$\frac{1}{20000}$	$\frac{1}{25000}$	$\frac{1}{50000}$	$\frac{1}{2}$	10	12,5 25
$\frac{1}{100000}$	$\frac{1}{200000}$	$\frac{1}{500000}$	$\frac{1}{4}$	25	50 125

(1) Nas instrucções para os trabalhos chorographicos, publicadas em 1858, pag. 49, tratando-se do configurado do terreno, apresentou-se a idéa de que o intervallo das secções horisontaes fosse o mesmo em todas as escalas e igual a meio millimetro, pela vantagem de ser a mesma inclina-

24—Estabelecer-se-hão *escalas hydrometricas* para observar as alturas das aguas: uma será collocada na *foz*, em local em que o *fluxo e refluxo* se desenvolvam completamente livres e desembaraçados, e as outras nos pontos que forem aconselhados pelo previo conhecimento da influencia das aguas e da figura das margens, procurando sempre que não fiquem a maiores distancias de 3 kilometros entre si proximamente. Os *zeros* de todas as *escalas* deverão, para maior facilidade das leituras, ficar superiores ás mais altas aguas, e consequentemente com a gradação invertida; os *zeros* respectivos serão entre si ligados por um rigoroso nivelamento topographico.

25—Para se determinarem as alturas que as cheias possam attingir se collocarão desde logo, ou nas epochas proprias, *escalas* supplementares, que poderão estabelecer-se mais para o interior das margens, se assim convier, comtantoque sejam ligadas com as primeiras por um bom nivelamento.

26—Nas *escalas* collocadas até onde chegarem as marés observar-se-hão, durante o tempo em que se executarem os trabalhos, todos os preamares e baixamares, notando com um relógio, soffrivelmente regulado, as alturas de cinco em cinco minutos, durante meia hora antes da agua parada até meia hora depois proximamente, d'onde se concluirá a bora precisa do preamar e báixamar, e a duração da estagnação ou da agua parada, tanto no preamar, como no baixamar. Naquellas *escalas* porém onde não chegarem as marés bastará fazer as leituras uma ou duas vezes por dia. Na occasião das cheias far-se-hão observações simultaneas com intervallos de uma hora em todas as *escalas* collocadas para esse fim, mas continuando sempre, como fica dito, a observação dos preamares e baixamares, emquanto se reconhecer a influencia das marés.

27—Nos cadernos das observações das marés deverá indicar-se approximadamente o rumo e força do vento, o estado atmospherico e o do barometro e thermometro se os houver.

28—Logoque haja um sufficiente numero de observações de marés que mereçam inteira confiança, determinar-se-ha a superficie das aguas medias do oceano, a unidade de altura, a maxima elevação e depressão das aguas e o estabelecimento do porto.

29—Por meio de um rigoroso nivelamento topographico referir-se-ha o nivel das aguas medias do oceano, determinado pela *escala* collocada na *foz* a um objecto em terra, que dê garantias de permanencia e solidez, no qual se traçará de um modo indelevel um signal qualquer com a sua *cota* ou altura sobre esse nivel.

30—A sondagem dentro do rio será feita com alinhamentos transversaes no sentido das normaes ás margens, havendo o maior cuidado em notar em cada sonda a natureza do fundo.

31—As sondas fóra da barra serão tomadas na direcção dos rumos ou alinhamentos que se julgarem mais convenientes até 3 kilometros para o mar do banco, notando-se tambem a natureza do fundo.

ção representada em todas ellas por curvas de igual intervallo, e por consequente com a mesma tinta.

Este principio, sendo excellente em theoria, offerece contudo na pratica graves inconvenientes, que obstat a que possa ser completamente seguido; com effeito, se na chorographia se tivesse adoptado *meio* millimetro para intervallo das secções na *escala*, teriamos 50 metros para o intervallo no terreno, o qual se poderia com rasão julgar muito forte, por se deixar de dar conta do figurado do terreno em tão grande espaço; foi esta a rasão por que nas referidas instrucções se fixou um *quarto* de millimetro para esse intervallo ou 25 metros no terreno.

Se porém o intervallo de *meio* millimetro é grande para as pequenas *escalas*, reconhece-se facilmente que é pequeno para as *escalas* maiores; com effeito para a *escala* de  $\frac{1}{2500}$  o intervallo de *meio* millimetro dá para o intervallo das secções horisontaes no terreno 1<sup>m</sup>, 25, o que alem da difficuldade do traçado de um tão grande numero de curvas de nivel tornariam estas mui confusos os detalhes da planimetria.

Por estas considerações se julgou conveniente, para manter quanto possivel o principio primordialmente enunciado, que se estabelecessem as bases acima indicadas, que fixam dentro de cada grupo de *escalas* as curvas de nivel, que em igual intervallo representam a mesma inclinação.

32—Alem da sondagem mencionada nos numeros antecedentes tomar-se-hão sobre os baixos tantas sondas quantas sejam necessarias para darem uma idéa approximada das suas fórmias e da sua natureza.

33—Todas as sondas serão em geral referidas ás aguas minimas.

34—Para facilitar e obter com o maior rigor a redução das sondas, tanto fóra da barra, como na parte do rio até onde chegarem as maiores marés, dever-se-ha, emquanto durar a operação da sondagem, notar as alturas das aguas de quinze em quinze minutos na escala que se achar mais proxima do espaço a sondar, ou nas duas entre as quaes ficar comprehendido esse espaço, a fim de se tomarem as medias respectivas.

35—Durante os trabalhos hydrographicos descrever-se-hão graphicamente na planta as alterações notaveis que experimentarem os bancos, canaes da barra e cabelelo.

36—A planta deverá ser acompanhada com alguns córtes ou secções verticaes que representem graphicamente a configuração do fundo do rio, porto e barra; estas secções constarão dos seguintes perfis: 1.º, perfil longitudinal do rio, seguindo a direcção do seu *talweg*, desenvolvido em linha recta desde um determinado ponto a *montante* até á foz; 2.º, perfis transversaes entre os limites da maior cheia conhecida. O numero d'estes perfis, seu intervallo e direcção dependem de mui variadas circumstancias locais, e dos fins especiaes a que a planta se destina.

37—Tanto os perfis longitudinaes como os transversaes terão por base a linha das aguas medias do Oceano, e as sondas serão sempre referidas ás minimas aguas, conforme o que fica dito em o numero 33. Todos elles devem apresentar a linha da maior cheia, e n'aquelles até onde chegarem as marés notar-se-ha tambem a linha do maximo preamar.

38—O traçado d'estes perfis será executado com duas escalas; a escala horisontal será a mesma da planta, ou maior, todas as vezes que as circumstancias o exigirem, e a vertical deve pelo menos ser cinco vezes maior que a horisontal, o que muito facilitará a sua construcção e intelligencia.

39—Para facilitar e completar as operações dos perfis proceder-se-ha previamente a um rigoroso nivelamento topographico em toda a extensão das margens do rio, desde o ponto determinado a montante até á foz, deixando-se nas margens um sufficiente numero de *cotas* marcadas em objectos permanentes, ou em mestras solidamente construidas. Este nivelamento é igualmente indispensavel para a ligação das escalas entre si, e para conjuntamente com as cotas dos pontos trigonometricos servir para a determinação do grande numero de cotas precisas para a configuração das margens.

40—Sendo muito conveniente conhecer quaes as inflexões que a superficie das aguas apresentam desde o seu minimo até ao maximo volume, tomar-se-hão ao mesmo tempo em todas as escalas as alturas das aguas nas epochas dos maximos e minimos preamares e baixamares, bem como por occasião de cheias e de estiagem; com estes elementos poder-se-hão então construir os respectivos perfis longitudinaes momentaneos onde essas inflexões appareçam.

41—Com estas alturas lidas nas escalas e reduzidas ao plano das aguas medias do Oceano traçar-se-hão sobre o perfil longitudinal do *talweg* já construido os novos perfis superficiaes das aguas nas epochas referidas.

42—Para que estes perfis mostrem as verdadeiras inflexões superficiaes das aguas, deve haver o maior discernimento e criterio na escolha dos logares mais convenientes para a collocação das escalas, que em geral são os sitios em que as margens repentinamente se approximam ou se afastam.

43—Determinar-se-hão no leito salgado do rio, na barra e fóra d'ella as direcções e velocidades das aguas nas enchentes e vasantes, tanto nas maximas como nas minimas marés, e muito especialmente nas occasiões das cheias que sobrevierem durante

os trabalhos hydrographicos. O mesmo se praticará na parte restante do rio de que se levante a planta nas epochas das cheias e da maxima estiagem.

44—Para se determinar o maximo e minimo volume das aguas na entrada e saida de um rio observar-se-ha de hora em hora, na parte mais estreita que se encontrar proximo da sua foz, a velocidade das aguas, tanto na enchente e vasante, por occasião das syzias e quadraturas, como durante as cheias; e para se obter uma velocidade media que possa merecer alguma confiança, deverão essas observações ser feitas, não só na via fluida, como tambem proximo das margens, devendo igualmente dar-se conta da velocidade das revessas, quando as houver, e do espaço que ellas occuparem, no sentido da largura do rio. A fim de se construirem os respectivos perfis com a maior exactidão possivel será indispensavel collocar uma escala n'esse lugar.

45—É de toda a importancia o examinar com a maior critica que influencias exercem no estado do porto, da barra, do cabedelo e dos bancos as correntes das marés e das cheias, os ventos, a situação e exposição do porto, a configuração e natureza das costas e das margens do rio, e do fundo do mar e do rio proximo da foz.

46—A planta será acompanhada de uma memoria descriptiva, em que se esclareçam todos os trabalhos executados, bem como tudo o mais que o desenho não poder representar.

47—Adicionar-se-hão ás presentes disposições geraes todas as mais que dependerem das circumstancias particulares de cada localidade, e dos fins a que os trabalhos hydrographicos se destinarem.

48—Concluidos os trabalhos da planta, executados na escala de  $\frac{1}{2200}$ , reduzir-se-hão depois a uma escala conveniente todos os que forem relativos ao porto e barra, de modo que tudo fique representado em uma folha de papel de grandeza commoda para bordo.

49—No plano hydrographico de uma barra e porto serão apresentadas as vistas das elevações mais notaveis, tiradas de determinados pontos do mar, cujo aspecto é de grande importancia para os usos da navegação.

50—Sobre a foz do rio proceder-se-ha á determinação da variação da agulha magnetica com a exactidão precisa para os usos da navegação.

51—Quando se apresentarem os trabalhos n'esta direcção geral, devem todos os desenhos da planta achar-se cobertos a tinta, conforme o modelo respectivo. Para perfeição e rigor dos trabalhos não se começará nunca novo papel de plancheta, sem que se tenha posto a tinta o antecedente.

## OBSERVAÇÕES DE MARÉS E SONDAS

52—Suppondo collocada uma escala de marés onde o fluxo e refluxo das aguas se desenvolva completa e livremente, se representarmos por  $a$   $a'$   $a''$  as alturas do preamar, baixamar e preamar consecutivas lidas na mesma escala; se  $h$   $h'$   $h''$  forem as alturas do barometro tomadas nas epochas d'estes preamares e baixamar intermedio; e se finalmente designarmos por  $p$   $b$   $p'$  as alturas que se leriam na dita escala se as tres pressões atmosphéricas fossem todas iguaes á pressão media  $0^m,76$ , teremos as tres seguintes equações:

$$p = a + 14,7 (h - 0^m,76)$$

$$b = a' + 14,7 (h' - 0^m,76)$$

$$p' = a'' + 14,7 (h'' - 0^m,76)$$

D'estes valores de  $p$   $b$   $p'$ , obtidos pelas observações de uma *maré total*, se deduz mui facilmente que a altura da escala correspondente á superficie das *aguas medias* ou ao *nivel medio*, será

$$N = \frac{1}{4} (p + p' + 2b) \quad (1)$$

53—Havendo cuidado em escolher occasiões em que o mar esteja socegado, ou em tempos de calma, obtêm-se para  $N$  pelas observações de *marés totaes*, feitas nas epochas das syzigias, quadraturas ou em quaesquer outras epochas intermedias, valores, cuja differença não deve exceder  $0^m,12$ .

Em logar de duas preamares e uma baixamar ou intermedia, podemos igualmente empregar as alturas de duas baixamares e um preamar intermedio, o que daria

$$N = \frac{1}{4} (b + b' + 2p)$$

54—É preciso não confundir *maré total* com *amplitude da maré*; a primeira comprehende as alturas de dois preamares successivos e a da baixamar intermedia, ou as de duas baixamares successivas e o do preamar intermedio, e de cuja combinação resulta a *altura das aguas medias* ou o *nivel medio*; emquanto que a segunda é sempre a differença das alturas de um preamar e baixamar ou inversamente.

55—Representando agora por  $e$  a elevação de um preamar qualquer sobre o *nivel medio*; e se designarmos por  $u$  a elevação de um certo preamar, que tenha logar um até dois dias depois da epocha de uma *syzigia*, em que o sol e a lua se acham no equador e ao mesmo tempo em suas distancias medias á terra; elevação que por sin-

gularidade se chama *unidade de altura*, que é constante em um mesmo lugar, teremos a seguinte relação:

$$e = uf \quad (2)$$

sendo  $f$  um coefficiente variavel, que tem por expressão:

$$f = A d^3 \text{Cos.}^2 D + B d'^3 \text{Cos.}^2 D' \quad (3)$$

em que  $d$  e  $d'$  são os simi-diametros do sol e da lua, e  $D$  e  $D'$  as suas declinações; e

$$\text{Lg } A = 0,44075, \text{ Lg } B = 0,95665.$$

56—Da equação (2) deduz-se

$$u = \frac{e}{f} \quad (4)$$

Este elemento  $u$ , chamado *unidade da altura*, tem uma grande importancia na hydrographia e na hydraulica, como veremos, e pôde facilmente calcular-se por esta ultima formula; porquanto é evidente que

$$e = \frac{1}{2} (p + p') - N$$

e que o valor de  $f$  se obtem pela formula (3) para qualquer epocha dada.

57—Postoque pelas leituras da escala, feitas em uma qualquer *maré total*, se possam deduzir os valores de  $N$  e  $u$ , como acabámos de ver, comtudo as *marés totaes*, que têm logar nas *syzigias*, e muito principalmente nas *syzigias equinociaes*, são entre todas as mais convenientes, por ser então a occasião em que as atracções do sol e lua exercem uma grande acção sobre as aguas, por serem  $D$  e  $D'$  proximamente *zero*. Por este motivo costumam algumas ephemerides apresentar os valores de  $f$  correspondentes aos momentos ou epochas de todas as *syzigias* do anno.

Em rasão d'estas conveniencias e facilidades não se costumam determinar os valores de  $N$  e  $u$  senão por observações de *marés totaes*, executadas nas occasiões das *syzigias* ao menos; e para se obterem os valores de  $N$  e  $u$  com toda a exactidão, é necessario possuir um grande numero de series de observações de *marés totaes* (feitas até de noite, sendo possivel) a fim de se deduzirem d'ellas os valores medios de  $N$  e  $u$ .

58—Determinado com o rigor que acabámos de indicar o numero  $N$  da escala, que corresponde ás *aguas medias* ou ao *nível medio*, é muito conveniente referir este ponto da escala a algum objecto permanente em terra e de grande estabilidade.

59—Sendo de muita importancia para a hydrographia o conhecer a posição das mais baixas aguas, por ser a este plano que se referem todas as sondas; e sendo igualmente de muita vantagem para a hydraulica o saber qual a maxima elevação das aguas, temos que a formula (2), dando

$$e = uf$$

basta n'esta equação substituir por  $u$  a *unidade de altura*, já previamente determinada, e por  $f$  o maximo coefficiente que a formula (3) pôde dar, que é quando  $D$  e  $D'$  são

iguales a zero, e  $d$  e  $d'$  correspondem ás distancias minimas do sol e da lua á terra; chamando  $F$  a este coefficiente especial, teremos

$$F = 1^m,19$$

por consequencia e tornar-se-ha pela formula (2) em

$$E = 1^m,19 u \quad (5)$$

eis-aqui pois o valor ou grandeza da maxima depressão ou elevação das aguas em um ponto, cuja *unidade de altura* for  $u$ .

Temos portanto que o plano de referencia d'onde se devem contar as alturas de todas as sondas, ou que a altura  $B$  das *mais baixas aguas*, dada pela escala, será

$$B = N - 1^m,19 u \quad (6)$$

E a altura  $A$  das *mais altas aguas*, dada pela escala, será

$$A = N + 1^m,19 u \quad (7)$$

60—Como reduzir uma *sonda* é concluir da profundidade da agua, determinada a uma qualquer hora de um dia dado, aquella profundidade que deve ter logar no momento das mais baixas aguas possiveis de uma *maré syzigia equinocial*, seja portanto  $S$  a *sonda* tomada a bordo em um certo dia e hora; represente  $H$  a altura das aguas, indicada pela escala das marés no mesmo dia e á mesma hora; será portanto no ponto em que se sondou a profundidade  $S'$  da agua, abaixo do nivel das mais baixas aguas

$$S' = S - (H - B) \quad (8)$$

61—Supponhamos que a bordo, tomando uma sonda, se achou, por exemplo,  $S = 15^m,85$ ; e que n'este mesmo momento a escala das marés marcava  $H = 4^m,63$ . Como já se deve ter determinado a altura das mais baixas aguas, indicada na escala, que supponmos ser  $B = 1^m,42$ , teremos

Altura da escala correspondentemente á hora de bordo, ou	$H = 4^m,63$
Altura da escala nas mais baixas aguas, ou	$B = 1,42$
Correcção, ou	$H - B = 3,21$
Altura da sonda tomada a bordo, ou	$S = 15^m,85$
Sonda reduzida, ou	$S' = S - (H - B) = 12^m,64$

## NIVELAMENTO

62—Nivelar é estabelecer as relações das distancias normaes que se dão entre os pontos de uma dada superficie terrestre e as suas projecções sobre uma outra superficie concentrica com a das aguas tranquillias do Oceano. O fim do nivelamento é achar os valores d'estas distancias normaes a essa superficie concentrica, a que se chama *superficie de nivel* ou *plano de referencia*; e a distancia normal de cada ponto ao plano de comparação denomina-se *cota*: quando porém o plano de comparação for a superficie das aguas medias do Oceano, então essas distancias normaes tomam o nome de *altitudes*.

63—Os instrumentos que se empregam no *nivelamento* são o *nivel* e a *mira*; a *mira* é uma regua graduada que se colloca verticalmente nos pontos a nivelar; e o *nivel* é um instrumento que determina o raio visual horisontal, que se deve dirigir sobre a mira.

64—Supponhamos que se pretende determinar as cotas (*fig. 2*) de dois pontos *A* e *B* do terreno: em primeiro logar estabelece-se o *nivel* em um ponto *S* que seja proximamente o meio da distancia horisontal entre *A* e *B*; depois colloca-se a *mira* em *A*, e dirige-se-lhe um raio visual horisontal, que determina um ponto *a* e por consequencia a distancia *Aa* que se lê sobre a *mira*; mudando depois a *mira* para o ponto *B*, dirige-se-lhe do mesmo modo um raio visual horisontal que determina o ponto *b*, e portanto a distancia *Bb*; será

$$Aa - Bb = Ab'$$

a differença de nivel entre os dois pontos *A* e *B*.

Se por exemplo for  $Aa = 1^m,347$  e  $Bb = 0^m,754$ , será a differença de nivel

$$Ab' = 1^m,347 - 0^m,754 = + 0^m,593$$

Se o *plano de comparação* estiver 100 metros abaixo do ponto *A*, será

$$\text{Cota de } A = 100^m,000, \text{ e cota de } B = 100^m,593$$

O plano de comparação escolhe-se sempre de modo que os pontos a nivelar lhe fiquem todos superiores ou inferiores, para evitar o emprego de cotas positivas e negativas.

## NIVELAMENTO SIMPLES

65—Quando de uma mesma estação, em que se estabelece o *nível*, se pôde nivelar um certo numero de pontos *A B C D*, etc., colloca-se successivamente a *mira* sobre elles; e á medida que se vão obtendo as leituras respectivas, se escrevem no *caderno de nivelamento*, cuja disposição é a seguinte:

PONTOS NIVELADOS	DISTANCIAS HORISONTAES	LEITURAS DA MIRA	DIFERENÇAS		COTAS	OBSERVAÇÕES
			Positivas	Negativas		
1	2	3	4	5	6	7
A		1,347			100,000	Posição do ponto A, natureza do terreno, cota = 100 <sup>m</sup> ,000.
B	125,54	0,754	0,593		100,593	
C	140,67	1,042		0,288	100,305	
D	75,27	0,621	0,421		100,726	
etc.	etc.	etc.	etc.	etc.	etc.	

Na 1.<sup>a</sup> columna designam-se os pontos nivelados, que de ordinario são indicados por numeros de ordem, que se pintam em estacas bem cravadas no terreno sobre os pontos escolhidos.

A 2.<sup>a</sup> columna contém as distancias horisontaes entre cada dois pontos nivelados.

Na 3.<sup>a</sup> columna encontram-se as alturas lidas sobre a *mira*.

A 4.<sup>a</sup> columna contém as differenças positivas, e a 5.<sup>a</sup> as differenças negativas, tomadas entre cada leitura da *mira* e a sua immediata, que se considera sempre negativa.

A 6.<sup>a</sup> columna contém as cotas dos diferentes pontos do terreno, em que successivamente se foi collocando a *mira*; á cota do primeiro ponto *A* ficam subordinadas as cotas de todos os mais pontos nivelados; estas cotas obtêm-se muito facilmente sommando ou tirando de cada cota da 6.<sup>a</sup> columna a differença immediata positiva ou negativa da 4.<sup>a</sup> ou 5.<sup>a</sup> columna; a simples inspecção do caderno mostra claramente o que acabámos de dizer.

Na 7.<sup>a</sup> columna deve descrever-se com clareza e exactidão a natureza do terreno; posição do ponto *A* de referencia, e cota que lhe pertence; e bem assim quaesquer esclarecimentos a respeito dos outros pontos *B, C, D*, etc.

## NIVELAMENTO COMPOSTO

66—Quando não é possível determinar as cotas de dois pontos *A E* (*Fig. 3*) sem mudar o *nível* do logar, então por um *nivelamento simples* se obterá pela cota do ponto *A* a cota de um ponto *B* intermedio; por outro *nivelamento simples* se alcançará, pela cota do ponto *B* a cota de um outro ponto *C* intermedio; e assim por diante até se conhecer a cota do ponto *E*.

67—No *nivelamento composto* chama-se *leitura anterior* a cada altura *Aa', Bb'*,

$Cc'$ , etc., indicada pela *mira*, quando se olha do *nivel* para o lado do ponto de partida  $A$ , ou onde a operação do nivelamento começa; e *leitura posterior* a cada altura  $Bb$ ,  $Cc$ , etc., indicada pela *mira*, quando se olha para a parte opposta á origem  $A$  do nivelamento.

68—Posto isto, se designarmos por  $\delta N$  a differença de nivel entre os pontos  $A$  e  $E$ , que será positiva ou negativa conforme o ponto  $E$  estiver mais alto ou mais baixo que o ponto  $A$ , é evidente que teremos

$$\delta N = Aa' + bb' + cc' - dd' - Ee$$

mas como

$$bb' = Bb' - Bb; cc' = Cc' - Cc; dd' = Dd - Dd'$$

substituído na antecedente, será

$$\delta N = Aa' + Bb' - Bb + Cc' - Cc - Dd + Dd' - Ee$$

ou

$$\delta N = (Aa' - Bb) + (Bb' - Cc) + (Cc' - Dd) + (Dd' - Ee)$$

ou

$$\delta N = (Aa' - Bb) + (Bb' - Cc) - (Dd - Cc') - (Ee - Dd') \quad (1)$$

ou tambem

$$\delta N = Aa' + Bb' + Cc' + Dd' - Bb - Cc - Dd - Ee \quad (2)$$

Se representarmos tambem por  $A$  e  $E$  as *cotas* dos pontos  $A$  e  $E$  em referencia ao *plano de comparação*, é claro que teremos ainda

$$\delta N = A - E \quad (3)$$

69—É sobre as formulas (1), (2), (3) que se funda a organização do *caderno de nivelamento composto*, cujas columnas contêm:

- 1.<sup>a</sup> As datas dos dias de trabalho de campo.
- 2.<sup>a</sup> As estações do *nivel*, que seguidamente se fizeram.
- 3.<sup>a</sup> Os pontos em que se collocaram as *miras* ou estações das *miras*.
- 4.<sup>a</sup> As distancias horisontaes entre o *nivel* e as estações das *miras*. Se porém não houver necessidade de as conhecer com exactidão, notar-se-hão approximadamente as suas grandezas para que possa formar-se idéa da extensão do terreno nivelado.
- 5.<sup>a</sup> e 6.<sup>a</sup> As leituras *anterior* e *posterior* dos pontos  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$ , etc., dadas pelas *miras*.

7.<sup>a</sup> e 8.<sup>a</sup> As differenças entre a leitura anterior de  $A$  e posterior de  $B$ ; a anterior de  $B$  e a posterior de  $C$ ; a anterior de  $C$  e posterior de  $D$ , etc.; advertindo porém que as leituras anteriores consideram-se sempre positivas, e as posteriores negativas; as differenças positivas escrevem-se na 7.<sup>a</sup> columna e as negativas na 8.<sup>a</sup>

9.<sup>a</sup> As *cotas* dos pontos em que assentam as *miras*, que se obtêm pelo modo seguinte. Suppondo que 100 metros é a *cota* do ponto  $A$  de partida acima do plano de referencia, teremos as *cotas* dos pontos immediatos, juntando a 100 metros (*cota* de  $A$ ) a differença em frente de  $B$ ; á *cota* de  $B$  a differença em frente de  $C$ ; á *cota* de  $C$  a

diferença em frente de *D*, etc.; notando porém que quando as diferenças forem *negativas* devem subtrahir-se.

10.<sup>a</sup> A verificação de todo este processo e dos calculos n'elle empregados, por isso que as formulas (1), (2), (3) mostram que a *diferença* entre as sommas das leituras *anteriores* e *posteriores*, bem como a *diferença* entre as sommas das diferenças *positivas* e *negativas*, e bem assim a *diferença* das *cotas* dos dois pontos extremos do nivelamento, deve tudo dar a mesma quantidade. Esta verificação deve sempre fazer-se no fim do trabalho de cada dia.

11.<sup>a</sup> e 12.<sup>a</sup> Os dizeres d'estas columnas são claros e não precisam de mais explicações.

70—Se no progresso do nivelamento composto for conveniente determinar de qualquer estação *E* (fig. 4) as cotas de diferentes pontos *b*, *c*, *d*; então como é necessario que todos os pontos observados fiquem ligados, para que se lhes possam applicar as verificações já indicadas, dever-se-ha proceder da maneira seguinte.

Colocar-se-ha successivamente a mira posterior da estação *E* nos pontos *b*, *c*, *d*, fazendo-se as respectivas leituras *l'*, *l''*, *l'''*; passando depois o instrumento para a estação seguinte *E'*, e mudando a mira do ponto *a* para *e*, faremos as leituras *l''''* e *l'''''*, proseguindo depois no nivelamento conforme fica dito.

As leituras que se acham indicadas na figura serão escriptas no registo do nivelamento pela fórma seguinte:

ESTAÇÕES	LEITURAS	
	Anterior	Posterior
E	l	l'
	l'	l''
	l''	l'''
E'	l''''	l'''''

71—Os pontos que se escolherem para as cotas, deixar-se-hão marcados com um traço e com o numero da estação pela parte superior, a fim de se reconhecerem com facilidade quando depois de calculadas as respectivas cotas, se proceda á sua inscripção: se porém da mesma estação se escolher mais de um ponto, então serão elles designados, acrescentando-se-lhes pela mesma ordem em que foram observados as letras *a*, *b*, *c*, etc.

72—Para se poder comprovar a generalidade do nivelamento composto deverá elle terminar sempre no mesmo ponto em que começou. A tolerancia dos erros commettidos n'esta operação será fixada segundo o fim a que o nivelamento for destinado.

73—As leituras da *mira* precisam duas correções: uma devida á esphericidade da terra, e outra proveniente da refração terrestre; estas correções são tanto maiores quanto mais distante do nivel se collocar a *mira*; não é difficil mostrar que, quando a *mira* está a 100 metros do *nivel*, os effeitos d'estas duas causas de erro dão uma correção subtractiva da grandeza de 0<sup>m</sup>,0007; e na distancia de 200 metros torna-se a correção em 0<sup>m</sup>,0026.

74—Se attendermos portanto a que esta correcção diminue, diminuindo a distancia á *mira*, e que os *nivelamentos compostos* são formados de *nivelamentos simples*, como o mostra a formula (4), é claro que estas correcções se destruiriam se o *nivel* se collocasse sempre a meia distancia dos pontos nivelados; portanto na pratica do *nivelamento composto* deve a *mira* collocar-se tanto quanto possivel a iguaes distancias do *nivel*, e será prudente que estas distancias não excedam 150 metros.

#### NIVEL DE OCULO

75—Para nivelamentos de importancia, que demandam uma grande precisão, faz-se uso de um *nivel de bolha de ar* munido com um *oculo*, cujo eixo optico é paralelo ao eixo do *nivel*, o que permite ler as indicações da *mira* a grandes distancias; diversas são as disposições que se dão a este instrumento, porém descreveremos unicamente o

#### NIVEL DE OCULO DE EGAULT

76—O oculo *A* d'este instrumento (fig. 5) inverte a fim de conservar toda a clareza possivel ás imagens dos objectos observados. Entre a objectiva e a ocular no ponto em que se forma a imagem do objecto observado, se acha um *reticulo* com dois fios de aranha cruzados a angulos rectos; o reticulo está fixado em um pequeno tubo que se move facilmente dentro do tubo do oculo, o que permite collocar os fios no ponto em que se forma a imagem, conforme o objecto observado estiver mais ou menos distante, circumstancia que faz variar a distancia da imagem á objectiva; a ocular está fixada em outro tubo que entra facilmente no tubo do reticulo.

77—Quando se quer observar faz-se sair e entrar o tubo da ocular no tubo do reticulo, até que os fios se distingam perfeitamente; depois move-se a reunião dos dois tubos do reticulo até que a imagem da *mira* se veja com toda a clareza. N'esta posição deve achar-se a imagem no ponto do cruzamento dos fios, do que nos podemos certificar olhando o mais possivel por cima, por baixo e pelos lados da ocular; se a imagem coincidir sempre com o cruzamento dos fios isto mostra que está no seu verdadeiro plano; no caso contrario modificar-se-ha este estado pela tiragem do tubo.

78—Acontece quasi sempre não se acharem os centros de curvatura das *lentes* sobre o eixo de figura do oculo, do que resulta não estar igualmente sobre o mesmo eixo a imagem do objecto observado; então por meio dos parafusos *o o'* colloca-se como nos theodolitos o cruzamento dos fios sobre a imagem.

79—As chumasseiras *B B'*, sobre que assentam os *munhões* do oculo, devem ser construidas com o maior cuidado, a fim de que sejam perfeitamente iguaes entre si; porquanto só assim se poderá conseguir que o eixo de figura não mude de posição, quando se inverter o oculo, passando o *munhão* da direita para a *chumasseira* da esquerda e vice-versa.

As *esperas b b'*, fixadas nas *chumasseiras*, são atravessadas por um parafuso onde vem bater duas *cavilhas*, fixas nos collares dos *munhões* do oculo, a fim de que girando este sobre as *chumasseiras*, possa ficar sempre horisontal um dos fios do reticulo.

O *nivel da bolha de ar* acha-se designado por *C*, e a peça que serve de apoio ao *nivel* e ao *oculo*, está indicada por *D*.

Os parafusos *c* e *c'* servem para se conseguir que o eixo de figura do *oculo* e o eixo do *nivel* quando giram em torno do eixo commum *G* de rotação, descrevam planos que lhe sejam perpendiculares; e por consequencia quando aquelle for vertical serão estes horisontaes ou reciprocamente.

No centro da peça circular *E* entra um grosso e forte eixo que sustenta a peça *D*,

o nível *C* e o oculo *A*. Um parafuso de pressão, collocado lateralmente, serve para fixar o oculo em uma dada direcção.

A peça circular *E* següe-se o collar *G*, e a este o pé *p p' p''*, formando tudo uma só peça fundida.

Os parafusos *p p' p''*, que se acham nos extremos das tres pernas do pé, servem para tornar vertical o eixo geral de rotação.

80—Tendo-se entendido bem a disposição geral do nível de Egault e o fim de cada peça, é muito facil agora comprehender o modo de executar as rectificações de que o instrumento precisa para se poder usar d'elle.

#### 1.<sup>a</sup>—Tornar vertical o eixo geral de rotação do instrumento

Para se conseguir este verticalismo do eixo, ponha-se o *nível* na direcção de dois parafusos *p* e *p'* do pé do instrumento; por meio de um d'estes parafusos faça-se com que as extremidades da bolha de ar, marquem igual numero de divisões á direita e á esquerda do *nível*: feito isto gira-se 180° com todo o instrumento; se as extremidades da bolha marcarem ainda igual numero de divisões, está a primeira parte d'esta operação concluida; se porém a bolha não mostrar a pretendida igualdade de leituras á direita e esquerda do *nível*, então corrige-se metade da differença com um dos parafusos *p* ou *p'* do pé, e a outra metade com o parafuso *c'* do nível. Depois de algumas tentativas consegue-se na posição directa e inversa do *nível* a desejada igualdade de leituras.

Pondo depois o *nível* na direcção da terceira perna do pé do instrumento, moveremos o parafuso *p''* até que as extremidades da bolha de ar marquem do mesmo modo igual numero de divisões da direita e esquerda do nível.

Se as operações antecedentes tiverem sido bem executadas, o nível accusará sempre o horizontalismo, seja qualquer que for a posição em que elle se colloque; do que se deve com segurança concluir que o grande eixo de rotação do instrumento está vertical.

#### 2.<sup>a</sup>—Tornar horizontal um dos fios do reticulo

Como os fios se cortam a angulos rectos, é claro que se um for vertical será o outro horizontal ou vice-versa. Se suspendermos portanto um fio a prumo, e mergulharmos o peso em um vaso com agua para evitar as oscillações, executada a rectificação antecedente, dirigiremos o oculo sobre o fio a prumo, e o faremos girar em torno das *chumasseiras* até que a *cavilha* fixa no *collar* de um dos *munhões* toque o parafuso da *espera*; então movendo este convenientemente, confundiremos o fio com a linha de prumo.

Girando depois com o oculo 180°, a *cavilha* do segundo *collar* tocará o parafuso da segunda *espera*; movendo então este parafuso, confundiremos do mesmo modo o fio com a linha de prumo.

É portanto evidente que d'aqui em diante, sempre que qualquer das *cavilhas* tocar o parafuso de uma das *esperas*, estará um dos fios do reticulo vertical e o outro horizontal.

Esta rectificação póde-se obter ainda da seguinte maneira. Executada a primeira rectificação, dirija-se o oculo sobre a *mira*, e note-se o ponto da gradação em que se projecta o cruzamento dos fios; gire-se com todo o instrumento mui lentamente no sentido horizontal, e examine-se se todo o fio vae passando por esse mesmo ponto da gradação da *mira*; se isto não acontecer, mova-se o parafuso da *espera* até se obter este resultado.

Feito isto gire-se novamente o oculo sobre as *chumasseiras* descrevendo 180°, note-se o ponto de projecção do cruzamento do outro fio sobre a gradação da *mira*, e

pratique-se como já fica dito. Portanto sempre que qualquer das *cavilhas* tocar um dos parafusos das *esperas*, teremos a certeza que um dos fios do reticulo está horizontal e o outro vertical.

### 3.º — Confundir o eixo optico do oculo com o seu eixo de figura

Este ajustamento consegue-se, observando um objecto o mais afastado possível, e projectando um ponto d'elle exactamente sobre o fio horizontal proximo do cruzamento dos fios; depois gira-se com o oculo sobre as chumasseiras até descrever  $180^\circ$ ; se a imagem do ponto observado ainda se projectar sobre o fio horizontal, devemos concluir que o eixo optico existe no plano que passa pelo fio horizontal; se porém isto não acontecer, e a imagem do ponto observado apparecer por cima ou por baixo do fio horizontal, então por meio do parafuso *d'*, collocado na extremidade do fio vertical, se fará mover este fio, corregindo metade do erro; uma segunda tentativa bastará para se conseguir o que se pretende.

É evidente que por uma operação analogá, fazendo projectar o ponto observado sobre o fio vertical e proximo do cruzamento dos fios; girando depois com o oculo  $180^\circ$ , e examinando se o ponto observado se projecta ainda sobre o mesmo fio vertical, ou se se apresenta á direita ou á esquerda d'elle, poderemos tambem corrigir n'este sentido o afastamento, fazendo mover o dito fio vertical por meio do parafuso *o*, collocado na extremidade do fio horizontal, até corregir metade do erro: com uma segunda tentativa conseguiremos o nosso fim.

### 4.º — Tornar o eixo optico do oculo horizontal, quando o eixo de rotação do instrumento estiver vertical

Suppondo que ao instrumento se tem applicado as rectificações antecedentes, e que por consequencia o grande *eixo de rotação* está vertical e o *nivel* horizontal, mande-se collocar a *mira* a bastante distancia, mas não tanto que prejudique o fazer-se a leitura da *mira* com clareza e perfeição; feita a leitura, gira-se com o instrumento até descrever um arco de  $180^\circ$ ; desmante-se então o oculo das chumasseiras com o maior cuidado, e depois de invertido torna-se a collocar sobre ellas; se a leitura que em seguida se fizer sobre a *mira*, for a mesma que a antecedente, concluiremos que o eixo optico está horizontal ou é perpendicular ao grande eixo de rotação do instrumento, que sabemos está na posição vertical. Se porém as duas leituras da *mira* não forem iguaes, tomaremos a semi-somma, e por meio do parafuso *c'* faremos com que o fio horizontal se projecte sobre a graduação da *mira* de modo que a leitura seja igual á referida semi-somma.

Feito isto, sempre que o *nivel* estiver horizontal, podemos ter a certeza que tambem o eixo optico o estará.

### USO DO NIVEL DE OCULO

81 — O nivel de oculo, depois de bem rectificado, póde transportar-se sem inconveniente de uma estação para outra, sem ser preciso desmonta-lo, comtantoque se lhe não dê alguma pancada. Colloca-se na primeira estação, nivela-se, mandam-se collocar as *miras*, fazem-se em seguida as leituras *anterior* e *posterior*; muda-se depois o instrumento para a segunda estação e a *mira* anterior para a frente da posterior, depois opera-se do mesmo modo e assim por diante.

Devemos comtudo advertir, que um grão de areia ou qualquer oxydação entre a *chumasseira* e o *munhão*, é bastante para tornar defeituoso o nivelamento, e por isso é indispensavel limpar muito bem estas partes do instrumento.

82— Já também anteriormente dissemos que a posição da imagem, e por consequencia a do reticulo, variavam com a distancia do ponto observado, e como d'este deslocamento pôde resultar a descentralisação do oculo, este motivo e os mais que ficam expostos recommendam, que a distancia da *mira* ao *nivel* se conserve proximamente a mesma, durante toda a operação do nivelamento.

Todos os dias, antes de começarem os trabalhos, se deve examinar o estado do instrumento e rectifica-lo o melhor possivel.

#### METHODO DE EGAULT

83— A impossibilidade que muitas vezes se dá, de não poder collocar a *mira* a iguaes distancias do *nivel*, e o tempo que se perde em tomar esta precaução, fizeram com que se procurasse algum meio de se poder operar com um instrumento descentralizado; mr. Egault estudando este problema, apresentou um methodo com o qual se pôde operar com plena confiança, empregando um instrumento não só descentralizado, mas cujo eixo de figura não esteja horisontal nem o eixo de rotação vertical: este methodo consiste no seguinte:

84— Depois de nivelado pouco mais ou menos o instrumento, e de ter regulado as distancias da ocular e da objectiva ao reticulo, conforme a vista do observador e a distancia da *mira*; dirija-se sobre esta o oculo, e tomem-se quatro leituras correspondentes a quatro diversas projecções do fio horisontal do reticulo sobre a *mira*, como vamos expor.

85— Com effeito suppondo (fig. 6) que o nivel de bolha de ar accusa o horisontalismo, seja  $OA$  o verdadeiro raio visual horisontal; considerando porém que o eixo de figura por hypothese não está horisontal, segue-se que tomará a posição  $OA'$ ; mas como alem d'isto também se suppõe, que o fio horisontal do reticulo está fóra do eixo optico, então o raio visual, que passa pelo cruzamento dos fios, projectar-se-ha, por exemplo, na parte superior em  $a_1$ , tomando a posição  $Oa_1$ , que nos fornecerá a primeira leitura  $a_1$ , sobre a *mira*.

86— Se dermos agora um movimento de rotação sómente ao oculo descrevendo  $180^\circ$ , é manifesto que, em consequencia da descentralisação do fio horisontal do reticulo, elle se projectará no ponto  $a_2$  da *mira*, tomando o raio visual a posição inferior  $Oa_2$  perfeitamente symetrica a  $Oa_1$  em relação a  $OA'$ ; esta nova posição  $Oa_2$  do raio visual nos dará uma segunda leitura  $a_2$  sobre a *mira*.

87— Fazendo descrever a todo o instrumento  $180^\circ$ , e obrigando em seguida o nivel de bolha de ar a tomar a posição horisontal, é evidente que a linha  $OA$  não mudará de posição, e por consequencia representará ainda o verdadeiro raio visual horisontal.

Desmontando agora o oculo das *chumasseiras*, e invertendo a posição dos munhões tornar-se-ha a ficar a objectiva voltada para o lado da *mira*; e como todas as differentes partes do instrumento ficam guardando as mesmas posições relativas, segue-se que n'esta nova situação tomará o eixo de figura, que por hypothese não é horisontal, uma posição inversa  $OA''$  perfeitamente symetrica á sua posição anterior  $OA'$  em relação ao verdadeiro raio visual horisontal  $OA$ .

N'esta posição invertida do oculo, como o fio horisontal do reticulo por hypothese está fóra do eixo optico, então o raio visual que passa pelo cruzamento dos fios, se projectará sobre a *mira* em um ponto  $a_3$  inferior a  $A''$ ; esta outra posição do raio visual  $Oa_3$  nos ministrará uma terceira leitura  $aa_3$  sobre a *mira*.

88— Se n'estas circumstancias dermos finalmente ao oculo um movimento de rotação de  $180^\circ$ , é claro que a descentralisação do fio horisontal do reticulo o fará projectar no ponto  $a_4$  da *mira*, tomando o raio visual a posição superior  $Oa_4$  perfeitamente

mente symetrica a  $O a_3$  em relação a  $O A''$ ; esta ultima posição do raio visual  $O a_4$  nos dará a quarta leitura  $a a_4$  sobre a *mira*.

89—Considerando agora que as posições dos pontos  $a_1$  e  $a_3$ ,  $A'$  e  $A''$ ,  $a_2$  e  $a_4$  são symetricas a respeito do ponto  $A$ , segue-se que a verdadeira leitura  $aA$  póde ser dada por qualquer das seguintes formulas:

$$aA = \frac{aa_1 + aa_3}{2} \quad (4) \quad ; \quad aA = \frac{aa_2 + aa_4}{2} \quad (5)$$

Tomando a media teremos ainda com mais rigor

$$aA = \frac{aa_1 + aa_2 + aa_3 + aa_4}{4} \quad (6)$$

90—Havendo todo o cuidado nas leituras, o processo póde simplificar-se muito, porque basta sómente fazer com perfeição as leituras

$$aa_1 \text{ e } aa_3, \text{ ou } aa_2 \text{ e } aa_4$$

e por meio de qualquer d'estes dois grupos teremos pela formula (4) ou (5) o valor da verdadeira leitura  $aA$ .

Havendo portanto, como dissemos, todo o escrupulo nas duas referidas leituras, tudo se reduz na pratica ao seguinte: 1.º, nivelar o instrumento; 2.º, fazer a primeira leitura; 3.º, girar com o instrumento  $180^\circ$ ; 4.º, inverter o oculo nas chumasseiras; 5.º, girar com o oculo  $180^\circ$ ; 6.º, pôr a bolha do nivel a meio; 7.º, fazer a segunda leitura; 8.º, tomando finalmente a semi-somma d'estas duas leituras, teremos a verdadeira.

É d'este modo que geralmente se opera com o *nivel d'Egault*, por levar menos tempo, ficando ainda destruidos os erros de *centralisação* do reticulo, o de *horisontalidade* do eixo de figura, e o de *verticalidade* do eixo de rotação geral do instrumento.

91—Os modernos *niveis de oculo d'Egault* trazem o reticulo com tres fios horisontaes, sendo o fio superior e o inferior equidistantes do fio central. Depois de soffriavelmente rectificado o instrumento dirige-se o oculo sobre a *mira*, e fazendo as leituras dos tres fios de cima para baixo, teremos

$$a, b, c$$

Executando depois as mais regras praticas estabelecidas no numero antecedente, teremos outras tres leituras dos ditos fios,

$$a' b' c'$$

Em virtude dos principios anteriormente expostos será a verdadeira leitura expressa por qualquer das seguintes formulas:

$$v = \frac{a + a'}{2} = \frac{b + b'}{2} = \frac{c + c'}{2}$$

ou

$$v = \frac{a + b + c + a' + b' + c'}{6} \quad (7)$$

92—Quando por esta formula se calcular a verdadeira leitura *v*, escrevem-se no *caderno de campo* as seis leituras na columna competente, e tomando a media será esta a verdadeira leitura *anterior* ou *posterior*, que se copiará depois no *caderno do nivelamento composto*.

93—Terminaremos esta exposição sobre o *nivel de oculo* com a seguinte advertencia. Postoque se possa com bons oculos ver claramente os objectos a grandes distancias, comtudo o grau de sensibilidade do nivel de bolha de ar, que depende do seu raio de curvatura, limita muito o seu alcance. Com effeito, suppondo que a vista póde apreciar bem na leitura da gradação do nivel um quarto de millimetro, que o seu raio de curvatura é de 15 metros, e que o erro d'aqui proveniente sobre as leituras da *mira* não deve exceder 2 millimetros; não é difficil provar, que n'este caso não se deve collocar a *mira* a distancia maior de 120 metros.

#### MIRA FALLANTE

94—Este apparelho (*fig. 7*) consiste em uma regua de madeira de 12 centimetros de largura, dividida de alto a baixo em *partes iguaes* de 2 centimetros de largura, alternadamente brancas e encarnadas. Cada 5 *partes* formam 1 *grupo*, e cada 2 *grupos* formam 1 *divisão*; por consequencia cada *divisão* vale 2 *grupos* ou 10 *partes* ou 20 centimetros.

Os *grupos* occupam alternadamente as duas metades da largura da regua; e nos intervallos em branco, que ficam em uma das metades, se escrevem grossos algarismos que indicam o numero de *divisões* que ficam pela parte inferior d'esse algarismo.

95—Uma similhante gradação parece, á primeira vista, não só extravagante mas pouco conveniente, porquanto era natural dar a cada parte 1 centimetro de largura; porém uma tal divisão seria quasi occultada pela projecção do fio do reticulo, tornando alem d'isso impossivel o poder-se avaliar á vista os millimetros ou decimos de cada *parte*; foi esta a causa que fez duplicar o valor de cada *parte*, e por consequencia o de cada *grupo* e o de cada *divisão*; e por isso

1 parte vale .....	0 <sup>m</sup> ,02
1 grupo vale .....	0 ,10
1 divisão vale .....	0 ,20

96—Como o oculo do nivel inverte os objectos, por isso tambem a *mira* se vê invertida, em consequencia do que se pintam os algarismos ás avessas, a fim de serem vistos pelo oculo ás direitas, o que muito facilita as leituras da *mira*.

Os algarismos da segunda *década* têm pela parte superior um *ponto* ou pequeno circulo negro; e os da terceira *década* têm dois *pontos*; d'onde resultam as seguintes igualdades:

$$\begin{aligned} \overset{\circ}{0} &= 1^m,0; \overset{\circ}{1} = 1^m,1; \overset{\circ}{2} = 1^m,2; \overset{\circ}{3} = 1^m,3 \dots\dots \overset{\circ}{9} = 1^m,9 \\ \overset{\circ\circ}{0} &= 2^m,0; \overset{\circ\circ}{1} = 2^m,1; \overset{\circ\circ}{2} = 2^m,2; \overset{\circ\circ}{3} = 2^m,3 \dots\dots \overset{\circ\circ}{9} = 2^m,9 \end{aligned}$$

97—A gradação da *mira*, tendo esta disposição, é evidente que cada leitura, feita sobre ella, é metade do verdadeiro numero de metros que ella deve valer; logo, quando se não fizer uso do methodo d'Egault, é necessario duplicar o numero dado pela *mira* para se ter a verdadeira leitura em metros; suppondo, por exemplo, que o fio horisontal do reticulo se projectava sobre a *mira*, segundo a linha *A B*, teriamos,

avaliando a olho os decimos das partes iguaes, para a leitura apparente 727 millimetros, que duplicada mostra para a leitura verdadeira  $1^m,454$ .

98—Se empregassemos o methodo d'Egault, feita a leitura antecedente, fariamos depois descrever ao oculo sobre as *chumasseiras* uma semi-revolução ou  $180^\circ$ ; suppondo que o fio horisontal central se projectava em  $A' B'$ , teriamos

1. <sup>a</sup> leitura .....	$0^m,727$
2. <sup>a</sup> leitura .....	$0,735$
Leitura verdadeira .....	$1^m,462$

É portanto evidente, que, empregando o methodo d'Egault, a disposição actual da gradação da *mira* facilita muito a operação para se obter a verdadeira leitura.

99—As *miras fallantes* têm ordinariamente 3 metros de comprimento, e dobram-se ao meio para facilitar o transporte; a fim de o conductor collocar facilmente a *mira* na posição vertical, como é essencialmente preciso, costuma adicionar-se-lhe um pequeno prumo.

100—Empregando o moderno *nivel de oculo d'Egault*, fazendo uso da *mira fallante*, assim graduada, e do *methodo exposto*, é evidente que a formula (7) se tornará n'este caso em

$$v = \frac{a + b + c + a' + b' + c'}{3} \quad (8)$$

Tal será o nivel, a mira e o methodo que empregaremos nos nivelamentos mandados executar por esta direcção geral.

## DESCRIÇÃO E RECTIFICAÇÕES DO THEODOLITO

O instrumento geralmente empregado nas observações geodesicas era o circulo repetidor; porém desde que Reichenbach começou a construir os seus famosos theodolitos repetidores, e que ultimamente Gambey os simplificou e melhorou a muitos respeitoes, tem-se completamente abandonado o uso do circulo repetidor, preferindo-se o theodolito repetidor, porque alem de servir para tudo o que serve o circulo, evita-se nas observações dos angulos entre os objectos terrestres a redução ao horisonte.

A quem conhece o circulo repetidor póde dizer-se que o theodolito commum, salvas algumas pequenas modificações, não é outra cousa mais do que o mesmo circulo repetidor, collocado horisontalmente; sendo por causa d'esta posição forçada do theodolito que os angulos, observados entre quaesquer objectos, se acham reduzidos logo ao horisonte.

As peças principaes, de que se compõe um theodolito da moderna construcção ingleza de Troughton, a mais perfeita, são um sustentaculo de tres pernas metallicas, tendo cada uma na extremidade um parafuso, formando os tres parafusos um triangulo equilatero; d'este pé se levanta uma pequena columna, á qual se acha ligado um circulo graduado, chamado prato ou azimuthal do theodolito; este prato ou azimuthal, põe-se horisontal por meio de dois niveis cruzados, formando um angulo recto. Sobre um montante que se acha ligado ao azimuthal por meio de tres parafusos, formando um triangulo isosceles, se apoia um eixo que passa pelo centro de um semi-circulo, cujo diametro sustenta um oculo, chamado *oculo superior*, o qual gira livremente em torno dos apoios que o sustentam, chamados *chumasseiras*; e ao semi-circulo chama-se *vertical*, por isso que o seu plano é perpendicular ao azimuthal, cuja posição deve ser horisontal. Por baixo do azimuthal e junto ao lado da pequena columna existe um outro oculo, denominado *oculo inferior*, o qual gira no sentido vertical e horisontal. Alem d'estas peças principaes ha outras para se fazerem as rectificações do theodolito, e para se executarem suavemente os movimentos dos oculos *superior e inferior*, e do *azimuthal e vertical*, como veremos opportunamente.

Tanto o *azimuthal* como o *vertical* devem ser perfeitamente graduados; e por isso o theodolito é proprio para medir e repetir o angulo entre quaesquer dois objectos, apresentando-o logo reduzido ao horisonte; o methodo, que se emprega para repetir os angulos no plano horisontal, fazendo uso dos oculos *superior e inferior*, é exactamente o mesmo que se emprega no circulo repetidor.

O oculo superior, achando-se ligado ao vertical graduado, com elle se póde medir e repetir a altura ou depressão de qualquer signal, se ella for pequena; adiante veremos como isto se consegue.

O theodolito tambem se póde empregar nos nivelamentos topographicos, e supprir por consequencia, a falta do nivel de oculo.

Para o instrumento ficar em altura commoda para as observações, colloca-se sobre um pé de madeira, na parte superior do qual se atarracha uma peça metallica, em que assentam e se fixam os tres parafusos do pé metallico do theodolito.

## RECTIFICAÇÕES

O theodolito, antes de se empregar em qualquer observação é necessario examinar com o maior cuidado se satisfaz aos seguintes quesitos, chamados *rectificações*, sem as quaes não é possível obter observações rigorosas:

1.º Collocar o *cruzamento dos fios do reticulo* do oculo superior no seu *eixo optico*, ou no *eixo do cylindro*, descripto pelo oculo, girando em torno das chumasseiras.

Posto o azimuthal do theodolito, pouco mais ou menos horisontal, por meio dos dois niveis cruzados, como o oculo superior, collocado sobre o vertical; tem fixas no canudo duas *violas* metallicas perfectamente *cylindricas* e *iguaes*, podendo girar em torno das chumasseiras, sobre que assenta, e até mesmo inverter-se-lhe facilmente a posição da *ocular* e *objectiva*; então, dirigindo-o a um objecto (quanto mais afastado melhor) observaremos, em que ponto d'elle se projecta distinctamente o *cruzamento dos fios*; depois, com toda a delicadeza e suavidade, faremos girar com a mão o oculo sobre as chumasseiras, de modo que descreva uma simi-revolução ou 180º. Feito isto examinaremos se o *cruzamento dos fios* do reticulo se projecta ainda no mesmo ponto, ou quanto se elevou ou deprimiu, sem nos importar, se o cruzamento dos ditos fios fica para a direita ou para a esquerda do ponto observado. O reticulo póde mover-se no sentido vertical e horisontal por meio de quatro pequenos parafusos, dispostos dois em direcção vertical, e os outros dois em direcção horisontal. Concluido então o exame antecedente, apreciando depois o afastamento vertical do *cruzamento dos fios* para cima ou para baixo do ponto observado; tomaremos uma pequena alavanca de ferro (peça de rectificação, que vem na caixa do instrumento) e introduzindo-a na cabeça de um dos pequenos parafusos verticaes, o alargaremos; por este movimento conheceremos logo se o *cruzamento dos fios* se aproxima ou afasta do ponto observado, e por consequencia em que sentido devemos mover os parafusos verticaes; reconhecido o effeito do movimento dos parafusos, faremos então projectar o *cruzamento dos fios* em um ponto que fique exactamente no meio da distancia vertical, que separa os dois pontos em que se projectava o *cruzamento dos fios* na primeira e segunda observação. Feito isto recommencaremos a operação exactamente como fica dito; depois de duas ou tres tentativas, conseguiremos, que tanto na primeira observação como na segunda, em que o oculo gira 180º, se apresenta sempre o *cruzamento dos fios* projectado na linha horisontal, que passa pelo ponto observado; sem nos importar, torno a repetir, se o cruzamento dos fios fica á *direita* ou *esquerda* do ponto observado, porque esta primeira parte da presente rectificação tem unicamente por objecto fazer, com que o *cruzamento dos fios*, em ambas as posições do oculo, se projecte sempre na *linha horisontal* que passa pelo ponto observado.

Assim como acabámos de conseguir, que o cruzamento dos fios esteja sobre uma mesma *linha horisontal* nas duas posições do oculo, do mesmo modo vamos agora tratar de obter, que o dito cruzamento se projecte sempre na mesma *linha vertical*, que passa pelo ponto observado. Com effeito dirija-se o oculo ao objecto e projecte-se o *cruzamento dos fios*, no mesmo ponto antecedentemente observado; fazendo-se depois girar o oculo com a mão mui suavemente até descrever 180º, examinaremos se o *cruzamento dos fios*, se projecta na mesma *linha vertical*, que passa pelo ponto observado; no caso contrario, deve existir a projecção á *direita* ou á *esquerda* do ponto observado sobre a *linha horisontal*, que passa pelo dito ponto; apreciando então este afastamento lateral, applicando a pequena alavanca a um dos parafusos horisontaes do reticulo, e alargando-o, conheceremos o effeito que produziu, e obrigar-se-ha o *cruzamento dos fios* a projectar-se na meia distancia dos dois pontos. Feito isto, recommencar-se-ha a operação de novo, e praticando exactamente como fica dito, consegue-se depois

de duas ou tres tentativas, que o *cruzamento dos fios* se projecte na mesma *linha vertical*, que passa pelo ponto observado, em ambas as posições do oculo.

Em virtude das duas partes d'esta rectificação torna-se evidente, que projectando-se constantemente o *cruzamento dos fios* em ambas as posições do oculo sobre a mesma *linha horisontal e vertical*, que passa pelo ponto observado, forçosamente se projectará sempre sobre este mesmo ponto durante uma revolução inteira do oculo, o que quer dizer, que o *cruzamento dos fios* existe no *eixo do cylindro*, descripto pelo oculo em torno das *chumasseiras*.

Adverte-se, que é preciso ter todo o cuidado, quando se movem os parafusos do reticulo, nunca apertar um, sem primeiro ter alargado alguma cousa o parafuso opposto, a fim de se não forçarem, e estragar-se este delicado apparelho.

2.<sup>a</sup> Collocar o eixo do grande nivel no plano do eixo optico do oculo superior.

Posto o azimuthal do theodolito pouco mais ou menos horisontal, como já fica dito; e fixo todo o systema do instrumento por meio dos competentes parafusos de pressão, levar-se-ha o grande nivel do oculo superior ao plano horisontal por meio do parafuso de reclamo que move o vertical, que sustenta o oculo superior; feito isto notar-se-ha, que o grande nivel tem em uma das extremidades dois pequenos parafusos em posições oppostas, que servem para lhe dar um pequeno movimento horisontal; dando então á mão com a maior delicadeza um mui pequeno movimento de rotação ao oculo superior em torno das *chumasseiras* para a direita e depois para a esquerda, examinaremos se a bolha de ar do grande nivel se conserva sempre em ambas as ditas posições entre os mesmos traços da gradação do nivel; se isto tiver logar nada mais temos a fazer: se porém o contrario acontecer moveremos então um dos ditos pequenos parafusos até que a coincidencia da bolha entre os traços tenha logar tanto na posição da direita como da esquerda: duas ou tres tentativas serão sufficientes para conseguir o que se pretende.

3.<sup>a</sup> Fazer com que o eixo optico do oculo superior seja horisontal, quando o grande nivel, collocado por baixo do mesmo oculo, e a elle ligado fortemente, estiver perfeitamente horisontal.

Posto o azimuthal pouco mais ou menos horisontal, e fixo todo o systema do instrumento, abrir-se-hão as duas *chumasseiras*, levar-se-ha o grande nivel ao plano horisontal por meio do *parafuso de reclamo*, que move o *vertical*. Feito isto, levante-se com o maior cuidado e delicadeza o *oculo superior* das *chumasseiras* e colloque-se novamente sobre ellas, mas de modo que as posições da ocular e objectiva fiquem invertidas. Concluida esta operação, examinar-se-ha se a bolha do grande nivel accusa o horisontalismo como na primeira posição: no caso contrario, deve notar-se bem a differença, dada por qualquer das extremidades da *bolha de ar*: metade d'esta differença deve corrigir-se com um *parafuso*, que liga o grande nivel ao *oculo superior*; e a outra metade da differença deve ser corrigida pelo *parafuso de reclamo*, que move o systema ligado do vertical, oculo e nivel. Acabada esta primeira tentativa, começar-se-ha da fórma descripta uma segunda, e depois uma terceira, etc., até se conseguir, que o grande nivel accuse o melhor possivel o horisontalismo, tanto na posição directa como inversa do *oculo superior*.

Adverte-se, que o parafuso, que liga o grande nivel ao *oculo superior*, tem duas *porcas*, que determinam o movimento do nivel; para se não destruir este pequeno mechanismo, é preciso ter cuidado em *alargar* primeiro uma das *porcas*, e depois *apertar* a outra.

4.<sup>a</sup> Tornar horisontal o *prato* ou *azimuthal* do theodolito.

Primeiramente examinar-se-ha se os dois niveis dispostos em angulo recto estão *calados*.

Para este fim dirigiremos um dos niveis na direcção de dois dos parafusos do pé metallico do theodolito; ficando por consequencia o segundó nivel na direcção da ter-

ceira *perna* do pé. Por meio dos dois primeiros *parafusos* poremos *horisontal* o primeiro nivel e depois por meio do terceiro *parafuso* tornaremos tambem horisontal o segundo nivel. Concluido isto, faremos com que o *azimuthal* descreva uma semi-revolução ou 180°; então a direcção do primeiro nivel será ainda parallela á direcção dos dois primeiros *parafusos* do pé, e o segundo nivel do mesmo modo ficará ainda tambem parallelo á terceira *perna*. Olhando para o primeiro nivel, examinaremos se ficou ainda horisontal, ou que differença accusa qualquer das extremidades da *bolha de ar*. Notando bem a grandeza d'esta differença, corrige-se metade com um dos dois *parafusos* do pé; e a outra metade por meio de um dos *parafusos*, que fixa o nivel sobre o *azimuthal*. Acabada esta primeira tentativa, repete-se segunda e terceira, etc., até se conseguir que o primeiro nivel accuse o *horisontalismo*, em ambas as posições; o que indica que o primeiro nivel está *calado*, isto é, que o *eixo* do nivel é parallelo á sua *projectção*, sobre o plano do *azimuthal*.

Applicando exactamente todo este processo ao segundo nivel, conseguiremos que fique *calado* tambem.

Calados ambos os niveis, obteremos mui facilmente o *horisontalismo* do *azimuthal* em qualquer posição; para este fim basta collocar um dos niveis na direcção de dois dos *parafusos* do pé; o segundo nivel ficará na direcção da terceira *perna* do pé. Horisontando então o primeiro nivel por meio dos dois *parafusos* do pé; e o segundo nivel por meio do terceiro *parafuso* do pé; movendo depois o *azimuthal* com suavidade, acharemos em todas as posições, que os niveis accusam o *horisontalismo* do *azimuthal*.

Advertimos aqui tambem, que os *parafusos* dos niveis, que os fixam ao *azimuthal*, tem cada *parafuso*, duas *porcas*, e portanto começa-se sempre por *alargar* primeiro uma, e depois *apertar* a outra.

5.<sup>a</sup> Tornar o plano do *vertical* perpendicular ao plano do *azimuthal*.

Suspenda-se um fio de retroz preto com um prumo, mergulhado em um vaso com agua, junto a uma parede, bem caiada. Colloque-se depois o theodolito a alguma distancia da parede; e torne-se o prato bem *horisontal*, como já fica dito. Dirija-se depois o *oculo superior* para o fio de prumo; e por meio dos *parafusos de reclamo* do *vertical* e do *azimuthal*, projecte-se exactamente o *cruzamento dos fios do reticulo* sobre o extremo *superior* ou *inferior* do fio de prumo. Solte-se depois o *parafuso de pressão do vertical*, e com a mão faça-se mover vagarosamente o *oculo* no sentido *vertical*, até que o *cruzamento dos fios* chegue ao extremo opposto do fio de prumo; se durante o movimento o *cruzamento dos fios do reticulo*, sair para fóra da linha de prumo, note-se no fim a differença, que houver.

Todo o systema do *montante* achando-se fixo ao *azimuthal* por meio de tres *parafusos*, dispostos em fórma de triangulo isosceles; mova-se um dos *parafusos*, que está sobre um dos angulos iguaes do triangulo, até se conseguir desfazer metade da differença acima notada. Tornando depois a projectar o *cruzamento dos fios* sobre a linha de prumo, e tornando a mover o *oculo*, examinaremos como acima, se o *cruzamento dos fios* acompanha a linha de prumo em toda a sua extensão; e desfazendo sempre com o dito *parafuso* metade da differença achada; conseguiremos o que desejámos no fim de duas ou tres tentativas.

No campo onde se não pôde suspender um fio de prumo, podemos-nos servir do *cunhal* ou *aresta* de alguma casa, que de ordinario costuma estar *vertical*, e procederemos depois como fica dito; porém o uso do fio de prumo é muito melhor e mais seguro.

Tudo quanto acabámos de dizer a respeito do plano *vertical*, que deve descrever o *cruzamento dos fios* do *oculo superior*, se applica do mesmo modo ao *oculo inferior*, cujo *cruzamento dos fios* tambem deve descrever um plano *vertical*: o processo differre unicamente em desfazer a metade da differença por meio de dois *pequenos parafu-*

so, collocados um por cima do outro sobre o extremo movel do *eixo do oculo inferior*; o que se consegue facilmente alargando primeiro um dos *pequenos parafusos* e apertando o opposto; depois de duas ou tres tentativas, consegue-se a final que o *cruzamento dos fios* durante o seu movimento se projecte sempre sobre o fio de prumo.

6.<sup>a</sup> Estando o *azimuthal* e o *eixo optico do oculo superior* horisontaes, fazer com que o *zero* da graduação do vertical *coincida exactamente* com a *linha de fé* da alidade.

Ponha-se horisontal o prato ou azimuthal, faça-se depois a *perfeita coincidência* dos dois traços, indicados pelo *zero* da graduação do vertical, e pela *linha de fé* da alidade. Examine-se se o grande nivel do oculo superior está horisontal; se isto não tiver logar, moveremos o parafuso do *montante*, que está no prolongamento do plano do vertical, até o conseguir. Feito isto, teremos simultaneamente o *horisontalismo* do azimuthal e do grande nivel, e ao mesmo tempo a *coincidência* dos dois traços.

As razões em que se fundam todas estas rectificações são tão obvias que por isso nos abstemos de acrescentar mais cousa alguma.

Vejamos agora o methodo de medir e repetir as alturas ou depressões, que não exceedam muito a 3°, como ordinariamente acontece aos pontos trigonometricos de qualquer triangulação; o que até agora se não julgava possivel conseguir empregando os theodolitos da construcção geralmente conhecida.

Suppondo, que fazemos uso de um dos modernos theodolitos inglezes, construidos por Troughthon & Sims, ao qual addicionámos uma nova peça por baixo do triangulo metallico, em que assentam os tres parafusos do pé do theodolito, com o fim de todo o systema geral do instrumento se poder mover horisontalmente; começa-se a operação, por girar com o azimuthal até que o *plano do vertical* passe por uma das *pernas metallicas* do pé do theodolito. Depois por meio da *nova peça*, adicionada ao instrumento, move-se todo elle, e dirige-se o oculo superior ao objecto, de que se quer observar a altura ou depressão; pelo que acima acabámos de dizer é evidente, que tambem uma das *pernas* do pé ficará na direcção do mesmo objecto. Concluida esta operação preparatoria, examinaremos se o *fio horisontal do reticulo* do oculo superior está ou não realmente horisontal; para nos certificarmos d'isto, ponhamos o azimuthal o melhor possivel horisontal; depois por meio de dois parafusos de reclamo do azimuthal e do vertical, projectemos um dos extremos do dito fio sobre um ponto do objecto: movendo então o parafuso de reclamo do azimuthal, e fazendo assim passar *toda a extensão do fio* pelo dito ponto, notaremos se durante o movimento o fio se projectou constantemente sobre o referido ponto, ou se se afastou d'elle; n'este ultimo caso, dando com a mão mui suavemente e com delicadeza um pequeno *movimento de rotação* ao oculo, conseguiremos collocar esse extremo do fio a meia distancia da differença achada. Projectando novamente um dos extremos do fio sobre o mesmo ponto, e continuando todo o processo pela fórma indicada, obteremos a final, depois de duas ou tres tentativas, que o fio durante o movimento se projecte constantemente sobre o mesmo ponto, o que indica, que está horisontal.

Feito tudo, que acabámos de dizer, faremos depois coincidir perfeitamente os dois traços, indicados pelo *zero* da graduação do vertical, e pela *linha de fé* da alidade.

Como o nosso fim principal é observar um angulo no plano vertical, é claro que devemos ter o maior cuidado: 1.º, em que o vertical do instrumento esteja realmente em um *plano vertical*; 2.º, que o eixo optico do oculo superior seja *horisontal*.

A primeira condição é preenchida pelo horisontalismo do *nivel* do azimuthal, cuja posição é *perpendicular* ao plano do vertical do theodolito, a segunda é garantida pelo

horizontalismo do grande nivel do oculo superior. Por consequencia sempre que estes dois niveis estiverem horizontaes, é certissimo por tudo quanto temos dito, que o vertical do theodolito está em um plano realmente vertical; que o eixo optico do oculo superior está horizontal; e que a perfeita coincidencia dos dois traços tem logar.

Estando tudo disposto, como fica dito, dirigiremos o *cruzamento dos fios*, ou *qualquer ponto* do fio horizontal sobre o vertice do signal observado; o que facilmente conseguiremos por meio do *parafuso de reclamo* do vertical do theodolito. Lendo na gradação do vertical o arco, teremos o primeiro *angulo simples*.

Feito isto por meio do parafuso do pé metallico, que existe no prolongamento do plano do vertical, movendo-o faremos, com que o systema geral do theodolito se mova tambem, e que o grande nivel torne a tomar a sua primitiva posição *horizontal*. Depois examinaremos se o *nivel* do azimuthal, que garante o verticalismo do vertical do theodolito, está com effeito horizontal; qualquer pequena differença, que accuse será corregida por um dos parafusos do pé, que existem na mesma direcção do dito *nivel*: acabado isto deve-se tornar a rectificar o horizontalismo do grande nivel por meio do parafuso do pé, já acima indicado, que serve para esse fim.

Feito tudo isto, é evidente, que temos outra vez a certeza de que o vertical do theodolito está verdadeiramente em um plano vertical; e que o eixo optico do grande nivel está horizontal; advertindo porém que o azimuthal já não está horizontal; com o que não perdemos cousa alguma, porque o azimuthal não entra absolutamente em consideração n'este genero de observações, de que actualmente nos occupámos.

Posto isto, é claro, que se agora levarmos novamente o cruzamento dos fios ou algum ponto do fio horizontal sobre o mesmo vertice do signal; o que conseguiremos com o *parafuso de reclamo* do vertical; lendo outra vez o arco na gradação do vertical, teremos o duplo do angulo; o qual dividido por dois me dará o segundo *angulo simples*, que deve ser igual ao primeiro *angulo simples*, se tudo fosse perfeitamente executado.

É evidente, o que deveriamos fazer para o arco triplo, quadruplo, quintuplo, etc., advirtamos porém, que o numero das repetições é limitado pela extensão do parafuso do pé metallico, que, durante as observações, vae successivamente restituindo o grande nivel do oculo superior á sua posição horizontal; e por isso recommendámos, que logo no principio da observação, se comece por fazer descer o pé do theodolito pelos tres parafusos, quando tratarmos de observar uma altura; e de o fazer subir pelos tres parafusos se pretendermos tomar uma depressão.

Quando com o theodolito quizermos n'uma estação de primeira ordem observar as alturas e depressões de pontos tambem de primeira ordem; devemos empregar na primeira rectificação do instrumento o ponto de primeira ordem, que estiver mais afastado; recommenda-se mui efficaçmente a rigorosa observancia d'esta importante regra, porque d'ella depende a exactidão dos resultados dos nivelamentos trigonometricos.

O que acabámos de dizer a respeito de uma estação de primeira ordem, se applica igualmente a uma estação de qualquer outra ordem; na qual se deve tambem escolher o que estiver mais afastado, para se empregar na primeira rectificação do theodolito.

O methodo, que acabámos de expor para repetir os pequenos angulos no plano vertical, empregando os theodolitos de construcção ingleza, geralmente conhecidos entre nós, é nosso e inteiramente novo, pelo menos não o temos encontrado descripto em obra alguma, nem mesmo cousa que se pareça; podemos tambem asseverar que tem correspondido perfeitamente na pratica dos trabalhos geodesicos do reino.



horisontalismo  
dois niveis esti-  
tical do theodol-  
superior está h

Estando tu  
*quer ponto* do  
seguiremos po-  
duação do ver

Feito isto  
plano do verti-  
tambem, e qu  
examinaremos  
dolito, está co-  
gida por um  
bado isto dev  
rafuso do pé.

Feito tud  
dolito está ve-  
está horisont-  
não perdeme-  
ração n'este

Posto ist  
gum ponto  
com o *para*  
cal, teremos  
*simples*, que  
executado.

É evider  
advirtamos  
do pé metal  
nivel do oc  
no princip  
parafusos,  
rafusos se

Quando  
alturas e d  
meira rect  
do; recon  
porque d

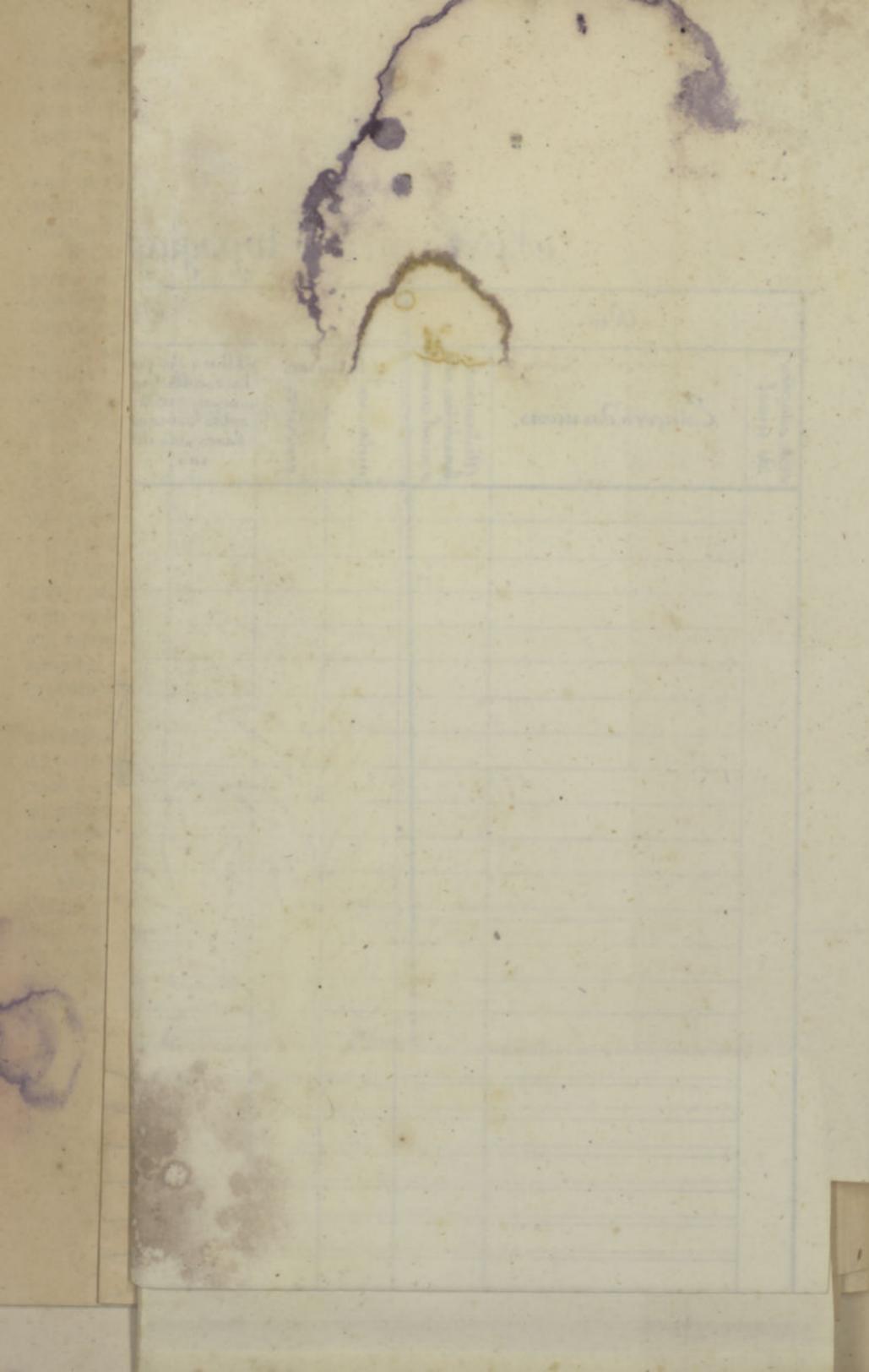
O que  
igualmen  
o que esti

O me  
vertical, e  
tre nós, é  
obra algu  
correspo



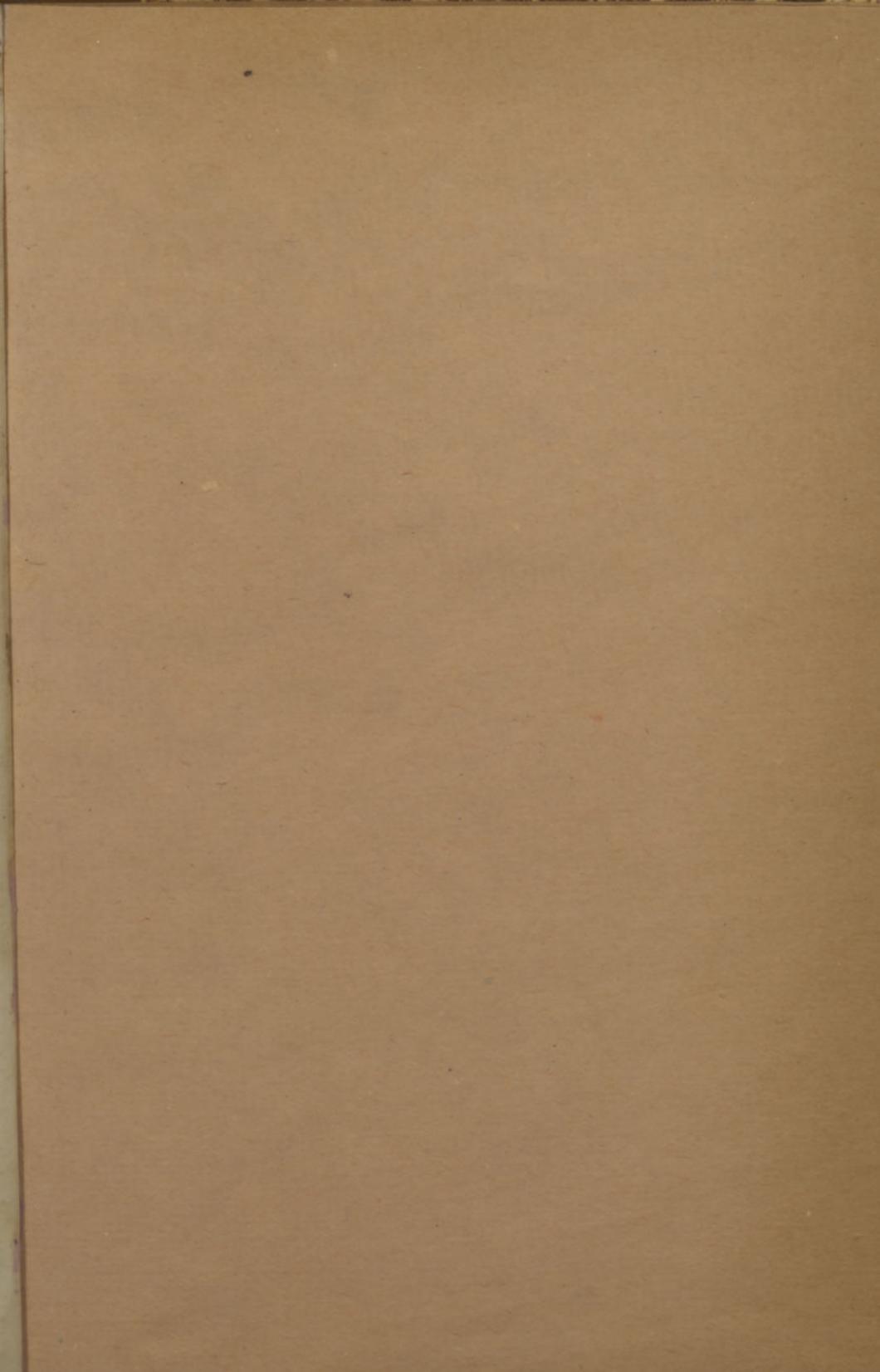
















\*1329650198\*

CENTRO CIÊNCIA VIVA  
UNIVERSIDADE COIMBRA

