

TELEMETRO DE INVERSÃO

POR

F. A. DE BRITO LIMPO



LISBOA

IMPRESA NACIONAL

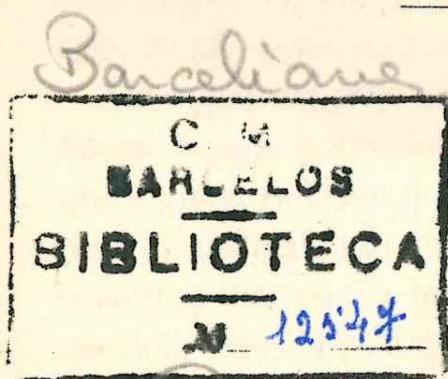
1874



TELEMETRO
DE INVERSÃO

POR

F. A. DE BRITO LIMPO



LISBOA
IMPRESA NACIONAL
1874

TELEMETRO

TELEMETRO

DE INVERSAO

J. A. DE RIBOY LIMBO

BIBLIOTECA
MAY. 1874

LISBOA

IMPRIMERIA NACIONAL

1874

TELEMETRO DE INVERSÃO

Em um artigo publicado no *Jornal do Commercio*¹ demos noticia do telemetro de *inversão*, assim denominado por isso que, invertendo-se uma régua de espelhos ou prismas, n'elle se eliminam os mais importantes erros provenientes da falta de rigor nas suas condições geometricas.

Foi breve a noticia, porém mais breve sairia se pudesse ir acompanhada de estampa em que se representasse o aparelho, e se não quizessemos tornar bem patentes os seus fundamentos, para que, chamando assim a attenção das pessoas competentes na materia, viessem estas, com as suas indicações e advertencias, dar ao projecto maior perfeição, ou faze-lo cair, se não representasse um progresso real.

Aindaque até hoje tenhamos constantemente recebido dos nossos amigos animadoras expressões sobre o assumpto, sem que alguma reflexão nos viesse fazer duvidar das boas condições do instrumento que imaginámos, é certo que a falta de estampa, em que o mesmo fosse convenientemente representado, concorrerá talvez para que, apesar da humildade da materia, algumas pessoas não queiram dar-se ao trabalho de examinar a questão sem o auxilio de mais vivas e definidas indicações. Mas como agora podemos preencher esta falta, obtendo pelo processo da photo-lithographia, com facilidade

¹ N.º 5584, de 11 de junho de 1873.

e barateza (esta condição é para nós muito essencial), uma estampa que mostra o aparelho na sua primitiva simplicidade, isto é, como primeiro o tínhamos imaginado, vamos, assim auxiliados, fazer d'elle uma descripção talvez mais clara que a primeira (sobretudo mais definida), a qual poderá também servir de guia ao artista que se encarregar da sua construcção, no caso de que tal obra se leve a effeito.

Seja AB (figura 1.^a) um oculo astronomico, como os que se empregam na geodesia, e seja eo a direcção do seu eixo optico. Na frente da objectiva B colloquemos uma régua rr' com dois espelhos planos (podem também, e melhor, ser prismas), por fórma que fiquem voltados um para o outro, paralelos entre si, invariavelmente fixos á régua, perpendiculares a ella e de modo que a linha rr' , que une os centros de suas projecções, seja perpendicular á direcção eo e faça meio angulo recto com as superficies dos ditos espelhos.

É evidente pelos principios fundamentaes de optica que, se o ponto o estiver a uma distancia infinita, ou que se possa julgar como tal, o raio luminoso or' batendo no espelho r' reflectir-se-ha para r na direcção $r'r$ e d'ahi entrará no oculo com a direcção oe ; portanto, se o espelho r encobrir sómente a metade da objectiva B, veremos a imagem de o , duas vezes reflectida, confundir-se com a que é vista directamente. Porém já assim não succede se a distancia de o for limitada, pois começarão a manifestar-se os angulos $or'o'$, $or'o''$, etc., á medida que o objecto estiver mais perto; e d'ahi resulta, pelos mesmos principios de optica, apparecer um desvio nas imagens tanto maior quanto maior for o angulo $or'o'$, ou quanto menor for a distancia do objecto, isto é, do ponto o . Este desvio projectado no espelho r póde considerar-se como a corda do arco que mede o pequeno angulo $or'o'$ com que do ponto objectivo é visto o intervallo entre os dois espelhos, tomando esse arco com o raio rr' igual a este intervallo. Mas o afastamento das imagens póde medir-se com grande aproximação por meio de um micrometro annexo á ocular: logo

teremos todos os elementos necessarios para resolver o triangulo $or'r$, em que supponmos conhecida a distancia rr' . Seja pois $rr' = C$, chamemos D a distancia procurada ro , e designemos por m a tangente do angulo $or'o'$, sempre muito pequeno na pratica e que a maior parte das vezes se pôde confundir com a corda do arco respectivo, teremos:

$$D = \frac{C}{m}$$

E está a questão reduzida ao caso de uma estadia de *angulo variavel e referencia constante*, sem ser necessario empregar mira effectiva, isto é, temos um instrumento que reúne em si todos os elementos de apreciar distancias, o que constitue a indispensavel condição dos verdadeiros telemetros.

Se as condições geometricas do instrumento que temos esboçado fossem rigorosamente satisfeitas (o que é praticamente impossivel), a probabilidade da exactidão da distancia D dependeria tão sómente da maior ou menor aproximação na medida micrometrica do intervallo das imagens, de que resulta o valor de m , pois o valor de C, sendo constante, pôde deduzir-se mui rigorosamente da observação de alguns pontos cuja distancia seja previamente conhecida; ora, attendendo ao subido gráu de perfeição a que têm chegado os micrometros, são elles os que medem com maior aproximação um pequeno angulo: portanto o instrumento descripto seria, entre os do mesmo genero, o que mais aproximadamente daria as distancias requeridas. Mas se as condições geometricas não podem obter-se na construcção d'elle, tambem não poderão conseguir-se por meio de parafusos rectificadores, que o mais que dariam era uma rectificação momentanea, em breve espaço destruida por diversas causas. Logo, o instrumento cairia nos mesmos defeitos por que têm sido condemnados muitos outros, se não houvesse um meio de eliminar os erros provenientes d'esses mesmos defeitos. Este meio existe e é mui simples; vamos pois indica-lo, mesmo porque é isso, e só isso, que constitue a principal novidade do nosso telemetro.

Póde inverter-se a régua de espelhos por fórma que estes occupem posições oppostas, ficando em frente da objectiva o que estava voltado para o ponto a que se dirigia a pontaria, e *vice versa*. Esta manobra é facil e póde effectuar-se por differentes maneiras, de que por emquanto nos não occuparemos. Imaginando agora na superficie superior da régua as intersecções formadas respectivamente pelos planos dos espelhos, é evidente que se essas intersecções não são parallelas e têm uma inclinação i antes de feita a inversão, terão, depois d'ella effectuada, a mesma inclinação em sentido contrario, por fórma que, se no primeiro caso avaliassemos com uma observação micrometrica o desvio das imagens e achassemos $M + i$, teriamos, depois de invertida a régua, e do mesmo modo, $M - i$. A media das duas indicações daria o valor de M correcto dos erros de parallelismo.

Obtido o valor de M , ficará tambem determinado o de m ; e para maior simplicidade podemos fazer $m = M$, tendo em vista a pequenez do angulo.

Attendemos aqui sómente ao parallelismo das intersecções dos espelhos feitas com a superficie da régua, pois aindaque os ditos espelhos não estejam completamente perpendiculares sobre o plano d'ella, os desvios que d'ahi resultam não fazem variar o valor de m , por isso que se manifestam em sentido perpendicular ao desvio de que depende o mesmo valor. Tambem suppozemos que os espelhos tinham uma inclinação de meio angulo recto sobre a linha que une os seus centros e que esta era perpendicular ao eixo optico do oculo: as duas condições reduzem-se, em ultima analyse, a uma só, ao perpendicularismo entre o eixo optico do oculo e o da régua. Resta-nos agora demonstrar que não é necessario cumprir-se exactamente similhante condição de perpendicularismo. Com effeito, supponhamos que o angulo não é completamente recto e chamemos-lhe a , façamos $r'o = D'$; teremos no triangulo que já considerámos

$$\text{sen } M = \frac{C \text{ sen } a}{D'}, \text{ ou } m = \frac{C \text{ sen } a}{D'}$$

visto podermos fazer sem erro apreciavel $\text{sen } M = m$.

Differenciando temos

$$d m = \frac{C}{D'} \cos a da.$$

D' póde considerar-se igual a D e por isso muito grande em relação a C, $\cos a$ é mui pequena quantidade, visto ser a um angulo quasi recto. Logo, as variações de a têm pequenissima influencia no valor de m , podendo desprezar-se na pratica.

Temos portanto, segundo julgâmos, um instrumento para medir distancias de pontos inaccessiveis, sem que n'elle se exijam condições geometricas rigorosas e sem que haja necessidade de rectificações delicadas, sempre difficeis de obter e impossiveis de conservar. Duas simples observações, uma antes e outra depois da inversão dos espelhos ou prismas, darão o valor do pequeno angulo com que do objecto é vista a base; uma tábua calculada em relação a esta nos dará immediatamente a distancia, entrando com o valor de m . Ha alem d'isto a vantagem de poder ser applicada a régua dos espelhos pela frente do oculo de qualquer goniometro, alidade, etc., logoque esse oculo seja previamente armado com um reticulo micrometrico, podendo assim o goniometro, alidade, etc., funcionar tambem como telemetro. N'este caso a régua deve tomar a posição proximamente vertical, e a inversão effectua-se suspendendo-a ora por uma ora por outra extremidade.

As variações no comprimento da pequena base C, provenientes da humidade e da temperatura, são tão insignificantes que podem desprezar-se, sem que d'ahi resulte erro sensivel na apreciação das distancias dentro dos limites em que podem e costumam ser empregados os telemetros. Não attenderemos pois a taes variações, que aliás são communs a todos os instrumentos d'este genero.

Emquanto á flexão que póde experimentar a régua, será nulla, attendendo ao pouco comprimento e á sua posição proximamente vertical; e se em alguns casos convier que fique horisontal, poderemos assenta-la n'outra peça em que a flexão seja inapreciavel.

Deve emfim concluir-se que a apreciação das distancias com o *telemetro de inversão* dependerá tão sómente da força do oculo e da perfeição do micrometro.

Depois de feita esta exposição theorica vamos descrever a fórma do instrumento que mais conveniente nos parece, para que do mesmo se tire todo o partido possivel nas operações topographicas, indicando depois outra fórma que suppomos vantajosa para uso da artilheria. É provavel que na construcção d'elle se effectuem algumas modificações.

A figura 2.^a representa um theodolito que póde funcionar como telemetro. Ao oculo AB estão ligados o micrometro A e o appendix B que suspende a régua de espelhos rr' . Tambem está preso a este oculo, segundo é muito vulgar, o nivel nn com parafusos rectificadores.

O micrometro compõe-se: 1.^o, de um parafuso em que o passo não deve exceder meio millimetro; este parafuso deve estar munido de um tambor T graduado e dividido em 100 partes iguaes, e cujo diametro seja proxicamente de 4 centimetros, para que as leituras se façam com rapidez e se possam avaliar por estimativa as fracções de divisão; 2.^o, de um reticulo (figura 4.^a) formado de tres fios ff , f_1f_1 , f_2f_2 , fixos, e um movel mm . Os dois fios f_1f_1 , f_2f_2 , devem ser proxicamente parallellos entre si e perpendiculares ao terceiro ff , ao qual deverá tambem ser perpendicular o fio movel. Convem que no mesmo reticulo exista lateralmente um pequeno bastidor munido de dentes, cujo intervallo corresponda a uma revolução completa do tambor, para indicar o numero de voltas dadas pelo mesmo na apreciação do afastamento das imagens observadas. E para que as leituras possam reiterar-se em differentes partes do parafuso (o que será necessario em casos especiaes), convem que todo o systema micrometrico possa deslocar-se ao longo da caixa e na direcção do dito parafuso: conseguir-se-ha isto com a pequena chave c , que por meio de uma rosca poderá afastar ou aproximar o systema¹.

¹ Não entrámos em todas as minuciosidades dos micrometros porque

N'uma régua em que os espelhos tenham 1 metro de afastamento, se o passo do parafuso micrometrico for de $0^m,0005$ e o tambor dividido como atrás indicámos, cada divisão d'este corresponderá pouco mais ou menos a 1 segundo de arco; por isso em cada leitura não será difficil apreciar até 2 decimos de segundo.

Descrevamos agora o appendix a que é suspensa a régua de espelhos, a qual, em vez de ser de madeira, pôde consistir n'um tubo de folha de ferro, mui leve.

Do anel k , fixo á parte do oculo que circumda a objectiva, saem lateralmente (figuras 2.^a e 3.^a) as duas peças P e Q. Na 1.^a suspende-se a régua pelo botão ou dente b , a 2.^a serve para firmar a posição da mesma régua em sentido perpendicular á direcção do oculo. Para isto desapertam-se os parafusos vv , suspende-se a régua estando o oculo horisontal, o que se conhece pelo nivel annexo; depois anda-se com o parafuso p até que tocando com elle a régua permaneça esta vertical, apertam-se os dois parafusos vv que a fixam, e em seguida faz-se a observação.

O parafuso p , justo uma vez, pôde assim continuar por muitos dias sem se lhe mexer.

Tanto o peso da caixa do micrometro, como o do appendix que sustenta a régua, devem ser calculados por fórmula que, applicados ao oculo, fique este proximamente em equilibrio.

Os espelhos não devem exceder em altura o semidiametro da objectiva, e em largura pouco devem exceder o diametro da mesma. A primeira condição é indispensavel para que fique livre metade do campo do oculo, a segunda não é indispensavel, mas deve dar-se, porque não é necessario ou de nada serve um espelho ou prisma de maior largura. Devem alem d'isto os espelhos ter a faculdade de mudar de posição por meio de parafusos, para que, pouco mais ou menos, se possam collocar nos seus logares normaes.

O intervallo entre os fios fixos f_1f_1 e f_2f_2 do reticulo deve ás julgâmos conhecidas pelo leitor, estando descriptas nos livros de topographia e geodesia.

ser proximamente igual a metade do campo da ocular (figura 4.^a), ficando estes fios equidistantes do centro. Serve isto para facilitar as leituras micrometricas logoque o mesmo intervallo seja conhecido e entre no calculo como uma constante. Este conhecimento é facil: pôde obter-se, ou por meio do micrometro, ou empregando uma boa mira collocada em distancias bem determinadas. Alem d'isto os dois fios parallellos fixos têm a vantagem de fazer com que o oculo possa funcionar tambem como *estadia de angulo constante e referencia variavel*, emprego que talvez seja util quando os pontos a observar estiverem mui perto, isto é, áquem de 50 metros.

Conhecido o instrumento indicaremos agora a marcha que julgâmos conveniente seguir-se nas operações:

- 1.^o Colloca-se o theodolito em estação pela fôrma ordinaria.
- 2.^o Determina-se o perpendicularismo entre a régua e o oculo por meio do nivel *nn* e do parafuso *p*. Esta rectificação, feita uma vez, como já dissemos, conserva-se por muitos dias, pois não é necessario que se cumpra exactamente.
- 3.^o Fixa-se a régua por meio dos parafusos de pressão *vv*.
- 4.^o Faz-se a pontaria ao objecto cuja distancia queremos determinar, tendo previamente graduado o oculo para que seja distincta a visibilidade, tanto do objecto exterior como do reticulo.
- 5.^o Fazem-se as leituras micrometricas pela seguinte fôrma: primeiramente, dirigida a pontaria ao objecto com um dos fios fixos ($f_1 f_1$ ou $f_2 f_2$), conforme a posição da imagem reflectida, corre-se o fio movel do micrometro para fóra do intervallo das duas imagens, e, andando-se com o tambor até o fio ser tangente a uma d'ellas, faz-se uma leitura; em seguida continua-se a andar com o tambor (sempre n'um sentido) até o fio encontrar a outra imagem e toca-la do mesmo modo, e faremos a segunda leitura. Esta manobra tem por fim determinar pela differença das leituras o desvio das imagens, evitando o tempo perdido (*temps perdu*) do parafuso. Se o desvio é grande, por fôrma que a imagem reflectida se

aproxime do segundo fio fixo, isto é, d'aquelle que não serviu para dirigir a pontaria ao objecto, então deve medir-se o afastamento entre este fio e a dita imagem, fazendo depois entrar no calculo de m a constante do reticulo, de que já fallámos. Assim, evita-se o dar um excessivo numero de voltas com o tambor do micrometro, cujo zero, no estado normal, supponmos correspondente, pouco mais ou menos, ao meio do intervallo dos fios fixos.

6.º Desapertam-se os parafusos vv , inverte-se a régua suspendendo-a pela outra extremidade, firma-se de novo, rectifica-se a pontaria se houver desvio n'ella, e fazem-se outra vez as leituras pela fórma indicada anteriormente. Todas as leituras devem ser lançadas n'um registo, e como na mesma occasião se podem tomar os angulos de direcção ou rumos, e os de altura ou depressão, deverá o registo ter a fórma seguinte:

Estação = E

Pontos observados	Leituras micrometricas		Valores de m	Direcções ou rumos	Alturas ou depressões
	Directa	Inversa			
A ...	1. ^a = 426,3	1. ^a = 402,5	287,4	0° 20' 30''	- 1° 2' 0''
	2. ^a = 123,9	2. ^a = 130,2			
	Diff. = 302,4	Diff. = 272,3			
B ...	1. ^a = 107,2	1. ^a = 100,3	85,0	232. 14. 0	+ 0. 29. 30
	2. ^a = 14,8	2. ^a = 22,7			
	Diff. = 92,4	Diff. = 77,6			

Se quizermos obter o valor de m com maior aproximação, ou antes, com maior confiança, podemos *reiterar* as leituras fazendo variar a posição do micrometro por meio do parafuso c . Mas em poucos casos deverá ter logar esta reiteração, pois a principal causa de erro ha de provir quasi sempre da não perfeita visibilidade dos objectos distantes e das suas ima-

gens reflectidas, bem como das variações no micrometro resultantes das mudanças de temperatura.

Postoque em cada observação, como dissemos, a aproximação das leituras no tambor do aparelho micrometrico se possa levar a 2 decimos de segundo, suppondo a régua de 1 metro, será esta aproximação mais apparente que real, pois, apesar de admiraveis progressos, a imperfeição do oculo e do micrometro fará ainda com que o valor de m se afaste um pouco mais da verdade. Assim mesmo, nos pequenos desvios das imagens, e em distancias não superiores a 2 kilometros, poderemos talvez alcançar para m um valor cujo erro provavel regule por *meio segundo*, e se os desvios forem grandes, um maior erro nos angulos não influirá proporcionalmente na determinação das distancias, que n'este caso são pequenas.

Dissemos que um tal aparelho, assim annexo ao theodolito ou a um oculo de alidade, e em que a régua de espelhos ou prismas nunca deve exceder 1 metro, seria empregado especialmente em topographia, mesmo porque, pela observação das alturas e depressões, que pôde fazer-se conjunctamente com a das distancias, se reduziriam estas facilmente ao horizonte, porém no serviço da artilheria, que exige o conhecimento de distancias muito superiores a 2 kilometros, será conveniente dar ao instrumento outra fôrma, sem comtudo deixar de basear-se nos mesmos principios. Esta modificação consiste principalmente em poder a régua de espelhos ter um comprimento maior (1,5 metro, por exemplo), o que é quasi incompativel com a anterior disposição do aparelho, e alem d'isto convem que o instrumento seja mais solido e simples, para que um soldado o possa facilmente transportar. Vamos pois dar-lhe outra fôrma, que permita n'este serviço avaliar com aproximação sufficiente as grandes distancias.

As figuras 5.^a e 6.^a representam um *telemetro de inversão para uso da artilheria*.

Sobre um tripé com solido Joelho eleva-se a columna metallica C, com a qual faz corpo pela parte superior, e em es-

quadria, a peça, também metálica, *abo*, que sendo plana por cima é quebrada em ângulo recto, em *b*, e sustenta a régua *ab* e o olho *o*, proximoamente perpendiculares entre si. O olho, munido do micrometro T, está fixo, e a régua pôde inverter-se fazendo-a girar em torno do eixo *e*; esta manobra podia fazer-se á mão, porém muito melhor será por meio de um *apparelho de inversão*, semelhante ao dos universaes de Repsold.

Para apontar a qualquer objecto com o olho que está ligado á peça metálica *abo* são necessarios dois movimentos, um azimuthal e outro vertical. O primeiro consegue-se fazendo com que gire todo o systema em volta do eixo que passa pelo centro da columna C, o segundo por meio de uma articulação que faça inclinar a mesma columna n'um plano proximoamente paralelo á direcção do olho. Depois de feita a pontaria deve firmar-se o systema, tanto no sentido azimuthal como no vertical, por meio de dois parafusos de pressão, rectificando-se a dita pontaria com parafusos de reclamo. A peça metálica *abo* e a régua devem poder dobrar-se para facilidade no transporte.

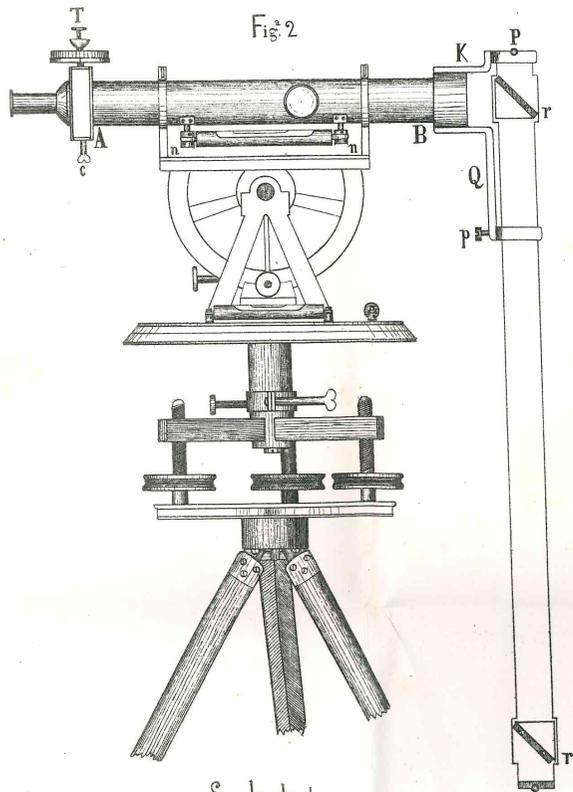
Não entrámos em mais minuciosidades, porque as julgámos desnecessarias em vista de tudo o que fica exposto. O methodo de observar e as cautelas necessarias para o bom exito dos trabalhos com este apparelho constituem um systema em tudo semelhante ao que deve seguir-se quando empregarmos o outro instrumento já descripto, destinado ás operações topographicas.

Terminaremos aqui o nosso humilde trabalho, declarando que, a haver n'elle alguma novidade, consiste principalmente no modo como tratámos de fazer desaparecer os erros provenientes da falta de exactidão nas condições geometricas. Ainda assim, conseguido isto, teremos dado alguns passos na muito debatida e mui importante questão dos telemetros.

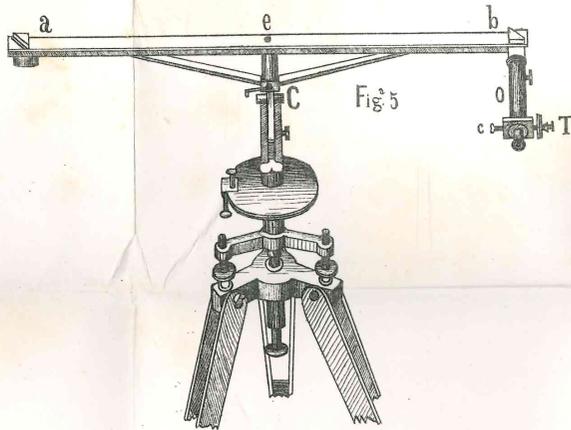
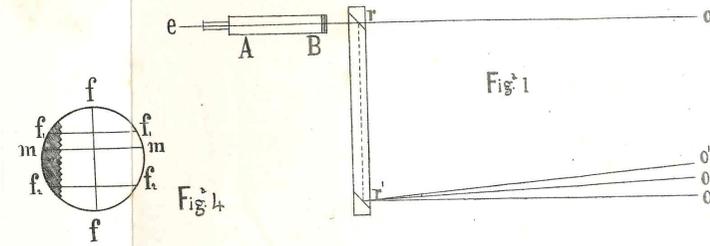
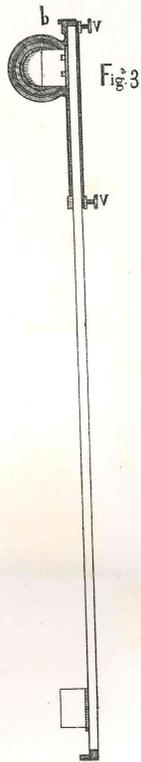
Lisboa, fevereiro de 1874.

The first part of the paper is devoted to a general discussion of the
 various methods which have been employed for the determination of
 the relative amounts of the different components in a mixture.
 It is shown that the most accurate results are obtained when the
 method of gravimetric analysis is employed, and that the method
 of volumetric analysis is less accurate. The method of titrimetric
 analysis is also discussed, and it is shown that it is only applicable
 to a limited number of cases. The method of colorimetric analysis
 is also discussed, and it is shown that it is only applicable to a
 limited number of cases. The method of spectrometric analysis is
 also discussed, and it is shown that it is only applicable to a
 limited number of cases. The method of electrochemical analysis
 is also discussed, and it is shown that it is only applicable to a
 limited number of cases. The method of x-ray fluorescence analysis
 is also discussed, and it is shown that it is only applicable to a
 limited number of cases. The method of neutron activation analysis
 is also discussed, and it is shown that it is only applicable to a
 limited number of cases. The method of laser Raman scattering
 analysis is also discussed, and it is shown that it is only applicable
 to a limited number of cases. The method of laser Doppler
 velocimetry analysis is also discussed, and it is shown that it is
 only applicable to a limited number of cases. The method of laser
 interferometry analysis is also discussed, and it is shown that it is
 only applicable to a limited number of cases. The method of laser
 Doppler velocimetry analysis is also discussed, and it is shown that
 it is only applicable to a limited number of cases. The method of
 laser interferometry analysis is also discussed, and it is shown that
 it is only applicable to a limited number of cases.

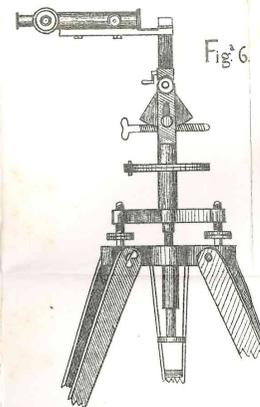
TELEMETRO DE INVERSÃO



Escala de $\frac{1}{4}$



Escala de $\frac{1}{10}$



biblioteca
municipal
barcelos



12547

Telemetro de inversão