

## INSTRUMENTOS DE TOPOGRAFIA. RECORDANDO SUA HISTÓRIA

### **Autores do original:**

José Luís de la Cruz González e José Luís Mesa Mingorance.

Profesores de Topografía de la Universidad de Jaén - España.

Instrumentos de Topografía. Recordando su Historia.

[http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id\\_articulo=839](http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=839)

### **Tradução e ampliação:**

Iran Carlos Stalliviere Corrêa

Curador do Museu de Topografia Prof. Laureano Ibrahim Chaffe. Departamento de Geodésia - Instituto de Geociências-UFRGS, Porto Alegre-Brasil.

<http://www.ufrgs.br/museudetopografia/> - [iran.correa@ufrgs.br](mailto:iran.correa@ufrgs.br)

Lendo-se os catálogos de instrumentos topográficos se pode observar as maravilhas que a tecnologia nos oferece a cada dia, não podendo deixar de sentir admiração pelos topógrafos que através dos séculos realizaram levantamentos e medidas, com instrumentos rudimentares, chegando a resultados fantásticos.

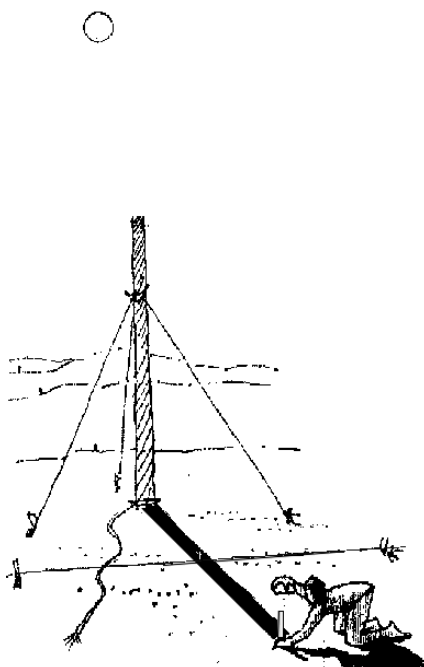
Podemos dizer que também é verdade, que apesar de pertencermos à época das estações totais e dos GPS, sentimos um orgulho pelos nossos queridos teodolitos analógicos.

Retrocedendo-se ao ano de 3.000 a.C., vemos que os babilônios e os egípcios utilizavam a **corda** para a medida de distâncias. Estes eram chamados de "**esticadores de cordas**".



***Esticadores de corda, túmulo de Menna (século XIV a. C.)***

Por volta do ano de 560 a.C. não se tem referência a existência e construção de nova instrumentação até que Anaximandro de Mileto, introduzisse o "**Gnomon**". Acredita-se que este se baseou em alguma referência dos babilônios ou egípcios. Entre os primeiros usuários deste novo instrumento encontramos Metón, que determinou a direção do Norte e Eratóstenes que calculou a circunferência da Terra.



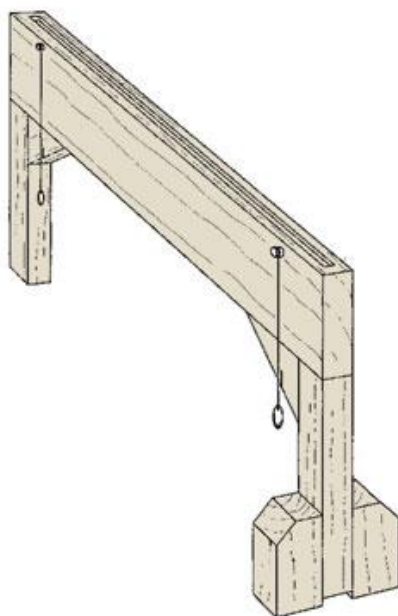
***Agrimensor usando o Gnomon***

A "**dioptra**" ou plano horizontal, que servia para a medida de ângulos e do nivelamento, tinham seu princípio em um tubo em forma de "U" com água, e que servia para nivelar uma plataforma, podendo ainda medir os ângulos horizontais e verticais.



***Dioptra com disco vertical e horizontal, para medida de ângulos verticais e horizontais.***

O "**chorobates**" ou primeira aproximação de um nível, era uma régua horizontal com sapatas nas quatro pontas, na parte superior da régua havia um sulco aonde se vertia água para usá-la como nível. Por outro lado Herón menciona a forma de obter um medidor de distância por meio das revoluções de uma roda.



***Vista de uma chorobate***

Ptolomeu, no ano 150 a.C., descreveu o **quadrante**, aplicando-o nas observações astronômicas. Para ângulos verticais, as réguas de Ptolomeu foram utilizadas até a Idade Média.



***Quadrante***

Pode-se considerar como antecessor do teodolito o **astrolábio** de Hiparco, contemporâneo de Ptolomeu.



**Astrolábio**

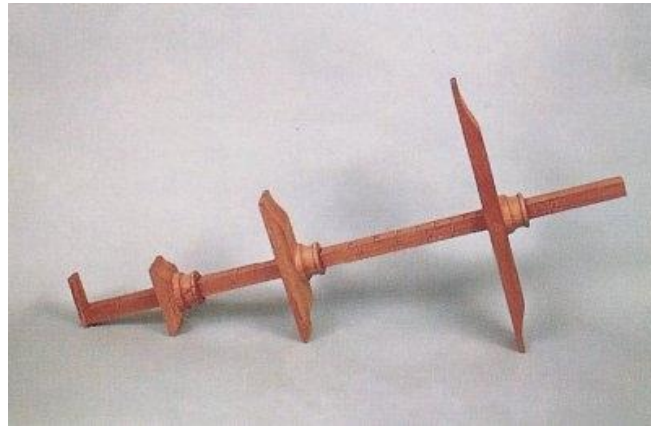
Os romanos foram os portadores dos conhecimentos gregos para a Europa, usaram a "**Groma**", que consta de uma cruz excêntrica, com prumadas em seus extremos, fixada a uma barra vertical, que tinha de uma espécie de alidade. Vitruvio faz referência aos carros medidores de distâncias por meio de contadores de voltas, embora as medidas de precisão fossem obtidas a passos mediante contadores de passos. Além das descrições de Vitruvio, se encontraram em Pompéia distintos instrumentos no laboratório de um Agrimensor. Também Vitruvio foi o construtor do primeiro **esquadro** aplicando o fundamento do triângulo retângulo de Pitágoras (lados de 3-4-5 metros).



**Groma**

Mais tarde, os Árabes apoiando-se nos conhecimentos dos gregos e romanos, usaram **astrolábios** divididos em 5 minutos de arco.

No ano de 1300, segundo dados de Levi Ben Gerson, se conhece um mecanismo para a medida indireta da distância, mediante o movimento de uma barra perpendicular (**balestilha**) a outra principal graduada, que proporcionava assim os ângulos paraláticos.



**Balestilha**

A **bússola**, desde sua invenção pelos chineses, até a referência em 1187 por Alexander Neckman, com as melhorias introduzidas por Leonardo Da Vinci e Schmalcalder , chegou a ser a precursora do teodolito.

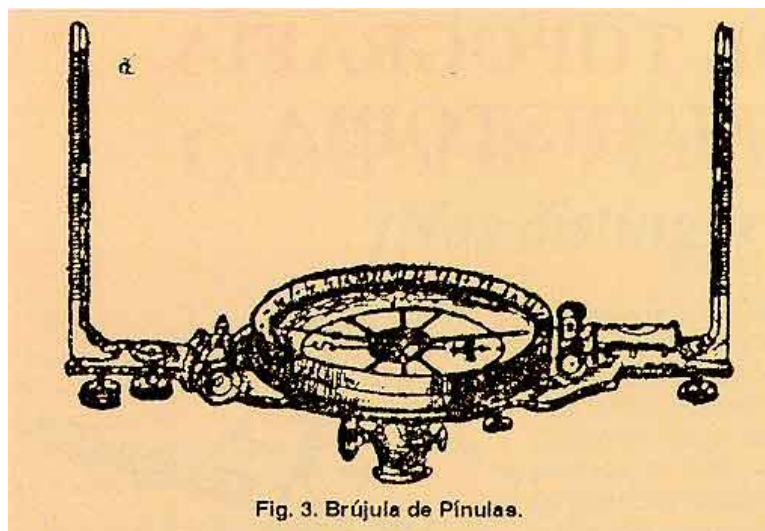


Fig. 3. Brújula de Pínulas.

**Bússola de Pínulas**

Oronzio Fineo, em seu livro "Geometria Prática", aplica a **bússola** a um semicírculo graduado com duas alidades, uma fixa e outra móvel. O passo seguinte, para a criação do **goniômetro** atual, foi melhor introduzida por Josua Habernel, com o **teodolito-bússola**, que data de 1576.

Johan Praetorius, apoiando-se nos conhecimentos de Gemma Frisius, aperfeiçoa a **prancheta**, que durante muito tempo foi o

instrumento mais fino e avançado com que podiam contar os topógrafos.

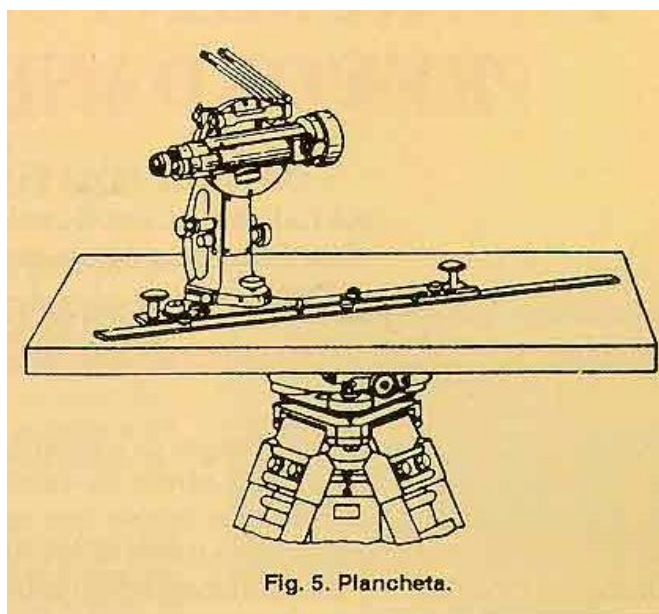
Parece que anterior a Galileu existe notícias de que um óptico holandês, Hans Lippershey, idealizou uma espécie de óculos, sem contudo chegar a montá-los; seguindo esta linha de trabalho, Galileu montou seu telescópio, continuando com o telescópio de Kepler e deste, com uma melhora introduzida por Christian Huygens, o qual colocou um retículo para realizar as pontarias, com o avanço que este apresentou nos trabalhos sobre a **alidade de pínulas**, usada desde a época. William Gascoigne ajuntou o parafuso micrométrico nos teodolitos.

A tudo isso, em 1610 aparece a **corrente de Agrimensor**, atribuída a Aaron Rathbone.



**Corrente de Agrimensor**

Em 1720 se constrói o primeiro **teodolito** como tal, este vinha provido de quatro parafusos niveladores, cuja autoria é de Jonathan Sisson.



**Prancheta**

Tobias Mayer mudou os fios do retículo, feitos de fios de teia de aranha, por uma gravação na própria lente. Ignácio Porro contribuiu com seu telescópio e **taquímetro auto-reductor**, nos avanços no campo da instrumentação.

Pedro Núñez trouxe o mecanismo de leitura para um quadrante, dividindo os círculos concêntricos em  $(n-1)$  do anterior, nascendo assim o **nônio**. Jonathan Sisson construiu, em 1730, o primeiro goniômetro, melhorado, posteriormente, por Jesse Ramsden que introduziu microscópios com parafusos micrométricos para as leituras angulares. Reichenbach inventou, em 1803, a primeira máquina para graduar círculos ou limbos, baseado no sistema de cópias, princípio que atualmente seguimos usando; em 1804 o próprio Reichenbach introduziu seu teodolito repetidor e a centragem forçada.

Em 1740 aparece o primeiro **esquadro duplo**, construída pelo mecânico Adans.



***Esquadro de agrimensor***

Em 1778, William Green descobriu um sistema óptico com fios horizontais para a medida indireta das distâncias, posteriormente Reichenbach acoplou os **fios estadimétricos** em sua alidade, em 1810.

Em 1823, Porro, com ajuda de uma lente, modificou o ângulo paralático, para obter o que agora conhecemos. Em 1839 batizou seu instrumento de "**taqueômetro**", dando passo a "taqueometria".

Na linha de construção de aparelhos auto-redutores, encontramos em 1866, a Sanguet com seu **clisímetro** ou medidor de pendentés, o qual permitia obter a distância reduzida com um mínimo cálculo.



**Clisímetro**

Desde 1765 entrou com força no mercado "**as pranchetas**", com mais ou menos diferenças sobre as conhecidas até alguns anos (que quem sabe a última que se fabricou foi de marca Sökkisha, utilizando um Red-Mini como alidade distanciômetro de curto alcance), dando lugar aos Taqueográficos e Honolograph.



**Taqueômetro auto-reductor Sanguet**

A **mira falante** se deve a Adrien Bortaloue, o qual, em torno de 1830, fabricou a primeira mira para nivelamento, feito que permitiu o estudo e a fabricação de auto-redutores, permitindo assim ler, na mira, a distância reduzida e o termo "t"; entre estes aparelhos podemos citar, em 1878, o **taquímetro logarítmico**, em 1893 o **taquímetro auto-reductor de Hammer**, em 1890 Ronagli e Urbani usaram uma placa de vidro móvel com dupla graduação horizontal, cuja distância entre os fios variava em função do zênite observado.

Em 1900, Fennel criou, de acordo com Porro, a primeira ocular analítica, usando um arco circular como linha de base dos fios do retículo. Em 1936 apareceu o **DKR** e em 1946 o **DKRM** da Kern. (Possivelmente foi Kern, com o KRIA, o último que fabricou um auto-reductor mecânico e não eletromagnético, tendo este os fios retos e paralelos, que em função da inclinação da ocular, por meio de saídas e rodas denteadas, variavam na imagem do retículo observado desde a ocular, a distância entre os fios).





**Teodolito DKM 2 da Kern**

Ao final do século XIX vieram a luz os primeiros **telêmetros** de imagem partida, dentro da mesma ocular, dando lugar aos telêmetros artilheiros ou de base fixa e aos topográficos ou de base móvel; entre estes se pode citar os fabricados por Ramsden (1790) e o de Barr & Stroud (1888).



**Telêmetro de imagem partida**

Em 1880 apareceu o precursor da atual **estadia invar**, com uma barra de madeira. Em 1906 Carl Zeiss usa uma barra de tubo de aço para sua estadia, passando ao invar em 1923.

Em 1886, Sanguet inventou o princípio que daria lugar ao **prisma taqueométrico**. Este princípio foi fabricado pela Wild, no ano 1921, com mira vertical, no que posteriormente seria o duplicador taqueométrico (princípio idealizado por Boskovic em 1777). Tivemos que esperar até 1933 para encontrar este sistema empregado na conhecida mira horizontal, fabricada por Breithaupt.

Em 1908, Heinrich Wild, colaborador da Carl Zeiss, introduziu a luneta de foco interno. Assim mesmo a Wild, devemos o nível de coincidência, o micrômetro de coincidência e a estadia invar como hoje a conhecemos.

Os limbos de cristal foram fabricados em série pouco antes de 1936, melhorando assim a graduação no próprio limbo. No ano de 1936, Smakula vaporizou as lentes da luneta no vazio, obtendo algo

parecido com o que atualmente conhecemos como a Óptica azul da luneta.



***Teodolito Wild T3 e T2***

O **DKM3** da Kern apareceu em 1939. Em 1862 apareceu o **THEO 010** da Carl Zeiss. Desde 1950 apareceram o **T3** de Wild Heerburgg e da Carl Zeiss Jena o **Theo 002** com registro fotográfico. O único interesse de mencionar aqui estes equipamentos é pela crença de que todos eles e, um a um marcaram uma época dentro da instrumentação topográfica.



***Teodolito Theo 010 da Zeiss Jena***

Estudos e intentos foram feitos para se obter o primeiro nível automático, tendo-se que esperar até 1946, ano em que o russo Stodolkjewich pôs em prática estes princípios. No ano 1950, Carl Zeiss fabrica o **Ni2**, instrumento que possuía um compensador mecânico em lugar de bolha tubular, precursor dos atuais sistemas de compensação por gravidade.



**Nível automático da Wild**

O primeiro **distanciômetro eletro-óptico** se fabricou na Rússia em 1936, promovido pelo Instituto de Óptica Governamental. Este tipo de instrumento se empregou no distanciômetro Aga fabricado em Estocolmo em 1948. Em 1957, Wadley obteve um distanciômetro de microondas, o Telurometro. A Wild fabrica o **DI-10**, distanciômetro de pequenas dimensões, que unido a um teodolito proporcionava um grande benefício para as medidas topográficas, tanto em rapidez como em precisão.



**Distanciômetro**

A partir destas datas, o avanço tem sido menos vertiginoso, passando rapidamente aos distanciômetros montados em excêntrica aos montados sobre a própria luneta ou bem sobre uma ponte na mesma carcaça do aparelho.

Há uns 25 anos apareceram as semi-estações, que eram um distanciômetro montado sobre o mesmo teodolito, porém como o teodolito era analógico, a eletrônica só podia acontecer os resultados da medida da distância, devendo digitar a mão os ângulos para que o aparelho pudesse realizar os cálculos desejados.

Com o aparecimento dos sistemas eletrônicos de captação de ângulos, a corrida contra o tempo tem sido mais rápida e efetiva, obtendo-se teodolitos digitais mais precisos.

Da captação eletrônica de ângulos, tanto em sua versão incremental como absoluta, passamos quase sem nos darmos conta da concepção da atual **estação total**, melhorando a leitura angular assim como a medida da distância. Também a eletrônica permite sistemas compensadores de um, dois ou três eixos para a verticalidade do instrumento.

O seguinte passo que melhora a captação de dados são os coletores de dados, aparecendo paulatinamente os coletores externos (manuais com software próprio que desenvolvem o funcionamento da estação), coletores de cartão de registro (os quais são manejados pela estação e seu software interno).



***Estação Total***

Hoje a tecnologia permite a transmissão de dados por meio de um "modem" a linha telefônica ou de satélite, estando o coletor a centenas de quilômetros do ordenador que recebe os dados.

Não vamos entrar aqui a comentar as possibilidades do sistema **GPS** com seu estacionamento em tempo real ou diferido, com altas precisões que se estão obtendo.



**GPS**

Assim podíamos continuar durante um bom tempo, entretanto, já que esta pequena resenha não tem a intenção de descrever todas as novidades na tecnologia de equipamentos de topografia, mas a de comentar rapidamente o avanço desta tecnologia.

Uma questão fica, ao ver esta evolução da tecnologia, em especial nas últimas décadas: **O que nos reserva o futuro?**

## **BIBLIOGRAFIA**

- Deumlich, F. 1982. Survey Instrument. Walter de Gruyter, New York.
- Domínguez García Tejero, Fco. 1989. Topografía General y Aplicada. Madrid: Ed. Dossat S.A.
- Duberc, G. 1985. Cours de Topométrie Générale, Tomo I, Paris: Editions Eyrolles.
- Cruz González, J. L. 1995. Instrumentos de Topografía. Recordando su historia. Universidad de Jaén.
- Cruz González, J. L. & Mesa Mingorance, J. L. 1997. Instrumentos Topográficos. Revista Internacional de Ciencias de la Tierra, Universidad de Jaén. ([http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id\\_articulo=839](http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=839)).
- Federico, J. Topografía. Madrid: Ediciones Ibéricas.
- Fossi, I. 1949. Tratado de Topografía Clásica. Madrid: Ed. Dossat S.A.
- Martín López, J. 1995. Historia de la Cartografía y de la Topografía. U.P.M. Escuela Universitaria de Ing. Técnica en Topografía.
- Museu de Topografia Prof. Laureano Ibrahim Chaffe. 2008. (<http://www.ufrgs.br/museudetopografia>).