

EVOLUÇÃO HISTÓRICA DOS INSTRUMENTOS TOPOGRÁFICOS

Texto: Iran Carlos Stalliviere Corrêa-IG/UFRGS – Outubro/2024

1. INTRODUÇÃO

Desde que o homem começou a utilizar sua inteligência e teve início sua vida nômade, sobre a superfície da Terra, surgiu a necessidade dos mesmos saberem se localizarem e de se orientarem para saber onde se encontravam, onde eram as fontes de água, as áreas de caça, suas habitações, etc.

Os seres humanos pré-históricos costumavam fazer marcações em superfícies de pedras e paredes. Assim conseguiam identificar locais e saber se já haviam passado por ali antes. Outro jeito de se achar naquela época era usar pontos de referência, como uma grande árvore. E repare bem: fazemos isso até hoje, mas com prédios e pontes, por exemplo.

Civilizações da Antiguidade passaram a usar também a observação dos astros como forma de orientação. Sabendo que o Sol nasce sempre no mesmo lado, esses povos conseguiam identificar posições geográficas e decidir qual era a melhor direção a seguir. A posição da Lua e das constelações também ajudavam. Atualmente, embarcações pequenas, que não têm equipamentos de orientação, ainda usam os astros para se orientar. As civilizações mesopotâmica, egípcia e grega, por exemplo, foram as que nos proporcionaram as bases para a fundamentação da astronomia moderna.

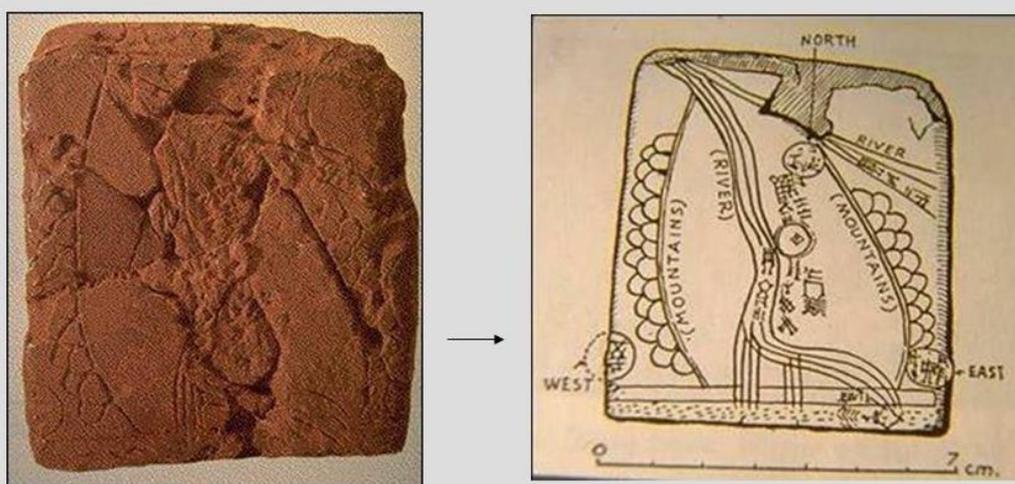
Os mapas já eram usados por civilizações da Antiguidade, cerca de 3.000 anos a.C., e pela população da Grécia antiga (mais ou menos 1.000 anos a.C.). Os primeiros eram pintados sobre as paredes das cavernas, posteriormente eram desenhados sobre a pele de animais. Por meio dos mapas, os povos conheciam as áreas dominadas e sabiam sobre as possibilidades de ampliação das fronteiras. A partir das Grandes Navegações, nos séculos XV e XVI, os mapas se espalharam pelo mundo.



Desenhos encontrados em um dos sítios arqueológicos entre as reservas indígenas São Marcos e Raposa Serra do Sol, em Roraima, representando áreas habitadas ou de plantações.

(foto: Ari Silva/Arquivo pessoal) (fonte: <https://g1.globo.com/Noticias/Brasil/foto/0,,15436165-FMM,00.jpg>)

Além da necessidade de posicionamento e orientação, também tiveram cuidado com os registros dos itinerários e dos pontos de referências utilizados pelos homens em seus deslocamentos, estes sucessivamente alcançando maiores distâncias em relação ao ponto de partida.



Mapa de Ga-Sur considerado o mais antigo até hoje conhecido. Data de 3.800-2.500 a.C.

Representa o rio Eufrates na região da Mesopotâmia.

(fonte: <https://www.vivendobauru.com.br/wp-content/uploads/2023/02/o-que-representa-o-mapa-ga-sur1.jpg>)

Por outro lado, se credita a origem das medições do espaço geográfico, para atender as finalidades úteis ao sistema econômico produtivo na agricultura, como tendo tido início no antigo Egito. Nas margens do rio Nilo desenvolvia-se intensa atividade agrícola que requeria a definição dos limites das terras, levantamentos cadastrais e avaliações de áreas rurais, além da necessidade de novas demarcações em função das enchentes ocorridas anualmente pelo rio Nilo após os

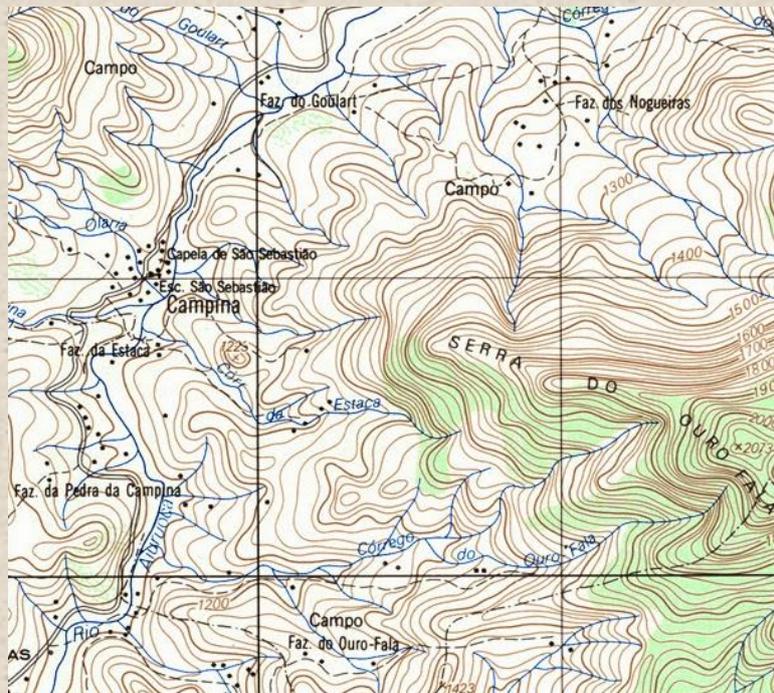
períodos de chuvas intensas e para o pagamento dos impostos sobre as áreas cultivadas.



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

(fonte: https://blogger.googleusercontent.com/img/b/R29vZ2xl/AVvXsEhrUanY3FyOF0upPrHPRDVxCx5_8cqn1vyExHpR6J0DeYp2ia4cxEkwQQCwQgBsf8q4xisL66VRP09v0HmY-ws2LvJbNMGYtr7rVAVIx2g1ctUS8SXctn5UV_5gAnHLWk2J74P-FOA1oh4/s400/ESTICADORES+DE+CORDAS.png)

As **Cartas Topográficas** são confeccionadas a partir de um levantamento topográfico regular do terreno a qual contém, além da forma (contorno e relevo), os acidentes naturais e artificiais, permitindo a medida sobre as mesmas, com facilidade e com precisão, de distâncias, ângulos, coordenadas, determinação da área, etc. Estas podem ser cartas topográficas planimétricas, altimétricas ou planialtimétricas.



Parte da Carta Topográfica Planialtimétrica de Alagoa, Minas Gerais IBGE, 1974

(fonte: https://blogger.googleusercontent.com/img/b/R29vZ2xl/AVvXsEiTywTzgmN6PKBX0Z0C8Ug0ik42g6mT3jR1XQA25uxhNPBE2d9UkzvHaOOC_iRp_0b7qHbnCNuEUqJBU2JTK61Zzr1QkqMt9VlgWsvFzliLFWaZqAzY3mUJ9neiLdKrmCH64ZnxB-Of7o/s320/curvas.jpg)

2. AGRIMENSURA, GEODÉSIA E TOPOGRAFIA

A **Geodésia**, a **Topografia** e a **Agrimensura** são ciências experimentais que guardam vínculos complementares entre elas, cujos objetivos e extensão do campo de atuação serão apresentados logo a seguir.

A **Agrimensura** é a ciência que trata das medidas das superfícies agrárias, resultando na origem etimológica do termo: "**medida agrária** ou **medida dos campos**". É uma atividade da Engenharia de Geomensura cujo objetivo é tratar de todas as questões relacionadas com as medições e as divisões de terras, envolvendo aspectos de legislação, desenvolvimento processual para a execução dos trabalhos, divisão e demarcação de glebas, execução de plantas cadastrais de cada parcela do terreno, avaliação de áreas ou superfícies, quer seja de terras públicas, quer seja de terras privadas, bem como outras tarefas correlatas.



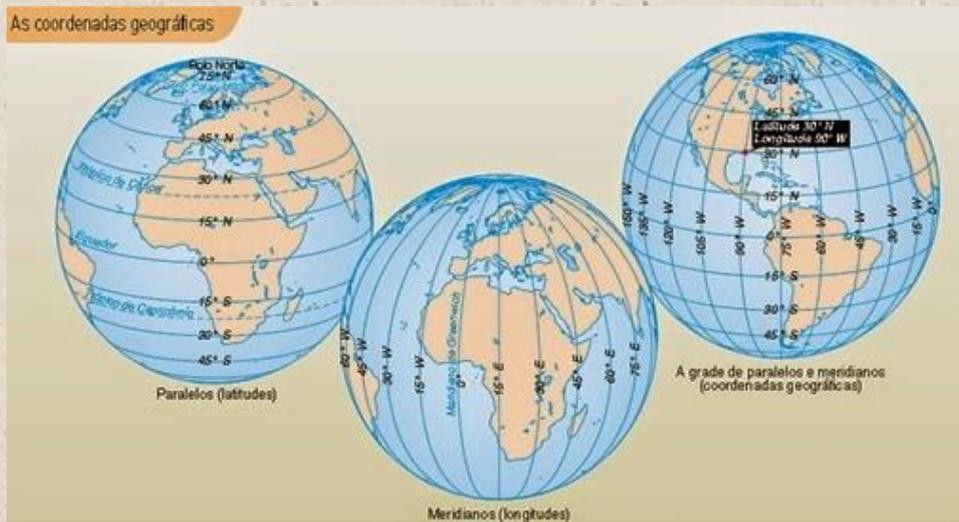
Medidas de uma superfície agrária

(fonte: https://static.wixstatic.com/media/7150fd_c8470d819b464f93b72a4e2d254569b9~mv2_d_2259_1750_s_2.jpg/v1/fill/w_319,h_247,al_c,q_80,usm_0.66_1.00_0.01,enc_auto/7150fd_c8470d819b464f93b72a4e2d254569b9~mv2_d_2259_1750_s_2.jpg)

A **Geodésia** é a ciência que se ocupa das medidas da forma, das dimensões e do campo gravitacional do planeta Terra.

O problema **geodésico**, de natureza físico-geométrica, em primeira análise, pode ser tratado como o da definição de um sistema de coordenadas em que fiquem caracterizados os pontos descritivos da superfície física da Terra. Nesta perspectiva, a **Geodésia** se ocupa dos processos de medidas e especificações para levantamentos e representações cartográficas de uma grande extensão da superfície terrestre, correspondente às áreas de um Estado ou de um País,

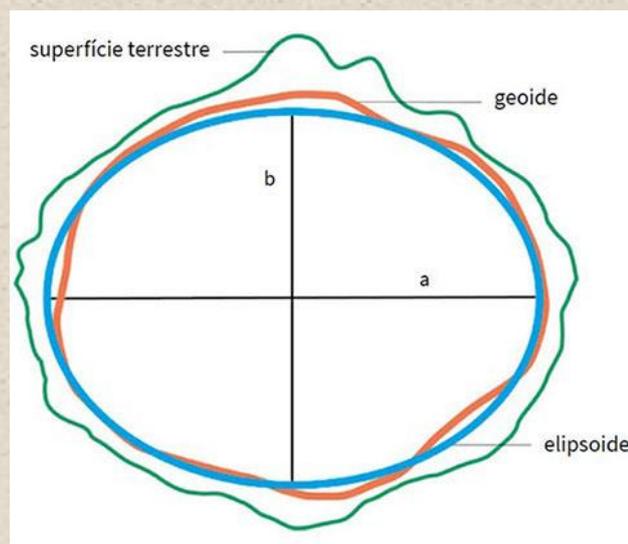
projetada numa superfície de referência, geométrica e analiticamente definida por parâmetros, variáveis em número, de acordo com a consideração sobre a forma da Terra.



Sistema de referência para as coordenadas de um local sobre a superfície da Terra

(fonte: https://blogger.googleusercontent.com/img/b/R29vZ2xl/AVvXsEj5udBzRlcykjB6dFkqenYmc9wJc_Svh4wmGUOLZXPuQkJpsAgJJM0jhF3zkyTLBhCH-mTN8rtwZ47xhyphenhyphenic4sVr9-51EGwve6jh4r4bmTWiS4zFtdNbj9uxvMHKU8we__qUTGmwIk2SL0hi/s1600/COORD+2.jpg)

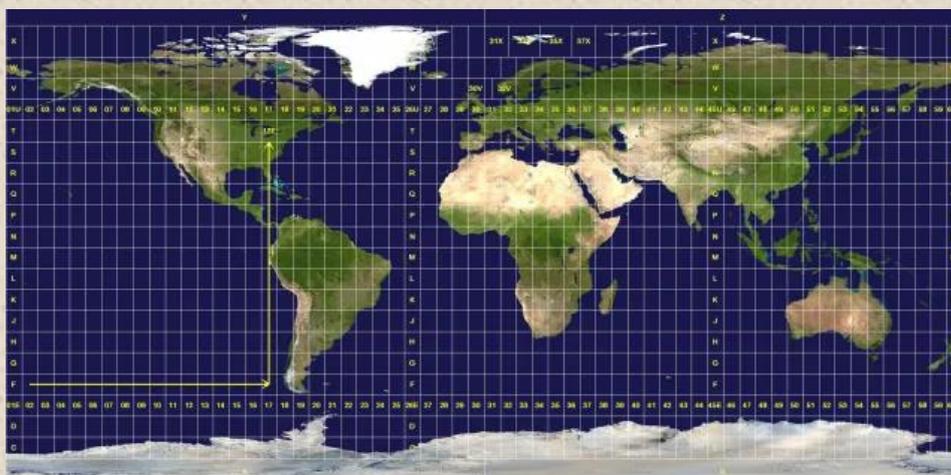
No desenvolvimento do estudo da **Geodésia**, se considera a superfície de referência como sendo o **Elipsoide de Revolução**, com os parâmetros **a** e **b** (raios equatorial e polar, respectivamente), numericamente determinados a partir de levantamentos geodésicos realizados em diversas partes do planeta Terra.



Elipsoide de revolução

(fonte: <https://atlasescolar.ibge.gov.br/images/introducao/19.jpg>)

A **Topografia**, cuja etimologia do termo significa "descrição do lugar", é a ciência que estuda uma área limitada da superfície terrestre, com a finalidade de conhecer sua forma (quanto ao contorno e ao relevo) e a posição que a mesma ocupa no espaço geográfico georreferenciado, sem levar em consideração, no tratamento dos dados medidos no campo, a curvatura da Terra. Para alcançar seu objetivo primordial, a **Topografia** fundamenta-se no conhecimento dos instrumentos e dos métodos que se destinam para efetuar a representação do terreno sobre uma superfície plana de projeção denominada de plano topográfico.

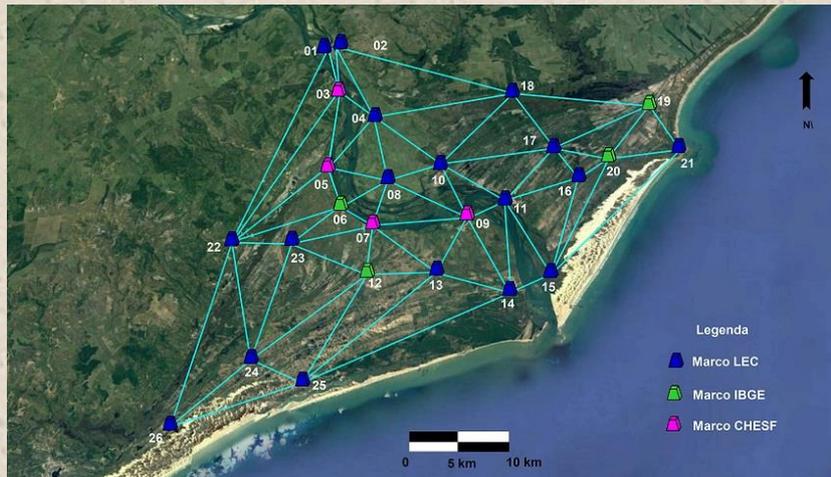


Sistema Geodésico Brasileiro

(fonte: <https://i0.wp.com/portaldoprojetista.com.br/wp-content/uploads/2016/09/Utm-zones.jpg?resize=640%2C320>)

A **Geodésia** e a **Geografia** estão intimamente vinculadas à **Topografia**, utilizando-se de observações astronômicas para a localização dos pontos situados na superfície terrestre e representá-los nas cartas geográficas, posteriormente os levantamentos geodésicos passaram a aplicar processos rigorosos nas medidas, só possíveis com o emprego de instrumental detentor de grande precisão.

A **Geodésia** determina, com elevado grau de precisão, as coordenadas geográficas de uma rede de pontos, denominados de pontos de *Laplace*, implantadas sobre a superfície terrestre. Estes pontos caracterizam malhas geodésicas com geometria constituída por triângulos justapostos, por polígonos com vértice central ou por quadriláteros, materializadas na superfície terrestre e justaposta à do **Elipsoide de Revolução Terrestre**. É, portanto, uma ciência que abrange a totalidade ou seja, seu campo de atuação é toda a superfície planetária, ao passo que a Topografia se ocupa do detalhe de cada malha ou quadrícula.



Malha geodésica de uma parte da planície costeira da desembocadura do rio São Francisco.
(fonte: <https://www.redalyc.org/journal/6953/695375056002/1982-3908-anuario-45-36503-gf7.jpg>)

A **Topografia** considera que as malhas são planas para poder utilizar os procedimentos matemáticos da Geometria e da Trigonometria Plana, detalhando as áreas em questão e estabelecendo vinculação entre os pontos topográficos situados na área levantada com as coordenadas de referência dos pontos da rede geodésica.

Não resta dúvida que estas ciências se complementam para estabelecer a harmonia do conjunto, do qual resultam as plantas, as cartas e os mapas, produtos denominados tematicamente de topográficos.

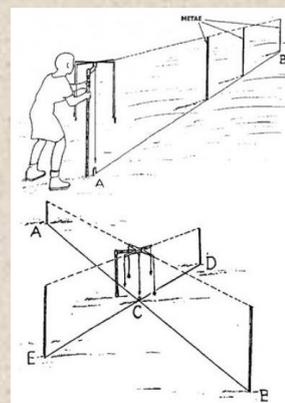
3. EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA DOS EQUIPAMENTOS

3.1. Período ótico-mecânico

As civilizações egípcia, grega, árabe e romana nos legaram instrumentos e processos que, embora primitivos, serviam para descrever, delimitar e avaliar propriedades rurais, com finalidades cadastrais.



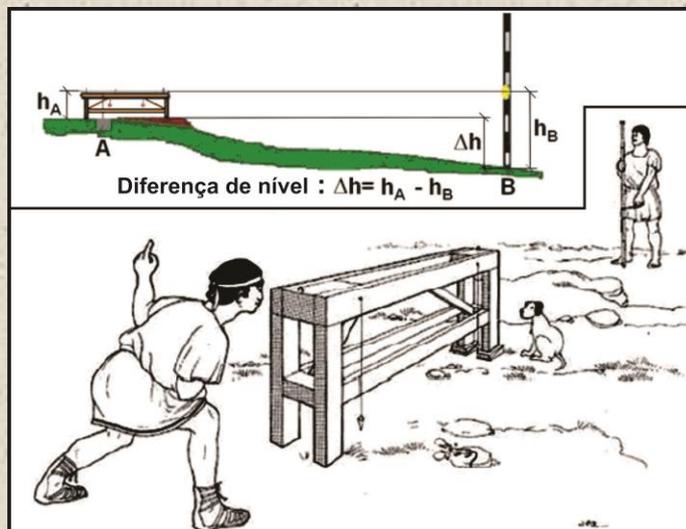
a) A groma egípcia



b) Agrimensor utilizando a groma

(fonte a: https://blogger.googleusercontent.com/img/b/R29vZ2xl/AVvXsEisQYDZwt1QSI_rQnGIDuVmeESZZm2q6GQ_VXIKJISVGdpcbJQHVFV__ddDRwxc-HhhU-LP0zEv3yDS5ScORqi1qpM5eaXCIM4PWi5dTGym0N9vGsZgQJVpd4AINj_ZIblbR4zoYqEVklXc/s1600/GROMA.png); (fonte b: <https://www.amiranet.com.br/image/c3JjPWIt>)

Os romanos nos proporcionaram ainda o **Chorobate**, um instrumento que permitia nivelar superfícies. Este instrumento era muito utilizado na construção dos aquedutos, possibilitando dar uma declividade constante e regular a estas construções.

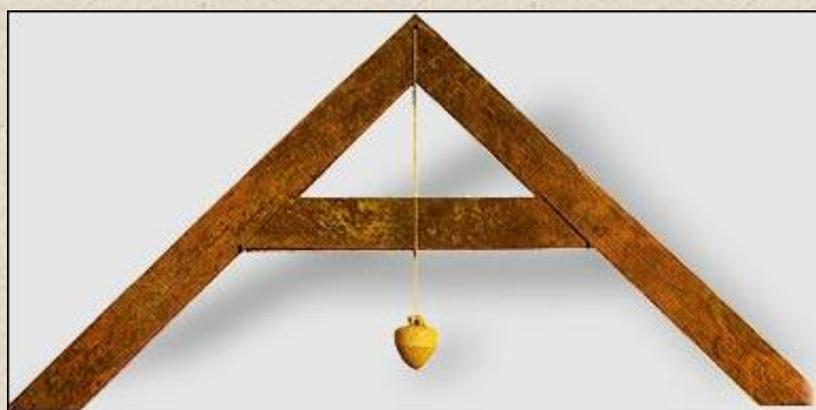


Chorobate

(fonte:

<https://www.researchgate.net/publication/341277986/figure/fig3/AS:889600235020290@1589108632937/Measurement-of-height-differences-using-chorobate-device.ppm>)

O **Prumo** e o **esquadro** eram uma ferramenta essencial na construção de pirâmides porque permitiam aos egípcios fazer ângulos retos bem precisos. Com o prumo, eles conseguiam monitorar linhas horizontais corretas. Este material era feito em madeira.



Prumo e esquadro egípcio.

(fonte: <https://nicoleforsmanhum110.weebly.com/uploads/5/0/2/8/50283581/1428759090.png>)

O **Merkhet** era um instrumento de cronometragem e topografia, feito no Egito Antigo, 600 a.C. Feito em bronze com texto hieroglífico incrustado com metal electrum.

Como um instrumento de cronometragem, ele teria sido usado para determinar as horas pelo sol durante o dia e ao monitorar a passagem de estrelas selecionadas pelo meridiano norte-sul durante a noite. Como um instrumento de topografia, ele teria sido usado para traçar eixos de edificações.

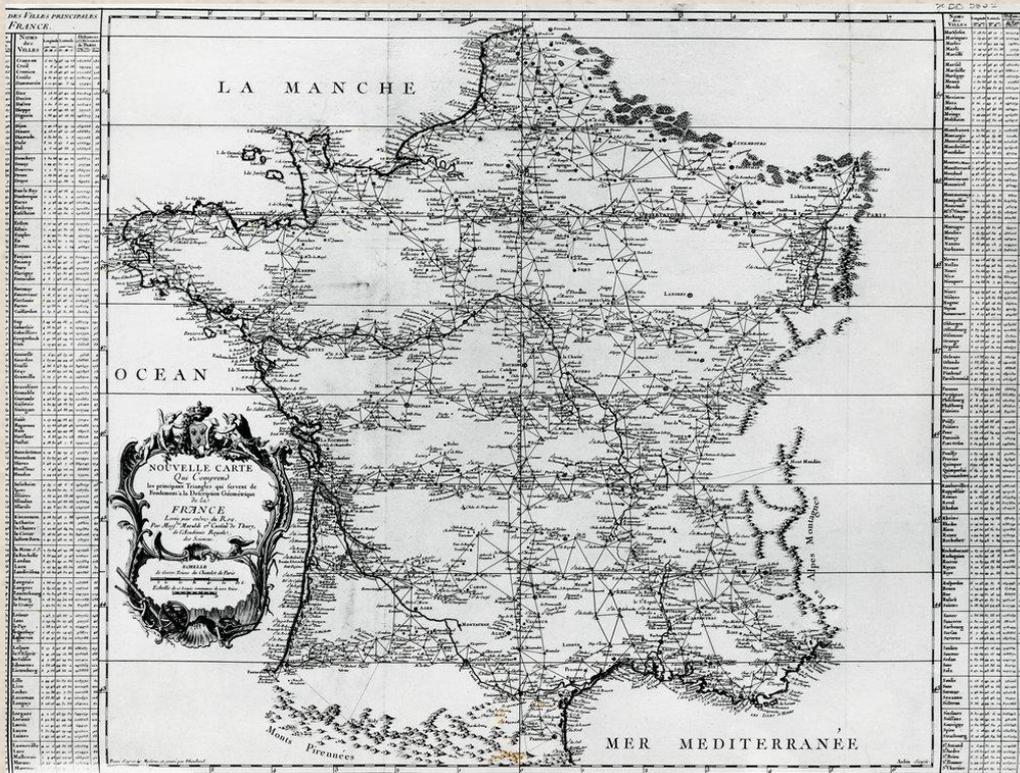


Merkhet.

(fonte: https://coimages.sciencemuseumgroup.org.uk/5/903/medium_1929_0585__0002_.jpg)

Observando-se a **História da Topografia**, pode-se ver plantas e cartas militares e geográficas bem detalhadas, desenvolvidas nos primórdios da Topografia, ou melhor, na fase da denominada Geometria Aplicada. Entretanto, somente nos últimos séculos, a **Geodésia** e a **Topografia**, que passaram a ter uma orientação mais orgânica, saíram do empirismo para as bases de uma autêntica ciência, graças ao desenvolvimento notável que tiveram especialmente a Física, a Matemática, a Microeletrônica e a Informática.

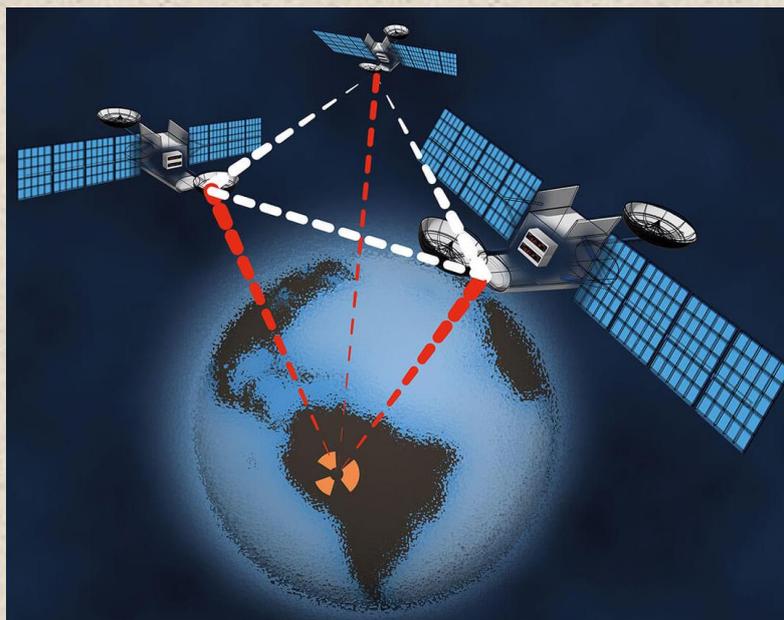
A **Carta da França**, publicada nos princípios do século XIX pela Academia Francesa e compilada pelo astrônomo francês João Domingos Cassini, é o primeiro trabalho executado com técnica e estilo próprio. Os aperfeiçoamentos oriundos da mecânica de precisão, introduzidos nos instrumentos topográficos, devidos aos estudos do engenheiro suíço Henrique Wild, do geodesta italiano Ignazio Porro, de Carl Zeiss, Pulfrich, Oriol, e de tantos outros, contribuíram eficazmente para o progresso crescente da aplicação dos métodos desenvolvidos pela **Topografia**, principalmente no aperfeiçoamento da técnica da fotogrametria terrestre e aérea, assim como, na atualidade, do uso de satélites artificiais.



Carta da França publicada no início do século XIX.

(fonte: https://www.meisterdrucke.pt/kunstwerke/1260px/Cesar_Francois_Cassini_de_Thury_-_Map_of_France_by_Giovanni_Domenico_Maraldi_%281709-1788%29_and_Cesar-Francois_Cassin_-_%28MeisterDrucke-1101297%29.jpg)

A utilização de **satélites artificiais** para posicionamento e orientação vem apresentando crescente utilização na maioria dos grandes levantamentos **topográficos**, pela exatidão, presteza, confiabilidade e custo mais reduzidos na realização de trabalhos de mapeamento.



Utilização de satélites artificiais para a determinação do posicionamento de um ponto sobre a superfície terrestre.

(fonte: https://www.revistadeacuerdo.org/wp-content/uploads/2023/04/Como-funciona-el-GPS_1.jpg)

Os progressos realizados na parte ótica dos instrumentos, na medida das distâncias, na leitura de ângulos horizontais e verticais, nos métodos de levantamentos topográficos, na avaliação mecânica das áreas, deram à **Topografia** o valor que realmente tem como ciência e como técnica no levantamento topométrico preciso do terreno e na representação gráfica equivalente, servindo como apoio ao desenvolvimento de qualquer projeto de Engenharia, Agrimensura e Arquitetura.

3.2. Período da microeletrônica e da informação automatizada

O espírito aventureiro do homem o levou a grandes deslocamentos, exigindo o desenvolvimento de instrumentos e métodos de medidas que foram adquirindo, com o passar do tempo, elevado grau de sofisticação, tal como, atualmente, se tem **receptores GPS**, que utilizam sinais emitidos por satélites artificiais que orbitam em torno do nosso planeta Terra. Estes receptores permitem, de maneira rápida e precisa, a determinação da posição de pontos situados em qualquer região da superfície terrestre, assim como uma navegação segura (posicionamento e orientação), quer em ambiente marítimo ou terrestre, quer em ambiente do espaço aéreo ou do espaço sideral – além da fronteira externa da atmosfera terrestre.



Localização de pontos através de sinais emitidos por satélites artificiais.

(fonte: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/928/o/GPS.jpg?1675682785>)

A modernização dos instrumentos topográficos se deve ao surgimento e evolução da microeletrônica e da informática. O eletrônico substituiu o mecânico. O instrumental ótico-mecânico – teodolitos, níveis, taqueômetros, etc. – reinou durante cerca de 450 anos. Durante esse período, os levantamentos topográficos tiveram por base a utilização de um **goniômetro** e de um **diastímetro** para a

caracterização de pontos topográficos da superfície terrestre. As inovações que surgiram neste período, que resultaram em melhoria dos aspectos de confiabilidade, sensibilidade e precisão, decorreram em relação ao enfoque mecânico do instrumental.



Dioptra, tipo de goniômetro para medida de ângulos horizontais e verticais.

(fonte: <https://s2.pplstatics.com/hoy/guarena/multimedia/2024/02/25/primer%20plano%20de%20la%20dioptra.jpg>)

4. MEDIDORES ELETRÔNICOS DE DISTÂNCIAS – MED

A primeira grande inovação ocorreu em 1943, com o surgimento do primeiro **medidor eletrônico de distância** (MED) ou, simplesmente, denominado de **distanciômetro eletrônico**. O desenvolvimento desse instrumental deve-se ao cientista sueco E. Bergstrand, que projetou o primeiro MED, o qual ficou conhecido pela marca comercial de Geodimeter NASM-2, disponibilizado no mercado em 1950.



Geodimeter NASM-2

(fonte: https://www.aga-museum.nl/user_files/11188/1_A/11_5_14/1/geodie.jpg)

Com a chegada ao mercado dos **MED's**, não havia mais a necessidade absoluta de medir diretamente as distâncias entre pontos topográficos, utilizando as trena, nem a medida indireta das distâncias

por taqueometria nos levantamentos topográficos. O novo processo era simples e com precisão sub-milimétrica.

Um **MED**, inicialmente, devido às suas dimensões e peso, foi utilizado isoladamente. Porém, com o avanço da tecnologia, o **MED** passou a ser montado sobre um teodolito ótico-mecânico. Assim, o novo equipamento constituía-se de um instrumento eletrônico acoplado ao teodolito e alimentado por uma bateria.



Distanciometro Wild DI10 acoplado sobre um teodolito Wild T2

(fonte: https://www.dehilster.info/pages/images/1969-wild-di10-1972-t2_20210327163734b.jpg)

O operador mirava um prisma refratário no ponto topográfico onde este foi posicionado e disparava o raio laser infravermelho do **MED**, localizado em um ponto topograficamente conhecido. O raio emitido retornava ao seu ponto de partida, com a velocidade da luz (aproximadamente 300.000 km/s), possibilitando determinar, assim, a distância percorrida pelo mesmo com uma precisão de três casas decimais de forma bastante rápida. Porém, a sua utilização também tinha suas inconveniências, apesar de serem leves e versáteis: o operador, que era acostumado a fazer o levantamento topográfico medindo ângulos horizontais por deflexão, ou seja, caminhamento da esquerda para a direita, com inversão de luneta, teria que fazer a rotação sobre o eixo ou então no sentido anti-horário, ou seja, da esquerda para a direita, pois o instrumento ficava acoplado sobre a luneta. A bateria que alimentava o distanciômetro pesava mais de quarenta quilos e precisava de um veículo para transportá-la.

Como nas picadas abertas em áreas florestais e em terrenos acidentados era impraticável ingressar com veículos automotores, então todo o instrumental era transportado sobre o lombo de animais ou nas costas de um operário e sua autonomia de carga era somente para um dia de trabalho, sendo então necessário um conjunto gerador para o recarregamento das baterias.



Estação Total

(fonte: https://gstecnologias.com.br/wp-content/uploads/2022/06/leica-geomax-geomax-zoom-90-r-a5-2-p210610150_2.jpg)

Posteriormente, estes instrumentos originalmente lançados no mercado ficaram pouco tempo, sendo substituídos por outros mais evoluídos, tendo os mesmos ótima aceitação, por serem mais precisos e possuírem baterias com maior autonomia de trabalho. Essa combinação do teodolito com um **MED**, evidentemente, aumentou muito a eficiência da coleta de dados nos trabalhos topográficos.

Estes novos modelos de **distanciômetros eletrônicos** se tornaram o embrião dos atuais níveis, teodolitos e estações totais eletrônicas, que vieram revolucionar, contemporaneamente a **Topografia**. Atualmente, os **MED's**, que eram acoplados aos teodolitos, estão sendo substituídos por estações totais.

Os medidores eletrônicos de distância são classificados em três classes, conforme a sua precisão, determinada pelo desvio-padrão sobre as medidas realizadas durante as etapas de estudos e testes com o equipamento.

As classes são:

CLASSES DO MED - Desvio-padrão

- 1 - Precisão baixa $\pm (10 \text{ mm} + 10 \text{ ppmxD})$
 - 2 - Precisão média $\pm (5 \text{ mm} + 5 \text{ ppmxD})$
 - 3 - Precisão alta $\pm (3 \text{ mm} + 2 \text{ ppmxD})$
- D : distância medida.

Os **distanciômetros** mais utilizados foram o DM 501/Kern e o Distomat Wild D13.



Distanciômetro DM 501 – Kern



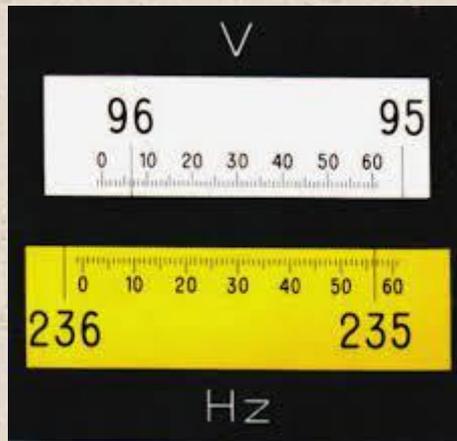
Distomat Wild D13

(fonte: https://www.wild-heerbrugg.shop/images/product_images/popup_images/43_2.jpg) e
(https://www.dehilster.info/pages/images/1963-1976-wild-t2-di3s_20170927194254b.jpg)

5. TEODOLITOS E TAQUEÔMETROS ELETRÔNICOS

O impacto da microeletrônica nos teodolitos e taqueômetros eletrônicos se concentra quase que exclusivamente no sistema de leitura dos círculos graduados e no sistema do sensor eletrônico que compensa automaticamente a inclinação do equipamento, levando-o à horizontalidade de sua base.

Na década de 70, surgiram os **teodolitos eletrônicos**. A diferença básica em relação aos clássicos teodolitos ótico-mecânicos consistiu na substituição do leitor ótico de um círculo graduado por um sistema de captadores eletrônicos. Nestes instrumentos, os ângulos são lidos diretamente pelo topógrafo em um visor com “display” de cristal líquido semelhante ao existente em uma calculadora eletrônica.



Leitura de ângulos em teodolitos óticos-mecânicos

(fonte: https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSrXEH2S0QITxpe2XsU5kWLgITztoewcCg-P_jpYWbeGHhMXv74NE4hrhowZ2sfUb-yUfw&usqp=CAU)

Existe o denominado **teodolito eletrônico informático** que, além de realizar as leituras angulares eletronicamente, também tem a capacidade de armazenar os dados em caderneta eletrônica ou microcomputador embutido, os quais podem ser transferidos para o computador, ou diretamente para uma estação gráfica (plotter).

6. ESTAÇÕES TOTAIS ELETRÔNICAS

As **Estações Totais Eletrônicas** vieram para revolucionar a **Topografia** e simplificar os trabalhos de campo e escritório. A **Estação Total** nada mais é que um distanciômetro eletrônico geminado com um teodolito, também eletrônico, equipado com cartões magnéticos ou coletores de dados, que dispensam as tradicionais cadernetas de campo.

Uma **Estação Total** combina todas as vantagens de um teodolito eletrônico e de um medidor eletrônico de distância (MED), anteriormente apenas acoplados, com a vantagem atual da facilidade de um controle central único.

Com este sistema, os dados observados no campo são transferidos diretamente para um microcomputador, o qual processa as informações recebidas; outra opção é armazenar os dados coletados em disquetes magnéticos, para posterior processamento no escritório, em seguida enviá-los para o periférico de impressão (*plotter*) para desenho das plantas e cartas topográficas. Em decorrência do acentuado avanço tecnológico do instrumental, as equipes de campo sofreram redução no número de auxiliares, tornando os trabalhos topográficos menos onerosos, rápidos, mais confiáveis e precisos. Apesar de serem

instrumentos caros, se tornam viáveis em função das grandes vantagens que eles oferecem.

Através de programas específicos, as **Estações Totais** reduzem as distâncias inclinadas lida, corrigindo-a do efeito da temperatura e da pressão (refração), fornecendo a distância horizontal e a diferença de nível. Com o fornecimento da altitude/cota e do azimute inicial, calcula as coordenadas e a altitude/cota dos pontos visados a partir da estação.

Algumas das **Estações Totais** possuem programas que calcula a poligonal, fornecendo todos os dados de fechamento, inclusive o valor da área levantada topograficamente, no final do trabalho no campo. Podem também, promover a transferências dos dados calculados diretamente para um computador, para que este apenas coordene a impressão da planta topográfica.

Os principais fabricantes de **Estação Total** são: Leica, Nikon, Pentax, Sokicha, Topcon, Geotronics e Zeiss.



Alguns tipos de Estação Total Trimble.

(fonte: <https://santiagoocintra.com.br/uploads/files/quais-os-tipos-de-estacoes-totai.jpg>)

A **Estação Total Eletrônica Trimble C5** possui ajuste de Foco Automático, sem a necessidade de intervenção do operador, que garante economia de tempo e maior produtividade nos levantamentos. Além disso, a mesma já vem com o software de campo Trimble Access que torna seu trabalho de campo mais fácil e rápido e permite medições de até 800 m sem prisma.

A **Estação Total Trimble S5** possui tecnologia MagDrive da Trimble que permite o acionamento eletromagnético sem atrito. Dessa forma o equipamento realiza movimentos com velocidades de até 115° por segundo.

Com alta velocidade e algoritmos avançados a **Estação Total Trimble S5** é capaz de seguir o movimento de um prisma automaticamente. Assim, ela realiza medições diretas e inversas de

forma automática, podendo ser utilizada no monitoramento de estruturas.

A **Estação Total Trimble S9** assim como a estação total S5, possui tecnologia MagDrive mas se destaca por permitir o direcionamentos dos movimentos utilizando imagens apresentadas em tempo real no monitor do coletor de dados, possibilitando realizar anotações sobre as mesmas. No escritório as imagens coletadas podem ser utilizadas para extrair medidas sobre as fotos.

Além disso, é possível fazer pontarias automáticas e precisas para prismas a até 2500 m de distância. Permite medições com precisões de até 0,8 mm + 1ppm.

A **Estação Total SX10** é uma estação de varredura capaz de coletar até 26 mil pontos por segundo, com imagens e dados em alta precisão. É a soma das funções de uma estação total com o laser scanner em um único equipamento.

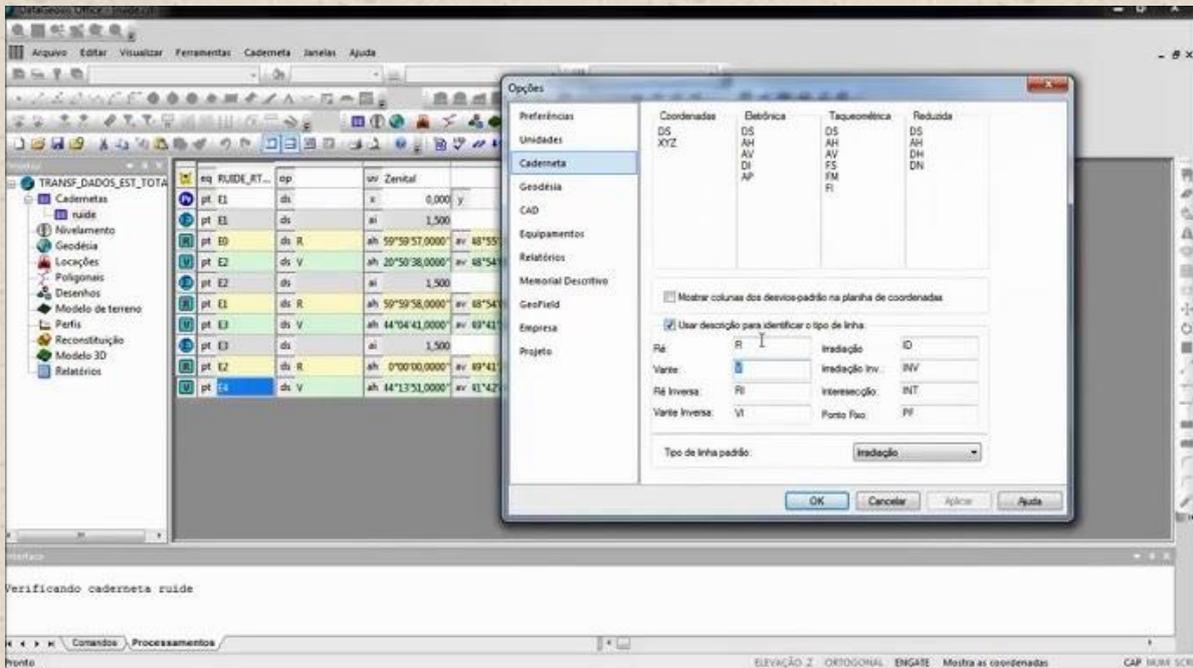
A estação total é a combinação das funções de medição do teodolito com o medidor eletrônico de distância, além da vantagem de um controle central único. Ao longo dos anos passou por uma grande evolução e, hoje, possui modelos que permitem o escaneamento laser de milhares de pontos por segundo.

Sendo assim, a **estação total** otimiza os trabalhos do operador, aumenta a precisão e conseqüentemente a qualidade e reduz os custos de operação. Além disso, é possível observar que o tempo de processamento de dados também é reduzido.

A **caderneta eletrônica** é um dispositivo adicional que pode ser acoplado a um teodolito eletrônico, a um distanciômetro eletrônico ou a uma Estação Total, com a finalidade de registrar manual ou automaticamente as observações de campo e, posteriormente, transferi-los para um microcomputador ou estação de trabalho.

A operação de uma **caderneta eletrônica** de campo está baseada na codificação das informações (código e notas), em forma numérica ou alfanumérica, as quais serão posteriormente armazenadas e traduzidas num microcomputador mediante a utilização de "software" específico.

Alguns teodolitos eletrônicos possuem a caderneta de campo integrada no próprio instrumento.



Planilha eletrônica com dados de campo

(fonte: <https://i.ytimg.com/vi/PqQOjr7Lv2E/hq720.jpg?sqp=-oaymwEhCK4FEIIDSFryq4qpAxMIARUAAAAGAEIADIQj0AgKJD&rs=AOn4CLAbGaTx3rAHgOmfmWUpL0RxCGr5ng>)

7. NÍVEIS ELETRÔNICOS COM LEITURA EM CÓDIGO DE BARRAS

Outra grande inovação ocorreu também para os nivelamentos topográficos, com o surgimento dos **níveis eletrônicos**.

O primeiro instrumento desse tipo foi lançado no mercado pela empresa Wild, em 1990, cujas leituras eram feitas na tradicional mira graduada. Posteriormente, a tecnologia evoluiu para a construção de níveis eletrônicos com leituras realizadas numa mira graduada com código de barras.



Nível eletrônico digital com leitura em mira com código de barra – Leica

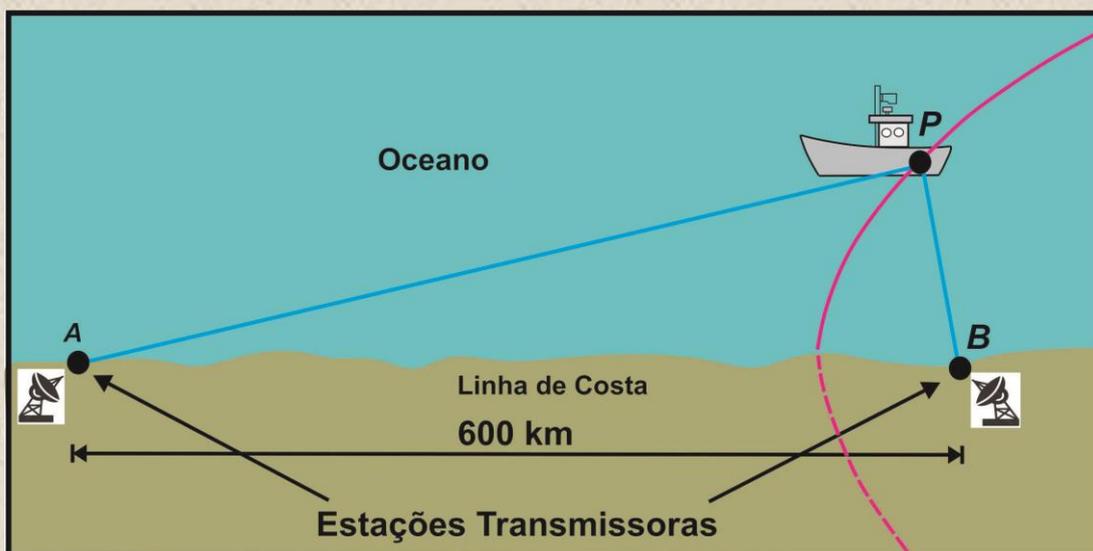
(fonte: <https://adenilsongiovanini.com.br/blog/wp-content/uploads/2021/04/nivel-eletronico-780x771.jpg>)

O princípio de funcionamento de um **nível eletrônico** é o processamento unidimensional de imagens, a partir de uma mira codificada em código de barras. A leitura da mira codificada é feita através de uma rede de sensores óticos, a qual reconhece a codificação da mira através de um processo de correlação de imagens entre a imagem da mira e uma imagem padrão gravada na memória do instrumento.

8. RECEPTORES GPS

O geoposicionamento utilizando ondas de rádio, para medir distâncias, foi primeiramente tentado no final dos anos 40, durante o desenrolar da 2ª Guerra Mundial.

Este sistema, denominado **HIRAN** (*High Ranging*), posicionava aviões pelo processo de trilateração eletrônica (medida dos lados/distâncias por interferometria "Doppler"). Outros sistemas análogos foram posteriormente desenvolvidos, particularmente para serem utilizados em regiões costeiras. Alguns sistemas dessa classe instrumental permanecem ativos atualmente, utilizando boias marítimas com radiofaróis, auxiliando a localização de navios, com por exemplo o Sistema **LORAN**.



Sistema LORAN de posicionamento.

(modificado: <https://arquivos.respondeai.com.br/seo-mirror/book-exercise/2024/a016790e-664f-44e4-b2a6-f7766b78304f.webp>)

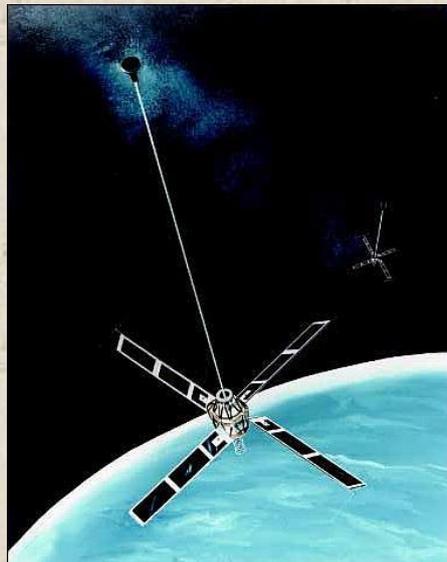
Com o advento da era espacial, iniciada em 1957, com o lançamento do satélite russo "Sputnik", a técnica de trilateração eletrônica terrestre evoluiu para a trilateração eletrônica espacial. Neste caso, as coordenadas dos radiofaróis (satélites) eram determinadas

pelas efemérides destes satélites, calculadas pela observância das Leis de Kepler, o que permitia determinar parâmetros orbitais consistentes e instantâneos.

A primeira constelação de satélites artificiais lançados com a finalidade específica para geoposicionamento, por intermédio de ondas eletromagnéticas emitidas pelos satélites, foi o sistema **NNSS/TRANSIT** (*Navy Navigation Satellite System*). Esse sistema, originariamente idealizado para localização e navegação de belonaves americanas, foi amplamente utilizado para aplicações geodésicas no mundo inteiro. Era composto por 8 satélites ativos e órbitas polares elípticas (quase circulares), com uma altitude média de 1.100 km. Esse sistema, denominado de **TRANSIT**, foi o predecessor imediato do GPS. Este ficou ativo até o meados de 1993. O sistema, como um todo, possuía dois grandes problemas:

1º) Não provia cobertura mundial total;

2º) Havia um lapso de tempo considerável entre as passagens sucessivas de satélites para um mesmo ponto na Terra.



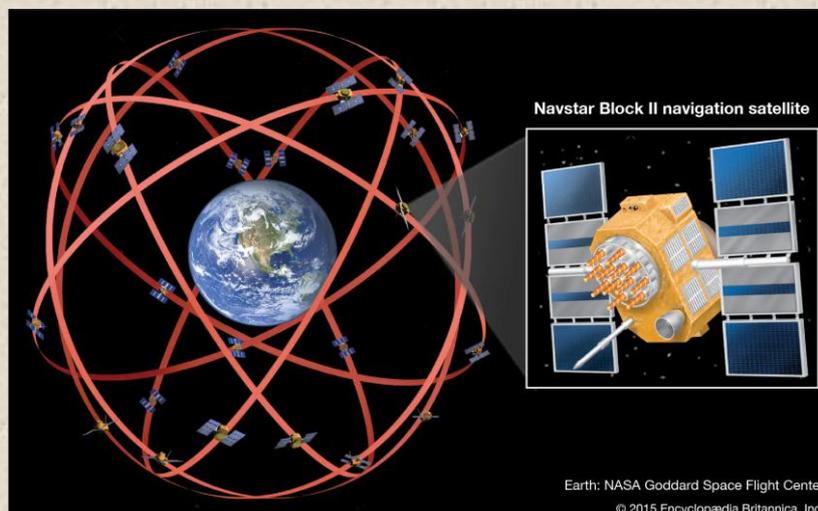
Sistema NNSS/TRANSIT

(fonte: https://www.eoportal.org/api/cms/documents/163813/212651/Transit_Auto5.jpg/0399bb43-45ce-4a5e-805f-109069780fe1?t=1339615651000)

Com efeito, para se obter uma posição acurada, necessitava-se de dois a três dias estacionado num mesmo ponto, para a obtenção das coordenadas deste ponto com um desvio padrão de 10 a 20 m para posições isoladas e de cerca de 1 m, usando a técnica de translocação.

O sistema **NAVSTAR/GPS** foi desenvolvido para substituir o sistema **TRANSIT**. Esta substituição teria que ser executada para permitir a correção dos dois grandes problemas do **NNSS**, fornecendo,

em qualquer ponto da Terra e a qualquer hora do dia, respostas para as três perguntas básicas: Qual a posição? Em que tempo se está trabalhando? Qual a sua direção e velocidade? As respostas precisas, em tempo real, deveriam ser decodificadas por receptores para aplicações militares.

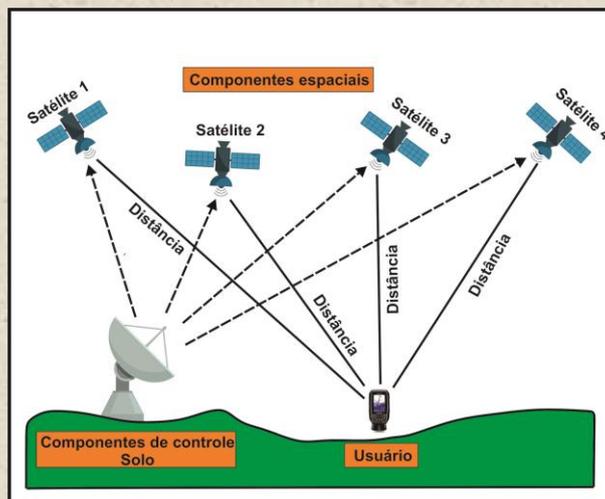


Sistema NAVSTAR/GPS

(fonte: <https://adenilsongiovanini.com.br/blog/wp-content/uploads/2021/11/navstar-gps.jpg>)

Em 1973, a **JPO** (*Joint Program Office*), subordinado ao Comando da Divisão de Sistema Espacial da USAF (*United States Air Force*), recebeu a missão DoD (*Department of Defense*) de estabelecer, desenvolver, testar, adquirir e empregar um sistema de posicionamento espacial para aplicação militares e capaz de gerar uma grade de coordenadas para mísseis, tendo em vista o projeto "Guerra na Estrelas".

O **JPO** valeu-se de toda tecnologia de processamento de sinais da banda L, desenvolvido pelo MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), que, através do Departamento de Ciência Planetária e Terrestre, havia utilizado a técnica de interferometria para rastrear o módulo lunar da Apollo 16, usando um método geodésico conhecido por **VLBI** (*Very Large Baseline Interferometry*). Portanto, o posicionamento de um ponto pelo método **GPS** é calculado com o conhecimento da distância entre a estação e o satélite. Para a determinação, com precisão, das coordenadas de pontos sobre a superfície terrestre, o método **GPS** utiliza dois receptores, sendo um estacionado sobre um ponto de coordenadas conhecidas. Através de uma triangulação espacial, tendo os satélites e o ponto de coordenadas conhecidas como base, determina-se as coordenadas do segundo ponto.



Sistema GPS

(modificado: <https://institutopristino.org.br/wp-content/uploads/2020/07/22.png>)

O sistema **GPS** atual é, pois, fruto destes estudos iniciais, os quais possibilitaram utilizar a fase da onda portadora da banda L (faixa de micro-ondas de frequência em torno de 1 à 3 GHz e comprimento de onda em torno de 23 cm), para cálculo da posição por trilateração eletrônica espacial. Assim, em 1978, começou o lançamento dos primeiros satélites **NAVSTAR**, dando origem ao Sistema **GPS**, como é conhecido atualmente.

As vantagens do método **GPS** em relação aos outros métodos é que não há a necessidade de intervisibilidade entre os pontos da rede, as observações podem ser realizadas independentemente do horário e das condições climáticas, além do método poder atingir precisão geodésica.

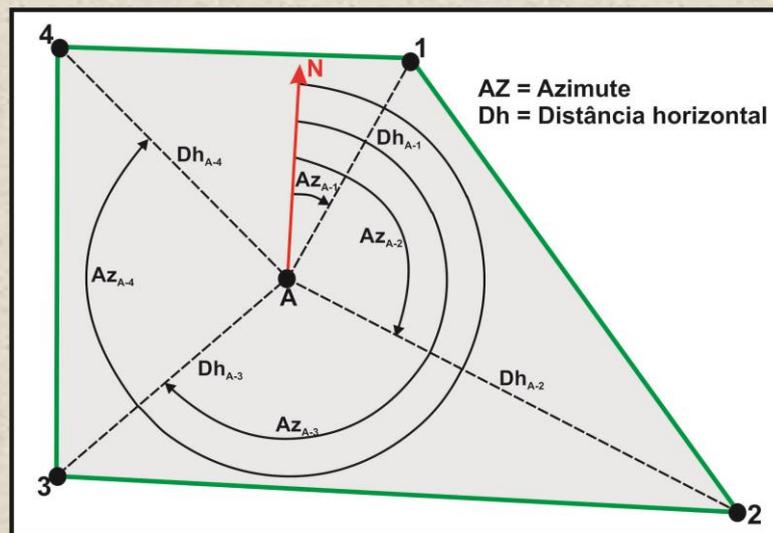
9. INSTRUMENTOS GEODÉSICOS E TOPOGRÁFICOS

9.1. Conceitos orientadores

Levantamento Topográfico é definido como um conjunto de métodos e processos que, através de medições de ângulos e distâncias com instrumentos adequados, implanta e materializa pontos sobre a superfície terrestre, que servirão como referência para as medidas topográficas da posição de outros pontos descritores da área em estudo, tais como árvores, postes, construções e demais detalhes topográficos pertinentes.

Tanto os **levantamentos topográficos** quanto os **geodésicos** normalmente utilizam, durante as operações realizadas no terreno, o sistema de coordenadas polares para a definição da posição dos pontos descritores da superfície terrestre, ou seja executando a medição de

ângulos e de distâncias a partir do local de estacionamento do instrumental.



Levantamento topográfico pelo método Polar

(modificado: <https://arquivos.infra-questoes.grancursosonline.com.br/imagem/prova/130742/questao/3220808-20240403111901000000-0.png>)

9.2. Goniômetros e goniógrafos

Os instrumentos destinados para a medida dos ângulos horizontais, genericamente chamados de goniômetros, que são mais utilizados nas operações de campo são a **bússolas**, os **trânsitos**, os **teodolitos**, os **taqueômetros**, e, menos usados, os **esquadros**, os **pantômetros** e os **grafômetros**, enquanto que os denominados **goniógrafos** permitem a obtenção dos ângulos horizontais mediante a sua representação gráfica para posterior medida do seu valor com o auxílio de um **goniômetro de escritório** (transferidor). Os ângulos verticais são medidos por instrumentos que dispõem de círculo vertical graduado (limbo), denominados de **eclímetros**, muito embora alguns goniômetros também possam medir estes ângulos, com os teodolitos, taqueômetros, bússolas com luneta e outros. Como representantes dos eclímetros destacam-se os **clinômetros**. Os eclímetros são empregados apenas nos levantamentos expeditos, porque são instrumentos de baixa precisão.

9.2.1. ESQUADROS DE AGRIMENSOR

Os **esquadros** são instrumentos usados apenas para a medida de ângulos horizontais. O emprego dos esquadros está limitado ao levantamento de detalhes que admitem uma representação gráfica de baixa precisão. Destaca-se, neste texto didático, os denominados

esquadros do agrimensor, que são instrumentos com a forma prismática, esférica ou cilíndrica. Os esquadros são providos de visores de pínulas situados em planos verticais diametralmente opostos e de um pé cônico para adaptação no topo de um bastão ou tripé simples de madeira.



Esquadro ortogonal de agrimensor

(fonte: https://blogger.googleusercontent.com/img/b/R29vZ2xl/AVvXsEgd_9LXr_MBm5psPHCaQOo0SARxXntft4c2OGtHfdH-1eT4avT45k51ecycEZSZXHdWdg-cEAbrr8AuGNBYcH9d4xHXRCcku5DIVvkOLPXrQIA-Ztuh_tNIsEcAt7ihbVeHlcxxuyihoQQ/s1600/ESQUADRO+DE+AGRIMENSOR.png)



Esquadro cilíndrico de agrimensor

(fonte: <https://www.antik.it/prodotti/grandi/6985-4-Land-surveyor-squaring.jpg?v=1626097502>)

9.2.2. PANTÔMETROS

Os **pantômetros** eram utilizados para medir ângulos horizontais entre alinhamentos, em levantamentos topográficos de baixa precisão.

Os **pantômetros** consistem de dois cilindros ocios de mesmo diâmetro, superpostos e dispostos de forma que o cilindro localizado na parte superior (alidade móvel) do conjunto gire sobre o cilindro inferior (alidade fixa), em torno de um eixo vertical comum aos dois cilindros. Registrava ângulos horizontais compreendidos entre 0° e 360° .



Pantômetro de agrimensor

(fonte: <https://i.ebayimg.com/images/g/oQ4AAOSwwiNgDwJ1/s-l1200.jpg>)

Fabricantes de equipamentos topográficos, aperfeiçoaram o **pantômetro**, dotando-o de uma bússola em seu topo, para orientação do levantamento topográfico em relação à direção da linha meridiana magnético local indicada pela "linha de fé" da agulha imantada da bússola. Também adicionaram parafusos calantes com a função de promoverem a verticalidade do eixo dos cilindros.



Pantômetro com bússola e parafusos calantes.

(fonte: https://1cgeo.eb.mil.br/images/MUSEU/pantometro_luneta.JPG)

Acompanhando a evolução dos instrumentos topográficos, os construtores adicionaram aos **pantômetros** uma luneta centrada, de um círculo vertical graduado e um nível calante. Com os acréscimos, os pantômetros passaram a ser utilizados para medida de ângulos horizontais e verticais, além da orientação angular em relação à direção da linha meridiana magnética local. Passam a possuir melhores

condições para a verticalidade do seu eixo dos cilindros, com a utilização do nível e dos parafusos calantes.



Pantômetro com bússola, parafusos calantes e luneta com círculo vertical
(fonte: https://www.dehilster.info/pages/images/20th_c_pantometre_a_lunette_20170106095839b.jpg)

9.2.3. ESQUADROS DE REFLEXÃO

É um instrumento topográfico que serve somente para medir ângulos horizontais retos. Também denominado de esquadro de espelhos, é constituído de uma caixa de fundo plano, com paredes verticais de espelhos, os quais formam entre si um ângulo de 45° . Possui em cada parede uma abertura (janela) para permitir as visadas diretas. É utilizado para marcar direção perpendicular a um alinhamento reto.



Esquadro de reflexão ou de espelhos.

(fonte: https://http2.mlstatic.com/D_Q_NP_2X_999844-CBT78430923136_082024-T.webp)

9.2.4. BÚSSOLAS

A **bússola** é um tipo de goniômetro destinado a medir diretamente ângulos horizontais magnéticos, denominados azimutes. Uma bússola é constituída pelas seguintes partes principais: agulha imantada, um círculo horizontal graduado de 0° até 360° e um dispositivo de apoio e suspensão.



Bússola com pínulas sobre tripé.

(fonte: <https://i.ebayimg.com/images/g/bfQAAOSwErBh-5xn/s-l1200.jpg>)

Tal como aconteceu evolutivamente com os pantômetros, as **bússolas** sofreram seu progresso tecnológico. Existem vários tipos de bússolas, tais como:

- **Bússola de mão**: usadas em levantamentos topográficos expeditos. De baixa precisão, não possuindo órgão de apoio (tripé).



Bússola de mão.

(fonte: <https://cdn.awsli.com.br/2500x2500/1045/1045681/produto/38429221442e451039.jpg>)

- **Bússola de agrimensor:** apoiadas em tripé possuindo círculo horizontal graduado solidário a uma luneta excêntrica associada a um semicírculo vertical graduado, podendo ser utilizada para operações de nivelamento.



Bússola de agrimensor com limbo vertical.

(fonte: https://a.1stdibscdn.com/1900s-brass-theodolite-compass-and-eccentric-telescope-signed-suss-budapepest-for-sale-picture-9/f_10202/f_298474521659541356714/667_8_master.jpg?width=768)

- **Bússola topográfica:** apoiadas em tripé, porém sem semicírculo vertical graduado, estas bússolas apresentam luneta Centrca ou excêntrica.



Bússola topográfica com luneta excêntrica

(fonte: https://i.etsystatic.com/47331736/r/il/c21177/5456923014/il_570xN.5456923014_ruoi.jpg)

- **Bússola taqueométrica:** possui semicírculo vertical graduado associado a uma luneta estadimétrica, permitindo, além das leituras de ângulos horizontais e verticais, a medida indireta das distâncias com o auxílio complementar de uma régua graduada localizadas em posição

vertical nos pontos topográficos de detalhes. As **bússolas taqueométricas** permitem realizar levantamentos topográficos planialtimétricos. A luneta, denominada de estadimétrica, possui retículo com três fios estadimétricos que permitem, de forma associada com o valor do ângulo vertical, a determinação da distância horizontal. As medidas são efetivadas com a bússola apoiada num tripé topográfico.



Bússola taqueométrica

(fonte: https://static3.tcdn.com.br/img/img_prod/482052/luneta_decorativa_com_bussola_prateada_sei0004_btc_20241_4_183adb1bce9d54aba341cf7aa430a6c3.jpg)

9.2.5. GRAFÔMETROS

É um tipo de goniômetro que mede ângulos horizontais, possuindo semicírculo graduado nos dois sentidos, alidade de pínulas como órgão de visada, bem como uma bússola adaptada na estrutura do grafômetro. Trabalha apoiado em tripé.



Grafômetro com alidade de pínulas e bússola.

(fonte: <https://adenilsongiovanini.com.br/blog/wp-content/uploads/2021/07/grafometro-topografia.jpg>)

Seguindo a linha evolutiva do instrumental topográfico, o **grafômetro** recebeu os acréscimos tecnológicos de uma luneta, tornando-se um instrumento ótico-mecânico. O **grafômetro** pode medir, além de ângulos horizontais, valores correspondentes a ângulos verticais, isto porque o joelho da concha permite a inclinação do semicírculo graduado até ocupar a posição de um plano vertical.



Grafômetro com luneta.

(fonte: <https://adenilsongiovani.com.br/blog/wp-content/uploads/2021/07/Grafometro-optico.png>)

9.2.6. ALIDADE DE PRANCHETA

Trata-se, a rigor, de um **goniógrafo**. Denomina-se **goniógrafo** a todo instrumento capaz de determinar ângulos horizontais através do registro gráfico das projeções das linhas de visada sobre um plano horizontal. A figura abaixo ilustra o tipo mais utilizado de goniógrafo que é a **prancheta topográfica**, a qual é constituída essencialmente de uma prancheta de madeira para apoio de papel, régua para o desenho do levantamento topográfico e de uma alidade, apoiada num tripé. Existem diversos tipos de prancheta com alidade, umas tendo apenas um órgão de visor dotado de pínulas, outras com luneta sem círculo vertical graduado; outras alidades possuem uma luneta dota com retículo estadimétrico para medida indireta das distâncias horizontais.

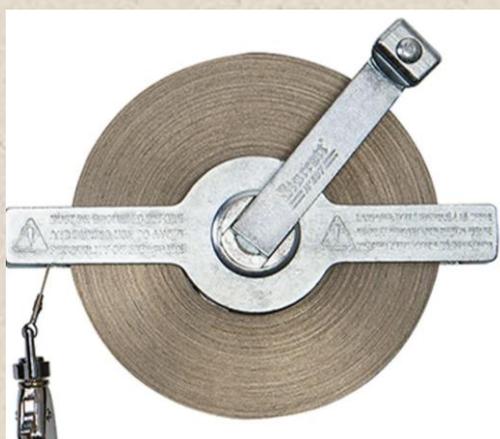


Prancheta topográfica com alidade.

(fonte: <https://i.pinimg.com/474x/60/43/ba/6043baa9b898c5966f621c1958d4adbe.jpg>)

9.2.7. FITA DE AÇO

É o tipo de **diastímetro** mais preciso para a medida das distâncias. Uma fita de aço consiste de uma lâmina de aço especial, com 20 m de comprimento e 10 mm de largura, graduada de metro em metro, apresentando subdivisões em decímetros e centímetros. Existe uma variante da fita que é a fita de aço com cabo, utilizada para levantamento de detalhes. São também denominadas de trenas de aço.



Fita de aço.

(fonte: <https://img.lojadomecanico.com.br/IMAGENS/46/448/170157/1619801359950.JPG>)

9.2.8. TRENAS

É o tipo de **diastímetro** mais utilizado nos levantamentos topográficos para atendimento às necessidades da engenharia civil. Trata-se de uma fita graduada de metro em metro, apresentando subdivisões em decímetros e centímetros. Pode ser constituída em lona,

fibra de vidro ou aço. Com comprimentos, geralmente, de 10 m, 20 m e 50 m. Na atividade prática utiliza-se bastante a trena com 2 m de comprimento. As Figuras apresentadas a seguir ilustram os vários tipos de trenas e cabos.



Trena de lona.

(fonte: https://i.etsystatic.com/13605043/r/il/56c5de/5343019094/il_570xN.5343019094_lai2.jpg)



Trena ou cabo de agrimensura.

(fonte: <https://i.ebayimg.com/images/g/O9cAAOSwyVdeAWjM/s-l1200.jpg>)



Cabo de agrimensura, em fibra de vidro com carretel.

(fonte: <https://down-br.img.susercontent.com/file/sg-11134201-7rd5u-lwapa3w7g1j15c>)

As **trenas a laser** são utilizadas para os mais diversos tipos de medição em uma obra, as tradicionais trenas evoluíram com a tecnologia e dividem espaço atualmente com a inovação dos modelos eletrônicos, também conhecidas como trena a laser.

Os medidores de distância a laser são normalmente compactos e leves, disponíveis em diferentes modelos, de acordo com a necessidade de cada profissional. Como benefício, muitos modelos fazem os mais variados cálculos automaticamente e permitem medições em locais de difícil acesso. Se você ainda não é adepto a esse tipo de instrumento de medição, confira a seguir algumas vantagens que podem ajudar na escolha.



Trena a laser.

(fonte: https://conecta.fg.com.br/wp-content/uploads/2018/11/trena_laser_.png)

9.2.9. MIRAS

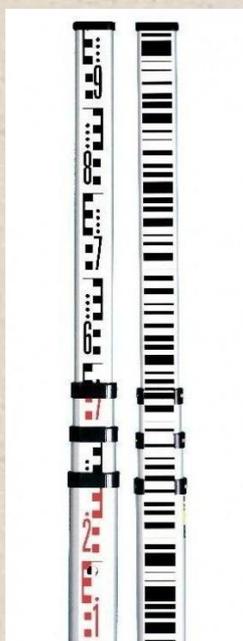
As **miras** são régulas de madeira ou de alumínio usadas nas operações topográficas altimétricas e planialtimétricas, que tem como finalidade a caracterização do relevo topográfico de um terreno ou ao longo de uma direção preferencial – perfil topográfico.

São usadas nas operações de nivelamento para a determinação de distâncias verticais, medidas entre a projeção do traço do retículo horizontal da luneta na mira e o ponto do terreno onde a mira está instalada. Existem vários tipos de mira e de materiais que as constituem.



Miras falantes.

(fonte: <https://adenilsongiovanini.com.br/blog/wp-content/uploads/2019/12/mira-falante-1.jpg>)



Mira graduada em código de barras telescópica.

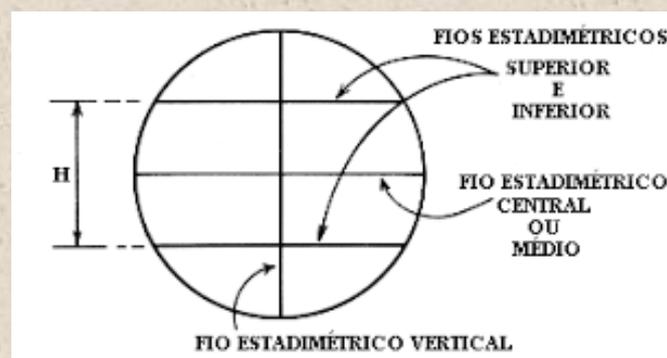
(fonte: <https://geosistemas.com.ar/wp-content/uploads/2021/08/mira-codigo2.jpg>)

10. Medidores óticos

A **medida das distâncias** é feita em função da medida de outras grandezas com ela relacionadas matematicamente, baseadas na resolução de triângulos retângulos (operações de nivelamento trigonométrico) ou isósceles (operações taqueométricas), bem como em princípios geométricos fundamentados em paralelismo de planos horizontais (nivelamento geométrico). Destaca-se, dentre o grupo de medidores óticos, os **teodolitos**, os **taqueômetros estadimétricos** e os **níveis**, auxiliados por uma régua graduada centimétrica (**mira**).

Os **teodolitos**, auxiliados por uma régua graduada centimétrica (mira), são utilizados nas operações de nivelamento trigonométrico, cuja finalidade é a determinação das alturas dos pontos topográficos descritores do terreno mapeado.

Os **taqueômetros estadimétricos** são teodolitos com luneta portadora de retículo estadimétrico, este constituído de três fios horizontais ou verticais, paralelos e equidistantes, em vez de apenas um fio horizontal (denominado de fio nivelador) e outro vertical (denominado de fio balizador) próprios de um teodolito comum e utilizados nas operações trigonométricas. A introdução dos fios estadimétricos permitiu a determinação indireta das distâncias, a partir das leituras correspondentes às alturas dos fios projetados sobre uma régua graduada centimétrica (mira) e do correspondente ângulo vertical descrito ao visualizar-se o retículo estadimétrico sobre a mira disposta verticalmente.



Retículos estadimétricos.

(fonte: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcROe89yjVQAtU6pG6CXuJeyZK5UrO-MWBpseg&s>)



Taqueômetro redutor.

(fonte: <https://adenilsonjovanini.com.br/blog/wp-content/uploads/2019/12/taqueometro-eletr%C3%B4nico-780x585.jpg>)



Taqueômetro eletrônico de redução.

(fonte: <https://adenilsongiovani.com.br/blog/wp-content/uploads/2019/12/taqueometria-teodolito-eletr%C3%B4nico.jpg>)

Os **níveis** são instrumentos topográficos usados para a determinação de diferenças de atitudes ou de cotas entre pontos da superfície terrestre. Os **níveis** podem ser classificados, segundo o órgão visor de que são dotados,, em níveis de luneta, níveis de visor de pínulas e níveis sem órgão visor. Nas operações de nivelamento são utilizados conjuntamente com uma mira. Podem também ser classificado em níveis ótico-mecânicos e eletrônico-digitais.



Nível óptico topográfico.

(fonte: https://http2.mlstatic.com/D_821155-MLB76137801001_052024-C.jpg)



Nível automático com luneta.

(fonte: https://http2.mlstatic.com/D_NQ_NP_619724-MLB79440095334_102024-O.webp)

11. Medidores eletrônicos de distâncias

A medida eletrônica de distâncias é realizada com instrumentos que utilizam o comprimento de onda do espectro eletromagnético correspondente à faixa da luz visível ou micro-ondas. São designados pelas expressões: **medidor eletrônico de distância** – MED ou distânciômetro eletrônico. Portanto, o distânciômetro eletrônico é um dispositivo que mede a diferença de fase entre ondas eletromagnéticas transmitidas, retransmitidas e recebidas, de frequência e velocidade conhecidas, permitindo o cálculo da distância entre dois pontos.



Modelo Wild DI 10, acoplado a um teodolito.

(fonte: <https://lh4.googleusercontent.com/proxy/dsyArHEEFvlpfpZvRIk7zGQuNIzLihxqClnAn4RXR5PnWIFzPiL13tnmeChiR0ILeuqQFQU8z7sFDrn6evEHQUXG1GoJgpzM80g94uBCuut>)



Estação Total Modelo OS 202, marca TOPCON.
(fonte: https://www.embratop.com.br/wp-content/uploads/2022/07/Os-200_01.jpg)

12. ALTÍMETROS

Existe uma classe de instrumental topográfico que é utilizada nas operações altimétricas e cujo princípio de funcionamento baseia-se na relação que há entre a altitude e a pressão atmosférica. Estas operações topográficas caracterizam o método **altimétrico** barométrico, de grande importância nos reconhecimentos de terrenos para a avaliação rápida e satisfatória das altitudes. Os instrumentos utilizados são denominados de **barômetros**, **aneroides** e **altímetros** que durante os nivelamentos são auxiliados por termômetros para registro local da temperatura.



Aneroide antigo, com termômetro.

(fonte: https://cdn0.rubylane.com/_podl/item/802481/2000697/Late-19th-Century-Aneroid-Barometer-Thermometer-pic-1A-720:10.10-78234d20.webp)



Altímetro Paulin de precisão.

(fonte: https://sav-images.auctionet.com/online/1503/298938-altimeter-system-paulin/2500298938_2.jpg)



Modelo mais moderno de altímetro, digital.

(fonte: https://http2.mlstatic.com/D_NQ_NP_823950-MLB43359511800_092020-O.webp)

13. ESTAÇÕES TOTAIS

São equipamentos modernos, resultantes da conjugação de um distanciômetro eletrônico com um teodolito, também eletrônico. Uma Estação Total combina todas as vantagens de um teodolito eletrônico e de um medidor eletrônico de distância (MED), anteriormente apenas acoplados, com a vantagem atual da facilidade de um controle central único e de grande capacidade de memória para registro das observações de campo.



Estação Total Moderna.

(fonte: <https://eptci.com.br/wp-content/uploads/2020/09/Sem-titulo-1024x892.jpg>)

14. RECEPTORES GPS

Os **receptores GPS** pertencem a uma classe de instrumental que se encontra, atualmente, no topo da evolução tecnológica. São destinados para posicionamento e navegação. Os receptores GPS utilizados para as atividades de posicionamento na Geodésia e na Topografia são designados, respectivamente, de **receptores geodésicos** e de **receptores topográficos**.

Atualmente, o Sistema GPS é utilizado para os mais diversos propósitos e pelos mais variados tipos de pessoas e de profissionais. Existem diversos tipos de receptores GPS, marcas e modelos, cuja utilização é função da finalidade do usuário. É pelo fato da diversidade de receptores no mercado e das inúmeras necessidades de seus usuários, é necessário conhecer os diferentes modelos existentes para uma escolha acertada do receptor.



Receptor GPS com de Precisão Estático: Horizontal: 2,5 mm + 1ppm; Vertical: 5,0 mm + 1 ppm;
Real Time Kinematic(RTK): Horizontal: 10 mm + 1ppm; Vertical: 20 mm + 1ppm.

(fonte: <https://imageswscdn.wslojas.com.br/files/5812/par-de-receptores-spectra-promark-200-rtk-com-radios-semi-novo-885187.jpg>)

15. ACESSÓRIOS TOPOGRÁFICOS

Inúmeros são os acessórios usados como auxiliares nos levantamentos topográficos. Desde marretas para cravação de piquetes e de estaca-testemunhas até os modernos rádios transmissores de emprego nas atividades, por exemplo, levantamentos topográficos com receptores GPS. As Figuras apresentadas a seguir ilustram alguns dos acessórios topográficos de uso mais generalizado nas operações topográficas.



Declinatória.

(fonte: <https://ireland.apollo.olxcdn.com/v1/files/lggll3c06af-PT/image;s=1956x4128>)



Tripé de alumínio

(fonte: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQpx9PDGzA8IZTgWOt326naYZxdp3jPdIIZs9-15KF8EXBp3KZe0b936yxHVq3Acg0tuY&usqp=CAU>)



Prismas circular

(fonte: <https://cdn.awsli.com.br/2500x2500/1045/1045681/produto/38327704459a33485d.jpg>)



Placa plano-paralela.

(fonte:

<https://www.allcomp.com.br/image/cache/catalog/Topografia/N%C3%ADvel%20Autom%C3%A1tico/Placa%20Plano%20Paralela%20Foi%20FS1-600x800.jpg>)



Coletor eletrônico de dados.

(fonte: <https://cdn.awsli.com.br/509/509132/produto/98173875/042230f5ef.jpg>)



Nível de cantoneira.

(fonte: https://www.furtadonet.com.br/uploads/img/catalogo_produtos/209/eb79e93785aa2695a8c3c6819775fc65.jpg)