

# AS MISSÕES GEOGRÁFICAS (1883-1940) CONSTRUÇÃO DE UM DOCUMENTO CARTOGRÁFICO

Paula Cristina Santos<sup>1</sup>

pp 17-40

## Introdução

A geodesia, para lá do seu ramo científico que estuda a forma, dimensões e o campo gravítico da Terra participa, por intermédio das coordenadas que determina de pontos à sua superfície, na resolução dos mais diferentes propósitos, entre eles a delimitação de fronteiras e a elaboração de cartas geográficas.

No último quartel do século XIX, em plena época da partilha de África e no período áureo das grandes explorações pelo sertão africano, sai enunciado da Conferência de Berlim o princípio da **“ocupação efectiva”** como modo de legitimação da posse política de um território africano. Não se baseava nos direitos históricos mas no conhecimento geográfico, que pressupunha a implantação de linhas de fronteiras e a existência de cartografia.

Para uma completa e organizada ocupação científica do Ultramar havia sido instituída, no Ministério dos Negócios da Marinha e do Ultramar, a Comissão de Cartografia, precursora do actual Instituto de Investigação Científica Tropical. Esta e os organismos que lhe sucederam, criaram missões denominadas umas vezes geodésicas, outras geográficas ou, ainda, geo-hidrográficas que, durante 53 anos,

---

<sup>1</sup> Programa Desenvolvimento Global, Instituto de Investigação Científica Tropical.

procederam ao estudo geográfico dos territórios sob jurisdição portuguesa, tomaram parte nas negociações para definição de fronteiras e à sua demarcação no terreno.

Nos primeiros anos, as missões foram constituídas por militares, sobretudo da Marinha, por estes possuírem a preparação necessária para trabalhos tão exigentes do ponto de vista técnico, físico e psicológico. Instituído em 1922, o curso de engenheiro geógrafo, foi a Universidade habilitando, na ciência da engenharia geográfica, os seus licenciados em matemática que, gradualmente, ingressaram nas missões geográficas, ainda então dirigidas por oficiais da marinha. A sua participação sistemática verificou-se a partir de 1942.

### **Trabalhos geodésicos**

De início, a actividade da Comissão de Cartografia centrou-se, particularmente, na questão das fronteiras, grande impulsionadora das primeiras campanhas em África, na sua delicada discussão, melindrosa demarcação, por vezes em arbitragens como nos casos de Manica, Sofala e Cuando. Recorrendo muitas vezes a técnicas astronómicas, definiam-se no terreno pontos das fronteiras acordadas, a partir dos quais se construíam alinhamentos, troços de meridianos ou de paralelos.

A cobertura geodésica de um território consiste de várias operações: reconhecimento, medição de ângulos horizontais e verticais entre os pontos que constituem a rede, medição de comprimentos (bases), observações astronómicas e, a partir da década de 50, nivelamento geométrico e gravimetria. O aperfeiçoamento dos conhecimentos, o avanço tecnológico e a maior disponibilidade de meios humanos e logísticos, traduziu-se na contínua introdução de novos métodos e práticas que facilitaram e permitiram aperfeiçoar a qualidade dos trabalhos.

O **reconhecimento** é a operação preliminar na cobertura geodésica de um território e dele vão depender a rapidez e o sucesso dos trabalhos posteriores. Consiste na recolha, no campo e, eventualmente, em gabinete recorrendo a documentos cartográficos existentes, dos elementos que

permitirão escolher os pontos cujas posições se pretendem determinar de modo a constituírem vértices de triângulos que, por encadeamento sucessivo, irão constituir a rede de triangulação geodésica. As figuras geométricas compostas por estes triângulos, são escolhidas de forma a diminuir-se nos resultados a incidência dos erros nas observações e a dispor-se de verificações dos resultados pretendidos.

Porquê triângulos? Porque são figuras geométricas simples com relações entre ângulos e lados bem definidas. Conhecendo-se o comprimento de um dos lados e dois ângulos, é possível determinar o terceiro ângulo e os outros lados. A medição do terceiro ângulo permite um controlo angular. Definidas a posição do ponto fundamental, a orientação e a dimensão de um dos lados da rede, a localização dos demais pontos é obtida pelos valores observados dos ângulos dos triângulos, recorrendo às leis da trigonometria.

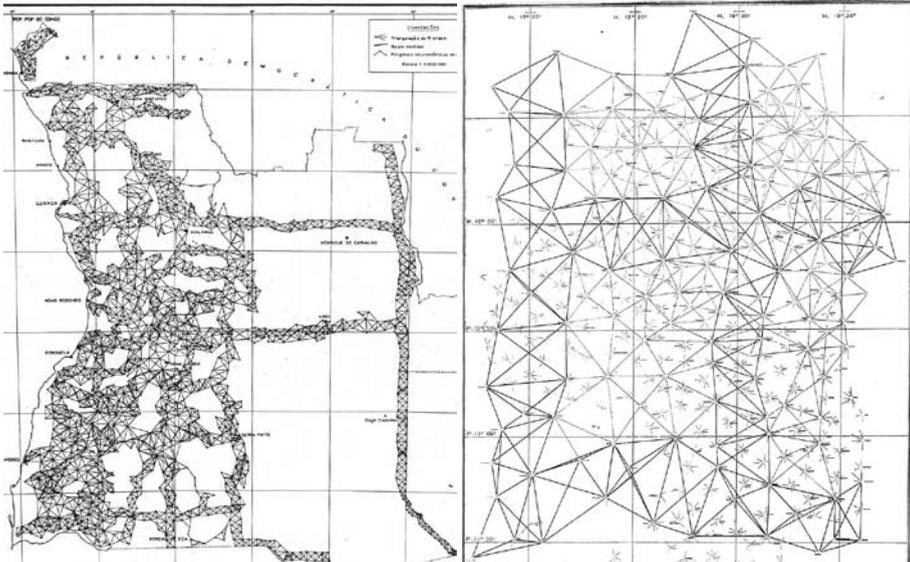
Nos primeiros tempos, os trabalhos de reconhecimento foram condicionados pela falta de informação cartográfica: a bússola, o conta-quilómetros, as horas de viagem a pé, o guia, a dizerem o que não estava escrito em lugar nenhum. Gago Coutinho (1911) refere mesmo ter recorrido a “... meios análogos àqueles de que se serve a navegação: soltar rumo, viajar à bússola, fazer observações astronómicas para rectificar o rumo, reconhecer terra do alto das árvores, sondar, ou seja nivelar para encontrar no terreno pouco accidentado e coberto de floresta o ponto mais elevado; observar a variação da agulha e medir ângulos a sextante do alto das árvores...”



Operações de reconhecimento em Angola e Moçambique

Com as primeiras cartas o trabalho suaviza-se. As picadas, a encosta que melhor consentirá o acesso ao local pretendido, podem ser escolhidas em gabinete, assim como seleccionar sobre a carta, de entre as hipóteses possíveis, os pontos que formarão a malha geodésica.

A distância entre dois pontos consecutivos varia conforme a orografia do terreno e com as orientações que se adoptaram no estabelecimento da triangulação. A legislação que criava as Missões previa, como regra, que fossem lançadas cadeias de figuras com lados de comprimento mediando os 30 km, orientadas, em grandes territórios, preferencialmente segundo paralelos e meridianos. As excepções seriam motivadas por imperativos do terreno. As áreas vazias, delimitadas pela quadrícula, seriam depois preenchidas por malhas complementares hierarquizadas, cada uma delas apoiando-se nas anteriores, e em que as distâncias entre os vértices iam decrescendo, até assumirem uma densidade capaz de acorrer aos trabalhos correntes de cartografia de maiores escalas.



Esquema (reduzido do original) da rede de triangulação de 1ª ordem de Angola (Documentação da Missão Geográfica de Angola)

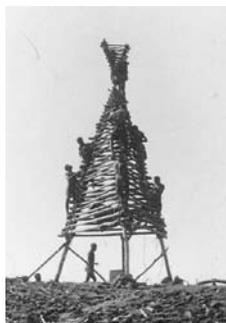
Esquema (reduzido do original) da rede complementar de 1ª ordem e da rede de 2ª ordem do Distrito do Huambo (Documentação da Missão Geográfica de Angola)

Os pontos que constituíam as redes ficaram, regra geral, materializados no terreno por marcos com fundas sapatas. O tamanho dependia da sua função. Uma testemunha em latão no centro do marco definia o vértice geodésico. Nos primeiros tempos, quando por dificuldades logísticas tal não era possível, sinalizava-se apenas o centro e colocava-se um monte de pedras soltas por cima. Nos marcos eram gravadas as iniciais da Missão, ano de construção, número e, eventualmente, outras informações.



Sobre estes erguiam-se sinais, cuja altura, por forma a garantir intervisibilidade, podia atingir 12 metros. Eram constituídos por grandes pirâmides de base triangular, construídas com paus cortados nas florestas próximas e amarrados com cordas feitas de cascas de árvores, de raízes ou trepadeiras, sem recurso a pregos ou arames. Deviam ser montados de modo a que nenhuma das pernas ficasse na direcção da visada. O revestimento das faces do sinal, inicialmente de capim, passou a ser feito com paus, por assim oferecer melhores condições de visibilidade. Além disso, era mais pesado e estável, expunha menor superfície ao vento e tinha menor possibilidade de ser destruído pelas queimadas.

A experiência foi mostrando que durante a época do cacimbo, época própria para as observações pela ausência de chuvas, as condições de visibilidade eram precárias devido à bruma. Nessa altura, os sinais dificilmente eram visíveis. Assim, foram gradualmente substituídos por heliótropos nas visadas a efectuar de dia com Sol e por projectores, farolins ou candeeiros petromax para as observações nocturnas. Os hélios eram formados por um ou dois espelhos planos móveis em torno de dois eixos perpendiculares montados numa estrutura que, manuseada

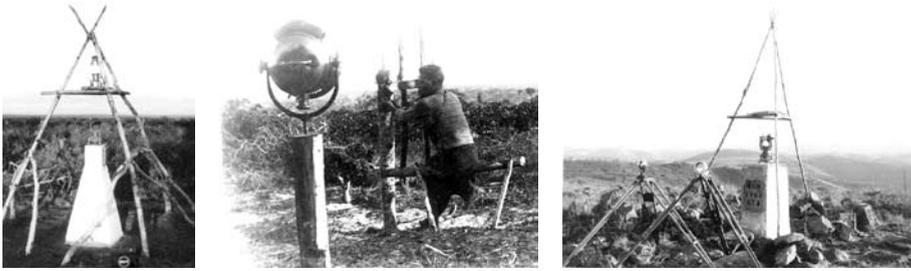


Construção de um sinal: montagem do tripé com os três paus principais, centralização e colocação dos paus horizontais que o revestem e cravação das estacas a que se devem ligar os pés do sinal. Em baixo, ao centro, esquema de um sinal. Em baixo à direita, sinal com revestimento de capim.

por capatazes devidamente treinados, reflectia, na direcção dos vértices ocupados pelos observadores, um feixe de raios solares. O movimento aparente do Sol requeria um quase permanente deslocamento dos espelhos, para manter ajustado o feixe reflectido, para manter ajustado o feixe reflectido. O recurso sistemático a heliótropos e a sinais luminosos nocturnos, permitiu um mais elevado rendimento das observações, ampliando o período dos trabalhos e o alcance das visadas.

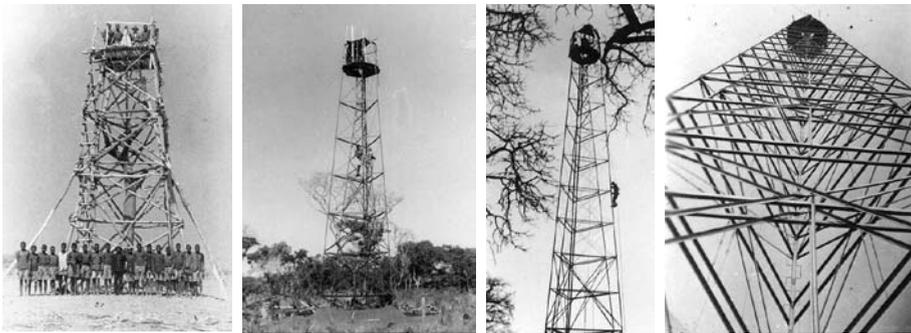


Heliótopos (hélios)



Sinais luminosos: petromax, projector e farolins

Por vezes, para se conseguir intervisibilidade entre os vértices, as observações realizavam-se sobre torres. As primeiras, de madeira, foram mais tarde substituídas por torres de ferro portuguesas e torres de aço Bilby com uma altura média de 30 metros que se aumentava com extensões. Em Cabinda, chegaram a atingir 52 metros de altura.



Torre de Madeira (esquerda), Torre Portuguesa (centro) e Torre Bilby (direita)

A legislação que criava as missões pressupunha a implantação de uma rede fundamental com a precisão angular das de 2ª ordem europeia, norma comum às triangulações então em curso nos países vizinhos (Rodésia, Congo Belga). Os métodos de observação utilizados foram o dos Ângulos Independentes e o dos Giros do Horizonte, ambos a oito origens. No entanto, a partir de 1953, o esquema das observações angulares foi modificado no sentido de se aumentar a precisão para a da 1ª ordem. Adoptou-se, então, na Missão de Moçambique e Geo-Hidrográfica da Guiné o método dos Giros do Horizonte a dezasseis origens e, na de Angola e Timor, o Método de Schreiber.

As **observações de ângulos azimutais** eram distribuídas por três períodos, manhã, tarde e noite, procurando obter-se uma média de condições de observação e, conseqüentemente, a atenuação de influências sistemáticas provenientes de refrações laterais. **A medição dos ângulos verticais** na triangulação, destinada à obtenção de cotas designadas por trigonométricas, foi efectuada, pelo processo de distâncias zenitais recíprocas às horas mais quentes do dia, período de refração mínima e muito sensivelmente constante de dia para dia.

Os lados da rede são medidos no terreno ou calculados. Os medidos designam-se por bases. Uma rede de triangulação, para a dimensionar, conterà pelo menos uma base. Na prática, para controlo e manutenção do rigor, **estabeleciam-se bases** nas figuras de cruzamento das cadeias, inicialmente de 200 em 200 km e mais tarde a cada 150 km. Bases são segmentos de recta com alguns quilómetros, nos primeiros tempos dois a seis e mais tarde superiores a 10 km, medidos com elevada precisão. Não se medindo directamente um dos lados da rede, o comprimento obtido é nela integrado por intermédio de uma figura de expansão, composta por uma sequência de triângulos de grandeza crescente. Para a base, procurava encontrar-se um caminho o mais plano possível e sem obstáculos. Quando inviável evitá-los, recorria-se à medição de bases quebradas, observando-se os necessários elementos para a redução ao segmento de recta que ligava os seus extremos.

Durante seis décadas usaram-se fios de invar, utilizados pela primeira vez, em territórios sob administração portuguesa, por Gago Coutinho, nas bases de Inhambane e Manhiça, em Moçambique. Construídos pela Casa Carpentier de Paris, constituíam uma medida de rigor transportável e de comprimento bem estudado. Eram submetidos previamente a esforços e tratamentos especiais que garantiam a invariabilidade prática do seu comprimento. Os fios de invar permitiam precisões que facilmente ultrapassavam uma parte por milhão, garantindo pelo menos, a precisão de 1/300.000 no lado da figura de expansão que se integrava na rede. Antes de cada campanha os fios aferiam-se em Sèvres, no Bureau des Poids et Mesures, e mais tarde, no Instituto Geográfico e Cadastral.

A medição a fios de invar consistia na sua colocação sucessiva sobre tripés, alinhados ao longo da base, e cuja tensão era regulada por pesos geralmente de 10 kg. Em referências colocadas na cabeça dos tripés, lia-se a posição das réguas terminais dos fios, valores que se somavam algebricamente ao seu comprimento, geralmente de 24 m. Cada troço era medido com dois fios num sentido e dois outros no sentido contrário. Além dos fios de 24 metros, havia outro de oito e uma fita de quatro dividida em decímetros e milímetros, para medição de comprimentos inferiores. À média dos valores aplicavam-se as usuais



Remoção de troncos e alinhamento



Estruturas para atenuar a inclinação do terreno e galgar um valado



Colocação dos tripés ao longo da base e nivelamento



Colocação dos fios sobre os tripés e peso tensor



Leituras nas *regletts* e registo nas cadernetas



Limpeza e colocação dos fios no tambor



Medição de uma base (fotografias das Missões Geográficas de Angola e Moçambique)

correções: equações dos fios e fita, temperatura, inclinação, variação dos pesos tensores, gravidade local e redução ao nível do mar. Para o transporte, os fios eram enrolados em tambores de alumínio de 50 centímetros de diâmetro, que se guardavam numa caixa de madeira, onde giravam por meio de uma manivela. Uns espigões com molas mantinham as pequenas régua terminais direitas, conservando os fios sob uma tensão moderada. Para os preservar da ferrugem eram embebidos numa mistura de vaselina e parafina.

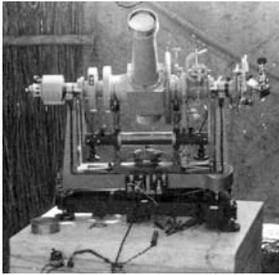
A escolha de um terreno propício ao estabelecimento da base e o seu modo operativo, tornavam a medição a fios de invar morosa e dispendiosa. Assim, logo que surgiram, foram adquiridos meios electrónicos adequados, telurómetros em 1961 e, em 1971, um geodímetro (AGA LASER modelo 8) com o qual se passou a medir directamente lados da triangulação, substituindo em definitivo os fios de invar.

As **observações astronómicas** intervêm no posicionamento da rede por intermédio de um ponto fundamental, onde se observam longitude e latitude, e na sua orientação por meio de azimutes. Os métodos utilizados dependiam da localização de cada território e da logística da respectiva Missão. Como acontece com as bases, em lados separados por intervalos regulares, observavam-se azimutes astronómicos aos quais é aplicada uma correcção, dita de Laplace, que os converte em geodésicos, para participarem nos cálculos.

A latitude astronómica pode definir-se como sendo a altura do pólo acima do horizonte, considerada positiva para lugares do hemisfério Norte e negativa para os do Sul. Quando uma estrela cruza o meridiano de um lugar, expressões matemáticas simples relacionam elementos observados em campo com a sua declinação e os vários erros que intervêm na medição.

Nas Missões Geográficas para determinação de latitudes astronómicas usaram-se essencialmente dois métodos. O de Horrebow-Talcott e o de Sterneck, entre nós designado por de Gago Coutinho. Em ambos os métodos, observam-se pares de estrelas de distâncias zenitais próximas e inferiores a 30° culminando em lados opostos do zénite e pouco separados no tempo. Com o aparelho no meridiano do lugar, este é representado

pelo fio vertical do retículo. No método de Talcott, por meio de um micrómetro ocular com fio móvel, mede-se a diferença das distâncias zenitais do par. Níveis de grande sensibilidade fixados transversalmente ao eixo de báscula permitem detectar eventuais alterações da inclinação do instrumento. No método de Sterneck, medem-se as distâncias zenitais das estrelas no círculo vertical, com as correspondentes leituras do nível que lhe está associado. Não sendo obrigatória, é conveniente a observação sucessiva de cada estrela de um mesmo par. O primeiro método, embora mais preciso que o segundo, não é tão rápido e exige os níveis especiais, o que nem sempre foi possível para as Missões.



Instrumento de passagens  
Bamberg



Teodolito wild T4



Teodolito universal de Heyde e  
Heyde

Instrumentos para observação de latitude, longitude e azimute

A longitude é o ângulo entre o meridiano celeste do lugar e o meridiano de referência. Por outras palavras, é a diferença em tempo entre os instantes de passagem de uma estrela pelo meridiano do lugar e pelo de referência. A diferença entre dois meridianos é a diferença dos tempos locais das duas estações considerando 24 horas representarem  $360^\circ$ . A hora sideral local determina-se quando a estrela cruza o fio do retículo do instrumento colocado no meridiano. Via rádio, obtém-se a hora correspondente no meridiano de referência. A diferença fornece a longitude. Antes de haver rádios era muito complicado observar longitude. Para determinar a diferença dos cronómetros, e portanto das longitudes, recorria-se a métodos mais trabalhosos que não permitiam tanto rigor, como por exemplo um sinal telegráfico, ou um sinal luminoso, requerendo-se neste caso a intervisibilidade das estações, e ao transporte de cronómetros de uma estação para outra. Gago Coutinho chegou a determinar a longitude por observação da posição da Lua.

A observação de estrelas dava a hora local em que a Lua se encontrava numa determinada posição. Num catálogo de efemérides obtinha-se o instante, no meridiano de referência, em que a Lua ocupava aquela mesma posição. Também se podiam usar os eclipses dos satélites de Júpiter.



Cronómetro



Cronógrafo



Receptor de sinais rádio

Instrumentos para determinar o tempo durante as observações astronómicas

O azimute astronómico de uma marca é definido pelo ângulo medido no horizonte entre o meridiano da estação e o vertical da marca, contado no sentido retrógrado (movimento dos ponteiros de um relógio).

O método mais corrente, em estações afastadas dos pólos ou do equador, consiste em somar-se algebricamente o azimute de um astro faz, num dado instante, obtido por cálculo, ao ângulo que o vertical do astro, nesse instante, com o da referência colocada na estação. É usual observar-se, em qualquer ponto do seu percurso, a estrela polar no hemisfério norte ou a  $\sigma$ -Octantis no hemisfério Sul.

Em latitudes próximas do Equador (São Tomé e Príncipe, Malange-Angola), em que as estrelas circumpolares se situam próximas



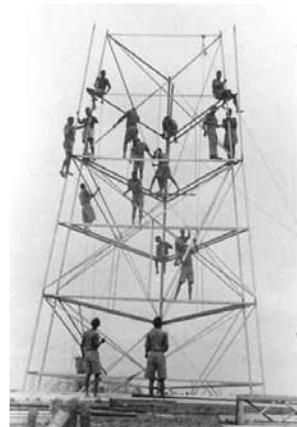
Observatórios de campo



do horizonte, recorre-se, por vezes, à observação do azimute de uma marca meridiana conjuntamente com séries de tempo, usadas para a observação da longitude. Posteriormente, mede-se o ângulo entre essa marca e o vértice cujo azimute se pretende.

A completar a cobertura geodésica observavam-se ainda **redes de nivelamento geométrico e de gravimetria**. O nivelamento geométrico, efectuado com nível e miras, pretende disponibilizar uma rede de pontos cotados com alta precisão que cubra o país e controle os valores calculados trigonometricamente. A medição de valores de intensidade de gravidade, em pontos de nivelamento geométrico, permite calcular a correcção ortométrica a aplicar a estes e proceder ao cálculo das cotas dinâmicas. A sua execução obedeceu, desde o início, a cuidados que garantiam a alta precisão, não só pela aparelhagem utilizada como pelos preceitos que orientavam as medições. Estes trabalhos só tiveram início na década de 50, portanto, fora do âmbito da Comissão de Cartografia, e por conseguinte não serão aqui descritos.

Os trabalhos geodésicos resultaram da coordenação de esforços de vastas equipas. Com os engenheiros colaboravam auxiliares de geodesia, capatazes e respectivos grupos. A estes competia a abertura dos acessos, picadas, pontes e passareiras nos leitos dos rios, até aos vértices da triangulação, montagem de torres, construção de marcos e sinais. Os capatazes de “hélio” eram, como referido, técnicos especia-



Alguns trabalhos dos auxiliares, capatazes e serventes

lizados que iam passando, eles próprios, o seu conhecimento de uns para outros. Nos últimos anos, a Missão de Angola chegou a envolver, no campo, cerca de 500 pessoas.

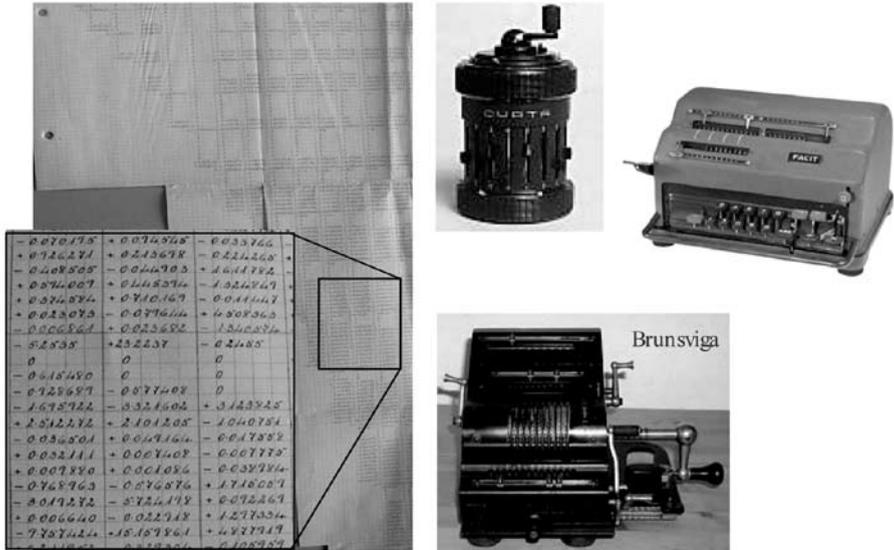
Numa primeira fase, as Missões, coadjuvadas por técnicos dos serviços de agrimensura, serviços cadastrais e outros, procediam também ao levantamento cartográfico. Com a alidade e prancheta estacionadas num dos vértices da rede, desenhava-se na carta, directamente no campo, os acidentes do terreno, cursos de rios, povoações, etc. Estas observações eram completadas com as de telémetros (distâncias) e barómetros (altitudes). Os nomes a inscrever eram recolhidos no local junto das populações. O rigor e o detalhe dependiam da escala pretendida. Logo que possível, passou a usar-se fotografia aérea.



Cartografia: levantamento com alidade e prancheta

Findas as campanhas, as Missões efectuavam os cálculos das observações recolhidas no campo e programavam os trabalhos da campanha seguinte. Recorrendo a tabelas de logaritmos, que com o desenvolvimento das máquinas de calcular foram substituídos por outros métodos com valores naturais, calculavam-se as coordenadas dos vértices e ajustavam-se troços de triangulação. O ajustamento de uma cadeia, fazendo intervir todas as observações efectuadas no campo, ângulos, astronomias, comprimentos, envolvia a resolução de centenas de equações, em folhas consecutivas, coladas umas às outras, formando o que se designava por lençóis de cálculo, que podiam atingir vários metros.

Em 1960 introduziram-se os computadores electrónicos em Portugal e, desde logo, a Missão Geográfica de Angola passou a utilizá-los,



Lençoi de cálculo e primeiras máquinas de calcular

para o que desenvolveu programas para o cálculo da triangulação, nivelamento, astronomia e ajustamento de redes.

## Missões geográficas

As Missões instituídas com regulamentação que explicitamente as vinculava à construção de um determinado documento cartográfico extinguíam-se, por vezes, com a sua conclusão. Assim aconteceu com as Missões da Guiné, Cabo Verde e S. Tomé e Príncipe. Quando, pela dimensão do território, a amplitude dos trabalhos exigia mais tempo para a obtenção dos seus objectivos, as Missões, embora mantendo a mesma designação, alargavam as suas competências, perdiam o seu carácter circunstancial e adquiriam a feição de normais serviços de geodesia. Tal foi o caso das Missões de Angola e de Moçambique.

### ***São Tomé e Príncipe***

Na Ilha de São Tomé e Príncipe, sob condições atmosféricas desfavoráveis, uma orografia fortemente acentuada, espessas e elevadas manchas florestais, a Missão Geodésica de S. Tomé e Príncipe, chefiada por Gago Coutinho, estabeleceu uma rede de triangulação de 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> ordens, integrando os ilhéus, e uma rede de poligonais ao longo das estradas principais. Mediu duas bases geodésicas a fios ínvar e estabeleceu seis estações de latitude.

A determinação da latitude no Ilhéu das Rolas mostrou que o equador passa lá e não entre ele e a Ilha de S. Tomé, como até aí se julgara (Reis e Cortesão, 1970). Por circunstâncias derivadas da 1<sup>a</sup> guerra mundial, não foi possível determinar longitudes, efectuadas uma década mais tarde pela Missão Geo-Hidrográfica de S. Tomé e Príncipe. Esta estabeleceu na ilha do Príncipe uma rede constituída por uma triangulação principal, envolvendo os Ilhéus Pedra da Galé, Bombom e Carçoço, e uma rede secundária, destinada a cobrir a parte norte da ilha. Em lados destas triangulações apoia-se uma outra de 3<sup>a</sup> ordem, constituída por pontos de difícil acesso, formada por triângulos isolados. Foram medidas duas bases quebradas a fios de ínvar, e estabelecidas quatro estações astronómicas de latitude e longitude dispostas simetricamente em relação ao Morro do Papagaio, onde se estimou serem mínimos os desvios da vertical (IH, 1965), e duas de azimute.

Enquanto se desenrolavam os trabalhos geodésicos, recolheram-se os elementos cartográficos para a publicação da carta. A escala adoptada para o levantamento foi de 1/25000. As cartas das Ilhas de S. Tomé e do Príncipe foram publicadas em 1921, pela Comissão de Cartografia, nas escalas 1/50 000 e 1/30000 respectivamente (CSA, 1953).

### ***Arquipélago de Cabo Verde***

Dado o seu interesse para a navegação mundial, desde cedo, a Comissão de Cartografia reconheceu a necessidade de efectuar trabalhos de geodesia e topografia no Arquipélago de Cabo Verde. No entanto,

a primeira Missão Geográfica só foi constituída em 1918. Até aí, os trabalhos haviam-se limitado a levantamentos rápidos das principais baías e respectivas sondagens.

Os trabalhos iniciaram-se na Ilha da Boavista, dado o elevado número de naufrágios que ali se registaram, superior a cinquenta e cinco entre 1843 e 1916, prosseguindo nas ilhas de S. Vicente e Sal. Concluídos os trabalhos em 1921, a Missão interrompeu a sua actividade por falta de meios. É reactivada em 1926, para concluir os levantamentos geodésico e cartográfico das restantes ilhas do arquipélago, prolongando-se por seis campanhas.

O relevo de constituição vulcânica, com elevadas montanhas e profundas ravinhas, caminhos perigosos e comunicações difíceis, dificultou os trabalhos na maior parte das ilhas do arquipélago. Com fracos recursos, mas com grande espírito de sacrifício e esforço pessoal, a Missão Geográfica de Cabo Verde estabeleceu em cada uma das ilhas uma rede de triangulação, observou em todo o arquipélago 59 estações astronómicas e mediu 10 bases a fios de invar, cujos comprimentos variaram entre 760 e 2600 metros.

As más condições de visibilidade não permitiram, durante o período de actividade da Missão, ligar geodesicamente entre si as várias ilhas e, por isso, extinta a Missão Geográfica de Cabo Verde, cujos elementos foram constituir em 1932 a Missão Geográfica de Moçambique, foi confiada à Missão Hidrográfica do Arquipélago de Cabo Verde (1954-1959) essa tarefa.

Para o levantamento cartográfico recorreu-se aos métodos tradicionais, prancheta e alidade, pois, apesar dos esforços desenvolvidos, não foi possível utilizar fotografia aérea.

Foram publicadas pela Comissão de Cartografia, cartas nas escalas 1/50000, 1/75000 e 1/100 000, conforme a área de cada ilha. Com base nestas, a Junta de Investigações do Ultramar, publicou em 1962 a Carta Geral do Arquipélago na escala de 1/500 000.

## **Guiné**

Em 1889, a Comissão de Cartografia dotou a Guiné duma carta itinerária. Nos anos seguintes, foram criadas várias Comissões para delimitação de fronteiras com a África Ocidental Francesa e Missões Geo-Hidrográficas.

A primeira, criada em 1912, tinha objectivos exclusivamente cartográficos. Solicitada para outros trabalhos, interrompeu a sua actividade em 1915. Deste período destaca-se a observação da longitude astronómica de Bolama em que, pela primeira vez, nos territórios africanos sob administração portuguesa, se recorreu à telegrafia sem fios. Foi reactivada em 1925, para colaborar com uma missão francesa na revisão da fronteira. Com a reestruturação de 1944 iniciam-se, organizadamente, os trabalhos da cobertura geodésica do território.

Devido á falta de relevo e á densidade do coberto vegetal, foi adoptado o método das poligonais. Até 1947 observaram-se 500 km de poligonais geodésicas com lados médios de 15 km, medidos com fitas de aço. Com a aquisição de torres metálicas foi possível lançar uma cadeia de triangulação principal, ao longo do paralelo médio do território entre as bases de Bissau e Piche, e de algumas cadeias secundárias. A Missão observou dois pontos astronómicos e, além do nivelamento trigonométrico, uma linha de nivelamento geométrico ao longo do vale do rio Geba.

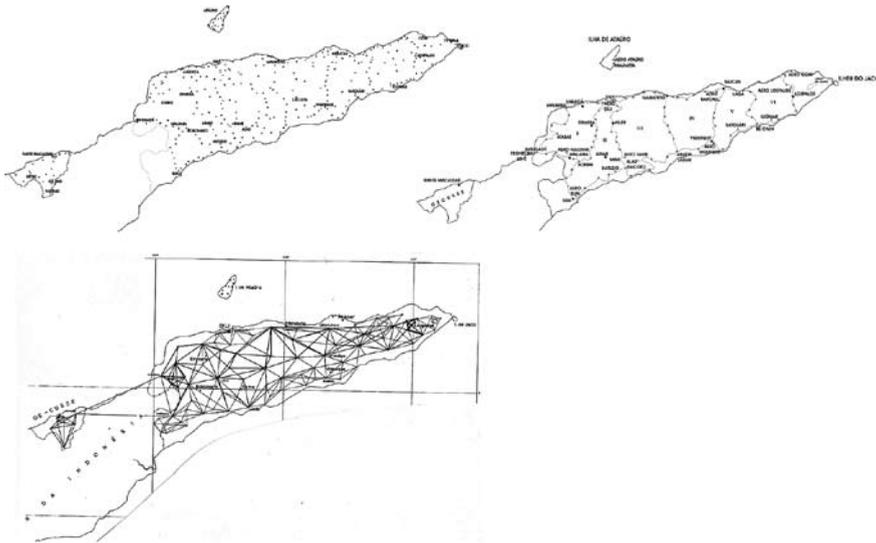
As operações foram dadas por concluídas em 1959 e, posteriormente, publicada uma carta de todo o território na escala 1/50000.

## **Timor**

A Missão Geográfica de Timor foi criada em 1937 e reconstituída em 1954 para realizar a cobertura geodésica e o levantamento cartográfico na escala 1/25000, posteriormente alterada para 1/50000. Devido á ocupação japonesa durante a II guerra mundial, quase todo o trabalho realizado até fins de 1941 foi perdido, pelo que se considera como

período de actividade efectiva da Missão o que decorre entre 1955 e 1973, data em que se deram por concluídos os trabalhos de campo.

A cobertura geodésica de Timor fez-se através de três triangulações, correspondentes às parcelas em que se divide o território: metade leste da Ilha de Timor com o Ilhéu de Jaco, Enclave do Oé-Cusse e Ilha de Ataúro. Na Ilha de Timor, uma cadeia principal desenvolvendo-se pelo norte, estabelece a ligação entre as duas bases Fuiloro e Maliana. Uma segunda cadeia estendendo-se pelo sul, apoia-se em toda a sua extensão na cadeia norte. Nas malhas destas cadeias e dispersas por todo o território, observaram-se pequenas triangulações de adensamento. À rede de Timor ligam-se as de Ataúro e Oé-Cusse. Foram medidas três bases a fios de invar, duas na Ilha de Timor e uma quebrada no Oé-Cusse, duas telurométricas no Ataúro e efectuadas observações astronómicas em cinco vértices.



Rede Geodésica estabelecida em Timor pela Missão Geográfica de Timor

A ilha de Timor foi ainda coberta por uma rede de nivelamento geométrico de precisão, quase coincidente com a rede principal de estradas, e uma rede gravimétrica cobrindo uniformemente toda a ilha.



Rede Gravimétrica e de Nivelamento Geométrico estabelecidas em Timor

### **Moçambique**

Moçambique foi o primeiro território a ser objecto de operações regulares com vista à sua cobertura geodésica, com precisão apropriada às necessidades cartográficas e de cadastro. Para a execução de tais operações foi criada em 18 de Janeiro de 1907 a Missão Geodésica da África Oriental que, sob a orientação de Gago Coutinho, ali operou até 1910.

Em quatro campanhas, num total de 26 meses de trabalho, esta Missão estabeleceu uma rede de triangulação apoiada em cerca de 83 vértices, com um desenvolvimento linear de 800 km. Estabeleceu duas bases geodésicas, Inhambane (8 km) e Manhiça (12 km), distanciadas de 300 quilómetros medidas com fios de invar, e observou duas estações astronómicas de latitude e azimute. Por falta dos instrumentos necessários, não foram realizadas observações de longitude, pelo que o seu valor foi determinado por ligação trigonométrica entre o Observatório de Lourenço Marques e as estações geodésicas da fronteira inglesa, que estavam ligadas com a triangulação do Transvaal e da África do Sul e, portanto, com o Observatório de Cape Town.

Os trabalhos realizados por esta Missão foram continuados pela Missão Geográfica de Moçambique instituída em 1932. O seu objectivo principal, segundo as instruções que recebera da Comissão de Cartografia, era o de realizar uma triangulação que se desenvolvesse ao longo do paralelo 15° de latitude sul, do Zumbo ao mar, em conexão com os

trabalhos ingleses no meridiano de 30° leste, iniciados em 1897. Com a reorganização em 1934 foi dada maior amplitude ao programa de trabalhos, passando-se ao propósito de cobrir geodesicamente todo o território.



Chefiada pelo comandante Baeta Neves e, a partir de 1952, pelo eng<sup>o</sup> Sales Grade, esta Missão estabeleceu, até 1973, uma rede de triangulação com cerca de 930 vértices. Nas zonas do sul do Save e junto à orla marítima, regiões planas e fortemente arborizadas, foram apoiadas em vértices da triangulação, poligonais teluométricas integrando 92 vértices e numa extensão de 220 km. A rede de triangulação abrange um desenvolvimento linear de 9000 km, cobrindo todo o território com uma malha larga apropriada à cobertura cartográfica de 1/250000.

Além do nivelamento trigonométrico, que envolve todos os vértices da rede geodésica de 1<sup>a</sup> ordem, a MGM estabeleceu uma rede de nivelamento geométrico de alta precisão, envolvendo cerca de 6000 marcas em linhas cujos comprimentos somaram mais de 5600 km, e uma rede gravimétrica com cerca de 1300 pontos.

A cartografia foi executada directamente no campo por processos clássicos mas em toda a faixa costeira, no curso de certos rios e nas regiões planas do sul do Save, foi possível usar fotografia aérea.

## **Angola**

Em 1886 a Comissão de Cartografia criou a primeira missão geodésica que, em Angola, deveria “*proceder ao prévio reconhecimento do terreno para o estabelecimento de uma base geodésica e escolha de pontos para uma triangulação de 1º ordem*”... “*que se estenda de preferência pelo litoral da província, como também que possa orientar-se para o interior*...”. Mal provida de meios materiais e humanos, esta Missão operou apenas nos meses de Junho e Julho de 1886, tendo realizado apenas um reconhecimento provisório, abrangendo um grau quadrado de triangulação, entre Luanda e o Rio Onzo, cobrindo o Cacucaco, o Caxito e o Dande (Carvalho, 1985). Em 1921, por iniciativa do governo de Angola, é criada uma Missão Geográfica para a execução de todos os trabalhos geodésicos, geográficos e cartográficos. Até ser extinta em 1924, procedeu ao reconhecimento geodésico de uma longa faixa de triangulação do Huambo a Benguela e daí ao Lubango.

Um problema de fronteiras deu origem à Missão Hidrográfica do Zaire que, em quatro campanhas, 1930-1933, estabeleceu uma cadeia ao longo do rio Zaire com vários vértices comuns aos da triangulação do Congo Belga

Foi uma segunda missão geográfica criada em 1941, e que se manteve no terreno até 1974, que procedeu de uma forma sistemática e organizada à recolha dos dados que constituem a cobertura geodésica de Angola, e ao seu tratamento matemático. Constituída por uma rede de triangulação e nivelamento trigonométrico, apoiada em cerca de 3000 vértices, abrangendo uma área de 520 000 km<sup>2</sup>, 31 pontos de Laplace, 18 bases medidas a fios de invar e 17 figuras a geodímetro. O rigor das medidas permitiu atingir precisões ao nível das melhores redes europeias.

A rede de nivelamento geométrico apoiada em cerca de 4000 pontos, estende-se por 4650 km com a precisão recomendada pela União Geodésica Internacional, e a gravimétrica em 1100 cobre uma extensão de 5450 km, inclui todos os percursos nivelados e outros perfazendo 800 km sobre marcas com altitudes ainda não determinadas.

## Conclusão

Estas Missões realizaram um notável trabalho, não só pela extensão da sua cobertura como pela precisão alcançada, só conseguido à custa de muito esforço e sacrifício, tendo ficado uma obra de reconhecido mérito internacional. No aspecto climático suportaram as mais variadas condições, desde as grandes amplitudes térmicas do deserto, o calor e a humidade permanentes da zona equatorial, até ao ambiente mais agradável dos planaltos.

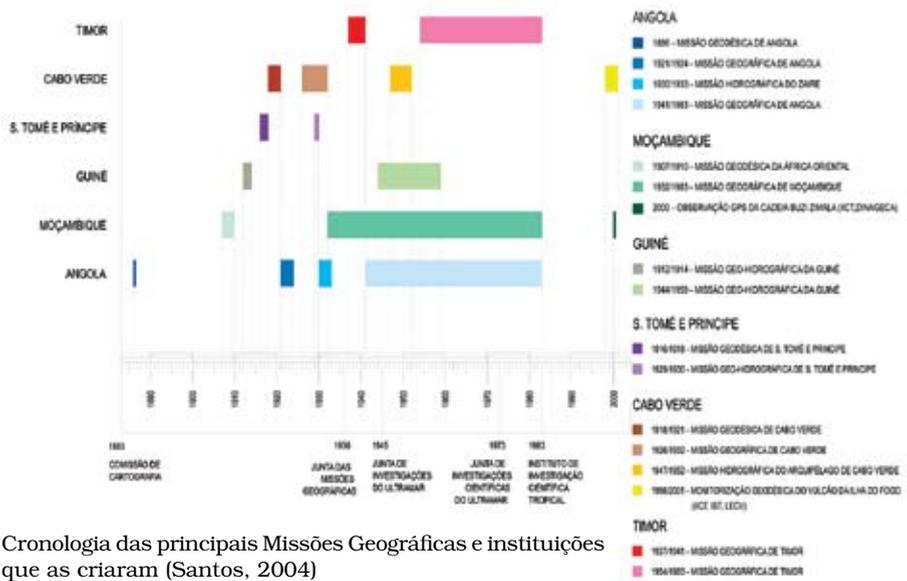
Nos países por onde actuaram são ainda, na sua maioria, os únicos elementos geodésicos que existem e, apesar dos anos, são muito importantes para os respectivos países pois neles se apoia a cartografia que possuem.

Facilmente convertíveis nos sistemas de coordenadas usados pelos actuais sistemas de posicionamento e navegação como o GPS, permitem conjugar a informação existente com a que se venha a obter, o que é essencial para qualquer projecto de planeamento e desenvolvimento desses territórios. Essa conversão depende apenas da observação com GPS de alguns vértices das redes existentes. Para Moçambique, por exemplo, usaram-se 30 pontos e, para Angola, prevê-se a observação de 50 pontos entre os 3000 existentes.

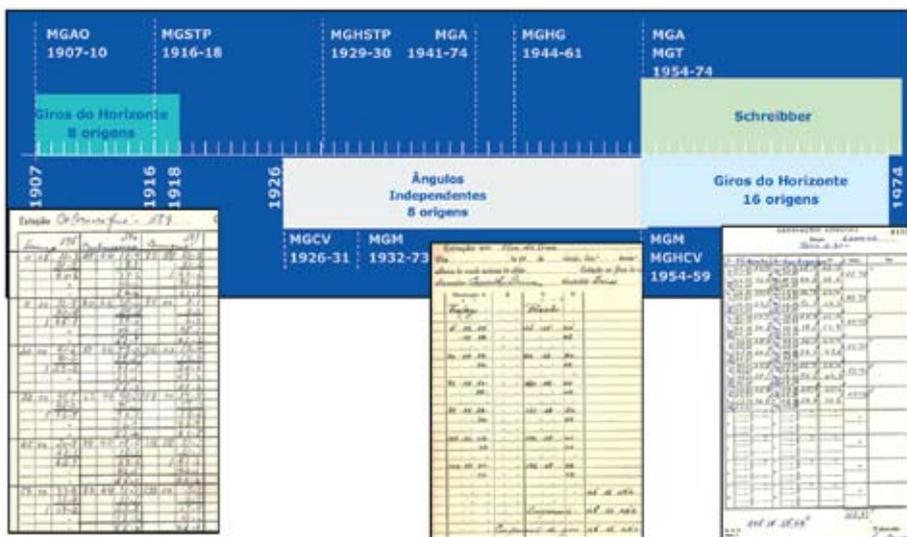
Com a disponibilização dos patrimónios geodésicos dos respectivos países de língua oficial portuguesa, dar-se-á o remate das funções desempenhadas pelas Missões Geográficas ao longo de um século que, espera-se, contribua para o desenvolvimento de acções de cooperação que fortaleçam os actuais laços de amizade entre os vários povos da língua portuguesa.

## Referências

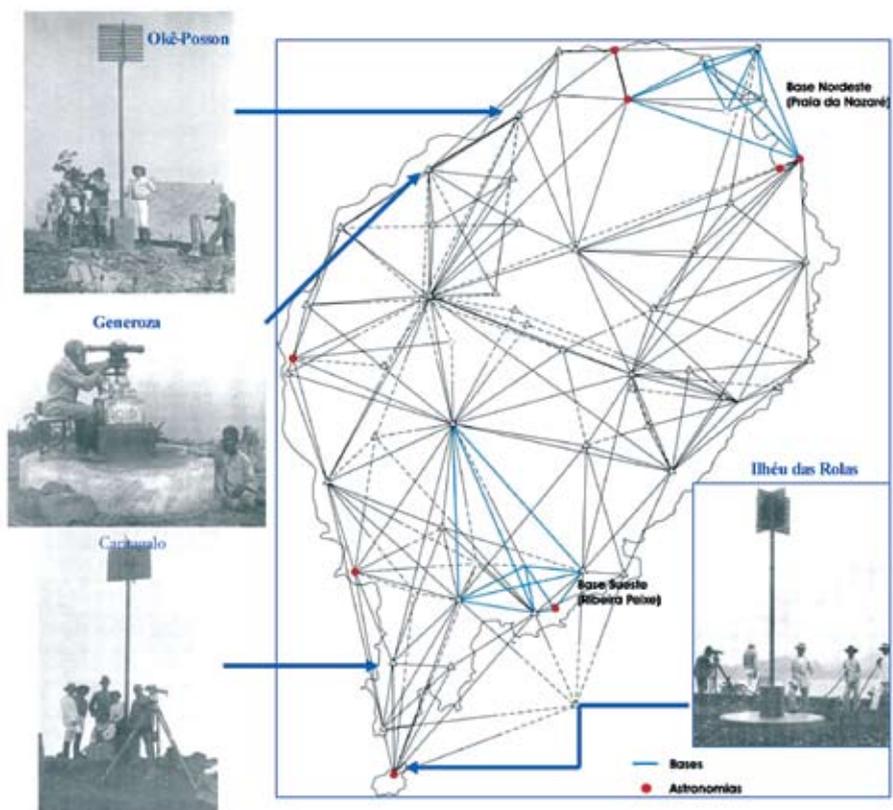
- 1 – Carvalho, Luís Crespo de (1985)** – *Orto e ocaso da geodesia na Angola colonial, I – Antecedentes – Ensaio na linha memorativa duma constelação de centenários: Sociedade de Geografia, Comissão de Cartografia e Primeira Missão Geodésica Ultramarina*. Revista do Instituto Geográfico e Cadastral, nº5. Dezembro, 1985.
- 2 – Coutinho, Gago (1911)** – *Relatório da Missão Geodésica da África Oriental, 1907-1911*, (relatório interno).
- 3 – CSA (1953)** – *Cartographie de L’Afrique au sud du Sahara*. Conseil Scientifique pour l’Áfrique au sud du Saara. Avril, 1953.
- 4 – IH (1965)** – *Anais do Instituto Hidrográfico*, nº2, Ministério da Marinha. Lisboa, 1965.
- 5 – Reis, Manuel dos, Cortesão, Armando (1970)** – *Gago Coutinho Geógrafo*. Orações proferidas na sessão comemorativa do primeiro centenário do nascimento do almirante, promovida pela Academia das Ciências. Agrupamento de Estudos de Cartografia Antiga, LVIII, Secção de Coimbra. Junta de Investigações do Ultramar – Lisboa. Coimbra 1970.
- 6 – Santos, Paula Cristina (2004)** – *Aplicações Geodésicas nos Países de Língua Oficial Portuguesa*. Dissertação para concurso de acesso à categoria de investigador auxiliar. IICT, Junho de 2004. (Não publicado).



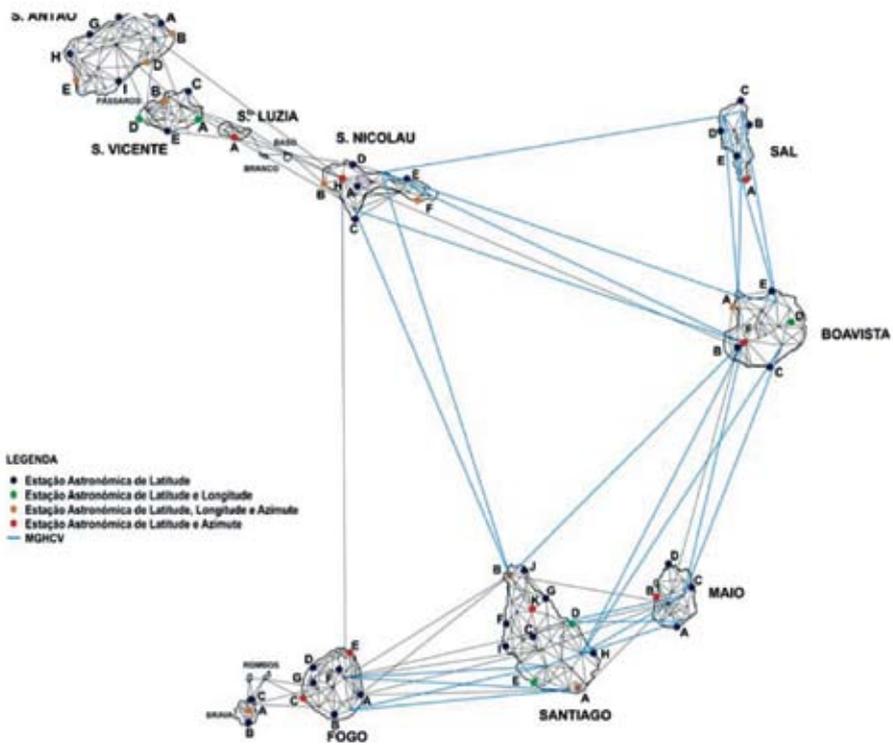
Cronologia das principais Missões Geográficas e instituições que as criaram (Santos, 2004)



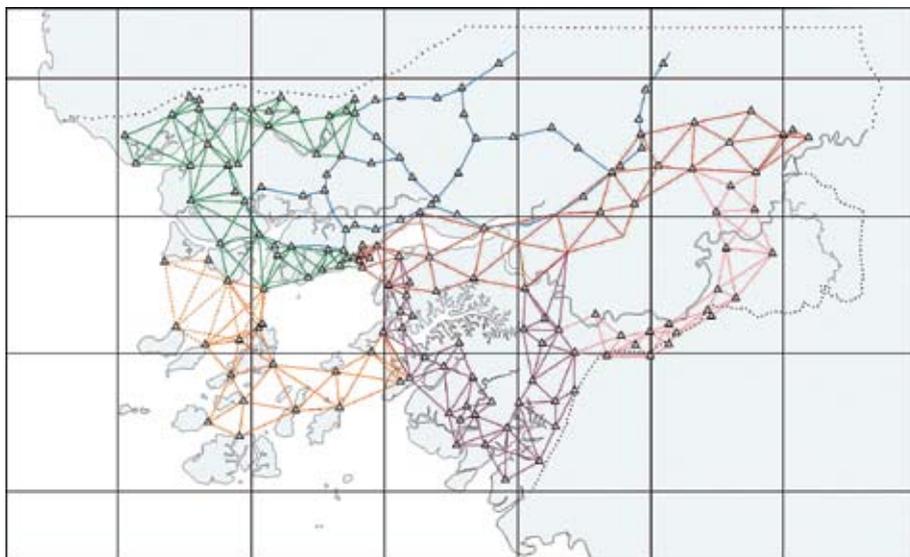
Métodos usados na medição de ângulos azimutais e respectivas cadernetas das Missões de Moçambique, Cabo Verde e Angola



Rede de triangulação geodésica estabelecida nas ilhas de S. Tomé (Coutinho, 1920) e Príncipe (Comissão de Cartografia, 1934)

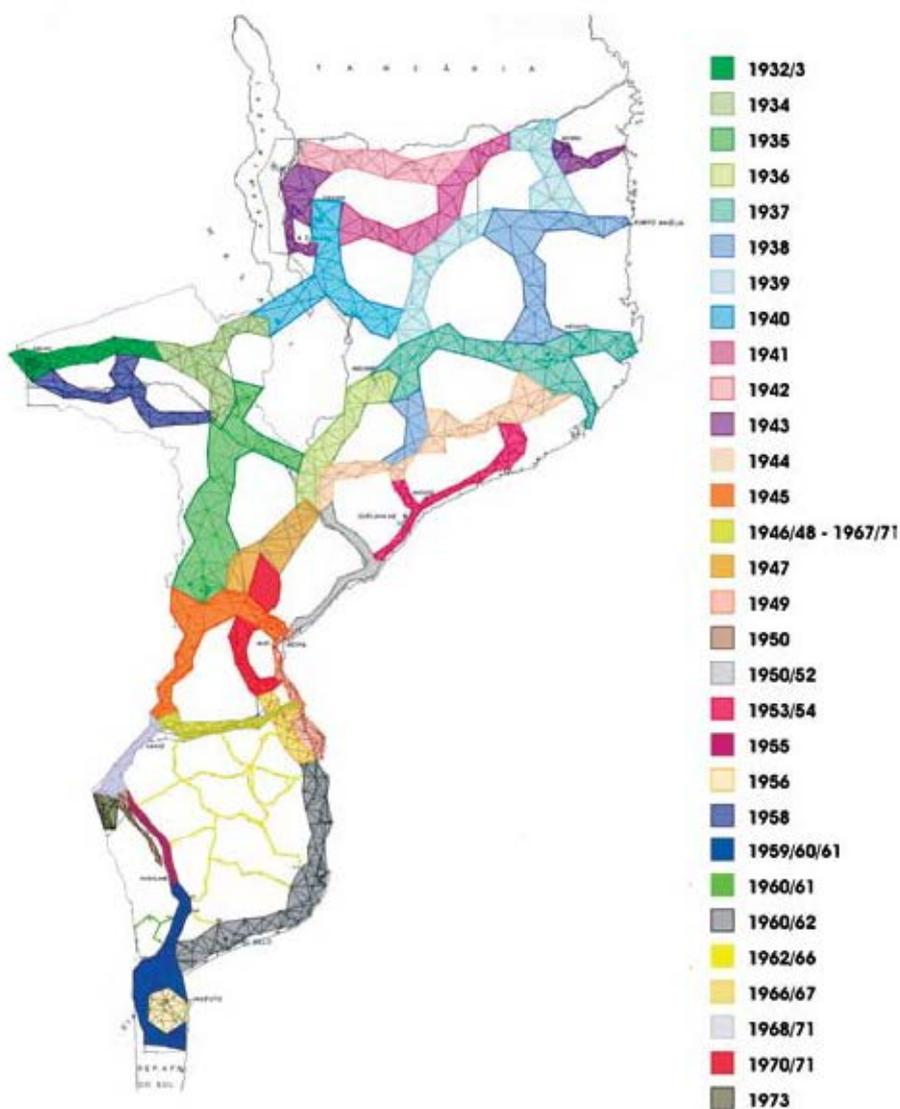


Redes Geodésicas estabelecidas no Arquipélago de Cabo Verde e ligação entre ilhas

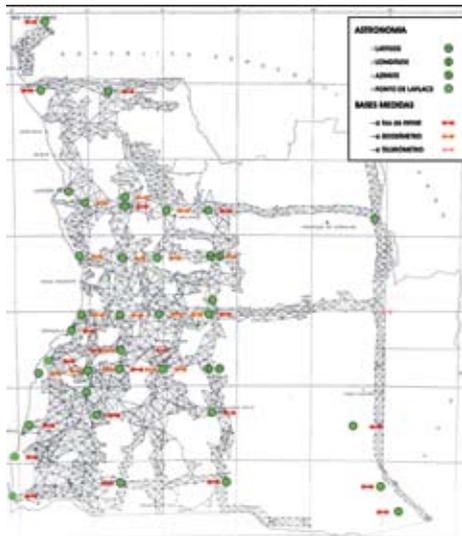


- TRÂNSILAÇÃO PRINCIPAL
- TRÂNSILAÇÃO SECUNDÁRIA - TROÇO DO NORTE
- TRÂNSILAÇÃO SECUNDÁRIA - TROÇO DO SUL
- TRÂNSILAÇÃO SECUNDÁRIA - TROÇO DO ARQUIPÉLAGO DOS BUNGOS
- TRÂNSILAÇÃO SECUNDÁRIA - TROÇO DO BOÉ
- POLIGONAS DE PRECISÃO

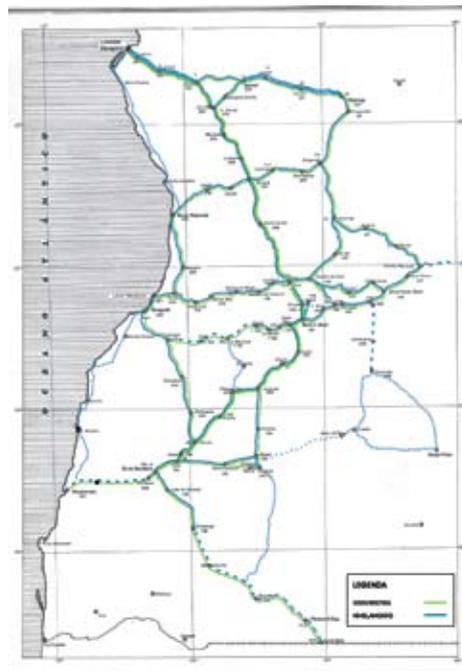
Cobertura Geodésica da Guiné



Rede de triangulação de 1ª ordem de Moçambique e ano em que foram observadas as diversas cadeias



Rede de triangulação de Angola, bases e astronomias



Rede de Nivelamento Geométrico e Gravimétrico de Angola

