

Paula Cristina Cunha Santos
Instituto de Investigação Científica Tropical
Portugal
paula.santos@iict.pt

Missões Geodésicas em São Tomé e Príncipe

No Arquipélago de S. Tomé e Príncipe os trabalhos geodésicos necessários à elaboração da respectiva cartografia, foram realizados por uma missão geodésica chefiada por Gago Coutinho e outra missão geo-hidrográfica chefiada por João Capelo. A cobertura geodésica da Ilha de S. Tomé é composta por triangulações de 1^a e 2^a ordens integrando os ilhéus e na Ilha do Príncipe por uma triangulação principal e, uma secundária, na parte norte da ilha, e constituem a base da cartografia actual. As inúmeras observações astronómicas de latitude realizadas por Gago Coutinho permitiram determinar que a linha do Equador passa pelo Ilhéu das Rolas. Enquanto se desenrolavam os trabalhos geodésicos, recolheram-se os elementos cartográficos para a publicação das cartas nas escalas 1/50000 e 1/30000 respectivamente.

The geodetic works of the Archipel of S. Tomé and Príncipe were accomplished by the geodetic mission of S. Tomé directed by the admiral Gago Coutinho and a geo-hydrographical mission directed by the captain João Capelo. It consists in a triangulation chain covering all the islands and is the basis of the cartography still in use nowadays. The several astronomical observations of latitude made by the admiral Gago Coutinho settled the equator line in Ilhéu das Rolas. The cartographic survey was held simultaneously with the geodetic works, and the respective maps were published later on, by the Portuguese Commission of Cartography.

MISSÃO GEODÉSICA (1916-1918) E MISSÃO GEO-HIDROGRÁFICA (1929-1930) DE S. TOMÉ E PRÍNCIPE

O estudo e conhecimento de um território, requer a existência e disponibilidade de informação geo-referenciada, actual, completa e adequada às suas necessidades económicas e sociais. Para o fomento e progresso de um território há que inventariar os seus recursos e condensá-los em cartas com suficiente rigor para o que são necessários trabalhos de geodesia e topografia rigorosos pois a rede geodésica é a estrutura que permite uniformizar todo o tipo de informação que necessita ser associada a um conjunto de coordenadas que identifique a sua posição no terreno. No seu relatório sobre os trabalhos geodésicos na Ilha de S. Tomé (1920) Gago Coutinho diz mesmo que:

“Especialmente na Ilha de S. Tomé , a colónia portuguesa , mais ocupada e mais desenvolvida, e onde, abundam os recursos, a falta de uma carta regular, ... , é indesculpável, ... , ali os trabalhos geodésicos não poderão ser considerados um snobismo da civilização moderna; são sem dúvida, uma exigência jurídica de títulos de propriedade das suas tão valiosas roças, porque a prova geométrica que já desde os egípcios é reconhecida como de grande necessidade, é hoje ainda triunfantemente a única evidente, e a única capaz de dissipar as inevitáveis dúvidas dos registos de propriedades agrícolas da ilha de S. Tomé, já mais de metade cultivada e toda dividida por balizas, fundadas em expressões vagas, como rumos magnéticos, varas de costa, fundos ao Pico, o primeiro vizinho , etc.”

Após alguns trabalhos preliminares efectuados em 1915 pelo Governo Central sob proposta do então capitão dos portos, tenente da armada Álvaro Martha, o Conselho de Administração dos Portos e Viação aprovou por unanimidade o projecto de se proceder a trabalhos geodésicos, hidrográficos e topográficos nas ilhas de S. Tomé e Príncipe (Coutinho, 1920). Para a realização dos trabalhos geodésicos e topográficos foi criada uma missão geodésica cuja direcção foi entregue ao capitão de mar e guerra, Gago Coutinho. A Missão Geodésica de S. Tomé e Príncipe começou a operar em 1916 e em três campanhas consecutivas efectuou a cobertura geodésica da Ilha de S. Tomé .

Na ilha do Príncipe estes trabalhos tiveram lugar uma década mais tarde e foram realizados pela Missão Geo-Hidrográfica de S. Tomé e Príncipe. Criada por iniciativa do governador, primeiro tenente da marinha José Duarte Junqueira Rato, a Missão operou nos anos de 1929 e 1930 chefiada pelo capitão tenente João Augusto Capelo sob a direcção técnica da Comissão de Cartografia (1934).

Operações geodésicas

A cobertura geodésica de um território, integra várias operações: reconhecimento, medição de ângulos horizontais e verticais, comprimentos, observações astronómicas e após a década de 50, nivelamento geométrico e gravimetria.

Reconhecimento

O reconhecimento é a operação preliminar na cobertura geodésica de um territó-

rio e dele dependem a rapidez e o sucesso dos trabalhos posteriores. Consiste na escolha, face às características do terreno e condicionantes logísticas, dos vértices dos triângulos que, por encadeamento sucessivo, irão constituir a rede de triangulação geodésica.

Em S. Tomé e Príncipe o trabalho de reconhecimento, particularmente fácil pela abundância de pontos apropriados para escolha de vértices, foi, por outro lado, bastante demorado dadas as condições atmosféricas persistentemente desfavoráveis, a orografia fortemente acentuada e as espessas e elevadas manchas florestais.

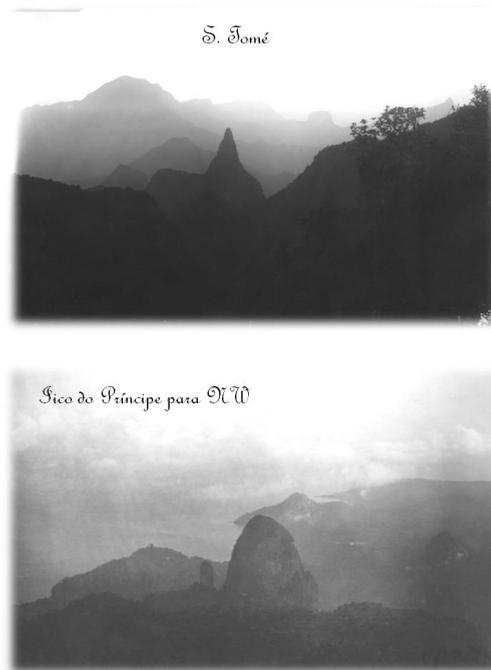


Fig. 1 – Relevo de S. Tomé e Príncipe

Rede geodésica e medição de ângulos

Uma rede geodésica é constituída por figuras geométricas, compostas por triângulos, escolhidas de forma a diminuir-se a incidência dos erros nas observações e a dispor-se de verificações nos resultados. Nesta apoiam-se malhas complementares em que as distâncias entre os vértices vão decrescendo, até assumirem uma densidade capaz de servir aos trabalhos correntes de cartografia.

A rede geodésica da Ilha de S. Tomé é composta por triangulações de 1^a e 2^a ordens integrando os ilhéus, Rolas, Sete Pedras e Cobras, e uma rede de poligonação percorrendo as estradas principais. Para a triangulação principal, Gago Coutinho escolheu quatro pontos bem característicos e com grande visibilidade, formando um quadrilátero. Em torno destes e pela periferia da ilha, estabeleceu uma rede de triângulos, com lados de cerca de dez quilómetros que lhe definem o contorno.

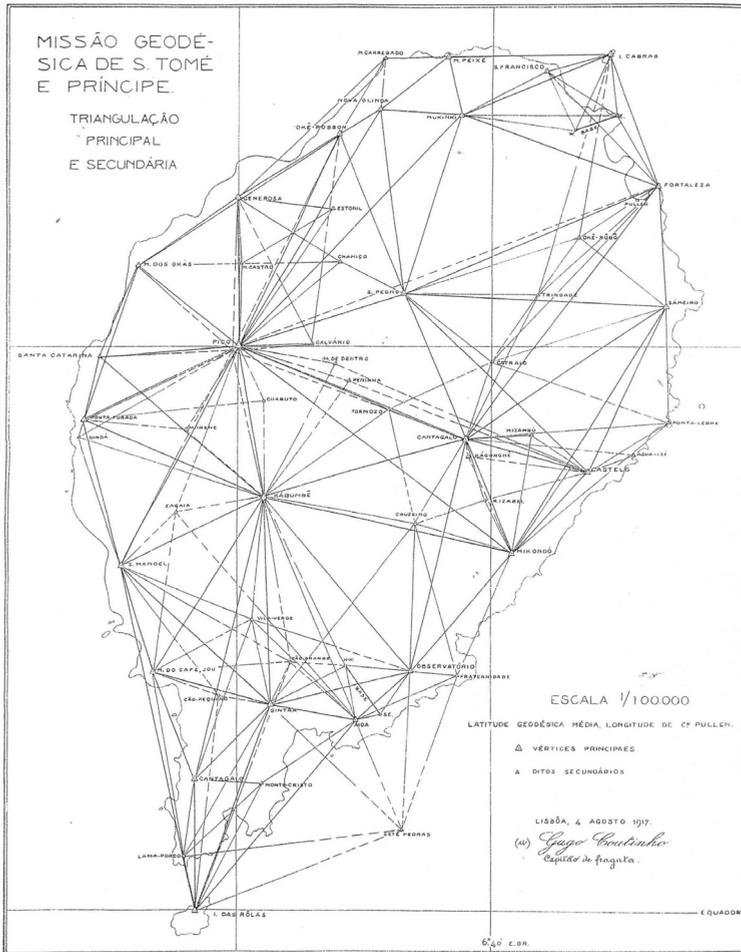
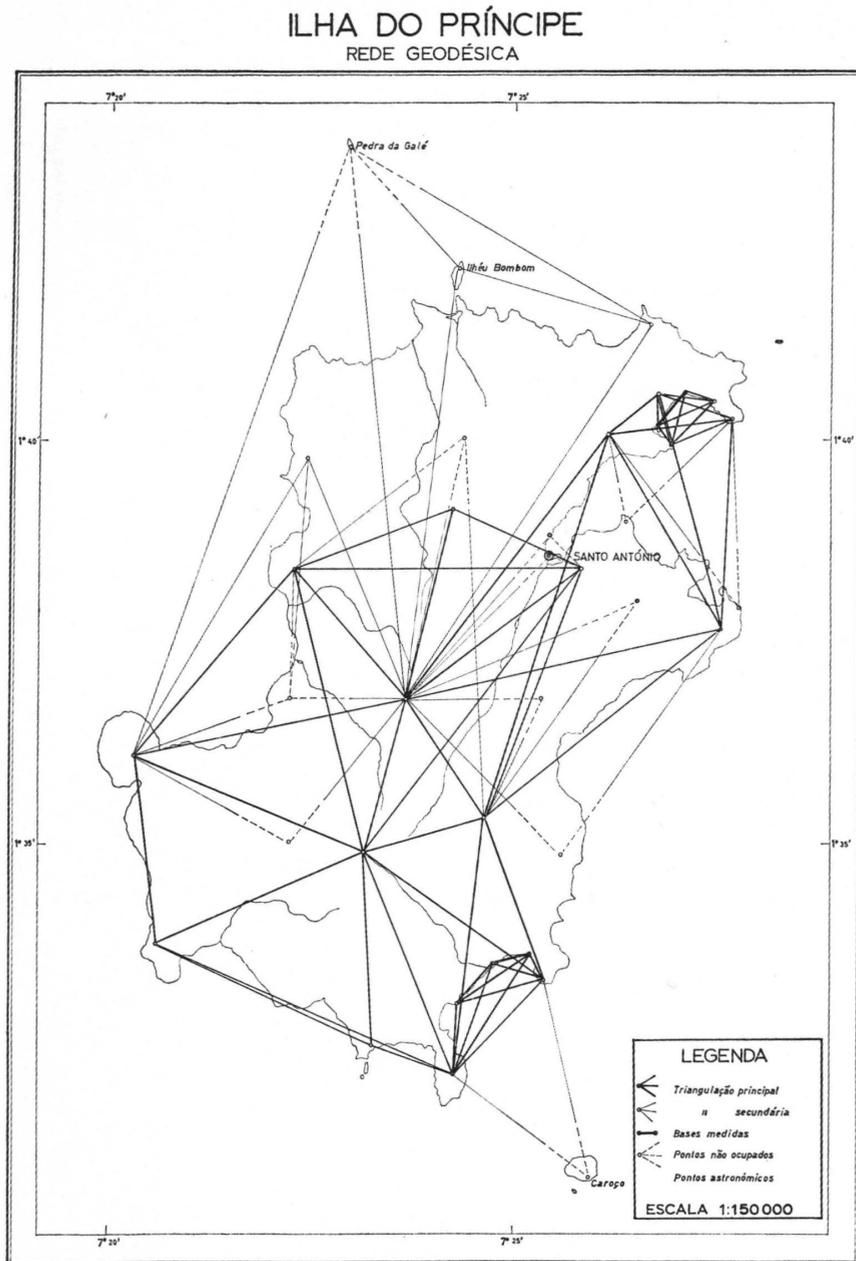


Fig. 2 - Rede Geodésica da Ilha de S. Tomé

Na Ilha do Príncipe, a malha geodésica compõe-se de uma triangulação principal e, apoiada nesta, uma secundária, destinada a cobrir a parte norte da ilha. Uma triangulação terciária constituída, por pontos de difícil ocupação, formada por triângulos isolados, apoia-se em lados destas triangulações. Os ilhéus Pedra da Galé, Bom-bom e Caroço estão ligados geodesicamente à malha principal.



Os pontos que constituem as redes são, regra geral, materializados no terreno por marcos sobre os quais se erguem sinais para garantir a sua intervisibilidade. Segundo Gago Coutinho (1920):

“O critério que presidiu à escolha ... dos nossos marcos ... foi o de imitar os que há perto de um século os ingleses construíram na Índia ... e que ainda hoje existem ... procurou-se assim a forma mais durável, escolhendo a de uma sapata circular de 2 m de

diâmetro com cerca de 0,5 m de altura da qual metade está enterrada ... servia de embasamento onde ficava encastrado um tubo de ferro ... de um metro de altura, do qual só 60 centímetros saíam acima da mesma base; e esta parte saliente era protegida por um pilar também cimentado de 40 cm por 40 cm, orientado com uma face norte-sul ... “.



Fig. 4 – Marco Generosa (fotos de Gago Coutinho, 1919 e de Tiziano Pisone, Federação São-Tomense de Ciclismo, 2010)

Como alvo, para se ver ao longe, usou-se um tubo em ferro zincado, de quatro a cinco metros de altura, terminando superiormente por dois alvos cruzados, de chapa galvanizada e ondulada, de 82 centímetros de altura por 92 centímetros de largura. Em condições normais de atmosfera, estes alvos viam-se sem dificuldade a mais de 30 quilómetros de distância; os alvos mais baixos foram pintados com grandes triângulos brancos (Coutinho, 1920).





Fig. 5 – Sinais Geodésicos usados na triangulação das ilhas de S. Tomé e Príncipe

O processo empregado na medição dos ângulos azimutais foi o dos giros de horizonte na triangulação de S. Tomé com os teodolitos Salmoiraghi, mandados construir, sob especificações de Gago Coutinho, para a Missão Geodésica da África Oriental e Troughton & Simms.

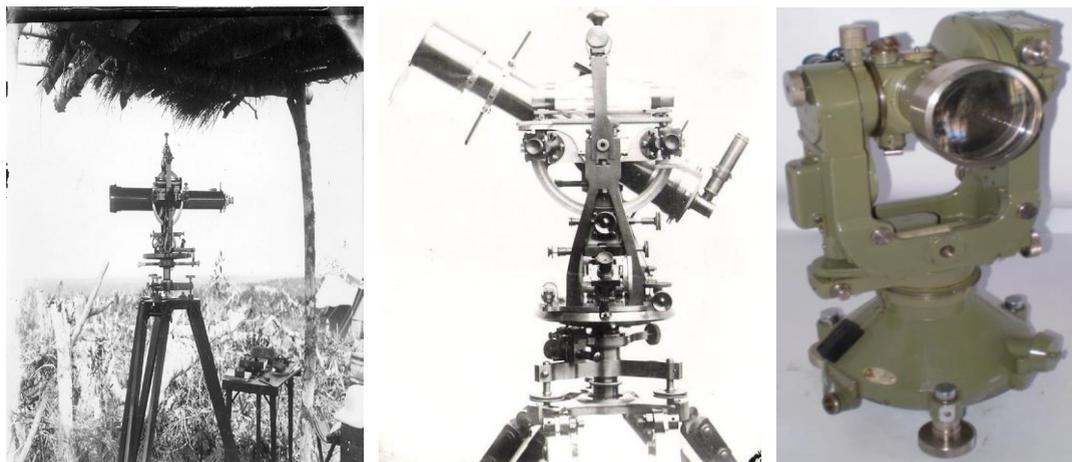


Fig. 6 – Teodolitos Salmoiraghi, Troughton & Simms e Wild T3

Na ilha do Príncipe estas medições foram realizadas segundo o método de Schreiber com o teodolito Wild T3 (nº de série 62) adquirido em 1926 para a Missão Geodésica de Cabo Verde. Os ângulos verticais foram medidos, com os mesmos instrumentos, pelo método de distâncias zenitais recíprocas não simultâneas o que o caso de uma brigada única tornava impossível.

Medição de Bases

Para dar escala à rede (garantir precisão nas dimensões lineares) medem-se bases geodésicas, segmentos de recta com alguns quilómetros medidos com elevada precisão.

Em ambas as ilhas foram medidas 2 bases a fios de invar. Estes fios construídos pela Casa Carpentier de Paris eram feitos de uma liga de aço e níquel com coeficiente de dilatação trinta vezes menor que o aço, o que reduzia consideravelmente os erros devido à dificuldade de apreciação da temperatura dos fios. Além de serem comparados no *Observatoire des Poids et Mesures* de Paris, eram submetidos previamente a esforços e tratamentos especiais, que garantiam a invariabilidade prática do seu comprimento, pelo que constituíam uma medida de rigor, transportável, e de comprimento bem estudado, permitindo precisões que facilmente ultrapassavam uma parte por milhão.

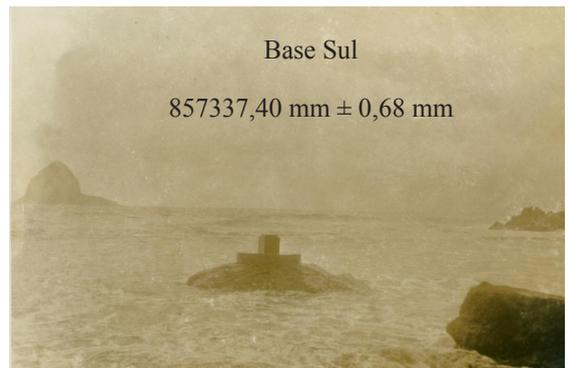
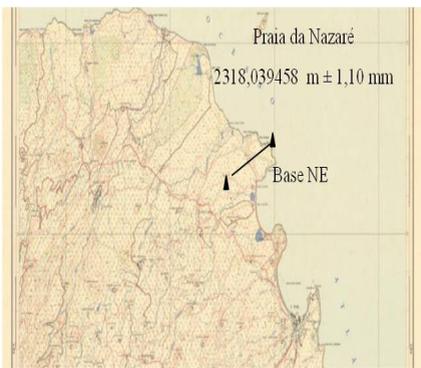


Fig. 7 – Bases Nordeste da Ilha de S. Tomé e Sul na Ilha do Príncipe

Observações astronómicas

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.

Na Ilha de S. Tomé, com um teodolito Universal Repsold, fizeram-se observações astronómicas para a determinação da latitude em seis pontos da ilha, escolhidos de maneira a apresentarem uma média, tanto quanto era possível prever, liberta da forte irregularidade da vertical que Gago Coutinho (1920) atribuiu “à profunda escavação que existe em torno da ilha, o mar que a cerca de 20 quilómetros já apresenta profundidades de três quilómetros, e não está disposta em cavaletes ravinados, como os montes da ilha, mas com uma cavidade quase uniforme, cheia de água que é cerca de três vezes menos densa que a pedra.”. O método adoptado foi o das distâncias zenitais meridianas.

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).



Fig. 8 – Padrão que assinala a passagem da linha do Equador pelo Ilhéu das Rolas

Na Ilha do Príncipe as observações astronómicas de latitude foram feitas, com um Universal de Heyde, em estações localizadas no extremos norte, sul, este e oeste da ilha, dispostas simetricamente em relação ao morro do Papagaio onde se estimou serem mínimos os desvios da vertical (IH, 1965).

A Missão de S. Tomé não teve possibilidades, por circunstâncias derivadas da 1ª guerra mundial, de realizar observações para determinar longitudes. Gago Coutinho resolveu então adoptar o valor obtido, em 1889 pelo comandante Pullen, da marinha de guerra inglesa, através da observação de estrelas e da recepção da hora da cidade do Cabo via cabo submarino. Mais tarde, a Missão Geo-Hidrográfica de S. Tomé e Príncipe efectuou observações astronómicas em S. Tomé para determinação de longitudes, nos extremos leste e oeste da ilha, Roça Jou obtendo valores bastante concordantes. Na Ilha do Príncipe fizeram-se quatro observações de longitude em estações a norte, sul, leste e oeste. As observações foram feitas com o Universal de Heyde, pelo processo de passagens meridianas de estrelas.

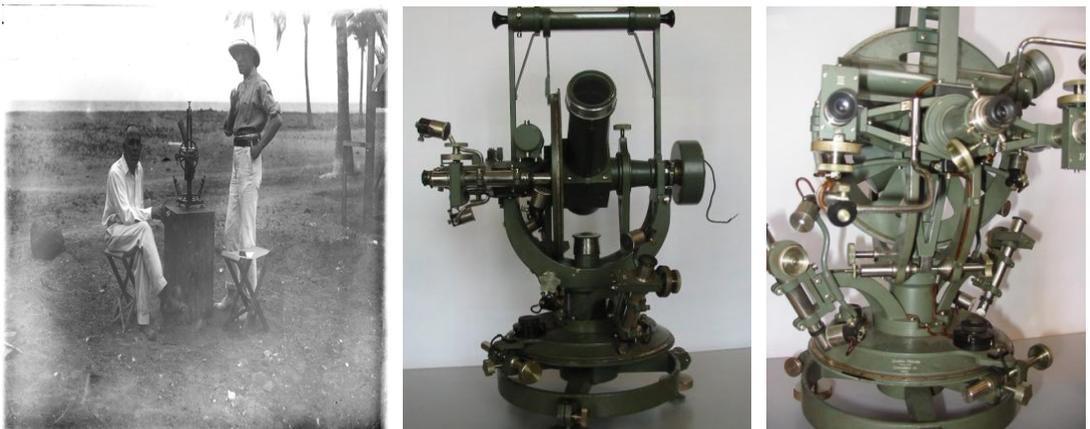


Fig. 9 – Gago Coutinho com o teodolito Repsold (à esquerda) e teodolito Universal de Heyde (à direita)

Em ambas as ilhas foram observados dois azimutes astronómicos. Como S. Tomé se encontra sobre o equador não é possível observar a estrela polar para a determinação de azimutes de precisão. Gago Coutinho recorreu então à observação de estrelas, do catálogo de Boss, com declinação entre 73° e 85° . Como marca azimutal usou projectores de acetilene centrados num vértice afastado da triangulação. O instrumento utilizado foi o círculo geodésico de Salmoiraghi. Para facilitar a pontaria às estrelas, algumas de pequena grandeza, foi previamente calculada uma tabela de pontarias, escolhidas de modo a eliminar erros na latitude, a leste e a oeste do meridiano. Na Ilha do Príncipe com o teodolito WildT3 observaram-se estrelas de baixa altura, próximas do primeiro vertical, a leste e oeste, em igual número, com horas determinadas pelo cronómetro regulado para o local da estação e em conjugação com a observação da luz de um pequeno projector centrado num marco distante.

Cálculos

Findos os trabalhos de campo, efectuavam-se os cálculos necessários para a publicação das cartas. Recorrendo a logaritmos que, com o desenvolvimento das máquinas de calcular, foram substituídos por valores naturais, determinavam-se recorrendo às leis da trigonometria os valores das coordenadas dos respectivos vértices geodésicos. Cada coordenada demorava cerca de uma hora a calcular e meses o ajustamento de uma cadeia que, fazendo intervir todas as observações efectuadas no campo, envolvia a resolução de centenas de equações.

O ajustamento da triangulação de S. Tomé foi realizado por figuras, dado que seria efectuado por um único calculador, Gago Coutinho. O cálculo da figura central de ligação das bases demorou cerca de 500 horas e envolveu a resolução de 17 equações de ângulos e 8 equações de lados para a determinação de 54 incógnitas.

Levantamento cartográfico

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 de S. Tomé e da Ilha do Príncipe foram publicadas pela Comissão de Cartografia, nas escalas 1/50000 e 1/30000 respectivamente (CSA, 1953).

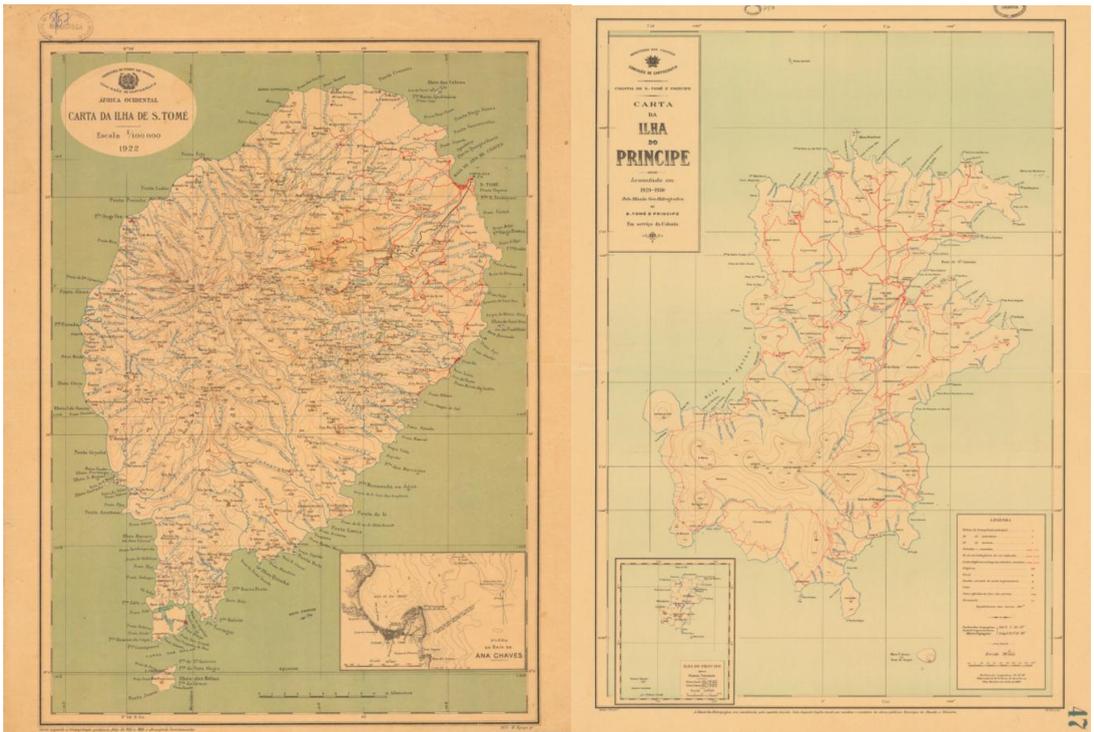


Fig. 10 – Cartas das ilhas de S. Tomé e Príncipe publicadas pela Comissão de Cartografia

Nos anos sessenta foram ainda publicadas para S. Tomé cinco folhas na escala 1/25000 e, por redução desta série, uma folha na escala 1/75000, e para a Ilha do Príncipe duas folhas na escala 1/25000. Para o apoio geodésico foram aproveitadas as triangulações estabelecidas por estas duas Missões. O apoio cartográfico foi efectuado pela Missão Hidrográfica de Angola e S. Tomé que, de 1954 a 1958 e em 1960 se ocupou do respectivo levantamento. Foram ainda utilizados os elementos obtidos por estereorestituição da fotografia aérea realizada pela empresa Artop em voos efectuados em 1955.

Notas Finais

As Missões que actuaram nos países sob administração portuguesa, realizaram um notável trabalho tendo deixado uma obra de reconhecido mérito internacional.

Nos territórios por onde actuaram são ainda, na sua maioria, os únicos elementos geodésicos que existem e, apesar dos anos, 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 por satélite, permitem conjugar a informação geo-referenciada existente, com a que se venha a obter, essencial para qualquer projecto de planeamento e desenvolvimento.

Referências

Comissão de Cartografia (1934) – *Triangulação e levantamento da carta da Ilha do Príncipe*. Ministério das Colónias. Imprensa Nacional, Lisboa, 1934.

CSA, 1953 – *Cartographic de L’Afrique au sud du Sahara*. Conseil Scientifique pour l’Afrique au sud du Saara. Avril, 1953.

Coutinho, Gago (1920) – *Ilha de S. Tomé, Relatório da Missão Geodésica , 1915-1918*. Ministério das Colónias, Conselho de Administração dos Serviços de Obras Públicas da Província de S. Tomé e Príncipe. Lisboa, Imprensa Nacional, 1920, in *Obras Completas de Gago Coutinho*. A. Teixeira da Mota. Volume II: *Obras Técnicas, Científicas e Históricas (1917-1921)*. Junta de Investigações Científicas do Ultramar. Lisboa, 1975.

IH (1965) – *Anais do Instituto Hidrográfico, nº2*, Ministério da Marinha. Lisboa, 1965.

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.