



OLHAR O CÉU,
MEDIR A TERRA

Presidente da República

Dilma Roussef

Ministro de Estado de Ciência Tecnologia e Inovação

Aluízio Mercadante

Secretário da Coordenação das Unidades de Pesquisa

Arquimedes Diógenes Ciloni

Diretor do Museu de Astronomia e Ciências Afins

Maria Margaret Lopes

Coordenador de Museologia

Marcus Granado

Coordenador de História da Ciência

Moema de Rezende Vergara

Coordenador de Educação em Ciências

Douglas Falcão

Coordenador de Documentação e Arquivo

Lucia Alves da Silva Lino

Coordenador de Administração

Durval Costa Reis

Figura da Capa

*Ilustração com o uso da balestilha, de Peter Apian,
Introductio Geographica, 1533.*

Apoio



Realização



Ministério da
Ciência, Tecnologia
e Inovação





OLHAR O CÉU, MEDIR A TERRA

Heloisa Meireles Gesteira
Maria Esther Alvarez Valente
Moema de Rezende Vergara

FICHA CATALOGRÁFICA

G393

Gesteira, Heloisa Meireles

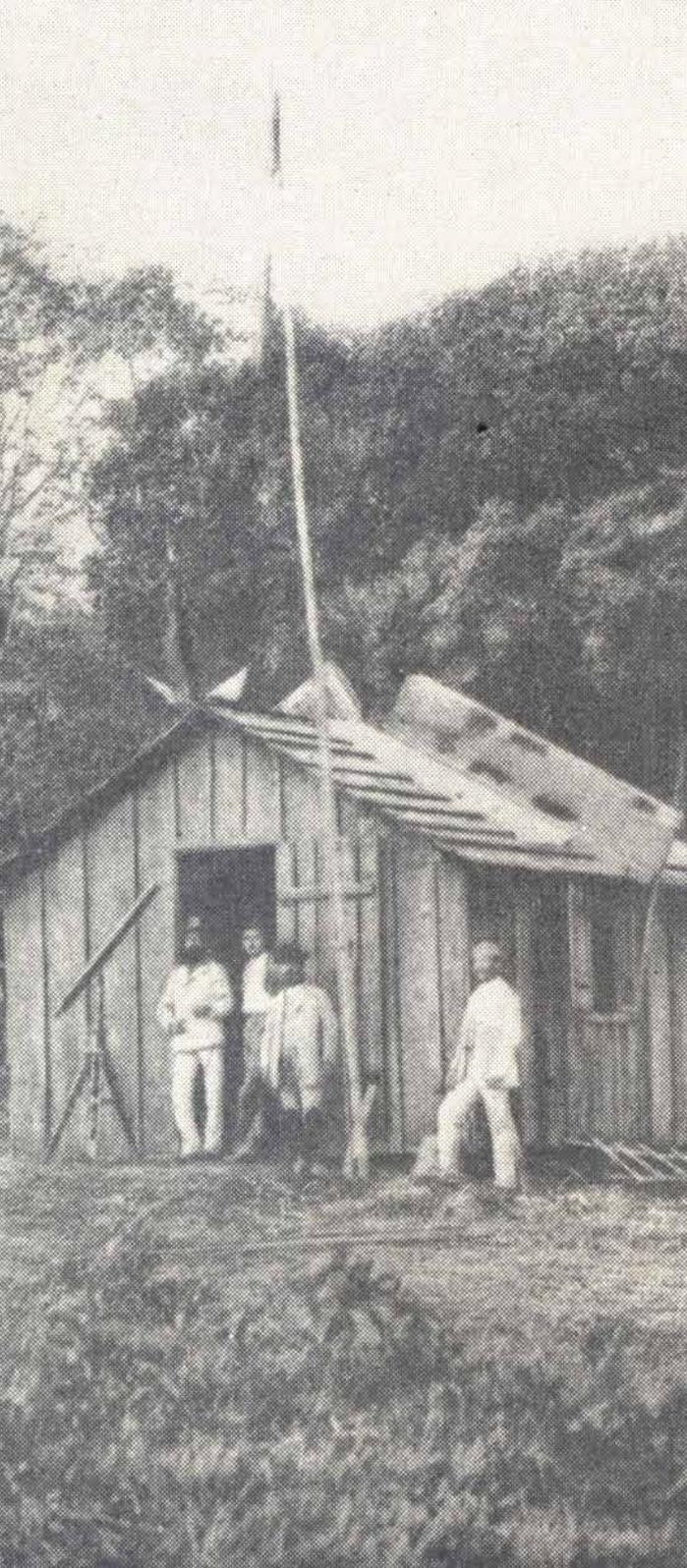
Olhar o céu, medir a terra / Heloisa Meireles Gesteira,
Maria Esther Alvarez Valente, Moema Rezende Vergara. -
Rio de Janeiro : Museu de Astronomia e Ciências Afins, 2011.
60p.

1. Catálogo de exposição. 2. Museologia. I. Valente, Maria
Esther Alvarez Valente. III. Vergara, Moema Rezende. IV. Título.
V. Museu de Astronomia e Ciências Afins.

CDU: 069.538

ÍNDICE

Apresentação.....	07
Estrelas, Mares e Terras.....	11
Navegar é preciso.....	19
Terra Brasilis.....	25
Olhares sobre o Mundo.....	29
A “exata” medida da América.....	31
A medida de todas as coisas.....	35
A circulação do conhecimento.....	37
Divulgação da Ciência.....	41
A Prática Científica e os Jogos de Interesse.....	43
Instrumentos e Medidas.....	45
Um meridiano para todos.....	47
Definição de Fronteiras no Brasil.....	49
No “coração” do Brasil.....	51
Astronomia, Limites e Fronteiras: o caso Brasil - Bolívia.....	53
Ciência e Tecnologia: Limites e Fronteiras.....	55



Re CV LV S O V I NOC

fecit à immantissima carne humanis uelatur. Nec eadem gens armis
& sagittis egregie uirtus. Hic phytaci uerbi dicuntur alieq; innumere a
ueso ferax monstruosa et Scimmia plura genera reperiuntur plu
rimaq; arbor nalcitur que bestia nuncupata uelhibus purpureo colo
re tingendis opportuna censetur.

RE CV

LV

S O

V I NOC



CLIMA PRIM

CIRCV
CLIMA

CLIMA

C L I M A

LVS CAN
SECV

TERCI



☀ APRESENTAÇÃO

Observar, medir e conhecer o Céu e a Terra... Um desafio constante, enfrentado de diferentes maneiras e em diferentes épocas. A partir dos instrumentos de medição do tempo e do espaço, a exposição *Olhar o Céu, Medir a Terra* explora a relação entre a ciência e a configuração territorial do Brasil.

Os instrumentos científicos aqui apresentados - em grande parte originários do Imperial Observatório / Observatório Nacional - foram utilizados em contextos diversos e contribuíram para o desenvolvimento sobretudo da astronomia, da geografia, da cartografia e da navegação astronômica no país. Distantes de seu uso original, constituem hoje uma mostra do patrimônio científico e tecnológico brasileiro, sob a guarda do Museu de Astronomia e Ciências Afins - MAST.

Observar o Céu, Medir a Terra convida a explorar, através de diferentes recursos expositivos, os significados dos instrumentos científicos e a riqueza dos documentos apresentados - impregnados de seus usos, personagens, ideias e práticas científicas, indispensáveis à construção da ciência e da tecnologia.

Lopo Homem, (Pedro e Jorge Reinel). Atlas Müller, 1515/19.



Astrônomos, naturalistas, físicos, matemáticos, navegadores, arquitetos, além de tantos outros profissionais e amadores, utilizam diferentes instrumentos. Mas por quem, como e para que foram concebidos? Eis as perguntas que nos remetem aos aspectos da história desses objetos, e às distintas experiências que nos permitem pensar que os mesmos devem sua definição a partir do seu uso. Ao se deslocarem por diferentes lugares – museus, coleções particulares, escolas, exposições etc. - trazem as marcas das circunstâncias em que foram concebidos. Uma luneta no terraço de uma residência, instalada em um observatório ou na fotografia de uma expedição não tem a mesma função. Para quem observa a Lua através de um instrumento óptico, realiza um cálculo usando o modelo de balestilha ou ainda aprecia a réplica de um astrolábio numa exposição de museu, importa compreender as possibilidades de uma nova experiência visual, de uma nova aventura, de um novo conhecimento.

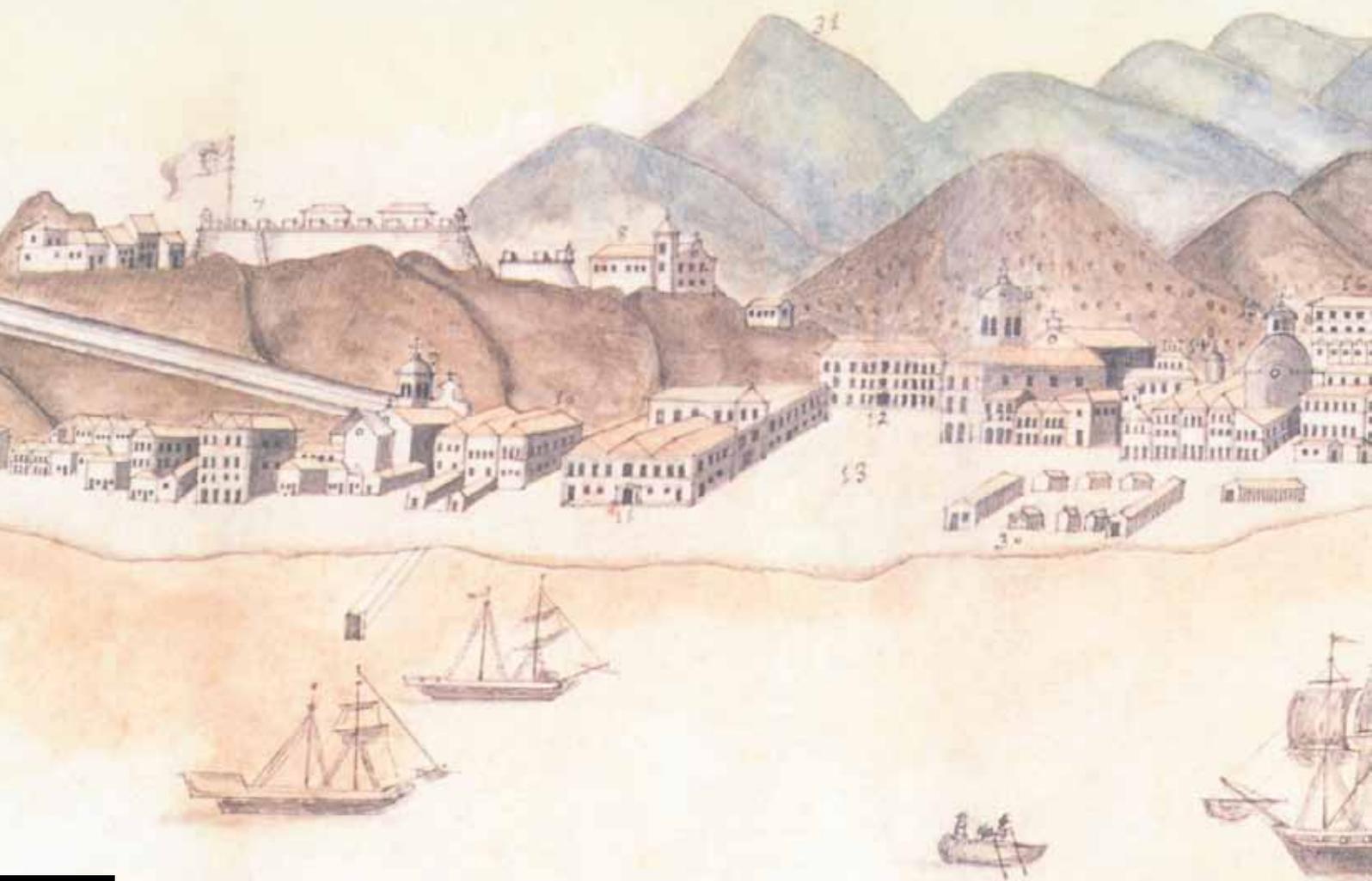
Luneta Astronômica. Acervo MAST

MAR PORTUGUÊS

Ó mar salgado, quanto do teu sal
São lágrimas de Portugal
Por te cruzarmos, quantas mães choraram,
Quantos filhos em vão rezaram!

Quantas noivas ficaram por casar
Para que fosses nosso, ó mar!
Valeu a pena? Tudo vale a pena
Se a alma não é pequena.
Quem quer passar além do Bojador
Tem que passar além da dor.
Deus ao mar o perigo e o abismo deu,
Mas nele é que espelhou o céu.

Fernando Pessoa, 1922



✧ ESTRELAS, MARES E TERRAS

Admiramos os astros sem nos dar conta de sua importância para as viagens marítimas realizadas pelos europeus durante os séculos XV e XVI e que culminaram com a chegada a terras até aquele momento desconhecidas na Europa. A elas foi dado o nome de América, em homenagem ao cosmógrafo e piloto italiano Américo Vespúcio, que percorreu parte da costa do Novo Mundo a serviço dos reis de Espanha e Portugal. Sem o conhecimento astronômico seria impraticável a navegação oceânica. A astronomia foi, assim, um elemento importante para a chegada de Pedro Álvares Cabral em terras batizadas de Vera Cruz, e mais tarde conhecidas pelo nome de Brasil.

Todos já lemos passagens da carta enviada a D. Manuel pelo escrivão Pero Vaz de Caminha, na qual este descrevia a terra e as gentes que ali estavam, na região hoje conhecida como Porto Seguro, na Bahia. Mas poucos tiveram a oportunidade de ler uma outra missiva enviada ao rei português, escrita por Mestre João. Nela, o cosmógrafo e médico da esquadra fixa dois elementos importantes: a latitude das novas terras (o que permitia ao rei consultar um mapa e conferir sua localização, mesmo estando em Lisboa), e o ‘desenho’ da constelação batizada de Cruzeiro do Sul. Para realizar essa tarefa, Mestre João nos informa ter utilizado um astrolábio.

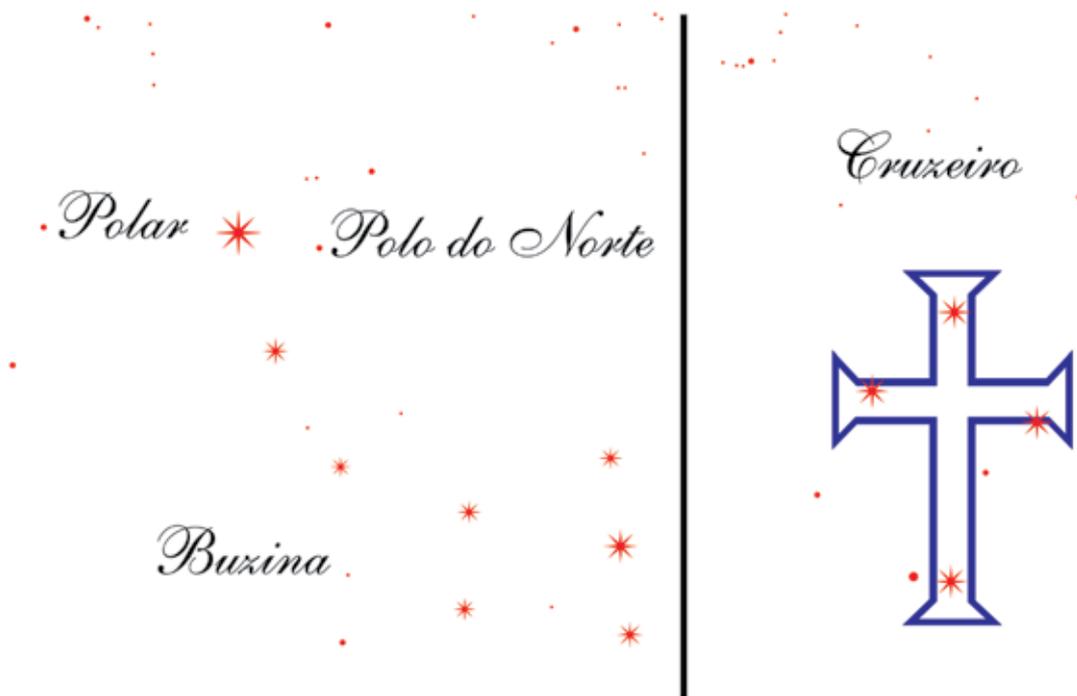
Navegar pelos mares durante a noite, mesmo distante da costa, era relativamente seguro, pois eram conhecidos alguns pontos fixos que permitiam a orientação em pleno oceano – esses balizadores eram as estrelas. A partir da localização e determinação das coordenadas de latitude e longitude de algumas delas, era possível situar-se em qualquer ponto sobre a superfície da Terra. Mesmo assim, durante muito tempo, a navegação oceânica não era feita com muita precisão, o que resultava em infortúnios

L. S. Vilhena “Prospecto da Cidade de S. Sebastião do Rio de Janeiro situada no Estado do Brasil na America Meridional pellos 23 graos de Latitude, e 342 graos, e 22 minutos de Longitude Meridional. Copiado exatamente do que se elevou em 1775”.

para os pilotos e marinheiros; muitos se perdiam e muitas vezes naufragavam. Apesar de tudo, o conhecimento matemático sobre as propriedades da esfera, somado à utilização de instrumentos que permitiam determinar a altura dos astros, possibilitou a aventura atlântica, iniciada pelos portugueses e espanhóis no século XV.

Até o século XVII, o uso do astrolábio náutico foi bastante difundido entre os pilotos e homens do mar. Com esse instrumento, media-se a distância, em ângulos, entre o ponto em que se encontrava o observador e o astro observado. Outros instrumentos também eram usados com o mesmo fim, entre eles a balestilha e o sextante, este último mais difundido a partir do século XVIII. Durante as viagens, quando as condições eram favoráveis, tomava-se cotidianamente a altura do Sol ao meio dia – momento em que esta estrela passa pelo meridiano do lugar - para se determinar a latitude. O mesmo era feito à noite, a partir da observação das estrelas mais brilhantes que compunham as constelações conhecidas.

A precisão da longitude no mar, no entanto, só foi possível em meados do século XVIII, com a criação do relógio de John Harrison, na década de 1730. Até então, o cálculo era feito por estimativa, a partir da observação das estrelas mais conhecidas, principalmente a Polar, no hemisfério norte, e aquelas da constelação do Cruzeiro, no hemisfério sul.



Estrela Polar Norte e Cruzeiro do Sul - Manuel Pimentel, Lisboa - 1699

e otro tanto asy de lo dhas tablas de la Tierra q se no pueden tomar
con ellas q no son muy mto fables q de vna altura supiese como
desconcertaua todos en las pulgadas heya de lo mas q el astrolabio por
q dha hsta. me se canapio vnos de otros desconcertaua en mto pul
guras q vnos dha mas q otros tres e quatro pulgadas e ut tanto
de de los canapios me se yelato de cabo de e fto heysuardando todos
q el error fuese de una misma ora de gusa q mas juzgand qntos pulgadas
era por la qntidad de campo q les pudiese q dha andar q no el campo
por las pulgadas tornand o en el pposito fto qntos nuna q fcon



“ Ontem, segunda-feira, que foram 27 de abril, descemos em terra, eu e o piloto do capitão-mor e o piloto de Sancho de Tovar; tomamos a altura do sol ao meio-dia e achamos 56 graus, e a sombra era setentrional, pelo que, segundo as regras do astrolábio, julgamos estar afastados da equinocial por 17°, e ter por conseguinte a altura do pólo antártico em 17°, segundo é manifesto na esfera. E isto é quanto a um dos pontos, pelo que saberá Vossa Alteza que todos os pilotos vão tanto adiante de mim, que Pero Escolar vai adiante 150 léguas, e outros mais, e outros menos, mas quem diz a verdade não se pode certificar até que em boa hora chegemos ao cabo de Boa Esperança e ali saberemos quem vai mais certo, se eles com a carta, ou eu com a carta e o astrolábio ”

Trecho da Carta de Mestre João ao rei de Portugal D. Manuel, (1500)

esta sola estrella q esta enriba de toda la que es mto paxa no qe
mas alonca por no ymportuna de vna altura. Ouluo q qe heysuardando
esta paxa la vya e fto de vna altura adessante q como vna altura

O astrolábio náutico surgiu em Portugal, ainda no século XV, mas, como tantos outros inventos, é sempre questionável atribuímos sua criação a uma única pessoa. Entretanto, alguns fatores fizeram de Portugal, na época, um lugar realmente privilegiado para o desenvolvimento da Arte de Navegar e também para o aperfeiçoamento das técnicas destinadas à navegação marítima. Embora já existisse muito antes do período das grandes travessias, sua adaptação para a observação do Sol foi uma grande novidade. Outro marco importante na saga das navegações no hemisfério sul foi a descrição da constelação batizada de Cruzeiro do Sul.

Destacamos a vocação marítima de Portugal, somada ao fato de que este foi o primeiro reino a se unificar na Europa. Além disso, a presença de árabes e judeus trouxe para esta região a tradição do conhecimento matemático e astronômico necessário ao desenvolvimento da ciência náutica.



Réplica de um astrolábio e compassos do século XVII. As peças originais pertencem ao Museu Naval (Rio de Janeiro)

O astrolábio náutico era uma versão simplificada do astrolábio planisférico tradicional. Por muito tempo, foi utilizado para medir a altura dos astros – estrelas e planetas – e auxiliar na localização em alto mar



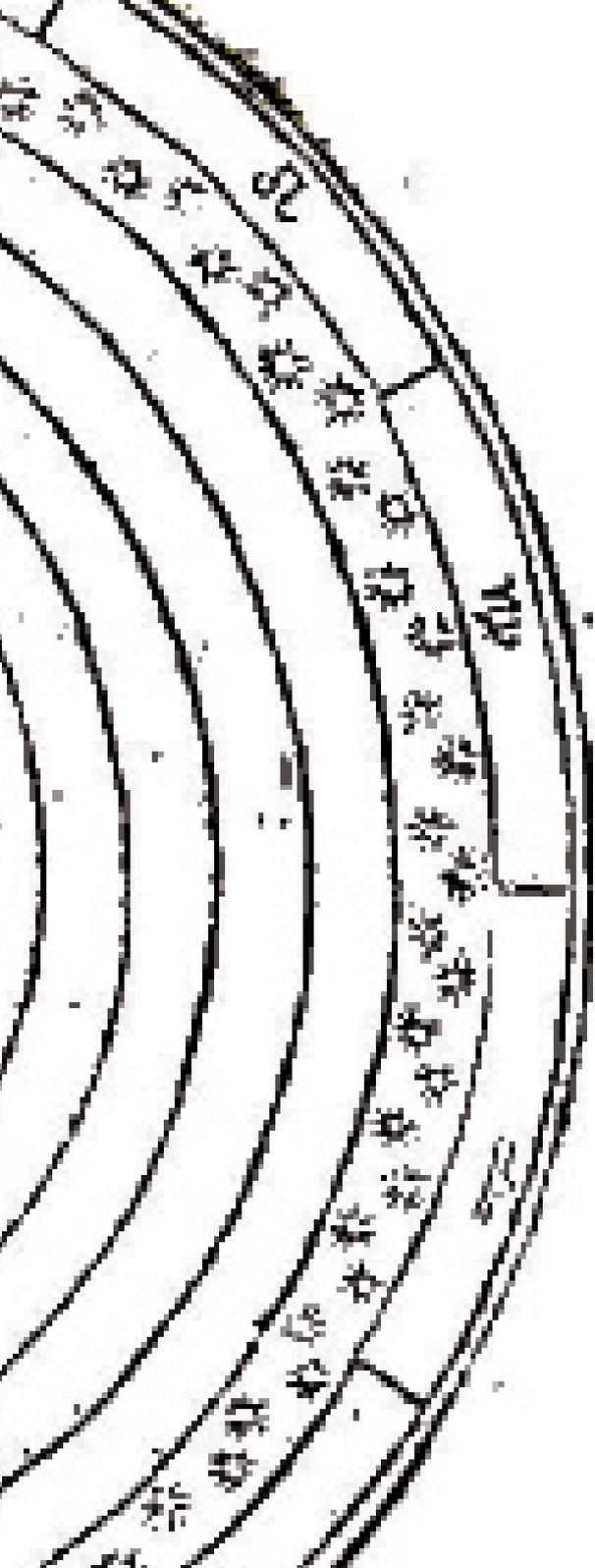
ASTROLÁBIO

Instrumento composto por um círculo de metal vazado no qual há duas travessas fixas que se cruzam em ângulo reto e uma régua móvel, que passa no mesmo centro com duas pínulas na extremidade, cada uma com um orifício por onde passam os raios de sol.

(descrição feita a partir do livro de Manuel Serrão Pimentel, Arte pratica de navegar & Roteiro das viagens, & costas marítimas do Brasil, Guiné, Angola, Índias e Ilhas orientaes e occidentaes, agora novamente emendadao & acrescentado o roteiro da costa de Espanha, & mar Mediterraneo. Lisboa: Oficina de Bernardo da Costa de Carvalho, 1699)

Regimiento de navegación, de Pedro Medina. Sevilla, 1563

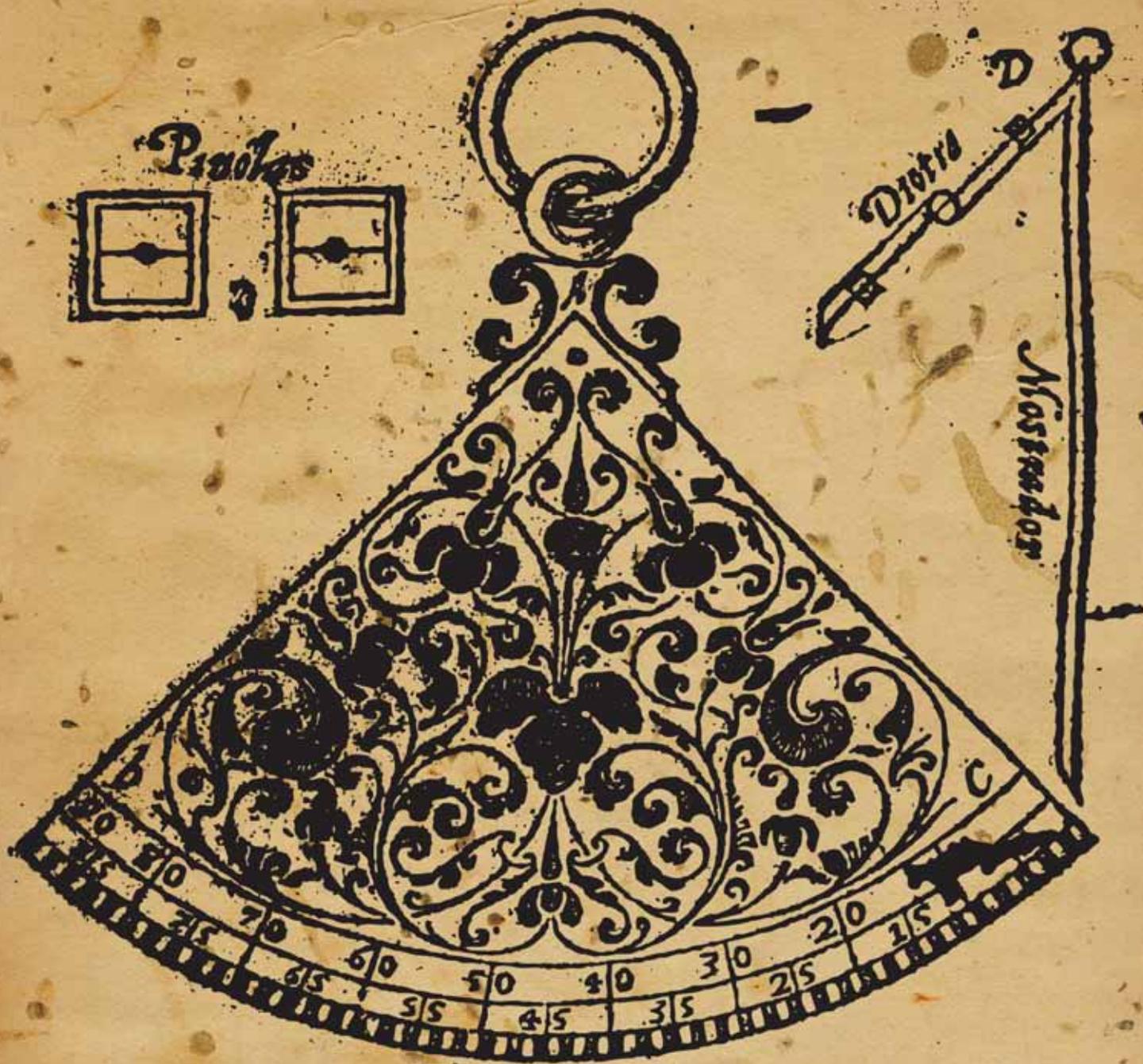




Em Portugal, os debates sobre as propriedades da esfera não se esgotaram com a publicação da obra de Pedro Nunes em 1547, onde, entre outros textos de sua autoria, o matemático traduziu o *Tratado da Esfera*, escrito por João de Sacrobosco. Durante os séculos XVI e XVII, os livros de astronomia e de náutica frequentemente traziam discussões sobre as propriedades da esfera e da estrutura do universo, para explicar os cálculos que deveriam ser aplicados ou apresentar certas teorias a partir da observação de fenômenos celestes, como os eclipses lunares ou as fases da Lua.

O estudo das propriedades da esfera, a geometria e a trigonometria foram os campos da matemática que permitiram o mapeamento do céu e da Terra. Mesmo que na época das grandes viagens o esquema geocêntrico ainda fosse defendido por alguns sábios, isso não impediu o desenvolvimento da ciência náutica e da cartografia. Esses princípios explicam igualmente a forma de construção e uso dos instrumentos náuticos para tomar a altura dos astros. Ao serem projetados a partir do círculo, e divididos de acordo com as regras da esfera, permitem medir os ângulos formados entre o lugar do observador e o astro observado: o astrolábio, o quadrante, o sextante e outros instrumentos náuticos foram sendo criados ou aperfeiçoados ao longo do tempo.

Na gravura ao lado, do livro de Pedro Nunes, destacamos o esquema geocêntrico que servia de base para o autor.



ENTRE AS MATEMÁTICAS, A NAVEGAÇÃO É A MAIS ÚTIL

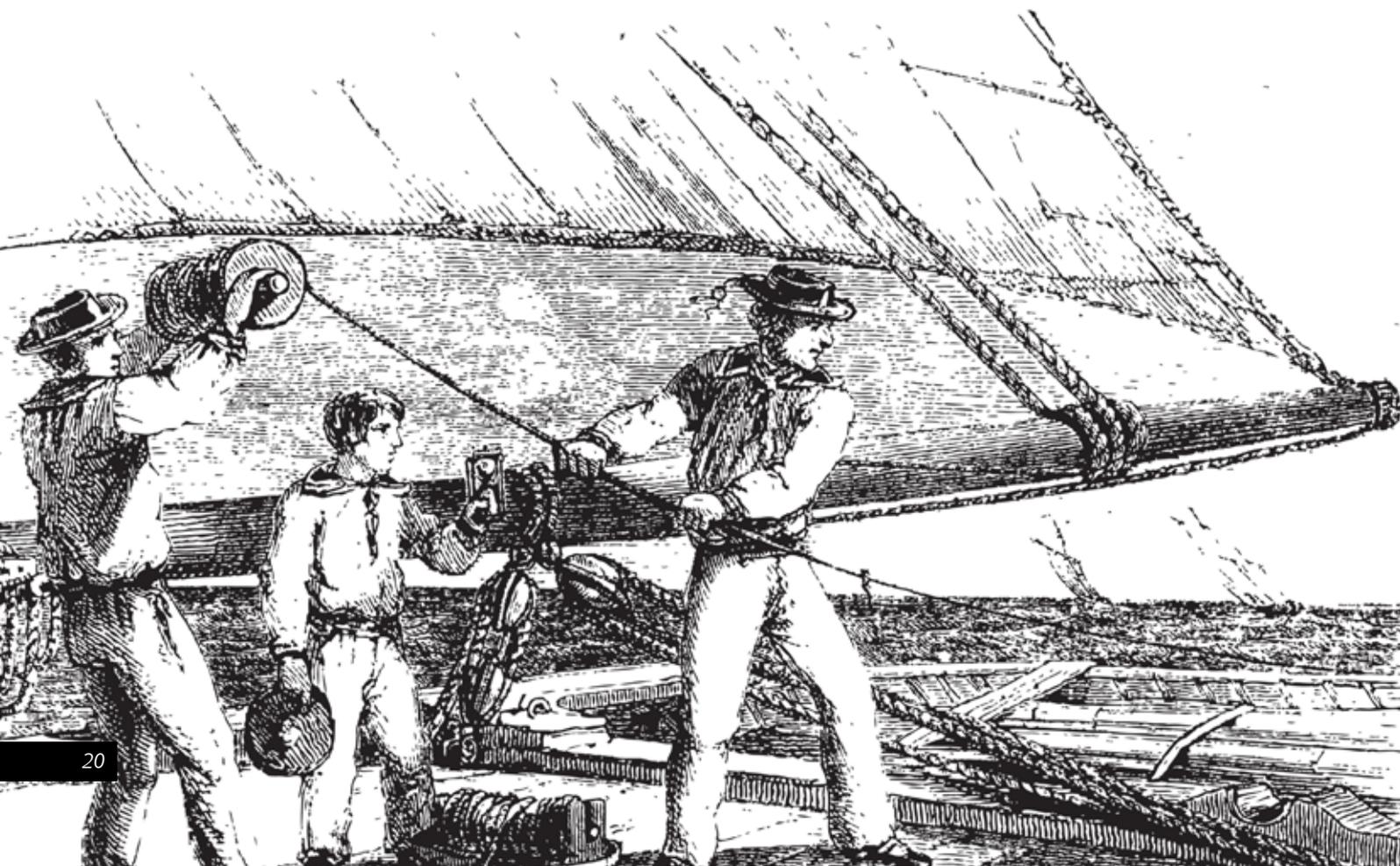
Ao se preparar uma nau destinada a atravessar os oceanos, muitas coisas eram necessárias: água potável, biscoitos, pães, carne para consumo dos tripulantes, e uma certa quantidade de cerveja. Entre os apetrechos, encontramos os instrumentos para a navegação (astrolábio, balestilha, bússola, quadrante), o estojo de matemática (compasso, transferidores e réguas), tabelas das latitudes dos diversos pontos conhecidos da Terra, de declinação do Sol e roteiros de viagens.

A localização a partir de um astro é feita pela determinação de coordenadas de latitude e longitude. As observações eram frequentemente registradas e, muitas vezes, publicadas em tabelas que serviam para a consulta dos pilotos. O contato com as novas terras foi marcado por um acúmulo de conhecimento geográfico importante à cultura científica europeia. As informações coletadas pelos portugueses, muitas vezes foram mantidas em sigilo, na forma manuscrita e de acesso restrito. Mesmo assim, parte dos dados foram divulgados em atlas, roteiros e livros sobre a Arte de Navegar, impressos em Portugal durante os séculos XVI e XVII.

As medições das coordenadas eram feitas com o auxílio de uma série de instrumentos que permitiam medir as alturas dos astros: astrolábios, quadrantes, balestilhas e a própria bússola. Além destes, quando se queria confeccionar uma carta de marear ou carta náutica, era necessário o uso de compassos e réguas para transferir os dados coletados para o papel.

Embora a história das navegações esteja repleta de aventuras, sucessos e tragédias, sair pelos mares não era uma jornada sem um rumo previamente estabelecido. Ao contrário, os cosmógrafos e pilotos levavam consigo todo o material que permitisse o deslocamento seguro e confiável para os padrões da época. Não podemos menosprezar a definição da Arte de Navegar, fornecida pelo matemático português Antonio de Najera no livro *Navegación Especulativa y Prática*, publicado em 1628, na cidade de Lisboa:

“ *Arte de navegar é aquela que com instrumentos, e regras, mostra pelos mares navegáveis o caminho que uma embarcação faz, segundo as alturas e derrotas que se leva, onde se está, quanto se andou, e o que falta andar, mudar rumos, marcar baixios para se afastar deles, e prevenir-se de outros inconvenientes, que podem causar naufrágio.* **”**



A cultura dos descobrimentos foi marcada por um avanço do conhecimento geográfico, e pela utilização de instrumentos que permitiam traçar as rotas das viagens oceânicas de uma maneira relativamente segura. Após as medições, os dados eram registrados em tabelas, roteiros e cartas de marear, que serviriam de base para as viagens futuras. Os registros precisos das rotas, das condições de navegação (sistema dos ventos, profundidade do local etc.), a existência de paragens seguras, as definições e propriedade da esfera são temas frequentemente encontrados nos livros de navegação.



SABER SUA POSIÇÃO NA TERRA... SE LOCALIZAR...

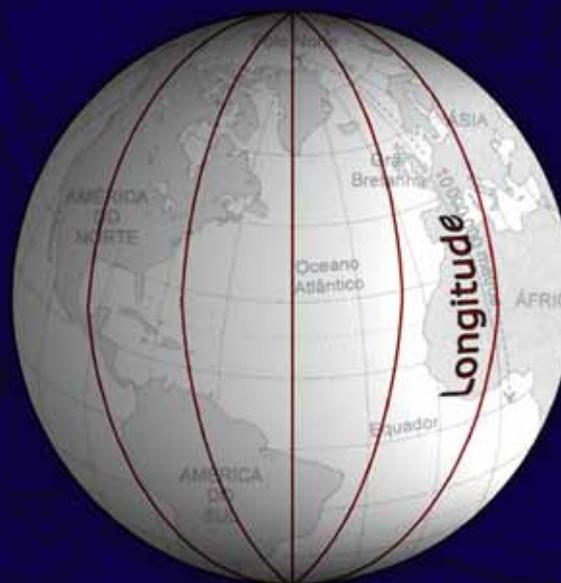
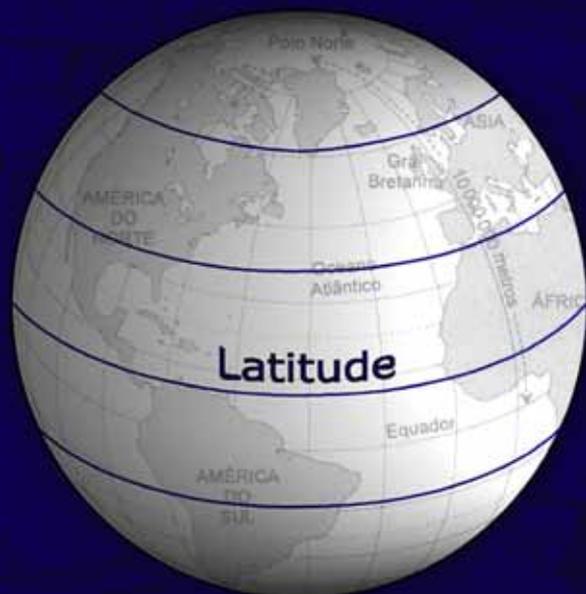
Qualquer ponto geográfico na Terra pode ser definido pelas coordenadas de latitude e longitude

LATITUDE

A latitude de um lugar é o ângulo entre dois raios imaginários, que partem do centro da Terra e que interceptam o meridiano norte-sul geográfico local. Um passa pelo Equador (origem da medida) e o outro, pelo local escolhido na superfície da Terra em direção a um dos polos. A medida é considerada positiva para o hemisfério norte e negativa para o hemisfério sul.

LONGITUDE

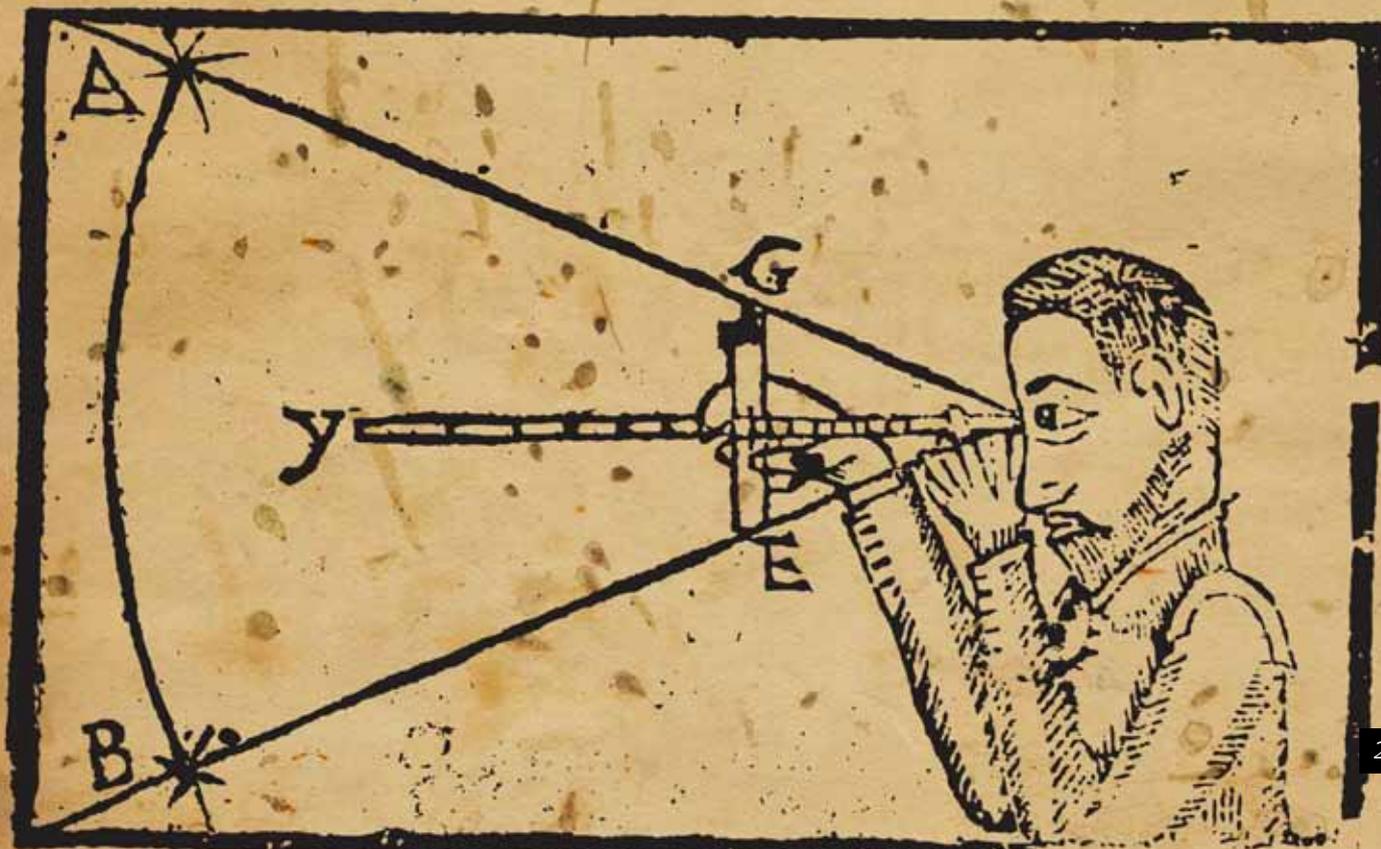
A longitude de um local é um ângulo entre dois raios imaginários que partem do centro da Terra. Um passa pelo meridiano de origem e outro pelo meridiano do local escolhido na superfície da Terra. Meridiano local, ou de origem, é uma linha imaginária que liga o pólo norte geográfico ao pólo sul geográfico. A longitude descreve a localização de um lugar na Terra medido em graus, de 0 a 180 para leste (graus positivos) ou de 0 a 180 para oeste (graus negativos), a partir do Meridiano de Greenwich.



BALESTILHA

Instrumento para medir ângulos. Na navegação, era utilizado para medir a altura dos astros, ou seja, o ângulo entre um corpo celeste e o horizonte. No hemisfério norte, o astro observado era a estrela Polar Norte, cuja medida da altura já indicava a latitude do observador. O Sol também era usado para os cálculos da latitude. A balestilha é formada por uma vara longa, o virote, que pode atingir 1,20 m, sobre a qual corre um esquadro duplo, denominado soalha. O virote é graduado em graus e frações de grau para a leitura do ângulo encontrado na observação.

Para medir a altura de uma estrela, o observador, apontando a balestilha para o astro, coloca o olho na extremidade do virote e desliza a soalha, de maneira que a aresta superior coincida com a estrela e a inferior com o horizonte. Se a estrela pretendida for o Sol, a medição é feita de costas, para evitar danos aos olhos, através de um dispositivo encaixado no virote.





Durante os séculos XVI e XVII, os relatos, as cartas, as descrições e as crônicas sobre o Novo Mundo eram repletos de informações sobre a geografia, a flora e a fauna que caracterizavam a América. Naquele momento, os conhecimentos sobre a natureza eram fortemente influenciados pela tradição e pelos ensinamentos de Hipócrates, Aristóteles e Plínio, entre outros. O uso frequente de metáforas como teatro do mundo, livro da natureza, ou mesmo a ideia de espetáculo, para se referir ao mundo natural, fazia com que as descrições dos lugares, das pedras, dos animais e das plantas fossem ricas em detalhes. Além disso, assumiam, muitas vezes, uma linguagem eloquente, levando o leitor europeu a ter a impressão de visualizar o objeto diante de si, ainda que muitas vezes pudesse haver uma deformação da imagem recriada.

O momento foi igualmente marcado por intensos debates sobre a presença do ‘divino’ no Universo. Na época, era muito comum nos relatos sobre a natureza americana a incorporação de aspectos morais ou de elementos atualmente considerados “sobrenaturais”: criaturas fantásticas e imaginárias conviviam com os seres vivos e juntos confirmavam o poder de Deus sobre as coisas do mundo.

O critério morfológico era muito utilizado para a elaboração das descrições e desenhos, e podiam levar à reflexão moral, como esta passagem de Gabriel Soares de Souza, colono e senhor de engenho na cidade de Salvador, no final do século XVI:

“ *Quem cortar atravessadas as pacobas ou bananas, ver-lhes-á no meio uma feição de crucifixo, sobre o que, contemplativos, têm muito que dizer* **”**

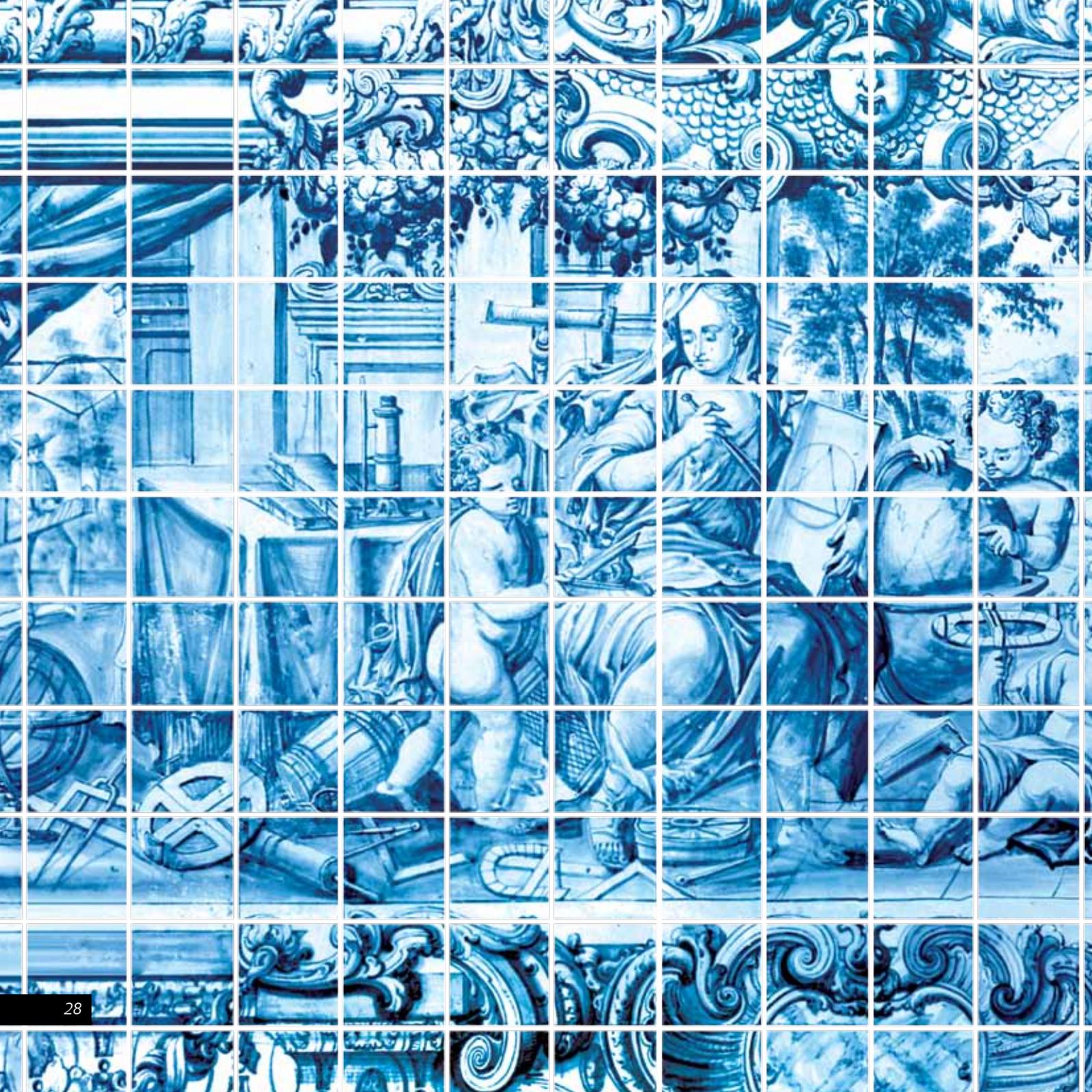
Além das descrições, muitos espécimes da flora e da fauna do Novo Mundo eram levados para a Europa e incorporados a gabinetes de curiosidades, a coleções particulares e de universidades, ou mesmo a hortos ligados aos centros intelectuais do velho continente. Tudo isso contribuiu para que, aos poucos, a América se tornasse parte integrante do universo cultural europeu e seus produtos consumidos.

Descrever detalhadamente uma espécie, ou mesmo uma paisagem natural, foi algo que marcou os estudos do que atualmente denominamos botânica, zoologia ou a geografia física. A forma descritiva - texto ou imagem - articula-se a uma cultura onde a experiência do olhar é uma das vias seguras para se atingir o conhecimento das coisas e dos objetos distribuídos pelo mundo. O contato com a América e sua natureza exuberante, aos olhos dos colonos estrangeiros, fez alargar significativamente o conhecimento sobre plantas e animais, principalmente aqueles de utilidade para a medicina, a alimentação e o comércio.



Muitas informações sobre os usos medicinais das plantas americanas foram fornecidas aos colonizadores pelos nativos. Alguns hábitos alimentares indígenas passaram a fazer parte da dieta nos novos núcleos urbanos, estabelecidos durante a ocupação das terras. A adoção da farinha de mandioca, como alimento básico, é um exemplo. Sua assimilação só foi possível graças à apropriação das técnicas utilizadas pelos indígenas na extração do veneno e preparo do produto a ser consumido.

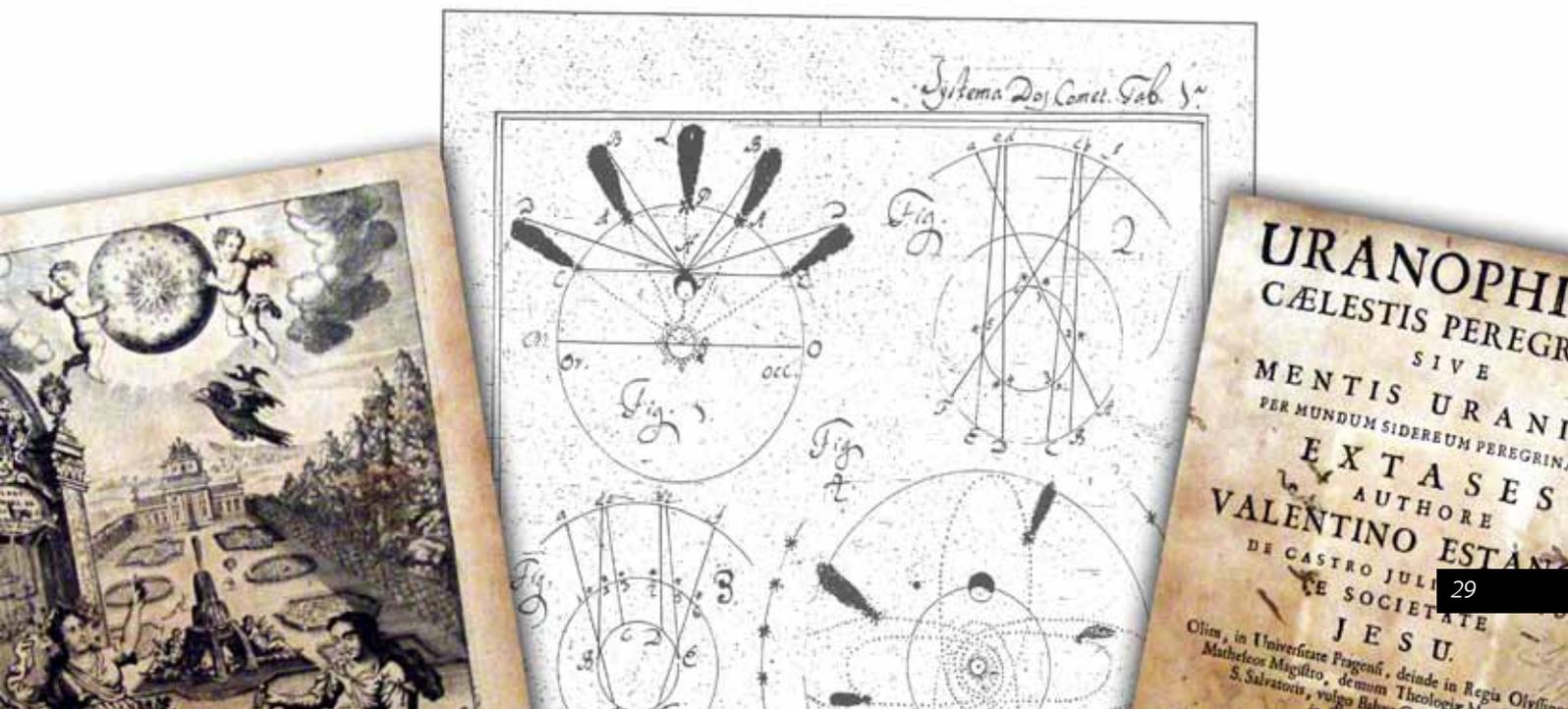




✧ OLHARES SOBRE O MUNDO

Em Portugal e nos domínios ultramarinos durante os séculos XVI, XVII e XVIII, entre aqueles que se dedicavam à Astronomia, destacam-se os padres da Companhia de Jesus. De seus colégios e universidades controladas pela Ordem, os jesuítas – de diferentes partes do mundo – participaram ativamente dos debates e polêmicas que resultaram na formação da Ciência Moderna. O Colégio de Santo Antão, em Lisboa, foi um centro intelectual importante para os estudos da matemática, matéria que, na época, reunia astronomia, geografia, cosmologia, arquitetura e, em alguns casos, medicina. Esses conteúdos eram transmitidos e debatidos na *Aula da Esfera*.

Os jesuítas participaram ativamente da vida cultural das principais cidades da América portuguesa, como professores, cartógrafos e engenheiros. Do Colégio de Salvador foram observados cometas que atravessaram o céu do Novo Mundo durante o século XVII. No ano de 1759, José Monteiro da Rocha registrou a passagem do cometa Halley em Salvador. Tratava-se da primeira passagem prevista de um cometa, e que confirmava a teoria da gravitação universal de Newton. No *Sistema Físico-Matemático dos Cometas*, aquele jesuíta expunha as principais ideias astronômicas em vigor na primeira metade do século XVIII, e também estudadas no Colégio da Companhia de Jesus da Bahia.



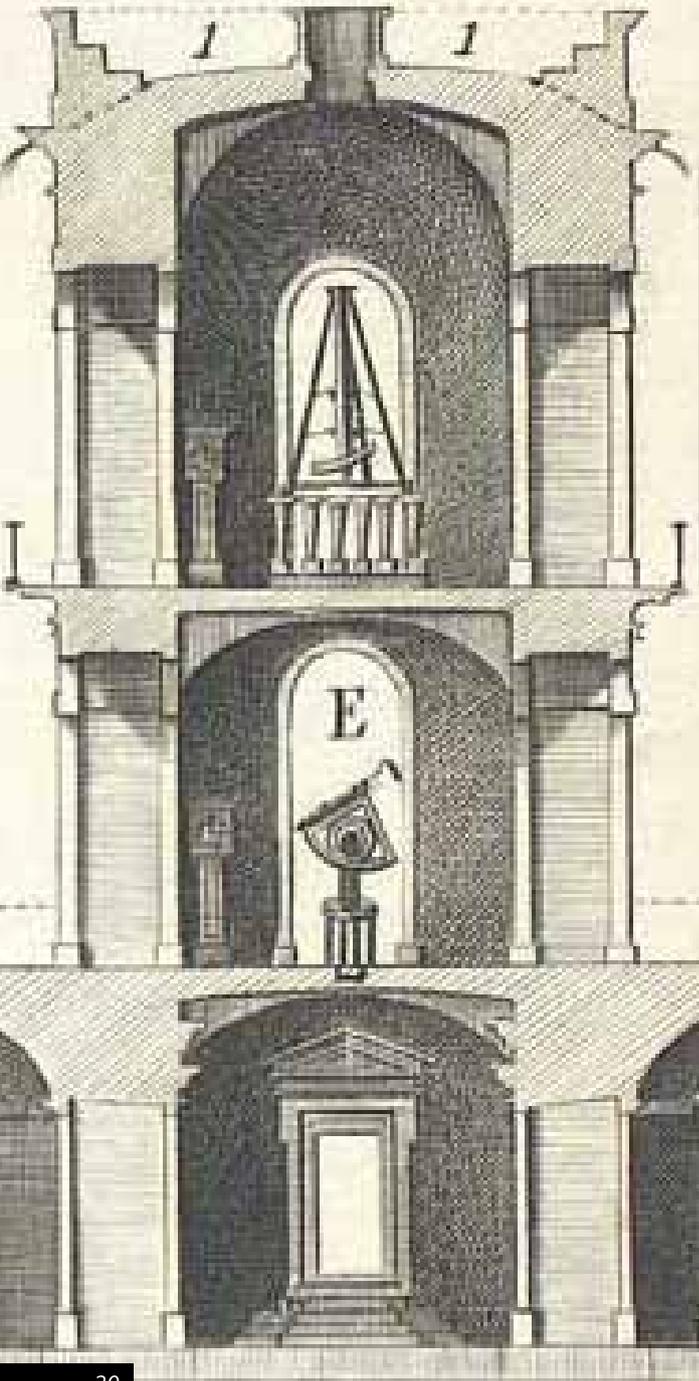
3. *Specula minores.*

4. *Apertura meridiana testudinem, et parietes pervadens.*

As observações astronômicas para o cálculo da longitude eram bastante frequentes nos observatórios. Para a sua determinação em campo, no entanto, era necessário o uso de uma luneta (que poderia ser substituída pelo quarto de círculo), um relógio marcando a hora local e tabelas com os horários do fenômeno – frequentemente eclipses dos satélites de Júpiter. No trabalho de campo, os astrônomos enfrentavam problemas causados pelas intempéries e os seus instrumentos muitas vezes perdiam a aferição ou quebravam.

Et Sectio oridographica, in qua

1 Subdiale summum, unde liber circa horizontem prospectus, caeli ac dictis intelliguntur.



✦ A 'EXATA' MEDIDA DA AMÉRICA

Desde a assinatura do Tratado de Tordesilhas, em 1494, a partilha das terras entre as monarquias ibéricas apresentava um problema: como determinar um limite que correspondesse a um meridiano, quando as técnicas disponíveis não permitiam determinar a longitude com exatidão? A essa limitação técnica, somavam-se os interesses dos Estados que disputavam as áreas coloniais na América. Ainda que fosse possível a medida, os desvios eram muito comuns; os marcos divisórios obedeciam, sobretudo, aos interesses geopolíticos e, frequentemente, distorciam as informações geográficas. Entre os portugueses, havia uma tendência a alargar a representação cartográfica, fazendo com que a linha passasse ao largo das bocas dos rios Amazonas e Prata.

Os avanços no conhecimento astronômico, ocorridos entre os séculos XVII e XVIII, o aperfeiçoamento de instrumentos matemáticos, além do surgimento de novas técnicas para medição da Terra, levaram os Estados europeus a investir na confecção de novos mapas do mundo e dos seus respectivos reinos. Medir a Terra permitia igualmente a sua divisão política.

O quarto de círculo, surgido em fins do século XVII, é um instrumento de astronomia utilizado na determinação da altura de um astro, visando o cálculo das coordenadas geográficas de um lugar. Era formado por um quarto de círculo com limbo graduado e duas lunetas, uma fixa e outra, móvel. Sua base é formada por um sistema que permite colocar o instrumento na vertical ou horizontal. Foi muito usado durante o século XVIII, nas expedições de demarcação de limites realizadas na América. Esse tipo de instrumento servia para observações astronômicas e levantamentos topográficos.

Nomes de alguns engenheiros militares, matemáticos e astrônomos que participaram dessas aventuras da ciência em terras americanas, durante a segunda metade do século XVIII: Bartholomeu Panigai, S.J.; Bartolomeu Paniceti, S.J.; Giovanni Brunelli; Ignác Szentmártonyi S.J.; Miguel Ângelo Blasco; Miguel Ciera; João Bento Python; Custódio de Sá Farias; José Simões de Carvalho; Antonio Pires da Silva Pontes; Francisco José de Lacerda e Almeida; Ricardo Franco de Almeida Serra; Bento Sanches Dorta; Francisco de Oliveira Barbosa, entre outros.



Quarto de Círculo - Acervo MAST



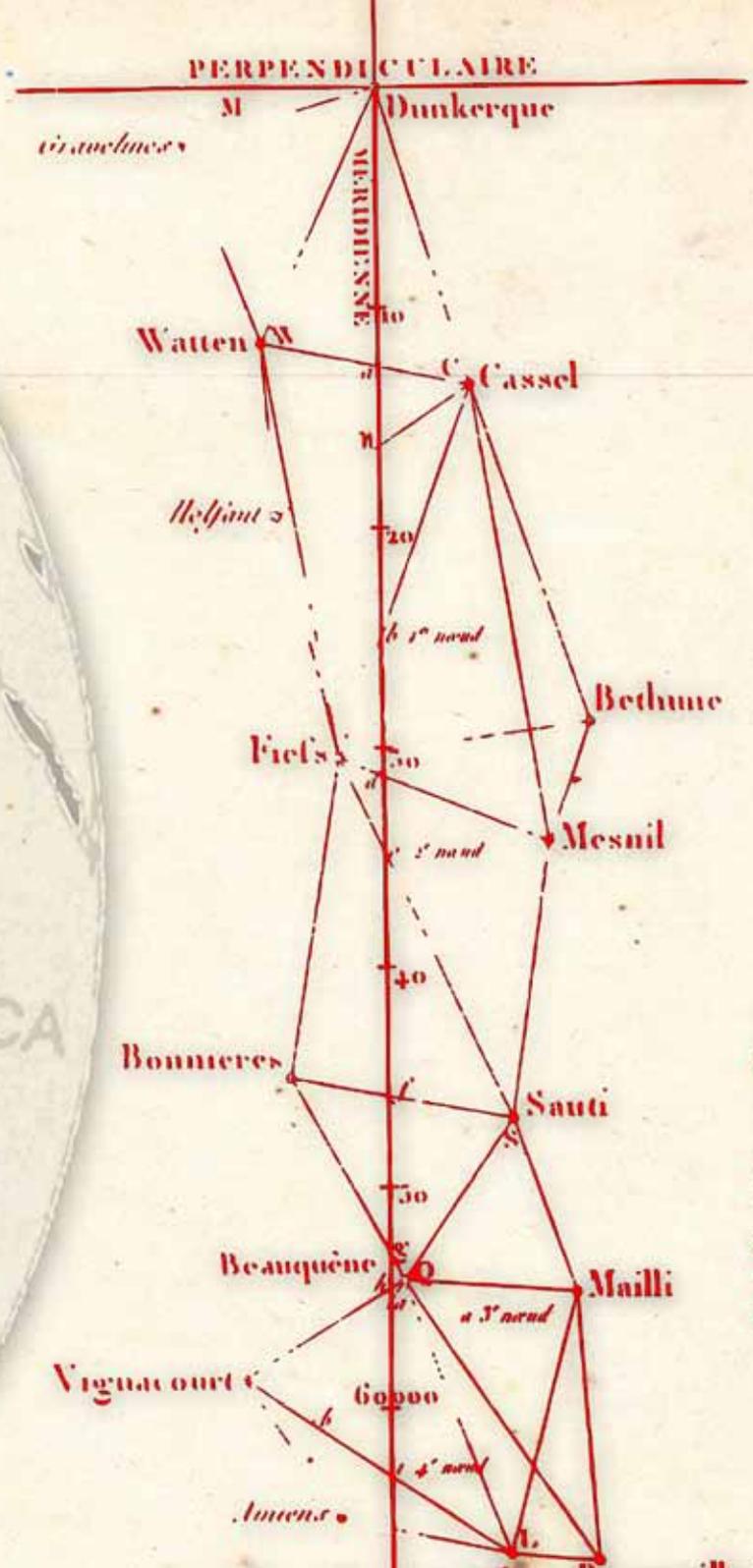
✧ CONHECER OS DOMÍNIOS PORTUGUESES

Até o início do século XIX, as *Viagens Filosóficas*, fomentadas pelo estado português, eram responsáveis pela organização de um grande inventário da natureza, permitindo um melhor conhecimento e controle sobre os recursos naturais dos domínios ultramarinos. No período, Brasil, Angola, Moçambique e Cabo Verde foram palcos de inúmeras expedições científicas. Dirigidas em sua maioria por naturalistas, as *Viagens* deviam garantir a transferência de minerais, plantas, animais e fósseis para os museus da Ajuda, da Universidade de Coimbra e da Real Academia de Ciências de Lisboa, onde seriam estudados.

Para o trabalho de campo, a bagagem dos naturalistas e desenhistas era composta por uma grande variedade de objetos e instrumentos, necessários no preparo do material coletado. Uma biblioteca, formada por manuais de instrução e muitos livros, era igualmente transportada, para que tudo fosse realizado segundo as regras e os métodos científicos.

“Tendo-me chegado a notícia de que S. Majestade (Dom José I) pretende empregar alguns novos matemáticos na expedição que deve fazer para o Brasil a fim de se estabelecerem as demarcações, me veio logo ao pensamento a grande utilidade que se seguiria ao Estado e à nação se mandassem também alguns naturalistas de profissão”

Carta de Domenico Vandelli ao Marquês de Angeja (1777)



✦ A MEDIDA DE TODAS AS COISAS

A DIMENSÃO DA TERRA: UM PADRÃO DE MEDIDA

A ampliação das relações internacionais exigia a unificação de uma base de medidas que fosse aceita por todos e em qualquer lugar. Na última década do século XVIII, a Academia Francesa de Ciência sugeriu um sistema padrão, baseado em uma unidade procedente da natureza, 'imutável e indiscutível', à qual se aplicaria o sistema decimal. Nesse sistema, ficou estabelecido que a unidade de comprimento seria a décima milionésima parte do quarto de um meridiano terrestre. Para tal, era necessário medir um arco – segmento – de um meridiano terrestre. Tal medida, realizada por astrônomos e matemáticos através do método da triangulação, usava o círculo de repetição de Borda, que permitia medir ângulos com a precisão de um segundo.

A UNIFORMIDADE DE MEDIDAS

O Brasil aderiu ao sistema métrico decimal em 1862. O *Sistema Internacional de Unidades* estabeleceu que o *metro* fosse a medida oficialmente usada nas atividades científicas, econômicas e industriais. A definição dessa grandeza foi reformulada ao longo das diversas *Conferências Gerais de Pesos e Medidas*. Segundo a definição atual, o *metro* equivale ao comprimento do trajeto percorrido pela luz, no vácuo, durante 1/299.792.452 de segundo. Inglaterra, Estados Unidos e adeptos do sistema britânico ainda resistem em usar as unidades de comprimento, massa e volume do sistema métrico.

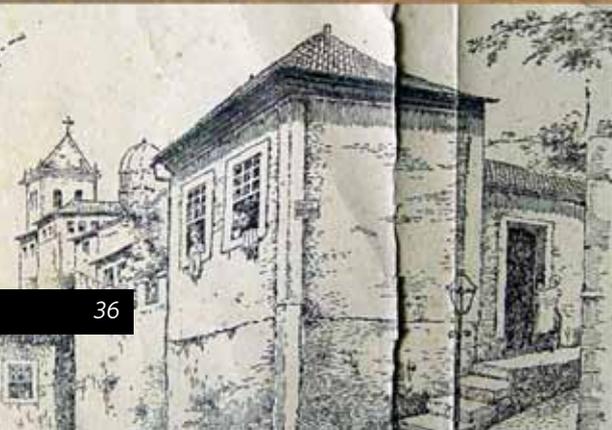
A dificuldade de um acordo na padronização ainda trás problemas internacionais na compreensão das medidas. Segundo um relatório da NASA (agência espacial americana), o desaparecimento da sonda americana *Mars Climate Orbiter*, nas vizinhanças do planeta Marte (1999), deveu-se ao fato de que uma das equipes de engenheiros utilizava o sistema métrico, enquanto a outra se servia das unidades de medida anglo-saxônica.



Circulo Repetidor de Borda - Acervo MAST

“ Se os saberes científicos (da mesma forma que outras formas de saber) circulam, não é porque sejam universais. É porque eles circulam - isto é, porque são (re)utilizados em outros contextos e um sentido lhes é atribuído por outros -, que eles são descritos como universais ”

Dominique Pestre, 1996.



Uma das instituições científicas criadas para formar profissionais especializados na determinação de fronteiras e nos processos de mapeamento do Brasil foi o Imperial Observatório do Rio de Janeiro, fundado em 1827. Entre suas funções estavam: observações astronômicas, meteorológicas e os trabalhos geodésicos.

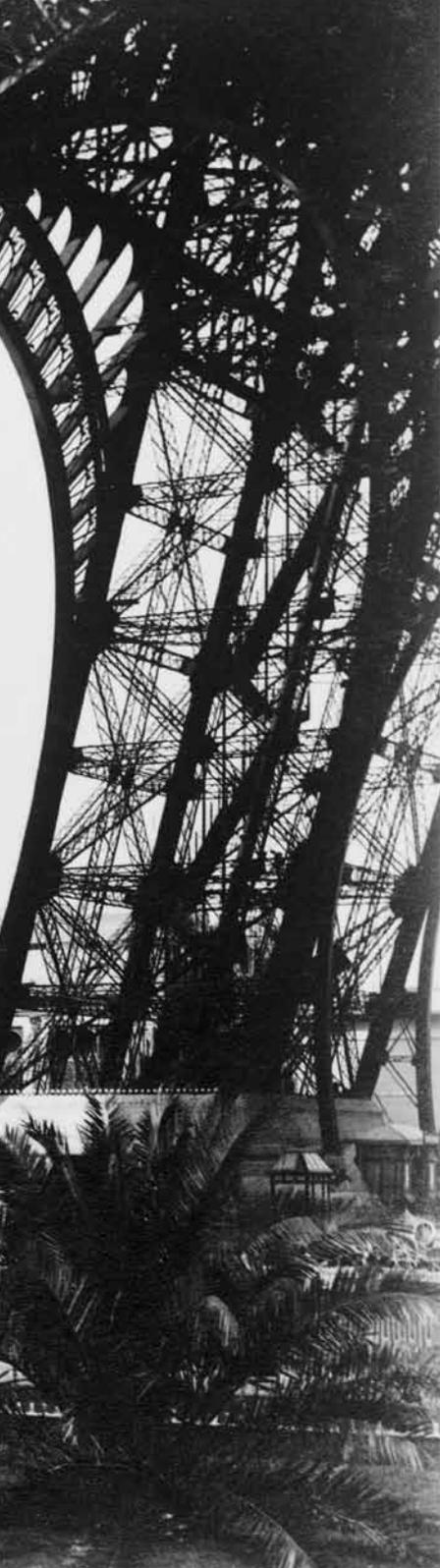
✧ A CIRCULAÇÃO DO CONHECIMENTO

O acervo do MAST é testemunha de uma ciência que procurava uma unificação da linguagem científica, ou seja, todos deveriam entender os métodos de trabalho e os dados obtidos nas investigações, através de instrumentos científicos, em qualquer parte do globo. A ciência daquele momento era realizada nas instituições científicas e também nas faculdades e universidades. Os resultados da prática científica poderiam ser vistos nas grandes exposições universais, nos congressos, nos seminários e na circulação de jornais e revistas. A imprensa foi uma importante aliada no sentido de colocar as ciências ao alcance de todos. E de confirmar junto ao público a crença de que a humanidade seria mais feliz devido ao seu avanço e novas conquistas.

Nesse contexto, o trabalho dos cientistas ganhava destaque, e uma de suas funções era o estabelecimento de definições acerca de conceitos e modelos; dos pesos e medidas e de termos gerais para classificar os fenômenos naturais. Esses padrões, produtos de negociações e convenções entre os cientistas eram adotados em escala crescente para regular as observações e experiências científicas no mundo inteiro. No Brasil, cientistas participavam de congressos internacionais, liam livros e revistas de ampla circulação e utilizavam em seus trabalhos métodos estabelecidos internacionalmente.

O cientista brasileiro deveria, partindo de uma ciência que se pretendia universal, resolver os problemas locais. Um dos objetos de estudos mais frequente era a natureza do Brasil, que deveria ser catalogada e explicada segundo padrões internacionais, estabelecendo uma tensão entre a especificidade do local e a ciência universal. A nova exposição de longa duração do MAST destaca como a ciência daquele período contribuiu para a formação de algo que é familiar aos brasileiros, o território nacional.





As Exposições Universais eram grandes eventos que promoviam a “ciência como espetáculo”, provocando um sentimento de “maravilhamento” nos visitantes. A partir da segunda metade do século XIX, os países se reuniam e apresentavam em seus pavilhões o que tinham de melhor, e no palco de suas exposições, o local de progresso e de civilização. O Império do Brasil expunha produtos selecionados das suas províncias: café, açúcar, objetos de couro, fotografias, minerais, móveis, realizações técnicas e instrumentos científicos.

Um dos artefatos produzidos no Imperial Observatório e veiculado nas Exposições Internacionais foi o *Altazimute Prismático* construído nas *Officinas e Armazém d'Óptica e de Instrumentos Científicos* de José Maria dos Reis e José Hermida Pazos, no Rio de Janeiro. Exemplar premiado com a medalha de prata na Exposição Universal de Paris de 1889, projetado por Emmanuel Liáis, então diretor do Imperial Observatório.



Altazimute Prismático - Acervo MAST

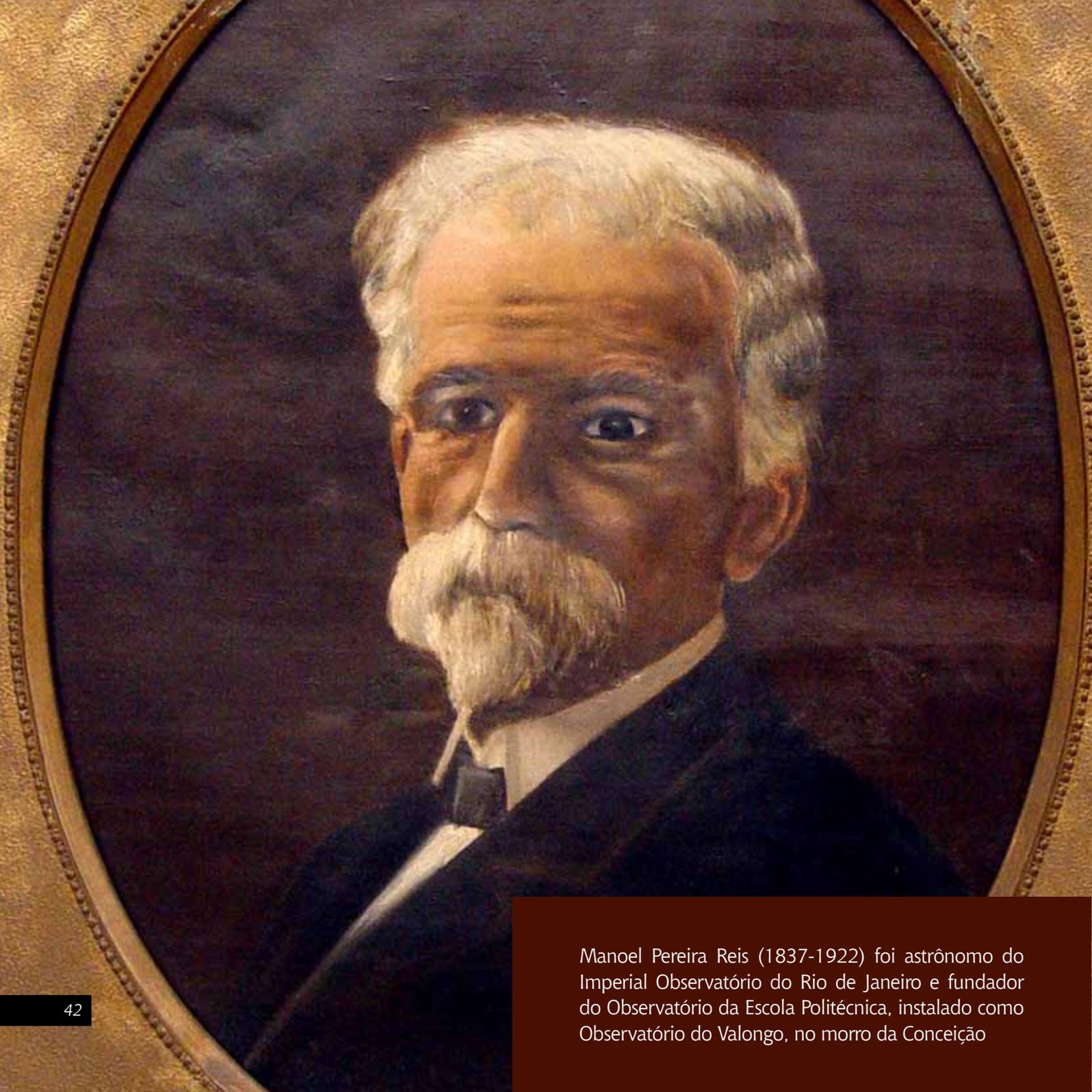
✦ DIVULGAÇÃO DA CIÊNCIA

Periódicos com os mais diferentes formatos foram importantes meios de divulgação da ciência no século XIX. A *Revista do Observatório* pretendia atender aos interessados em astronomia de maneira geral. Já o *Anuário do Observatório*, publicado ininterruptamente desde 1885, voltava-se para especialistas. As técnicas de impressão possibilitaram uma maior circulação de jornais e revistas, que reduziram seus custos e fizeram crescer o número de publicações, dentre elas, aquelas dedicadas à divulgação da ciência.

“ Pretendemos, pois, dar à revista o cunho de uma publicação de vulgarização de conhecimentos exactos, apresentados debaixo de uma forma que os torne acessíveis para todos ”

Luiz Cruls, *Revista do Observatório*, 1886





Manoel Pereira Reis (1837-1922) foi astrônomo do Imperial Observatório do Rio de Janeiro e fundador do Observatório da Escola Politécnica, instalado como Observatório do Valongo, no morro da Conceição

✧ A PRÁTICA CIENTÍFICA E OS JOGOS DE INTERESSE

Em 1879, após um desentendimento com o diretor do Imperial Observatório, Emmanuel Liais, o astrônomo Manoel Pereira Reis questionou a eficácia do método de determinação do meridiano absoluto empregado no Imperial Observatório. A disputa gerou a criação de um segundo observatório no Rio de Janeiro, o Observatório do Valongo, no morro da Conceição, no centro da cidade. Luiz Cruls publicou uma refutação das acusações de Pereira Reis: alegava que a estabilidade da mira da meridiana do Observatório era inteiramente comparável à das meridianas de outros observatórios no mundo. Cruls acusava seus oponentes de provincianismo e falta de seriedade.



Luiz Cruls (1848 – 1908). O engenheiro militar belga chegou ao Rio de Janeiro em 1874, indo trabalhar no Imperial Observatório. Em 1881 tornou-se diretor da instituição. Chefiou importantes expedições, como as do Planalto Central (1892-1893 e 1894-1895) e a Comissão Mista Brasil-Bolívia (1901). Uma de suas primeiras missões no país foi como membro da Comissão da Carta do Império (1874-1876).

Emmanuel Liais (1826-1900). Inicialmente, veio ao Brasil para observar o eclipse solar de 7 de setembro de 1858. Liais dirigiu o Imperial Observatório de janeiro a junho de 1871, e de 1874 a 1881. Procurou transformar a instituição num importante centro de conhecimento astronômico e meteorológico.





* INSTRUMENTOS E MEDIDAS

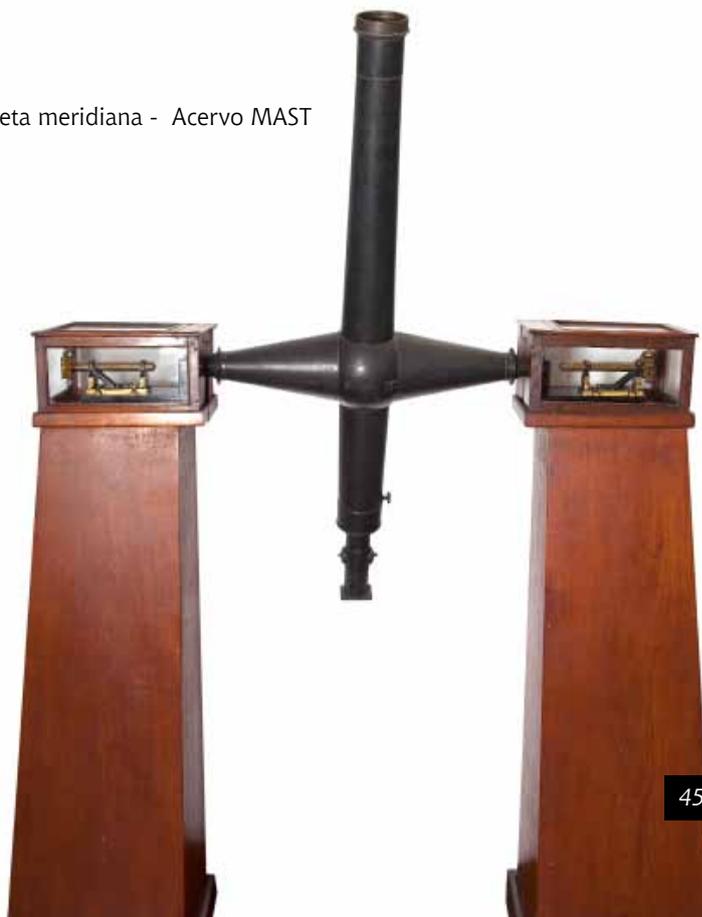
LUNETAS MERIDIANA

No mundo inteiro, é nos observatórios que se faz o cálculo da longitude, base para a elaboração de mapas, trabalhos de demarcação e a definição da hora. Nações tomavam diferentes linhas para o meridiano zero. A exemplo de outros países, o Brasil estabeleceu como meridiano inicial a linha que passava pelo Imperial Observatório do Rio de Janeiro. A localização adequada do Observatório foi constantemente questionada, e assim cogitou-se a sua transferência do Morro do Castelo, devido às suas instalações precárias. Por isso, outras linhas meridianas próximas foram tomadas como marco zero, inclusive a que passa pelo Morro do Pão de Açúcar.

Uma vez alinhada com o meridiano local, a luneta meridiana permite a determinação das coordenadas geográficas do lugar em que nos encontramos. A partir da passagem das estrelas mais brilhantes, a latitude é definida pela determinação da altura ou distância zenital (distância do ponto mais alto da abóbada celeste) de uma estrela catalogada, quando a mesma passa pelo meridiano.

A determinação consiste na observação de estrelas circumpolares quando da passagem do ponto mais alto e mais baixo de sua trajetória no céu - momento em que essas estrelas cruzam o meridiano. Estrelas circumpolares são estrelas que giram em torno do polo sul celeste e estão sempre acima do horizonte.

Luneta meridiana - Acervo MAST



UNITED STATES.	Professor Cleveland Abbe.	41	COUNCIL MEMBERS.	Count Carl Levetzow Imbry.	42
	Commander W. T. Benson.	40		Baron Ignatz von Schaffin.	43
	Mr. W. F. Allen.	39		Dr. L. Grise.	44
	Mr. Lewis H. Bath- erford.	38		Commander C. E. Franklin.	45
VENE- ZUELA.	Senor Dr. A. M. Ro- drigo.	37	FOUR- TEEN MEM- BERS.	Mr. J. T. Edmon- son.	46
	Mr. August Effendi.	36		Mr. Carl R. A. de Bille.	47
SWITZERLAND.	Professor Hirsch.	35	SEVEN- TEEN MEM- BERS.	Mr. A. LeGros.	48
	Col. Rudolph Frey.	34		Mr. Jensen.	49
SPAIN.	Mr. Juan Pizarro.	33	EIGHTEEN MEM- BERS.	Baron H. von Al- tenstein.	50
	Mr. Emilio Sala del Arbol.	32		Mr. Wiedemann.	51
	Mr. Juan Vives.	31		Mr. Wiedemann.	52
PARAGUAY.	Mr. Antonio Torres.	30			53

D E F E R R E D



✦ UM MERIDIANO PARA TODOS

Ampliação da navegação, do comércio, dos serviços ferroviários e das comunicações via telégrafo, no século XIX, criou a necessidade de convenções que viessem facilitar a exatidão e segurança de suas operações. Uma das medidas importantes nesse sentido era adotar um único meridiano como correspondente à longitude zero. O parâmetro comum seria a base da elaboração de mapas, tanto náuticos como terrestres, e do estabelecimento de uma hora universal. O uso do padrão universal se impunha.

A definição do meridiano de referência internacional foi cercada por várias disputas. Em 1884, a convite do governo americano, 25 países se reuniram na Conferência Internacional do Meridiano Zero, sediada em Washington. A França defendia o 'princípio da neutralidade', o meridiano deveria passar pelo oceano e não dividir continentes como a Europa e a África, o que ocorre com o meridiano de Greenwich, favorito da grande maioria do Conferência. No momento da votação sobre este meridiano como o universal, Luiz Cruls - representante do Brasil e que também advogava o mesmo princípio de neutralidade - se absteve de votar, juntamente com a França; apenas São Domingos votou contra. Por fim, com 22 votos a favor, escolheu-se o meridiano que passa pelo trânsito da luneta do Observatório de Greenwich, na Grã-Bretanha, que já servia de base para as cartas náuticas empregadas pela maioria dos navios comerciais. Foi a partir de 1º de janeiro de 1914 que a hora legal, nos quatro fusos horários do Brasil, passou a ser fixada tendo como base Greenwich.

Trechos do Relatório de Luiz Cruls – Chefe da Comissão de Limites entre Brasil e a Bolívia sobre os trabalhos executados em 1901.

“ (...) nenhum vestígio de índios encontrou a Comissão a nosso cargo (Comissão Mista Brasil-Bolívia), pelo menos durante a viagem de subida do rio, embora a região circunvizinha estivesse habitada por diversas tribos, como provam vários fatos de que tivemos conhecimento (...) ”

“ (...) Na madrugada de 19 – 20 de agosto, os índios haviam dado cerco a um barracão, denominado São Jorge, poucas milhas abaixo de Bolognesi, e exterminando todos os moradores, em número de 16. Essa tribo não usa nem o arco, nem a lança, mas unicamente sabres, bastante afiados, feitos de madeira dura e resistente (...) ”

“ (...) Seja como for, os índios, que tinham certamente conhecimento da nossa presença na região (Comissão mista Brasil-Bolívia), nunca nos molestaram. Talvez possa ser isso atribuído à precaução que tomáramos de, diariamente, ao anoitecer, mandar dar algumas descargas com arma de fogo, e fazer explodir uma ou duas bombas de dinamite cuja violenta detonação semelhante a um tiro de peça, produzia um eco que se repercutia ao longe pelas florestas marginando o rio ”

✦ DEFINIÇÃO DE FRONTEIRAS NO BRASIL

Durante três séculos, o território brasileiro foi definido como a 'Ilha Brasil', uma dádiva da Providência, oferecida por uma porção de terra margeada pelos rios Amazonas e Prata. Lutas, conflitos com os indígenas, compras de terras e a ocupação do espaço foram aspectos que contribuíram para a formação do território nacional.

No século XIX, o território do Brasil ainda não estava totalmente mapeado; era preciso traçar seus limites com os países vizinhos. O Imperial Observatório dedicou-se aos trabalhos de geodésia e a ele foram confiadas muitas missões de determinação de posições geográficas estratégicas, utilizadas nas expedições de demarcação e mapeamento. Os astrônomos, militares e engenheiros responsáveis pela demarcação do território se valeram do uso de teodolitos, sextantes, círculos meridianos, lunetas, cronômetros, relógios, bússolas e barômetros para a obtenção de informações para a confecção dos mapas.

Os mapas produzidos obedeciam a diferentes propósitos e serviam para fins administrativos, zoneamento de determinada região, trabalhos de geologia, construção de ferrovias e mesmo para a divulgação de uma representação cartográfica da nação, como foi a *Carta do Império*, enviada para a Exposição Internacional da Filadélfia, em 1876.



Cronômetro de Marinha, Sextante e Teodólito - Acervo MAST





✧ NO 'CORACÃO' DO BRASIL

Em diferentes períodos da história do Brasil, pensou-se na mudança da nossa capital. Os motivos para sua transferência se baseavam principalmente em três pontos: buscar um local central em relação às demais províncias; oferecer segurança nacional, pois uma capital litorânea era mais vulnerável aos ataques inimigos e, finalmente, manter-se longe dos problemas de insalubridade do Rio de Janeiro daquela época.

Foi a primeira Constituição Republicana que decretou que a futura Capital Federal deveria ser transferida para o planalto central do país. O texto constitucional já determinava uma área de 14.400 km² para a nova capital, ou seja, dez vezes o tamanho da Capital Federal no Rio de Janeiro.

Em 1892, cumprindo a resolução do Congresso Nacional, estabeleceu-se a comissão para demarcar e explorar essa região, chefiada por Luiz Cruls, que, além de diretor do Observatório Nacional, era professor da Escola Superior de Guerra. Cruls cercou-se de cientistas de diversas disciplinas para fazer a viagem. Assim, a *Comissão Exploradora do Planalto Central* fora equipada com teodolitos, aneróides, bússolas e podômetros, além de instrumentos meteorológicos e material fotográfico.

Para delimitar a zona da futura capital, Cruls escolheu adotar o método de determinação das fronteiras dos estados empregado pelos Estados Unidos da América. Produziu-se, assim, um quadrilátero, localizado em torno dos 16 graus de latitude sul e cerca dos 49 graus de longitude oeste, em detrimento do método irregular, que tomava como referência os sistemas orográficos e hidrográfico, o qual seria mais demorado e custoso. Segundo Cruls, o quadrilátero esférico teria ainda a vantagem de produzir uma figura geográfica regular, evitando as questões litigiosas. A geometria da forma, produzida pela astronomia, daria os parâmetros científicos para tal empreitada.

Esse método, que leva em consideração as latitudes de dois arcos de paralelo, bem como a longitude de dois arcos meridianos, também permitiria um maior controle da exploração, pois seria possível verificar, todo tempo, a posição exata no terreno, através da aferição dos instrumentos de astronomia. Entre a realização da expedição Cruls e a fundação efetiva de Brasília, quase sessenta anos depois, houve um significativo debate sobre os critérios que deveriam presidir a localização da nova capital. Discutia-se a respeito dos parâmetros a ser adotados, se os mesmos seriam astronômicos, geopolíticos ou fisiográficos. Durante o governo Dutra, a discussão sobre o local da futura capital do país voltou à pauta; comissões de estudo foram constituídas e não se mostraram favoráveis às conclusões de Luiz Cruls. O empenho do general Polli Coelho foi fundamental, ao alegar razões históricas para a escolha do Quadrilátero Cruls como base do futuro Distrito Federal. Assim, atribui-se à Comissão Cruls o “marco zero” da capital do Brasil.

✧ ASTRONOMIA, LIMITES E FRONTEIRAS: O CASO BRASIL-BOLÍVIA

Durante a Guerra do Paraguai, em 1867, estabeleceu-se o *Tratado de Ayacucho* para definição de limites com a Bolívia, cujo principal objetivo era garantir que aquele país não se aliasse ao Paraguai. A fronteira sul com a Bolívia, ligada ao rio Paraguai, foi definida. Faltava, contudo, demarcar a fronteira amazônica, o que ocorreu no Brasil somente depois da Proclamação da República, em 1889.

Na Primeira República, o embate com a Bolívia ocupava as primeiras páginas dos jornais, por causa da riqueza representada pela borracha. O governo federal instituiu sucessivas comissões para determinar as coordenadas geográficas da nascente do rio Javari, na Amazônia, marco de fronteira desde os tratados de Madri (1750) e de Santo Ildefonso (1777). As comissões foram chefiadas por Taumaturgo de Azevedo (1895), Cunha Gomes (1898) e Luiz Cruls (1901). Nessas comissões, o conhecimento da astronomia era fundamental para o estabelecimento das posições geográficas. O episódio da delimitação das fronteiras com a Bolívia é uma fração de um conjunto mais amplo. Alguns dos obstáculos que constam nos relatos dessas viagens, como ataque de índios bravios, demarcação em uma parte do território desconhecido e de difícil acesso, eram as mesmas razões para a ausência da carta nacional. Para a elaboração de tal mapa, a definição das fronteiras é condição fundamental, uma vez que elas conferem o contorno da nação, o espaço de exercício da soberania do Estado; é dentro delas que se desenvolvem os processos e rituais de constituição da nacionalidade.



Cabe estabelecer uma distinção entre limites e fronteira - o termo fronteira é mais abrangente, por compreender não apenas uma linha, mas uma região ou faixa territorial. O termo limite, ao contrário, remete a uma concepção muito mais precisa, linear e perfeitamente definida no terreno. No caso dos limites com a Bolívia, a solução acabou sendo de ordem diplomática, através da compra de território e de acordo com as coordenadas determinadas no Império. A transação foi feita sob o comando do Barão do Rio Branco, homologada no Tratado de Petrópolis (1903) e que resultou na criação do Acre. Os traçados da linha de fronteira não obedecem necessariamente aos imperativos da natureza; essas linhas colocam na geometria as expectativas, o destino político e a garantia de soberania do país.





* CIÊNCIA E TECNOLOGIA - LIMITES E FRONTEIRAS

No percurso apresentado pela exposição Observar o Céu, Medir a Terra exploramos a dinâmica da formação de fronteiras. Ciência e técnica contribuíram para o alargamento de limites – tanto físicos como intelectuais. Em um movimento de avanços e recuos, esse processo deu forma a um espaço batizado de Brasil – no século XVI, apenas uma linha no litoral da América do Sul. Hoje, expandido para o interior, um desenho identificado como um emblema do país... O mesmo pode ser percebido com os limites da ciência e da tecnologia, os constantes desafios e obstáculos que estimulam a ampliação de nossos horizontes.

BIBLIOGRAFIA

ALBUQUERQUE, Luis de. As navegações e sua projeção na ciência e na cultura. Lisboa: Gradiva, 1987.

ALBUQUERQUE, Luis de Albuquerque. A "aula de esfera" do colégio de Santo Antônio no século XVII. *Coimbra: Junta de Investigação do Ultramar*, 1972.

BARBOZA, C. H. da M. *Luiz Cruls, um cientista a serviço do Brasil. Catálogo da Exposição*, Rio de Janeiro: MAST/MCT, 2004.

BARBOZA, Christina Helena da Motta. Tempo bom, meteoros no fim do período: uma história da meteorologia em meados do século XIX através das obras de Emmanuel Liais. São Paulo, 2002. 296f. *Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Departamento de História*. São Paulo, 2002.

CAMENIETZKI, Carlos Ziller. "Esboço biográfico de Valentin Stansel (1621-1705), matemático jesuíta e missionário na Bahia." *Ideação*. Feira de Santana. n. 3 - jan/jun 1999. pp. 159-182.

CAMENIETZKI, Carlos Ziller. "O cometa, o pregador e o cientista: Antonio Vieira e Valentin Stansel observam o Céu da Bahia no século XVII". *Revista da SBHC*. Rio de Janeiro, n. 14, 1995. pp. 37-52

CLERCQ, Peter. "The Instruments of Science: the market and the makers" In: Klaas van Berkel, Albert van Heden e Lodewijk Palm. *A History of Science in the Netherlands: surveys, themes and reference*. Leiden: Brill, 1999.

DOMINGUES, Ângela. "Para um melhor conhecimento dos domínios coloniais: a constituição de redes de informação no Império português em finais do Setecentos." *Hist. cienc. saude*, 2001, vol.8, p.823-838.

GESTEIRA, Heloisa Meireles. "Representação da natureza: mapas e gravuras produzidos durante o domínio neerlandês no Brasil". *Revista do IEB*. 2008 n. 46, pp 165-178.

GRANATO, M. (Ed.). *Imagens da Ciência. O Museu de Astronomia e Ciências Afins*. Rio de Janeiro: MAST/MCT, 2010.

HEIZER, Alda L. Observar o Céu e medir a Terra: instrumentos científicos e a participação do Império do Brasil na Exposição de Paris de 1889. *Tese de Doutorado - Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Geociências. Pós-graduação em ensino de História e Ciências da Terra*. Campinas, SP, 2005.

HELDEN, Albert van e HANKINS, Thomas. "Instruments in the History of Science." In: *Osiris*, vol 9, 1994.

KANTOR, Íris; BUENO, Beatriz Piccolotto; e SIQUEIRA, Vera Lúcia Amaral "Território em rede: cartografia vivida e razão de Estado no Século das Luzes." *Anais do Museu Paulista*, Dez 2009, vol.17, no.2, p.11-14.

KURY, Lorelai. "Homens de ciência no Brasil: impérios coloniais e circulação de informações (1780-1810)". *Hist. cienc. saude-Manguinhos*, 2004, vol.11, suppl.1, p.109-129.

OLIVEIRA, J. T. de; VIDEIRA, A. A. dos P. As polêmicas entre Manoel Pereira Reis e Luiz Cruls na passagem do século XIX para o século XX. *Revista da SBHC*, v. 1, n.1, p. 42-59, 2003.

PESTRE, D. "Por uma nova história social e cultural das ciências: novas definições, novos objetos, novas abordagens". *Cadernos IG/UNICAMP* Vol. 6, n. 1, p.3- 56, 1996.

SENRA, N. de C. (Org.). *Veredas de Brasília: as expedições geográficas em busca de um sonho*. 1 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2010, v. 1, p. 35-47.

VALENTE, Maria Esther (organizadora). *Museus de Ciência e Tecnologia: interpretações e ações dirigidas ao público*. Rio de Janeiro: Mast, 2007

VERGARA, M. R. Ciências, fronteiras e nação: comissões mistas de demarcação dos limites territoriais entre Brasil e Bolívia, 1895-1901. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, v. 5, p. 345-361, 2010.

VERGARA, M. R. Ciência e História no Relatório da Comissão Exploradora do Planalto Central na Primeira República. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, v. 13, p. 909-926, 2006.

VERGARA, M. R. A divulgação da ciência e a idéia de território na Primeira República: a fase de José Veríssimo da Revista Brasileira. In: HEIZER, A.; VIDEIRA, A. A. P. (Org.). *Ciência, Civilização e República nos Trópicos*. 1 ed. Rio de Janeiro: Mauad; FAPERJ, 2010, p. 137-156.

REFERÊNCIAS DAS IMAGENS

Fig. 2: (p.5) Observatório no Vértice S.W. da Zona Demarcada. (Retirado de: CRULS, Luís. Planalto Central do Brasil. Coleção Documentos Brasileiros, 3ª. ed. Rio de Janeiro, 1957.).

Fig. 3 (p.6 e 7) Lopo Homem, (Pedro e Jorge Reinel). Atlas Müller, 1515/19. In: CORTESÃO, Jaime. (1987), *Portugaliae Monumenta Cartographica*. Lisboa: Imprensa Nacional-Casa da Moeda.

Fig. 4 (p.8) Luneta astronômica- A. Bardou; Paris, França. Século XIX. Imagens da Ciência. O acervo do Museu de Astronomia e Ciências Afins/Concepção e edição de Marcus Granato. Rio de Janeiro: Museu de Astronomia e Ciências Afins, 2010. p. 96.

Fig. 5 (p. 9) Johannes de SACROBOSCO. Escrito na primeira metade do séc. XIII, Tratado da sphaera - Capítulo primeiro. Traduzido para o português por Pedro NUNES e publicado em [1537], *Tratado da sphaera com a Theorica do Sol e da Lua...* Lisboa: Germão Galharde

Fig. 6 (p.10 e 11) VILHENA, Luís dos Santos "Prospecto da Cidade de S. Sebastião do Rio de Janeiro situada no Estado do Brasil na America Meridional pellos 23 graos de Latitude, e 342 graos, e 22 minutos de Longitude Meridional. Copiado exatamente do que se elevou em 1775".

Fig. 7 (p. 12) Estrela Polar Norte e Cruzeiro do Sul, PIMENTEL, Manuel - Arte pratica de navegar & Roteiro das viagens, & costas maritimas do Brasil, Guiné, Angola, Indias e Ilhas orientaes e occidentaes, agora novamente emendadoo & acrescentado o roteiro da costa de Espanha, & mar Mediterraneo. - Lisboa : Officina de Bernardo da Costa de Carvalho, 1699.

Fig. 8 (p.13) Carta do Mestre João para o rei D. Manuel I, Porto Seguro, 1º de maio de 1500. Instituto dos Arquivos Nacionais / Torre do Tombo - Lisboa.

Fig. 9 (p. 14) Réplica de um astrolábio e compassos

Fig. 10 (p.15) MEDINA, Pedro. Regimiento de navegación. Sevilla, 1563

Fig. 11 (p. 16 e 17) Johannes de SACROBOSCO. Escrito na primeira metade do séc. XIII, Tratado da sphaera - Capítulo primeiro. Traduzido para o português por Pedro NUNES e publicado em [1537], *Tratado da sphaera com a Theorica do Sol e da Lua...* Lisboa: Germão Galharde.

Fig. 12 (p. 18) NÁJERA, Antonio de. Navegacion especulativa y practica, reformadas sus reglas y tablas por las observaciones de Ticho Brahe, con emienda de algunos yerros essenciais, todo provado con nuevas supposiciones mathematicas y demosntraciones geometricas - Lisboa, 1628

Fig. 13 (p. 20) SOBEL, Dava & ANDREWS, William. (1998), *The Illustrated Longitude: The True Story of a Lone Genius Who Solved the Greatest Scientific Problem of His Time*. London: Fourth Estate. p.18

Fig. 14 (p. 21) BARRETO, Luís Filipe. Portugal na abertura do mundo. Comissão Nacional para as Comemorações dos Descobrimentos Portugueses, Lisboa, 1990.

Fig. 15 (p. 22) <http://junglephotos.com/galapagos/gmaps/aboutmaps/longlat.shtml>

Fig. 16 (p. 23) Balestilha Chronografia. Manuel de Figueiredo, 1603.

Fig. 17 (p. 24) Lês Brésil Et Lês Brésiliens. André Thevet, 1575. Xilogravura em *La Cosmographie Universelle*. Coleção particular. <Retirado do livro: KNAUSS, Paulo. RICCI, Claudia, CHIAVIARI, Maria Pace. Brasil: uma cartografia. Rio de Janeiro: Cada da Palavra, 2010, p.54>.

Fig. 18 (p. 26) *Ipupiara: GANDAVO, Pero de Magalhães, História da Província Santa Cruz a que vulgarmente chamamos Brasil. Lisboa: Antonio Gonçalves / João Lopez, 1576.

**Tamanduiguacu* (Albert Eckhout) - *Theatrum rerum naturalium Brasiliae* - Tomus III. Edição Facsimile - MARTINS, D. T. (Org.) - Rio de Janeiro: Index, 1993. v. 2. p.35.

**Ananais Lusitanis* (Albert Eckhout) - *Theatrum rerum naturalium Brasiliae* - Tomus III. Edição Facsimile - MARTINS, D. T. (Org.) - Rio de Janeiro: Index, 1993. v. 2. p.77.

* Homem tapuia: PISO, Willem. *Historia naturalis Brasiliae...* in qua non tantum plantae et animalia, sed et indigenarum morbi, ingenia et meres describuntur et in conibus supra quingentas illustratur. Lugdun Batavarum [Hollandia]: apud F. Hackium et Amstelodami, apud L. Elzvirium - 1648 - FBNR]

**Ai. Marg* (Albert Eckhout)- *Theatrum rerum naturalium Brasiliae* - Tomus III. Edição Facsimile - MARTINS, D. T. (Org.) - Rio de Janeiro: Index, 1993. v. 2, p. 37.

Fig. 19 (p. 27) Colagem, por Ivo Almico

Fig. 20 (p. 28) Imagens da Aula da Esfera do Colégio de Santo Antão-o-Novo (atualmente Salão Nobre do Hospital S. José em Lisboa). [Autorização de publicação de imagens: Centro Hospitalar de Lisboa Central. EPE. Fotógrafo: Jorge Vasco].

Fig. 21 (p. 29) *Valentino ESTANCEL. [1685], *Uranophilus Caelestis Peregrinus, Sive Mentis Uranicae Per Mundum Sidereum Peregrinantis Extases*. Gandavi: apud Heredes Maximiliani Graet / Prostant Antuerpiae: apud Michaellem Knobbaert. [Biblioteca Nacional de Portugal PURL165.

*MONTEIRO DA ROCHA, José. Sistema Físico-Matemático dos Cometas. Composto por ocasião de um que foi visto no ano de 1759 na Cidade da Bahia. CAMENIETZKI, Carlos Ziller & PEDROSA, Fábio Mendonça. (Edição atualizada, introdução e apêndice). (2000). Rio de Janeiro.

*Valentim ESTANCEL. [1685], Uranophilus Caelestis Peregrinus, Sive Mentis Uranicae Per Mundum Sidereum Peregrinantis Extases. Gandavi: apud Heredes Maximiliani Graet / Prostant Antuerpia: apud Michaellem Knobbaert. [Biblioteca Nacional de Portugal PURL165.

Fig. 22 (p.30) Planta para Observatório Astronômico da Universidade de Coimbra, cuja criação estava prevista nos Estatutos de 1772. José MONTEIRO DA ROCHA. 1792, Planta Observatorium Conimbricense. Lisbon Principali. [FBNR] icon685344].

Fig. 23 (p.31) Quarto de Círculo – Jeremiah Sisson; Londres, Inglaterra. Século XVIII. Imagens da Ciência. O acervo do Museu de Astronomia e Ciências Afins/Concepção e edição de Marcus Granato. Rio de Janeiro: Museu de Astronomia e Ciências Afins, 2010. p.159

Fig. 24 (p.32 e 33) FONSECA, Manoel Tavares da. Desenho Aquarelado in: Riscos de alguns Mammaes, aves e vermes do Real Museo de Nossa Senhora da Ajuda. AHMB. Extraído de FARIA, 2001:29.

Fig. 25 (p. 34) *La Chaine dès Triangles, de Dunkerque à Paris (D'après Delambre, Base du système métrique 1806 – 1810)
*Globo<<http://www.joinville.ifsc.edu.br/~matheus.fontanelle/Metrologia/01.%20Metrologia.pdf>>

Fig. 26 (p. 35) Círculo de Borda ou Teodolito – Brunner Frères; Paris, França. Século XIX. Imagens da Ciência. O acervo do Museu de Astronomia e Ciências Afins/Concepção e edição de Marcus Granato. Rio de Janeiro: Museu de Astronomia e Ciências Afins, 2010. p. 158.

Fig. 27 (p. 36) *Morro do Castelo. Fundo Luis Cruzl (LC_F_0005) Acervo Mast.
*Gravura do Zimborio do Observatório Meteorológico do Morro do Castelo, Fundo Luiz Cruls (LC_G_003) - Acervo MAST, s.d.

Fig. 28 (p. 38 e 39) Pavilhão do Brasil emoldurado pela Torre Eiffel, Exposição de Paris, 1889. (Pavilion of Brazil, seen through base of the Eiffel Tower, Paris Exposition, 1889. Disponível em <http://www.loc.gov/pictures/resource/cph.3c06560/>)

Fig. 29 (p. 40) Altazimute Prismático – Oficinas José Hermida Pazos; Rio de Janeiro, Brasil. Século XX. Imagens da Ciência. O acervo do Museu de Astronomia e Ciências Afins/Concepção e edição de Marcus Granato. Rio de Janeiro: Museu de Astronomia e Ciências Afins, 2010. p. 109.

Fig. 30 (p.41) *Revista do Observatório, Anno 1, 1886, número 3. Imperial Observatório do Rio de Janeiro. *Revista do Observatório, anno 1, 1886, nº. 1. Imperial Observatório do Rio de Janeiro. *Revista do Observatório, Anno 4, 1889, nº. 2. Propaganda da Luneta portátil. Imperial Observatório do Rio de Janeiro. * Clichês de instrumentos astronômicos – conjunto de clichês de tamanhos variados. Imagens da Ciência. O acervo do Museu de Astronomia e Ciências Afins/Concepção e edição de Marcus Granato. Rio de Janeiro: Museu

de Astronomia e Ciências Afins, 2010. p. 202,203.

Fig. 31 (p. 42) Quadro do astrônomo Manoel Pereira Reis. Escola Politécnica da UFRJ. Fim do século XIX.

Fig. 32 (p. 43) *Retrato de Luiz Cruls. Autor: Daniel Bérard. Data: 1880 (Século XIX). *Busto Emmanuel Liaís - 2001/1244. Autor: Marcel Jacques

Fig. 33 (p. 44) Pão de Açúcar. Acervo MAST, Fundo Morize. (p&b).

Fig. 34 (p.45) Luneta Meridiana – Dollond/Adam Hilger; Londres, Inglaterra. Século XIX. Imagens da Ciência. O acervo do Museu de Astronomia e Ciências Afins/Concepção e edição de Marcus Granato. Rio de Janeiro: Museu de Astronomia e Ciências Afins, 2010. p. 163.

Fig. 35 (p. 46) *Posição na mesa. Fundo Luis Cruzl (LC_T_3_2_001_doc 1) Acervo Mast. *Delegados – conferencia de Washington. *Observatório Brasileiro Montado em Belem - Belem - sd- Fundo Luis Cruzl (LC_F_0017).

Fig. 36 (p.48) Interior da floresta com índios e trem. Ângelo Agotini, 1892. Coleção Fadel.

Fig. 37 (p. 49) *Cronômetro de Marinha - Lilley & Reynolds Ltd.; Londres, Inglaterra. Século XX (início). Imagens da Ciência. O acervo do Museu de Astronomia e Ciências Afins/Concepção e edição de Marcus Granato. Rio de Janeiro: Museu de Astronomia e Ciências Afins, 2010. p. 88. * Sextante – L.Casella; Londres, Inglaterra. Século XX (início). Imagens da Ciência. O acervo do Museu de Astronomia e Ciências Afins/Concepção e edição de Marcus Granato. Rio de Janeiro: Museu de Astronomia e Ciências Afins, 2010. p. 84. * Teodolito 1994/0159 – Troughton & Simms; Londres, Inglaterra. Século XIX (final). Acervo Mast.

Fig. 38 (p. 50) *Planta do Distrito Federal mostrando o adiamento dos trabalhos topográficos realizados até fins do anno 1895. (Retirado de:CRULS, Luís. Planalto Central do Brasil. Coleção Documentos Brasileiros, 3ª. ed.Rio de Janeiro, 1957). *Acampamento da comissão do planalto. Fundo Luis Cruzl (LC_R_0001) Acervo Mast. *Expedicionários da Comissão. Fundo Luis Cruzl (LC_F_0002_foto1) Acervo Mast.

Fig. 39 (p.52) Fragmento da Carta Geral da fronteira meridional entre o Brasil e a Bolívia de 1875. Fonte: Arquivo Nacional

Fig. 40 (p. 53) *Telegrama da esposa de Cruzl. Fundo Luis Cruzl (LC_T_1_025) Acervo Mast. *Telegrama de Cruzl. Fundo Luis Cruzl (LC_T_1_025_parte2) Acervo Mast. *Comissão delimitadora. Fundo Luis Cruzl - Acervo Mast.

Fig. 41 (p.54 e 55) Colagem, por Bruno Goulart

Fig. 42 (p.60) *João Teixeira ALBERNAZ II. cerca de 1666, Atlas do Brasil. Folha 1. [FBNR] cart1079075fo1]. * SOBEL, Dava & ANDREWS, William. (1998), The Illustrated Longitude: The True Story of a Lone Genius Who Solved the Greatest Scientific Problem of His Time. London: Fourth Estate. p.29

FICHA TÉCNICA

Exposição “Olhar o Céu, Medir a Terra”

Coordenação

Maria Esther Alvarez Valente

Curadoria

Heloisa Meireles Gesteira
Maria Esther Alvarez Valente
Moema de Rezende Vergara

Conselho Curador

Maria Esther Alvarez Valente
Alfredo Tiomno Tolmasquim
Antonio Carlos Martins
Heloisa Meireles Gesteira
Marcus Granato
Maria Lucia de Niemeyer Loureiro
Moema de Rezende Vergara
Sibele Cazelli

Consultores

Alda Lúcia Heizer
Carlos Ziller Camenietzki
Gilson GomesVieira
Lorelai Brilhante Kury
Marília Xavier Cury
Sérgio Nunes Pereira

Concepção da Expografia

Antonio Carlos Martins

Projeto da Expografia

Antonio Carlos Martins
Fabiola Belinger Angotti

Programação Visual

Andréa Cardoso Sampaio
Bruno Goulart Correia
Ivo Antonio Almico
Thiago Vasconcellos

Projeto de Iluminação

Antonio Carlos Martins

Pesquisa e Textos

Heloisa Meireles Gesteira
Moema de Rezende Vergara
Maria Esther Alvarez Valente
Alda Lúcia Heizer
Irene Cristina Portela

Revisão de Textos

Alberto Delerue

Roteiros de Exposição e de Multimídia

Heloisa Meireles Gesteira
Maria Esther Alvarez Valente
Moema de Rezende Vergara
Vanini Bernardes Costa Lima

Pesquisa Iconográfica

Eugenio Reis Neto
Heloisa Meireles Gesteira
Ivo Antonio Almico
Maria Esther Alvarez Valente
Moema de Rezende Vergara
Renata Corrêa Rissuti
Vanini Bernardes Costa Lima

Reprodução Fotográfica

Cláudio Nicoletti de Fraga
Jaime Acioli
Jorge Vasco
Luci Meri Guimarães da Silva
Fundação Biblioteca Nacional

Seleção de acervos

Cláudia Penha dos Santos
Claudia Regina Alves da Rocha
Maria Esther Alvarez Valente
Renata Corrêa Rissuti
Vanini Bernardes Costa Lima

Zenilda Ferreira Brasil

Módulos Interativos

Joubert P. da Conceição
Ronaldo Almeida

Réplicas

Wilson Pontes Cruz
Asgard Modelismo e Design Ltda.
Mg maquetes

Recursos áudio visuais

Thiago Vasconcellos
Hábil Design
Linx Produções
Videociência

Higienização de acervos

Carlos Nascimento
Liliane Bispo dos Santos
Ricardo de Oliveira

Normalização da Documentação

Eloísa Helena P. de Almeida
Lucia Alves da Silva Lino
Renata Corrêa Rissuti

Equipe de produção

Alexandre Magalhães Teixeira
Carlos Alberto F. de Souza
Carlos Nascimento
Daniel Pereira Garcia
Gustavo Coelho Mamede
Luís Ramiro
Matatjas Lima da Silva
Paula da Silva Dias
Samuel Braga
Wilson do Nascimento

Wilson Pontes Cruz
Brinc'Art

Serviço de Comunicação Social e Atendimento ao Público

Omar Martins

Serviço de Tecnologia da Informação

Alberto Wester

Serviço de Compras, Licitação e Contratos

João Claudino

Serviço de Infraestrutura e Logística

Vânia Mara dos Santos
Paulo

Serviço de Orçamentos e Finanças

Carlos Conceição

Produção Gráfica

Laboratório de Idéias
W3 seriGráfica

Colaboradores

Alex Varela
Araci Lisboa
Douglas Falcão
Gilson Gomes Vieira
Jaime Rocha
José Antonio Queiroz
Luiz Miguel Carolino
Márcia Cristina Alves
Maria Celina Soares
Monica Viol Valle
Oscar Toshiaki Matsuura
Simone dos Santos
Vitor de Amorim D'Avila

Agradecimentos

Arquivo Histórico do Exército
Arquivo Nacional
Arquivo Nacional de Lisboa
Biblioteca Geral do Museu Nacional
Centro Hospitalar de Lisboa Central. EPE.
Fundação Biblioteca Nacional
Instituto Histórico Geográfico Brasileiro
Museu da Escola Politécnica/UFRJ
Museu Imperial
Museu Paranaense
Emilio Goeldi
Observatório Nacional
Primeira Comissão Demarcadora de Limites (MRE)
Segunda Comissão Demarcadora de Limites (MRE)
Serviço de Documentação da Marinha
Seção de imagens
Jardim Botânico
5ª Divisão de Levantamento do Exército
A todos os profissionais que participaram direta ou indiretamente desta Exposição.

