

A balestilha

Páginas 10 a 29 de Luis de Albuquerque, Instrumentos de Navegação, Comissão Nacional para as Comemorações dos Descobrimentos Portugueses, Lisboa, 1988.

Na história do uso astronómico e náutico deste instrumento de alturas ainda hoje existem alguns problemas não devidamente esclarecidos. Ignora-se a sua verdadeira origem ⁽¹²⁾ e são mal conhecidas as suas relações com outro instrumento (o báculo de Jacob), utilizado frequentemente pelos agrimensores medievais e do Renascimento, com que por vezes tem sido confundida; desconhece-se a data exacta do seu aparecimento em marinharia e também se não sabe ao certo se os marinheiros chegaram a obter com balestilhas resultados de suficiente grau de precisão; as opiniões a respeito deste último problema, que já no século XVI variavam de cosmógrafo para cosmógrafo, variam hoje de historiador para historiador, consoante a importância atribuída a um ou outro grupo dos testemunhos contraditórios que sobre o assunto aquela época nos deixou. 10

Além disso, sabendo-se que a balestilha esteve no século XVI ao serviço dos navegadores do Índico, como afirmou Prinsep, não foi até agora possível apurar de maneira categórica se deles a tomaram os portugueses ou se, pelo contrário e como parece mais provável, foi por influência dos marinheiros europeus que os pilotos árabes e guzarates passaram a usá-la com nítidas vantagens sobre o kamal, a que várias gerações desses pilotos tinham recorrido antes do século XVI ⁽¹³⁾. Acrescente-se que até a origem da palavra balestilha é uma questão a deslindar, pois não há sobre a sua etimologia acordo entre os filólogos; enquanto uns a supõem de origem árabe (derivada de *balisti* = *altura*), outros apontam-lhe raiz castelhana a partir do vocábulo *ballesta* ⁽¹⁴⁾.

Com exclusão do último, todos estes problemas vão ser considerados de modo mais ou menos desenvolvido neste trabalho. Mas antes de entrarmos na história do instrumento, será conveniente dizer algumas palavras sobre uma ideia falsa que vários historiadores perfilharam e que os conduziu a consequências não menos falsas, como era inevitável. Referimo-nos à pretendida identificação da balestilha com o «cilindro» de que fala Jerónimo Monetário na sua carta de 1493 dirigida a D. João II, alguns anos mais tarde impressa nos guias náuticos de Munique e de Évora, em tradução portuguesa de Alvaro da Torre ⁽¹⁵⁾. Se o «cilindro» de Monetário fosse a balestilha da náutica portuguesa do século XVI, e se esta se tivesse baseado exclusivamente em tal instrumento (o que não é exacto), o testemunho daquela carta seria valioso para os historiadores que afirmaram ter origem alemã a arte de navegar posta em prática pelos pilotos dos descobrimentos. Mas nada há que autorize tal identificação, como já noutro lugar sublinhámos ⁽¹⁶⁾; às razões então aduzidas neste sentido, até podemos agora juntar mais outra; é o testemunho de um pequeno tratado de João Spangeberg ⁽¹⁷⁾, onde se encontra uma referência a este enigmático «cilindro», citado juntamente com o ânulo esférico, o quadrante e o báculo de Jacob («baculo quem vocant Jacobi»); não nos parece de aceitar que, sendo a balestilha designada em todo o texto por «rádio astronómico», só neste passo do final da obra se desse preferência a uma designação que ninguém mais na época utilizou — e, de resto, só para repetir a referência ao báculo, sem necessidade ou motivo plausível para o fazer. 11

Nos mais antigos textos portugueses do século XVI não encontramos qualquer alusão ao uso da balestilha por parte dos pilotos. Os guias náuticos do princípio do século (c. 1509 e c. 1516), não incluem referências a esse instrumento, embora falem do astrolábio e do quadrante; a carta escrita do Brasil em 1500 por mestre João Faras, dando conta a D. Manuel das observações astronómicas que o signatário fizera desde a sua largada de Lisboa, também lhe não cita o nome — e não se esqueça que o astrólogo ia incumbido de avaliar o grau de precisão dos vários instrumentos de alturas então adoptados na marinharia. Também não falam da balestilha Duarte Pacheco Pereira, no *Esmeraldo de situ orbis*, nem Gaspar Correia, no Livro 1, Cap. VIII das *Lendas da Índia*, em que confusamente trata dos primeiros passos da navegação de alturas. E é mesmo de supor que os pilotos a não tenham usado antes de 1518, pois, como salientou Luciano Pereira da Silva, ela não se encontra mencionada entre os instrumentos fornecidos a Fernão de Magalhães para a sua viagem de circum-navegação ⁽¹⁸⁾.

O *Livro de Marinharia* de João de Lisboa contém possivelmente a mais antiga referência à intervenção da balestilha em náutica, com indicações sobre a sua utilização nas observações solares: o passo não está datado, mas poderemos talvez situá-lo no primeiro quartel do século XVI, e supô-lo de data não muito posterior ao ano de 1514, expressamente indicada para o pequeno *Tratado da Agulha de Marear*, atribuído ao piloto e incluído na compilação.

12 É fora de dúvida, porém, que em 1529 havia balestilhas a bordo de alguns navios portugueses; efectivamente, em Janeiro daquele ano, os corsários franceses Dumenille e Bella Vilia (ou seja: Belleville) assaltaram ao largo da costa da Guiné o navio pesqueiro de João Gomes, donde não só levaram «coisas para o uso do navio e necessárias à viagem por mar», como apetrechos indispensáveis ao exercício da pesca, além «de agulha e astrolábio e balestilha e regimento para a arte de navegar» (19).

Ainda decerto dentro da primeira metade de quinhentos, André Pires designa as tavoletas da Índia ou kamal por «balhistinha do mouro» (20), o que mostra, ao que supomos, que a palavra balestilha era de uso comum. De resto, mais ou menos pela mesma época, D. João de Castro também alude ao uso do instrumento a bordo, numa nota que em 1545 escreveu à margem do *Roteiro de Lisboa a Goa* (21); e Pedro Nunes já o menciona no Tratado da Esfera, aparecido no ano de 1537 (22).

Que na segunda metade do século XVI o uso da balestilha se generalizara, e talvez até em prejuízo do astrolábio, mostra-o um parágrafo da *Vida de Frei Pedro*, de André de Resende (1570): ao encarecer as qualidades do seu biografado, o autor refere-lhe os conhecimentos náuticos, afirmando que, não obstante nunca ter sido mais do que grumete quando na juventude andara embarcado, Frei Pedro tinha «honesta & meãa noticia da arte de marear, & da carta & agulha, & d tomar ha altura com ho instrumeto q hos mareães chamam Balhestilha, q lhes serue por astrolabio» (23). E esta alusão mostra claramente que a balestilha era de uso corrente na náutica portuguesa, à data da redacção deste livro.

Ao falar da balestilha e da sua utilização náutica, Fontoura escreve que era conhecida na Europa desde o século XIV, embora sob nomes diversos e todos diferentes daquele que veio a tornar-se corrente entre os marinheiros: báculo de Jacob (Levi ben Oerson), virga visória (Jorge Purbáqueo) e rádio astronómico (Regiomontano) (24).

13 Fontoura confundiu neste passo, como já veremos, o báculo com a balestilha, mas tinha fundadas razões para afirmar que o primeiro destes instrumentos se divulgou na Europa graças ao tratado que o judeu catalão David ben Gerson sobre ele redigiu em 1342, e que logo correu em versão latina. Dessa tradução há ainda hoje algumas cópias manuscritas em várias bibliotecas (25), o que logo testemunha algum interesse que a obra despertou. Todavia, não são muito vulgares outras referências ao báculo anteriormente ao final do século XV; S. Gunther, que lhe estudou a história, apenas encontrou um escrito, anterior à segunda metade do século XV e devido ao franciscano Theodorico Ruffi, que dele se ocupa: é um códice da Biblioteca de Munique onde, sob o título de *Baculus Geometricus, alias baculus Jacob*, se descreve sumariamente o instrumento e se diz como em operações de campo, e especialmente com objectivos militares, podia ser usado na avaliação de distâncias e alturas inacessíveis, indicações que também são frequentes em obras do século XVI (26).

Mas o trecho em que ben Gerson descreve o instrumento, e o passo onde, na breve exposição de Ruffi, se referenciam as suas aplicações, mostram que os dois autores ainda nem sequer previam as modificações que transformariam o báculo na balestilha, tornando-o assim apto a ser utilizado astronomicamente, na determinação de um ângulo de altura ou na observação de uma distância angular entre duas estrelas. Efectivamente, enquanto a balestilha viria a fornecer ângulos em graus com precisão que, teoricamente, podia ser levada até a unidade, os textos em que se explica o funcionamento do báculo de Jacob mostram que eram comprimentos ou distâncias os resultados normais das operações com eles efectuadas, — muito embora o báculo, como adiante mostraremos, também pudesse fornecer, conforme a maneira como estava construído, cinco ou sete valores de ângulos, e com tal objectivo fosse algumas vezes manuseado por astrónomos. Em virtude da exposição ser aí mais minuciosa e clara do que nos breves parágrafos de ben Gerson, vamos acompanhar a descrição que do báculo se encontra numa obra de Sebastião Münster publicada em 1551 (27).



Fig. 4. Frontispício de *Rudimenta Mathematica* de Sebastião Münster (Basileia, 1559), onde se representam vários instrumentos usados em operações de altimetria, nomeadamente o quadrante, o quadrado geométrico e o báculo de Jacob, sendo este utilizado pelo homem figurado mais à direita

Segundo este autor, o báculo de Jacob compunha-se de duas peças: uma vara de três ou quatro côvados, a que na literatura portuguesa e espanhola se chamou virote (foi a designação mais usual), verga, flecha ou radio, e onde deviam ser marcadas incisões que a dividissem em 6 ou 8 partes iguais; e uma outra peça chamada soalha, ou sonaja (espanhol), transversário, franja ou martinete, de comprimento igual a uma das partes em que se decompusera o virote, mas mais larga e dotada de um orifício no centro, onde ajustadamente entrasse o virote, de tal modo que ao longo deste se pudesse deslocar a soalha.

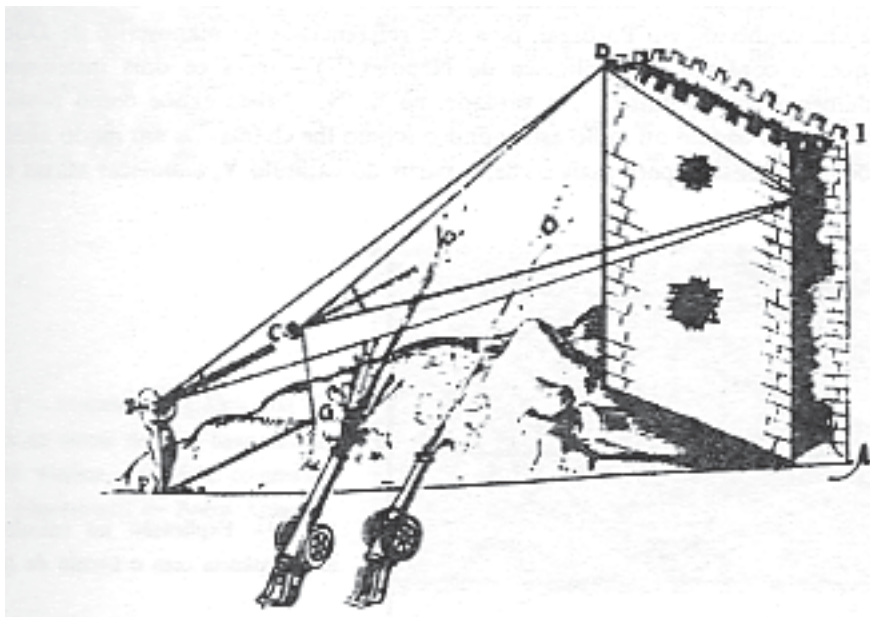


Fig. 5. Determinação indirecta de uma distância com o báculo de Jacob, segundo gravura de Domingos Peres, inspirada numa gravura de Sebastião Münster. Neste caso as observações deviam ser feitas com a soalha paralela ao horizonte; a largura da muralha é igual à distância entre os pontos F e G onde o observador fez as duas estações

Na utilização do báculo para indirectamente se fazer a determinação de uma distância entre dois pontos afastados do observador e inacessíveis, indica Münster que se devia proceder deste modo: fixada a soalha numa das divisões do virote, o observador aproximava-se ou afastava-se da distância a medir até que, visando por uma das extremidades dessa vara (extremidade a que depois se chamou o cós do instrumento), pudesse apontar os pontos extremos da distância que desejava conhecer pelas extremidades da soalha (figs. 5 e 6); marcada no terreno a posição então ocupada, o observador deveria passar a soalha à divisão imediata do virote, e deslocar-se até uma nova estação donde pudesse repetir a pontaria; a medida do comprimento que separava os dois pontos ocupados nas observações, seria a da distância que se pretendia obter. É claro que um báculo construído deste modo, podia fornecer alturas ou, alternativamente, cinco ou sete ângulos de duas direcções, consoante o virote estivesse decomposto em seis ou oito partes iguais; esses ângulos seriam

$$a_n = 2 \arctg \frac{1}{n} \text{ para } n = 1, \dots, 5 \text{ ou } n = 1, \dots, 7$$

designando n o número de incisões marcadas na vara desde o cós até à divisão ocupada pela soalha. E é esta a diferença essencial existente entre os dispositivos do báculo e da balestilha, pois, como já se disse e verificaremos adiante, este último instrumento era construído de modo a medir aqueles ângulos de grau em grau, dentro de certos limites.

O trecho de Münster que acompanhamos salienta o carácter prático do báculo de Jacob apenas na resolução de questões da natureza daquela a que o autor se refere (a largura de um rio, uma altura inacessível, etc.) (28).

O que se repete em capítulos de um grande número de livros do século XVI (29), que quase sempre omitem qualquer alusão à utilização astronómica do báculo de Jacob; aliás, quando os autores desta época falam dos dois instrumentos, com muita frequência salientam a distinção que era então corrente fazer-se entre eles. 16

Assim, por exemplo, o tratado de Gemma Frísio sobre o Radio Astronomico (30) – obra que era conhecida em Portugal, pois vem referenciada no manuscrito de Domingos Peres que se conserva na Biblioteca de Nápoles (31) – trata os dois instrumentos independentemente um do outro. Na verdade, na fl. 7v. Frísio expõe como devia ser feita a graduação do báculo ou rádio astronómico (como lhe chama) de um modo análogo às explicações de Münster, para mais tarde, a partir do capítulo V, enumerar várias aplicações a que se prestava o instrumento assim graduado; na fl. 9 verso vem reproduzido um desenho que explica o modo de se graduar a

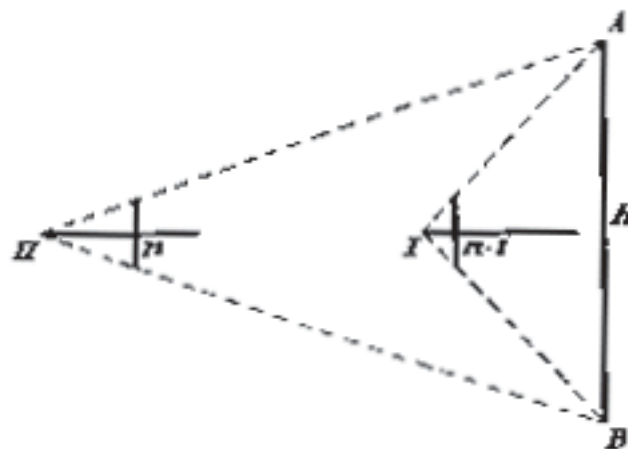


Fig. 6. Explicação do cálculo de uma distância com o báculo de Jacob

balestilha (*Radii astronomici demonstrationem huius doctrine haec figura ostendit*) e no texto que acompanha a gravura fala-se expressamente da inscrição no virote de traços correspondentes a graus (*De inscribendis in Radium gradibus, siue circuli partibus geometrico more*), dizendo-se como podiam ser marcados graficamente ou com recurso a uma tábua auxiliar (fl. 11v.).

Nos capítulos XVI e seguintes o autor anota os vários usos astronómicos da balestilha, aludindo nomeadamente à determinação de distâncias angulares de dois astros (Cap. XVI) ou da grandeza de um eclipse (Cap. XVII), bem como à observação da altura do Sol ou de uma estrela acima do horizonte (Cap. XXIII).

17 A solução gráfica apresentada por Frísio para o problema da construção da balestilha encontra-se em muitos livros quinhentistas, que na sua maioria reproduzem exactamente, ou apenas com variantes de pouca monta, a explicação exposta por Werner em duas das suas obras (fig. 7); foram poucos os que recorreram às tábuas de funções circulares que aquele cosmógrafo flamengo também apresenta, mas Pedro Nunes, como veremos mais adiante, tomou uma

posição singular, propondo a utilização das mesmas tábuas em sentido inverso do exposto por Frísio, ao descrever um tipo de balestilha onde se não obtinha o ângulo de duas direcções por leitura directa. Já deixámos entrever que o caso de Gemma Frísio, ao distinguir os dois instrumentos, não era único; e, de facto, acontece o mesmo noutras obras – como, por exemplo, num manuscrito português anónimo do final do século XVI ou primeiros anos do século XVII, conservado na Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra⁽³²⁾. Neste códice vem tratada graficamente a construção de uma «balhestilha» que serviria, como o texto esclarece, para observações de alturas da Estrela Polar e subsequente cálculo de latitudes (problema de interesse náutico); mas, separadamente, o manuscrito descreve também o «baculo mensoris» e explica como com ele podia ser resolvido o problema de altimetria tratado por Münster. Parece não haver, portanto, margem para duvidar de que muitos autores do século XVI distinguiam o báculo de Jacob da balestilha. E como é a história deste último instrumento que, pelas suas aplicações em náutica, nos importa fazer, dele passaremos agora a tratar exclusivamente.

18 Apesar de ignorarmos o ano exacto do aparecimento da balestilha em marinharia, já vimos que teve lugar antes de 1529, em virtude da alusão que lhe faz um documento deste ano. Quer dizer: os capítulos que Gemma Frísio dedica à balestilha no seu *Radio Astronomico* não continham decerto novidades para os cosmógrafos, pilotos e construtores de instrumentos portugueses, que estavam mais directamente interessados no assunto. Também escrevemos que a solução gráfica para a gradação do virote fora, antes de Frísio, exposta por João Werner em dois livros publicados em 1514 e 1524⁽³³⁾; não nos foi possível consultar o primeiro, mas o segundo aproxima-se muito das instruções que a tal respeito dão algumas obras portuguesas e espanholas para o ensino de pilotos, nomeadamente a *Chronografia* de Manuel de Figueiredo, de que mais adiante nos ocuparemos; é possível, pois, que estas obras se tenham directa ou indirectamente inspirado em Werner.

As referências em escritos castelhanos ao uso náutico da balestilha são posteriores às alusões que a ela se encontram na documentação portuguesa⁽³⁴⁾: que saibamos, é Pedro de Medina o autor que pela primeira vez fala do instrumento na *Arte de Navegar* (1545), indicando um modo de com ele se efectuarem observações nocturnas⁽³⁵⁾; no *Regimiento de Navegación* (edição de 1552) publica também a bem conhecida gravura de um marinheiro em atitude de visar a Ursa Menor com este instrumento (fig. 8).

Contudo, são espanhóis os mais antigos livros náuticos conhecidos onde se explica a construção corrente do instrumento. Assim, em 1551, Martin Cortez ocupa-se da «fábrica» da balestilha no *Breue Compendio de la Sphera y de*

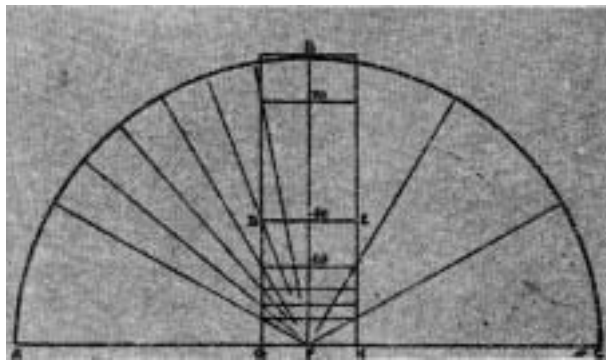


Fig. 7. Construção gráfica das divisões do virote de uma balestilha segundo Werner, na edição comentada da *Cosmografia* de Pedro Apiano



Fig. 8. Observação da Estrela Polar com a balestilha, segundo Pedro de Medina, *Regimiento de Navegación*

la arte de nauegar, sendo o primeiro livro peninsular do seu género onde encontramos a solução gráfica de Werner para a graduação do virote ⁽³⁶⁾, depois repetida pela maioria dos cosmógrafos que também trataram do assunto. Na edição de 1591 do *Compendio del Arte de Navegar*, Rodrigo Çamorano glosa as considerações de Cortez, sem nada lhes acrescentar de interessante ⁽³⁷⁾; mas já no *Regimiento de Navegación* de Andre Garcia de Cespedes, editado em 1606, a exposição daquele cosmógrafo vem actualizada com o acréscimo de uma referência às diversas soalhas que podiam ser adaptadas ao mesmo virote (mais abaixo falaremos desta novidade), e bem assim com as «partes de la vara de bailestilia, segun que la metad del transversario tiene 100 de las mismas» ⁽³⁸⁾.

Esta última consideração, aliás pouco prática, também se encontra numa obra de Pedro Nunes, como havemos de ver. Todavia, antes da edição daquele tratado náutico de Cespedes, aparecera em Portugal o primeiro escrito impresso com descrição minuciosa da balestilha e do processo de Werner: a *Chronographia* do

cosmógrafo Manuel de Figueiredo, que saiu do prelo em 1603 ⁽³⁹⁾. Cumpre dizer, no entanto, que em 1596 o P.^e Francisco da Costa, no capítulo XVIII da *Arte de Navegar* que lia aos alunos do Colégio de Santo Antão ⁽⁴⁰⁾, de Lisboa, expusera as construções gráficas que conduziã a graduação de um virote, declarando no contexto do seu curso que tal prática não oferecia dificuldades, e considerando-se por tal razão dispensado de entrar em pormenores sobre o caso ⁽⁴¹⁾. Um manuscrito anónimo já aqui referido também fornece esclarecimentos análogos, dando uma «regra para saber a balestilha» e ensinando a «tomar cõ ella a altura dos graos do polo artico p'la estrella do norte» ⁽⁴²⁾. Apura-se, portanto, que desde os últimos anos do século

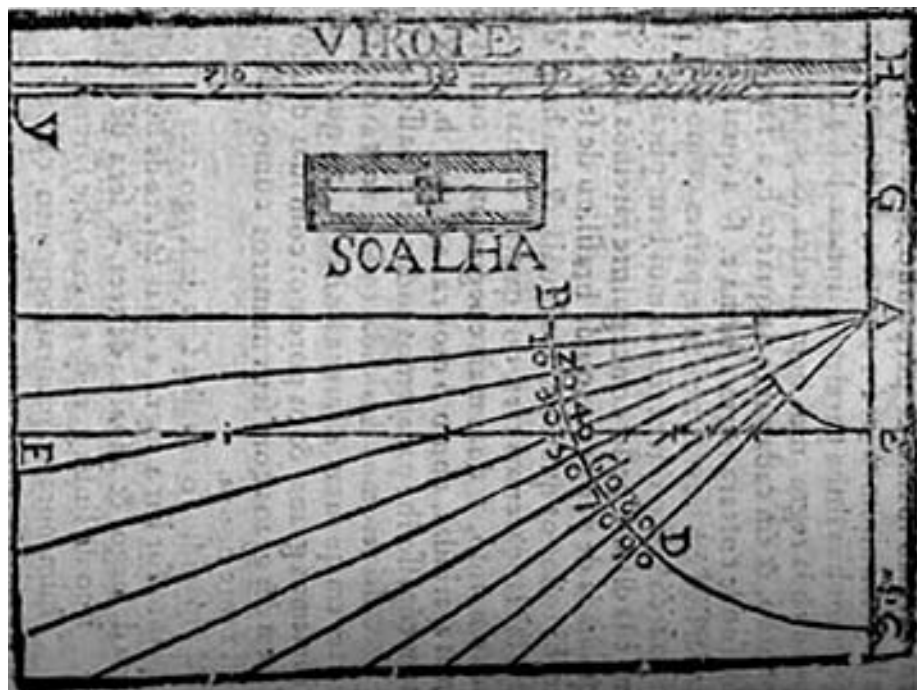


Fig. 9. Construção da escala do virote de uma balestilha, segundo Manuel de Figueiredo, *Chronographia*, Lisboa 1603. Compare-se com a figura 7

XVI, pelo menos, a construção mais expedita da balestilha se tomara geralmente conhecida em Portugal.

A exposição impressa por Manuel de Figueiredo lê-se no Livro VI da sua *Chronographia*, consagrado não só à «fabrica e vzo da balhestilha ou Radio Astronomico», matéria que de momento nos interessa, como também ao «vzo & fabrica do quadrante geometrico» e à gnomónica geral, ou seja, à «fabrica e vzo dos relogios horizontais, verticais, laterais, equinociais, polares, declinantes a todas as partes do mundo, & enclinantes» ⁽⁴³⁾. Segundo Manuel de Figueiredo, para se construir uma balestilha devia tomar-se uma tábua plana ou lisa «de cedro ou pereiro» (Martin Cortez não se esquecera também de recomendar que o material escolhido fosse de «buena madera»), onde se desenharia um quarto de círculo BDC de centro A (fig. 9), cujo arco BD , de 45° , deveria ser decomposto em 90 partes iguais (por dificuldade de construção, o que também tinha lugar na prática, na figura desenharam-se apenas os raios de 20 em 20 divisões, ou seja, de 10 em 10 graus, como aliás o texto esclarece). Se o comprimento da soalha (ou pinacídio, como diz Figueiredo, de acordo com Werner) fosse GAE , sendo A o ponto médio deste segmento, conduzir-se-ia por E uma paralela EF a AB ; os pontos onde os raios da divisão do semiquadrante intersectassem EF , corresponderiam às divisões do virote com este comprimento.

Preparada então uma régua de pau preto, brasil ou cedro, com o comprimento EF e secção quadrada, para que ficasse graduada como virote do instrumento bastava transportar para ela, a partir de um dos extremos (que posteriormente seria o cóis da balestilha), os intervalos marcados sobre EF pelo processo acima descrito. A soalha, que devia ter «de largo tres vezes quase quanto for a regra», seria do tamanho da linha GE , «& no meo lhe faremos hum buraco quadrado quanto caiba a regra (i.e. o virote) o mais justo q puder ser». É claro que a graduação da balestilha devia basear-se na relação

$$x = l \cotg \frac{a}{2} \quad (1)$$

tirada do triângulo rectângulo OAS da figura 10, onde $2l$ é o comprimento da soalha SS' , O o cós do virote OO' e x a distância do ponto O ao ponto onde devia ser escrito o valor a da altura observada para a posição da balestilha que a figura 10 representa.

21 O método descrito por Figueiredo consistia em determinar graficamente os valores de x segundo (1), para a escolhido de 10 em 10 graus, uma vez conhecido o comprimento l da semi-soalha. No entanto, aproveitando uma sugestão que, segundo informa, encontrara no tratado *De Cometa* de João de Monteregio, Pedro Nunes havia proposto no *De arte atque navigandi libri duo* a construção de balestilhas dotadas de graduações lineares no virote e na soalha (44).

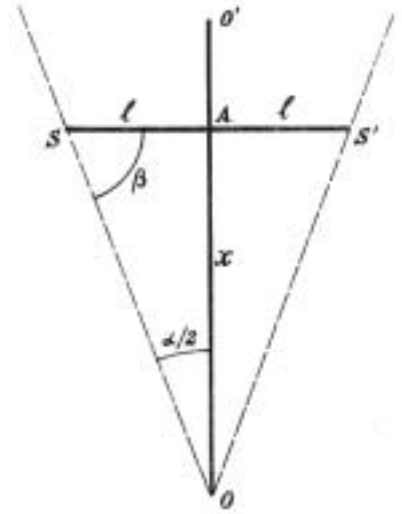


Fig. 10. Justificação geométrica da construção da escala do virote de uma balestilha

Designemos ainda por l o valor fixo do comprimento da semi-soalha, e por x a distância do ponto que definia a sua posição no virote ao cós do instrumento; suponha-se preparada uma tabela que forneça o valor do ângulo oposto ao cateto l num triângulo rectângulo em que o outro cateto seja igual a x (quer dizer, uma tábua de tangentes, dizendo Nunes que ela podia ser tirada do livro de Jorge Purbaquio sobre o quadrado geométrico) (45); deste modo, a leitura de x no virote, o cálculo de l/x e a consulta à tabela conduziam imediatamente à semidistância angular dos dois astros a que fora apontada a balestilha (na verdade, da igualdade (1), obtém-se

$$\frac{a}{2} = \text{art tg } \frac{l}{x}.$$

22 Quanto à tabela a que o cosmógrafo se refere, vê-se que ela foi calculada para um triângulo em que o cateto fixo (correspondente à semi-soalha l) tinha um comprimento de 1200 unidades. Em virtude do cálculo subsidiário que cada operação exigia, não era aconselhável usar em náutica balestilhas com virotes dotados de graduações lineares, como as referidas por Pedro Nunes, muito embora isso facilitasse um pouco a construção de tais instrumentos; e é por isso, sem dúvida, que nos livros posteriormente escritos por cosmógrafos não volta a encontrar-se qualquer alusão a balestilhas assim preparadas. No entanto, as mesmas tabelas das semitangentes de alturas foram bastantes anos mais tarde usadas na graduação dos virotes em unidades sexagesimais, como informa Francisco Xavier do Rego (46) - problema a que teremos de voltar mais adiante.

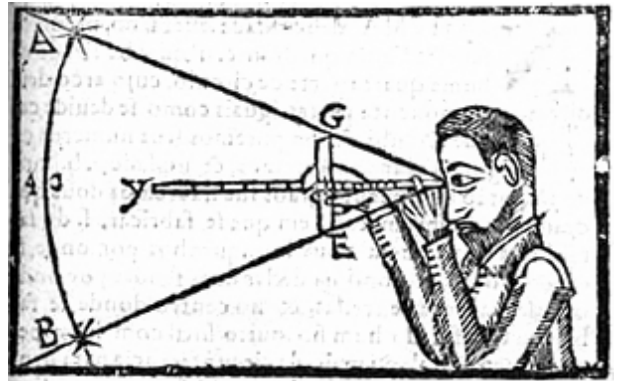


Fig. 11. Observação da distância angular entre duas estrelas, segundo a *Chronografia* de Manuel de Figueiredo

As duas citadas obras de Pedro Apiano e Pedro Nunes mostram que os astrónomos recorriam com frequência à balestilha com o fim de determinarem distâncias angulares de dois astros, sendo Pedro Nunes peremptório ao declarar que só nestas observações era vantajoso o seu uso. Manuel de Figueiredo, e veremos que o mesmo fizeram outros cosmógrafos, segue-lhes o exemplo: no capítulo intitulado «Do uso do radio astronomico» (47), é ao problema da distância angular de duas estrelas que dedica a sua atenção (fig. 11), referindo-se apenas ligeiramente, no final do texto, às observações de alturas que interessavam à náutica, mas sem dar qualquer indicação prática sobre o caso.

Estas indicações também foram omitidas por todos os autores portugueses que o precederam e se referem ao emprego do instrumento na pilotagem, mas encontram-se no manuscrito anónimo da Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra já aqui várias vezes citado. O texto tem alguns passos obscuros e errados, mas é clara a maneira como indica que, para se obter com a balestilha a altura de uma estrela, o observador devia aproximar um dos olhos do cós do virote, e depois deslocar a soalha até que por uma das extremidades desta visasse o horizonte e pela outra o astro; a leitura no virote dava logo, no caso das balestilhas náuticas, a coordenada procurada.

23 Sabemos, no entanto, que o instrumento também foi desde muito cedo usado na observação das alturas

meridianas do Sol, pois o Livro de Marinharia compilado por João de Lisboa já insere um «regimento pera tomar ho Sol pella balestilha» (48). Como a luz solar cegaria o observador se ele procurasse visar o ponto médio do astro directamente, os livros de instruções para os pilotos aconselhavam duas maneiras de proceder que evitariam tal inconveniente:

a) ou fazer a pontaria de modo que a soalha encobrisse o Sol, como se diz no regimento de João de Lisboa, onde se aconselha o leitor a apontar ao astro «por cima», «por que he melhor pera te nã seguar»; neste caso era necessário diminuir à altura observada o semidiâmetro aparente do Sol, avaliado em 15', como igualmente se lê no mesmo Livro de Marinharia: «E quãdo ho tomares por çima tiraras – 15 – minutos e tomãdo ho no meio nã lhe acreçentaras nem tiraras nnhua cousa» (49)

b) ou observar de costas voltadas para o astro – procedimento a que os navegadores chamaram «observação de revés» (50), introduzindo junto ao cós da balestilha um dispositivo de reflexão dotado de uma fenda, através da qual se visaria o horizonte, e fazendo as pontarias aproximando a vista do extremo do virote oposto ao seu cós; é o que mostra a figura 12, reproduzida de uma obra de Manuel Pimentel (51).

No *De arte atque ratione navigandi*, Pedro Nunes condena claramente o uso da balestilha em observações de alturas; e o prestígio do cosmógrafo que escreveu essas palavras de desabono talvez tenha contribuído para uma corrente de opinião desfavorável ao instrumento que se alonga pelo século XVII: de facto, são muitos os autores que reprovam o uso náutico da balestilha, chegando alguns, como António Carvalho da Costa, a nem sequer se lhe referirem nos seus escritos.

João Baptista Lavanha, no introito do Regimento Nautico (1595), chama a atenção do «pratico navegante» para os inconvenientes da balestilha, não só por considetar ser muito difícil fazer a dupla mirada que o seu uso exigia, mas ainda por lhe parecer que era impossível durante a noite distinguir o horizonte (52).

Dando menor número de razões do que Lavanha, Simão de Oliveira também em 1606 condena o instrumento de maneira categórica, pois expressamente afirma que a observação das estrelas se não devia fazer «com a Ballestilha de que os navegantes usão, por nela haver erros de importancia, q he a razão porque de sua fabrica & vso não tocamos cousa algua, desejando se não vse della» (53), mas sim do quadrante.

Em 1628, António de Naiera reforça as razões de Lavanha com argumentos que eram, na verdade, de ter em conta (54). De facto, reconhecendo que a balestilha era teoricamente perfeita, duvida que na prática conduzisse a observações correctas, por várias razões: o balanço do mar; a impossibilidade da vista poder, sem movimento, fazer as duas miradas dirigidas pelos extremos da soalha; e, finalmente, por raras vezes ser fácil apontar à linha do horizonte, em virtude da neblina que frequentemente cobria o mar. Adiante veremos que esta última dificuldade, também apontada por Lavanha, tinha remédio imediato.

Todavia, já desde 1614, pelo menos, Manuel de Figueiredo sublinhara que, além desses motivos que levariam a pôr de parte as balestilhas, um outro havia que também desaconselhava o seu uso: o facto de serem feitas de madeira, o que não permitia inscrever nos virotes graduações rigorosas (55). Assim, é de admitir que a opinião negativa de Pedro Nunes tenha exercido grande influência nos cosmógrafos portugueses; mas na vizinha Espanha, sucedeu o contrário, pois, como se viu, quase todos os técnicos aconselhavam o uso do instrumento e ensinavam como podia ser construído.

No final do século XVI o cosmógrafo Simon de Tobar chegou até a publicar um extenso tratado onde estudou o regimento do norte e a sua aplicação prática com a balestilha (56); o autor detém-se, em particular, na análise da critica que Pedro Nunes fizera ao regimento e ao instrumento, rebatendo as razões apresentadas pelo cosmógrafo português, e adoptando uma posição mais maleável através destas palavras: «Ya que aprovamos ei uso de la Ballestilia con las dichas limitaciones, sera necessario defender-la en lo que injustamente le condenam los que aconsejam que totalmente se dexa su uso, como fue el doctor Pedro Nunes; .. » (57).

Por outro lado, tudo indica que os homens do mar ficaram indiferentes às críticas dos cosmógrafos portugueses, assim se explicando que estes, durante tantos anos, sentissem a necessidade de insistir nos seus reparos. De resto, a maneira favorável como alguns dos responsáveis pelas navegações encaravam a balestilha, foi decerto um encorajamento para que os pilotos continuassem a usá-la, a despeito das advertências dos técnicos; há, na verdade, documentos oficiais que, ignorando o parecer dos cosmógrafos, chegam a aconselhar abertamente, ou a impor, o uso do instrumento em marinharia – como acontece, por exemplo, num regi-

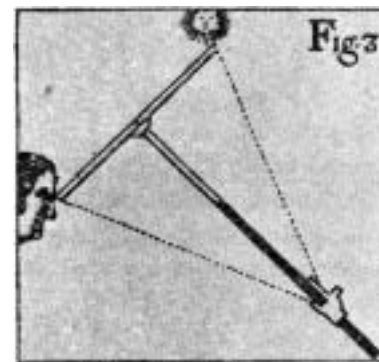


Fig. 12. Observação da altura do Sol com a balestilha, «de revés», segundo Manuel Pimentel, *Arte de Navegar*

Fig. 13. Tábua para a graduação do virote de uma balestilha, suposta a soalha de 1000 unidades, segundo Francisco Xavier do Rego, *Tratado Completo de Navegação*. Ao lado de cada grau de altura, a tabela dá o produto de 1000 unidades pela cotangente da semialtura, de acordo com a relação

$$x = l \cotg \frac{a}{2}$$

ou seja, a distância que devia separar a soalha da ocular do virote, para se ter a altura a

mento de 1608 em que se prescrevem as observações que Gaspar Jorge do Couto devia realizar durante a sua viagem para a Índia: um dos seus itens ordena4he que observe «as estrellas do polo austral, o sítio e a grandeza, com hum radio astronomico, pelo modo que se vos comunicou» (58).

Não se deve estranhar, portanto, que numa das lições de um curso ditado por Luís Serrão Pimentel em 1673, de que se conhecem os apontamentos compilados por um dos seus ouvintes, o cosmógrafo aludisse à utilização da balestilha sem qualquer das restrições de Nunes, Lavanha e aqueles que mais de perto os seguiram (59). Lendo as obras de Luis Serrão Pimentel, de Manuel Pimentel e de Francisco Xavier do Rego, apuramos até que, com o decorrer dos anos, foram sendo sucessivamente introduzidos alguns aperfeiçoamentos nas balestilhas; ao mesmo tempo reconhecia-se que, operando cuidadosamente, podiam com elas ser feitas observações de suficiente correcção para os fins em vista.

Uma das inovações – que é talvez a mais antiga, embora não seja possível datá-la – consistiu em inscrever em duas das faces do virote graduações diferentes, uma em altura e outra em distâncias zenitais; esta seria utilizada nas observações solares, quando se tinha em vista a aplicação do regimento da altura do pólo ao meio dia referido às últimas coordenadas. Em 1673 Serrão Pimentel fala de balestilhas assim duplamente graduadas, mas com palavras de desaprovação (60): «por abuso de alguns matematicos, se introduziram na balestilha duas contas, uma em que se põe o carácter do Sol, para se conhecer, e outro com o carácter de estrela (61); a primeira mostra as distâncias do zénite para baixo, até o horizonte [quer dizer: distâncias zenitais]; a segunda as alturas do horizonte para cima, até o zénite».

Outra novidade, a que já atrás nos referimos, data pelo menos de 1606, pois vem exposta no *Regimiento de Navegación* de Garcia de Cespedes, editado nesse ano: diz respeito à maneira de graduar o virote, abandonando-se o processo gráfico, até então seguido, para se passar à utilização de tábuas de tangentes e de cotangentes. Além do cosmógrafo espanhol, trataram do assunto Manuel Pimentel (1712) (62) e Francisco Xavier do Rego (1764) (63); mas, como vimos, a ideia já anteriormente fora apresentada por Pedro Nunes, embora este a tivesse procurado aproveitar noutro sentido. Para esse efeito o último daqueles cosmógrafos arbitrou à semi-soalha o comprimento de 1000 unidades, e tabelou (fig. 13) as distâncias

$$x = l \operatorname{tg} \left(90^\circ - \frac{a}{2} \right)$$

do cós da balestilha aos pontos em que a soalha devia ser colocada no virote para se observarem os ângulos de altura; assim, por exemplo, à altura de 60° a igualdade anterior faz corresponder $x = 1000 \operatorname{tg} 60^\circ = 1732$, que é, na verdade, o número escrito na tábua ao lado do ângulo de 60°. As indicações fornecidas por Manuel Pimentel sobre o assunto só diferem no pormenor de ter tabelado as distâncias que, em cada caso, deviam separar a soalha do extremo do virote oposto ao cós do instrumento.

Por outro lado, os primeiros observadores a usar a balestilha devem ter logo reconhecido que as graduações marcadas nas proximidades do extremo ocular do virote eram, na prática, inúteis, por se tornar impossível fazer as duas pontarias simultâneas pelos extremos da soalha, quando esta se encontrasse muito chegada aos olhos do observador (64); e por isso os construtores passaram a graduar os virotes só até uma distância do cós que tornasse viável a dupla mirada; mas como deste modo limitavam o campo das observações possíveis, adoptaram igualmente a solução de construir para a mesma balestilha soalhas de dimensões diferentes, inserindo a escala a usar com cada uma delas nas várias faces do virote. Garcia de Cespedes já no seu tratado de 1606 se refere a balestilhas com dois transversários (um seria duplo do outro) (65); mas esse número aumentou depois para quatro (tantos quantas as faces disponíveis da flecha), que segundo Manuel Pimentel teriam comprimentos proporcionais a 1, 2, 4 e 8 (66).

TABOADA
Das partes iguais, de que se compoem a soalha, contém a conta, principando da extremidade ocular do virote até cada hum dos graus.

Gr.	Partes	Gr.	Partes	Gr.	Partes
1	1000	21	460	41	240
2	998	22	450	42	230
3	996	23	440	43	220
4	994	24	430	44	210
5	992	25	420	45	200
6	990	26	410	46	190
7	988	27	400	47	180
8	986	28	390	48	170
9	984	29	380	49	160
10	982	30	370	50	150
11	980	31	360	51	140
12	978	32	350	52	130
13	976	33	340	53	120
14	974	34	330	54	110
15	972	35	320	55	100
16	970	36	310	56	90
17	968	37	300	57	80
18	966	38	290	58	70
19	964	39	280	59	60
20	962	40	270	60	50
21	960	41	260	61	40
22	958	42	250	62	30
23	956	43	240	63	20
24	954	44	230	64	10
25	952	45	220	65	0
26	950	46	210	66	0
27	948	47	200	67	0
28	946	48	190	68	0
29	944	49	180	69	0
30	942	50	170	70	0

Este último cosmógrafo descreve também, justificando as suas indicações pelo cálculo, a «experiência que os pilotos fazem para saber que soalha serve em alguma das quatro faces» da vara: a soalha inteira que se ajuntasse «entre os números 30 e 60 do virote» era a que correspondia «aquela face». Efectivamente, sejam GC a semi-soalha (fig. 14) e CD a linha do virote onde marcamos graficamente os pontos de divisão D e E correspondentes às alturas de 30° e 60° ; a afirmação de Pimentel exige a verificação da igualdade $ED = 2 GC$; ora na figura é equilátero o triângulo GIC e isósceles (os ângulos em C e em E são ambos de 30°) o triângulo CIE ; assim, tem-se $IC = IE = IG = GC$, e portanto $EG = 2 GC$; mas também é isósceles (os ângulos em G e D são de 15°) o triângulo GED , donde $EG = ED$, e por consequência $ED = 2 GC$, como se queria provar.

Além disso os cosmógrafos deram-se conta de que, observando os pilotos nas cobertas dos navios, e portanto acima do plano do horizonte, os ângulos medidos com a balestilha vinham errados por excesso ou por defeito, consoante a observação feita fosse de face voltada ao astro ou de revés ⁽⁶⁷⁾, como mostra a fig. 15, que ilustra o caso da observação directa. O desenho mostra que o erro cometido, dado por $h' - h = ACO$, apenas dependia da distância OT do observador à superfície do mar, podendo ser calculado em função desta distância a partir do triângulo rectângulo OAC , uma vez fixado o valor do raio da terra R ; de facto, tem-se

$$h' - h = \text{arc sec} \left(1 + \frac{OT}{R} \right)$$

Esta igualdade podia ser utilizada para tabelar as diferenças $h' - h$ em função das alturas OT , e assim fez Xavier do Rego no seu tratado ⁽⁶⁸⁾, onde publica um quadro com os índices seguintes (as alturas sobre o mar são dadas em pés, e as diferenças $h' - h$ em minutos arco) ⁽⁶⁹⁾:

Alturas s/ o mar	$h' - h$	Alturas s/ o mar	$h' - h$	Alturas s/ o mar	$h' - h$
1	1	40	6	100	11
5	2	50	7	200	14
10	3	60	8	300	17
17	4	70	9	400	20
25	5	80	10	500	22

Verifica-se que, para a altura normal da coberta de um navio, era insignificante o erro cometido pelos pilotos que não corrigissem, de acordo com os índices da tabela, as alturas medidas com a balestilha. 29

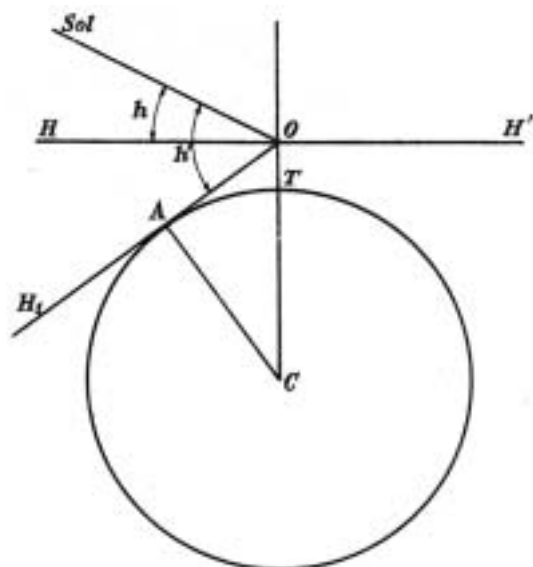


Fig. 15. Erro cometido na altura observada com a balestilha, proveniente do observador se encontrar acima do horizonte, segundo Francisco Xavier do Rego, *Tratado Completo da Navegação*



Fig. 14. Explicação da maneira de escolher a soalha correspondente a uma das quatro graduações do virote, segundo Manuel Pimentel, na *Arte de Navegar*

Deixamos para o fim uma referência à maneira como foi contornada a maior dificuldade com que os marinheiros depararam ao utilizar a balestilha – ou seja, a impossibilidade de visarem o horizonte, quer nas observações de estrelas durante a noite, quer nas observações do Sol, quando se verificasse a interposição da terra (ilha ou uma elevação da costa) ou a existência de nevoeiros à superfície do mar. A solução adoptada já se encontra exposta na *Arte de Navegar* de Pedro de Medina ⁽⁷⁰⁾; consistia em tomar uma vara da altura de um homem e terminada por uma cruz, que um auxiliar devia manter em posição perpendicular ao plano do horizonte, na frente do piloto e no plano do vertical do astro; a observação devia então ser feita de modo que pelo extremo inferior da soalha o observador visasse a aresta superior da cruz, visto esta linha de pontaria ser paralela ao horizonte; no caso de se operar em noite muito escura, colocar-se-ia no cimo da vara «un señal de fuego», o que permitia fazer mais facilmente esta última pontaria ⁽⁷¹⁾.

- (¹²) Por exemplo, E. R. Kiely (*Surveying Instruments*, 84), baseando-se num passo de Pierre de la Ramée (Petrus Ramus, *Arithmeticae libri duo, Geometricae septem et viginti*, 62, Basileia 1559, onde a invenção é atribuída a Arquimedes e a Hiparco), faz remontar a origem da balestilha à Antiguidade. Mas para Segundo de Ispizua a construção da balestilha teria sido imaginada por Azarquiel, *Historia de la Geografia e de la Cosmografia*, Madrid.
- (¹³) Alguns historiadores supõem a balestilha derivada do kamal, como um natural aperfeiçoamento deste instrumento.
- (¹⁴) Não podemos pronunciar-nos sobre o assunto, mas não deixaremos de registar que M. Metzeltin estuda o problema num trabalho em preparação. A forma portuguesa balestilha tem abonações em vários textos náuticos, sendo quase sem exoeção a grafia que encontramos nos mais antigos (João de Lisboa, D. João de Castro, Pedro Nunes, etc.); mas André Pires emprega a forma balhestinha.
- (¹⁵) Vide Luís de Albuquerque, *Os Guias Náuticos de Munique e de Évora*, 185-7.
- (¹⁶) *Ibidem*, 106-8.
- (¹⁷) *De arte mensurandi. In compositione baculi Jacobi Ioannes Spangeberii τετοαζιχον*, publicado como anexo da seguinte obra de Gemma Frísio: *Gemmae Frisi, Medici et Mathematici, de Radio Astronomico & Geometrico liber (...)*, fl. 84. Lutetiae 1558.
- (¹⁸) Luciano, *Obras Completas*, II, 275. O inventário dos instrumentos fornecidos a Fernão de Magalhães inclui 21 quadrantes e 7 astrolábios. Vide A. Cortesão *C. C. P.*, I, 254. Note-se a superioridade do número de quadrantes, o que parece indicar que se dava então preferência a estes instrumentos, contrariamente ao que em geral se admite.
- (¹⁹) *As Gavetas da Torre do Tombo*, Vol. V (Gav. XV, Maços 16-24), Lisboa 1965, 612 (Doc. 24-3). Foi o Ct.^e Teixeira da Mota quem chamou a nossa atenção para este documento.
- (²⁰) Luís de Albuquerque, *O Livro de Marinharia de André Pires*, 217. Lisboa 1963.
- (²¹) Ed. Andrade Corvo, 354, nota, e *Obras completas de D. João de Castro*, ed. de A. Cortesão e L. Albuquerque, I, 268, Coimbra 1968.
- (²²) Edição fac-similada de Joaquim Bensaúde, 126. A referência ocorre no passo em que o cosmógrafo-mor recrimina a linguagem solta com que os pilotos falavam de coisas de astronomia em particular de «astrolábios, quadrantes, balestilhas e relógios».
- (²³) Samuel da Costa Grillo, *Vocabulário da Vida de Frei Pedro de André de Resende* (com reprodução fac-similada da obra), 221 (Cap. XI, 8-17). Rio de Janeiro 1966.
- (²⁴) *Marinharia aos Descobrimentos*, 3^a ed., 26. Lisboa 1960. Alguns autores dos séculos XVI e XVII designaram o instrumento por outros nomes, em alguns casos também aplicados indistintamente a balestilha e ao báculo de Jacob: *baculus astronomicus* (Pedro Apiano), *bastão de Jacob* (Fournier), *radius visorius* (Werner), *baculo mensorio* (Perez de Moya), etc. Em Portugal, Pedro Nunes usou *radius astronomicus* (*De arte atque ratione navigandi*, 47), que foi, de resto, o nome preferido pelos astrónomos; e Manuel de Figueiredo designa-o por «radio astronomico ou balestilha» (*Chronographia, Reportório dos Tempos*, 266v); mas Domingos Peres escreveu simplesmente «radio», (Vide Luis de Albuquerque, *Fragmentos de Euclides numa versão portuguesa do século XVI*, 94, Coimbra 1969). Nunes e Peres, ao contrário de Figueiredo, distinguiam, e com razão, o báculo da balestilha; veremos que a distinção aparece em outros textos portugueses, nomeadamente num manuscrito anónimo da Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra, adiante referenciado.

- (²⁵) O Ms. 5072 da Biblioteca de Viena contém uma cópia coeva da tradução (*Leo de Balneolis isrhaelita de instrumente revelatione secretorum*); uma transcrição deste texto, já tardia, pois data do século XVII, pode ser lida no Cod. Latino 8089 da Biblioteca de Munique, *Geometriae conclusiones, propositiones et structura baculi Jacob, ejusque usus, ex libro manuscripto*. Apud Kiely, *op. cit.*, 86.
- (²⁶) No texto de Domingos Peres, referido na n. 24, encontra-se exposta gráficamente a solução de alguns destes problemas, com recurso ao báculo e a outros dispositivos expedidos.
- (²⁷) *Rudimenta Mathematica. Haec in duos digeruntur libros, quorum prior Geometriae tradit principia seu prima elementa, una cum rerum & uariarum figurarum dimensionibus. Posterior vero omnigenum Horologiorum docet declinationes, autore Sebastiano Munstero*, 48-50, Basileia 1551.
- (²⁸) Não é difícil justificar o procedimento aconselhado: suponha-se que se pretendia medir a largura AB e sejam I e II (figura 6) os pontos ocupados pelo observador nas suas estações; n e $n-1$ as duas divisões do virote onde se fixou a soalha para se fazerem as correspondentes pontarias; finalmente, a_1 e a_2 as distâncias dos pontos I e II a distância $h = AB$ a medir; para a posição do báculo em cada uma das estações, o triângulo definido pelos extremos da soalha e o cós do virote é semelhante ao triângulo definido por este último ponto e pelas extremidades A e B de h ; as propriedades dos triângulos semelhantes dão
- $$a_1 = (n - 1)h, a_2 = nh$$
- donde, por subtração
- $$h = a_2 - a_1$$
- assim, tal como afirma Münster, a largura considerada seria igual à distância que separava os pontos das duas estações.
- (²⁹) Além das obras de Sebastião Münster e de Pierre de la Ramée, já referidas, podemos citar os seguintes livros entre os muitos que se ocupam deste problema ou de problemas análogos: W. Ryff, *Der furnembsten notwendingsten der ganzen Architectur angehorigem mathematischen und mechanischer Künsten*, Liv. 3, Cap. 8, Nuremberg 1547; Orontius Finaeus, *De re et de praxi geometrica libri tres*, 8, Paris 1556; Leonardo Digges, *A book named Tectonian*, 26, Londres 1556; Cosimo Bartoli, *Dei modo di misurare*, 15, Veneza 1554; e Silverio Belli, *Libro del arte di misurare con la vista*, 53, Veneza 1556.
- (³⁰) Citado na nota (¹⁷).
- (³¹) Citado na nota (¹³). Domingos Peres ao escrever «da maneira que no radio Gemafrigi declaramos», dá a entender que dedicou ao báculo um tratado especial; mas não temos dele outra notícia.
- (³²) Ms. 440 da Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra, 93r-94v.
- (³³) O primeiro destes textos é o comentário de Werner *In primum librum Geographiae Cl. Ptolomaei paraphrasis*, Nuremberga 1514, apud Pereira da Silva, *Obras Completas*, II, 279; o segundo trecho encontra-se entre os comentários do mesmo autor à sua edição da *Cosmographia* de Pedro Apiano, Ingolstadt 1524.
- (³⁴) Alonso de Santa Cruz, *Libro de las longitudes y manera que hasta ahora se ha tenido en el arte de navegar, con sus demonstraciones y ejemplos*, dirigido ai muy alto y muy poderoso señor Don Philipe II de este nombre, rey de España, 46-49, Sevilha 1921, (o original data de 1545), refere-se ao emprego da balestilha, com outro fim: a prática de «la septima manera de dar la longitude», baseada em «las distancias de la luna con las estrellas fijas».

- (³⁵) *Arte de Navegar en que se contienen todas las Reglas, Declaraciones, Secretos y Avisos que a la buena nauegacion son necessarios, y se deuen saber, hecha por el maestro Pedro de Medina, Dirigida al serenissimo y muy esclarecido señor don Phelipe principe de España, y de las Sicilias, etc.*, fl. LXX, Sevilha [1545]. Na fl. LXXVII deste livro encontra-se referida uma outra observação com a «vallestilla» (sic).
- (³⁶) *Breue Compendio de la sphaera y de la arte de nauegar con nuevos instrumentos y reglas exemplificado con muy subtiles demonstraciones; compuesto por Martin Cortez natural de bujalaroz en el reyno de Aragon y de presente vezino de la ciudad de Cadiz dirigido al inuictissimo Monarcha Carlo Quinto Rey de las Hespanas etc. Señor Nuestro*, fls. LXXX seqq, Sevilha 1551.
- (³⁷) *Compendio del Arte de navegar del licenciado Rodrigo Çamorano, Cosmografo, y piloto mayor de su Majestad. Catedratico de Cosmografia en la Casa de la Contratacion de Sevilla*, fl. 30, Sevilha 1591.
- (³⁸) *Regimiento de Navegacion que mando hazer el Rei Nuestro Señor por orden de su Consejo Real de las Indias, a Andres Garcia de Cespedes su cosmografo mayor siendo Presidente del Consejo el Conde de Lemos*: fls. 59v.-60v, descrição; fl. 61r, indicação de diversos usos da balestilha; 61v, graduação do virote; e 62r, onde se encontra a tábua que referimos no texto. Madrid 1606.
- (³⁹) *Chronografia. Reportorio dos Tempos, no qual se contem VI partes, s.: Esphera, Cosmografia, & arte de nauegação, Astrologia rustica, & dos tempos, & pronosticação dos eclipses ate 630 & no fim o vso, & fabrica da balhestilha, & quadrante geometrico, com hum tratado dos Relogios. Composto por Manuel de Figueiredo, natural de Torres Novas*. Fls. 266 seqq. Lisboa 1603.
- (⁴⁰) Códice do National Maritime Museum, Greenwich, fls. 38v e 39r.
- (⁴¹) «A fabrica do instrumento passo em silencio por ser facil, ainda que por satisfazer a curiosidade porei um rascunho da sua fabrica na página seguinte», loc. cit., fl. 38v.
- (⁴²) Ms. 440 da Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra.
- (⁴³) *Op. cit.*, Liv. VI, Cap. 1, fl. 266v.
- (⁴⁴) *De arte atque ratione navigandi libri duo*, 47. Basileia 1543.
- (⁴⁵) Tratar-se-ia do *Libellus de quadrado astronomico*, impresso em Nuremberga, 1516.
- (⁴⁶) Francisco Xavier do Rego, *Tratado Completo de Navegação*, 221-3, Lisboa 1764, no parágrafo em que se ocupa «da construção da Taboada seguinte (fig. 13), que comprehe as partes igoaes que ha desde o extremo ocolar do Virote até cada hum de seus graos das quaes contem a metade da Soalha 1000».
- (⁴⁷) *Op. cit.*, Liv. VI, Cap. II, 267v.
- (⁴⁸) João de Lisboa, *Livro de Marinharia*, ed. Brito Rebelo, 41. Lisboa 1903.
- (⁴⁹) O cosmógrafo inglês W. Bourne tambem aconselharia mais tarde esta maneira de proceder. *A Regiment for the sea and other writings on navigation by...*, ed. E. O. R. Taylor, 209. Londres 1961. Bernardo Fernandes, no entanto, só supõe viáveis observações solares com a balestilha no caso do Sol se encontrar encoberto por nuvens, embora visível, por ser então impossível fazer a sua «pesagem» com o astrolábio: «Item. quando houeres de tomar a altura do Sol com a balestilha, ha de ser ao meio dia, em dias pequenos (?) e quando o Sol andar enfuscado a saber: não pode-lo então tomar com o astrolábio...» *Livro de Marinharia*, ed. Fontoura da Costa, 23, Lisboa 1940.
- (⁵⁰) Uma descrição muito pormenorizada da observação de revés com a balestilha pode ser lida em Francisco Xavier do Rego, *op. cit.* na n. 46, pp. 216-7.

- (⁵¹) *Arte de Navegar*, fig. 3 da Est. I, 16-7, Lisboa 1712. Num trabalho publicado em 1836 James Prinsep testemunha a utilização da balestilha pelos pilotos do Índico ainda nos primeiros anos do século XIX, e declara ter até assistido a operações em que esses marinheiros observaram «de revés», embora erradamente. Gabriel Ferrand, *Introduction à l'astronomie nautique arabe*, 5. Paris 1928. Acrescente-se que Prinsep, como aliás repetiu Chumovsky, considerava a balestilha de origem oriental (são dois dos autores a propor para a palavra a etimologia *balisti*), considerando-a um aperfeiçoamento do kamal.
- (⁵²) *Regimento Nautico*, 5, Lisboa 1595.
- (⁵³) *Arte de Navegar dirigida a D. Pedro de Castilho, Bispo de Leiria, inquisidor-mor e Vice-Rei dos Reinos de Portugal*, 113. Lisboa 1606. O passo, como muitos outros deste livro, é copiado da *Arte de Navegar* do P.^e Francisco da Costa, como noutra lugar mostraremos (*Dois Obras Inéditas do P.^e Francisco da Costa*, no prelo).
- (⁵⁴) *Navegacion especulativa y practica, reformadas sus reglas y tablas por las observaciones de Tycho Brahe*, 65v. Lisboa 1628.
- (⁵⁵) Manuel de Figueiredo, *Hydrographia. Exame de pilotos... Com os Roteiros de Portugal para a Índia, & Malaca, segundo Vicente Rodriguez. Piloto Mor, & agora novamente pellos Pilotos modernos. Com mais os Roteiros do Brasil...*, Lisboa 1614. Ignoramos se o trecho já aparecia nas duas primeiras edições da obra, que não nos foi possível consultar; na ed. de 1614, que vimos, o autor escreveu: «A estrela polar se costuma tomar com a balestilha, a qual eu reprovo pellos muitos inconvenientes que dali nascem. Primeiramente, serem as balbestilhas feitas de pao, e a graduacao nellas muito difficultosa, a segunda, pella inquietação da nao no mar, a terceira pella incerteza da vista, por ser impossível tomar dous pontos, orizonte e Estrella, pello que nao he certa a altura que por ela se toma no mar».
- (⁵⁶) *Examen y censura del modo de averiguar las alturas de las tierras por la altura de la estrella del Norte tomada con la balestilha*. Sevilha 1595.
- (⁵⁷) *Op. cit.*, 4v.
- (⁵⁸) *Documentos remetidos da Índia ou Livro das Monções publicados por ordem da Classe de Sciencias Moraes, Políticas e Bellas Lettras da Academia Real das Sciencias de Lisboa*, sob a direcção de Raymundo Antonio de Bulhão Pato, 4 vols., I, 217. Lisboa 1880.
- (⁵⁹) Luís Serrão Pimentel, *Pratica da Arte de Navegar*, ed. Fontoura da Costa, 20-1, Lisboa 1960.
- (⁶⁰) *Ibidem*.
- (⁶¹) Quer dizer: as graduações em distâncias zenitais e em alturas do virote distinguíam-se por sinais convencionais (*caracteres*) do Sol e das estrelas, respectivamente, para o piloto não hesitar na escolha da que devia usar em cada caso; Manuel Pimentel refere ainda mais claramente esta particularidade das balestilhas na sua *Arte de Navegar*, 18-9, Lisboa 1712.
- (⁶²) *Arte de Navegar*, 142 seqq.
- (⁶³) *Op. cit.*, 217-21.
- (⁶⁴) O cosmógrafo inglês W. Bourne refere-se a esta dificuldade no seu *Regiment for the Sea* (1574), quando aponta duas razões para não ser usada a *cross staffe* ou *Balla Stella* na observação de alturas do Sol superiores a 50°. Em primeiro lugar, Bourne considera que a partir dessa altura as graduações sucessivas do virote aproximavam-se de tal modo que um pequeno erro na posição da soalha implicaria um erro apreciável no ângulo lido; em

segundo lugar, só para alturas superiores (inferiores?) àquele valor «you may easily see or viewe the vpper end and the nether end of the crosstafe bothe at one time». *A regiment for the sea and other writings on navigation* by William Bourne, 207-8. Ed. E. G. R. Taylor, London 1961.

- (⁶⁵) *Regimiento de Navegación*, ed. cit., fl. 61v. Garcia de Cespedes antecipa-se aos possíveis juízos simplistas dos seus leitores, advertindo: «aun que el transuersario es duplo el vno del otro, q la graduacion del vno en la vara no vendia con la graduacion del otro».
- (⁶⁶) *Op. e loc. cit.*
- (⁶⁷) É o que diz expressamente Rego, *op. cit.*, 224: «Quando se toma a altura rectamente, sahe sempre alguma cousa mayor, e quando se toma de revés, sahe menor; e este erro he igual de huma parte e outra, sendo tanto mayor, quando o observador está mais levantado sobre a superfície do mar».
- (⁶⁸) *Idem*, 228.
- (⁶⁹) Luis Pimentel e Manuel Pimentel não se referem a este problema, mas avaliam «a quantidade de horizonte terrestre, ou quanta quantidade de terra ou mar alcança a vista a descobrir» - como diz o primeiro cosmógrafo -, ou seja, o lado OA do triângulo da fig. 15. (*Prática da Arte de Navegar*, ed. cit., 68 seqq.).
- (⁷⁰) Cap. IX («Como se tomara el altura dei norte aunque no se vea el orizonte»), fls. LXXXVI^v e LXXXVII^r.
- (⁷¹) Em *Certain errors in navigation detected and corrected*, Londres 1657 (edição «with many additions that were not in former editions») Edw. Wright ocupa-se do «error in using the crosse-staffe, and how they may be avoided» (XV, 85 seqq.).

