

1. INTRODUÇÃO

1.1 — Considerações gerais.

1.1.1 — O objecto deste Estudo.

Elementos determinantes.

1.1.2 — O códice.

Crítica externa e interna.

1.1.3 — O autor do Diário da viagem.

Notas biográficas.

1.2 — A náutica nos Séculos XV e XVI.

1.2.1 — A navegação estimada.

Elementos da navegação estimada.

O ponto de fantasia.

O calculador de derrotas.

A toleta de marteloio.

A agulha de marear.

A rosa dos ventos.

As cartas rumadas.

1.2.2 — A navegação de altura.

Elementos da navegação de altura.

O ponto de esquadria.

Emendas do ponto de esquadria.

O regimento das léguas.

O problema da latitude.

A latitude pela Polar.

O regimento do Norte.

A roda das alturas.

O regimento das horas da noite.
A latitude pelo Sol.
Tábuas solares.
O astrolábio.
O quadrante.
A agulha de marcar.
O instrumento das sombras.
A variação da agulha.
O grau meridiano terrestre.
A légua portuguesa.
As cartas planas quadradas.
Os troncos particulares das léguas.
Estudos de Pedro Nunes sobre a loxodrómia.
As cartas de latitudes crescidas.

1.3 — Elementos para o traçado cartográfico da derrota.

1.3.1 — A construção da carta.

Cálculo das escalas.

1.3.2 — O método do traçado.

Sua justificação.

1. INTRODUÇÃO

1.1 — Considerações gerais

1.1.1 — O presente trabalho consiste essencialmente num estudo cartográfico da viagem à Índia realizada, em 1595, pela nau S. Pantaleão, nau esta que fazia parte de uma armada de cinco navios sob o comando do capitão-mor Aires de Miranda.

Além da referida nau, onde seguia o piloto Gaspar Ferreira Reimão, o autor do Diário de bordo que vai servir de base a este estudo, a armada era ainda constituída pelas naus Nossa Senhora da Luz, que era a capitânia, Nossa Senhora do Rosário e Nossa Senhora da Victória, e pelo galeão biscaíño São Simão.

Tratava-se, com efeito, de mais uma armada da chamada Carreira da Índia, nome genérico por que era conhecida a que demandava anualmente aquelas paragens, prática iniciada logo após o regresso ao Reino, em 1499, de Vasco da Gama (¹).

A largada do Tejo das naus desta Carreira era normalmente em Março ou, o mais tardar, na primeira quinzena de Abril, para que pudessem ser aproveitados ventos favoráveis no Atlântico e a monção do sudoeste no Índico. A chegada à Índia processava-se, em via de regra, por todo o mês de Setembro ou começos de Outubro.

Se, por qualquer razão, houvesse necessidade de mandar à Índia qualquer navio fora da quadra normal, a sua partida de Lisboa podia fazer-se em Setembro ou Outubro, ainda a tempo de ser aproveitada, a partir de Moçambique, a *pequena monção* do sudoeste. Contudo, um possível atraso na chegada a essa ilha podia originar uma prolongada espera de alguns meses até que os ventos da monção do sudoeste voltassem novamente a soprar.

(¹) HUMBERTO LEITAO, *Viagens do Reino para a Índia e da Índia para o Reino (1608-1612)*. Ed. cit., vol. I, *Introdução*, p. LXXIII.

Desde o começo a derrota das naus, quer na ida, quer no regresso, era sensivelmente a que tinha seguido Vasco da Gama: a oeste ou *por dentro* da Ilha de S. Lourenço (a actual Madagascar), ao longo do canal de Moçambique.

Não durou muito, todavia, a descoberta e consequente utilização de caminho mais curto: a derrota por leste ou *por fora* da Ilha de S. Lourenço, particularmente útil quando as naus, na viagem da ida, chegavam atrasadas ao Cabo das Agulhas, já em fins de Julho ou em Agosto, não podendo então aproveitar, depois de Moçambique, a monção favorável.

Nas viagens da ida, salvo o caso atrás apontado, a derrota geralmente seguida era *por dentro*. A viagem que vamos estudar é exemplo dessa prática usual.

Nas viagens de regresso era a derrota *por fora* a que oferecia maiores vantagens, passando então a ser utilizada, quase exclusivamente, a partir de 1527 ⁽²⁾.

Na elaboração deste estudo tomaremos, como ponto de partida, os elementos exarados pelo piloto no Diário da navegação: latitudes, rumos, declinações da agulha, ventos dominantes, correntes marítimas, percursos estimados para as diversas singraduras, distâncias estimadas a pontos de referência da costa; como ponto de chegada, como objectivo final deste estudo, procuraremos fundamentar o elevado nível de precisão atingido na arte de navegar pelos mareantes portugueses no Século XVI.

1.1.2 — O códice que inclui, entre outros, o Diário da Navegação da nau S. Pantaleão à Índia, base do presente estudo, pertence à Biblioteca da Academia das Ciências de Lisboa, onde está registado com a marca 128 azul.

É constituído por 268 folhas de papel numeradas consecutivamente, não obedecendo essa numeração à ordem cronológica dos diários da navegação que o formam, nem sequer

(2) QUIRINO DA FONSECA, *Diários da Navegação da Carreira da Índia*, in *Diário da Navegação da nau de Santa Maria do Castelo, no ano de 1597*, p. 75.

à primitiva numeração neles estabelecida. Pode mesmo afirmar-se, como é evidente, que a numeração geral do códice foi aposta depois deste já se encontrar encadernado, incluindo até mesmo páginas em branco.

Assim, logo no começo há nove páginas em branco, tendo sido aproveitada a página 3 para índice geral. As páginas compreendidas entre 59 v. e 63 não têm também qualquer escrita. Nota-se, além disso, que foram eliminadas duas folhas a seguir à página 109, não tendo havido, no entanto, nem alteração no texto, nem na paginação geral.

O papel apresenta 6 marcas de água diferentes, havendo também bastantes folhas que não apresentam qualquer marca.

Tanto o papel como a encadernação de carneira estão em mau estado de conservação.

Os manuscritos das seis viagens de navegação que formam o códice devem datar dos começos do Século XVII e, pelo exame da caligrafia, várias pessoas os executaram, verificando-se mesmo a existência de duas caligrafias diferentes no manuscrito do primeiro diário.

Os diários que formam o códice estão dispostos segundo a ordem seguinte:

- 1) Diário da navegação da nau S. Martinho, em viagem para a Índia, no ano de 1597, por oeste da ilha de S. Lourenço, ou chamada por dentro;
- 2) Diário da navegação da nau Santa Maria do Castelo, em viagem de Goa para Portugal, no ano de 1597, por oeste da ilha de S. Lourenço, ou chamada por dentro;
- 3) Diário da navegação da nau Nossa Senhora da Conceição, em viagem de Cochim para Portugal, no ano de 1600, por leste da ilha de S. Lourenço, ou chamada por fora;
- 4) Diário da navegação da nau S. Mateus, em viagem do Cabo da Boa Esperança para Goa, no ano de 1603, por leste da ilha de S. Lourenço, ou chamada por fora;

5) Diário da navegação da nau S. Pantaleão, em viagem para a Índia, no ano de 1595, por oeste da ilha de S. Lourenço, ou chamada por dentro ⁽³⁾;

6) Diário da navegação da nau S. Pantaleão, da Índia para Portugal, no ano de 1596, por leste da ilha de S. Lourenço, ou chamada por fora.

O códice inclui também o registo dos valores da variação da agulha da primeira, quinta e sexta viagens acima apontadas.

Em 1938, foi publicado este códice por ordem da Academia das Ciências de Lisboa, sob a direcção de Quirino da Fonseca, com o título *Diários da Navegação da Carreira da Índia nos anos de 1595, 1596, 1597, 1600 e 1603*, cuja consulta muito nos serviu na elaboração deste estudo. Esta obra, como tivemos ocasião de ver, tem a transcrição exacta do manuscrito donde foi extraída. Os erros existentes nessa transcrição são devidos à imperícia de quem fez a cópia do manuscrito original, isto é, daquele que executou o manuscrito actualmente na Biblioteca da Academia das Ciências de Lisboa. Na devida ocasião daremos mais ampla notícia dos referidos erros, os quais constituem prova insofismável de que o dito manuscrito não é original do piloto, dados os erros grosseiros que contém, mas sim uma cópia.

1.1.3 — Gaspar Ferreira Reimão — o autor do Diário da Navegação que vamos estudar — foi um dos mais notáveis pilotos da Carreira da Índia. Os seus apreciados méritos na arte de navegar valeram-lhe a nomeação de cavaleiro-fidalgo e ainda outras elevadas mercês ⁽⁴⁾:

Assim, em 1597, é publicado um alvará em que lhe é concedido o hábito de S. Tiago com a tença de 12 000 reais,

⁽³⁾ Esta viagem, cujo Diário de navegação vai constituir a base deste estudo, é, portanto, a quinta na ordem do códice, onde principia na página 133 e termina na página 186 v.

⁽⁴⁾ FRAZÃO DE VASCONCELOS, *Diário de Navegação da nau S. Francisco, de Goa para o Reino*, in *Anais da Academia Portuguesa da História*, N.º VIII, pp. 242 e 243.

que lhe seria entregue logo que regressasse da Índia, onde fora como piloto da nau S. Martinho, honraria que só viria a concretizar-se, aliás, dez anos mais tarde.

Em 1605, foi nomeado juiz dos Órfãos de Palmela e, em 1607, recebe a mercê de um padrão de 40 000 reais de tença, no almoxarifado de Setúbal, concedido pelo vice-rei Rui Lourenço de Távora, como prémio antecipado dos serviços a prestar na nau S. António, que o levaria à Índia.

Não é conhecida a data do nascimento de Gaspar Ferreira Reimão, nem qual fosse a sua terra natal. É de supor, no entanto, ter falecido em 2 de Fevereiro de 1626, pois foi a partir desse dia que seu filho único, João Baptista Ferreira, passou a receber a tença de 40 000 reais, que lhe coube por herança paterna⁽⁵⁾.

Da vida que Gaspar Ferreira levou no mar há as seguintes notícias:

- Viagem de regresso da Índia, em 1589, como sota-piloto da nau S. Tomé, onde vinha D. Paulo de Lima;
- Viagem à Índia, em 1593, como sota-piloto da nau S. Filipe;
- Viagem à Índia, em 1595, a bordo da nau S. Pantaleão, onde já ia como piloto, consoante o declara no respectivo Diário da Navegação: *Esta he a primeira Viagẽ de piloto*;
- Viagem de regresso da Índia, a bordo da mesma nau, tendo chegado a Lisboa em 8 de Agosto de 1596;
- Viagem à Índia, em 1597, como piloto da nau S. Martinho, que fazia parte da armada de D. Afonso de Noronha;
- Viagem de regresso ao Reino, como piloto da nau capitânia Santa Maria do Castelo, com D. Afonso de Noronha por capitão-mor, tendo aportado a Lisboa em 1 de Agosto de 1598;

(5) QUIRINO DA FONSECA, *Diários da Navegação da Carreira da Índia nos anos de 1595, 1596, 1597, 1600 e 1603*. Ed. cit., p. XVII.

- Viagem de regresso ao Reino, em 1601-1602, como piloto da nau S. Francisco ⁽⁶⁾;
- Viagem à Índia, em 1607, na armada de D. Jerónimo Coutinho;
- Viagem de regresso ao Reino, em 1608, como piloto da nau Nossa Senhora da Penha;
- Viagem à Índia, em 1608-1609, como piloto da nau capitânia S. António, da armada do vice-rei Rui Lourenço de Távora;
- Viagem de regresso ao Reino, em 1610, como capitão da caravela Monserrate;
- Em 1614, quando se aprestava com destino à Índia uma armada sob o comando de D. Manuel Coutinho, foi Gaspar Ferreira convidado a embarcar novamente, apesar de já se ter aposentado. Esquivou-se como pôde a aceitar este novo serviço, mas a promessa do hábito de Cristo, acompanhada de outras prebendas de valor, bastou para modificar a sua recusa inicial;
- Na viagem de regresso ao Reino, em 1615, três das naus que compunham a armada naufragaram nas proximidades da Ilha do Faial, tendo perdido a vida mais de 200 pessoas. Foi esta a sua última viagem de que há conhecimento.

Como se vê, Gaspar Ferreira Reimão passou grande parte da vida no mar, em aturado e proveitoso serviço. Nada menos que 26 anos, se não forem contados os de aprendizagem, mas apenas os que mediarão entre a viagem da nau S. Tomé, de 1585, onde ia como sota-piloto, e a de 1615, então já na categoria de piloto-mor do Reino.

Entre os diários de navegação que redigiu constam os seguintes:

- 1) Diário da navegação da nau S. Pantaleão, em viagem para a Índia, no ano de 1595, por oeste da ilha de S. Lourenço, ou por dentro ⁽⁷⁾;

⁽⁶⁾ Não é conhecido o nome da nau da ida, provavelmente a mesma S. Francisco.

⁽⁷⁾ É este o Diário que vai servir de base a este estudo.

2) Diário da navegação da nau S. Pantaleão, da Índia para Portugal, no ano de 1596, por leste da ilha de S. Lourenço, ou chamada por fora;

3) Diário da navegação da nau Santa Maria do Castelo, em viagem de Goa para Portugal, no ano de 1597, por oeste da ilha de S. Lourenço, ou chamada por dentro;

4) Diário da navegação da nau S. Martinho, em viagem para a Índia, no ano de 1597, por oeste da ilha de S. Lourenço, ou chamada por dentro;

5) Diário da navegação da nau S. Francisco, em viagem da Índia para o Reino, em 1601-1602 ⁽⁸⁾.

Os quatro primeiros diários acima enumerados fazem parte do códice da Academia das Ciências de Lisboa que já referimos; quanto ao Diário da navegação da nau S. Francisco, encontra-se publicado, como também se disse já, no volume VIII dos *Anais da Academia Portuguesa da História*.

Estes quatro primeiros diários vêm ainda acompanhados, como suplemento, das respectivas relações respeitantes às variações da agulha, designadas pela forma seguinte ⁽⁹⁾:

a) *Demarcação do R^{no} a India pella agulha de marcar o sol, Anno de 1595.*

b) *Demarcação do Sol pella agulha de marcar de Cochim para o Reino. O anno de .96.*

c) *Demarcação dagulha do R^{no} pa a India p dêtro. Abril Anno 1597.*

d) *Demarcação da agulha da India para o Reino 1597.*

As duas primeiras destas demarcações referem-se, respectivamente, às viagens de ida e de regresso da Índia da nau

⁽⁸⁾ Este Diário está incompleto.

⁽⁹⁾ HUMBERTO LEITAO, *Dois Roteiros do Século XVI, de Manuel Monteiro e Gaspar Ferreira Reimão, atribuídos a João Baptista Lavanha*. Ed. cit., p. 27.

S. Pantaleão; a terceira, à de regresso da Índia da nau S. Martinho; e a quarta, à de regresso da Índia da nau Santa Maria do Castelo.

Além das obras acabadas de citar, Gaspar Ferreira Reimão colaborou ainda, de parceria com Manuel Monteiro, nas seguintes:

1) *Roteiro de Navegação E Carreira da India, com seus caminhos, & derrotas, sinaes & aguageis, & differenças da agulha: tirado do que escreveo Vicente Rodrigues, & Dioguo Afonso Pilotos antiguos. Agora novamente acrescentado a viagem de Goa por dentro de São Lourenço, e Moçambique, e outras muitas cousas, e advertencias, por Guaspar Ferreira Reymão, cavaleiro do habito de Sanctiago, e Piloto mor destes Reynos de Portugal, por el Rey nosso senhor* ⁽¹⁰⁾.

2) *Roteiro de Navegação da India. E de Rotas com ha agulha ferrada de baixo da flor de lis, e differensas della, E sinões corentes de Agoa, he ventos q' em diversas paragês se achão. Este derroteiro foi ho que emmendou João baptista levanha pollo de Viçente Roïs, E he m^{to} certo, E tem m^{tas} e mui boas curiosidades* ⁽¹¹⁾.

3) *De Rotas de la navegacion de la India con la aguja que tenga los hierros debaxo de la flor de lis. y sus diferencias y variaciones assi miesmo las señales, corrientes i vientos que en diversos parages se hallam. Hecho en Lisboa por Manuel Montero i Gaspar ferrera Pilotos de la carrera de la India. Estando presente Juan Bautista de Labaña Cosmografo major del Rey nuestro señor en los Reynos de Portugal a 25 de Março de 1600* ⁽¹²⁾.

⁽¹⁰⁾ *Códice N.º 1333 da Biblioteca Nacional de Lisboa.*

⁽¹¹⁾ Este código, segundo refere Fontoura da Costa em *Marinharia dos Descobrimentos*, Ed. cit., p. 442, foi adquirido num leilão por um bibliófilo português e mais tarde vendido em Paris, não se sabendo o seu paradeiro. Humberto Leitão informa no seu livro *Dois Roteiros do Século XVI, de Manuel Monteiro e de Gaspar Ferreira Reimão, atribuídos a João Baptista Lavanha*, Ed. cit., p. 8, ter em seu poder o referido código, que lhe foi oferecido pelo Comandante Ernesto Jardim de Vilhena.

⁽¹²⁾ *Códice N.º 3146 da Biblioteca Nacional de Madrid.*

1.2 — A náutica nos Séculos XV e XVI

Antes de esboçarmos a teoria e a prática da carta geográfica que vai servir de suporte material ao traçado da derrota desta viagem de navegação, vamos referir-nos, para melhor compreensão do mesmo, à evolução da náutica, desde o início da era dos Descobrimentos até ao final do Século XVI, época em que esta viagem se realizou.

Trataremos ainda de focar o relevante papel desempenhado nesta evolução pelos cosmógrafos e mareantes portugueses, cuja obra representa um dos maiores impulsos da História da humanidade nos caminhos do progresso e da civilização.

Nos princípios do Século XV, quando em Portugal se iniciou a grande aventura com a busca sistemática de novas terras para além dos mares desconhecidos, a navegação processava-se ainda nos moldes da do Mediterrâneo: Era a navegação *por estima*, com uso exclusivo da carta rumada e da agulha de marear.

Muito cedo, porém, os mareantes portugueses verificaram a necessidade urgente de novos métodos, porquanto a navegação estimada, ainda que bastante satisfatória num mar de dimensões reduzidas como o Mediterrâneo, não se prestava às condições específicas do mar alto.

Na verdade, os erros verificados na estima dos pontos das singraduras sucessivas iam-se acumulando sem cessar no decurso de longas semanas de navegação e, para obstar os perigos daí resultantes, impunha-se a criação de algo que pudesse ratificar a posição ou o ponto do navio.

Este problema foi resolvido com a criação de um novo método, que consistia em associar aos elementos da navegação estimada uma nova coordenada — a latitude.

Com esta inovação, base autêntica da navegação moderna, nasceu a chamada *navegação de altura* ou *astronómica*, pois era pela medida da altura do pólo dum astro — Sol ou estrela de primeira grandeza — que se determinava a latitude.

1.2.1 — A navegação estimada

Na navegação estimada, a posição do navio no alto mar obtinha-se pela determinação do *ponto de fantasia*, também designado por ponto estimado, de estimativa ou de marinharia ⁽¹³⁾.

Para a determinação do ponto de fantasia carteava-se ao rumo do navio o caminho percorrido, operação que era geralmente executada com dois compassos ⁽¹⁴⁾:

Media-se com um compasso na escala da carta o caminho estimado e assentava-se uma das pontas no ponto de partida ou da véspera, deixando a outra ponta livre para ser utilizada posteriormente. Colocava-se, em seguida, uma ponta do segundo compasso no mesmo ponto de partida e a outra sobre a linha do rumo da carta seguida pelo navio, depois do que as duas pontas eram corridas segundo essa linha do rumo: uma sobre esta e a outra paralelamente, como é evidente. O encontro desta última ponta com a livre do primeiro compasso determinava o ponto de fantasia.

Compreende-se perfeitamente que pontos assim determinados eram bastante imprecisos, pois que, além dos rumos das rosas dos ventos serem traçados em quartas inteiras, os caminhos ou distâncias navegadas estavam dependentes da conjectura do piloto.

Só em 1577 aparece um instrumento para a determinação da velocidade dos navios, denominado *log* por William Bourne, o primeiro que o descreveu, no seu livro *A Regiment for the Sea*, publicado em 1577. A sua constituição era bastante semelhante à da barquinha, que até há pouco era ainda usada, agora substituída pelos modernos odómetros. Contudo, tal instrumento não foi utilizado em Portugal antes do Século XVIII, pois que a sua primeira descrição portuguesa, datada de 1755, foi feita por Xavier do Rego ⁽¹⁵⁾.

⁽¹³⁾ FONTOURA DA COSTA, *Marinharia dos Descobrimentos*. Ed. cit., p. 392.

⁽¹⁴⁾ FONTOURA DA COSTA, *Marinharia*, p. 393.

⁽¹⁵⁾ F. XAVIER DO REGO, *Tratado completo de Navegação*, Lisboa, 1755.

Quando se tornava necessário seguir na mesma singradura diversos rumos, utilizava-se na navegação estimada (e também na de altura) o *calculador de derrotas*:

Era este⁽¹⁶⁾ constituído por um tabuleiro de madeira em cuja superfície estavam desenhados os 32 rumos da rosa dos ventos. Ao longo de cada um destes rumos havia uma fiada de 8 orifícios, correspondentes às 8 meias horas do quarto de vigília. Do centro do tabuleiro pendiam, presas por cordões, 8 cravelhas de madeira.

O calculador de derrotas ia colocado na bitácula junto à agulha de marear e, ao esvasiar de cada ampulheta, isto é, ao fim de cada meia hora de quarto de vigília, o timoneiro introduzia uma cravelha num dos orifícios situados sobre a linha correspondente ao rumo seguido pelo navio.

Acabado o quarto de vigília, assentavam-se numa ardósia os valores marcados no calculador, depois do que eram retiradas as cravelhas do tabuleiro, de forma a deixar este preparado para nova utilização no quarto de vigília imediato.

Baseando-se nos resultados obtidos, o piloto, depois de ter estimado *a olho* a velocidade mais provável do navio, traduzia as ampulhetas (relógios de areia) em distâncias, aplicando então as correcções devidas à acção dos ventos e das correntes para avaliação do abatimento a dar ao rumo.

Tanto para casos de navegação a vários rumos, como para a navegação à bolina com cartas rumadas, podia recorrer-se para a determinação do ponto à *toleta de marteloio*, de origem mediterrânica, que foi muito provavelmente usada pelos mareantes portugueses do Século XV, embora não existam documentos que o comprovem. O *regimento das léguas*, de origem indiscutivelmente portuguesa, dá legitimidade a essa hipótese, dada a sua semelhança com a *toleta*, ainda que de melhor adaptação à nova técnica da navegação de altura.

(16) J. H. PARRY, *Epoca de los Descubrimientos Geograficos*. Ed. cit., p. 129.

O documento mais antigo com a *toleta* é o *Atlas de Andrea Bianco*, de 1436, hoje na *Biblioteca Merceana* de Veneza ⁽¹⁷⁾.

A figura 1 vai servir para explicar o emprego da *toleta*:

Suponhamos, para exemplificar, que um navio devia seguir a derrota BB' (fig. 1), mas que, devido à acção de ventos desfavoráveis, seguiu a direcção BC , que forma com a primeira, BB' , um determinado ângulo Q .

Necessariamente, ao atingir o ponto C , o navio terá percorrido o caminho BC , encontrando-se então afastado da derrota directa de uma distância AC e, ao mesmo tempo, avançado segundo a mesma derrota na distância BA .

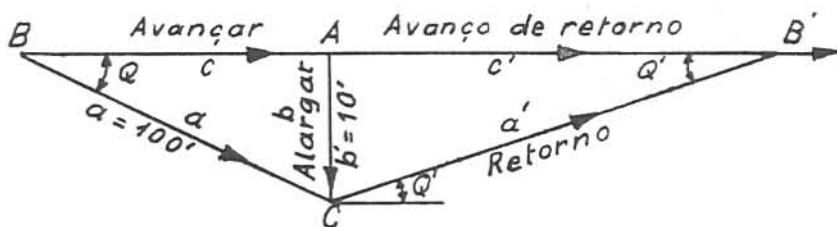


Fig. 1

Este problema é resolvido pela primeira tábua da *toleta*: a *Suma*. Consta de 3 colunas de valores:

- Na primeira estão os valores dos rumos, em quartas inteiras, por ordem crescente, de 1 a 8 quartas, que são as que formam um quadrante; a segunda coluna dá os correspondentes valores do *alargar*, isto é, o quanto se afastou o navio da derrota directa; a terceira coluna, os valores do *avançar*, isto é, o que o navio avançou na derrota directa.

⁽¹⁷⁾ FONTOURA DA COSTA, *Marinharia*, Ed. cit., p. 357.

A SUMA DA TOLETA

DIFERENÇA DE RUMOS		SUMA	
Quartas	Graus	Alargar	Avançar
1	11° ¼	20	98
2	22° ½	38	92
3	33° ¾	56	83
4	45°	71	71
5	56° ¼	83	56
6	67° ½	92	38
7	78° ¾	98	20
8	90°	100	0
Ângulo Q		b	c
		a = 100'	

Os valores da *Suma* estão calculados para um valor da hipotenusa do triângulo rectângulo representativo de 100 milhas. Os valores do *alargar* e do *avançar* são também expressos em milhas (cada milha italiana equivale a 1480 metros).

Para outro valor do caminho percorrido pelo navio, os valores correspondentes do *alargar* e do *avançar* obtêm-se facilmente por proporcionalidade.

Resta ainda saber qual o número de milhas que o navio terá de percorrer, ao rumo Q' , para voltar à derrota directa.

A solução deste caso compete à segunda e última tábua da *toleta*, denominada *avanço de retorno*.

Esta tábua dá para o valor de 10 milhas do *alargar* e para um rumo de Q' quartas inteiras os correspondes valores do *retorno* (caminho a percorrer até atingir a derrota directa, CB') e o *avanço* ao longo desta, AB' .

A tábua do *avanço de retorno* consta, como a da *suma*, de 3 colunas de valores:

- Na primeira estão os valores dos rumos, em quartas inteiras, por ordem crescente, de 1 a 8 quartas; na segunda, os valores correspondentes do *retorno*; na terceira, os do *avanço*.

O AVANÇO DE RETORNO DA TOLETA

DIFERENÇA DE RUMOS		AVANÇO DE RETORNO	
Quartas	Graus	Retorno	Avanço
1	$11^{\circ} \frac{1}{4}$	51	50
2	$22^{\circ} \frac{1}{2}$	26	24
3	$33^{\circ} \frac{3}{4}$	18	15
4	45°	14	10
5	$56^{\circ} \frac{1}{4}$	12	$6 \frac{1}{2}$
6	$67^{\circ} \frac{1}{2}$	11	4
7	$78^{\circ} \frac{3}{4}$	$10 \frac{1}{5}$	2
8	90°	10	0
Ângulo Q'		a'	c'
		$b' = 10'$	

Os valores do *avanço de retorno* são calculados para o valor constante de um dos catetos (*alargar*, de 10 milhas) do triângulo rectângulo constituinte. Para um valor de *alargar* diferente, os correspondentes valores do *avanço* e do *retorno* obtêm-se, por proporcionalidade, dos valores da tábua respectiva.

As *agulhas de marear* portuguesas em uso no Século XV eram formadas por dois ferros dispostos de forma que duas pontas apontassem ao norte e as outras duas ao sul. Como estes ferros não eram ímanes permanentes, tinham de ser magnetizados ou *cevados* periòdicamente com uma pedra de cevar.

Esses ferros estavam ligados a uma *rosa dos ventos*, em cartão, iluminada por vezes com uma flor de liz a indicar o norte e com uma cruz a marcar o oriente, a Terra Santa.

Quanto à *rosa dos ventos*, convém aqui apresentar uma descrição pormenorizada que permita definir os seus 32 rumos, dada a particular importância que as suas designações e respectivas abreviaturas têm neste estudo (fig. 2).

A *rosa dos ventos* tem marcados os quatro pontos cardeais — N, E, S e W (norte, leste, sul e oeste) —, que a dividem em quatro quadrantes: o de nordeste (NE), entre N e E, o

de sueste (SE), entre S e E, o de sudoeste (SW), entre S e W, e o de noroeste (NW), entre N e W.

A igual distância, entre dois pontos cardeais consecutivos, situam-se os chamados pontos intercardiais ou quadrantais: NE, SE, SW e NW.

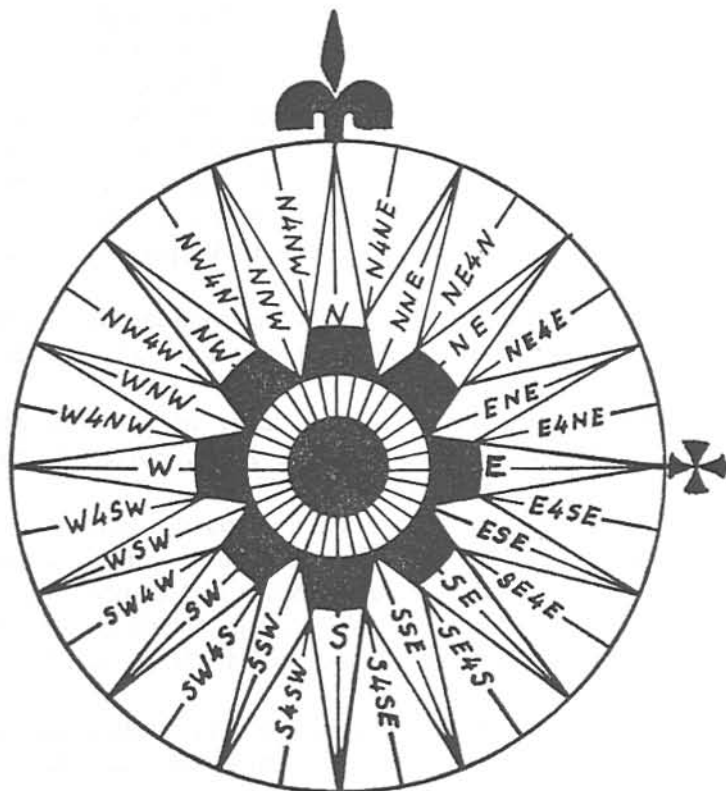


Fig. 2

Entre cada ponto cardeal e o ponto quadrantal seguinte ficam os pontos intermédios, que os nossos mareantes designavam geralmente por *meias partidas*, cujos nomes bastam para facilmente os definir: nornordeste (NNE), entre N e NE; estenordeste (ENE), entre E e NE; estesueste (ESE), entre E e SE; susueste (SSE), entre S e SE; susudoeste (SSW), entre S e SW; oesudoeste (WSW), entre W e SW; oesnoroeste (WNW), entre W e NW; e nornoroeste (NNW), entre N e NW.

Com os pontos obtidos até aqui, temos a rosa dividida em 16 partes, pois são 16 os pontos determinados.

A meia distância, entre dois desses pontos consecutivos, ficam as *quartas*, 16 no total, correspondendo cada uma a um ângulo de $11^{\circ} \frac{1}{4}$, ou seja, à oitava parte de um quadrante ou à 32.^a parte da circunferência.

Para a sua leitura indica-se, primeiro, o ponto cardeal ou quadrantal mais próximo e, seguidamente, o ponto quadrantal ou cardeal para onde a quarta fica voltada.

Assim, o rumo compreendido entre N e NNE é norte quarta ao nordeste (N4NE), entre NE e NNE é nordeste quarta a norte (NE4N), entre NE e ENE é nordeste quarta a leste (NE4E) e entre ENE e E é leste quarta ao nordeste (E4NE). Para os outros quadrantes: SE, SW e NW, procede-se de maneira semelhante.

Entre as 32 quartas assim determinadas podem marcar-se ainda as meias quartas e, entre estas, os quartos de quarta. A regra é a mesma.

Assim, entre N e N4NE, temos norte meia quarta ao nordeste ($N\frac{1}{2}NE$); entre N4NE e NNE, norte quarta e meia ao nordeste ($N4\frac{1}{2}NE$); etc.

Da mesma forma para os quartos de quarta:

Assim, entre N e $N\frac{1}{2}NE$ temos norte um quarto de quarta ao nordeste ($N\frac{1}{4}NE$); entre $N\frac{1}{2}NE$ e N4NE, norte três quartos de quarta ao nordeste ($N\frac{3}{4}NE$); entre N4NE e $N4\frac{1}{2}NE$, norte quarta e um quarto ao nordeste ($N4\frac{1}{4}NE$); etc. ⁽¹⁸⁾.

As cartas de marear do Século XV, também denominadas *portulanos* e *cartas-portulanos*, eram cartas rumadas, cujo traçado era feito à base de distâncias e de rumos da agulha entre os portos mais importantes.

Os contornos da costa eram desenhados a tinta negra, realçados por uma larga série de nomes de portos e pontos mais relevantes, escritos perpendicularmente àqueles. O interior das terras aparece geralmente com poucos detalhes. Os locais perigosos para a navegação são frequentemente assinalados por pontos ou cruzeiros.

(18) JAIME DO INSO, *A arte de Navegar*. Ed. cit., pp. 94 e 95.

As cartas rumadas iam providas de uma escala de distâncias, graduada em milhas, e não apresentavam paralelos nem meridianos, mas apenas linhas de rumo de uma ou mais rosas dos ventos.

As linhas de rumo que assinalavam o norte magnético eram representadas verticalmente na superfície do pergaminho da carta e paralelas entre si, pois não respeitavam a convergência dos meridianos. Esta, no entanto, tinha pouca importância, dadas as dimensões relativamente restritas do Mediterrâneo, em que a variação da latitude era bastante pequena. Por consequência, as linhas de rumo que cruzavam as cartas aproximavam-se bastante da loxodrómia (linhas de rumo de marcação constante), que mais adiante voltaremos a referir.

1.2.2 — A navegação de altura

Com a navegação de altura — em que aos elementos da navegação estimada se conjugava, como factor de correcção, a latitude — o ponto do navio passou a ser determinado com melhor precisão.

Assim, depois de marcado na carta o ponto de fantasia, definido, como vimos, pelo rumo e pela distância navegada, passou também a marcar-se o *ponto de esquadria*, em cuja determinação intervinha o rumo e a latitude.

Nestas marcações, é conveniente frisar, aqueles rumos são já os verdadeiros e não os magnéticos como anteriormente, pois os mareantes portugueses tinham conhecimento da importância da variação da agulha e da forma de a determinar.

Na marcação do *ponto de esquadria* utilizavam-se dois compassos: Primeiramente, ajustava-se um deles de forma que uma ponta assentasse no ponto de partida e a outra sobre a linha de rumo mais próxima da que o navio devia seguir; com o segundo compasso, depois de aberto convenientemente, assentava-se uma ponta na linha de rumo E-W da carta mais aproximada e a outra ponta sobre o paralelo da latitude observada. Seguidamente, corriam-se os dois compassos ao longo das

referidas linhas de rumo até que as suas pontas livres se tocassem num ponto. Era este o ponto de esquadria pretendido ⁽¹⁹⁾.

Nas *emendas do ponto de esquadria* pelo de fantasia há a considerar 3 casos:

- 1) Rumos do navio inferiores a 4 quartas;
- 2) Rumos do navio superiores a 4 quartas; e
- 3) Rumos do navio iguais a 4 quartas.

1) *Rumos do navio inferiores a 4 quartas*, isto é, limitados pelo NE ou NW nos quadrantes do norte, e pelo SE e SW nos quadrantes do sul.

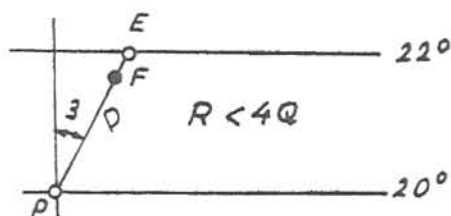


Fig. 3

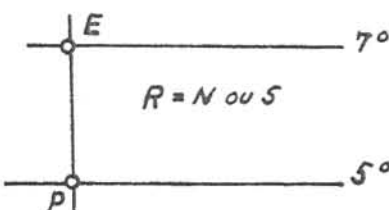


Fig. 4

Como, neste caso, uma ligeira variação no rumo resultava ainda maior do que a do caminho correspondente, conservava-se o valor do rumo e emendava-se o caminho (fig. 3).

No caso especial do rumo ser N ou S, considerava-se apenas o ponto de esquadria, sito no encontro do meridiano do ponto de partida como o paralelo da latitude observada (fig. 4).

2) *Rumos do navio superiores a 4 quartas*, isto é, compreendidos entre NE e E, e NW e W, nos quadrantes do norte, e entre SE e E, e SW e W, nos quadrantes do sul.

⁽¹⁹⁾ FONTOURA DA COSTA, *Marinharia dos Descobrimentos*. p. 395.

Como, neste caso, uma ligeira variação do rumo traduz uma grande variação no correspondente caminho, conserva-se constante o caminho e emenda-se o rumo (fig. 5).

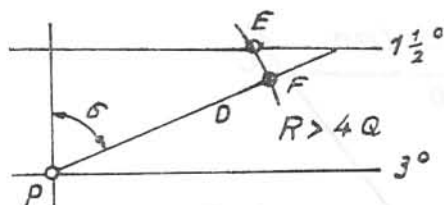


Fig. 5

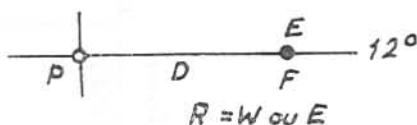


Fig. 6

No caso particular do rumo ser W ou E, o ponto de esquadria situa-se no paralelo do ponto de partida, considerando-se portanto confundido com o de fantasia (fig. 6).

3) *Rumos do navio iguais a 4 quartas*, isto é, de NE e de NW nos quadrantes do norte, e de SE e de SW nos quadrantes do sul.

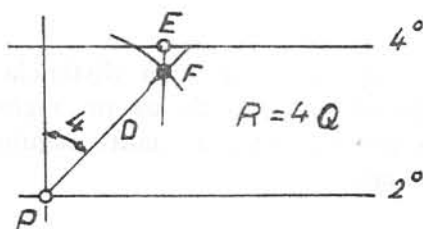


Fig. 7

Neste caso, dava-se ao ponto de esquadria a longitude do de fantasia, pelo que ficava no meridiano deste (fig. 7).

A determinação do ponto do navio era muito facilitada pela prática do *regimento das léguas*, adaptação portuguesa da *toleta de marteloio* para a navegação de altura.

O documento mais antigo que inclui esse *regimento* é o *Manual de Munique*, cuja parte náutica é atribuída a José Vizinho, cosmógrafo de D. João II.

O *regimento das léguas* consiste numa tábua de valores de triângulos rectângulos, em que um dos catetos tem o valor constante de 17,5 léguas ou de 1° do meridiano (fig. 8).

Assim, suponhamos, por exemplo, que um navio, partindo de B (fig. 8) com o rumo R, percorre o caminho BC — *relevar* —

para atingir o ponto C, à mesma latitude do ponto A, estando esse ponto no mesmo meridiano de B. A distância BA é de 17,5 léguas. Necessariamente, ao atingir o ponto C, o navio está

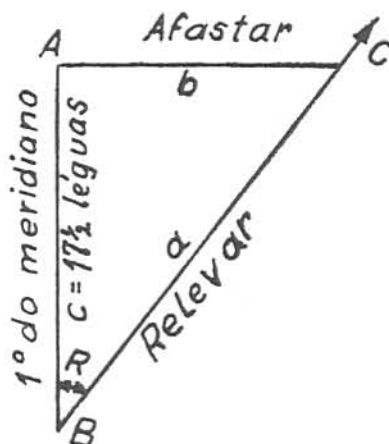


Fig. 8

afastado de A — *afastar* — de uma distância CA. Os valores do *relevar* e do *afastar* são dados no *regimento* segundo o rumo navegado, como mostra o quadro seguinte que extraímos do referido Manual:

RUMO		RELEVAR	AFASTAR
Quartas	Graus		
0	0°	17 ½	0
1	11° ¼	17 ⅝	3 ½
2	22° ½	19 ⅓	7 ½
3	33° ¾	21 ⅓	11 ⅝
4	45°	24 ¾	17 ½
5	56° ¼	31 ¼	26 ⅓
6	67° ½	46 ½	42 ½
7	78° ¾	87 ⅓	85
Angulo R		a	b
c = 17 ½			

O regimento das léguas é apresentado no Manual de Munique nos termos seguintes:

Item. *Saberás que o grau de norte e sul é de dezassete léguas e meia; e assim hás-de saber que sessenta minutos fazem um grau.*

Por uma quarta, releva por grau dezassete léguas e cinco sextos de légua. E afastas da linha direita três léguas e meia.

Item. *Por duas quartas releva por grau dezanove léguas e um sexto de légua. E afastas da linha direita sete léguas e meia.*

Item. *Por três quartas releva por grau vinte e uma léguas e um terço de légua. E afastas da linha direita onze léguas e cinco sextos de légua.*

Item. *Por 4 quartas releva por grau 24 léguas e três quartos de légua. E arredas da linha direita dezassete léguas e meia.*

Item. *Por cinco quartas releva por grau 31 léguas e um quarto. E afastas da linha direita por grau 26 léguas e uma sexta.*

Item. *Por 6 quartas releva por grau 46 léguas e meia. E afastas da linha direita 42 léguas e meia.*

Item. *Por sete quartas releva por grau 87 léguas e um sexto de uma légua. E afastas de linha direita oitenta e cinco léguas* ⁽²⁰⁾.

No problema da determinação da latitude recorreu-se, primeiramente, à estrela Polar e, só mais tarde, ao Sol, ao Cruzeiro do Sul e ainda a outras estrelas de primeira grandeza.

É natural que o primeiro astro utilizado para tal fim tenha sido a Polar, dada a sua proximidade do pólo norte, do que resultava maior facilidade na determinação da latitude, desde que fossem conhecidas as correcções a fazer.

(20) LUIS DE ALBUQUERQUE, *Os Guias Náuticos de Munique e Évora*, Ed. cit., p. 138.

Essas correcções vêm expressas no *Regimento do Norte*, em que era apresentado um processo muito curioso e também muito prático para a sua aplicação:

- Considerava-se um homem colocado no pólo norte, de braços abertos, voltado para observador: o braço direito apontado a W, o esquerdo a E, a cabeça a N e os pés a S. Nas posições intermédias, os respectivos intercaraes: NE — ombro esquerdo, NW — ombro direito, SE — linha acima do pé esquerdo e SW — linha acima do pé direito.

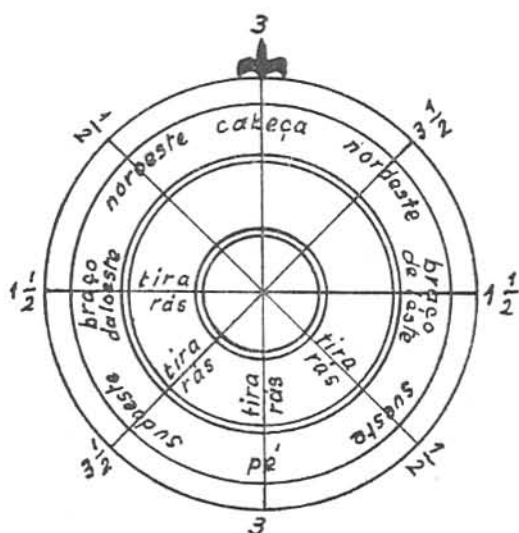


Fig. 9

Obtinham-se assim as oito posições relativas, equivalentes aos oito rumos principais de um ponteiro imaginário formado pela Polar — guarda dianteira (estrela Béta) da Ursa Menor, no seu movimento diário à volta do pólo.

A correcção da latitude era efectuada pelo confronto da posição observada daquele ponteiro imaginário com a equivalente da *roda das alturas*, que levavam a bordo, em cuja periferia e nas oito posições referidas figuravam os valores a acrescentar ou a retirar ao da latitude medida.

Assim, a roda de alturas do *Manual de Munique* dá os seguintes valores para aquelas correcções (fig. 9):

— Ao norte, + 3; ao nordeste, + $3\frac{1}{2}$; a leste, + $1\frac{1}{2}$; a sueste, $-\frac{1}{2}$; ao sul, - 3; ao sudoeste, $-3\frac{1}{2}$; a oeste, $-1\frac{1}{2}$; a noroeste, + $\frac{1}{2}$.

Este *Regimento* está expresso no *Manual de Munique* com estas palavras:

E quando as guardas estão no braço do oeste, está a Estrela do Norte acima do pólo um grau e meio.

Item. Quando as guardas estão na linha abaixo de oeste, está a Estrela do Norte acima do pólo três graus e meio.

Item. Quando as guardas estão no pé, está a estrela três graus acima do pólo.

Item. Quando as guardas estão em a linha debaixo do braço de leste, está a estrela acima do pólo meio grau.

E quando quer que tomares a altura da estrela, e as guardas forem em qualquer destes quatro lugares que a estrela está acima do pólo, da altura que tomares da estrela, convém saber, tirarás aqueles graus que a estrela está acima; e os graus que te ficarem, aqueles estás arredado da linha equinocial.

Nestes quatro lugares anda a Estrela do Norte abaixo do pólo.

Item. Quando as guardas estão em o braço leste, está a estrela abaixo do pólo um grau e meio.

Item. Quando as guardas estão na linha acima do braço de leste, está a estrela três graus e meio abaixo do pólo.

Item. Quando as guardas estão na cabeça, está a estrela três graus e meio abaixo do pólo.

Item. Quando as guardas estão na cabeça, está a estrela abaixo do pólo três graus.

Item. Quando as guardas estão na linha acima do braço de oeste, está a estrela abaixo do pólo meio grau.

Quando quer que tomares a altura da estrela, e as guardas forem em qualquer destes quatro lugares que a estrela anda abaixo do pólo, convém saber, ajuntarás aqueles graus que a estrela for abaixo do pólo, com a altura que tomares a estrela; e os graus que achares, aqueles estás arredado da linha equinocial ⁽²¹⁾.

Portanto, depois de medida a altura da Polar com o astrolábio ou o quadrante, bastava somar ou subtrair o respectivo valor da correcção equivalente para se obter a latitude.

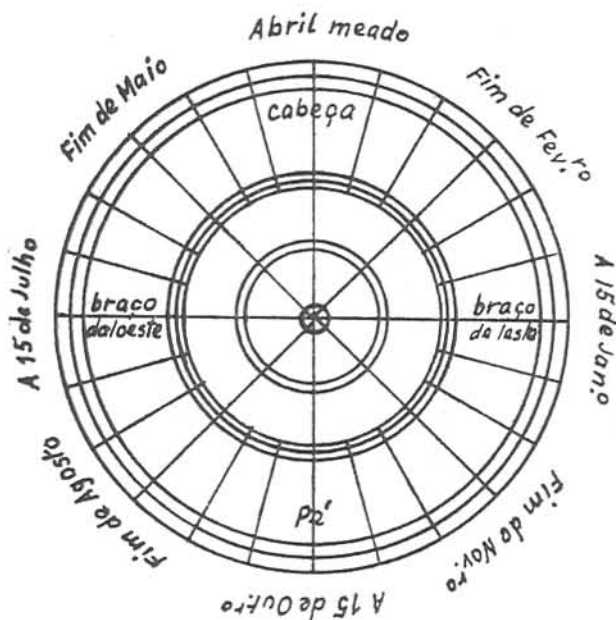


Fig. 10

Além do *Regimento da Norte* usavam também o *Regimento das horas da noite pela estrela do norte*, bastante prático para a avaliação das horas nocturnas (fig. 10).

Este *Regimento* baseava-se como o anterior no giro da *Buzina* ou *Ursa Menor* à volta do pólo. A linha Polar — guarda

(21) LUIS DE ALBUQUERQUE, *Os Guias Náuticos de Munique e Évora*. Junta de Investigações do Ultramar. Lisboa, 1965. pp. 135 e 136.

dianeira da Ursa Menor, como ponteiro único dum relógio ideal, deslocava-se, no sentido contrário ao dos ponteiros dos relógios actuais, cerca de 15 graus por hora, de forma a dar uma rotação completa em 24 horas menos 4 minutos. Assim, bastava dividir a roda das alturas em 24 partes (cada uma das suas divisões primitivas em três partes), obtendo-se assim 24 raios ou rumos horários.

A indicação das horas para cada quinzena vem expressa no *Manual de Évora* na forma seguinte:

Regimento para saber as horas da noite pela Estrela do Norte e suas guardas, silicet, sabendo em cada mês as guardas em que rumo fazem meia-noite, logo contarás as horas antes da meia-noite ou depois, sem errardes quase nada. E os meses vão por ordem de quinze em quinze dias, por todo o ano, da maneira seguinte.

Janeiro meado, meia-noite no braço esquerdo. E em fim de Janeiro, uma hora acima do braço.

Fevereiro meado, meia-noite duas horas acima do braço. E em fim de Fevereiro, na linha do ombro esquerdo.

Março meado, meia-noite uma hora acima da linha. E em fim de Março: duas horas acima da linha.

Abril meado, meia-noite na cabeça. E em fim de Abril: uma hora abaixo da cabeça.

Maio meado, meia-noite duas horas abaixo da cabeça. E em fim de Maio: na linha do ombro direito.

Junho meado, meia-noite uma hora abaixo da linha. E em fim de Junho: duas horas abaixo da linha.

Julho meado, meia-noite no ombro direito. E em fim de Julho: uma hora abaixo do braço.

Agosto meado, meia-noite duas horas abaixo do braço. E em fim de Agosto na linha.

Setembro meado, meia-noite uma hora abaixo da linha. E em fim de Setembro: duas horas abaixo da linha.

Outubro meado, meia-noite no pé. E em fim de Outubro: uma hora acima do pé.

Novembro meado, meia-noite duas horas acima do pé. E em fim de Novembro: na linha.

Dezembro meado, meia-noite uma hora acima da linha. E em fim de Dezembro: duas horas acima da linha ⁽²²⁾.

A determinação da latitude pela Polar, à medida que as viagens dos Descobrimentos progrediam para o sul, ia-se tornando cada vez mais difícil, pois que a altura daquela estrela se ia rebatendo sobre a linha do horizonte até desaparecer por completo, pelo que se tornava indispensável a sua substituição por outro astro.

A alternativa mais evidente seria a da avaliação da latitude pela altura meridiana do Sol, mas este processo era, todavia, muito mais complicado do que o *Regimento do Norte*: Era preciso conhecer a sua distância angular norte ou sul, isto é, a distância zenital do equador celeste, mas este último, ao contrário da Polar, não pode ser observado directamente em virtude do Sol não percorrer o equador celeste e a distância angular entre este a eclíptica (trajectória do Sol em relação à Terra) mudar de dia para dia e de ano para ano.

O mareante tinha, portanto, de conhecer a distância angular, sul e norte, do equador celeste — a declinação do Sol — correspondente ao meio-dia de cada dia e de cada ano, sendo este um problema matemático e astronómico que não era possível resolver pela prática.

Ora havia já muito tempo que os astrónomos se dedicavam ao estudo da declinação do Sol, existindo diversas tábuas que, depois de devidamente adaptadas, podiam ser utilizadas na navegação.

Os autores desse trabalho de adaptação teriam sido, muito provavelmente, os dois físicos de D. João II, mestres José Vizinho e Rodrigo, devendo-se ao primeiro a elaboração da *tábua solar única* do *Manual de Munique*, obra impressa em 1509, cujos valores foram calculados segundo os números do *Almanach Perpetuum* de Abraão Zacuto.

Foi esta *tábua solar única*, que podia servir indistintamente para anos comuns ou bissextos, a que foi usada na viagem de mestre Vizinho à Guiné, em 1485, e em todas as

(22) LUIS DE ALBUQUERQUE, *Os Guias Náuticos de Munique e Évora*. Junta de Investigações do Ultramar. Lisboa, 1965. p. 194.

outras que se lhe seguiram, nomeadamente as de Diogo Cão, de 1482 a 1486, e de Bartolomeu Dias, de 1487-1488, até aparecerem as chamadas *tábuas quadrienais de declinação*, necessariamente mais exactas do que aquela, como as que foram propositadamente elaboradas para a primeira viagem à Índia de Vasco da Gama (1497-1499).

Estas tábuas, da autoria categorizada de Abraão Zacuto, segundo testemunha Gaspar Correia⁽²³⁾, referiam-se ao ciclo quadrienal bissextil de 1497-1500, e serviram ainda nas viagens subsequentes, incluindo a de Cabral de 1500, até que novas tábuas, mais actualizadas, as vieram substituir.

As *tábuas quadrienais de 1497-1500* que acabamos de referir, cujo original se perdeu, foram identificadas por Pereira da Silva⁽²⁴⁾ com as que vêm publicadas na edição da *Suma de Geografia*, de Enciso, e no manuscrito de André Pires.

De grande valor são também as *Tábuas quadrienais de declinação, para 1517-1520*, de Gaspar Nicolas, que constam no *Manual de Évora*, no *Livro da Marinharia* de João de Lisboa, no manuscrito de André Pires, na bissextil do *Reportório dos Tempos* de Valentim Fernandes, além de outros manuscritos e atlas, nacionais e estrangeiros.

Seguidamente, há também a considerar as *Tábuas quadrienais para 1529-1532*, publicadas em 1530 por Enciso, e que Francisco Faleiro reproduziu na sua *Arte del marear* (1535)⁽²⁵⁾, muito provavelmente da autoria deste ou de seu irmão Rui.

Pedro Nunes, no seu *Tratado em defensam da carta de marear* (1537), apresenta, para o quadriénio 1537-1540, tábuas que foram utilizadas por D. João de Castro, segundo o mesmo afirma no seu *Roteiro de Lisboa a Goa* (1538):

[...] e assim declaro que de todas as alturas que aqui escrever se fará conta pelo livro e tabuas de declinação do Doctor Pedro Nunes⁽²⁶⁾.

(23) GASPAR CORREIA. *Lendas da Índia*, ed. da Academia Real das Ciências, tomo I, pp. 263-264, Lisboa, 1858.

(24) LUCIANO PEREIRA DA SILVA, *Obras completas*, vol. II, pp. 5 e 9.

(25) FRANCISCO FALEIRO, *Tratado del Esphera e del arte del marear*, etc. Sevilla. Juan Crôberger, 1535.

(26) D. JOÃO DE CASTRO, *Roteiro de Lisboa a Goa*. Anotado por J. Andrade Corvo. Lisboa, 1882. p. 77.

É no *Manual de Munique* que está incluído, juntamente com a já referida tábua solar única, o *Regimento do estrolabio e do quadrante pera saber ha declinaçam*, que indica a forma prática a usar na determinação da latitude pelo Sol:

— Achava-se, em primeiro lugar, a altura do Sol, operação bastante demorada e trabalhosa em virtude da série de observações a fazer, porque não havia então relógios que marcassem o instante exacto em que o Sol atingia o meridiano. A altura máxima obtida era a altura meridiana pretendida.

Depois de anotado este valor, o mareante consultava a tabela da declinação do Sol correspondente àquele dia, que anotava também.

O uso da tábua solar é explicado no *Manual de Munique* nos termos seguintes:

[...] Primeiramente saberás que em riba da tabuada traz escritos os nomes dos meses, começando de Março; e em cada banda está um mês, e cada tábua tem escritos os dias do mês, naquela banda à mão esquerda de cada tábua. Item. Debaixo de cada mês verás três espaços: o primeiro são os dias do mês; o segundo deles é escrito com tinta preta, e [é] o lugar em que está o Sol; e ali acharás o signo e o grau em que o Sol está em qualquer dia do ano. Entrando com o dia pela parte esquerda e com o mês por em riba; descendo pela linha que diz o lugar do Sol até em direito do dia; e neste mesmo direito acharás o grau em que o Sol está nesse dia; e no outro espaço acharás a declinação que aquele grau tem da linha equinocial com tinta vermelha; o qual é partido em dois espaços, o primeiro são graus e o outro são minutos. E aquela é a declinação que o Sol tem estando em aquele grau [...] ⁽²⁷⁾.

Depois de conhecida a declinação escolhia-se, seguidamente, a regra apropriada para aplicar a declinação à altura, tomando em consideração a posição do Sol relativamente ao

⁽²⁷⁾ LUIS DE ALBUQUERQUE, *Os Guias Náuticos de Munique e Evora*. Ed. cit., p. 131.

equador, se a declinação é norte ou sul, maior ou menor que a latitude, se ambas têm a mesma denominação.

As regras a aplicar, para os diversos casos, são expostas no *Manual de Munique* nos seguintes termos ⁽²⁸⁾:

[...] *E se isto for de doze dias de Março até catorze de Setembro, que em este tempo o Sol está em os seis signos que estão da equinocial para a banda do norte, os quais são Aries, Touro, Gemini, Câncer, Leo e Virgo; e se a sombra te fizer ao norte; tirarás a altura que tomaste de noventa, e o que ficar ajuntarás à declinação que achares; e quantos graus [e] minutos forem, tanto estás afastado da linha equinocial para o norte [...].*

1.ª Regra

E se caso for que achares 90 graus de altura, sabe que estás afastado da linha tantos graus quanto o Sol tem de declinação, nem mais nem menos. E saberás que este regimento é verdade se a sombra vai para o norte.

Mas se a sombra vai para o sul, o que te acontecerá estando do trópico de Câncer para a linha, e isto em algum só tempo, farás por esta maneira, convém saber: ajuntarás a altura que tomaste com a declinação, e o que sobejar de 90 é o que estás afastado da linha [...].

2.ª Regra

Tudo isto é se o Sol estiver nos signos da banda do norte, como já se disse. Mas se for nos signos que são da banda do sul, os quais são Libra, Escorpião, Sagitário, Capricórnio, Aquário, Pisces, e isto é de 14 dias de Setembro até 11 de Março, farás por esta maneira: toma a altura do Sol, como já disse, e olha nesta tabuada a declinação que o Sol tem em aquele dia, e ajunta tudo; e o que for tira-o de 90; e o que sobejar, é o que estás afastado da linha [...].

3.ª Regra

Mas da linha equinocial por diante, para o sul, é o regimento pelo contrário, convém saber: que quando o Sol estiver nos signos da banda do sul, farás como fizeste quando estavas aquém da linha, estando o Sol em os signos da banda do norte. Convém saber: tomarás a altura,

4.ª Regra

⁽²⁸⁾ LUIS DE ALBUQUERQUE, *Os Guias Náuticos de Munique e Évora*. Ed. cit., pp. 132, 133 e 134.

e se a sombra for para o sul, olha quanto é a altura e tira[-a] de 90; e o que ficar ajuntarás com a declinação do Sol daquele dia, e outro tanto estás afastado da linha para o sul [...].

E se caso for que aches 90 graus de altura, sabe que estás afastado da linha para o sul tanto quanto é a declinação daquele dia.

5.ª Regra

E se a sombra for para o norte, o qual te acontecerá estando do trópico de Capricórnio para a linha, e isto em certos tempos, então ajuntarás a altura com a declinação, e o que for mais de 90, é o que estás afastado da linha [...].

6.ª Regra

E se o Sol estiver nos signos que estão da banda do norte, tomarás a altura do Sol e a declinação daquele dia, e ajuntarás tudo; e o que ficar (a menos de 90) é o que estás afastado da linha [...].

Observação

Se porventura te enleares na conta quando o Sol for entre ti e a linha, que não saibas fazer a conta como atrás neste regimento fica repartido, tirarás a declinação que aches da altura que tomares, e assim cada vez que aches o Sol entre ti e a linha, quer seja da parte norte, quer do sul; tira a dita declinação da altura que tomas, e os que te falecerem para noventa, aqueles estás afastado da linha.

A navegação de altura trouxe também, como não podia deixar de ser, a melhoria dos instrumentos náuticos.

O *quadrante* (fig. 11), derivado do quadrante astronómico *novus* árabe, sofreu uma remodelação que consistia em o reduzir apenas ao seu quadrante graduado, com a sua escala e respectivos raios extremos, às pínulas e ao fio de prumo. Foi para a apreciação das mais pequenas divisões do quadrante que Pedro Nunes inventou o *nónio*, nome por que é conhecido universalmente esse instrumento de medida ⁽²⁹⁾.

O *astrolábio*, utilizado pelos árabes para uso astronómico e astrológico, sofreu notável simplificação ao ser adaptado à náutica, (fig. 12). Assim, este instrumento ficava apenas redu-

(29) FONTOURA DA COSTA, *Marinharia*. p. 26.

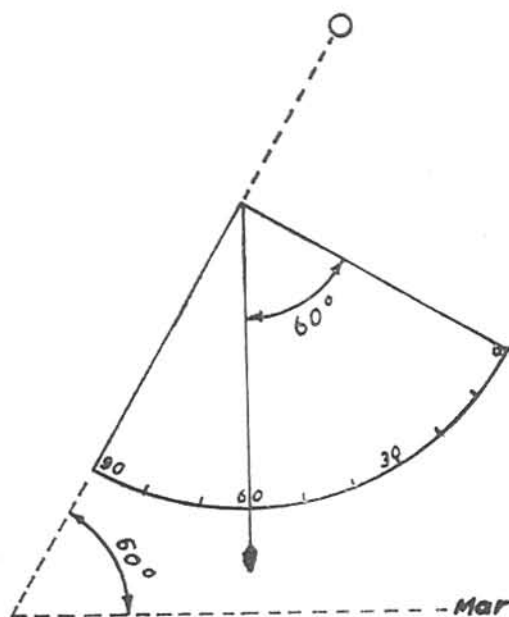


Fig. 11

zido ao círculo externo graduado, sobre o qual se deslocava a alidade — a mediclina — com as suas pínulas e respectivos orifícios. A própria graduação foi modificada em fins do Século XV ou nos começos do Século XVI, passando a ser o zero no extremo vertical superior e 90° nos extremos do diâmetro horizontal, disposição que permitia a leitura directa do valor da distância zenital que entra na fórmula da latitude.

Na determinação da altura do Sol ao meio-dia suspendia-se o astrolábio pelo anel, orientava-se o disco na vertical daquele astro e, em seguida, deslocava-se a alidade até que um raio solar passasse através dos orifícios das pínulas. Para esta posição da alidade correspondia no círculo externo graduado o valor da distância zenital.

A operação começava antes do meio-dia. Ia-se seguindo o movimento do Sol com a alidade até este se manter no mesmo ponto da graduação — sinal de que o Sol tinha parado de subir — fazendo-se então a leitura.

Davam a esta operação o nome de *pesar o Sol* ou de *segurar o Sol*.

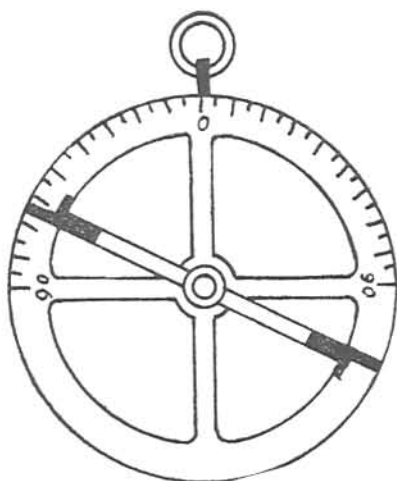


Fig. 12

Também a *agulha de marear* sofreu importantes modificações de forma a torná-la apta a *marcar* os astros.

João de Lisboa, no seu *Livro de Marinharia* ⁽³⁰⁾, faz a descrição da nova *agulha de marcar*, que resumimos:

- A rosa dos ventos, com os ferros da agulha ligados por debaixo da flor de liz, estava alojada numa caixa redonda, fechada superiormente por um vidro assente sobre uma linha de arame na direcção N-S. Esta caixa estava dentro de outra — caixa de fora — quadrada, de madeira, que apresentava em cada face norte e sul um semi-círculo de ferro, disposto verticalmente, com uma fresta também vertical, correspondente a cada um dos pontos N e S, que serviam para bornear as estrelas à maneira de quadrante. Tinha também um anel vertical, fixo nos pontos E e W.

Mais aperfeiçoado ainda do que a agulha de marcar acabada de descrever e que era destinada às observações das estrelas é o *instrumento das sombras*, que servia também para se obter o azimute, elemento destinado à determinação da latitude por

(30) JOÃO DE LISBOA, *Livro de Marinharia*. Ed. cit., pp. 20 e 21.

meio de observações do Sol, e ainda para determinar a variação da agulha no seu nordestear ou noroestear (fig. 13).

A *agulha de marcar* (ou *instrumento das sombras*) de Pedro Nunes⁽³¹⁾ era constituída por um disco circular de latão, em cujo centro, definido pelo cruzamento dos traços de dois diâmetros perpendiculares, é colocado um estilo perpendicular ao disco, destinado a produzir as sombras necessárias à medição.

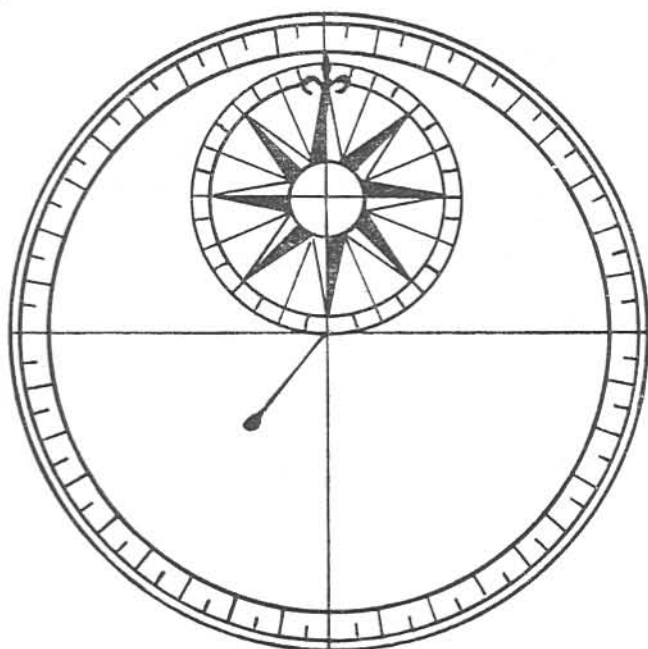


Fig. 13

O disco tem na sua periferia uma graduação de 0° a 360°. No semi-diâmetro que topa o ponto 0°-360° é aberta uma cavidade circular, onde fica alojada a agulha magnética, cuja graduação N-S coincide com a do semi-diâmetro que serviu na abertura da dita cavidade.

Para que o disco se mantenha nivelado é suspenso na sua parte inferior um pião grande e pesado, lavrado a torno, metendo o dito disco nas balanças e caixa da agulha acostumada.

(31) SIMÃO DE OLIVEIRA, *Arte de Navegar*. Ed. cit., p. 84.

Este instrumento era destinado principalmente à determinação da variação da agulha, isto é, dos desvios da mesma para E ou para W do norte verdadeiro, denominados, respectivamente, de *nordestear* e *noroestear*.

O valor desses desvios é indispensável na navegação em virtude da agulha não indicar o Norte verdadeiro, indicado nas cartas pelos meridianos, mas o Norte magnético, que forma com aquele um ângulo — *declinação magnética* — maior ou menor, diferente de lugar para lugar.

Para a determinação da *variação da agulha* num ponto qualquer usou-se a estrela Polar, a estrela do pé do Cruzeiro do Sul e o Sol, este último ao findar do Século XV.

Deter-nos-emos apenas na descrição da variação da agulha pelo Sol, visto ter sido o único processo utilizado nesta viagem pelo piloto Gaspar Ferreira Reimão:

Tomava-se primeiramente, antes do meio-dia, a altura do Sol e anotava-se a sombra do estilo do instrumento de sombras, lendo o ângulo a partir do W. Depois do meio dia, no momento em que o Sol tivesse a mesma altura da medição anterior, anotava-se a sombra correspondente, agora a partir de E.

Se as sombras fossem iguais, a agulha ia justa ao pólo — variação nula —; se fossem desiguais, a agulha nordesteará ou noroesteará de um valor igual semi-diferença dos valores determinados.

Um exemplo: Suponhamos que, para uma altura de 20° do Sol, a sombra avaliada na operação efectuada antes do meio dia tinha a direcção de 22° SW e que na operação de depois do meio dia era de 58° SE.

Como o arco de depois do meio dia foi maior do que o de antes em: $58^\circ - 22^\circ = 36^\circ$, logo, a agulha nordestea de $\frac{36}{2} = 18^\circ$ NE.

Conhecidos os valores do rumo da proa (magnético) do navio e a variação da agulha, o rumo verdadeiro pode ser determinado pela aplicação das regras seguintes:

- I — *Todos os rumos dos quadrantes do NE e do SW são considerados positivos; todos os rumos dos quadrantes do NW e do SE são considerados negativos.*

II — A variação da agulha para E (nordestear) é positiva; a variação da agulha para W (noroestear) é negativa ⁽³²⁾.

Para exemplificar: Seguindo uma nau com a proa ao NE, qual o rumo verdadeiro, se a variação da agulha for de 10° NW?

$$\begin{array}{r} R_a = 45^\circ \text{ NE } + \\ V_a = 10^\circ \text{ NW } - \\ \hline R_v = 35^\circ \text{ NE } + \end{array}$$

Na navegação estimada por rumos e distâncias não se considerava, por desnecessário, o valor a atribuir ao grau terrestre de circunferência máxima, donde o facto das respectivas cartas rumadas não indicarem os meridianos e os paralelos, mas apenas escalas graduadas em milhas italianas.

A introdução da latitude para a medida do ponto nas grandes explorações oceânicas dos Descobrimentos levou a novas arrumações das terras nas cartas pelas latitudes e daí proveio a necessidade de adoptar um valor para o grau meridiano.

O valor primitivamente adoptado para o grau foi de $16\frac{2}{3}$ léguas portuguesas, passando depois, já no final do Século XV, talvez por se reconhecer a exiguidade desse valor, a ser de $17\frac{1}{2}$ léguas. As escalas da carta de Cantino, de 1502, já estão referidas a $17\frac{1}{2}$ léguas por grau, valor ainda considerado em Portugal nos começos do Século XVIII.

Como a légua portuguesa mede 5920 m, ou seja, 4 milhas italianas de 1480 metros, e porque o valor exacto do grau meridiano é de 111,11 km, a que corresponde $18\frac{3}{4}$ léguas por grau, o valor do grau meridiano português traduzia ainda por defeito um erro de 7%.

Houve, no entanto, quem indicasse ser mais apropriado o valor de 18 léguas por grau, como Duarte Pacheco Pereira ⁽³³⁾ e Manuel Pimentel ⁽³⁴⁾, mas tais ideias não tiveram cabimento.

⁽³²⁾ JAIME DO INSO, *A Arte de Navegar*. Ed. cit., p. 99.

⁽³³⁾ DUARTE PACHECO PEREIRA, *Esmeraldo de Situ Orbis*. Ed. cit., p. 7.

⁽³⁴⁾ MANUEL PIMENTEL, *Arte de Navegar*. Ed. cit., pp. 93 e 94.

As cartas de marear dos primeiros Descobrimentos, segundo o parecer de Fontoura da Costa ⁽³⁵⁾, eram muito provavelmente rectangulares, na projecção que Marino de Tiro tinha usado para o paralelo médio de Rodes (37° N), mas agora referentes ao de Lisboa (39° N) e na relação de $\frac{9}{7}$ do grau do meridiano para o grau do paralelo, em lugar da de $\frac{5}{4}$ de Marino.

Logo que as navegações se tornaram frequentes para além do equador, é evidente que o paralelo de Lisboa, por muito distanciado, resultasse pouco prático e daí a sua substituição pelo equador para o mesmo fim.

Passaram então a traçar-se cartas de projecção cilíndrica equatorial — as chamadas *cartas planas quadradas* —, providas de um meridiano graduado em graus, em que os graus de latitude eram iguais aos de longitude.

Tais cartas, ainda que se mostrassem práticas e relativamente correctas para a navegação na zona tropical (até às latitudes de 18° N e S), resultavam bastante impróprias para latitudes superiores, em virtude de na sua elaboração não ter sido tomada em conta a convergência dos meridianos, facto que os navegantes notavam, e muito particularmente, na travessia do oceano entre a costa do Brasil e o Cabo da Boa Esperança. Com efeito, até mesmo na presente viagem que estudamos o piloto afirma ter notado a citada distância 150 léguas mais curta do que a indicada nas cartas.

Na realidade, qualquer que seja o sistema de projecção adoptado, é impossível representar com exactidão na superfície plana duma carta qualquer porção da superfície esférica da Terra.

Os meridianos são convergentes nos pólos e assim, para se seguir na esfera terrestre um rumo constante como convém na navegação, essa linha cortaria os meridianos segundo ângulos continuamente variáveis.

Ora como o mareante precisa de conduzir o navio num rumo fixo segundo uma linha recta traçada na carta, é evidente que esta deve ter os meridianos, em vez de conver-

(35) FONTOURA DA COSTA, *Marinharia*. Ed. cit., p. 202.

gentes, paralelos entre si, e os graus de longitude iguais uns aos outros em qualquer ponto da carta.

Efectivamente, tornar iguais os graus de longitude quando estes são na realidade desiguais — tanto menores quanto maior for a latitude — dá origem a um desequilíbrio entre a esfera e a carta, defeito principal das cartas planas quadradas queurgia remediar.

Os estudos de Pedro Nunes dos defeitos dessas cartas e da forma de os remediar levaram-no à descoberta da linha curva e irregular descrita pelo navio na esfera terrestre que segue a rumo constante, isto é, que corta os meridianos segundo o mesmo ângulo, a *loxodrómia*. Foi Pedro Nunes quem primeiramente idealizou e executou pomas (globos) rumadas loxodromicamente, que mais tarde, em 1541, iriam servir de base ao globo de Mercator bem como à grande carta de *latitudes crescidas* de 1569.

Para remediar os defeitos das cartas planas quadradas Pedro Nunes propunha:

- 1) Construir uma carta em *quarteirões* de grande escala;
 - 2) Desenhar os quarteirões do equador até 18°, N e S, em projecção quadrada;
 - 3) Nos quarteirões, a partir dos 18° de latitude, empregar a projecção rectangular de Marino de Tiro, na proporção do grau do meridiano respectivo para o grau do paralelo médio.
- Pereira da Silva, ao anotar a proposta de Pedro Nunes atrás referida, conclui que, se os quarteirões fossem desenhados todos de forma que o grau de longitude dos paralelos fosse o mesmo do equador, se teriam obtido cartas com graus de longitude iguais e com graus crescentes de latitude, isto é, cartas na projecção de Mercator⁽³⁶⁾.

A solução do problema do desequilíbrio das distâncias navegadas com as medidas nas cartas quadradas não foi dada pela carta de Mercator, que só passou a usar-se em meados

(36) LUCIANO PEREIRA DA SILVA, *Pedro Nunes espoliado por Alonso de Santa Cruz*. Ed. cit.

do Século XVII, mas sim pelo emprego de *troncos particulares das léguas*, de criação portuguesa. São escalas de conversão do comprimento dos graus equatoriais (portanto de latitude na carta plana quadrada, em léguas), em comprimento dos graus dos respectivos paralelos da esfera, na latitude a que se referem, também expresso em léguas.

Efectivamente, a um comprimento ou distância de D léguas, medida num paralelo da esfera de latitude φ , corresponde em igual paralelo da carta plana quadrada:

$$D_{\text{légua da carta}} = D_{\text{légua da esfera}} \times \sec \varphi$$

ou então:

$$D_{\text{légua da esfera}} = D_{\text{légua da carta}} \times \cos \varphi$$

Pelas fórmulas acabadas de indicar se verifica que o número de léguas equivalente a um determinado comprimento vai diminuindo nos troncos particulares do equador para os pólos, proporcionalmente ao coseno da latitude do respectivo tronco.

Os troncos particulares das léguas são devidos ao cosmógrafo-mor João Baptista Lavanha, de que resta a seguinte notícia no Regimento náutico dado pelo rei ao licenciado Gaspar Jorge do Couto em 13 de Março de 1608:

Na carta de marear usareis dos troncos de léguas, que o dito João Baptista [Lavanha] deu, que são acomodados às alturas e servem nellas para lançar o ponto na carta com certeza, sendo os outros troncos [os gerais], falsos, causadores de grandes erros na navegação ⁽³⁷⁾.

Os troncos gerais, é conveniente notar, eram escalas destinadas a medir distâncias apenas na zona equatorial. É evidente que se esses troncos fossem aplicados em zonas diferentes da equatorial podiam originar grandes erros na navegação.

⁽³⁷⁾ *Livros das Monsões*. Publicados pela Academia Real das Sciencias. Lisboa, desde 1880. Vol. I, pp. 216 e 217.

O tronco geral das léguas tinha, em regra, um comprimento equivalente a 70 léguas (ou a 4 graus de latitude), dividido em 7 partes de 10 léguas cada uma, sendo ainda estas partes subdivididas em cinco (ou dez) pequenas partes de duas (ou uma) léguas. Os troncos particulares estavam geralmente divididos da mesma forma, mas só eram desenhados para latitudes superiores a 15°, escalonados de 5 em 5 graus.

Vejamos agora, a traços largos, a teoria basilar das cartas de latitudes crescidas ou cartas mercatorianas, em que o equilíbrio entre as distâncias na esfera terrestre e as suas equivalentes na carta é mais satisfatoriamente resolvido, donde o seu emprego generalizado na navegação⁽³⁸⁾.

Suponhamos uma esfera representando a superfície terrestre. Dividamos, primeiramente, o equador em 360 partes iguais a 1 grau e pelos pontos assim definidos lançamos perpendiculares àquela linha. Dividamos em seguida, também de grau em grau, um dos meridianos e façamos passar pelos seus pontos da divisão os respectivos paralelos. Teremos então a superfície da esfera dividida em quadriláteros, nos quais os dois lados situados sobre os meridianos são sempre iguais ao arco de 1°, ao passo que os situados sobre os paralelos vão diminuindo progressivamente desde o equador aos pólos, devido à convergência dos meridianos nestes últimos.

Exemplifiquemos para maior clareza: Se entre dois lugares situados sobre a linha do equador há uma diferença de longitude de 1°, a que corresponde uma distância de 60 milhas marítimas actuais, o mesmo já não sucede, porém, para outros dois lugares situados, por exemplo, em igualdade de longitude, no paralelo de 60°, para os quais a mesma diferença de longitude de 1° corresponde apenas 30 milhas marítimas medidas no respectivo paralelo.

As longitudes, é conveniente frisar, não medem distâncias mas apenas os ângulos formados pelo plano do meridiano principal com os dos meridianos dos diversos lugares.

(38) I. FOSSI GUTIERREZ, *Tratado de Náutica*. Ed. cit., pp. 27 e seguintes.

Ora, como atrás já dissemos, para que as linhas de rumo sejam loxodrómicas torna-se necessária uma carta, na qual a convergência dos meridianos dê lugar a um paralelismo dos mesmos, tornando assim artificialmente iguais uns aos outros os graus de longitude em qualquer ponto da carta, independentemente da latitude.

Mas tornar iguais os graus da longitude sem alterar os da latitude, quando os primeiros são na realidade desiguais, traria como resultado uma deformação da superfície representada apenas segundo a direcção E — W, tanto maior quanto maior fosse a latitude.

Ora, verifica-se que a razão de cada grau de latitude para cada grau de longitude aumenta na medida em que a latitude aumenta, visto que, neste caso, o grau de longitude vai sucessivamente diminuindo segundo o coseno da latitude, enquanto o valor de cada grau desta se mantém constante.

Logo, se se conservar a longitude constante, terá de ser aumentado na mesma ordem de grandeza o comprimento do grau de latitude.

Desta forma, a deformação da carta verificar-se-á tanto na direcção E — W como na N — S e as superfícies representadas irão aumentando proporcionalmente à latitude, o que é inconveniente, decerto, mas que tem a vantagem compensadora de se poderem traçar os rumos segundo linhas rectas.

Nas cartas marítimas, ao contrário do que sucede nas cartas terrestres, os graus de longitude são iguais, enquanto os graus de latitude aumentam com os valores desta. É por isso que receberam o nome de *cartas de latitudes crescidas*. Em virtude das vantagens que já relatamos são as mais utilizadas na navegação e, por isso mesmo, as iremos empregar na elaboração deste trabalho.

Foi Mercator que na sua carta de 1569 applicou pela primeira vez os princípios basilares que acabamos de expor, restabelecendo assim o equilíbrio entre a esfera e a carta, aumentando o comprimento do grau das latitudes na mesma proporção do aumento do grau dos paralelos, do equador para os pólos.

O valor desse equilíbrio, realizado por Mercator, está expresso nas fórmulas seguintes ⁽³⁹⁾:

Na esfera:

$$\begin{aligned} 1^\circ \text{ (do par.}^\circ \text{ esf.}^\circ) \text{ de lat } \varphi &= 1^\circ \text{ (do equador)} \times \cos \varphi \\ 1^\circ \text{ (do mer.}^\circ \text{ esf.}^\circ) &= 1^\circ \text{ (do equador)} \end{aligned}$$

Na carta de Mercator:

$$\begin{aligned} 1^\circ \text{ (do par.}^\circ \text{ merc.) de lat } \varphi &= 1^\circ \text{ (do par.}^\circ \text{ esf.}^\circ) \times \frac{1}{\cos \varphi} \\ &= 1^\circ \text{ (do par.}^\circ \text{ esf.}^\circ) \times \sec \varphi \\ &= 1^\circ \text{ (do equador)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1^\circ \text{ (do mer.}^\circ \text{ merc.) na lat } \varphi &= 1^\circ \text{ (do mer.}^\circ \text{ esf.}^\circ) \times \frac{1}{\cos \varphi} \\ &= 1^\circ \text{ (do equador)} \times \sec \varphi \end{aligned}$$

1.3 — Elementos para o traçado cartográfico da derrota

1.3.1 — Exposta a teoria das cartas de latitudes crescidas, vamos passar à prática das que constam neste trabalho.

Os meridianos são representados por rectas verticais, paralelas entre si, como se disse. No caso presente, a gradação é de grau em grau, na escala de 10 mm por grau que escolhemos. Teremos assim as equivalências seguintes:

$$\begin{aligned} 1^\circ \text{ de longitude no equador} &= 17\frac{1}{2} \text{ léguas na esfera terrestre} \\ &= 10 \text{ mm na carta} \end{aligned}$$

A quadrícula da carta será completada com o traçado dos paralelos, perpendiculares aos meridianos, cujo espaça-

(³⁹) FONTOURA DA COSTA, *Marinharia*. Ed. cit., pp. 239 e 240.

mento vai crescendo, de grau em grau, com o aumento da latitude, na relação seguinte:

$$1^\circ \text{ de latitude } \varphi = 1^\circ \text{ do equador} \times \sec \varphi$$

Como o valor da secante trigonométrica aumenta de 0° a 90° , da mesma forma aumentará o comprimento do meridiano por grau de aumento da latitude.

Por consequência, como cada grau mede no equador, segundo a escala que escolhemos, 10 mm, o comprimento de 1° meridiano será, conforme a latitude, o seguinte:

$$1^\circ \text{ meridiano na latitude } \varphi = 10 \times \sec \varphi \text{ (}^{40}\text{)}$$

Na Tabela I da página seguinte estão dispostos os valores que vamos usar neste estudo, cuja consulta permite conhecer não só o comprimento de cada grau meridiano, como também determinar distâncias na carta, cujos valores variam com a latitude na mesma relação do grau meridiano. Teremos assim, além da escala dos graus de latitude em mm, as escalas de conversão de léguas em milímetros e de milímetros em léguas, de que faremos uso no traçado da derrota da viagem que vamos elaborar.

1.3.2 — O método que vamos usar para o traçado da derrota da nau nesta viagem é, duma maneira geral, o mesmo que o piloto Gaspar Ferreira utilizou na demarcação dos pontos, salvo leves restrições como, por exemplo, o emprego de cartas de latitudes crescidas em vez de cartas planas quadradas, visto aquelas serem melhor adaptadas do que estas, como atrás mostramos, para a navegação.

Para o traçado das diversas singraduras e para a marcação dos pontos que as balizam recolhemos do Diário de bordo os elementos seguintes: ventos dominantes, variação da agulha, rumos da agulha e verdadeiros, caminhos navegados e latitudes observadas, que fizemos figurar nos Quadros anexos às diversas

(⁴⁰) Em milímetros.

TABELA I

LATITUDE φ	SEC φ	ESCALAS VARIÁVEIS SEGUNDO φ		
		mm/grau	mm/légua	léguas/mm
0	1	10	0,57	1,75
1	1,000	10,00	0,57	1,75
2	1,001	10,01	0,571	1,746
3	1,001	10,01	0,571	1,746
4	1,002	10,02	0,572	1,742
5	1,004	10,04	0,574	1,735
6	1,006	10,06	0,576	1,73
7	1,008	10,08	0,578	1,725
8	1,010	10,10	0,58	1,72
9	1,012	10,12	0,581	1,719
10	1,015	10,15	0,582	1,718
11	1,019	10,19	0,584	1,716
12	1,022	10,22	0,585	1,715
13	1,026	10,26	0,587	1,712
14	1,031	10,31	0,59	1,7
15	1,035	10,35	0,593	1,68
16	1,040	10,40	0,595	1,665
17	1,046	10,46	0,598	1,662
18	1,051	10,51	0,6	1,66
19	1,058	10,58	0,605	1,65
20	1,064	10,64	0,61	1,64

TABELA I

(Continuação)

LATITUDE φ	sec φ	ESCALAS VARIÁVEIS SEGUNDO φ		
		mm/grau	mm/légua	léguas/mm
21	1,071	10,71	0,615	1,625
22	1,079	10,79	0,62	1,61
23	1,086	10,86	0,624	1,59
24	1,095	10,95	0,63	1,58
25	1,103	11,03	0,632	1,576
26	1,113	11,13	0,635	1,57
27	1,122	11,22	0,64	1,56
28	1,133	11,33	0,65	1,54
29	1,143	11,43	0,66	1,51
30	1,155	11,55	0,662	1,508
31	1,167	11,67	0,67	1,5
32	1,179	11,79	0,677	1,48
33	1,192	11,92	0,68	1,47
34	1,206	12,06	0,69	1,45
35	1,221	12,21	0,7	1,43
36	1,236	12,36	0,71	1,41
37	1,252	12,52	0,715	1,4
38	1,269	12,69	0,73	1,37
39	1,287	12,87	0,74	1,35

cartas em que desenhámos o traçado da derrota da viagem. Além destes elementos, tomámos ainda na devida consideração outros, também indicados no Diário mas que não incluímos — por não se tornar necessário — nos ditos Quadros, como correntes marítimas, distâncias de referência a pontos notáveis da costa, bem como certas observações que o piloto, por vezes, refere no Diário de bordo.

Ao procedermos ao traçado das diversas singraduras tornou-se necessário obter o ajuste dos elementos dados no Diário, para o que tivemos de efectuar diversas ratificações: Assim, as referentes aos rumos verdadeiros figuram na coluna imediata com a designação *Rumos verdadeiros correctos* e as dos caminhos estimados, na coluna seguinte, *Caminhos correctos*. As longitudes dos pontos ao meio-dia — que o Diário não refere, como é óbvio — foram determinadas gráficamente no traçado.

No traçado das singraduras tivemos o cuidado de não recorrer ao emprego das Tábuas do Ponto, empregadas na navegação moderna, mas sim a um processo gráfico absolutamente semelhante ao empregado pelo piloto no cartear: Simplesmente, em vez de utilizarmos, como este, dois compassos nos lançamentos dos pontos de fantasia e de esquadria, fizemos o mesmo com dois esquadros, visto que estes instrumentos, quer num caso, quer no outro, se limitam ao traçado de paralelas.

Quanto às emendas dos pontos de fantasia pelos de esquadria, é conveniente notar que, por vezes, depois de ensaiado o ajuste dos pontos de um conjunto de singraduras nas normas habituais, constatávamos que estas não podiam ser respeitadas na sua integridade, talvez por ter havido interferência de quaisquer factores (ventos, correntes, etc.) que o Diário não indica, mas que devem ter influído na navegação respectiva.

Assim, só depois de termos ensaiado o traçado é que víamos se as emendas a efectuar, segundo as características específicas do mesmo, eram nos rumos ou nas distâncias.

Ao traçarmos na Carta II, por exemplo, a derrota navegada entre 25 de Maio e 14 de Junho, pontos aliás particular-

mente bem definidos, verificamos que, respeitando as normas habituais para as ditas emendas, estas deviam incidir nos caminhos estimados, conservando-se invariáveis os rumos. A ser assim, como experimentámos, o ponto de 14 de Junho ficava à distância de quase 100 léguas da sua verdadeira posição (a 11 léguas da Ilha da Trindade). Procedendo como fizemos, modificando o rumo e conservando as distâncias, obtivemos um resultado satisfatório, como adiante mostramos.

Depois de marcado o ponto do navio ao meio-dia, bastará traçar uma recta, ligando o ponto de partida com este, para ficar definida a singradura em direcção (rumo verdadeiro) e em grandeza (caminho percorrido).

Resta-nos mostrar, antes de dar por terminado o presente Capítulo, que o método gráfico que usamos no traçado da derrota é absolutamente satisfatório nos seus resultados quando confrontado com o método analítico das Tábuas Náuticas do Ponto. Para o provar, vamos aplicar ambos os métodos a uma singradura — a de 14 de Abril.

I — Método gráfico:

Consideremos a singradura navegada em 14 de Abril (Carta I), em que foram andadas 17 léguas ao rumo verdadeiro de SW (45° SW), sendo as coordenadas do ponto de partida: $38^{\circ}\frac{2}{3}$ N e $9^{\circ}\frac{1}{3}$ de longitude W de Greenwich. Pretende-se determinar as coordenadas do ponto de chegada.

Depois de marcado o ponto de partida na Carta, traça-se seguidamente, a partir desse ponto e segundo o rumo dado, uma recta, sobre a qual se medem, na escala devida, as léguas do caminho estimado. O ponto terminal onde recaiu a medição é o ponto de chegada, cujas coordenadas podem ser medidas na Carta.

Assim, depois de marcado o ponto de partida, procura-se na Tabela I a escala equivalente às latitudes observadas (entre 38° e 39° N), que é 0,73 mm por légua.

Ora, como: $17 \times 0,73 \cong 12$ mm, a distância do ponto de partida ao de chegada, medida na Carta, é de 12 mm.

As coordenadas do ponto de chegada (ponto de 14 de Abril) têm o valor:

Latitude 38° N

Longitude $10^\circ,2$ W de Greenwich

II — Método analítico:

O método analítico, em que se faz uso de Tábuas Náuticas para a determinação do ponto e que é geralmente empregado na navegação moderna, é dotado, decerto, de maior exactidão do que o método gráfico que vamos utilizar. No entanto, como neste traçado as singraduras são bastante curtas e se torna

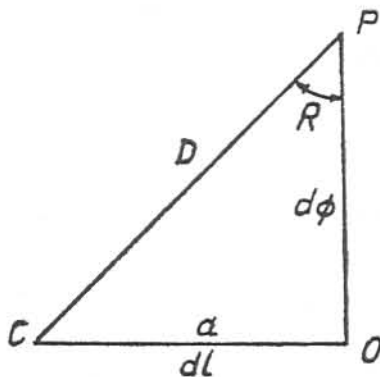


Fig. 14

necessário frequentemente referenciar pontos da derrota a pontos notáveis da costa, o método gráfico resulta de aplicação mais fácil e mais rápida. Além disso, o grau de precisão obtido satisfaz plenamente e, como prova, vamos apresentar a solu-

ção anterior pelo método analítico. O triângulo *PDC* da figura 14 traduz esquematicamente o problema, em que:

- P* — ponto de partida;
C — ponto de chegada;
D — distância navegada;
 $d\varphi$ — diferença de latitude entre *P* e *C*;
 dl — diferença de longitude entre *P* e *C*;
R — rumo verdadeiro.

Dados:

Ponto <i>P</i>	latitude	$= 38^{\circ} \frac{2}{3}$ N $= 38^{\circ} 40'$ N
	longitude ...	$= 9^{\circ} \frac{1}{3}$ N $= 9^{\circ} 20'$ W
Caminho navegado		$= 17$ léguas $\cong 58'$ (milhas)
Rumo verdadeiro		$= 45^{\circ}$ SW

Na Tábua do Ponto, a $R = 45^{\circ}$ e a $D = 58'$ corresponde: $d\varphi = 41'$ e a (apartamento) $= 41'$.

Logo:

Latitude de saída	$38^{\circ} 40' +$
Diferença de latitude	$41' -$
Latitude de chegada	$37^{\circ} 59' \cong 38^{\circ}$ N

$$\text{Latitude média} = \frac{38^{\circ} 40' + 38^{\circ}}{2} \cong 38^{\circ} 20'$$

Com 38° como rumo e $41'$ como diferença em latitude há que achar na coluna da distância a diferença em longitude.

Na coluna $d\varphi$ encontramos $41'$ que corresponde à distância de $52'$.

Logo:

Longitude de saída	$9^{\circ} 20' \text{ W} +$
Diferença de longitude	$52' \text{ W} +$
Longitude do ponto de chegada...	$10^{\circ} 12' \cong 10^{\circ},2 \text{ W}$

Portanto, as coordenadas do ponto de chegada são:

Latitude	38° N
Longitude	$10^{\circ},2 \text{ W de Greenwich}$

Como se vê, o método gráfico que vamos usar satisfaz plenamente.

