

# Náutica e Cartografia

Os problemas fundamentais da Navegação

António Costa Canas

Escola Naval

Centro de História das Ciências da Universidade de Lisboa

Outubro de 2008 / FCUL



# Sumário

- 1 Os problemas fundamentais da Navegação
  - Introdução
  - A direcção no mar
  - A agulha magnética e a declinação
  - Distâncias e estima
  - Conhecenças e sinais
  - A pilotagem



# Sumário

## 1 Os problemas fundamentais da Navegação

- **Introdução**
- A direcção no mar
- A agulha magnética e a declinação
- Distâncias e estima
- Conhecenças e sinais
- A pilotagem



- *Geografia* de Ptolomeu
  - Livro Primeiro
  - Edição de Pedro Nunes — 1537
  - Texto de cariz teórico
  - Identificados problemas resolvidos pelos Portugueses

A a geometria pertêce que medindo sotilmente as distancias dos caminhos: os sitios dos lugares fiquem craros e manifestos. E pello resguardo dos corpos superiores com estrelabios e estromentos de sombras: o mesmo se alcança mays perfeitamente: e mais sem engano que per geometria a qual posto que mais facil: tem porem destas cousas grãde necessidade. Porque poys he necessario per qualquer modo que seja: que [Fol. 62] se presuponha pera qual parte do mundo a distancia dos lugares se enderença: nem somente basta sabermos: quanto hum lugar esta apartado do outro: mas para que parte: se per ventura pera o norte: ou oriente: ou per outro mais particular respeito esta desuiado: imposiuel he portanto considerar isto puntualmente: sem os ditos estromentos: pellos quaes em todo lugar e tempo facilmente se amostra o sitio da linha meridiana: e per ella as distâncias dos lugares que não eram conhecidas. E per cima disto a medida que se acha pello numero dos estadios: não nos pode dar certo conhecimento da verdade: porque poucas vezes se anda per caminho dereito: pellos muitos rodeos q̄ os q̄ andão e nauegão soem fazer: e he necessario pera saber quanto he o dereito caminho: conjeiturar quanto he o que sobeja pella qualidade e quantidade do rodeo e tiralo do inteiro numero dos estadios. Ora pois nas nauegações porq̄ os ventos pella mayor parte não ventão com hũa mesma força: carecemos de regra pera saber a verdade. Quanto mais que ainda que a distancia de dous lugares fosse medida: e no certo conhecida: nem por isso a proporção que tem a toda a redondeza da terra se conheceria: nem se vay pera o equinocial: ou pera os polos. Mas porem a medida que se faz pellos ceos de todas estas cousas nos da certo conhecimento: e nos amostra que circunferencias recebem ante si dos circulos que pellos taes lugares passam: assi de paralelo como de meridiano: conuem a saber os paralellos que ha entre elles e o equinocial que circunferencias de meridianos tomão: & os meridianos que circunferencias do equinocial e paralellos comprehendem: e alem disto nos ensina quanta circunferencia ha entre os dous lugares do circulo





- Solução «geométrica»
  - Posicionamento sobre superfície terrestre
    - Direcção e distância entre pontos
- Astronomia melhora rigor

A a geometria pertêce que medindo sotilmente as distancias dos caminhos: os sitios dos lugares fiquem craros e manifestos. E pello resguardo dos corpos superiores com estrelabios e estromentos de sombras: o mesmo se alcança mays perfeitamente: e mais sem  
5 engano que per geometria a qual posto que mais facil: tem porem destas cousas grãde necessidade. Porque poys he necessario per qualquer modo que seja: que [*Fol. 62*] se presuponha pera qual parte do mundo a distancia dos lugares se enderença: nem somente basta sabermos: quanto hum lugar esta apartado do outro: mas  
10 para que parte: se per ventura pera o norte: ou oriente: ou per outro mais particular respeito esta desuiado: imposiuel he portanto



- Dificuldade avaliação caminho percorrido
  - Terra firme — obstáculos
  - Mar — intensidade variável de ventos

15 conhecidas. E per cima disto a medida que se acha pello numero dos estadios: não nos pode dar certo conhecimento da verdade: porque poucas vezes se anda per caminho direito: pellos muitos rodeos q̄ os q̄ andão e nauegão soem fazer: e he necessario pera saber quanto he o direito caminho: conjeiturar quanto he o que

20 sobeja pella qualidade e quantidade do rodeo e tiralo do inteiro numero dos estadios. Ora pois nas nauegações porq̄ os ventos pella

• mayor parte não ventão com hũa mesma força: carecemos de regra pera saber a verdade. Quanto mais que ainda que a distancia de



- Astronomia facilita posicionamento
  - Coordenadas geográficas
    - Latitude
    - Longitude

se vay pera o equinocial: ou pera os polos. Mas porem a medida que se faz pellos ceos de todas estas cousas nos da certo conhecimento: e nos amostra que circunferencias recebem ante si dos circulos que pellos taes lugares passam: assi de paralelo como de meridiano: <sup>30</sup> conuem a saber os parallelos que ha ante elles e o equinocial que circunferencias de meridianos tomão: & os meridianos que circunferencias do equinocial e parallelos comprehendem: e alem disto nos ensina quanta circunfe[re]ncia ha ante os dous lugares do circulo que na terra se descreue. Nem ha necessidade da conta dos esta-

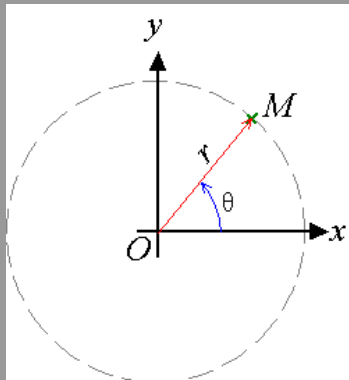


# Posicionamento sobre uma superfície

- Dois sistemas
  - Polar
  - Cartesiano

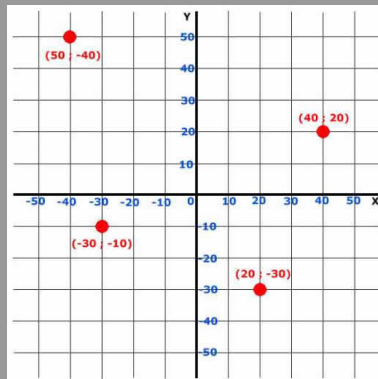


- Coordenadas Polares
  - Uma origem
  - Um ângulo
  - Uma distância



- Coordenadas Cartesianas

- Uma origem
- Dois eixos
- Duas distâncias



# Sumário

- 1 Os problemas fundamentais da Navegação
  - Introdução
  - **A direcção no mar**
  - A agulha magnética e a declinação
  - Distâncias e estima
  - Conhecenças e sinais
  - A pilotagem



## Na Antiguidade Clássica

- Direcções associadas aos ventos
  - Rosa-dos-ventos
- Direcção de nascimento e ocaso de astros





# Na Idade Média

- Aparecimento da bússola — **agulha de marear**
  - Melhoria no rigor das direcções
  - Desenvolvimento dos portulanos / cartas-portulano



# Sumário

- 1 Os problemas fundamentais da Navegação
  - Introdução
  - A direcção no mar
  - **A agulha magnética e a declinação**
  - Distâncias e estima
  - Conhecenças e sinais
  - A pilotagem

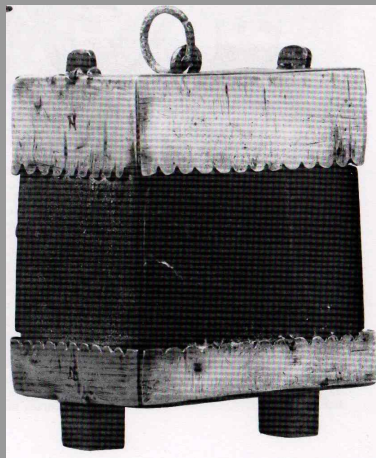


- Mediterrâneo ⇒ Raimundo Lullo — 1270
  - Os marinheiros usavam: «instrumento, carta, compasso, **agulha** e estrela do mar»
- Portugal ⇒ Mais antiga referência — 1416
  - «Item. Três **agulhas de marear** e um relógio. Item. Dois prumos de sondar e sua sondareza.»
- Provavelmente uso da agulha em data anterior.



# Agulha

- Ferros magnetizados — Um ou dois
- Fixos debaixo da rosa
- Necessidade de magnetizá-los regularmente
- Pedra de cevar



## Rosa-dos-ventos



## Divisões da rosa-dos-ventos



- Duas direcções
  - Norte, Sul
- Quatro direcções
  - Norte, Leste, Sul, Oeste
- Oito direcções
  - Norte, Nordeste, Leste, Sueste, Sul, Sudoeste, Oeste, Noroeste



## Divisões da rosa-dos-ventos



- Dezasseis direcções
  - Norte (N), Nor-nordeste (NNE), Nordeste (NE), Es-nordeste (ENE)
  - Leste (E), Es-sueste (ESE), Sueste (SE), Su-sueste (SSE)
  - Sul (S), Su-sudoeste (SSW), Sudoeste (SW), Oes-sudoeste (WSW),
  - Oeste (W), Oes-noroeste (WNW), Noroeste (NW), Nor-noroeste (NNW)



## Divisões da rosa-dos-ventos



- Trinta e duas direcções
  - Norte (N)
  - Norte quarta a nordeste (N 1/4 NE)
  - Nor-nordeste (NNE)
  - Nordeste quarta a norte (NE 1/4 N)
  - Nordeste (NE)
  - Nordeste quarta a leste (NE 1/4 E)
  - Es-nordeste (ENE)
  - Leste quarta a nordeste (E 1/4 NE)
  - Este (E)

...

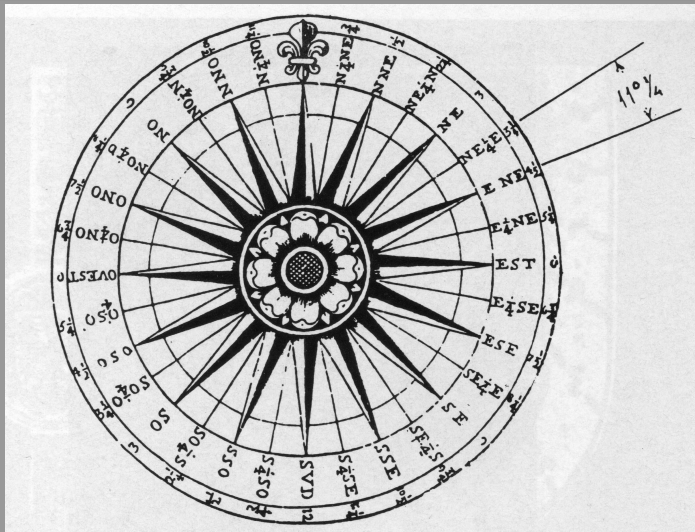
- Quarta =  $11^{\circ}25'$





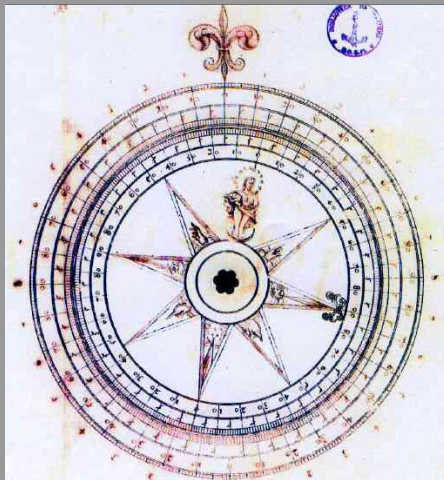
Os problemas fundamentais da Navegação  
Resumo

- Introdução
- A direcção no mar
- A agulha magnética e a declinação
- Distâncias e estima
- Conhecenças e sinais
- A pilotagem



## Divisões da rosa-dos-ventos

- Sessenta e quatro direcções (meias quartas =  $5^{\circ}37,5'$ )
- Cento e vinte e oito direcções (quarto de quarta =  $2^{\circ}48,75'$ )
- Trezentos e sessenta graus



# Declinação magnética

- Diferença Norte verdadeiro / Norte magnético
  - Seria conhecida dos chineses??? (Fontoura da Costa)
  - Era conhecida por Colombo (finais século XV)
  - Portugal — início século XVI (João de Lisboa)



## Declinação magnética — correcção fixa Alonso de Santa Cruz — 1545

«. . . es que los portugueses traen más verdad y que lo han notado más curiosamente, porque llevan los hierros cebados debajo de la flor de lis de la rosa del aguja y asi ha lugar de hacerse mejor las consideraciones, lo que no hacen los pilotos [*espanhoes*] que navegan al poniente, por llevar los hierros puestos debaxo de la rosa media cuarta más al levante de la flor de lis de las 32 em que está repartida el aguja que es la diferencia que el aguja hace hacia al nordeste de Sevilla» (235).

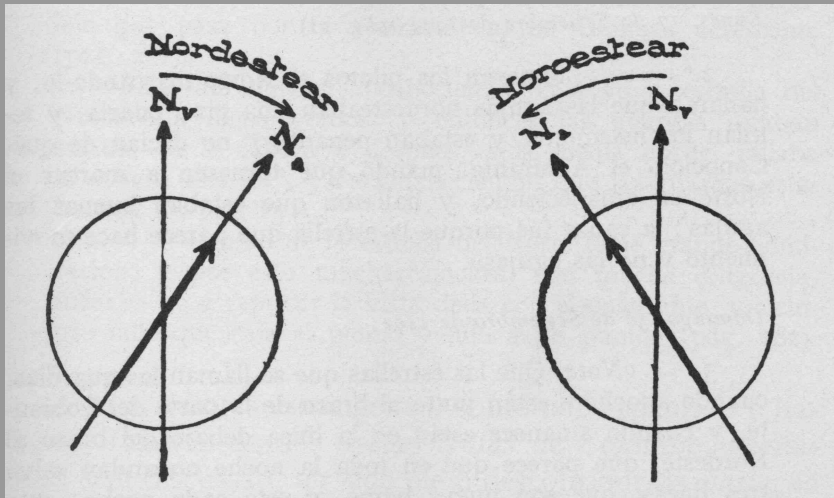


## Declinação magnética — correcção fixa João de Lisboa — 1514

It. Primeiramente has de saber que as agulhas todas asy genoezes como françesas nordesteã / e nordesteam segumdo os lluguares homde estã porque se fforẽ do merediano vero pera ho oriente fazẽ conheçimẽto pera ho nordeste tanto quanto vos delle afastaes seguindo do merediano pera o oçidemte fazẽ conheçimento pera o noroeste e isto se desnoroestear e nordestear / e porẽ as de saber que hũas ffazẽ mais afastamento que outras por serẽ feitas hũas oriẽtaes e outras aostraes oçidemtaes / e por que os amtigos nã sêtiram esta variaçã amdavã mudamdo os ferros dagulha fora da froll de llis pera que naqueles meredianos homde as çevavão ffosem ffixas no pollo do mũdo / e por esta rezã achamos todas as outras fallsas por hũa - 4<sup>a</sup> - e por duas / e pera se isto aver dẽmẽdar hera neçesareo navegar pela verdade aimda que na costa equamto nã for emẽdada, nã naveguaeis se não pelo costumado por que como fallso se ha de navegar o fallso / e como verdadeiro o verdadeiro.



# Declinação magnética



# Determinação da declinação magnética

- Observando a Estrela Polar
  - João de Lisboa
  - Usando agulha de marcar (descrição confusa)

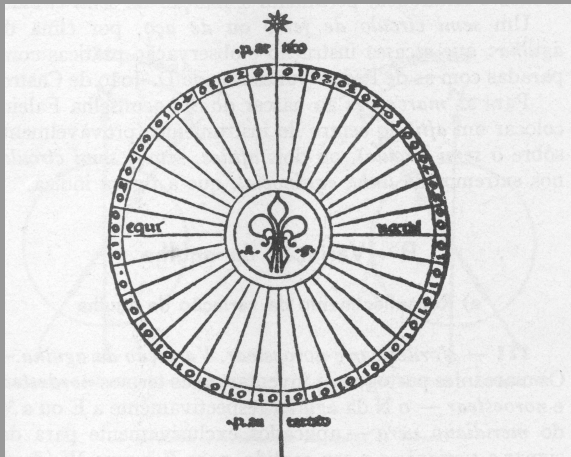
*Capitolo. 4º. pera saber como se hade tomar a estrella do norte pella agulha de marear*

It. quádo ouueres de tomar a estrella do norte pera verdadeiramête estar ã llinha direita com o pollo do mumdo aveis da-guardar que as goardas do norte esté na linha do nordeste ou na do sudoeste por que nestes dous llugares estaa a estrella do mûdo digo do norte ã llinha direita do norte sull com o pollo do mûdo - 1 - estão as goardas na llinha de nordeste estaa o norte abaixo do pollo - 3 - graos / e como pela llinha direita neste tẽpo has de ver a deferemça de tua agulha / asy mtesmo estamdo as goardas na linha do sudueste estaa ho norte acima do pollo - 3 1/2 - graos per linha direita / emtã veras a deferemça que te faz (a) agulha /



## Determinação da declinação magnética

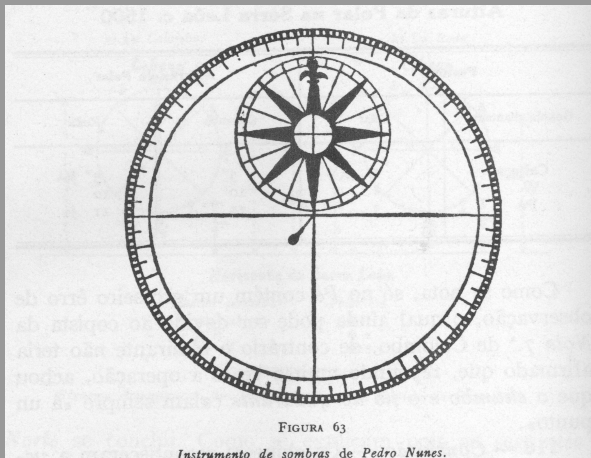
- Observando o Sol
  - Rui (ou Francisco) Faleiro
  - Azimute no nascimento e ocaso do Sol





## Determinação da declinação magnética

- Observando o Sol
  - Pedro Nunes
  - Alturas iguais do Sol
  - Testado por D. João de Castro



## Determinação da declinação magnética

- Observando o Sol
  - João Baptista Lavanha
  - Finais do século XVI
  - Azimute no nascimento **ou** ocaso do Sol

*Graus da declinação do Sol.* 26

	1	2	3	4	5	6	7	8
	G.	G. m.	G. m.	G. m.	G. m.	G. m.	G. m.	G. m.
0	1	02	03	04	05	06	07	08
1	1	02	03	04	05	06	07	08
2	1	02	03	04	05	06	07	08
3	1	02	03	04	05	06	07	08
4	1	02	03	14	15	16	17	18
5	1	02	13	14	15	16	17	18
6	1	02	13	14	15	26	27	28
7	1	02	13	14	25	26	37	38
8	1	12	13	24	25	36	47	48
9	1	12	23	24	35	46	47	58
10	1	12	23	34	45	56	67	68
11	1	12	23	34	45	66	77	88
12	1	12	33	44	55	76	87	98
13	1	22	33	54	65	86	97	118
14	1	22	33	64	85	106	117	138
15	1	22	43	74	95	116	137	158
16	1	32	43	74	105	126	157	178
17	1	32	43	84	115	146	177	208

Graus da Declinação do Sol



# Sumário

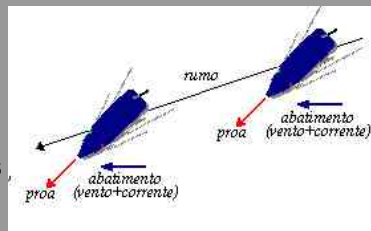
## 1 Os problemas fundamentais da Navegação

- Introdução
- A direcção no mar
- A agulha magnética e a declinação
- **Distâncias e estima**
- Conhecenças e sinais
- A pilotagem



## Alguns conceitos

- Proa
  - Direcção para onde aponta o navio
- Abatimento
  - Desvio provocado por ventos e correntes
- Rumo
  - Caminho percorrido pelo navio



# Distância

- Estimada pelo piloto
  - Função da força do vento

Com vento quanto a nau possa esperar pela bolina, 38-40 leguas.

Com vento teso em pôpa, 36-38 leguas.

Com vento teso pela bolina, 32-34 leguas.

Com vento esperto em pôpa, 33-35 leguas.

Com vento esperto pela bolina, 28-30 leguas.

Com vento fresco em pôpa, 30 leguas.

Com vento fresco pela bolina, 25 leguas.

Com vento galherno em pôpa, 24-26 leguas.

Com vento galherno pela bolina, 20-22 leguas.

Com vento bonança em pôpa, 18-20 leguas.

Com vento bonança pela bolina, 16-17  $\frac{1}{2}$  leguas.

Com vento calma em pôpa, 14-16 leguas.

Com vento calma pela bolina, 12-14 leguas.

Com vento quanto a nau governe em pôpa, 10 leguas.

Com vento quanto a nau governe pela bolina, 8 leguas.

Ter-se-ha respeito ao mar, se é chão ou picado, que detenha a nau e ao ir velejada ou não e tambem ao espedir a nau por bordo e ao ir mui carregada ou leve» (556).

# Abatimento

- Estimado pelo piloto
  - Função da força do vento
  - Devido às correntes
  - Avaliação complicada

It. se pairardes no maar com muito vêto que se ffor lleste / e tiuerdes a proa ao norte que o abatimêto que derdes a naao ha de ser pera o noroeste e nã pera alloeste por que sempre a naao segue avamte. / E esta maneira tereis semdo qualquer vento damdo o abatimento segundo a naao tener a proa. / e semdo pouquo vento ffareis segumdo vos melhor parecer.



## Caminho percorrido

- Marcado na carta
  - Usando o tronco das léguas
  - Petipé de léguas



# Sumário

- 1 Os problemas fundamentais da Navegação
  - Introdução
  - A direcção no mar
  - A agulha magnética e a declinação
  - Distâncias e estima
  - **Conhecenças e sinais**
  - A pilotagem





## Descrição das zonas costeiras

- Objectivo — facilitar o reconhecimento
  - Rumos entre locais
  - Orientação da costa
  - Aspecto do local

«Item. Jaz o cabo de Sam Paulo e o rio do Lago les-nordeste e oessudueste e tem sessenta e cinco leguas na rota ; e toda a terra deste cabo até o Rio do Lago é muito baixa e tem um arvoredado feito em outras [sic] ; e tudo é praia ao longo do mar. E *algumas aldeias, arvores e sinais ha nesta costa de que alguns livros de marinharia fazem menção*, mas a conhecença de tais sinais e lugares é difícil de conhecer e por isto o não escrevo . . .» (396).



## Descrição das zonas costeiras



## Descrição dos portos

- Objectivo — facilitar o reconhecimento
  - Informações sobre capacidades militares
  - Capacidade de abrigar navios

«Se quizeres ir demandar a terra [*a leste de São Lourenço*] nos quinze graus, darás em uma *bahia* muito grande, que tem dez leguas de boca, e, como [*quando*] entrares, entre as pontas acharás uma *ilha pequena* [*ilheo*] no fundo, com tres ou quatro *ilheos*; e podes surgir de dentro da *ilha* onde quizeres. E tem dois *portos* muito bons para surgirem todas as naus do mundo; e tem muitos mantimentos infindos . . . podes surgir em toda a *bahia*, que é [*o fundo de*] vasa, aonde quizeres. Da banda de oeste é mais alta e não hajas medo de uma banda e outra. E de dentro da *ilha*, 10 ou 15 braças, a saber, da banda de noroeste e da banda de oeste, são os *pousos* [*fundeadouros*]; e podes *pousar* em 12 e em 6 e nas quatro braças, onde quer que quizeres . . . Esta *ilha* se chama de *Corpo Santo*. E a *bahia* chama-se *bahia de Santo Antonio*.»



## Descrição dos portos



## Sinais ao largo

- Objectivo —  
descrever  
determinadas  
regiões
  - Animais  
marinhos
  - Vegetação
  - Cor/aspecto  
das águas
  - Declinação  
magnética

E sendo a nau chegada da banda das ilhas do Aro e do Combro [*Comoro*], os sinais que se achão são aver muitos alcatrazes, assim brancos como pardos, e muitas graginas e rabos forcados, ver-se-ão *caniços* e *canas*, *ramos de palmeira* e *trafolis*, que são como *cocos* e *ciscalho*, que andam com os *rilheiros de agua*, que os ha por aqui muitos, e assim em todo este caminho, e por estes *sinais sabereis* a que parte está a nau encostada, porque vendo estes sinais de rabos forcados, e de *caniços* e *ramos de palmeira*, entendeis que estais chegado ás ilhas do Aro e do Combro [*Comoro*], e assim vos saireis para fora para o sudueste; e se vires os *raminhos de pés de galinha* e *candeas de manges* estais na costa, e tirareis para fora mormente de noite» (493).



# Sumário

- 1 Os problemas fundamentais da Navegação
  - Introdução
  - A direcção no mar
  - A agulha magnética e a declinação
  - Distâncias e estima
  - Conhecenças e sinais
  - A pilotagem



## Pilotagem

Condução da navegação de um navio

Perícias adquiridas ao longo do tempo pela experiência

Utilização de instrumentos

- Agulhas magnéticas
- Cartas de marear
- Instrumentos navegação astronómica
- **Compassos**
- **Relógios**
- **Prumos**



# Compassos

- Para marcar posições nas cartas
- Para medir distâncias





# Relógios

- Ampulhetas
- Para estimar a distância percorrida
- Para definir a rotina diária



# Prumos

- Para determinar a profundidade dos locais
- Para conhecer a natureza dos fundos



# Os problemas fundamentais da Navegação

Resumo

Introdução

A direcção no mar

A agulha magnética e a declinação

Distâncias e estima

Conhecenças e sinais

A pilotagem



# Resumo

- Posicionamento no mar — direcção e distância
  - Procedimento antigo — Ptolomeu
- Agulha de marear
  - Diferentes direcções
  - Declinação magnética
- Caminho percorrido — estimado
- Conhecenças e sinais
  - Auxiliam conhecimento da posição do navio
- Pilotagem
  - Instrumentos usados para condução da navegação



# Náutica e Cartografia

Os problemas fundamentais da Navegação

António Costa Canas

Escola Naval

Centro de História das Ciências da Universidade de Lisboa

Outubro de 2008 / FCUL

