

ACADEMIA DE MARINHA



MEMÓRIAS

LISBOA - 1983

MEMÓRIAS

Depósito Legal n.º 72239/94

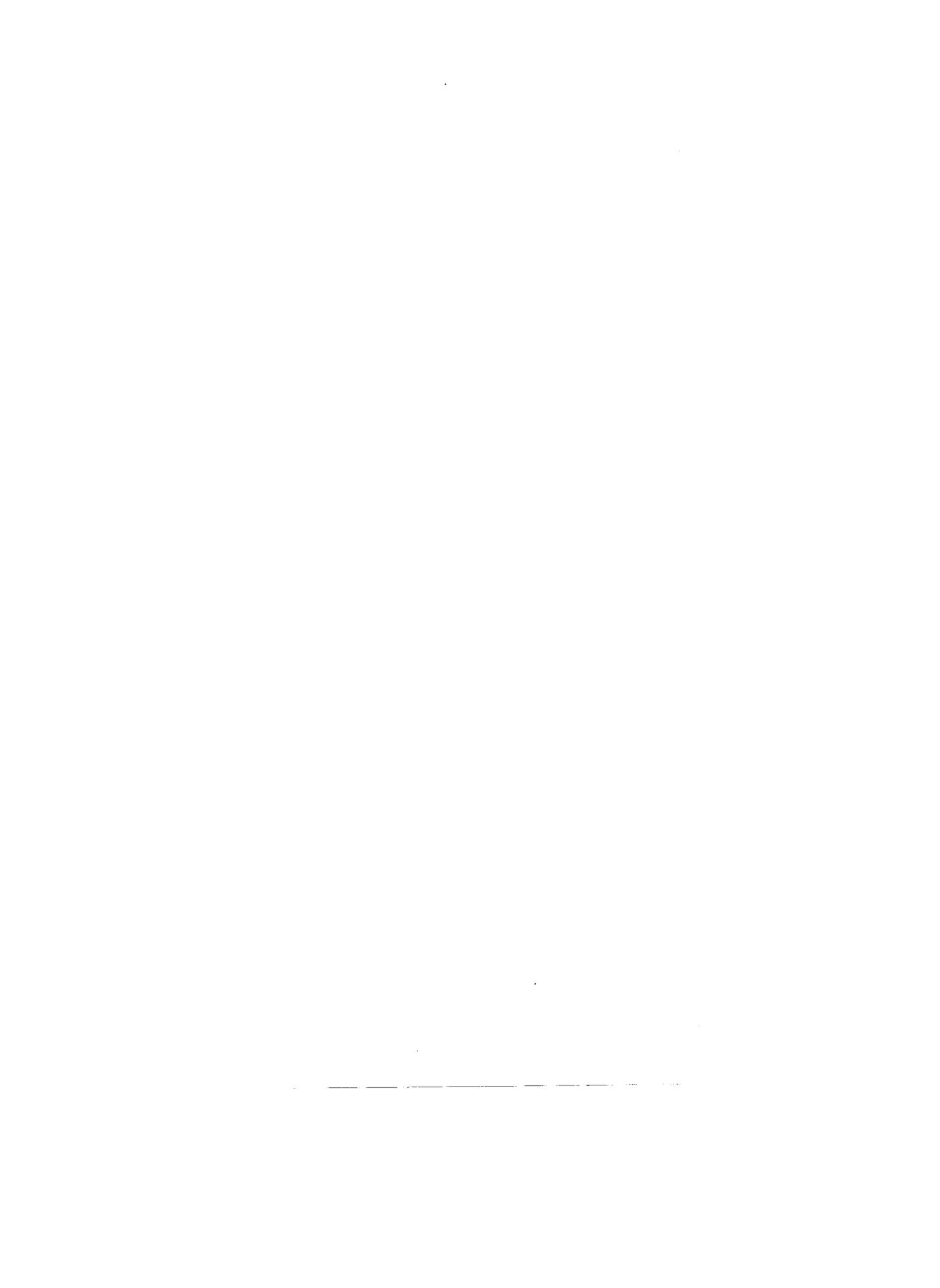
ACADEMIA DE MARINHA



MEMÓRIAS

VOLUME XII

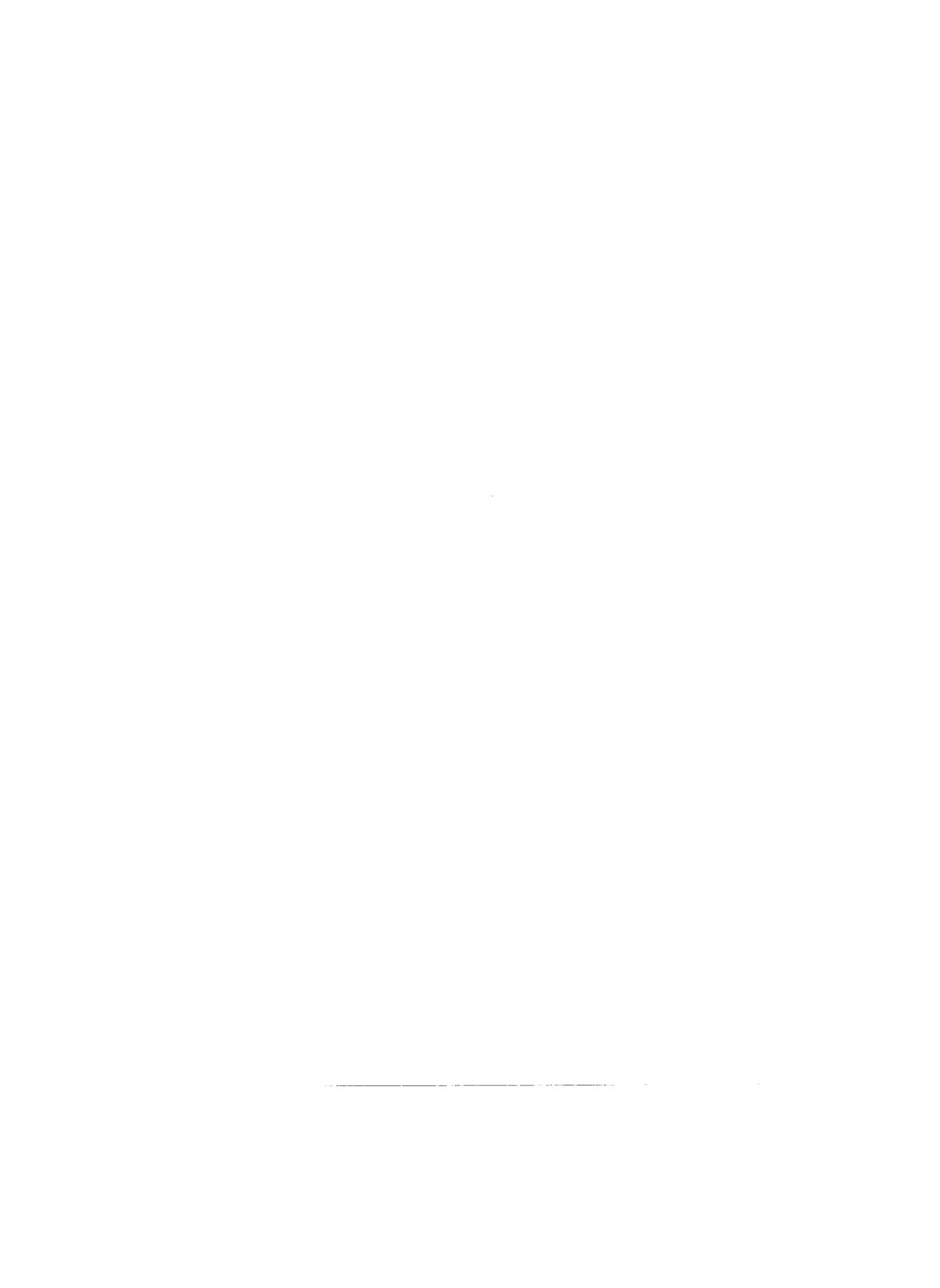
LISBOA — 1983

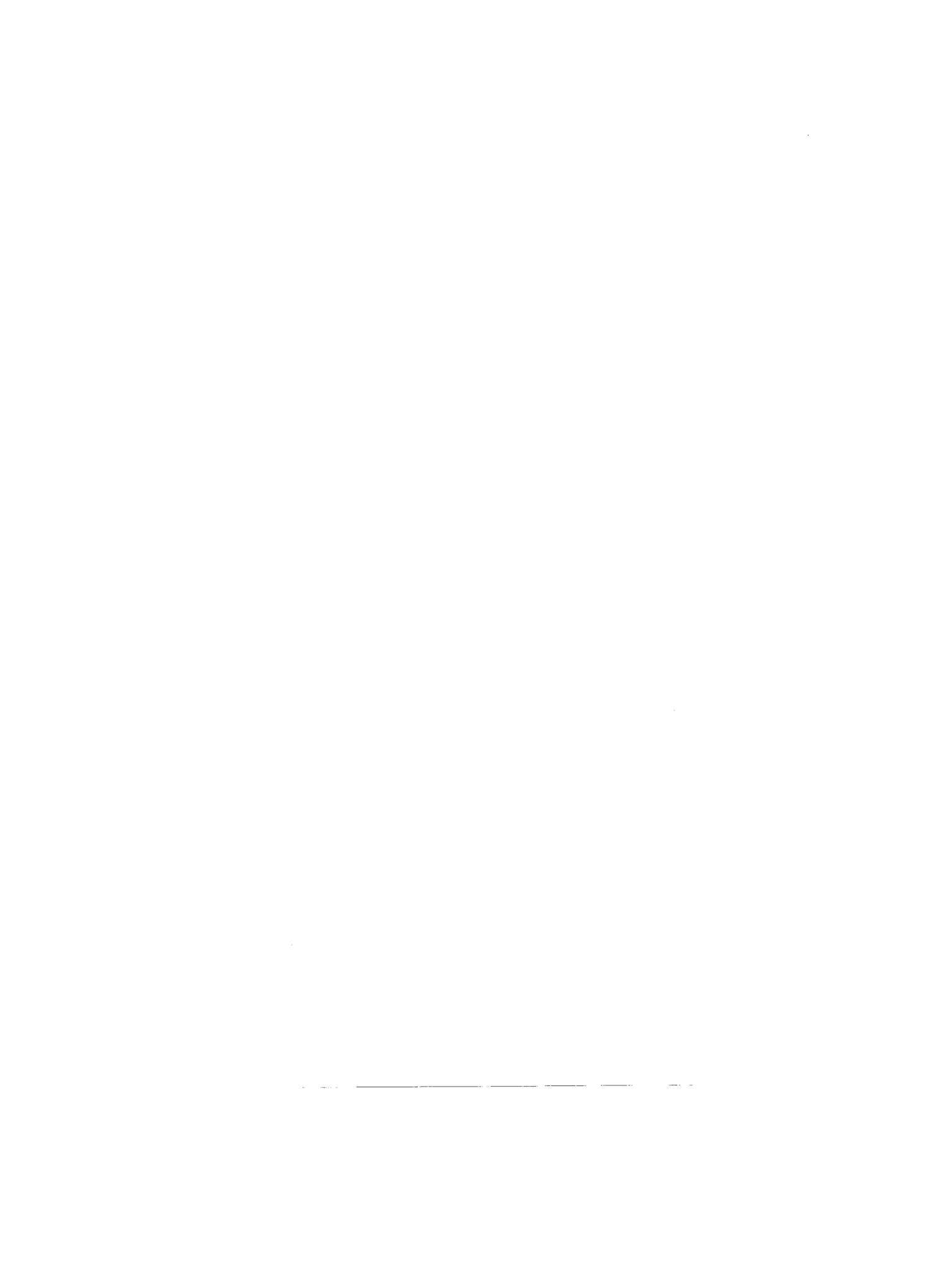


SUMÁRIO

LIXA FILGUEIRAS	Introdução ao “Caderno de todos os Barcos do Tejo tanto de carga e transporte como d’pesca, por João de Souza, lente d’Arquitectura Naval e desenho da Companhia de Guardas Marinhas”
SERRA BRANDÃO	As Relações Internacionais Antes de Hugo Grotius.
SOEIRO DE BRITO	Características Métricas de Alguns Sistemas Coordenados na Esfera.
FRAGOSO DE MATOS	As Origens da Baía do Lobito
LUÍS DE ALBUQUERQUE	Ptolomeu e a Cartografia Portuguesa
TENGARRINHA PIRES	Caravelas dos Descobrimientos — II (A — Mareação de Bolina)

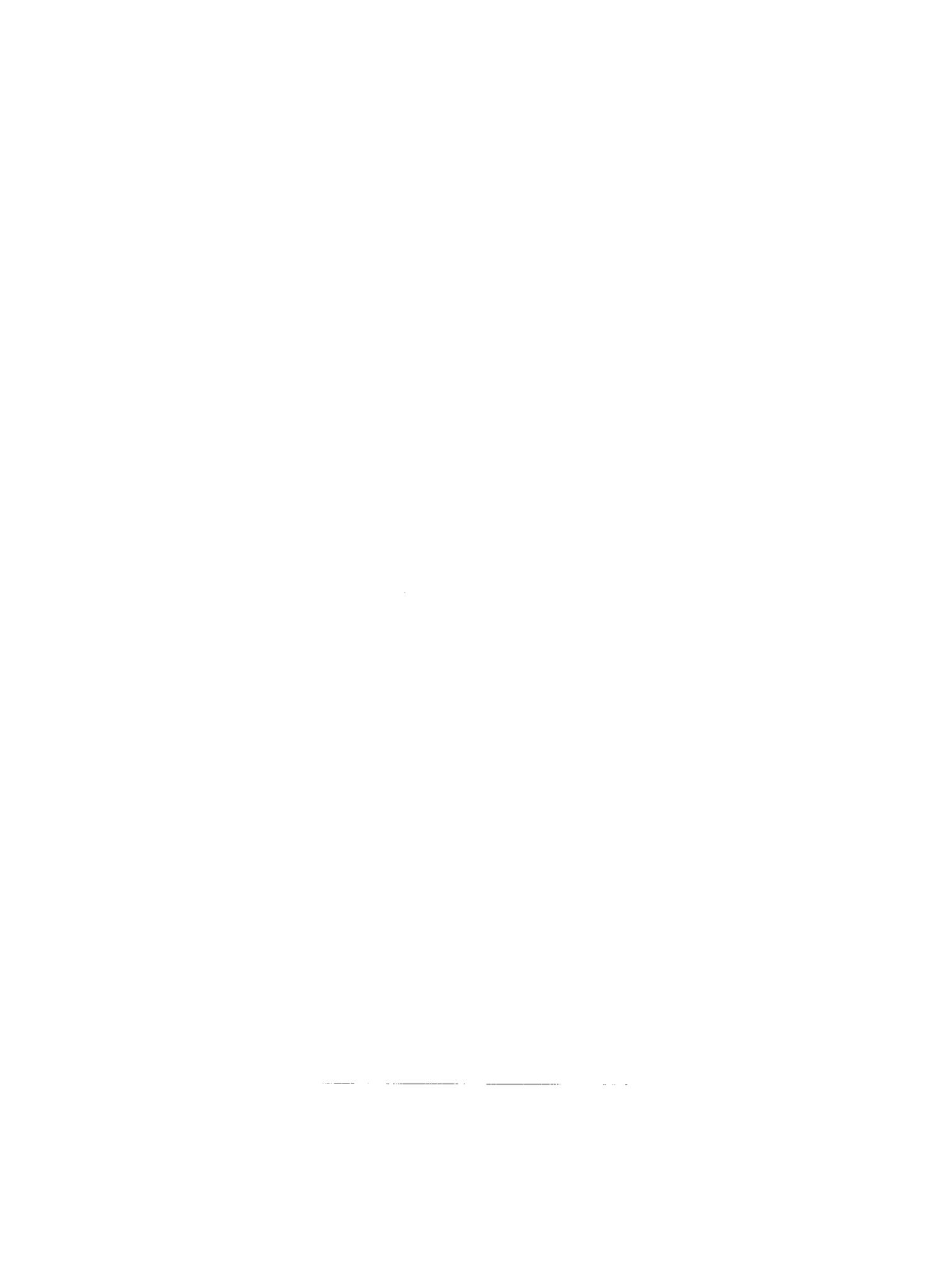






Introdução ao «Caderno de Todos os Barcos do Tejo tanto de Carga e Transporte como d'Pesca, por João de Souza, Lente d'Arquitectura Naval e Desenho da Companhia dos Guardas Marinhas» *

Comunicação apresentada pelo Prof. Arqto. OCTÁVIO LIXA FILGUEIRAS na Academia de Marinha em 23 de Março de 1983.



Introdução ao «Caderno de Todos os Barcos do Tejo tanto de Carga e Transporte como d’Pesca, por João de Souza, Lente d’Arquitectura Naval e Desenho da Companhia dos Guardas Marinhas»*

«É numerosa e variada a navegação do Tejo. Na phrase elegante de um dos nossos mais primorosos escriptores, este rio tem a sua marinha especial, tão espantosa quantidade de barcos o sulcam e cruzam, tão diversa é a armação, a fôrma e lotação d’elles, e tão extensa por isso a sua nomenclatura. Entre as embarcações, pois, que pertencem ao Tejo, contam-se os moinhos, as rascas, as faluas, as moletas, os aveiros, as fragatas, os hiates, os varinos, as guigas, os vapores, os botes, os catraios, os escaleres, etc. Muitos d’estes barcos, todavia, não se limitam à navegação fluvial e aventuram-se, barra em fóra, como a rasca que vae carregar de figo nos portos do Algarve, e a moleta, que empregando-se na pescaria, também arma em hiate para desempenhar alguma comissão do commercio. Outros destinam-se tão sómente à navegação fluvial, que se chama do Riba Tejo. A maior parte das embarcações indicadas procede dos estaleiros do Barreiro e Seixal, cujos moradores também formam, commummente, as suas companhas, como os habitantes da Trafaria dão o maximo contingente para os serviços da pesca. Os barcos de mais elevada lotação e mais numerosos tripulantes vem, comtudo, dos estaleiros de Espozende, da Figueira, do Porto e de outras terras da beira mar do norte do reino. A armação, em geral, quer seja de dois mastros, quer seja dum, como a do varino (...), é com velas latinas».

(Brito Aranha, «Índice alphabetico e descriptivo», in J. Pedrozo, *A Gravura de Madeira em Portugal. Estudos em todas as especialidades e diversos estylos*, Lisboa, Empreza Horas Romanticas, 1872, p. 8.)

1. Que se saiba, apenas em 1982 aparece a 2.^a edição do *Caderno* ¹ ... de João de Souza, só há vinte anos re-introduzido no domínio do interesse do público em geral, mercê de dois artigos de Luís Chaves, um publicado no n.º 10 da *Revista Municipal*, com o título «Barcos do Tejo», e outro, «Barcos das águas estremenhas», no *Boletim da Comissão de Fiscalização das Águas de Lisboa* ². Eis a descrição bibliográfica do «pequeno álbum de gravuras metálicas» ³ — a mais completa, a do segundo artigo:

«Caderno de todos os Barcos do Tejo, tanto|de carga e Transporte como d'Pesca|por João de Souza, Lente d'Arquitectura Naval e Desenho, da Companhia|dos Guardas Marinhas.|Cayer de toutes les Barques du Tage, tant|de charge, de transport, que de pêche.| Na Loie de Ioze da Fon(se).^{ca} o Arcenal Lxa.⁴ Silva direx (it).|| Este exemplar, de que me servi então, pertence desde Agosto de 1911 ⁵, ao «Museu Etnológico do Dr. Leite de Vasconcelos» e fez parte da biblioteca de Aníbal Fernandes Tomás, cujo ex-libris conserva ⁶. Guardado por cartonagem moderna, com forros de papel de cobrir, manchado de verde e castanho, lombada de percalina verde,

¹ Edição fac-similada, «iniciativa da Comissão Municipal de Turismo da Câmara Municipal de Lisboa» (inserida) no âmbito das comemorações da *Semana do Tejo* de 1982, com a colaboração do Ministério da Cultura e Coordenação Científica e da Capitania do Porto de Lisboa». Tem a mais, uma folha de portada com o título reduzido (*Caderno de todos os barcos do Tejo*), e a indicação de que é uma edição fac-similada da Câmara Municipal de Lisboa — 1982, tudo em caracteres tipográficos; uma página com uma pequena nota de *post-facio*; e uma outra final, com a indicação da autoria do *Design e Arranjo Gráfico de D.A.C.M./Ministério da Cultura e Coordenação Científica*.

² Anos de 1940 e 1941, respectivamente. Posteriormente incluídas na publicação do A., *Lisboa nas Auras do Povo e da História*, Lisboa 1961, 2.º vol., pp. 161/180 e 181/194.

³ Assim referido no segundo desses artigos, *ob. cit.*, p. 181, início.

⁴ Nota 3 do A. do artigo, *ob. cit.* p. 181: *Neste lugar o Dr. Leite de Vasconcelos escreveu a lápis a data de 1785, certamente levado pela única data, que aparece no caderno; a primeira gravura é assinada: «Ramalho f. em 1785».*

Esta observação serve de reparo à afirmação constante do *post-facio* da reedição da C.M.L., de que «a primeira edição deste álbum (...) foi executada em 1785». Aliás o título original refere: «Na Loie de Ioze da Fon(se)^{ca}», e não «na Sociedade de José da Fonseca» conforme se lê no mesmo *post-facio*. Outra alteração nele patente: «O autor dos desenhos é Ramalho S.» (sic); quando o que está registado na primeira gravura é o nome do gravador: «Ramalho f(ecit)».

⁵ Nota 4 do A. do artigo, *ob. cit.* p. 182: *Tem o número de entrada 3539.*

⁶ Nota 5 do A. do artigo, *ob. cit.* p. 182: *Desenho de Pastor, grinalda envolvente de rosas, fechada pelo colar da Ordem Militar de Santiago: centro com a inscrição de pertença: Ex Libris, monograma. Aníbal Fernandes Tomaz. Legenda: Nobilitas mea nomen.*

etiquetada de cor vinácea com as letras a ouro: SOUSA — BARCOS DO TEJO —; a meio da lombada um ferro, que representa florinha estilizada, ao jeito de lis; e, em baixo, a data: LISBOA 1785⁷. Constante de 21 gravuras, impressas em papel compacto: a primeira contém o frontispício com a composição em caracteres simile de imprensa (primeiros títulos) e cursivo (o resto dos títulos); as outras vinte apresentam tipos diferentes de barcos a navegarem, dezoito delas com o seu barco, ou, quando muito, dois aspectos dele: (n.º 4, «Fragata de Alcochete»; n.º 7, «Bateis d'Agoa á ssima»; n.º 10, «Fragata»); e ainda o mesmo, visto em perspectiva longínqua (n.º 13, «Lanchas, do Alto»; n.º 15, «Barco de Cesimbra»; n.º 18, «Moleta»; n.º 19, «Bate!»); duas com dois modelos cada uma (n.º 11: A — «Fallua»; B — «Catraio»; e n.º 20: «Saveiro» da Costa fig. A, e do Tejo fig. B). Cada gravura, exceptuada a do frontispício, repete-se com a mesma numeração, em folhas seguidas⁸: é menos encorpado e mais alto, da mesma largura, todavia, o papel da gravura repetida⁹. O rol dos barcos, integrados com a respectiva legenda bilingue, é como segue¹⁰:

1. Ramalho f. em 1785. Yate Portugues./Yatch Portugais, il y en a de charge et de plaisance.
2. Barcos Cacilheiros./Barques de Cacilhas * elles servent d'ordinaire a la de charge — /des Navires./ * Port dans le Tage.
3. Barca d'Aldea Galega *./Barque pour le transport des Bois./ /* Petit Port dans le Tage.
4. Fragata, d'Alcochete */Fregate, pour le transport des Bois de chauffage a la Ville¹¹./ * petit Port dans le Tage.
5. Barcos dos Moinhos./Barques, elles transportent des moulins de l'autre côté/de l'eau, les farines pour la Ville.
6. Barcos de Riba Tejo/Barques du haut Tage, elles portent/des provisions a la Ville.

⁷ Nota 6 do A. do artigo, ob. cit. p. 182: *Data influenciada também pela primeira gravura do caderno?*

⁸ Nota 7 do A. do artigo, ob. cit. p. 182: *A primeira, oitava, décima, undécima, duodécima, décima oitava e décima nona, estão ao contrário: a ordem nas outras gravuras é menor-maior.*

⁹ Nota 8 do A. do artigo, ob. cit. p. 182: *Dimensões: 20×15,2 cm e 20×16,1 cm.*

¹⁰ Nota 9 do A. do artigo, ob. cit. p. 183: *A transcrição é literal, quer no português quer no francês.*

¹¹ Nota 10 do A. do artigo, ob. cit. p. 183: *Entende-se que a Cidade é Lisboa.*

7. Bateis d'Agoa á sstima./*Bateaux du haut Tage, ils transportent des provisions a la Ville, et changent aussi de voile come dans la fig. A*¹².
8. Bateira, de Porto Brandão.*/*elles servent pour le transport des pierre./ * petit Port dans le Tage.*
9. Barco de Moyos.*/*Barque, pour le transport du sable./ * Certain Poids (O moio, medida de secos, tinha em Lisboa a correspondência de 828 litros).*
10. Fragatas./*Fregates, elles servent a tous les besoins de la Ville*¹³.
11. Fallua A, e Catraio B./*Ce sont des Bateaux passagers*¹⁴.
12. Escaler a Remos./*Canot, á la Rame*¹⁵.
13. Lanchas, do Alto.*/*Batiments pêcheurs qui vont en * haute Mer.*
14. Cayque./*Batiment pêcheur de l'Algarve, qui vient = / souvent á Lisbonne.*
15. Barco de Cesimbra * / *Barque qui sert à la pêche./ * Port voisin du Tage*¹⁶.
16. Barcos, da Ericeira * / *Barques pour la pêche, et donnent des Pilotes Cotiers./ * Port voisin du Tage.*
17. Barcos de Cascaes * / *Barques de pêche, donnent des Pilotes Cotiers./ * Port à l'embouchure du Tage.*
18. Moleta./*Batiment qui pêche dans le Tage, et au dehors*¹⁷.
19. Batel./*Bateau pêcheur*¹⁸.
20. Saveiro da Costa (fig. A), e do Tejo (fig. B)./*Petits Batiments pêcheurs, Ceux de la Fig. A, / pêchent hors du Tage»*¹⁹.

¹² Nota 11 do A. do artigo, *ob. cit.* p. 183: *É das gravuras com duas figuras para a variação do velame do mesmo barco.*

¹³ Nota 12 do A. do artigo, *ob. cit.* p. 183: *Esta gravura tem dois aspectos das fragatas.*

¹⁴ Nota 13 do A. do artigo, *ob. cit.* p. 184: *A gravura, como se depreende, mostra dois barcos diferentes.*

¹⁵ Nota 14 do A. do artigo, *ob. cit.* p. 184: *À direita vê-se a popa dum iate.*

¹⁶ Nota 15 do A. do artigo, *ob. cit.* p. 184: *Ao longe, passa um barco igual ao modelo, com as velas içadas.*

¹⁷ Nota 16 do A. do artigo, *ob. cit.* p. 184: *Também passa ao longe um barco, só com uma vela, mas que decerto, como na gravura n.º 15 (cfr. n.º 15), será também moleta.*

¹⁸ Nota 17 do A. do artigo, *ob. cit.* p. 184: *Próximo, vê-se outro batel com as redes à enxuga, pendentes da verga.*

¹⁹ Nota 18 do A. do artigo, *ob. cit.* p. 184: *Como a n.º 13, a gravura tem dois tipos de barcos: cfr. legenda.*

Anteriormente já Pedro Vitorino, em seu estudo «José Teixeira Barreto, Artista Portuense»²⁰ referira o registo de «Hũa Collecção de Barcos do Tejo com 20 estampas em oitavo (constante) de um *caderno de registo de carga*, escrito em 1805 com o inventário dos bens da aula de desenho da Real Academia de Marinha e Comercio (Porto) intitulado *Descrição dos Objectos que existirão na aula de desenho em 1805*, estando então a aula no Hospício da Cordoaria, onde também estava a Roda dos Engeitados, e de ali foi mudada para a Camera Ecclesiastica nas escadas dos Grillos em 1806».

Na opinião do A. as obras aí descritas perderam-se por os «artistas serem, posteriormente, afastados do ensino de desenho, em obediência a novas orientações escolares, substituindo-os engenheiros...»²¹. De facto, só com o Liberalismo se fundam as Academias de Belas Artes. O Pintor Teixeira Barreto, possuidor do exemplar da obra de João de Souza era professor de desenho da Real Academia de Marinha e Comercio e monge beneditino²².

Entretanto, além do da coleção Vieira da Silva (adquirido pela Câmara Municipal de Lisboa)²³, mais dois exemplares foram «descobertos», ambos pertencentes à Marinha: o do Museu da Marinha de Lisboa, só com as gravuras dos barcos (portanto, sem a portada), encaixilhadas individualmente; o da Biblioteca Central da Marinha, mantendo a feição original de álbum.

Sabe-se que o Eng.º Rafael de Medina Monjardino possuía um *Caderno...*; e que há cerca de 30 anos a Parceria António Maria Pereira vendia outro por 1.500\$00²⁴.

Nos primeiros anos da década de 70, em leilão, e num livreiro antiquário foram vendidos, suponho, dois exemplares. A Dr.ª Maria Emília Lavoura, verificou a inexistência do *Caderno de Todos os Barcos do Tejo* na Biblioteca Nacional (Lisboa); bem como a ausência de qualquer

²⁰ Coimbra, 1925, pp. 70 a 83. Prestante informação do Dr. Flório de Vasconcelos.

²¹ A Dr.ª Maria de Fátima V. P. Cunha, Bibliotecária da Biblioteca da Faculdade de Ciências do Porto, diligenciou, em vão, por encontrar esse exemplar perdido.

²² Prestante informação do Dr. Agostinho Araújo que também referiu o trabalho do Dr. Pedro Vitorino e a necessidade de se proceder à diligência anteriormente indicada.

²³ Prestante informação da Dr.ª Raquel Florentino, do Museu da Cidade.

²⁴ Prestante informação dada pelo Eng.º J. Aquino, durante a troca de impressões que se seguiu à apresentação da Comunicação na Academia de Marinha.

menção nos catálogos do *British Museum* e da Biblioteca Nacional de Paris ²⁵.

2. Não se conhecem outras referências bibliográficas publicadas além das que já mencionei, e das constantes de duas pequenas notas biográficas do Autor — a inserta no *Diccionario Historico e Documental dos Architectos, Engenheiros e Constructores Portugueses*, de Sousa Viterbo; e a da *Grande Enciclopédia Portuguesa e Brasileira*²⁶.

Eis a nota do *Diccionario de Viterbo*:

«960 — Souza (João de). Auctor da seguinte obra, de que possue exemplar o padre Peragallo: *Caderno de Todos os Barcos do Tejo tanto de carga como de pesca, por João de Souza, lente de architectura naval e desenho, da Companhia dos Guardas-Marinhas. Silva direx.* | *Era capitão de fragata*».

E a da Grande Enciclopedia Luso-Brasileira:

«Souza (João de). *Lente de Architectura Naval e Desenho da Companhia de Guardas-Marinhas, com o posto de capitão de fragata, que viveu no séc. XVIII. Foi autor da obra intitulada 'Cadernos de todas as barcas do Tejo tanto de carga como de pesca'*».

O diminuto número de exemplares conhecidos e a pobreza de informação dos registos bibliográficos disponíveis esclarecem-nos quanto à raridade da obra.

Raridade acrescida por não se saber da existência de qualquer outro estudo português congénere, da mesma época.

É bem verdade que o terramoto de 1755 e a mudança da Côrte, de Lisboa para o Brasil (1806/1821) ocasionaram perdas documentais irreparáveis — impedindo-nos de ter uma ideia do que, nesta matéria, por cá, se passava.

²⁵ O meu filho Jorge, apurou (Outubro de 1982) que na Biblioteca do Congresso (Washington) também nada consta a respeito desta obra.

²⁶ Prestante informação da então Bibliotecária da Biblioteca Central de Marinha, Dr.^a Maria Emília Lavoura; textos recolhidos pela Dr.^a Catarina Reis. Desconhece-se o paradeiro do exemplar mencionado em Viterbo.

Em todo o caso, mesmo sem apresentar o desenvolvimento e, até, a qualidade técnica de trabalhos como *Plusiers sortes de Batiments Hollandoises*, de Groenewegen (1789), ou *Differents sujets de marine*, dos irmãos Ozanne (1770?); mau grado ficar aquém do que valeria a apresentação global do conjunto excepcionalmente rico e variado de todas as embarcações portuguesas²⁷; apesar da parcimónia das indicações, reduzidas às pequenas legendas identificadoras dos modelos; mesmo assim deve-se a esta contribuição de João de Souza, a marcação duma honrosa presença entre os povos marinheiros civilizados. O *Caderno* reflectirá, porventura, algo de culturalmente significativo, relacionável com a fase de transformações por que então passava o aprendizado dos oficiais da Armada em Portugal.

João de Souza Pather²⁸ que «era mestre do Risco, foi nomeado Lente de Desenho e Architectura Naval (duas cadeiras) em 19 de Março de 1783, seis dias antes de começarem as aulas da Academia Real dos Guardas-Marinhas»²⁹.

Trata-se, portanto, do primeiro titular dessas cátedras: aquela instituição, apesar de fundada por Carta de Lei de D. Maria I, de 5 de Agosto de 1779, e de as suas actividades terem começado em 1780 no Colégio Real dos Nobres, só em 1783 passa para a Casa das Formas do Arsenal Real de Marinha. Segundo o Comandante A. L. Porto e Albuquerque a «criação (da Academia) foi um verdadeiro marco da formação académica e profissional do oficial de Marinha em Portugal»³⁰.

²⁷ As gravuras 1, 13, 14, 15, 16 e 20 não são de barcos do Tejo; mesmo assim ficaram de fora muitos e significativos espécimes representativos das nossas águas.

²⁸ É a primeira referência conhecida a este seu sobrenome. Haveria qualquer parentesco com o pintor francês João Baptista José PATER (1695-1736) (cfr. *Encyclopedia Portugueza Illustrada*, de Maximiano de Lemos: *Pater*)?

²⁹ Dados obtidos pelo Comandante António Luís Porto e Albuquerque, mercê de indicações fornecidas pelo Almirante Teixeira da Mota sobre fontes documentais, dados esses que tive a oportunidade de conseguir daquele distinto investigador brasileiro, através dos bons ofícios do Comandante Estácio dos Reis. A parte restante do texto que me foi fornecido pelo Comandante Porto e Albuquerque rezava assim: «Essa nomeação está registada no *Livro de Registo da Companhia dos Guardas-Marinhas*, de 1782-83, existente na Biblioteca Nacional de Lisboa, códice 6473/No Arquivo Geral da Marinha, caixa 1 de documentos sobre a Academia Real dos Guardas-Marinhas, e a Academia Real de Marinha, encontram-se documentos assinados por João de Souza Pather, ainda como lente de Desenho e de Architectura Naval, datados de 1802, (ou seja) 20 anos depois da sua nomeação».

³⁰ «A Academia Real dos Guardas-Marinhas» in *História Naval Brasileira*, 2.º vol. Tomo II, ed. Serviços de Documentação Geral da Marinha, Rio de Janeiro 1979 p. 356. Obra consultada inicialmente, por indicação do Almirante Teixeira da Mota.

3. O seu *Caderno*, vai permitir-nos avaliar com suficiente rigor quais os barcos usuais no espaço geográfico assinalado, antes das transformações sofridas na transição do século XVIII para o XIX e, nomeadamente, com as devidas à política desenvolvimentista da segunda metade desse último século.

A colecção de gravuras com legendas em português e francês parece poder ser entendida dentro do critério de permitir uma alargada divulgação, mesmo tendo presente a alegada parcimónia dos dados explicativos nelas contidos.

Paradoxalmente é numa obra alemã, o *Dicionário Geral de Marinha*, de Johan Heinrich Rödning (1793/17983)³¹ que ela vem a ser quase integralmente reproduzida³². E, facto ainda mais estranho, com as legendas reduzidas aos nomes dos barcos, em português ...

Até agora não foi possível descobrir como decorreu o processo da sua inclusão naquele «clássico»; mas darei conta de duas respostas a um breve inquérito feito com o apoio inestimável de Rudolfo Burmester.

Do *Deutsches Museum* de Munique, o Dr. M. Burger enviou os seguintes comentários³³:

«Muito embora no seu dicionário Allgemeines Wörterbuch der Marine, Heinrich Rödning tenha dado uma descrição muito pormenorizada de toda a literatura estrangeira publicada até aquela data, não se encontra nele o título Caderno de Todos os Barcos do Tejo, nem tampouco o nome de João de Souza (Pather)./Também nas breves indicações em relação às gravuras não é referida a obra nem o autor./Rödning terá eventualmente conseguido as gravuras

³¹ Prestante informação obsequiosamente facultada pela Dr.^a Maria Emília Lavoura: *Allgemeines Worterbuch der Marine — Hamburg bei Licentiat Nemrich, Bohme* sem data, mas sabe-se que a edição original é de 1794/98). A Biblioteca Geral da Marinha só possui o 4.º volume. Durante a troca de impressões depois da comunicação, na Academia de Marinha, o Eng.º J. Aquino deu a conhecer que existia um exemplar na Biblioteca da Ajuda, mas tinha desaparecido.

O Arquitecto Cabeça Padrão, mostrara-me, há anos, gravuras avulsas duma publicação desconhecida, compradas na Feira da Ladra, e que, na circunstância, acabei por identificar mercê da pista aberta pela informação da Dr.^a Emília Lavoura. O Dr. António J. Nabais, a quem fiz a referência, utilizou-a na legenda da estampa 10 do seu livro *História do Concelho do Seixal — 2. Barcos*.

³² À excepção da *falua* (fig. 11 A).

³³ Tradução parcial da carta de 6 de Maio de 1982.

através de outra edição da mencionada obra. Para o ano de 1788 ele refere o único dicionário sobre construção naval que foi impresso na língua portuguesa (ver citação anexa)³⁴. Possivelmente as gravuras em questão estavam incluídas nessa obra; no entanto, lamentavelmente, não temos possibilidade de verificar essa possibilidade. Talvez V., em Portugal, tenha acesso a esse livro».

E do *Altonaer Museum*, de Hamburgo, o Dr. Boye Meyer-Friese apresentou estas considerações³⁵:

«Röding não indica no 4.º volume a origem dos desenhos e das gravuras (de João de Souza). Igualmente falta qualquer menção em relação à obra de Souza no 1.º volume, onde vem listada toda a literatura, (listagem) que se inicia no ano de 1748 e termina em 1793. (Sobre) as gravuras e os apontamentos (lexicais) — existem apenas referências de uma página³⁶. Nessas referências não vêm quaisquer indicações de fonte bibliográfica (...). Do Dicionário, que foi reimpresso³⁷ em 1969, anexo a fotocópia da introdução na qual não me foi possível encontrar qualquer menção (J.) de Souza. / Em casos isolados Röding indica as fontes literárias nos capítulos dos apontamentos. Não acredito que lhe tenha escapado uma obra tão importante como a relativa aos barcos do Tejo, tendo em conta a comprovada minuciosidade de Röding. Penso que não a conhecia e que obteve as gravuras de outras fontes. Röding dá mesmo conta do seu trabalho e métodos de recolha na sua própria Introdução (ver fotocópia). Dela se depreende que algum material e muitas informações só as recebia através de pessoas de confiança. Faltam indica-

³⁴ Trata-se da obra de Pedro Mariz de Sousa Sarmento, *Elementos de Construção e Dicionário Francez e Portuguez de todas as peffas de que se formão os Navios*, de 1788.

³⁵ Tradução parcial da carta de 21 de Abril de 1982.

³⁶ Não se percebe exactamente o sentido da tradução desta frase. De facto a pág. (ou coluna) 187 do 1.º vol. do *Dicionário* vem o registo da obra a que se refere a nota 34 supra; mas há registos de outros trabalhos portugueses, no mesmo volume. Quanto ao léxico português, ocupa 123 páginas do 3.º volume, a seguir ao espanhol.

De qualquer modo, sem nenhuma indicação àcerca de João de Souza e/ou do seu *Caderno*.

³⁷ Trata-se duma edição fac-similada, a primeira da colecção *Monumenta Nautica Historica Selecta*, da empresa Uitegeverij Graphic Publisher de Amsterdam.

ções seguras sobre as suas fontes. / Não será o facto de faltar a gravura da falua um indício de que Rödning teria recebido uma colecção de folhas soltas? J. de Souza não me é conhecido de (qualquer) outra obra e eu ficar-lhe-ia muito agradecido caso me pudessem fornecer uma bibliografia sobre os barcos do Tejo para que possa completar o meu Rödning».

Quanto às sugestões contidas na primeira carta: infelizmente elas não se puderam confirmar. Não só o livro de Pedro Mariz de Sousa Sarmento não possui qualquer ilustração, mas também o próprio *dicionário* nele incluído não tem qualquer relação com o léxico português de Rödning. Esta última verificação é deveras importante porque se ajusta perfeitamente à seguinte passagem do prefácio da reedição de 1969 do clássico alemão, a propósito do escrúpulo e rigor observados nesse trabalho:

«Il a tout lu, mais il sait combien la plupart de ses sources sont incomplètes et inexactes, et c'est pourquoi il a réuni des informations orales pour a peu près chaque langue traitée: A cet effet je devais chercher mes informations orales auprès des étrangers, qui fussent des hommes de mer professionnels, et comme j'avais la chance de connaître plusieurs officiers de la marine, originaires de Naples, de Venise et de Gênes, j'ai commencé a reunir des termes marins de l'Italien (...). Il a procédé de la même façon pour reunir les expressions espagnoles, portugaises et scandinaves (...)»³⁸.

Quando ao ponto de vista expresso na segunda carta — *aproveitamento dum colecção de folhas soltas* com gravuras — ele parece muito verosímil. Principalmente se compararmos as gravuras originais com as cópias alemãs. Surpreende que tenham desaparecido das legendas as pequenas notas explicativas, tanto mais que estavam acompanhadas dum tradução francesa. Aliás as gravuras assinadas por A. Stöttrup, se bem que apresentando uma apreciável finura e nitidez de talhe, falseiam por vezes a interpretação dos espécimes realizada pela dupla João de Souza/Ramalho, interpretação que podemos qualificar de muito razoável. Com efeito, e como veremos,

³⁸ Do Prefácio da *ob. cit.* p. XVII, assinado por C. Kruyskamp.

o *Caderno* faculta-nos a possibilidade de identificar ou de reconhecer a caracterização tipológica dos espécimes. Esse é um dos seus aspectos mais positivos.

Admitindo que não foi esquecida qualquer outra embarcação típica do Tejo ³⁹, João de Souza coloca à nossa disposição material indispensável para se avaliar com suficiente rigor as alterações havidas nos tipos das embarcações tradicionais — facto que é uma autêntica novidade, no panorama tão estático desse ramo da nossa Arqueologia Naval.

4. Creio desnecessário pôr em relevo a importância económica tradicionalmente assumida pela navegação e pesca fluviais do Tejo, tema de alguns apreciados estudos da especialidade, dos quais destacarei: além da obra de Albert Silbert *Le Portugal Méditerranéen, à la fin de l'Ancien Régime, XVIII^e — début du XIX^e siècle. Contribution à l'histoire agraire comparée*, o artigo de Jorge Gaspar intitulado «Os portos fluviais do Tejo» ⁴⁰. Eles permitem situar de modo conveniente a problemática da navegação e dos transportes no âmbito dum *hinterland* especialíssimo. Acêrca da pesca, infelizmente, a *Memoria* de Lacerda Lobo «Sobre a decadência das pescarias em Portugal» não nos apresenta para este rio uma análise esclarecedora da situação existente, ao contrário do que faz para outras zonas do Continente⁴¹. Como o seu inquérito data de 1790, essa lacuna só em parte ficará resolvida, valendo-nos do *Estado Actual das Pescas em Portugal*⁴² (1886), de Baldaque da Silva, descontado o que em cerca de 100 anos aconteceu no sector, nomeadamente nas transformações havidas no equipamento, em especial os barcos — conforme pode ser cotejado com as gravuras do *Caderno*.

Porém bastaria termos presente a diversidade e a especificidade das utilizações mencionadas nas legendas do *Caderno*, e os tipos navais nele documentados, para visualisarmos o significado da base de apoio em que assentava a vida da capital do reino e da região servida por tão ampla

³⁹ Até porque, como já foi observado, apresenta algumas outras que apenas frequentavam o rio, mas não constituíam sua «marca» tradicional. A única excepção (omissão) detectada foi a *bateira/alijo*.

⁴⁰ Respectivamente, ed. I.N.I.C. Lisboa, 1978; e em *Finisterra*, n.º 10, Lisboa 1970,

⁴¹ In *Memorias Economicas da Academia Real de Sciencias de Lisboa*, Tomo IV. Lisboa 1812, em especial pp. 345/347.

⁴² Imprensa Nacional, Lisboa — 1891.

bacia hidrográfica. Como complemento seleccionei alguns mapas excepcionalmente elucidativos (figs. 1 a 4).

5. Passando agora ao estudo analítico do *Caderno*, a primeira verificação a fazer consiste na destrição dos modelos em função da sua utilização e das condições em que operavam, incluindo a necessária discriminação dos não pertencentes aos portos do Tejo, mas que se limitavam a frequentar o estuário em serviço de cabotagem, carga, de pilotos, etc. (Quadro I).

FIG. N.º	NOME	EMBARCAÇÕES USADAS NO MAR E NO RIO		EMBARCAÇÕES USADAS NO RIO	
		Não específicas do Tejo (A)	Portos do Estuário (B)	Estuário (C)	Nav. Inter. (D)
1	Yate Português	●			
2	B. Cacilheiros			●	
3	B. Aldeia Galega			●	
4	Fragata Alcochete			●	
5	B. dos Moinhos			●	
6	B. de Riba Tejo				●
7	Bateis d'Agoa à ssima				●
8	Bateira	●			
9	Barco dos Moyos			●	
10	Fragatas			●	
11-A	Falua			■	
11-B	Catraio			■	
12	Escaler	■			
13	Lancha do Alto		▲		
14	Cayque	● ▲			
15	B. Cesimbra	▲			
16	B. Ericeira	▲			
17	B. Cascaes	▲			
18	Moleta		▲		
19	Batel		▲		
20-A	Saveiro da Costa	▲			
20-B	Saveiro do Tejo	▲			▲

● Transporte de carga
 ■ Transporte de carga/passageiros
 ▲ Pesca

QUADRO I

Seguidamente tentemos agrupar esses modelos, a partir das características básicas dos respectivos cascos, segundo um critério de classificação evolutiva apoiada nos dados fornecidos pela Arqueologia Naval (Quadro II).

I: CANOAS DE TÁBUAS DE TIPO MESOPOTÂMICO	EMBARCAÇÕES DE QUILHA / TIPOS MEDITERRÂNICOS			
	II: ANTIGOS	III: MAIS RECENTES		
		Popa em bico	Popa de painel	com beque
7	6	2	4	2
20-A	18	3	10	3
20-B		5	11-A	5
		8	11-B	8
		9	14	9
		13		13
		15		
		16		
		17		
		19		

QUADRO II

Ao compararmos os dois quadros torna-se evidente que não são fundamentalmente as relações de causa e efeito entre as finalidades a que se destinam as embarcações e as condições em que elas têm de operar que determinam a adopção de tipologias tão distintas. É, de preferência, à componente antropológico/cultural que devemos ir buscar as razões dos processos de adopção (fig. 5). Conforme irei demonstrar.

6. Começemos pelo grupo das *Canoas de tábuas de tipo mesopotâmico* (20-A, 20-B e 7).

Constituindo a mais arcaica estirpe de barcos de entre as que por cá subsistem — aliás, Portugal, e o Iraque, detêm ainda o mais importante acervo de espécimes desta família — a sua principal zona de fixação, talvez desde a deslocação de populações resultante da destruição de Tartessos (500 a.C.), é a faixa litoral do centro, com predominância para o polo Ovar-Aveiro-Ílhavo, antiga região habitada pelos *Turduli veteri* para onde teriam afluído parte dos fugitivos, com os seus barcos⁴³.

⁴³ Cfr. os meus estudos «Comentários Técnicos da Tese do Moçarabismo Náutico», in *Memórias do Centro de Estudos de Marinha*, Lisboa — 1975; e «The xavega-boat a case-study on the integration of Archaeological and Ethnological data», in *Sources and Techniques on Boat Archaeology*, Greenwich 1977.

A irreprimível tendência migratória dos *varinos*, *aveiros* e *ilhavos* encontrou no Tejo motivos de especial atracção — para os pescadores e até para os mestres da construção naval. Os primeiros, depois de permanências temporárias, nas safras, acabavam por fixar-se formando novas comunidades, ou colónias — como pudemos assistir, nos nossos dias, em Vila Franca de Xira, junto à ponte, e como foi, no séc. XVIII, o caso da Caparica, de que João de Souza nos apresenta o respectivo barco:

Saveiro da Costa, da Caparica [(20-A) fig. 6]. De facto, a gravura o que representa é um *meia-lua*, documentando claramente o processo migratório dos *ilhos*, na Costa da Caparica. Distingue-se o *meia-lua* do *saveiro* (*barco do mar*) por dois pormenores básicos: o perfil do segundo acusa substancial desenvolvimento da proa em relação à popa, ao contrário do primeiro, cujas linhas são mais próximas do crescente de lua; neste mesmo modelo, observa-se um ajustamento gradual dos costados e do fundo chato nas extremidades de proa e popa, enquanto que, no *saveiro* o término do fundo, à proa, quáse sem transição, obriga a um certo empeno dos costados, na zona da *cara*.

A estampa 20-A, não nos levanta dúvidas quanto à identificação do modelo, de cuja feição actual (fig. 7), junto os respectivos planos (fig. 8). De notar, contudo, algumas diferenças de pormenor como sejam, a existência de mastro e leme e a ausência do coberto de proa. Pinto Basto refere, em 1893, que «estas meias luas navegam quasi exclusivamente a remos» e «governam por meio dum remo ou esparrela collocado à popa e manobrado pelo mestre ou arrais, que vae de pé»⁴⁴.

Em 1785, portanto, a dominância da navegação à vela, parece ficar atestada pelo conjunto daqueles acessórios — ainda que com leme em vez de esparrela, e sem indicação do tipo de armação⁴⁵. Recordemos, também, do testemunho já invocado, que estas embarcações, só «utilizadas na pesca, usam redes de arrastar⁴⁶, com as quais apanham principalmente sardinha» (...). «Em ocasião de preamar (...) vem trazer o producto da pesca dentro do rio, à Trafaria ou mesmo a Lisboa entrando pela Golada, pequeno canal ao Sul do Bugio»⁴⁴. O que justifica a sua inclusão no *Caderno*.

O *saveiro do Tejo* [(20-B) fig. 9] deve corresponder ao tipo homó-

⁴⁴ A. J. Pinto Basto, «As Embarcações que Navegam no Tejo», in *Revista do Exercito e da Armada*, Lisboa 1893; cfr. *meia lua* (fig. 13).

⁴⁵ A altura do mastro e o seu caimento para trás, sugerem armação idêntica à do modelo da fig. 20 B.

⁴⁶ *Artes de arrastar para terra*, entenda-se.

nimo do estudo de Pinto Basto ⁴⁷. A representação é bastante deficiente, se a compararmos com a da anterior figura; em todo o caso a identificação pôde fazer-se sem problemas de maior:

«O Saveiro emprega-se exclusivamente na pesca» (sendo a principal a da sardinha).|«Cada dois barcos tem uma rede chamada tarrafa e a guarnição de cada barco compõe-se ordinariamente de 12 a 20 homens (...)| «A gente que guarnece estes barcos é quasi toda do norte de Portugal¹³, onde n'outras épocas do anno se emprega na pesca do sável» (...)| «Estes pescadores, de manhã, comem e estão em terra ou fundeados perto das praias, até ao meio-dia ou uma hora, ocasião em que se fazem ao largo e vão dormir. De noite procuram os sítios onde há sardinha dirigindo-se para onde ouvem os gritos das gaivotas que as perseguem, ou sabem que ella existe; ahi lançam a rede, e o peixe apanhado vem de madrugada vendel-o a Lisboa»|
«(...) Os Saveiros carregam às vezes 10 milheiros de sardinha...»⁴⁷.

Não se trata, portanto, de embarcações pequenas (Fig. 10), como p. ex. as *bateiras* da mesma família; nem originárias do Tejo! Já num dos artigos publicados no *Archivo Pitoresco*, (1860) sob o título «Marinha do Tejo», a pág. 325, pode ler-se que «com o nome de *aveiros* e não de *saveiros* são estes» (e outros) «barcos denominados na mesa do imposto do *Tramagalho*». «Talvez seja corrupção do primitivo nome que tinham quantos barcos vem ao Tejo da cidade de Aveiro que são muitos»⁴⁸ (sic). Acrescenta-se depois, que o *saveiro* tem quilha — o que é verdade, mas não é mais do que uma quilha falsa, para protecção do fundo, como se depreende dos planos do *barinho* (*varino*) do Tejo, (fig. 11) de D. Rafael Monléon⁴⁹. Na mesma série de artigos, ainda sob o carácter genérico da designação *saveiros* — *aveiros* insiste-se a págs. 381: «Depois dos botes são os varinos os que em maior número sulcam o Tejo. Esta denominação que elles tem no vulgo não vem em nenhum dictionario da lingua, e também na repartição do imposto que elles pagam em Lisboa tal se lhes não chama, mas *aveiros*, nome genérico para todos os barcos que vem do districto de Aveiro» (...). «Estão actualmente registados e avençados na repartição municipal de Lisboa 431 varinos ou aveiros num total de 1143 *velas*».

⁴⁷ *Ob. cit.* em 44; cfr. *Saveiro* (fig. 12).

⁴⁸ A *Encyclopedia Portugueza Illustrada*, de Maximiano de Lemos dá a seguinte derivação semântica: *saval/savaleiro*: *saveiro* (por *savaleiro*) deriva de *sável*.

⁴⁹ In A. Pâris, *Souvenirs de Marine*.

Em todo este enunciado, é de reter, antes de mais, a importância dada à proveniência dos barcos; mas a diferenciação de nomes já apontada e aquela com que se distingue, na zona de origem ⁵⁰, os vários modelos desta família, necessita maior esclarecimento. Onde ir descobrir o que cabe a este *saveiro*? Onde encontrar então, o que falta para obter a sua caracterização completa? Pura e simplesmente a partir dum mero comentário incluso no artigo «Barcos da Ria de Aveiro», de Luís de Magalhães⁵¹:

«Não incorporo neste estudo os barcos do alto, as grandes meias-luas empregadas na pesca marítima, nem as enviadas, embarcações grandes dum tipo aproximado ao dos mercanteis, que aproveitando as bonanças e a favorável monção da primavera saem ao mar para Lisboa, carregadas de madeira, sal e casca de carvalho ou salgueiro para o encasque das redes. Tripulam-nas apenas, dois ou três homens que por único instrumento de marear levam tosca e ordinária bússola. Negociada a carga, o dono da enviada vende de ordinário o barco, que é conhecido no Tejo pelo nome de varino e que aí fica, ou empregado na pesca da sardinha (tarrafa) ou na carga e descarga de navios. E feito o negócio, volta para a sua Terra, com o velame do barco e o produto desta curiosa especulação. Nestas enviadas vão também muitas vezes bateiras murtozeiras (4 ou cinco em cada uma) e as suas tripulações que seguem a exercer a sua indústria nos rios do Sub».

Esta *enviada/varino/saveiro*, antecedeu o *varino* que veio até aos nossos dias (fig. 16), notoriamente um híbrido dos barcos de Aveiro e dos do Tejo ⁵². Comparemo-lo com a fig. 20-B.

As diferenças mais notórias a averbar nesta, respeitam à interpretação da forma da proa, e da armação (vela de pendão muito alteada em vez de vela de carangueja e vela de estai), ⁵³ cobertos de proa e popa e indicação dos toletes (para os dois remos, manejados cada um por 2, 3 ou 4 homens) ⁴⁷, popa estruturada como a proa ⁵².

⁵⁰ Da zona de Aveiro/Ílhavo, entenda-se.

⁵¹ In *Portugalia*, Porto, vol. 2.º 1905-1908, p. 61.

⁵² O *varino* actual, além de outras diferenças notórias, como p. ex. a popa de painel, apresenta uma proa menos esbelta, situando-se na linha das embarcações de carga da zona de Veneza, tal como a *bragozza* (cfr. G. B. Rubin de Cervin «Bateaux et Batellerie de Venise», Edita Lausanne, 1978, p. 146).

⁵³ Nos artigos cit. sobre a «Marinha do Tejo» de *Archivo Pitoresco* (1860), cuja consulta devo a gentileza da Dr.ª Raquel Florentino, a fig. da p. 325 representa um *saveiro (enviada)* armado com uma vela de pendão de amurar ao mastro, correspon-

Imprevistamente regista-se a omissão no *Caderno* das pequenas *bateiras* de pesca⁵⁴, já mencionadas a propósito das *enviadas*. Pelo papel que desempenharam na vida dos chamados «ciganos do mar»⁵⁵ — como barco/oficina/habitação⁵⁶ — permitindo-lhes seguir pelos seus próprios meios, por onde topassem peixe, rio acima, ou para o Sado, o Algarve, o próprio Sul de Espanha⁵⁷; tal omissão não é muito justificável, tanto mais que esse barco é tão ou mais antigo do que alguns dos pertencentes a esta família e aqui representados.

Ainda que posterior não deve ser esquecida a notícia que sobre tal modelo colhemos em «Marinha do Tejo», cit. pág. 325, baptizado de *alijo* por servir a descarga de embarcações — o que corresponde a um modismo local e não à sua verdadeira designação geral.

Por último trataremos dos *bateis d'agoa á ssima* [(7 A e 7 B), figs. 12, 13].

A configuração da sua proa, lançada em bico agressivo (em vez de revirada e um tanto arrufada), evidencia o fundo chato, e, elevando-se em remate de feição semelhante ao do *barco do mar*; essa configuração da proa é algo diferente da do *barco d'agua acima=monaio=culé*, (fig. 14) o modelo congénere⁵⁸. A popa, ao que parece, está dentro das linhas da do *monaio*.

Além do leme, de nascença triangular⁵⁹, destacam-se, ainda, as *pás de borda*, para não deixar o barco rolar, de través, com o vento, durante a navegação à vela.

Estaremos, então, perante a versão mais antiga desta modalidade de embarcações?

Elas conseguiam «subir o Tejo passando em certas epochas ainda alem de Abrantes» (metendo-se) pelos cannaes e vallas que das margens

dente ao tipo de armação antigo; o da p. 381 arma um latino de carangueja e uma vela de estai, o que denota a evolução sofrida na transição do século XVIII para o XIX.

⁵⁴ A única *bateira*, no *Caderno* é a de Porto Brandão, portanto uma espécie de embarcação completamente diferente, como adiante veremos.

⁵⁵ Nome porque os pescadores *ilhos* (ilhavos) às vezes são conhecidos no Tejo: cfr. o artigo «Ciganos do Mar» in *Club das Donas de Casa*.

⁵⁶ Baldaque da Silva, *ob. cit.* p. 410

⁵⁷ Para ter uma ideia do seu grau de mobilidade cfr. Luís de Magalhães, *ob. cit.* na nota 51, p. 60.

⁵⁸ Cfr. Pinto Basto *ob. cit.* (3); «Marinha do Tejo» cit. p. 381; planos da colecção Seixas, do Museu de Marinha.

⁵⁹ Tal como na fig. 20 o leme é de *xarôlo* e *gualdropes*, sistema que persiste nos actuais *moliceiros* e *mercanteis*.

do rio se internam para diversos portos onde (carregam) cortiça e fructas, etc. productos que vem trazer a bordo dos vapores que a Lisboa os vem buscar»⁶⁰, ou para aprovisionamento da cidade. Também poderiam servir de *barcas de passagem*⁶⁰, como veio a acontecer com o modelo mais recente — o mais pequeno dos actuais *varinos*, (Figs., 15, 16) já documentado no séc. XIX em «Marinha do Tejo» pág. 381 e Pinto Basto (5).

No respeitante às armações, enquanto o *monaio* armava um *latino* em mastro inclinado para a popa, e uma ou duas *velas de estai*, este *batel*, dispunha dum *latino* em mastro fortemente inclinado para a proa, ou, em alternativa, duma vela de espicha secundada por uma vela de estai.

Como referi, para nos apercebermos da importância dos barcos da estirpe das *canoas de tábuas* de tipo mesopotâmico neste nosso rio, basta atentar que ainda em 1860 eles atingem a percentagem de 29,8 % no total dos efectivos registados: 431 unidades entre 1143! (Quadro III).

7. Igualmente praticando a navegação de longo curso, os *barcos de Riba Tejo*, em conjunto com as *muletas*, pertencem a uma família que nada tem a ver com a anterior. A sua estrutura de base é formada pelo conjunto quilha+ossada. [(6, 18), figs., 17 a 20].

É claro que para aproveitarem reduzidos tirantes de água, o fundo inflectia para dentro, na parte central, afim de a quilha ficar tangente à rasante das curvas de concordância do fundo com os costados (fig. 20). Daí a necessidade de disporem de pás das bordas (para estabilizarem durante a marcha à vela.

Quanto à feição aparente desses cascos — proa arrufada com agressivo pregueado metálico de cabeças salientes, bico muito levantado, formas bojudas sujeitas ao forte contraste entre a configuração da boca e a finura dos delgados de proa e de popa; a proa avantajando-se sobremaneira à popa guarnecida com o leme já conhecido da estampa 7 — essa feição característica reflectiria uma origem mediterrânica antiga, sugerida por *Monléon* ao desenhar o apontamento da *muleta* à margem da representação de barcos romanos e cartagineses ⁶¹ (fig. 21 — recorde-se, a propósito, a hipótese aventada por Ramalho Ortigão em curioso comentário: navio grego do tempo de Heródoto» ⁶²). Gomes Pedrosa identifica-o como *tartana*, surgida no Tejo na 2.^a metade do séc. XVII.

⁶⁰ Pinto Basto *ob. cit.* (3).

⁶¹ A estampa em referência com navos romanos e cartagineses encontrava-se exposta na sala V do Museu Naval de Madrid.

⁶² «O culto da Arte em Portugal» in *A Arte Portuguesa*, vol. I, Lisboa 1943, p. 16.

LOGAR DA AMARRAÇÃO	DENOMINAÇÃO DAS EMBARCAÇÕES								Total
	Aveiros	Bateiras	Barcos	Barcos de moinhos	Bateis	Botes	Faluas	Fragatas	
Abrantes	190	-	-	-	-	-	-	-	190
Alcochete	8	-	6	-	-	1	5	-	20
Aldea-Gallega	3	-	3	-	1	35	9	-	51
Alhos Vedros	-	-	1	-	-	1	1	-	3
Amora	-	-	-	-	-	4	-	-	4
Arrentella	-	-	-	-	-	2	-	-	2
Alcantara	4	-	-	-	-	2	-	-	6
Alfama	3	-	-	-	-	16	-	-	19
Barreiro	-	-	1	-	-	19	2	1	23
Boa-Vista	24	-	-	1	-	4	-	8	37
Belem	-	-	-	-	-	28	-	-	28
Barquinha	75	-	-	-	-	-	-	-	75
Constança	51	-	-	-	-	-	-	-	51
Caes Novo	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Chamusca	5	-	-	-	-	-	-	-	5
Caes do Sodr�	13	-	3	-	-	85	-	20	121
Caes do Tojo	30	-	1	33	-	12	-	28	104
Caes da Pedra	22	-	1	-	-	88	1	38	150
Cascaes	-	-	1	-	3	-	-	-	4
Cacilhas	-	-	-	-	-	30	-	-	30
Fundic�o	-	-	-	-	-	13	-	3	16
Junqueira	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Moita	-	-	4	-	-	6	-	9	19
Paço d'Arcos	-	4	3	-	-	1	-	-	8
Porto Brand�o	-	-	1	-	4	21	-	-	26
Lavradio	2	-	1	-	-	-	-	-	3
Pampilha	-	-	1	-	-	11	-	2	14
Samoco	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Trafaria	-	-	-	-	-	5	-	-	5
Praia de Santos	-	-	-	-	-	2	-	1	3
Tercenas	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Ribeira nova	1	-	-	-	-	73	-	-	74
Terreiro	-	-	-	-	-	5	-	-	5
Seixal	-	-	-	-	-	43	-	-	43
<i>Somma</i>	431	4	27	34	8	510	18	111	1143

De: «Marinha do Tejo», p.

QUADRO III

A comprovação, através do *Caderno*, de que a variante de carga deste modelo existia em 1785 e não limitava a sua acção ao estuário, mas subia rio acima, constituirá uma surpresa para muitas pessoas. De facto, nas publicações correntes sobre barcos típicos do Tejo, só topamos com a menção à *muleta*, dando-se até especial ênfase à armação, armação ocasional e que lhe deu o nome, por lembrar o apetrecho das lides toureiras!⁶³ Mas já na *ob. cit.* de A. Pâris (fig. 20) não é esquecida a menção que estas embarcações tanto servem para a pesca quanto para a carga — ainda que sem distinguir as diferenças de armação para um e outro caso, e sem indicar a denominação genérica: *barco* — . Pondo lado-a-lado as gravuras 6 e 18, apenas se observam pequenas desigualdades nas bordas e a existência duma vela a mais — a de proa — na armação de navegar da *muleta*. Na faina da pesca é que estes barcos armam outras velas complementares⁶⁴, para singrar de lado, «as quais compensando o esforço umas das outras, fazem abater para sotavento»⁶⁵.

Dos cabos da rede de arrastar (*tartaranha*) o extremo de um, passa pelo gurupés, e o do outro, pelo *botaló* — o pau que sai pela popa.

«As muletas pescam fora da barra, à vista de terra, indo depois trazer o peixe às enviadas⁶⁶ que as estão esperando desde Paço d'Arcos até à Ponta da Rana para lhe virem vender o peixe a Lisboa»⁶⁵.

Os *barcos do Riba Tejo* transportavam grandes cargas — palhas, cortiça, etc. Recordemos a estampa n.º 4 dos *Sketches of Portuguese Life* (1826) que tão bem documenta uma imagem deveras familiar na vida ribeirinha da capital⁶⁷.

8. Chegamos, assim, ao terceiro grupo: as embarcações de quilha de tipo mediterrânico corrente das quais podemos distinguir as de popa

⁶³ Gomes Pedrosa propõe: *muleta* < do fr. *mulet* (mugem). Sobre o sistema de pesca ver a descrição de Baldaque da Silva em *Estado Actual das Pescas em Portugal*, pp. 299/301. Acerca da *muleta* ver também na mesma obra p. 399 e fig. anexa; e, do mesmo A. o artigo «Da muleta de pesca» in *Revista de Arqueologia e Arte Moderna*, Lisboa pp. 98/102, c/16 des. Na *ob. cit.* de A. Pâris existem dois planos do barco (figs. 217 e 268); e no estudo de J. Vichot *L'Oeuvre des Ozannes*, sep. Neptunia, Paris 1968/71, a gravura C1F (3), «*mulet de Lisbonne*»

⁶⁴ À popa: varredoura de cima e varredoura de baixo; à proa: toldos, muletins, varredoura e cosinheira (6 a 7 velas): *ob. cit.* em primeiro lugar na nota anterior pp. 299/300.

⁶⁵ *Ob. cit.* em 44: cfr. *muleta* (fig. 10).

⁶⁶ Isto é, embarcação «para condução do peixe dos barcos de pesca para terra» (H. Leitão, *Diccionario de Linguagem de Marinha Antiga e Actual*, Lisboa 1953). Não confundir com a *enviada* ref. n. 51.

⁶⁷ Fig. 174 in *O Povo de Lisboa*.

em bico, das de popa de painel; e nas primeiras, as que têm *beque*, das de proa simples.

A falta de indicações técnicas adequadas, não permite estabelecer um paralelo absoluto entre os cascos desses modelos e os que, de idêntica linhagem, ficaram documentados no século XIX, muitos dos quais chegaram até nós.

Mas há aspectos cuja evidência não sofre dúvidas. Como seja, a maior unidade formal dos representados por João de Souza, salvaguardado o confronto dos de popa de painel. Aliás predominam as unidades de popa em bico (gravs. 2, 3, 4, 5, 9, 13, 15, 16, 17 e 19), reduzindo-se a menos de metade as de popa de painel (gravs. 4, 10, 11A e 11B). Tendência totalmente anulada no século seguinte, aparecendo-nos então como caso isolado, o *cangueiro*⁶⁸, face às *fragatas*⁶⁹, *botes*⁷⁰ e *canoas*⁷¹.

Do grupo maioritário mais antigo, acima indicado, a quase totalidade dos barcos do Tejo possui *beque* (gravs. 2, 3, 4, 8, 9, 13). De resto, as peculiaridades que evidenciarão algumas distinções entre os cascos desses modelos não comprovam um subdivisionamento tipológico — pelo contrário, parecem indicar a predominância dum tipo, suficientemente versátil para se adaptar a múltiplos usos, desde os transportes em navegação de estuário (gravs. 2, 3, 5, 8, 9) até à pesca no mar e serviço de pilotos (gravs. 15, 16, 17). A sua incontroversa feição vernácula (fig. 22)⁷² não resulta de simples pormenores como o da eventual existência dos beques⁷³, ou de popas de cadaste curvo, mas decorre dum delineamento global, em que as relações das formas arredondadas e os extremos resultam mais equilibradas e elegantes⁷⁴. Comparem-se as linhas do *bote cacilheiro* (fig. 24) e da *falua* (fig. 24) em «Marinha do Tejo» págs. 248 e 261 com as do *barco de moínho* [fig. 23 (id. pág. 69)] e ter-se-á uma ideia das diferenças que

⁶⁸ *Ob. cit.* em 44: cfr. *cangueiro* (fig. 6). É o único modelo deste grupo com a popa em bico.

⁶⁹ *Id. ib.*: cfr. *fragata* (fig. 4).

⁷⁰ *Id. ib.*: cfr. *bote fragata*.

⁷¹ *Id. ib.*: cfr. *canoa* (fig. 16).

⁷² Cfr. «Embarcations et navires de la Méditerranée Française» por Eric Rieth, in «Ex-voto marines de Méditerranée», ed. Musées de la Marine, Paris, 1978, em especial págs. 34 e 35.

⁷³ Mesmo não existindo gurupés, como é o caso corrente das embarcações de que estamos a tratar.

⁷⁴ E. van Konijnenburg, *L'Architecture Navale depuis ses origines*, (1895-1905), Bruxelles, pp. 30 e segs.

distinguem os modelos que passaram a caracterizar o Tejo no séc. XIX, dos que os antecederam.

Enfim, o contrário do que seríamos levados a supor ante uma tão fértil variedade de denominações dentro do mesmo grupo tipológico. Mas estas assentam, fundamentalmente, nos tipos de armações, nos portos de matrícula e nas próprias utilizações predominantes. E, não o esqueçamos, a mesma palavra pode designar modelos diferentes (de grupos diferentes), o que nem sempre corresponde a uma mudança de época...

Consideradas, em exclusivo, as utilizações mais frequentes, ou predominantes, consignadas nas legendas das gravuras de 1785 e os dados coligidos em fins do séc. XIX por Pinto Basto ⁴⁴, completados com outros existentes no Museu de Marinha (Lisboa), obtem-se o seguinte (quadro IV):

▲	FINS SÉC. XVIII	Utilização predominante	FINS SÉC. XIX	●
(2)	Barcos Cacilheiros	carga e descarga de navios	Fragata	4
(8)	Bateira de Porto Brandão	transporte/pedra	Cangueiro	6
(9)	Barco de Moyos	transporte/areia	Cangueiro	6
(3)	Barca d'Aldea Galega	transporte/madeira	Bote do pinho	MM
—	—	transporte/sal	Bote de meia quilha	MM
(5)	Barcos dos Moinhos	transporte/farinhas	—	—
(4)	Fragata de Alcochete	transporte/lenhas	Bote do pinho	MM
(10)	Fragata	transporte/carga vária	Barco do pinho	—
(11)	Falua	transporte/passageiros	Bote fragata	9
—	—	transporte/passag. e carga	Falua	8
(11)	Catraio	transporte/passageiros	Cacilheiro (canoa)	2
			Bote Catraio	1
	—	cabotagem	Bateira	17
(13)	Lancha do Alto	pesca marítima	Canoas e Enviadas	MM
(15)	Barcos da Ericeira	pesca marítima/pilotos	Canoas e Enviadas	11
(16)				16
(17)	Cesimbra e Cascaes			MM
(19)	Batel	pesca fluvial (?)	Botes	

▲ N.º das estampas do *Caderno*
● Da obra citada de Pinto Basto
MM Doc. do Museu de Marinha

QUADRO IV

A ordenação escolhida obedeceu ao critério de seriar por tamanhos decrescentes (conforme os planos existentes no Museu de Marinha) as embarcações agrupadas nas divisões «transportes» e «pescas», procurando as que anteriormente faziam serviços iguais ou correspondentes.

Completando as observações anteriormente registadas, eis algumas outras, que resultam duma abordagem mais de pormenor.

Como se sabe, a *fragata*⁶⁹, (fig. 28) ultimamente desaparecida, constituía o modelo de barco do Tejo, mais possante e solidamente construído; em 1785 o seu antecessor é o *barco cacilheiro* [(2), fig. 26] enquanto as *fragatas* de então [(4 e 10) fig. 27] se dedicavam a funções diversas, havendo que registar uma evidente diferenciação formal com as actuais, mesmo tratando-se de embarcações de popa de painel.

Por seu turno, na palavra *Cacilheiro*, o significante é o local (Cacilhas), em nada relacionado os espécimes homónimos das duas épocas⁷⁵, quer nas formas, quer nas funções.

Outra denominação destituída de qualquer equivalência nos casos apontados é a *bateira*⁷⁶, tanto aplicada ao antigo transporte de pedra de Porto Brandão [(8) fig. 30], quanto à modalidade de «fragata de fora de barra» para «transporte de mercadorias em vários portos do continente», segundo indica Pinto Basto⁷⁷ (fig. 31).

Já relativamente à *falua* parece predominar, o factor «transporte rápido», mais directamente ligado à armação, e eventualmente alargado a «transporte rápido de passageiros»⁷⁸.

De igual modo, o tráfego de passageiros envolve de perto os termos *catraio* e *catraiar*⁷⁹, nesta zona do País!

⁷⁵ Fig. 2 do *Caderno* e fig. 2 da *ob. cit.* em 44. Segundo uma curiosa apreciação em «Marinha do Tejo», p. 262, «o bote cacilheiro é o gigante dos catraios» i. é. das embarcações para passageiros; enquanto que os *barcos cacilheiros* se situam na escala dos transportes de carga, de e para os navios ancorados no porto. Ver nota 37 seguinte.

⁷⁶ E muito menos se pode confundir com a embarcação aveirense do mesmo nome (fig. 29). Cfr. n. 54.

⁷⁷ *Ob. cit.* em 44, fig. 17.

⁷⁸ Fig. 11 do *Caderno*: cfr. fig. 8 da *ob. cit.* em 44.

⁷⁹ Fig. 11 do *Caderno* e fig. 1 da *ob. cit.* em 9.

Em «Marinha do Tejo», cit. págs. 247-248 transcreve-se uma importante legislação do tempo de Pombal (1765), relativa à fixação das dimensões mínimas dos *catraios* e à obrigatória queima dos mais pequenos, em virtude do perigo que representavam para a segurança dos utentes. Por virtude do que, se afixou um edital ordenando se juntassem na praia de Santos todos os *botes* ou *catraios* incursos na disposição indicada e «ahi se lhes lançou fogo a todos, o qual durou por muitos dias».

Além das medidas mínimas fixadas (28 pés de comprimento de roda a roda e sete pés de boca) obrigava-se a que a popa fosse larga («como de falua»), e o rodo da forma, «bem redondo à proporção da boca para poder aguentar», não podendo armar mais do que «uma vela e um muletim»⁸⁰.

Ainda no âmbito da terminologia naval atenda-se às modalidades por épocas.

No *Caderno* regista-se: *barco, barca, batel, catraio, falua, fragata, lancha*. Na documentação de fins do século passado: *bote, cangueiro, canoa, enviada, falua, fragata*.

Mais adiante trataremos das armações não só dos espécimes deste grupo mas de todos quantos constam do *Caderno* e dispõem de tal sistema de propulsão.

Por agora, vejamos o que há a dizer sobre um outro pequeno grupo constituído por unidades não específicas do Tejo.

O *escaler* (12), invocando as relações com a vida portuária cosmopolita constitui, por assim dizer, um elemento exótico no contexto da obra de João de Souza.

O mesmo talvez se possa alegar relativamente ao *iate* [(*Yate*, no *Caderno* onde aparece com o n.º 1), fig. 32] «navio de dois mastros latinos,

⁸⁰ Lembremos o que atrás se disse acerca do *cangueiro* (texto correspondente a nota 56).

Àcerca das destruições punitivas por incêndio, ordenadas pelo Marquês de Pombal, evocarei a título de curiosidade, as de Monte Gordo (para combater o domínio dos pescadores espanhóis nessa zona do Algarve), e da Trafaria (para castigar amotinados). Em Apêndice transcrevo a legislação pombalina referente à construção dos pequenos barcos do Tejo.

com varas de combate, tendo o mastro grande geralmente caimento»⁸¹; ainda que Pinto Basto o apresente como uma espécie de *bateira* de dois mastros⁸². Segundo este Autor, sob a alegação de que «deve dizer a verdade», (...) «os hiates são feios: tem um beque muito deselegante, o mastro de traquete sobre a proa, o grande muito cahido para a ré, não tem mastereus, e em seu lugar collocam-se varas de combate»⁸². Por outro lado, considerado como «a maior das nossas embarcações exclusivamente costeiras»⁸² encontra-se um tanto (!) deslocada — mesmo se o baptizarmos de «português» — numa série titulada de *todos os barcos do Tejo* ...

O seu último reduto foi o porto de Setúbal, estando designado o modelo da Coleção Seixas do Museu de Marinha de Lisboa por «iate de Setúbal ...» (figs. 33, 34).

Quanto ao *caïque* [(*cayque*, no *Caderno*)⁸³ (14) fig. 35], embarcação de pesca e de cabotagem aparece-nos um tanto diferente da feição que apresentava à época do seu desaparecimento, vai para três dezenas de anos: comparem-se o remate da borda, à proa; as proporções da popa e, muito especialmente, a armação que, em João de Souza mostra dois bastardos em vez dos dois latinos triangulares (fig. 36) considerados o velame tradicional deste modelo⁸⁴.

Esta gravura do *Caderno*, dá origem, para já, a duas observações de interesse.

A primeira, decorre da indicação de origem (imediata): o Algarve. Não se trata de um dado de somenos, pois ainda que persista a designação completa «caïque do Algarve», a assídua frequência dos principais portos do país, no período que antecedeu o ocaso de tão versátil modelo, acabou por diminuir um tanto o reconhecimento da sua verdadeira proveniência⁸³.

A segunda observação diz respeito à invocada identidade do *caïque* com a *caravela*. Sendo a última notícia conhecida, sobre *caravelas*, do

⁸¹ A. Marques Esparteiro, *Diccionario Ilustrado de Marinha*, Lisboa .p 307.

A gravura no dicionário alemão é bastante deficiente no que respeita à caracterização do modelo.

⁸² *Ob. cit.* em 44: cfr. *hiate* (fig. 18). Cfr., o meu estudo «As embarcações nos Ex-votos» pp. 49 e segs.

⁸³ *Ob. cit.* em 44: cfr. *cahique* (fig. 15). Cfr. o mesmo estudo, pp. 37, 38.

⁸⁴ Claro que o *caïque* de cabotagem não precisava de armar panos latinos triangulares, para forçar a rapidez do andamento (aspecto importante quando se tratava de transportar o pescado até aos centros de venda).

ano de 1738⁸⁵, não é crível que em 1785 se trocasse o nome de *caravela* por *caïque* se tal identidade se verificasse. O que não exclui a hipótese de haver qualquer relação de família — estrutural — entre os dois barcos.

9. Por fim, terminaremos esta breve Introdução ao *Caderno*, com um apanhado sobre as armações que caracterizam as embarcações das duas épocas ⁸⁶; estes Quadros V-VI, são suficientemente esclarecedores das mudanças havidas, para dispensar, na circunstância, quaisquer comentários.

Aliás a ilustrá-los apresentarei os desenhos que fiz a partir das gravuras do *Caderno* (figs. 37, 38, 39, 40); e os dos barcos do Tejo, de fins do século XIX, constantes do trabalho do Dr. Manuel Leitão, *Boats of the Lisbon River, The fragata and related types*⁸⁷, e reproduzidos por amável deferência do Autor (figs., 41, 42, 43).

10. Creio que ficou patente a importância do trabalho de João de Souza o qual permitiu, entre outros aspectos, documentar claramente o que perdeu na feição tradicional das embarcações fluviais do Tejo, o que sofreu alterações evolutivas, o que se transformou profundamente, na transição do século XVIII para o XIX, ou na da segunda metade desse mesmo século XIX.

Fica patente, por igual, a necessidade de aprofundar esta análise e de explorar algumas pistas que só puderam ser brevemente afluadas.

É um desafio que não me respeita só a mim, e que gostaria de ver compartilhado por outros estudiosos, não de todo indiferentes à triste sorte do prodigioso património naval deste grande rio do nosso descaso. ...

⁸⁵ Quirino da Fonseca, *A caravela portuguesa* 2.ª ed. Lisboa 2.º vol. p. 158. Acerca da tese da identidade dos dois tipos de embarcações, cfr. A. Iria, *As Caravelas do Infante e os Caiques do Algarve*, Lisboa 1963.

⁸⁶ Reproduzo também o quadro da minha comunicação (em inglês) ao 3.º Simpósio Internacional de Arqueologia Naval visto a terminologia inglesa ser mais precisa do que a nossa.

O desenho de Manuel José Júlio Guerra, «Vila de Santarém» (1861) merece referência por documentar a tendência de alteração do velame nos *barcos de água acima*.

⁸⁷ N.º 34 de *Maritime Monographs and Reports*, do National Maritime Museum, Greenwich, 1978.

MAIN SAIL	MAST LEANING	SECOND SAIL	MAST LEANING	FORE SAIL/JIBS	E	18th CENTURY	D	19 th/20 th CENTURY
Lugsail	Aft	—	—	—	20	Saveiros	12	—
»	Vert.	—	—	—		—		—
» (Aft)	Aft	Lugsail (Fore)	Aft	—	2	B. Cacilheiros		Saveiro
Lateen	Fore	—	—	—	6	B. Riba Tejo		—
»	Aft	—	—	—	7	B. Água Acima		—
»	Fore	—	—	Fore Sail	18, 19	Moleta + Batel	3	B. Água Acima
» (Fore)	Fore	Lateen (Aft)	Fore	Jib	3	B. Aldeia Galega		—
					5	B. Moinhos		—
					15	BB. Cesimbra		—
					16, 17	Ericeira, Cascais		—
» (Aft)	Aft	Settee (Fore)	Aft	—	4	Fragata Alcochete	8	Falua
» (Y/M) (Fore)	Aft	» (Y/M) (Aft)	Aft	—		—		—
Settee	Aft	—	—	—		—	2	Cacilheiro
»	Aft	—	—	—		—	9	B. do Pinho
» (Fore)	Aft	Settee (Aft)	Fore	—	11A, 14	Falua, Caique	M/M	Canoas
» (Fore)	Aft	Sprit Sail (Mizen)	Aft	—	11B	Catraio	15	Caique
Sprit Sail	Vert.	—	—	—	9	B. Moyos		—
»	Fore	—	—	Fore Sail	7A	B. Água Acima		—
				Jib	10	Fragatas	1	—
»	Aft	Sprit Sail (Mizen)	Aft	—		—		—
Gaff Sail	Aft	—	—	Fore Sail	8	Bateira	4	Fragata
»	Aft	—	—	—		—	5	Varino
» (Aft)	Aft	Sprit Sail (Fore)	Aft	Fore Sail + Jib	1,13	Yate + Lancha	6	Cangueiro
»	Aft	—	—	Inner + Outer Jibs*		—	M/M	B. Meia Quilha
»	Aft	Sprit Sail (Fore)	Aft	Fore Sail + Jib + Flying Jib		—	17	Bateira
»	Aft	Sprit Sail (Fore)	Aft	Fore Sail + Jib + Flying Jib		—	18	Hiate

Y/M: Mast & Yard compiled together (A. Moore, p. 142)

E: Engraving number (J. Souza)

D: Ref. Pinto Basto (N.º); or Maritime Museum of Lisbon doc.

PAASCH PL. II-A

QUADRO V: (de: «The Book of all Tagus Boats», do autor)

de espicha	vertical proa proa popa	— — — catita/v. espicha	— — — popa	— vela de estai vela de estai bujarrona	6 7 10 —	Barco dos Moios Barco de Água Acima Fragata —	(8)	Catraio
de carangueja	popa	—	—	vela de estai	8	Bateira	(4) (5) (6) MM MM MM	Fragata Varino Cangueiro Fragata Bote Fragata Bote de Meia Quilha
	popa	—	—	v. estai + bujarrona bujarrona + giba	—	Iate	1	
	popa	—	—	v. estai + bujarrona + giba	13	Lancha do alto	—	
	proa	—	—	v. estai + bujarrona + giba	—		(17)	Bateira
	proa	v. carangueja	v. carangueja	v. estai + bujarrona + giba	—		(18)	Hiate

A numeração entre parêntesis corresponde à da *ob. cit.* de Pinto Basto
MM indica a documentação do arquivo do Museu de Marinha

QUADRO VI

AGRADECIMENTOS

O presente estudo ficou a dever-se a um irrecusável convite da Dr.^a Paula Bobone em prol das Comemorações do Dia do Tejo, como colaboração graciosa proporcionada pela S.E.C., à Câmara Municipal de Lisboa. Além dos nomes das pessoas oportunamente indicados em referência de prestimosas achegas, que muito agradeço, cumpre-me acrescentar os da Dr.^a Irisalva Moita, Dr.^a Raquel Florentino D. Carmina Saraiva e Silva, (do Museu da Cidade), e Maria João Soares Filgueiras, para uma alargada recolha iconográfica; o do Dr. Manuel Sá que desenhou cuidadosamente os mapas dos portos do Tejo; a da Dr. Cristina Grande, que fez o índice analítico; e o de Maria Zulmira Brandão que, com o habitual cuidado se encarregou da espinhosa tarefa de dactilografar o manuscrito original.

EU ELREY. Faço saber aos que este Alvará virem, que sendo me presentes em Consulta do Senado da Camara os graves inconvenientes, que resultaõ do uso das pequenas Embarçaõens chamadas Botes, ou Catraios, que de tempos a esta parte tem introduzido opara os transportes, que se fazem no Tejo, tendo causado por huma parte frequentes perigos ás vidas das Pessoas, que nellas se transportaõ; naõ só pela pouca segurança das mesmas Embarçaõens, mas tambem pela ignorancia das Pessoas, que as governaõ: E pela outra parte destinando-se como mais proprias para as clandestinas conducçoens, e descaminhos das fazendas de contrabandos: Para cessarem de huma vez os referidos inconvenientes: Sou servido prohibir da publicaçaõ deste em diante o uso das referidas Embarçaõens pequenas, permittindo sómente o daquellas, que saõ necessarias para o serviço dos Navios: E mando, que todas as que forem achadas, além das que ficaõ exceptuadas, em transgressaõ do disposto neste Alvará, sejaõ logo apprehendidas, e queimadas por ordem do Senado da Camara da Cidade de Lisboa nas Praias a ella adjacentes: E que os Proprietarios das mesmas Embarçaõens incorraõ, além da pena do perdimento della, na de feis mil reis applicados para as despezas do mesmo Senado, e na de prizaõ por espaço de vinte dias pela primeira vez; aggravando-se-lhes em dobro, tresdobro, e mais á proporçaõ das Relacias, as referidas penas nos casos de reincidencia: Sou servido outro sim determinar, que as Embarçaõens, que se occuparem nos transportes, que se fazem de Lisboa para Belem, e mais Pórtos da sua visinhança, sejaõ construídas na conformidade das formas, e medidas, que vaõ declaradas no Papel que baixa com este assignado por Francisco Xavier de Mendonça Furtado, Ministro, e Secretario de Estado dos Negocios da Marinha, e Dominios Ultramarinos: E os Patroens, que se encarregarem do governo das mesmas Embarçaõens, antes de terem exercicio nellas, serão examinados pelo Sota Patraõ mór da Ribeira das Naos, o qual lhes passará Certidoens por onde conste do dito exame. E por este trabalho ordena que vença de cada hum dos ditos examinados quatrocentos e oitenta reis.

Pelo que mando ao Senado da Camara, Mesa do Desembargo do Paço, Regedor da Casa da Supplicaçaõ, Governador da Relaçãõ, e Casa do Porto, e a todos os Corregedores, Ouvidores, Provedores, Juizes, e

Officiaes de Justiça, a quem o conhecimento deste pertencer, que assim o cumpraõ, e guardem, e façaõ inteiramente cumprir, e guardar, e registrar em todos os livros das suas respectivas Jurisdicçoens a que pertencer. Dado no Palacio de Nossa Senhora da Ajuda, a onze de Junho de mil setecentos sessenta e sinco.

R E I . . .

Francisco Xavier de Mendonça Furtado.

Alvará porque Vossa Magestade ha por bem declarar o como devem ser construidas as Embarcaçoens que se occuparem nos transportes, que se fazem de Lisboa para Belem, e mais Pórtos da sua vizinhança; as formas, e medidas dellas, e as qualidades, que haõ de ter os seu respectivos Patroens: Ordenando, que todas as que forem achadas contra o disposto no dito Alvará, sejaõ queimadas, e aos Patroens se lhes imponhaõ as penas nelle expressas, tudo na fórma assima declarado.

Para Vossa Magestade ver.

Jozé Gomes da Costa o fez.

Registado nesta Secretaria de Estado dos Negocios do Reino no livro primeiro do Senado da Camara a folhas 64. Nossa Senhora da Ajuda, a 12 de Junho de 1765.

Isidoro Soares de Ataíde

Cumpra-se, e se registre, e se passem as ordens necessarias. Mesa 14 de Junho de 1765.

Com cinco Rubricas.

Lourenço Justiniano.

Manoel de Mello de Figueiredo.

Registado a fol. 2. v. do livro segundo do Registo de Decretos, e Alvarás

Aboim.

Registado no livro do Registo segundo da Casa da Almotacaria da Ribeira a fol. 176. vers., e no livro do Registo da Esperança a fol. 233. vers. Lisboa, 15 de Junho de 1765.

Manoel Nunes Collares.

C O N S T R U C Ç A Õ ,

QUE DEVEM TER AS EMBARCAÇOENS,
que se occuparem nos transportes, que se fazem
de Lisboa para Belem, e mais Pórtos da sua vizinhança.

D Evem as mais pequenas Embarçaçoens destes transportes ter de boca, ao menos sete pés.

De comprimento de roda a roda, ao menos vinte, e oito pés.

A popa será larga como de Falua.

O rodo da forma será bem redondo á proporçaõ da boca para poder aguentar.

E naõ poderá trazer qualquer destas Embarçaçoens mais, que huma Vélla, e hum Muletim.

Palacio de Nossa Senhora da Ajuda, a 11 de Junho de 1765.

Francisco Xavier de Mendonça Furtado.

Impresso na Officina de Miguel Rodrigues.

EDITAL

SENDO presente a Sua Magestade por Consulta do Senado da Camara expedida em sete de Maio do presente anno, que de se consentir no Rio desta Cidade o uso dos Botes, e Catraios, resultaõ irreparaveis prejuizos, que tambem saõ transcendentos aos Reaes direitos de Sua Magestade, porque em semelhantes Embarcações por mais pequenas, e ligeiras se praticaõ melhor os contrabandos. Foi o mesmo Senhor servido resolver por Alvará derigido ao mesmo Senado em onze de Junho do presente anno. Que da publicação do sobredito. Alvará em diante todos os ditos Botes, e Catraios, que no Rio desta Cidade costumãõ transportar os seus fiéis Vassallos com notorio risco de suas vidas, praticando outro sim os roubos declarados, e respectivos á Real Fazenda do mesmo Senhor, sejam *in continenti* queimadas nas Praias adjacentes por ordem do Senado da Camara da Cidade de Lisboa, e que os Proprietarios das mesmas Embarcaçoens incorraõ além da pena de perdimento della na de seis mil réis applicados para as despezas do mesmo Senado, e na de prizão por espaço de vinte dias pela primeira vez, aggravando-se-lhes em dobro, tresdobro, e mais á proporçaõ das relacias as referidas penas nos casos de reincidencia, ficando porém izentas desta Ley, e das penas nella declaradas as Embarcaçoens, que servem os Navios, e para que fosse mais vigorosa a força do sobredito Alvará, e indefectivel a sua execução. Foi o mesmo Senhor servido determinar a forma com que se deviaõ construir as Embarcaçoens, que no Rio da mesma Cidade houverem de fazer os necessarios transportes, sendo a sua formalidade, a que se acha prescrita no Formulario, que baixa com a mesma Consulta assignado pelo Illustrissimo, e Excellentissimo Secretario de Estado dos Negocios da Marinha, e Dominios Ultramarinos Francisco Xavier de Mendonça Furtado. Ordena outro sim Sua Magestade, que os Patroens, que se encarregarem do governo das mesmas Embarcações antes de terem exercicio nellas sejaõ examinados pelo Sota Patraõ mór da Ribeira das Naos, o qual lhes passará Certoens, por onde conste do dito exame. E para que venha á notícia de todos a expressa

Resolução de Sua Magestade declarada no sobredito Alvará, e as piedosas circunstancias com que foi servido prover de remedio sobre a materia proposta na mencionada Consulta, o Senado fez registrar o mesmo Alvará no seu respectivo Cartorio expedindo immediatamente treslados autenticos ás Casas da Almotaçaria da Esperança, e Ribeira, para tambem se registarem nos com petentes livros, e do mesmo modo o Formulario das Embarçaõens, e confia o Senado dos fiéis Vassallos do mesmo Senhor, que por meio deste Bando cumpraõ, e guardem a sua Real determinaçaõ, sem que se faça precisa a execuçaõ das penas, que pede o Paternal amor com que Sua Magestade costuma soccorrer aos seus Vassallos, que estes observem inviolavelmente as justissimas Leys, e Decretos de taõ bom Rey, e Senhor, Lisboa, 15 de Junho de 1765.

Pedro Correia Manoel de Aboim

BIBLIOGRAFIA

BALDAQUE DA SILVA (A. A.)

- 1891 — *Estado Actual das Pescas em Portugal*, Lisboa.
1895 — «Da muleta de pesca», *Revista de Arqueologia e Arte Moderna*, Lisboa.

BRITO (Aranha)

- 1872 — «Índice alfabético e descriptivo», *A Gravura em madeira em Portugal, estudos em todas as especialidades*, J. Pedroso, Lisboa.

Carte des costes de Portugal et de Partie d'Espagne depuis de Cap de Finisterre jusques au Détroit de Gibraltar, Levée et Gravée par ordre du Roy, a Paris.
1693

CHAVES (Luís)

- a-1940 — «Barcos do Tejo», *Revista Municipal*, Lisboa.
b-1941 — «Barcos das águas estremenhas», *Boletim da Comissão de Fiscalização das Águas de Lisboa*, Lisboa.
c-1961 — *Lisboa nas auras do Povo e da História*, Lisboa.

«Ciganos do Mar» — in *Club das Donas de Casa*, Abril, Lisboa.
1965

ESPARTEIRO (A. Marques)

— *Dicionário Ilustrado de Marinha*, Lisboa.

Enciclopédia Portuguesa e Brasileira (Grande), Lisboa.

Encyclopedia Portuguesa Illustrada, Porto.

FILGUEIRAS (Octávio Lixa)

- a-1975 — «Comentários Técnicos da Tese do Moçarabismo Náutico», *Memórias do Centro de Estudos de Marinha*, Lisboa.
b-1977 — «The Xavega Boat, a Case-Study on the Integration of Archaeological and Ethnological data», *Sources and Techniques on Boat Archaeology*, Greenwich.
c-1983 — «As embarcações nos Ex-Votos», *Ex-Voto, Paineis do Rio, do Mar e do Alem-Mar*, Lisboa.

GASPAR (Jorge)

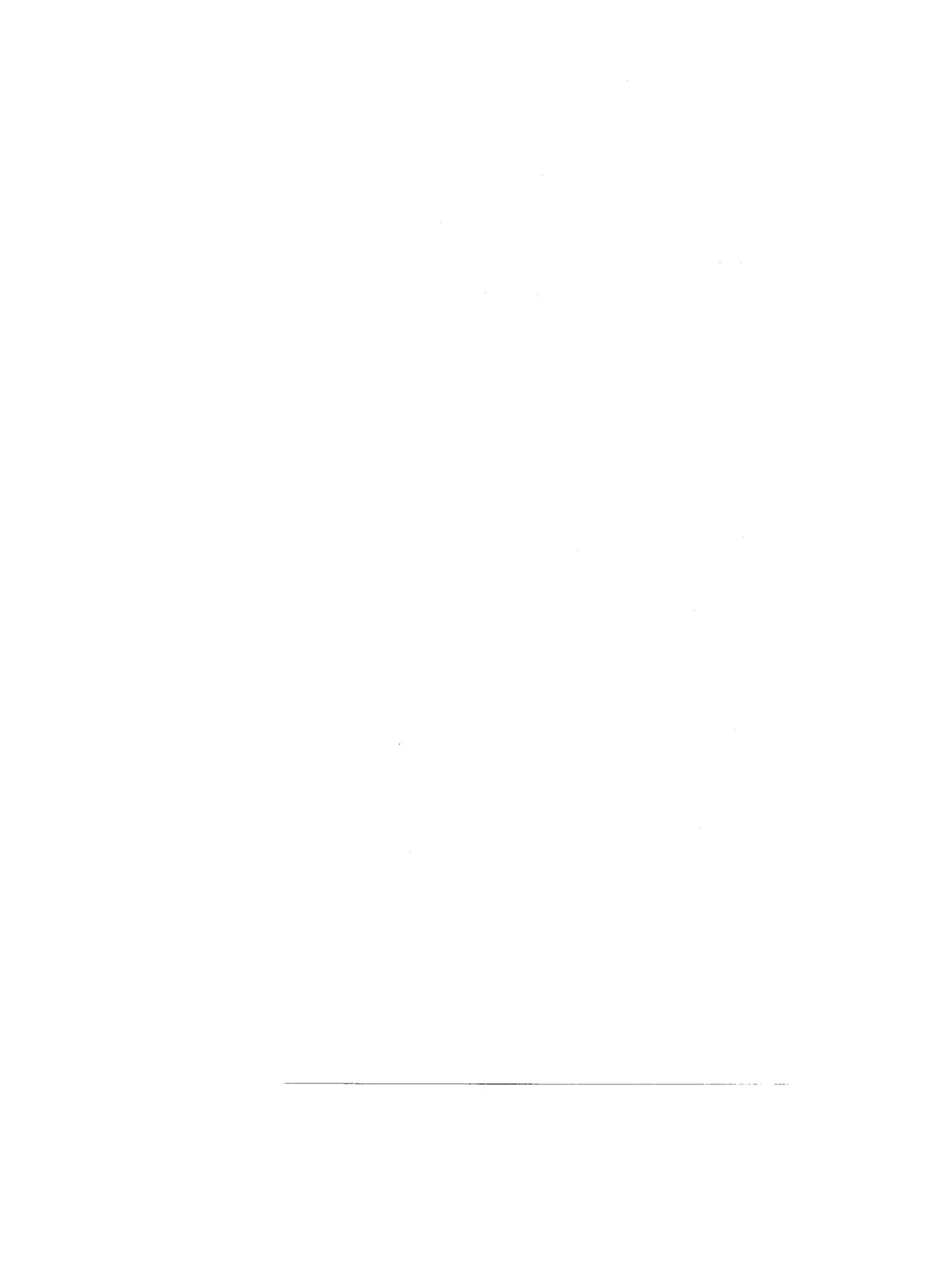
- 1970 — «Os portos fluviais do Tejo», *Finisterra*, Lisboa.

GOMES PEDROSA

- 1985 — «A muleta da tartaranha», *Revista da Armada*, n.º 164, Lisboa.

- GRONEWEGEN (G.)
 1789 — *Vier en Tachtig Stuks Hollandsche Schepen/Plusieurs sortes de Batiments Hollandoise*, bij. J. Van den Brinñ, Rotterdam (ed. fac-sim., s/d.).
- IRIA (Alberto)
 1963 — *As Caravelas do Infante e o Caique do Algarve*, Lisboa.
- KRUYSKAMP (J.)
 — Cfr. Röding, b.
- LACERDA LOBO (Constantino Botelho de)
 (1794) 1812 — «Memória sobre a decadência das pescarias em Portugal», *Memórias Económicas da Real Academia de Sciencias*, Lisboa.
- LEITÃO (Humberto)
 1953 — *Dicionário de Linguagem de Marinha Antiga e Actual*, Lisboa.
- LEITÃO (Manuel)
 1978 — *Boats of the Lisbon River, the Fragata and related types*, Greenwich.
- MAGALHÃES (Luís)
 1905-1908 — «Barcos da Ria de Aveiro», *Portugalia - II*, Porto.
- «Marinha do Tejo» — *Archivo Pitoresco*, Lisboa.
 1860
- MOORE (Alan)
 (1925)-1970 — *Last days of mast and sail*, 2nd. Ed. Devon.
- NABAIS (António)
 1982 — *História do Concelho de Seixal*, 2 — Barcos, Seixal.
- PAASCH, BATAILLE, BRUNET
 1937 — *De la quille à la pomme du mât-Dictionnaire de Marine, Français, Anglais, Allemand, Espagnol, Italien*, Paris.
- PÂRIS (A.)
 1882-1908 — *Souvenirs de Marine Conservés*, Paris.
- PINTO BASTO (A. J.)
 1893 — «As embarcações que navegam no Tejo», *Revista do Exército e da Armada*, Lisboa.
- PORTO E ALBUQUERQUE (António Luís)
 1979 — «A Academia Real dos Guardas-Marinhas», *História Naval Brasileira*, Rio de Janeiro.

- POVO DE LISBOA (O)* — Catálogo da Exposição organizada pela Câmara Municipal de Lisboa.
1979
- FONSECA (Quirino da)
1978 (1932) — *A Caravela Portuguesa*, Lisboa.
- ORTIGÃO (Ramalho)
1943 (1897) — «O Culto da Arte em Portugal», *A Arte Portuguesa*, Lisboa.
- RIETH (Eric)
1978 — «Embarcations et Navires de la Méditerranée Française», *Ex-Voto Marins de Méditerranée*, Paris.
- RÖDING (Johann Heinrich)
(1793-1798) — *Allgemeines Worterbuch der Marine*, Hamburgo.
(1969) — fac-simil (with a *Preface* by C. Kruyscamp) ed. by Viteverij Graphic Publisher, Amesterdam.
- RUBIN DE CERVIN (G. B.)
1978 — *Bateaux et Batellerie de Venise*, Lausana.
- SILBERT (Albert)
1978 — *Le Portugal Méditerranéen à la fin de l'Ancien Régime, XVIII^e. début du XIX^e. siècle*, Lisboa.
- SARMENTO (Pedro Mariz de Sousa)
1788 — *Elementos de Construcção e Diccionario Francez e Portuguez de todas as peffas de que fe formamos Navios*, Lisboa.
- SOUSA (Viterbo)
1922 — *Dicionário Histórico e Documental dos Arquitectos, Engenheiros e Construtores Portugueses ou ao serviço de Portugal*, Lisboa.
- SOUSA (João de)
(1785?)/1982 — *Caderno de Todos os Barcos do Tejo*, (Lisboa).
- VAN KONIJNENBURG (E)
(1895-1905) — *L'Architecture Navalle depuis ses origines*, Bruxelas.
- VICHOT (Joseph)
1968-1971 — «L'Oeuvre des Ozannes», *Neptunia*, Paris.
- VITORINO (Pedro)
1925 — *José Teixeira Barreto, Artista Portuense*, Coimbra.



ÍNDICE ANALÍTICO

- abastecimento (de Lisboa), fig. 2
abater, 22
Aboim (Manoel), 35, 38
ABRANTES, 19, 21, figs. 1, 2, 3 A
Academia de Belas Artes, 7
Academia da Marinha, n*, n.24, n. 31
Academia de Marinha e Comercio (Real/
/Porto), 7
Academia Real das Ciências de Lisboa,
n. 41
Academia Real dos Guardas Marinhas,
n. 29, n. 30
Academia Real da Marinha, n. 29
acessórios, 16
água acima (bateis/barcas de), 5, 6, 14, 19,
30, 31, n. 86, figs. 12, 13
aguardente, fig. 2
Albuquerque (A. L. Porto e), 9, n. 29
ALCÁCER DO SAL, figs. 1, 2
ALCÂNTARA, 21, fig. 3 B
ALCOCHETE, 5, 14, 21, 24, 30, 31,
figs. 3 B, 40
ALDEA GALEGA, 5, 14, 21, 24, 30, 31,
figs. 3 A, 3 B, 39
alemã(ão), 10, 12, n. 81
ALENQUER, fig. 3 A
ALENTEJO, fig. 4
ALFAMA, 21
ALGARVE, 3, 6, 19, 27, n. 80, n. 85
ALGÉS, fig. 3 B
ALHANDRA, fig. 3 B
ALHOS VEDROS, 21, figs. 3 A, 3 B
alijo, 19, n. 39, fig. 13
ALMADA, fig. 3 B
ALMANDRA, fig. 3 A
ALMEIRIM, fig. 3 A
Alto (do/mar), (lanchas), 5, 6, 14, 24, 31,
fig. 39; (barcos do) 17, 30
alvará, 33, 34, 35, 37, 38
ALVEGA, figs. 1, 3 A
ALVERCA, fig. 3 B
amarração, 21
AMORA, 21, fig. 3 A
amotinados, n. 80
AMSTERDAM, n. 37
amurar (vela de/ao mastro), n. 53
antropológico/cultural (componente), 15
apontamentos, 11
aprovisionamento, 20
Aquino (J.), 10, n. 24, n. 31
Aranha, (Brito), 3
Araújo (Agostinho), n. 22
arcaica, 15
arcenal (Arsenal de Lisboa), 4
areia, 24
ARGANIL, fig. 1
armação(ões), 3, 16, 18, 19, 20, 22, 24, 25,
26, 27, 28, 30, n. 45, n. 53
armada, 9
arma(r), 3, 20, 22, 26, n. 53, n. 84
Arqueologia Naval, 13, 15; (3.º Simposio
Internacional), n.*, n. 86
Arquitectura Naval (e Desenho), 3, 4, 8,
(lente) 9, n. 29, n. 74
Arquivo Geral da Marinha, n. 29
arraís, 16
ARRENTELLA, 21, fig. 3 A
arrufa(r), 19, 20
Arsenal Real da Marinha, 9

- arte(s) (de arrastar para terra), n. 46;
(de pesca), fig. 41
artistas, 7
Ataíde (Isidro Soares de), 34
atracção (motivos), 16
aveirense, n. 76
AVEIRO, 15, 17, 18, n. 50, fig. 1
aveiro(s), 3, 16, 17, 21
AZAMBUJA, fig. 3 A
azeite, figs. 1, 2
AZINHAGA, fig. 3 A
- bacia hidrográfica, 14
baioneta (vela de), 28
Baldaque da Silva, 13, n. 56, n. 63
bando, 38
barca(s), 26, fig. 5; (D'ALDEA GALEGA)
5, 14, 24, fig. 39; (mediterrânicas) fig. 5;
(de passagem) 20
barco(s), 3, 4, 5, 10, 13, 16, 17, 18, 19, 20,
21, 22, 26, 28, 30, n. 12, n. 14, n. 16,
n. 17, n. 19, n. 63; (águas estremenhas)
4, n. 66; (cacilheiros) 5, 14, 24, 25, 26,
29, n. 75, figs. 26, 39; (estuário/Tejo)
figs. 41, 42, 43; (ilhavo) fig. 10; (moinhos)
5, 14, 21, 23, 24, 28, 29, figs. 23, 39;
(Moyos) 6, 14, 24, 29, 31, fig. 39,
(CESIMBRA) 5, 6, 14, 24, 28, 29,
fig. 39; (ERICEIRA) 6, 14, 24, 28,
fig. 39; (CASCAIS) 6, 14, 24, 30, 31,
fig. 39; (RIBATEJO) 5, 14, 20, 22, 30,
31, figs. 17, 38; (gravuras) 7, 10; (TEJO)
3, 4, 5, 10, 11, 12, 18, 19, 22, 25, 27, 28,
n. 1, n. 27, n. 31; (transformações) 13;
(estirpe) 15, 16, 17, 20; (do *alto*) 18;
(AVEIRO), 18; (CAPARICA), 16;
(MAR) 16, 19; (d'água acima) 19, 30,
31, n. 86; (pinho) 24, 30, 31 (ALDEA
GALEGA) 30, 31; (meia-quilha), 31;
(MERIDA) fig. 5; (popa cortada) fig. 5;
(tábua trincada) fig. 5
barinho, 17
barquinha, 21
BARQUINHA, fig. 1
barra, 3; (fora de) 22, 25
Barreto (José Teixeira), 7
BARREIRO, 3, 21, figs. 3 A, 3 B, 16, 42
- Barroca (Alfredo), fig. 36
bastardos, 27, 30
Basto (Pinto), 16, 17, 20, 24, 25, 27, 29,
31, n. 44, n. 58, n. 60, n. 82, n. 83,
fig. 31
bateau, fig. 22
bateira(s) 17, 24, n. 39, fig. 31; (PORTO
BRANDÃO) 6, 14, 24, 25, 31, n. 54,
figs. 30, 39 (murtoseiras) 18, fig. 29;
(pesca) 19, 21, 25, 27, 29, 31
batel 5, 6, 21, 24, 26, 28, 32, n. 18, fig. 39;
(água acima) 5, 6, 14, 19, 20, figs. 12, 37
BELEM 21, 33, 34, 36, figs. 3 A, 3 B
BENAVENTE figs. 1, 3 A
beque, 15, 23, 27
bibliografia, 12
bibliográficas(os)/(informações/registos), 8
biblioteca (de Aníbal Fernandes Tomás), 4
Biblioteca Central da Marinha, 7, n. 26,
n.31
Biblioteca do Congresso (Washington),
n.25
Biblioteca da Ajuda, n. 31
Biblioteca da Faculdade Ciências do Porto,
n. 21
Biblioteca Nacional (Lisboa), 7, n. 29
Biblioteca Nacional de Paris, 8
bico (popa em), 15, 19, 20, 22, 23
BOA-VISTA, 21
Bobone (Paula), 32, n*.
boca, 20, 26, 36
bonança(s), 18
borda(s), 22, 27 (ver *pás de borda*)
botaló, 22
botes, 3, 17, 21, 23, 24, 26, 30, 33, 37,
figs. 41, 43 (pinho), 24; (meia-quilha),
24, 31, fig. 41; (fragata), 24, 31, n. 70;
fig. 42; (catraio) 24, fig. 42; (pesca) 30;
(cacilheiro), 23, 30, n. 75, figs. 25, 42;
(catraio) 24, fig. 42; (pesca) 30; (caci-
-lheiro), 23, 30, n. 75, figs. 25, 42;
(tapa esteiros), fig. 42; (tartaranha),
fig. 42
bragozza, n. 52
Brandão (Maria Zulmira), 32
BRASIL (1806-1821), 8
Brasileira (Historia Naval), n. 30
British Museum, 8

- BRUXELAS, n. 74
 BUGIO, 16, figs. 3 A, 3 B
 bujarrona (vela), 30, 31
 Burger (M.), 10
 Burmester (Rudolfo), 10
 bússola, 18
- CABO DA ROCA, fig. 3 B
 cabos (tartaranha), 22
 cabotagem, 14, 24, 27, n. 84
 cabras, fig. 2
 CACILHAS, 21, 25, figs. 3 A, 3 B
 cacilheiro(s), 5, 14, 23, 24, 25, 30, 31,
 n. 75, figs. 26, 39; (bote) figs. 25, 42;
Caderno de todos os barcos do Tejo ...
 3, 4, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 16, 19, 22, 24,
 26, 27, 28, 30, n. 1, n. 4, n. 7, n. 36,
 n. 54, n. 75, n. 78, n. 79, figs. 6, 9, 12,
 17, 19, 26, 27, 30, 32, 35
 CAES NOVO, 21
 CAES DA PEDRA, 21
 CAES DO SODRE, 21
 CAES DO TOJO, 21
 caimento, 27, n. 45
 caique/cayque, 6, 14, 27, 28, 30, 31, n. 83,
 n. 84, n. 85, figs. 35, 36
 Câmara Eclesiástica, 7
 Câmara Municipal de Lisboa, 7, 32, n.*,
 n. 1
 CAMARATE, fig. 3 B
 Caminho de ferro (época/anterior), fig. 2
 canal(ais) 16; (BUGIO), 19
 cangueiro, 23, 24, 26, 29, 31, n. 68, n. 80,
 fig. 41
 canoa(s), 29, n. 71; (tipo mesopotâmico)
 15, 20, 23, 24, 26, figs. 5, 29; (pesca), 30;
 (Alto) 29, 30, fig. 43; (picada) 30, fig. 43;
 (cacilheira) 24, fig. 42; (grande) fig. 43;
 (pequena) fig. 43; (de tábuas), figs. 5, 29;
 (Tejo) fig. 43
 CAPARICA, 16 (ver Costa); figs. 3 A, 3 B,
 6, 7, 8, 37
 Capitania do Porto de Lisboa, n. 1
 Capitão de Fragata, 8
 cara (zona da), 16
 carangueja (vela de), 30, 31, n. 53
 caravela, 27, 28, n. 85
 carga, 14, 18, 22, 24, n. 52; (barcos des
 3, 4, 8; (caderno de registo) 7; (barca
 de) 8; (serviço de) 14; (variante de) 22;
 (navios) 24
 carne, fig. 2; (animais) fig. 2; (porco) fig. 1
 carneiros, fig. 1
 carta de lei, 9
 cartaginesas (barcos/naves), 20, n. 61,
 fig. 21
 cartório, 30
 Carvalho, (J.), fig. 8
 carvão, figs. 1, 2
 Casa da Almotacaria (Ribeira), 35, 38;
 (Esperança) 38
 Casa das Formas do Arsenal Real da
 Marinha, 9
 Casa do Porto, 33
 Casa da Suplicação, 33
 casca, fig. 2 (de carvalho), 18
 CASCAES, 6, 14, 21, 24, 30, 31, figs 1, 3 A,
 3 B, 39
 casco(s), 15, 20, 23
 CASTRO MARIM, fig. 1
 catedras, 9
 catita (vela), 30, 31
 catraia(r), 25
 catraio(s), 3, 5, 6, 14, 24, 25, 26, 30, 31,
 33, n. 75, figs. 25, 40; (bote) fig. 42
 cera, fig. 2
 certidões, 33, 37
 Cervin (G. B. Rubin de), n. 52
 CESIMBRA, 5, 6, 14, 24, 30, 31 (ver
 Sesimbra)
 cevada, fig. 1
 CHAMUSCA, 21, fig. 3 A
 Chaves (Luís), 4
 Chichorro (Bacelar), fig. 1
 cidade (Lisboa), 37, n. 11
 ciganos do mar, 19, n. 55
 cinza, figs. 1, 2
 coberto (de proa) 17, 18; (de popa), 18
 COIMBRA, n. 20
 COINA, figs. 3 A, 3 B
 coberto (de proa) 17, 18; (de popa), 18
 Colecção Seixas, 27
 Colégio Real dos Nobres, 9
 Collares (Manuel Nunes), 35

- colônias, 16
 come(r), 17
 Comércio (Comissão de), 1
 Comissão Municipal de Turismo, n. 1
 companhia(s), 3
 Companhia das Guardas Marinha, 3, 4, 8, n. 29
 comunidades, 16
 conduções (clandestinas), 33
 CONSTANCIA, 21, fig. 3 A
 construí(r), 33, 37
 construção naval, 11, 33, 36, n. 34;
 (mestres da) 16; (pequenos barcos) n. 80
 contrabando(s), 33, 37
 Correia (Pedro), 38
 corredeira(s), 33
 correntes de trocas, fig. 4
 côrte (mudança da/Brasil), 8
 cortiça, 20, 22, fig. 1
 cosinheira, n. 64
 COSTA (da CAPARICA), fig. 3 A (Saveiros da), 5, 6, 14, 16, 28, figs. 6, 37
 Costa (José Gomes da), 34
 costados, 16, 20
 costeiras (embarcações), 27
 COVILHÃ, fig. 1
 crescente de lua (perfil), 16
 culé, 19, fig. 14
 Cunha, (M.^a de Fátima V. P.), n. 21

 data, 5, n. 4, n. 7, n. 31
 decretos, 38
 delgados, (de proa e popa), 20
 descarga (navios), 18, 19, 24
 desenhos, 11
 Desenho (Arquitetura Naval e Desenho) (lente), 3, 4, 8; (Aula/Real Academia de Marinha e Comercio), 7
 desenho (ensino), 7, n. 29; (professor de) 7, 9
 desenvolvimentista (política), 10
 deslocação (populações), 15
 destruições punitivas (incêndio), n. 80
 dicionário, 10, 11, 12, 17, n. 34; (Röding) n. 31, n. 36, n. 81
 dormir, 17
 DOURO (ALTO), fig. 2

 economia (importância/navegação), 13, (do solo/organização) fig. 2
 edição fac-similada, n.*, n. 1; (primeira) n. 4, n. 37; (segunda), 4
 edital, 26, 37
 embarcação(ões), 3, 14, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 25, 28, n. 52, n. 54, n. 56, n. 73, n. 75, n. 76, n. 85; (portuguesas) 9; (Tejo) 13, 15, 33, n. 44; (pesca), 16, 17, 18; (descarva), 19; (quilha/de tipo mediterrânico tradicional) 22; (costeiras) 27; (pesca e cabotagem) 27, 28; (fluviais do Tejo) 28, 34, 36, 37; (tradicional portuguesas), fig. 5
 encasque das redes, 18
 Enciclopedia (Grande) Luso-Brasileira, 8
 enviadas, 18, 19, 22, 24, 26, 30, n. 53, n. 66; (do Barreiro), fig. 42; (do Seixal), fig. 42
 enxuga(à), n. 18
 ERICEIRA, 6, 24, 29, 30, figs. 1, 3 A, 3 B, 39
 ESCADAS dos GRILLOS, 7
 escalere(s), 3; (remos), 6, 14, 26
 ESPANHA (SUL), 19
espanholes(s), 12; (espanhol), n. 36, n. 80
 esparrela, 16
 Esparteiro (J. Marques), n. 81
 especimes, 12; (caracterização tipológica), 13
 espicha (vela de), 30, 31
 ESPOSENDE, 3
 estai (vela de), 30, 31, n. 53
 estaleiro(s), 3
 estirpe (de barcos) 15, 20
 ESTOCOLMO, n.*
 estradas, fig. 4
 estremenhos (águas/barcos), 4
 estuário, 14, 22, 23; (Tejo), figs. 41, 42, 43
 EVORA, fig. 1
 exame, 37
ex-libris, 4, n. 6
expressions (espanholes, portuguesas, scandinaves), 12

 fábricas (vidro), fig. 2
 FAIAL, fig. 2
 faina (da pesca), 22

- faixa litoral (centro), 15
falua(s), 3, 5, 6, 12, 14, 21, 23, 24, 25, 26,
30, 31, 36, figs. 24, 40, 41
família (de barcos), 15, 17, 18, 19, 20, 28
farinha(s), 24
FARO, fig. 1
FEIRA, fig. 2
Feira da Ladra, n. 31
figo, 3
FIGUEIRA (da Foz), 3
Figueiredo (Manoel de Mello de), 35
Filgueiras (Dr. Jorge), n. 25
Filgueiras (Maria João Soares), 32
Filgueiras (O. L.), 31, n. 43, n. 82, n. 83,
figs. 5, 7, 16, 28, 29, 34, 37, 38, 39, 40
fixação (zona), 15
Florentino (Raquel), 18, 32, n. 23, n. 53
Fonseca (José da), 4, n. 4
Fonseca (Quirino da), n. 85
fonte(s), 11, 12; (bibliográfica(s), 11; (lite-
rária(s), 11
FONTE DA TALHA, fig. 3 A
forma(s)/(barcos), 3, 34
formação académica e profissional/oficial
de marinha), 9
formulário, 37; (embarcações), 38
fragata(s), 3, 5, 24, 28, 31, n. 13, n. 69,
figs. 27, 28, 40, 41, (D'ALCOCHETE)
5, 6, 14, 21, 23, 24, 25, 29, 30, fig. 40;
(forá de barra), 23, 25, 26; (Capitão de)
8, (bote) fig. 42
francês(sa), 10, 12, n. 10, n. 34
fruta(s), 20
fugitivos, 15
fundear(r), 17
fundição, 21
fundo, 17, 20 (chato), 16, 19
Furtado (Francisco Xavier Mendonça) 33,
34, 36, 37
- Gabinete de Relações Públicas (Minis-
tério da Cultura), n.*
gados transumantes, fig. 2
gaivotas (gritos), 17
Gaspar (Jorge), 13, figs. 1, 2
- GENOVA (GENES), 12
giba, 29
GOLADA, 16
GOLEGÃ, fig. 3
governa(r), 16, 33
governo, 37
Governador da Relação, 33
grego (navio), 20
GREENWICH, n. 43, n. 87
Groenewegen, 9
gualdropes, n. 59
GUARDA, fig. 1
Guardas Marinhas (Companhia), 3, 8;
(Academia Real dos) 9, n. 29, 30
guarnece(r), 17
guarnição, 17
Guerra (Manuel José Júlio), n. 86
guigas, 3
gurupés, 22, n. 73
- habitação (barco), 19
HAMBURGO, 11, n. 31
Heródoto, 20
Heródoto, 20
hiate(s); fig. 32; (português), 27, 29, 31,
n. 82; ver *iate*
hinterland, 13
hommes de mer, 12
hortaliças; fig. 2
Hospício da Cordoaria, 7
- Iate, 26, 31, n. 15, (SETUBAL), 27, fig. 33,
34
ILHAVO, n. 50, fig. 1
ilhavo(s), 15, 16, n. 55
ilho(s), n. 55
ilustração, 12
imposto, 17
Imprensa Nacional, n. 42
indústria, 18
Inglesa, n. 86
introdução, 11
IRAQUE, 15
Iria (Alberto), n. 85
- jangadas, fig. 5

- juizes, 33
JUNQUEIRA, 21
 Justiniano (Lourenço), 35
- Konijnenburg (E. Van), n. 74
 Kruyskamp, n. 38
- lã(s), figs. 1, 2
LAGOS, fig. 1
laitau fig. 34
 lanchas, fig. 5 (do Alto), 5, 6, 14, 24, 26, 29, 31 fig. 39
 largo (fazer-se ao), 17
 latina(s) (velas), 3, 30; (triangular) 30; (baioneta), 30
 latino(s), 20, 26; (carangueja), 19, n. 53; (panos triangulares) 27, n. 84
LAUSANNE, n. 52
 Lavoura (Maria Emília), 7, n. 26, n. 31
LAVRADIO, 21, figs. 3 A, 3 B
 lei(s), 38
 Leitão (Humberto), n. 66
 Leitão (Manuel), 28, figs 41, 42, 43
 leite, fig. 2
 legenda(s) 9, 10, 12, 13, 24, n. 6, n. 19, n. 31; (bilingue), 5
 legislação pombalina, n. 80
 leme, 16, 19, n. 58
 Lemos (Maximiano de), n. 28, n. 48
 lenhas, 24, figs. 1, 2
 Lente de Arquitectura Naval e Desenho, 3, 4, 8, 9, n. 29
 lexicais/léxico, 11, 12
 Liberalismo, 7
 língua portuguesa, 11
LISBOA, 4, 6, 7, 8, 16, 17, 18, 20, 22, 24, 27, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, n.*, n. 1, n. 2, n. 11, n. 29, n. 40, n. 41, n. 42, n. 43, n. 44, n. 62, n. 63, n. 67, figs. 1, 2, 3 B; (Repartição Municipal), 17
 listagem, 11
 literatura, 11; (estrangeira), 10
 Livro de Registo da Esperança, 35; (da Companhia dos Guardas Marinhas) n. 29
 Lobo (Lacerda), 13
 lotação, 3
- madeira, 18, 24, fig. 2
MADEIRA, fig. 2
MADRID, n. 61
 Magalhães (Luís de), 18, n. 57
 manobra(r), 16
 mantimentos, fig. 2
 mapas, 14
 mar (beira), 3, 14, 18, 23
 marcar (instrumento de), 18
 Maria I, 9
 Marinha(s) (Guardas), 3, 7, 9, 21, 33, 37, n. 53, n. 58, n. 75; (marinha), 3; (do Tejo), figs. 13, 15, 23, 24, 25
 marinheiros (povos), 9
 masseiras, fig. 5
 mastareus, 27
 mastro(s), 3, 16, 20, 26, 27, 29, 30, n. 45, n. 53; (grande), 27; (traquete), 27; (proa), 30; (popa) 30; (inclinação), 30
 mato, fig. 2
 medidas, 26, 33, 34
 mediterrânica(as) (origem), 20; (tipos), 15, 22
 meia quilha (bote de), 24, 29, 31
 meia lua, 16, 18, n. 44, figs 7, 8
 mel, fig. 2
 melão, fig. 2
 mercanteis, 18, n. 59
MERIDA, fig. 5
MÉRTOLA, fig. 2
 Mesa do Desembargo do Paço, 33
 mesopotâmico, 15, 20, figs 5, 29
 mestre (do risco), 9; (arraís), 16
 métodos (recolha), 11
 Meyer-Frise (Boye), 11
 migratória(o) (tendência), 16; (processo), 16
 milheiros, 17
 Ministério da Cultura, n.*, n. 1
 moçarabismo náutico, n. 43, fig. 5
 modismo (local), 19
 moinho(s) (barcos dos), 3, 5, 14, 23, 24, 29, 30, fig. 23
 moios (barco dos), fig. 39, ver *moyos*
MOITA, 21, figs. 3 A, 3 B
 Moita (Irisalva), 31
 moleta(s), 3, 5, 6, 14, 31, n. 17; (ver *muletas*)

- moliceiro(s), 19, n. 59
 monaio, 19, 20, figs. 14, 15
 monção da Primavera, 18
 monge beneditino, 7
 Monjardino (Rafael de Medina), 7
 Monleón (D. Rafael), 20, figs. 11, 20, 21
 MONTE GORDO, n. 80, fig. 1
 MONTIJO, fig. 3 A
 Moore (A.), 31
 Mota (Alm. Teixeira da), n. 29, n. 30
 moyo(s), 6, 14, 24, 29, 31
 MUGE, fig. 3 A
 magem, n. 63
mulet, n. 63
 muleta(s), 20, 22, 30, n. 63, n. 65, figs. 18, 19, 20, 38, 43; (ver *moletas*)
 muletim(s), 26, 36, n. 64
 (multas), 33
 MUNIQUE, 10
 MURTOSA, fig. 1
 murtoseiras (bateiras), 18, fig. 29
Musées de La Marine, n. 72
 Museu da Cidade, 31, n. 23
 Museu Etnológico do Dr. Leite de Vasconcelos, 4
 Museu da Marinha de Lisboa, 7, 24, 25, 27, 29, 31, n. 58, fig. 10, 14, 33
 Museu Naval de Madrid, n. 61
 Museum (Altonaer), 11
 Museum (Deutsches), 10
 Museum (National Maritime/Greenwich), 28, n. 87
- Nabais (António J.), n. 31
 NÁPOLES (NAPLES), 12
 naves, n. 61; (cartaginesas), fig. 21; (romanas), fig. 21
 navegação (fluvial), 3, 14 (fluvial/Tejo), 3, 13, 14; (vela), 16, 19; (longo curso) 20; (estuário), 23
 navega(r), 5, 16, 22
 navio(s), 18, 24, 26, 33, 37, n. 34; n. 75, (grego), 20
 negócios (da marinha), 37
 nomenclatura, 3
- nomes (denominações/barcos) 17, 18, 19, 21, 22, n. 76
 nórdica, fig. 5
- ODEMIRA, fig. 2
 OEIRAS, figs. 3 A, 3 B
 oficiais (da marinha/aprendizado), 9;
 (casa das Formas do Arsenal Real), 9;
 (*officiers de la marine*), 12; (de Justiça), 34
 oficina (barco), 19
 Ordem Militar de Santiago, n. 6
 OLHÃO, fig. 1
 originárias/origens, 17, 18, 20, 27
 ossada, 20
 ouvidores, 33
 OVAR (AVEIRO — ILHAVO / polo), 15
 Ozanne, 9
- Paasch, 29
 PAÇO D'ARCOS, 21, 22, figs. 3 A, 3 B
 Padrão (Cabeça), n. 31
 painel (popa de), 15, 23, 25
 Palácio da Nossa Senhora da AJUDA, 34, 36
 palhas, 22
 PAMPULHA, 21
 PARIS, n. 63, n. 72
 Pâris (A), 22, n. 49, n. 63, figs. 11, 20
pás de borda(s), 19, 20
 passageiros, 14, 24, 25, n. 75
 Pastor (desenho de), n. 6
 Pater (João Baptista José), n. 28; (João de Sousa), n. 29
 património naval, 28
 patrões, 33, 34, 37
 pé (de), 16
 pedra, 24, 25
 Pedrosa (Gomes), 20, n. 63
 Pedroso (J.), 3
 peixe, 17, 19, 22, n. 66
 penas, 34, 37, 38
 pendão (vela de) 30, n. 53
 Peragallo (Padre), 7
 perdas documentais, 8

Pereira (Parceria António Maria), 7
 perfil (do barco), 16
 permanências (temporárias), 16
 pesca(s), 16, 17, 18, 19, 22, 25; (barcos), 3, 4, 6, 8, 14, n. 63, n. 64; (serviços), 3, 24; (fluvial do Tejo) 13, 17, 24; (marítima), 18, 24; (mar) 23; (embarcação), 27
 pescado (centros de), n. 84
 pescadores, 16; 17, n. 55, n. 80
 pesca(r), 22
 pescaria, 3, 13
 PICO, fig. 2
 pilotos, 6, 14, 24; (serviços de), 23
 PINHEIRO GRANDE, fig. 3 A
 pinho (bote do), 24; (barco do), 24, 29, 30
 planos, 17, 25, n. 58, n. 63, figs. 8, 11, 14, 30, 36
 política desenvolvimentista, 10
 Pombal (Marquês de), n. 80
 PONTA DA RANA, 22
 ponte(s), 16
 popa, 16, 18, 19, 20, 22, 30, 31, 35, 36, n. 15, n. 64; (cobertos de), 18, 20; (guarnecida com leme), 20, 22; (em bico), 15, 22, 23, n. 68; (painel), 15, 23, 25, 26, 27, n. 52; (cadaste curvo) 23; (larga), 26; (cortada) fig. 5
 PORTIMÃO, figs. 1, 2
 PORTO, 3, 7, n. 21, n. 51, fig. 2
 porto(s), 20; 25, 27, 33, 34, 35, 36, n. 75, figs. 1, 3 A; (ALGARVE), 3; (TEJO) 13, 14; (de matrícula), 24
 PORTO BRANDÃO, 6, 21, 24, 25, n. 54, figs. 3 A, 39
 PORTO DE REI, fig. 2
portugaises, 12
 PORTUGAL, 9, 13, 15, n. 62; (Norte), 17
 português(as) (yate) 5, 14, 27; (estudo) 8, (embarcações) 9, fig. 5; (legenda) 10; (língua), 11; (léxico) 12, n. 10, n. 34, n. 36
 praia(s) 17, 33, 37
 PRAIA DE SANTOS, 21, 26 (ver SANTOS)
 preamar, 16
 pagueado, 20
 prisão, 33, 37
 proa(s), 16, 18, 19, 20, 22, 23, 27, 30, 31 n. 52; (coberto de) 16, 18; (arrufada) 19; (velas) 30; (duas) fig. 5
 processo(s) de adoção, 15 (migratório) 16
 proprietários (embarcações), 33, 37
 provedores, 33
 PUNHETE, figs. 1, 2

 queijo, figs. 1, 2
 queima (de barcos), 26, 33, 34, 37, n. 80
 quilha, 17, 20, 22; (falsa) 17

 Ramalho (f.), 5, 12, n. 4
 Ramalho (Ortigão), 20
 rapidez de andamento, n. 84
 rasca(s), 3
 ré, 27
 Real Academia de Marinha e Comércio, 7
 Real Fazenda, 37
 rede(s), 16, n. 18 (arrastar) 17, 22 (tarrafa) 17 (encasque) 18
 Registo (de Decretos e Alvarás), 35; (da Esperança), 36
 rei (rey), 33, 34, 38
 reino (norte do), 3, (capital do) 13
 Reis (Catarina), n. 26
 Reis (Com. Estácio dos), n. 29
 relacias, 33
 remos, 16, 18
 RIBA-TEJO, 3, 5, 14, 20, 22, 29, 30, figs. 17, 38
 RIBEIRA, 35, 38
 RIBEIRA DAS NAUS, 33, 37
 RIBEIRA NOVA, 21
 ribeirinha (vida), 22
 Rieth (Eric), n. 72, fig. 22
 RIO DE JANEIRO, n. 30
 rio(s), 3, 13, 14, 16, 19, 20, 22, 32, 37, n. 39
 risco (mestre do), 9
 Roda dos Enjeitados, 7
 roda-a-roda, 26, 36
 Rödning (Johan Heinrich), 10, 11, 12, fig. 6, 9, 12, 17, 19, 26, 27, 30, 32, 35

- rodo, 36
 Rodrigues (oficina de Miguel), 36
 rola(r) 19
 romanos (barcos/naves) 20, n. 61, fig. 21
 roubos, 37
- S. MARTINHO DO PORTO, fig. 2
 S. MIGUEL, fig. 2
 Sá (Manuel), 32, fig. 3
 SACAVEM, figs. 3 A, 3 B
 SADO (rio), 19
 safras, 16
 sal, 18, 24
 salgueiro, 18
 SALVATERRA DE MAGOS, fig. 3 A
 SAMOUÇO, 21, figs. 3 A, 3 B
 SANTAREM, n. 86, figs. 1, 2, 3 A
 SANTOS (praia), 21, 26
 Santos (J. Rodrigues dos), fig. 14
 sardinha, 16, 17, 18 (milheiros), 17
 SARILHOS, fig. 3 B; (PEQUENOS)
 fig. 3 B
 Sarmento (Pedro Maria de Sousa), 12,
 n. 34
 saval / savaleiro, n. 48
 sávara, fig. 13
 saveiro, 29, 30, n. 47, n. 48, n. 53; fig. 13
 (da Costa), 5, 6, 14, 16, 30; figs. 6, 37
 (do Tejo) 5, 6, 14, 16, 18, 30, figs. 9,
 37
 sável, n. 48
scandinaves, 12
 S.E.C. (Secretaria de Estado da Cultura), 32
 Secretaria de Estado dos Negócios do
 Reino, 34
 segurança (das embarcações), 33
 SEIXAL, 3, 21, 30, n. 31, figs. 3 A, 3 B,
 42
 Seixas (Coleção), 27, n. 58, figs. 10, 33
 Senado da Câmara, 33, 34, 37, 38
 Serviços Documentação Geral da Marinha
 (Brasil), n. 30
 SESIMBRA, figs. 1, 3 A, 39; ver Cesimbra
 SETÚBAL, 27, figs. 1, 2, 3 A
 Silbert (A.), 13, fig. 4
 Silva (Carmina), 32
 Silva (drex), 4, 8
 Silva (Vieira da), 7
- SILVES, fig. 2
 SINES, fig. 2
 singlar de lado, 22
 Sota Patrão mor, 33, 37
 sotavento, 22
 Sousa (João de), 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12,
 13, 16, 23, 26, 27, 28, 30, 31, n. 36,
 figs. 6, 9, 12, 17, 19, 26, 27, 30, 32, 35,
 37, 38, 39, 40; (ver Pather)
 Stöttrup (A.), 12
- tábua trincada, fig. 5
 TANCOS, figs. 1, 3 A
 Tapa-esteiros (arte), fig. 42
 tartana, 20
 tartaranha (rede de arrasto) 22, fig. 42
 tarrafa, 17, 18
 Tartessos (destruição) 15
 TAVIRA, fig. 1
 Teixeira Barreto, 7
 TEJO, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 16,
 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27,
 30, 32, 33, n. 1, n. 27, n. 44, n. 53, n. 55,
 n. 58, n. 75, n. 80, figs. 1, 2, 3 A, 3 B,
 11, 13, 15, 23, 24, 25, 37, 41, 42, 43
 (serviços do) 5, 6
 TERCENAS, 21, fig. 3 A
termes marins, 12
 terminologia naval, 26, n. 86
 terramoto (1755), 8
 TERREIRO, 21
 Texteis, 21
 Texteis, fig. 1
 tipos (navais), 13; (barcos), 5, 18, 20, 22,
 23, 24, figs. 5, 29; (mesopotâmico) 15;
 (mediterrânicos), 15 (armação) 16;
 (embarcações) n. 53, n. 85
 tipologia(s) (adoção), 15
 tipológica(o), 13, 23, 24
 tirantes de água, 20
 toldos, n. 64
 toletes, 18
 Tomás, (Aníbal Fernandes), 4, n. 6
 tradiciona(is) (embarcações), 13; (marca)
 n. 39
 TRAFARIA, 3, 16, 21, n. 80, fig. 3 A
 tramagalho, 17

- transformações (fase) 9
 transição (séculos XVIII/XIX), 10
 transporta(r), 22, 33, 37, n. 84, fig. 1
 transporte(s), 14, 23, 24, 25, 33, 34, 36, 37;
 (barcos de) 3, 4; (problemática dos)
 13; (de pedra) 25; (mercadorias) 25;
 (passageiros) 25; (carga) n. 75; (por
 água) fig. 4
 transumantes (gados), fig. 2
 traquete, 27
 trigo, figs. 1, 2, 4.
 tripulações, 18
 tripulante(s) 3
 tripula(r), 18
Turduli veteri (região), 15
- VALADO**, fig. 3 A
 valas, 19
 vapor(es) 3, 20
 varas de combate, 27
 varinos, 3, 16, 17, 18, 20, 29, 31, figs. 11,
 15, 16; (ver barinho)
 varredoura (de cima/de baixo), n. 64
 Vasconcelos (Flório de), n. 20
 Vasconcelos (Leite de), 4
 vassalos, 37, 38
 vela, 3, 22, 26, 28, 29, 31, 35, 36, n. 16,
 n. 17; (latinas) 3, 17; (de pendão) 18
 30, n. 53; (de carangueja) 18, 30, 31
 (de estai) 18, 20, 30, 31, n. 53 (de
 espicha) 20, 22, 30, 31; (complemen-
 tares) 22; (latina triangular) 30; (de
 baioneta) 30; (bastardo) 30; (catita)
 30, 31; (bujarrona) 30, 31; (giba) 31;
 (navegação) 16, 19; (barcos) 17; (marcha
 à) 20; (de proa) 30
 velame, 18, n. 12, n. 86; (tradicional), 27
 vende(r) (o barco), 18
 VENEZA/VENIZE, 12, n. 52
 verga, n. 18
 Vichot (J.), n. 63
 vida portuária, 26
 vidro (fabricas de), fig. 2
VILA FRANCA DE XIRA, 16, figs. 3 A
 3 B
VILA NOVA DA BARQUINHA, fig. 3 A
VILA NOVA DA RAINHA, fig. 3 A
VILA REAL DE SANTO ANTÓNIO,
 figs. 1, 2
VILA VELHA DE RÓDÃO, figs. 1, 2, 3 A
 vinha, fig. 2
 vinho(s), figs. 2, 4
 Viterbo (Sousa), 8, n. 26
 Vitorino (Pedro), 7, n. 22
- WASHINGTON**, n. 25
- xarôlo, n. 59
 xávega (barco da), n. 43
- yate português, 5, 14, 26, 29, 31; ver
hiate e iate

ILUSTRAÇÕES

ÍNDICE DAS ILUSTRAÇÕES

- Fig. 1 — «A área que utilizava o Tejo para transportar os seus produtos até Lisboa no fim do século XVIII» (fig. 1 da ob. cit. de Jorge Gaspar) completada com a localização dos seguintes portos exteriores ao Tejo: 1 — Murtosa; 2 — Aveiro; 3 — Ílhavo; 4 — Ericeira; 5 — Cascais; 6 — Sesimbra; 7 — Setúbal; 8 — Alcácer do Sal; 9 — Lagos; 10 — Portimão; 11 — Faro; 12 — Olhão; 13 — Tavira; 14 — Monte Gordo; 15 — Vila Real de Santo António; 16 — Castro Marim.
- Fig. 2 — «A organização da economia do solo a partir de Lisboa. Período anterior ao caminho de ferro. 1 — Hortaliças e produção de leite; 2 — Vinho e produção de leite; 3 — Lenhas; 4 — Vinha de grande produção; 5 — Madeiras; 6 — Trigo; 7 — Mato, onde devido à distância do Tejo, nem carvão se faz (1789); 8 — Áreas que recebem gados transumantes; 9 — Limite de 7 léguas aquém do qual não podem existir fábricas de vidro (1562); 10 — Limite de 10 léguas, da jurisdição de Lisboa, para o seu abastecimento em carne (1564) e trigo (1574) — este limite vai ao longo do rio até Abrantes; idem de 20 léguas, para *carne lenha e outros mantimentos* em 1705». (Fig. 5 da ob. cit. de Jorge Gaspar).
- Fig. 3-A — Os portos do rio Tejo e a localização dos portos marítimos exteriores, mais próximos: 1 — Ericeira; 2 — Cascais; 3 — Bugio; 4 — Oeiras; 5 — Tercena; 6 — Paço d'Arcos; 7 — Belém; 8 — Sacavém; 9 — Fonte da Talha; 10 — Almandra; 11 — Vila Franca de Xira; 12 — (Alenquer); 13 — Vila Nova da Rainha; 14 — Azambuja; 15 — Valado; 16 — Santarém; 17 — Azinhaga (Golegã); 18 — Vila Nova da Barquinha; 19 — Tancos; 20 — Constância; 21 — Abrantes; 22 — Vila Nova de Ródão; 23 — Alvega; 24 — Pinheiro Grande; 25 — Chamusca; 26 — Almeirim; 27 — Muge; 28 — Salvaterra de Magos; 29 — Benavente; 30 — Alcochete; 31 — Samouco; 32 — Aldeia Galega (Montijo); 33 — Moita; 34 — Alhos Vedros; 35 — Lavradio (Barreiro); 36 — Barreiro; 37 — Coina; 38 — Arrentela; 39 — Amora; 40 — Seixal; 41 — Cacilhas; 42 — Porto Brandão; 43 — Trafaria; 44 — Costa de Caparica; 45 — Sesimbra; 46 — Setúbal (mapa elaborado pelo Dr. Manuel Sá).
- Fig. 3-B — «Carte des Costes de Portugal et de partie d'Espagne...» Paris, 1693/pormenor).
- Fig. 4 — Estradas, transporte por água e correntes de trocas no Alentejo (fim do século XVIII, mapa 15 da ob. cit. de A. Silbert).
- Fig. 5 — Mapa da distribuição das embarcações tradicionais portuguesas (século XX, de *Comentários Técnicos da Tese do Moçarabismo Náutico*, do autor).
- Fig. 6 — *Saveiro da Costa* (Caparica): reprodução de Röding da gravura 20-A do *Caderno* de João de Souza.

- Fig. 7 — *Meia-Lua* (Caparica): foto do autor.
- Fig. 8 — *Meia-Lua* (Caparica): comprimento 8,65 m (planos de J. Carvalho).
- Fig. 9 — *Saveiro do Tejo*: reprodução de Rödning da gravura 20-B do *Caderno* de João de Souza.
- Fig. 10 — *Barco Ílhavo*: modelo da colecção Seixas (Museu de Marinha).
- Fig. 11 — *Varino do Tejo*: comprimento 20 m (planos de R. Monléon, repr. por A. Pâris).
- Fig. 12 — *Bateis d'agua acima*: reprodução de Rödning da gravura 7 do *Caderno* de João de Souza.
- Fig. 13 — *Saveiro, Alijo, Sávara*: de «Marinha do Tejo», p. 325.
- Fig. 14 — *Monaio* ou *Culé*: (planos de J. Rodrigues dos Santos, Arquivo do Museu de Marinha).
- Fig. 15 — *Varino* (modelo do século XIX) e *Monaio*: de «Marinha do Tejo» cit. p. 381.
- Fig. 16 — *Varino* navegando à vela (fotografia do autor, tirada no Barreiro).
- Fig. 17 — *Barco de Riba Tejo*: repr. de Rödning da gravura n.º 6 do *Caderno* de João de Souza.
- Fig. 18 — *Muleta*: fotografia do início do século XX.
- Fig. 19 — *Muleta*: repr. de Rödning da gravura n.º 18 do *Caderno* de João de Souza.
- Fig. 20 — *Muleta*: planos por R. Monléon, repr. por A. Pâris, ob. cit. (comprimento, 20 m).
- Fig. 21 — «Naves Cartaginesas y Romanas», pintura de R. Monléon (repr. por cortesia do Museu Naval de Madrid).
- Fig. 22 — *Bateu*, século XVII (in ob. cit. E. Rieth).
- Fig. 23 — *Barco de Moinho*: de «Marinha do Tejo», cit., p. 69.
- Fig. 24 — *Falua*: de «Marinha do Tejo», cit., p. 261.
- Fig. 25 — *Bote Cacilheiro* e *Catraio*: de «Marinha do Tejo», cit., p. 248.
- Fig. 26 — *Barco Cacilheiro*: repr. de Rödning, n.º 2 do *Caderno* de João de Souza.
- Fig. 27 — *Fragata*: reprod. de Rödning da grav. n.º 10 do *Caderno* de João de Souza.
- Fig. 28 — *Fragata*: fotografia do autor, tirada em 1961.
- Fig. 29 — *Bateira murtoseira* do tipo das canoas de tábuas do tipo mesopotâmico (foto do autor).
- Fig. 30 — *Bateira*: repr. de Rödning da gravura n.º 8 do *Caderno* de João de Souza.
- Fig. 31 — *Bateira* (século XIX): desenho n.º 17 in ob. cit. A. J. Pinto Basto.
- Fig. 32 — *Hiate*: repr. de Rödning da gravura n.º 1 do *Caderno* de João de Souza.
- Fig. 33 — *Iate*: modelo da colecção Seixas (Museu de Marinha).
- Fig. 34 — *Iate* (à direita) e *laitau* (à esquerda): fotografia do autor.
- Fig. 35 — *Caíque*: repr. de Rödning da gravura n.º 14 do *Caderno* de João de Souza.
- Fig. 36 — *Vista lateral dum caíque actual* (reconstituição de Alfredo Barroca).
- Fig. 37 — *Saveiro do Tejo e meia-lua* (saveiro) da (Costa) Caparica: *batel* de água acima (respectivamente da esquerda para a direita e de cima para baixo): conforme doc. de João de Souza (des. de O.L. Filgueiras).
- Fig. 38 — *O barco de riba Tejo e a muleta* (em cima; e em baixo); id. ib.
- Fig. 39 — *Barco cacilheiro* e *barco dos moios*; *barca da Aldeia Galega* (= *barco dos moinhos* = *barco da Ericeira* = *barco de Sesimbra* = *barco de Cascais*) e *lanha do alto*; *bateira de Porto Brandão* e *batel* (da esquerda para a direita e de cima para baixo): id. ib.
- Fig. 40 — *Fragata, fragata d'Alcochete, falua e catraio* (de cima para baixo e à direita): id. ib.
- Figs. 41, 42, 43 — *Barcos do estuário do Tejo* (séculos XIX-XX): desenhos da ob. cit. de Manuel Leitão, repr. por amável deferência do autor.

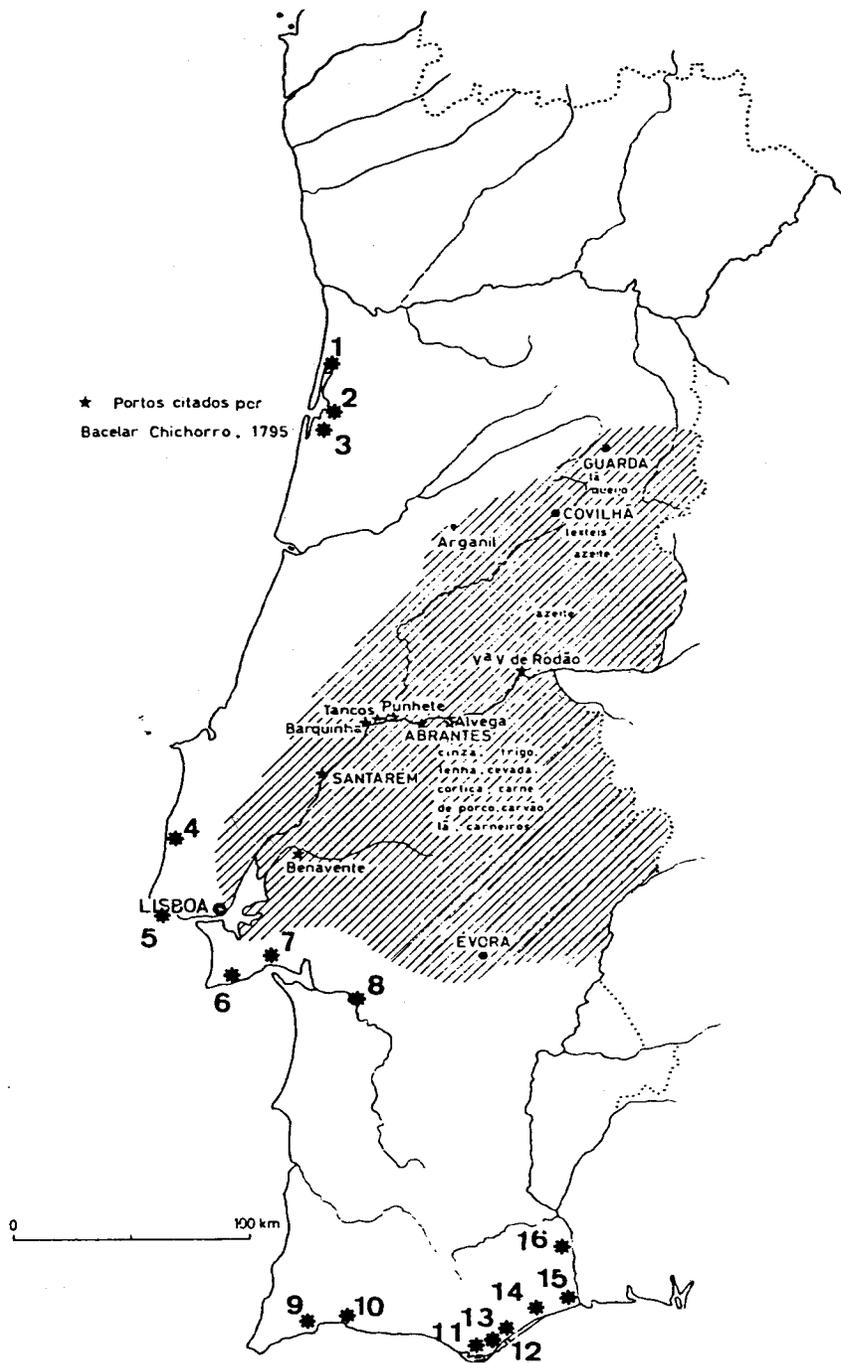


Fig. 1 — «A área que utilizava o Tejo para transportar os seus produtos até Lisboa no fim do século XVIII» (fig. 1 da ob. cit. de Jorge Gaspar) completada com a localização dos seguintes portos exteriores ao Tejo: 1 — Murtosa; 2 — Aveiro; 3 — Ílhavo; 4 — Ericeira; 5 — Cascais; 6 — Sesimbra; 7 — Setúbal; 8 — Alcácer do Sal; 9 — Lagos; 10 — Portimão; 11 — Faro; 12 — Olhão; 13 — Tavira; 14 — Monte Gordo; 15 — Vila Real de Santo António; 16 — Castro Marim.

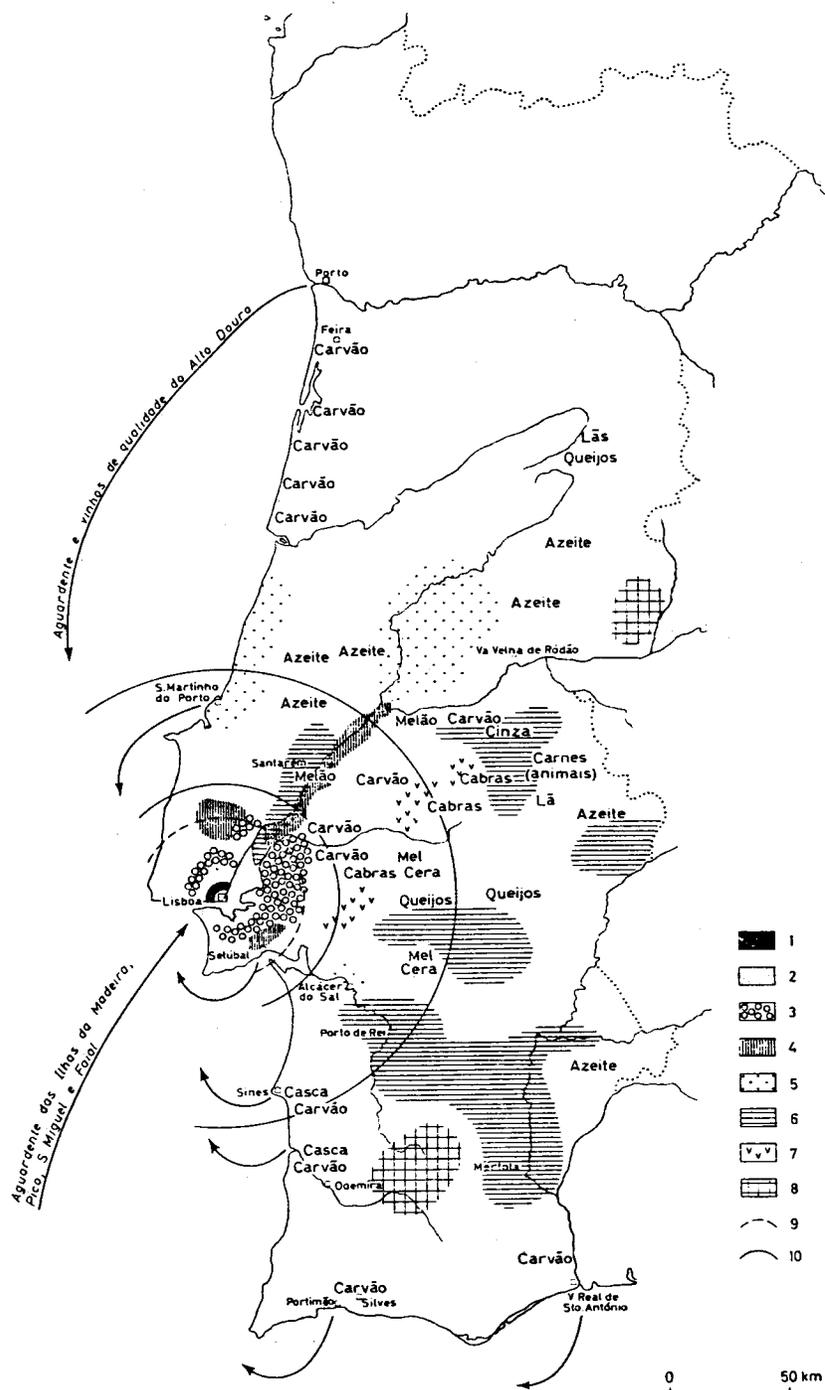


Fig. 2 — «A organização da economia do solo a partir de Lisboa. Período anterior ao caminho de ferro. 1 — Hortaliças e produção de leite; 2 — Vinho e produção de leite; 3 — Lenhas; 4 — Vinha de grande produção; 5 — Madeiras; 6 — Trigo; 7 — Mato, onde devido à distância do Tejo, nem carvão se faz (1789); 8 — Áreas que recebem gados transumantes; 9 — Limite de 7 léguas aquém do qual não podem existir fábricas de vidro (1562); 10 — Limite de 10 léguas, da jurisdição de Lisboa, para o seu abastecimento em carne (1564) e trigo (1574) — este limite vai ao longo do rio até Abrantes; idem de 20 léguas, para carne lenha e outros mantimentos em 1705». (Fig. 5 da ob. cit. de Jorge Gaspar).





◆ Fig. 3-B — «Carte des Costes de Portugal et de partie d'Espagne...» Paris, 1693/pormenor).

- ◆ Fig. 3-A — Os portos do rio Tejo e a localização dos portos marítimos exteriores, mais próximos: 1 — Ericeira; 2 — Cascais; 3 — Bugio; 4 — Oeiras; 5 — Tercena; 6 — Paço d'Arcos; 7 — Belém; 8 — Sacavém; 9 — Fonte da Talha; 10 — Almandra; 11 — Vila Franca de Xira; 12 — (Alenquer); 13 — Vila Nova da Rainha; 14 — Azambuja; 15 — Valado; 16 — Santarém; 17 — Azinhaga (Golegã); 18 — Vila Nova da Barquinha; 19 — Tancos; 20 — Constância; 21 — Abrantes; 22 — Vila Nova de Ródão; 23 — Alvega; 24 — Pinheiro Grande; 25 — Chamusca; 26 — Almeirim; 27 — Muge; 28 — Salvaterra de Magos; 29 — Benavente; 30 — Alcochete; 31 — Samouco; 32 — Aldeia Galega (Montijo); 33 — Moita; 34 — Alhos Vedros; 35 — Lavradio (Barreiro); 36 — Barreiro; 37 — Coima; 38 — Arrentela; 39 — Amora; 40 — Seixal; 41 — Cacilhas; 42 — Porto Brandão; 43 — Trafaria; 44 — Costa de Caparica; 45 — Sesimbra; 46 — Setúbal (mapa elaborado pelo Dr. Manuel Sá).

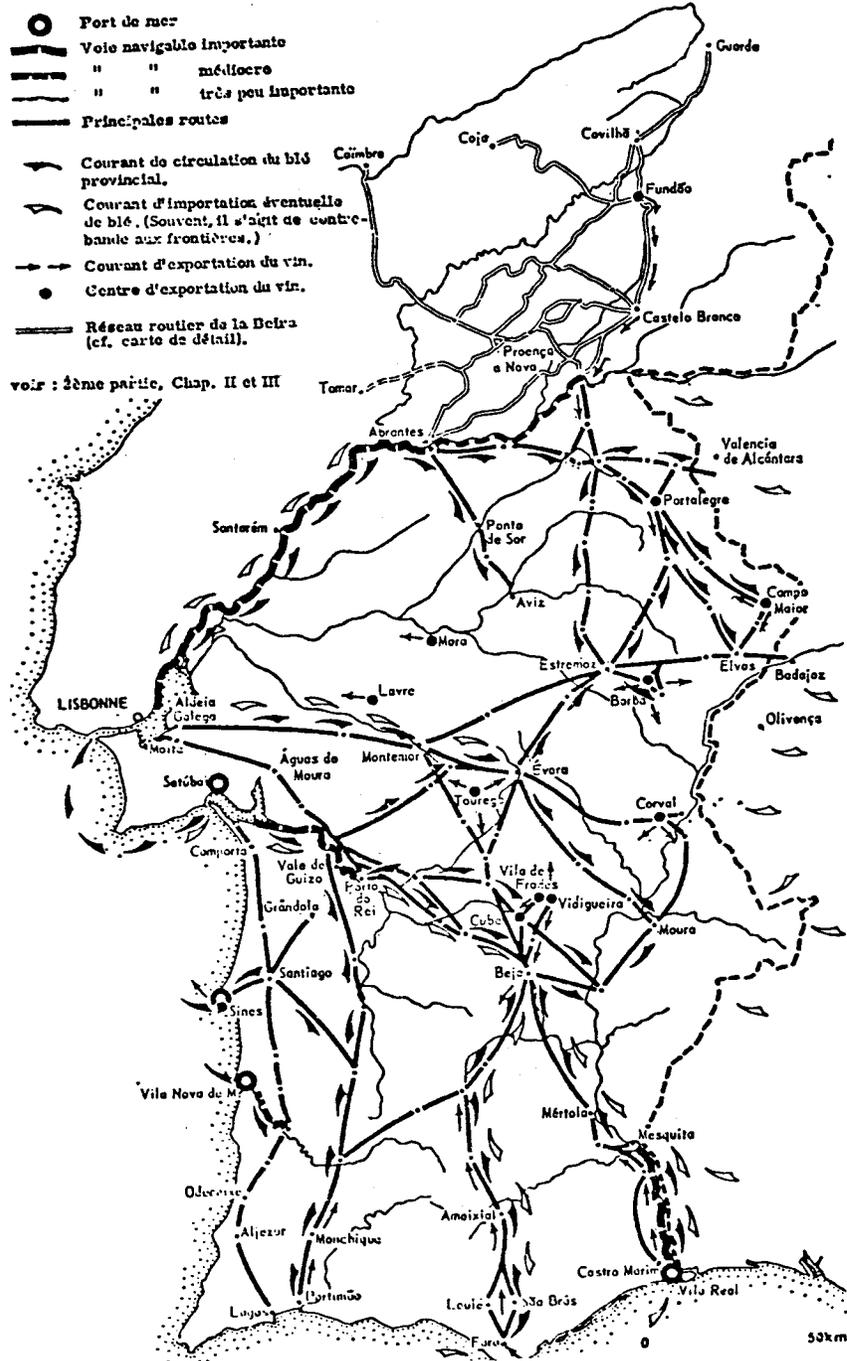
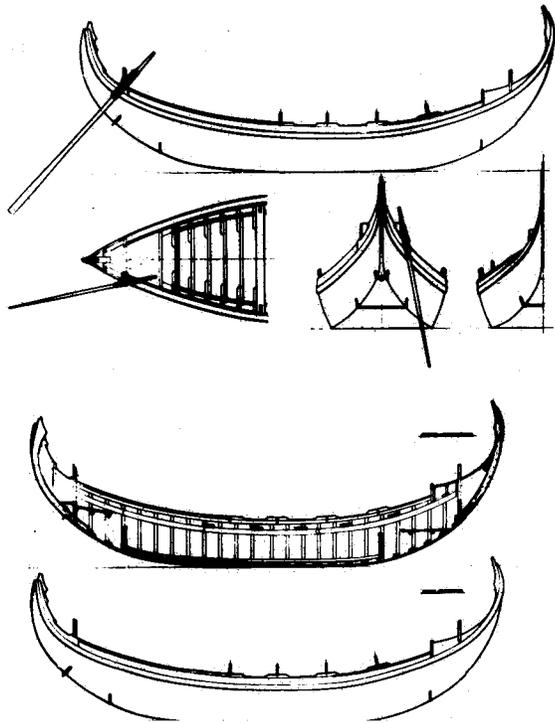


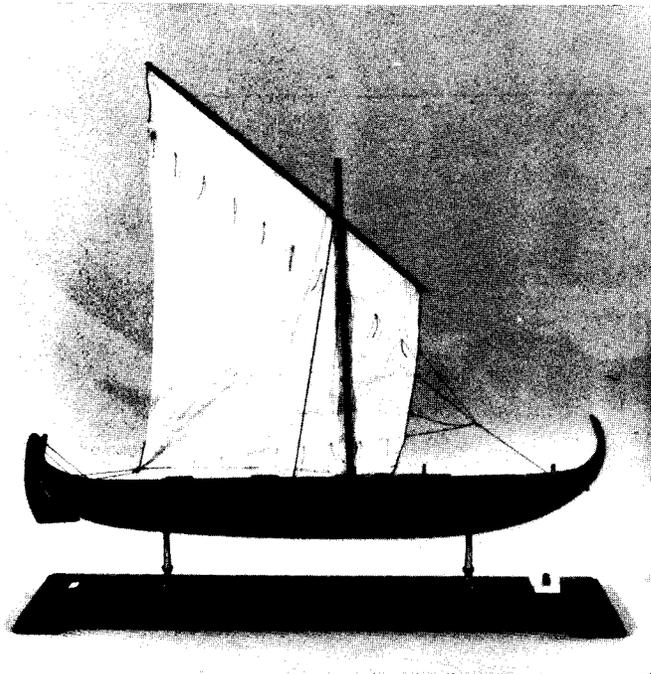
Fig. 4 — Estradas, transporte por água e correntes de trocas no Alentejo (fim do século XVIII, mapa 15 da ob. cit. de A. Silbert).



- Barcos de tábua trincada
- *Barcas* quadrangulares
- ⊕ Jangadas
- Formas ocasionais
- ≈ *Masseiras*
- *Canoas de Tábuas* de tipo mesopotâmico
- ⊕ *Lanchas* de feição nórdica
- ⊕★ *Barcas* mediterrânicas de duas proas
- ★ *Barcos* de popa cortada
- H *Barcos* do tipo de Mérida

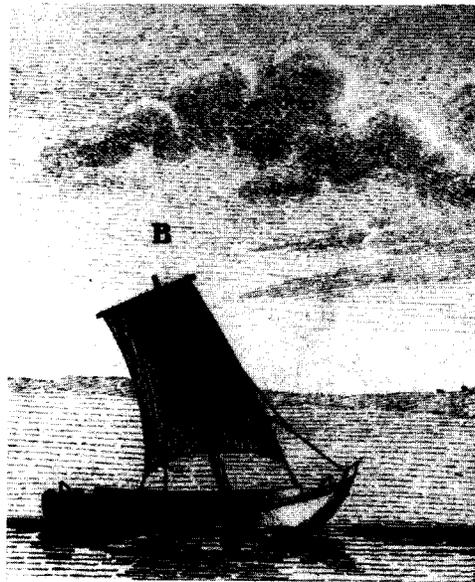
Fig. 5 — Mapa da distribuição das embarcações tradicionais portuguesas (século XX, de *Comentários Técnicos da Tese do Moçarabismo Náutico*, do autor).





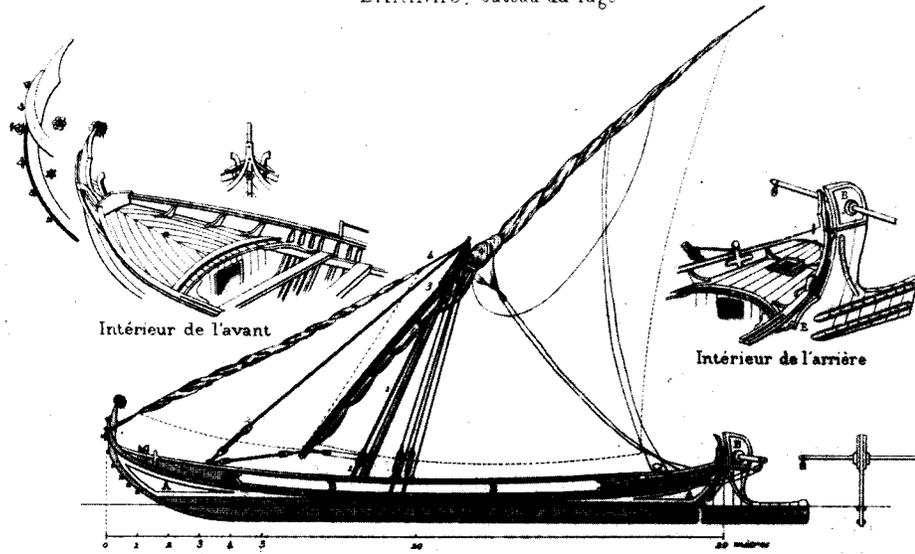
▲
Fig. 10 — Barco Ílhavo: modelo da coleção Seixas (Museu de Marinha).

Fig. 9 — Şaveiro do Tejo: reprodução de Rödning da gravura 20-B do *Caderno* de João de Souza.



◆
Fig. 11 — Varino do Tejo: comprimento 20m (planos de R. Monléon, repr. por A. Pâris).

BARINHO, bateau du Tage



L'étrave est garnie d'une bande de fer tenue par des clous en fer forgé, très rustorés, elle porte une coiffe de laine bleue ou rouge. Les voiles sont presque toujours teintées par le tanin en ocre rouge ou jasme foncé.

A. Bleu avec liston blanc ou blanc avec liston bleu et rouge. B. Vert avec petit liston blanc. Carène noire. La tête du gouvernail, vert entouré de blanc, le grosseau rouge, le reste galbotté jusqu'à la flottaison, en dessous noir. Long. totale 20 m. Larg. en dedans 3 m. 8. Haut. du plat-bord sur quille, 1 m. 20.

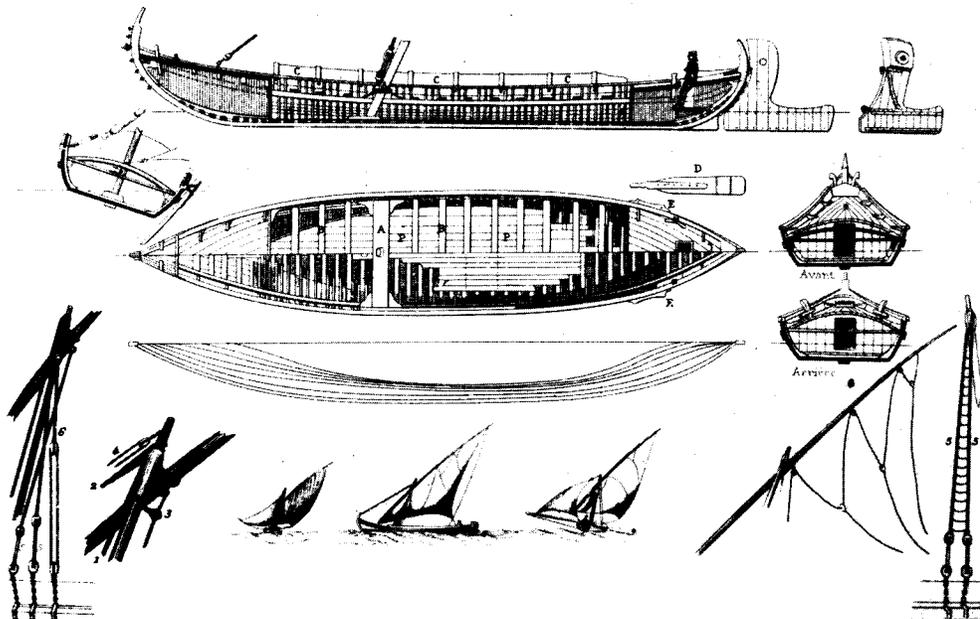


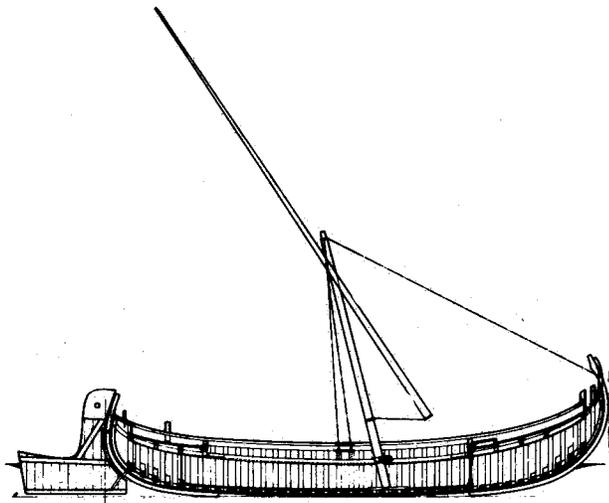


Fig. 12 — *Bateis d'agua acima*: reprodução de Rödning da gravura, 7 do *Caderno* de João de Souza.

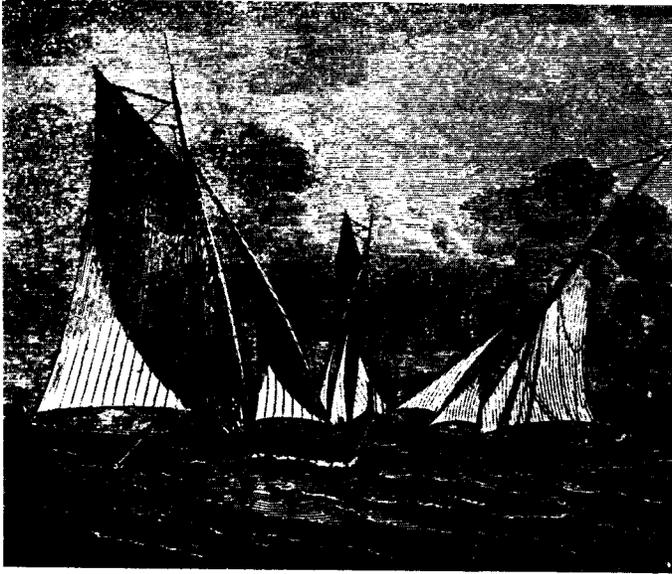


Fig. 13 — *Saveiro, Alijo, Sávara*: de «Marinha do Tejo». p. 325.

Fig. 14 — *Monaio* ou *Culé*: (planos de J. Rodrigues dos Santos, Arquivo do Museu de Marinha).







▲ Fig. 15 — *Varino* (modelo do século XIX) e *Monaio*; de «Marinha do Tejo» cit. p. 381.

◆ Fig. 16 — *Varino* navegando à vela (fotografia do autor, tirada no Barreiro).

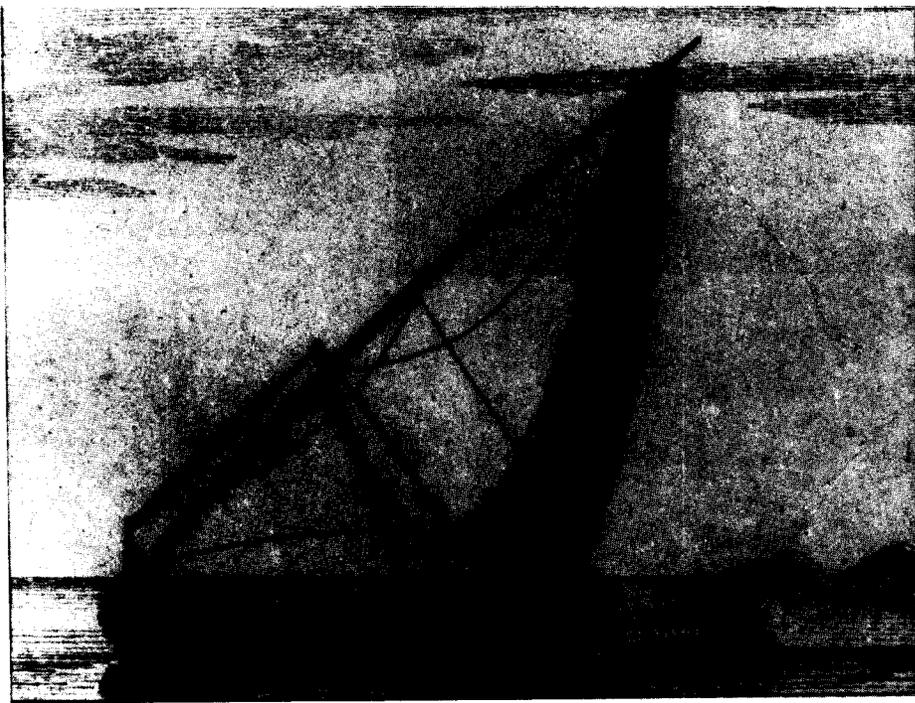
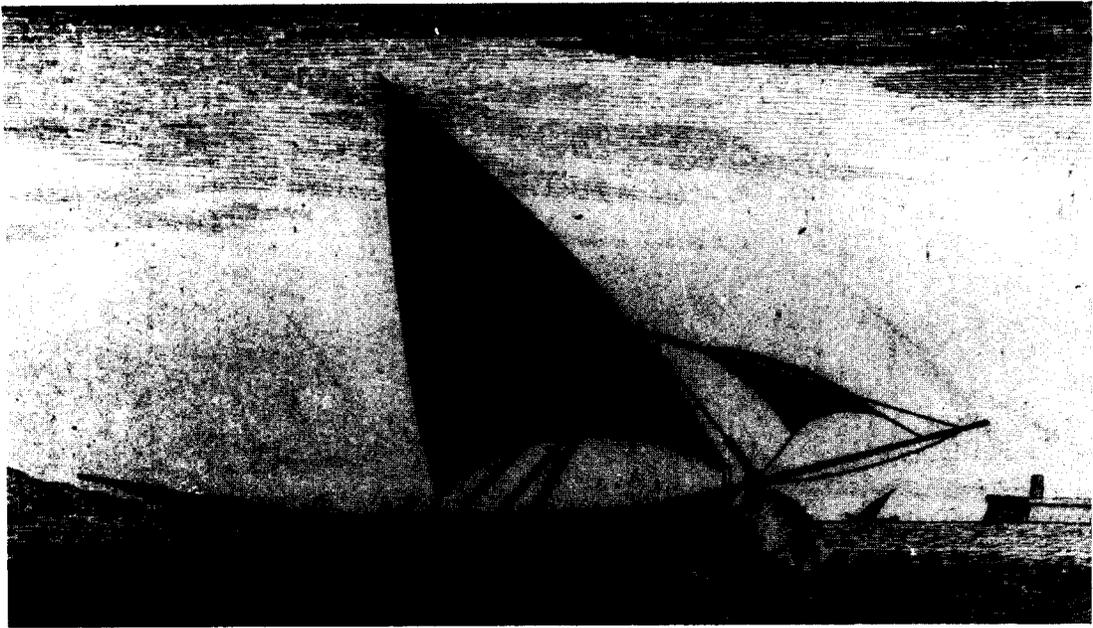


Fig. 17 — *Barco de Riba Tejo*: repr. de Røding da gravura n.º6 do *Caderno de João de Souza*.



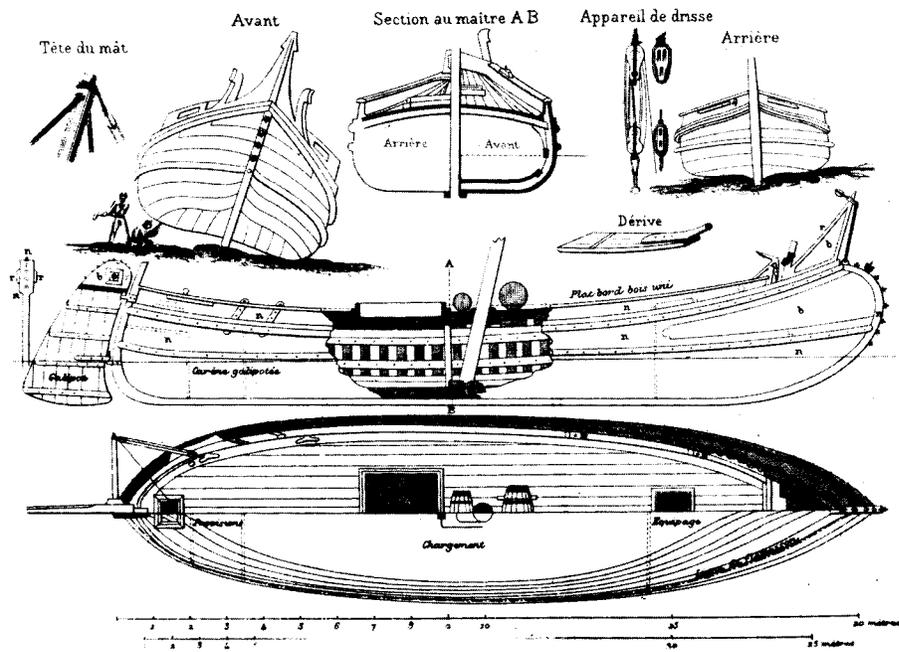
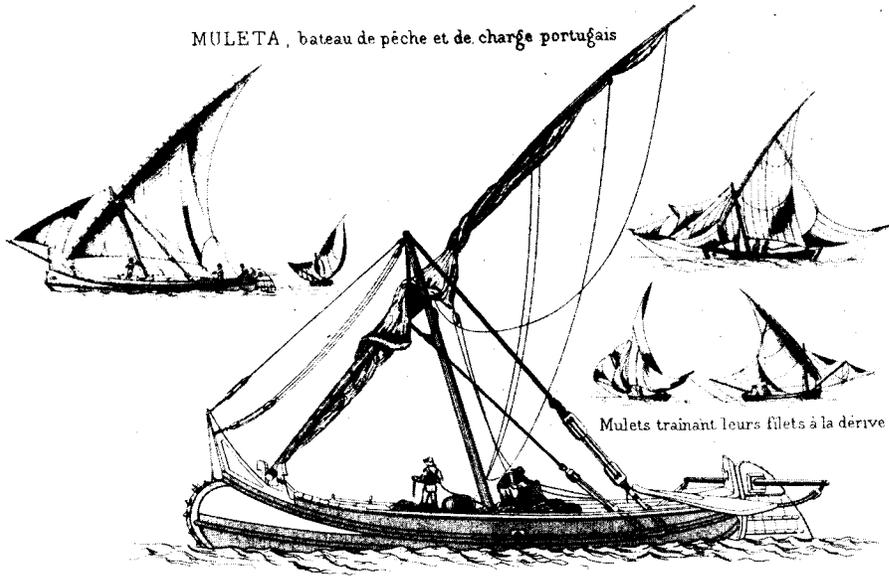
g. 18 — *Muleta*: fotografia do início do século XX.

g. 19 — *Muleta*: repr. de Rödning da gravura n.º 18 do *Caderno* de João de Souza.



BATEAUX DU TAGE dessinés et mesurés à Lisbonne par M^rRaphael M

MULETA, bateau de pêche et de charge portugais



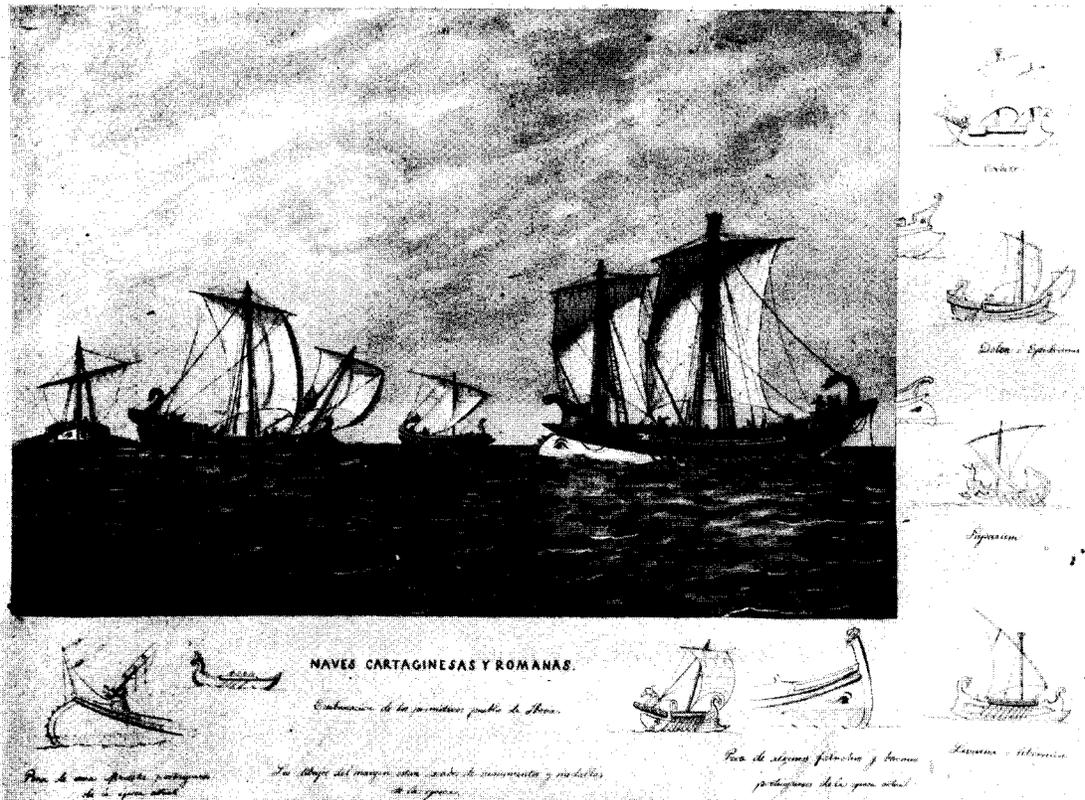


Fig. 21 — «Naves Cartaginesas y Romanas», pintura de R. Monleón (repr. por cortesía do Museu Naval de Madrid).

◆ Fig. 20 — *Muleta*: planos por R. Monleón, repr. por A. Pâris, ob. cit. (comprimento, 20 m).

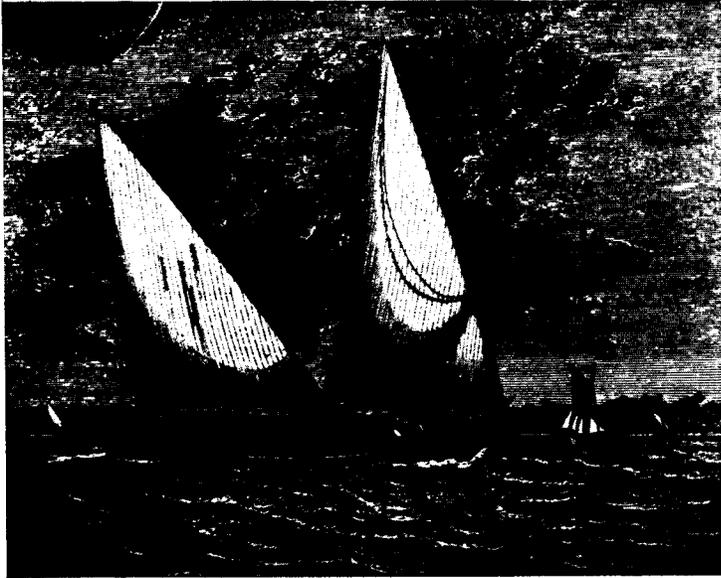
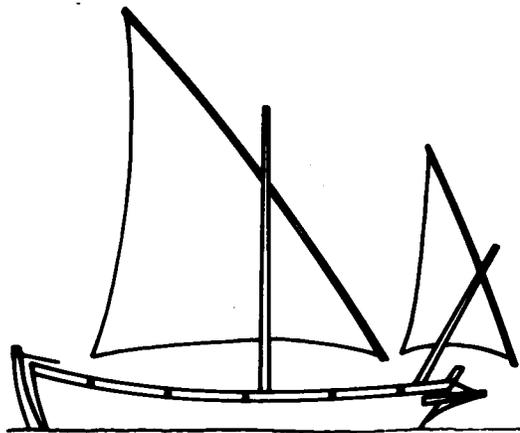


Fig. 23 — *Barco de Moinho*: de «*Marinha do Tejo*», cit., p. 69.

Fig. 22 — *Bateu*, século XVII (in ob. cit. E. Rieth).

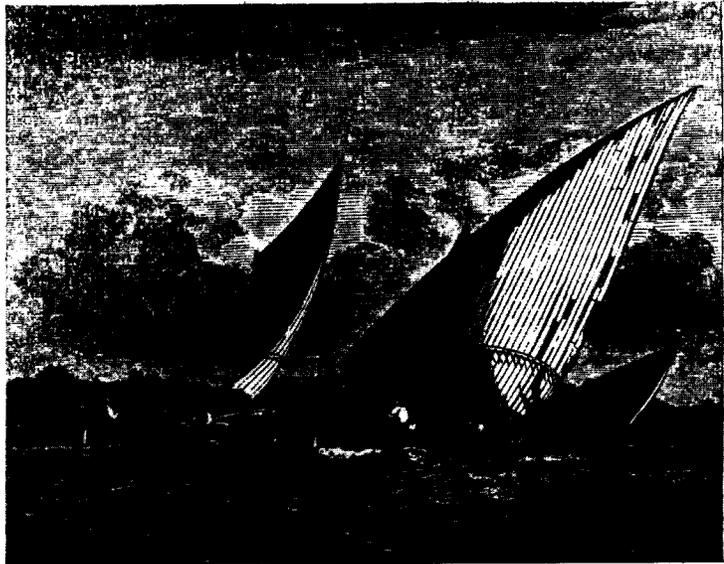


palangrié XVII^e s.



Fig. 24— *Falua*: de «Marinha do Tejo», cit., p. 261.

Fig. 25— *Bote Cacilheiro e Catraio*: de «Marinha do Tejo»,
cit., p. 248.



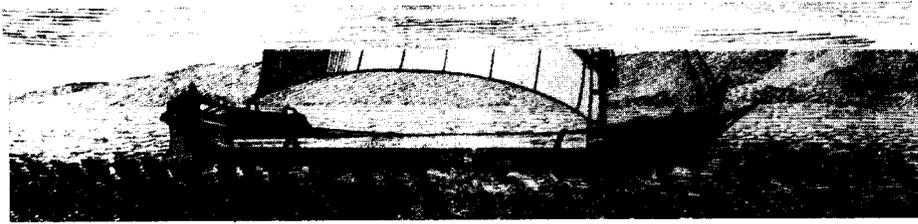
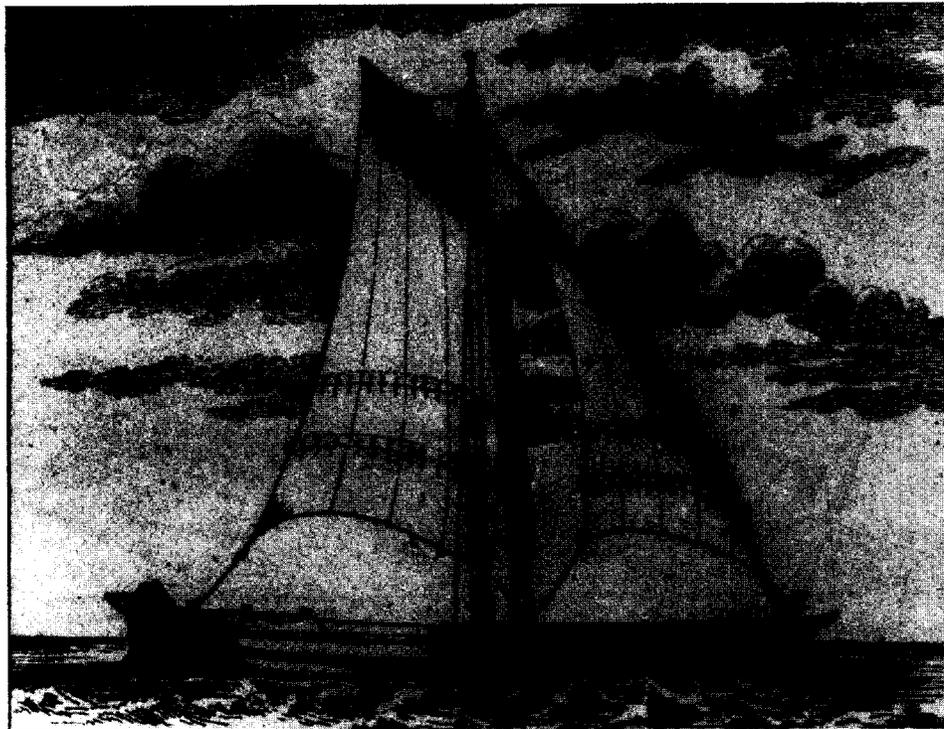




Fig. 28 — *Fragata*: fotografia do autor, tirada em 1961



Fig. 29 — *Bateira murtoseira* do tipo das canoas de tábuas do tipo mesopotâmico (foto do autor).



◆ Fig. 30 — *Bateira*: repr. de Rödning da gravura n.º8 do *Caderno* de João de Souza.

◆ Fig. 31 — *Bateira* (século XIX): desenho n.º17 in ob. cit. A. J. Pinto Basto.

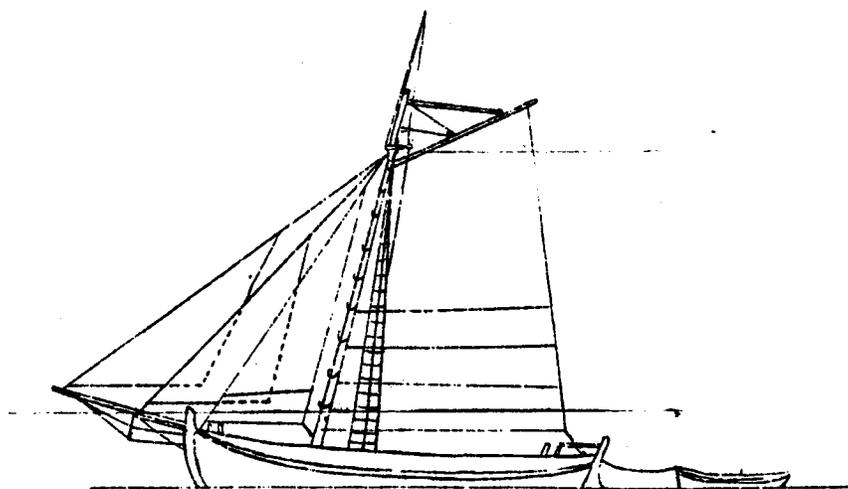


Fig.17. Bateira

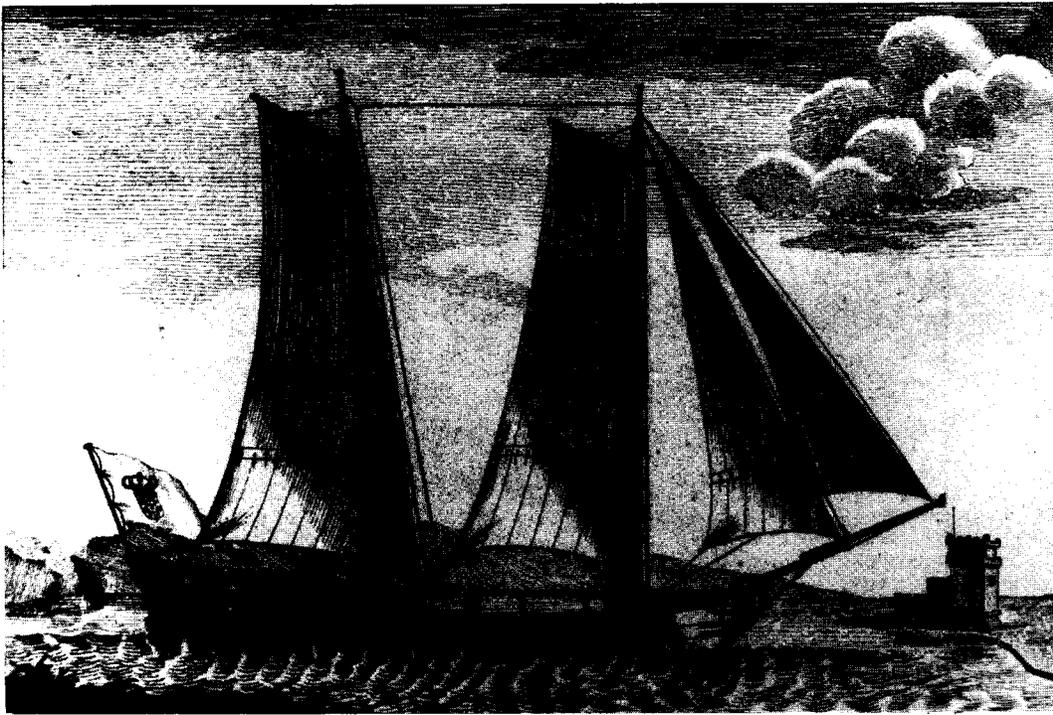
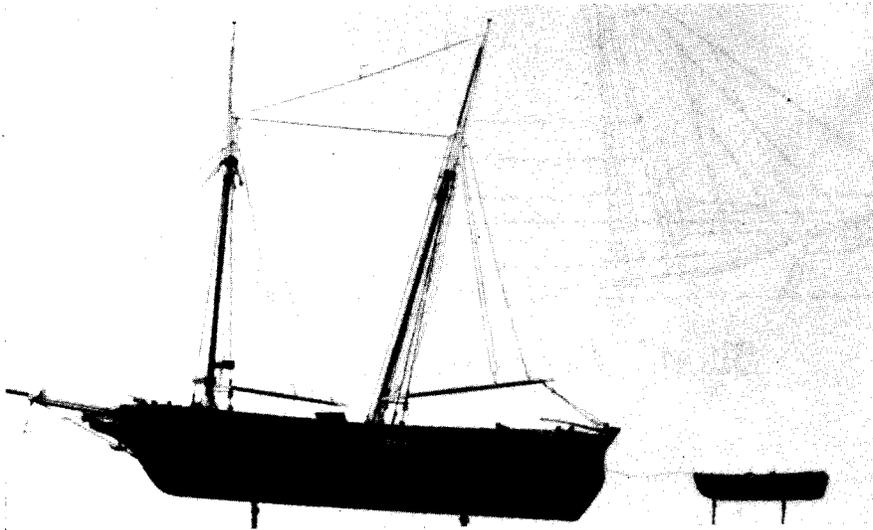


Fig. 32 — *Hiate*: repr. de Rödning da gravura n.º 1 do *Caderno* de João de Souza.

Fig. 33 — *Iate*: modelo da colecção Seixas (Museu de Marinha).



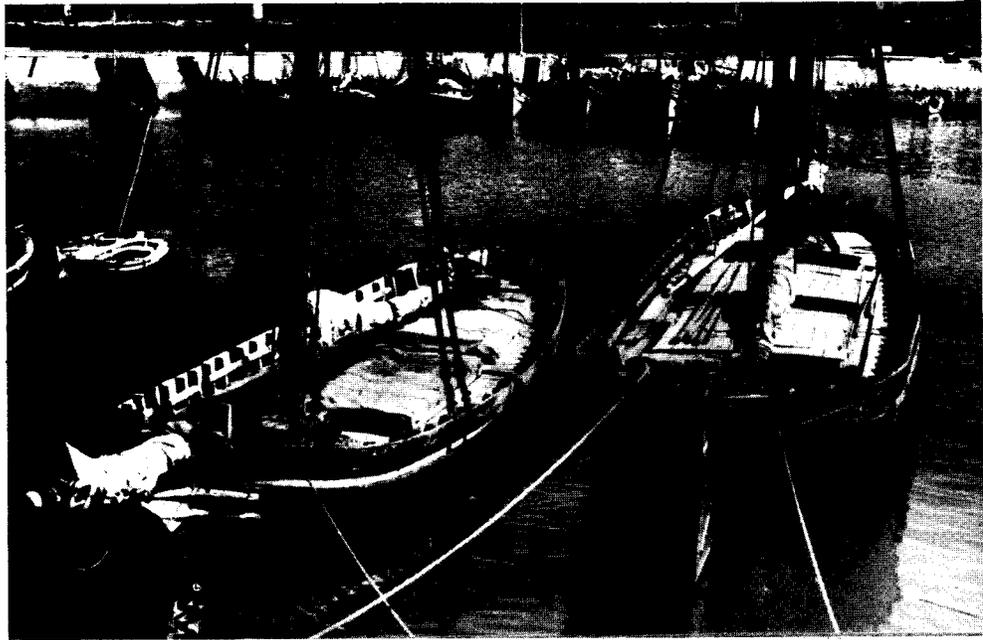
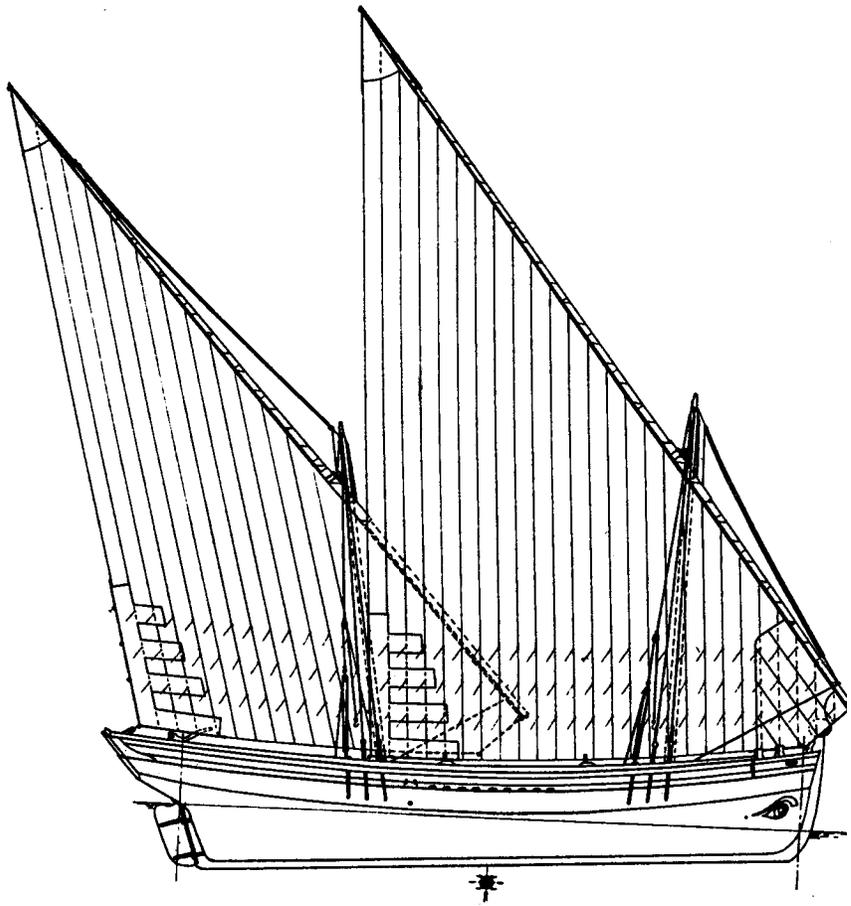


Fig. 34 — *Iate* (à direita) e *laitau* (à esquerda): fotografia do autor.



▲ Fig. 35 — *Caíque*: repr. de Røding da gravura n.º 14 do *Caderno* de João de Souza.

Fig. 36 — Vista lateral dum caíque actual (reconstituição de Alfredo Barroca). ▶



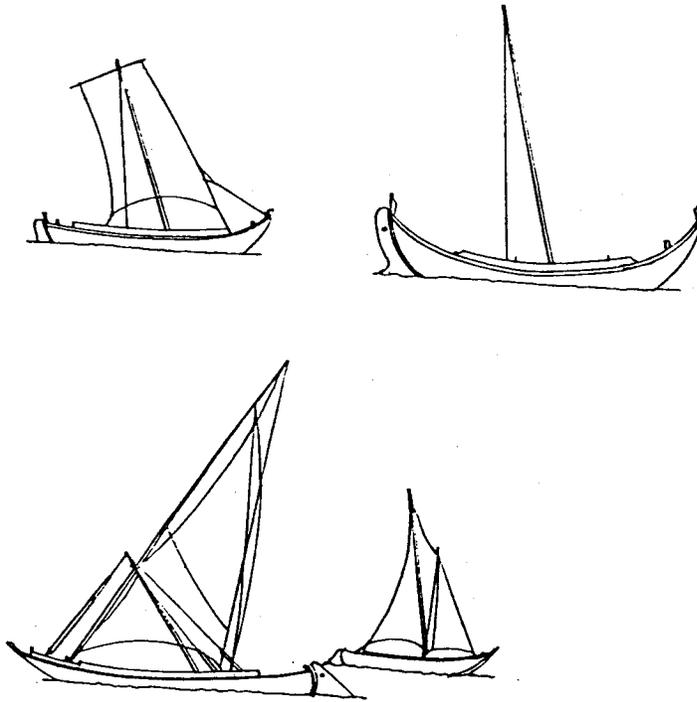
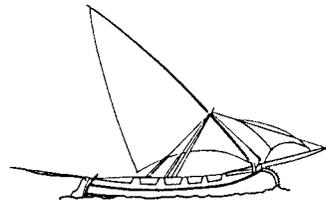
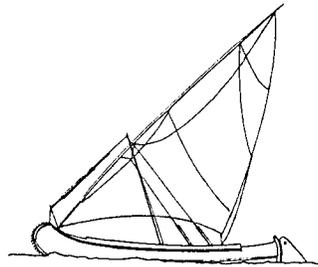
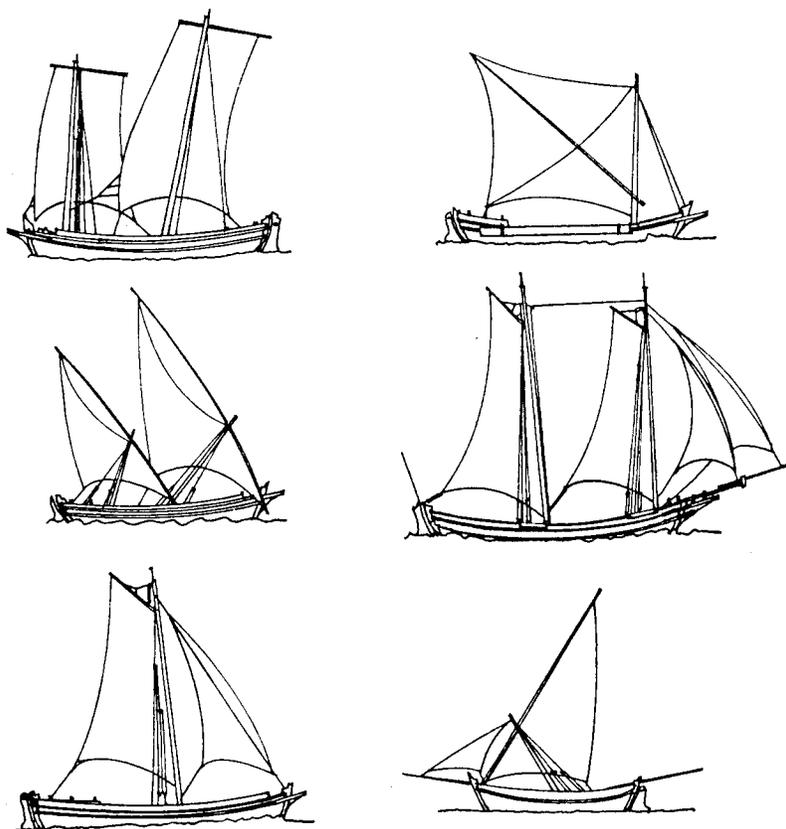


Fig. 37 — *Saveiro* do Tejo e *meia-lua* (saveiro) da (Costa) Caparica: *batel* de água acima (respectivamente da esquerda para a direita e de cima para baixo): conforme doc. de João de Souza (des. de O.L. Filgueiras).

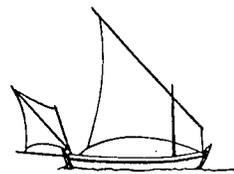
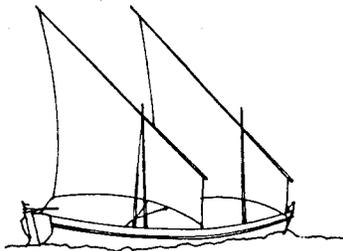
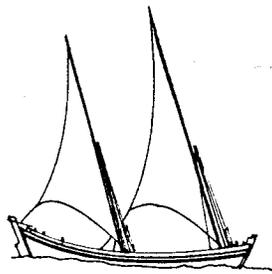
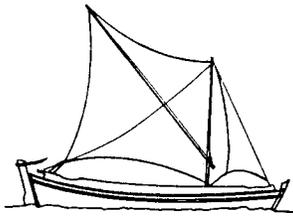
Fig. 38 — O barco de riba Tejo e a muleta (em cima; e em baixo); id. ib.

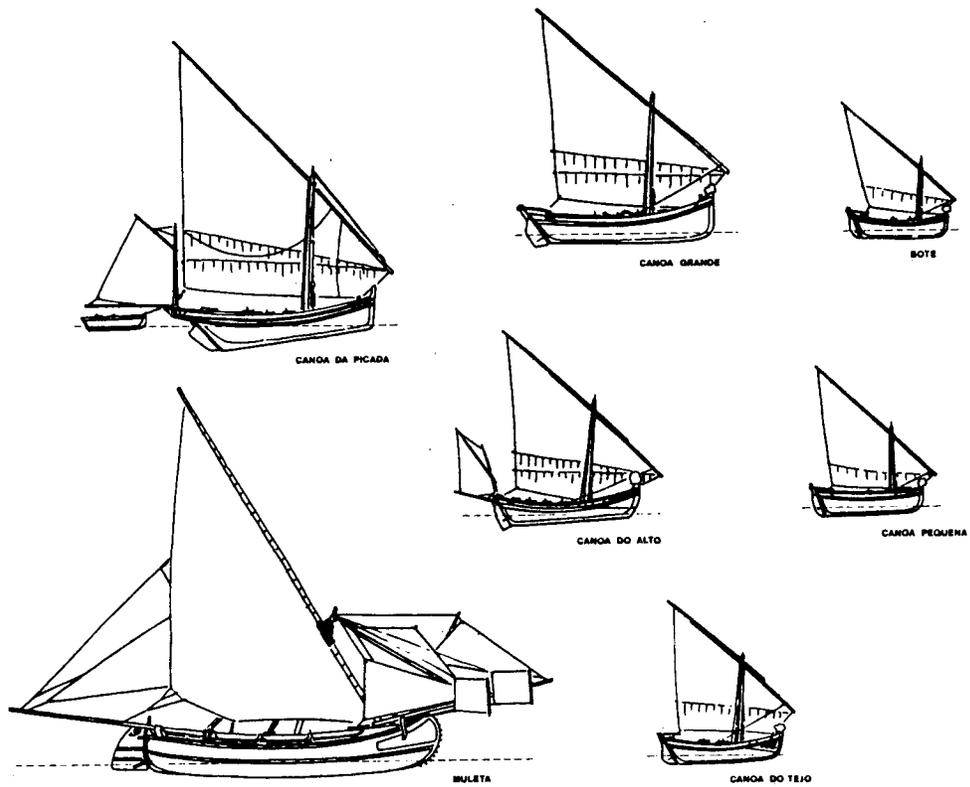




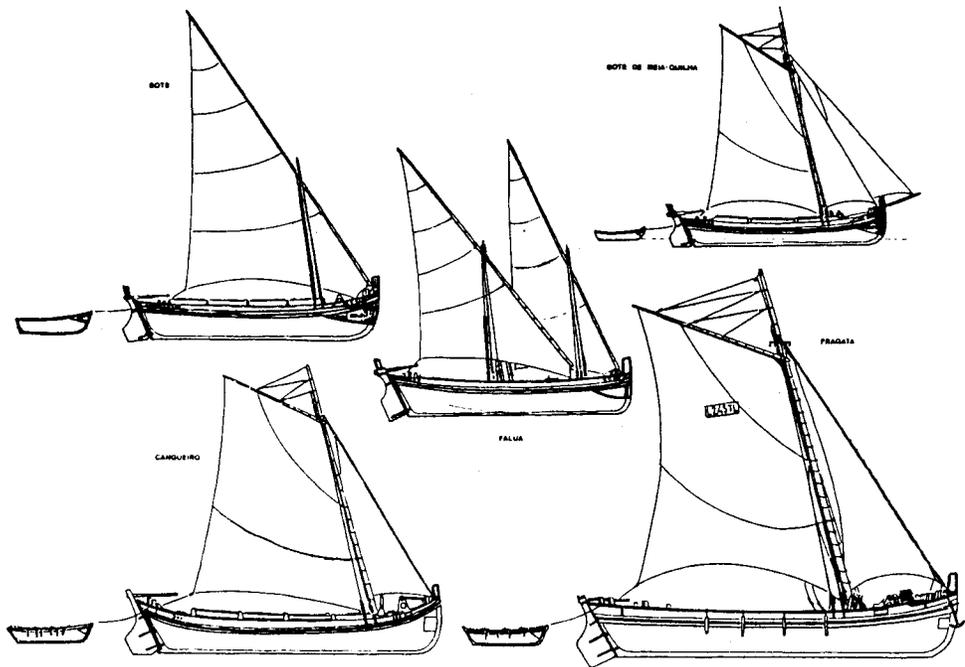
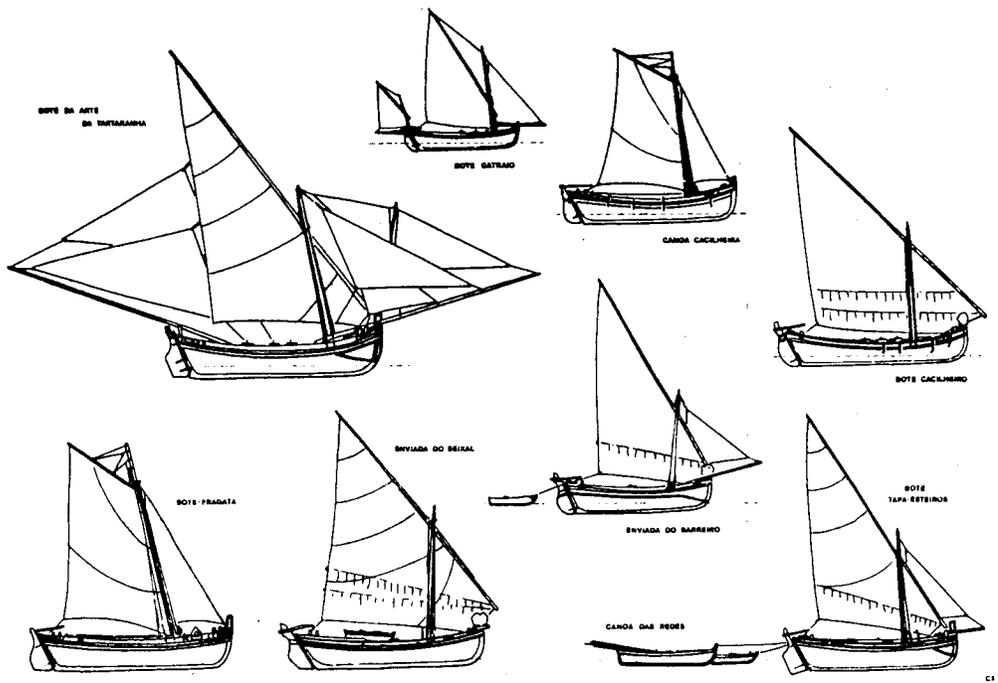
▲ Fig. 39 — *Barco cacilheiro e barco dos moios; barca da Aldeia Galega (= barco dos moinhos = barco da Ericeira = barco de Sesimbra = barco de Cascais) e lancha do alto; bateira de Porto Brandão e batel* (da esquerda para a direita e de cima para baixo): id. ib.

Fig. 40 — *Fragata, fragata d'Alcochete, falua e catraio* (de cima para baixo e à direita): id. ib. ▶





Figs. 41, 42, 43 — Barcos do estuário do Tejo (séculos XIX-XX): desenhos da ob. cit. de Manuel Leitão (repr. por amável deferência do autor).



Execução gráfica:
Instituto Hidrográfico
Lisboa — 1985

As Relações Internacionais antes de Hugo Grotius

*Comunicação apresentada pelo Comandante E. H. SERRA
BRANDÃO na Academia de Marinha, em 24 de
Abril de 1983.*

A ideia, que se deve a Aristóteles, de que o homem é um animal político exprime o anseio deste em formar sociedades organizadas em que se distinguem os governantes e os governados e em que existem regras de conduta obrigatórias entre os elementos que as compõem.

O homem, pela sua própria natureza, é essencialmente sociável e nunca foi encontrado, ao longo da História, que não fosse em estado de associação. Mas essa associação revestiu-se de diferentes aspectos, tanto em dimensão, desde a família ao estado, como em organização, desde as sociedades incultas, grosseiras e bárbaras, onde não existem normas reguladoras das suas relações, até às sociedades organizadas, cultas e civilizadas, regidas por normas tornadas obrigatórias no interesse do bem comum. As tribos de Beduínos, as hordas do Turquestão, os cafres da África do Sul, os americanos do antigo Farwest, são exemplos do primeiro tipo de sociedades; as sociedades contemporâneas assentes em Estados de direito, onde se respeitam os direitos do homem, são exemplos das segundas.

Antes de serem normas de direito, estas normas reguladoras das relações sociais foram normas de religião ou de moral, cuja obrigatoriedade precária provinha da força do sobrenatural, do respeito próprio ou da pressão do meio social em que os indivíduos se inseriam.

O que se diz da natureza do homem em matéria de espírito associativo não pode contudo, por dificuldades de comunicação, dizer-se a respeito das tribos ou das nações. As relações entre estas começaram por ser esporádicas, apenas com vista à apropriação de territórios, de mercadorias e de escravos,

e só muito lentamente e em fase muito recente com o desenvolvimento das trocas comerciais, especialmente após a revolução industrial, se começaram a estabelecer relações de carácter regular e permanente; assim se formou uma comunidade de interesses que conduziu à necessidade do estabelecimento de normas reguladoras dessas mesmas relações.

Recorde-se a este respeito o que, no séc. XVI, dizia Francisco Suarez no seu passo justamente célebre e muitas vezes citado: «embora cada cidade independente, cada república, e cada reino constitua por si uma comunidade perfeita formada pelos seus membros, cada uma destas comunidades é também, de certa forma, membro do conjunto que é o género humano. Pois estas comunidades nunca podem separadamente bastar-se a si próprias, sem necessitar de auxílio recíproco, de associação, de união, quer para o bem-estar e utilidade de todas, quer por necessidade ou carência normal. Necessitam portanto de direito que as dirija e as ordene por forma adequada neste género de relação e de sociedade».

O conjunto de regras de direito que, ao longo dos últimos trezentos anos, foi possível fazer aceitar pela comunidade internacional, como normalizadoras das suas múltiplas relações, pode dividir-se em dois grandes grupos: as normas que, no interesse comum, regulam aspectos dessas relações que são de natureza predominantemente técnica, onde os progressos se podem dizer espectaculares, como, por exemplo, no âmbito das comunicações, dos transportes e da energia, segurança do trânsito e da navegação, pesos e medidas, letras e cheques, saúde e ecologia, protecção da propriedade intelectual e industrial, normalização e estatística, supressão de tráficos ilegais, trabalho e emigração; e as normas cuja formação e finalidade sofrem a influência de uma pesada carga política, onde o muito que já se progrediu está longe de corresponder, na prática, aos nossos anseios de ordem e de paz, como são as restrições à soberania, a definição de fronteiras, os direitos do homem, o conceito de agressão, as limitações ao armamento, a aplicação de sanções, a ocupação e a jurisdição dos espaços territoriais.

Foram sobretudo o progresso e a difusão dos meios de comunicação que imprimiram o extraordinário desenvolvimento que hoje tem o direito internacional em tempo de paz; foi basicamente o aumento do poder destrutivo das armas que originou, no interesse comum, o relativo progresso que, só a partir do fim do séc. XIX, teve o direito internacional em tempo de guerra. É nos séc. XVII e XVIII que surgem no pensamento europeu as grandes linhas filosófico-políticas que fundamentarão o mundo moderno: as obras de Copérnico na Astronomia, de Maquiavel na Política e de Grotius no Direito marcam uma revolução ideológica e conceptual onde se desenham já as grandes correntes contemporâneas. E se é verdade que o Tratado de

Vestefália, que em 1648 pôs termo à Guerra dos Trinta Anos, se pode considerar como referência da origem do direito internacional, o certo é que só a partir do Congresso de Viena, em 1815, surgiu a fase do «direito escrito», ou seja, o que hoje se considera a «nova era» do direito internacional.

Como escreveu Ortolan, no século passado, em «La Diplomatie de la Mer»: «O admirável resultado das grandes associações humanas é a marcha incessante para o melhor. O homem não deve ser separado das suas obras e a experiência mostra que, reunido em sociedade com os seus semelhantes, como exige a sua natureza, as suas obras, os seus actos, os seus princípios, as suas leis, são susceptíveis de aperfeiçoamento e progridem sempre, ainda que irregularmente, com intervalos de recuo e períodos de perturbação, no caminho do progressivo aperfeiçoamento».

*
* *

Contrariamente ao pensamento de Montesquieu, somos de opinião de que não há na Humanidade uma ideia nata de direito internacional. A comprová-lo estão os milhares de anos em que mesmo os povos vizinhos, em estado de permanente e mútua desconfiança, se limitavam a relações esporádicas que se traduziam, quase sempre, em agressões recíprocas. A ideia de que um estrangeiro era um inimigo deixou vestígios nas civilizações da Antiguidade Oriental e da Antiguidade Clássica: o estrangeiro chegou mesmo, entre os povos primitivos, a não ser considerado um ser humano e o próprio Aristóteles comparava a uma caçada a guerra, que entendia legítima, contra os estrangeiros que se não submetiam.

Há, todavia, manifestações de direito internacional a partir do quarto milénio a.C., ou seja, do aparecimento da história documental. O primeiro tratado, de que se tem conhecimento, foi firmado, por volta do ano 3100 a.C., entre as cidades-estados mesopotâmicas de Lagash e Umma; redigido em escrita sumérica e sob a forma de inscrição num momento, foi descoberto na primeira década do nosso século. Embora a designação de «estado» para as duas comunidades seja pretensiosa, o facto é que elas se tinham envolvido em guerra e o tratado pronunciava-se pela inviolabilidade das suas fronteiras, o que foi aceite pelos vencidos, os homens de Umma. Escritores há que sustentam que o tratado de Lagash-Umma continha uma cláusula de arbitragem, o que, a ser verdade, faria da arbitragem uma das mais venerandas instituições da Humanidade.

Tanto quanto se sabe, entre o tratado de Lagash-Umma e o que se lhe seguiu, e de que há provas documentais, medeia um período de mais de um

milénio. Existe notícia de textos de considerável número de tratados, em que são partes, principalmente, os egípcios ou os hititas, preservados em placas de argila ou em monumentos, a partir do segundo milénio a.C.. Os antigos Judeus também surgem nos primórdios do direito internacional com tratados rodeados de símbolos religiosos: o Deuteronómio, por exemplo, contém aquilo que são, provavelmente, os cânones escritos mais antigos sobre a proibição de, mesmo em tempo de guerra, se matarem mulheres e crianças. Mas estes cânones, aliás bastante severos, nada tinham a ver com o direito internacional, pois destinavam-se a «consumo interno» do próprio povo judaico.

Foram recentemente publicados alguns estudos sobre o chamado direito internacional da antiga Índia e da China, mas apenas descrevem práticas e acontecimentos históricos que pouco revelam do que possa considerar-se direito internacional, ainda que com muito boa vontade e no sentido mais lato do termo. É o caso de documentos chineses datados do ano 2500 a. C., onde se encontram, vagamente, a enumeração das obrigações a ter com os povos estrangeiros, a condenação das guerras «para as quais não exista razão» e acordos internacionais relativos à neutralização de territórios e à protecção de espécies animais raras. Alguns escritos filosóficos chineses contêm observações sobre o cumprimento de tratados e aplicação de sanções internacionais e, até, a ideia da «Grande União dos Povos», que se deve a Confúcio.

Como há muito se sabe, o Código Hindu de Manu, compilado por volta do ano 100 a.C., revela um notável grau de humanidade, se não de brandura, em matéria de actos de guerra; segundo ele, curiosamente e a título de exemplo, um guerreiro que se preza não ataca um inimigo que esteja a dormir, ou nú, ou que tenha perdido a sua armadura.

Os tratados, invariavelmente envolvidos por símbolos religiosos e associados a sanções e cerimoniais religiosos, marcam o período inicial da história documental do Oriente e são quase sempre tratados de paz.

*
* *

Os Gregos entraram no domínio da História no primeiro milénio a.C. e muito em breve floresceu uma extraordinária, elevada e multifacetada cultura que se tornou fonte inesgotável de inspiração para as gerações vindouras e que viria a constituir um dos principais substratos da civilização europeia. Embora a visão grega, no plano internacional, tenha sido limitada, foram, apesar disso, firmados alguns tratados entre comuni-

dades gregas e não-gregas, sem prejuízo de os Gregos terem considerado os não-Gregos como bárbaros e inimigos, predestinados a servi-los como escravos.

Talvez que a expressão mais nítida de coesão política no mundo Helénico resida nos inúmeros e variados tratados estabelecidos entre as cidades gregas: um conjunto tão elaborado de acordos políticos, tratados de paz, alianças e confederações não aparece, a nível internacional, antes do séc. XIX. Note-se que um estado grego, mesmo na ausência de acordo escrito, concedia frequentemente aos cidadãos de outro estado grego direitos iguais ou, pelo menos, protecção especial — sinal evidente de um sentimento de «consanguinidade» ou «nacionalidade», que vamos reencontrar na Europa do «mercado comum».

Mas a característica mais notável da Grécia Antiga neste domínio foi o recurso à arbitragem, utilizada em disputas de fronteiras, direitos sobre cursos e nascentes de água e noutros actos de direito público. Este terá sido o aspecto mais brilhante do direito grego «internacional», se assim se lhe pode chamar. Contudo, segundo Nussbaum — especialista da história do direito —, os escritores têm exagerado muito quanto à importância da arbitragem na Grécia Antiga, aparentemente no bem intencionado propósito de oferecer um exemplo respeitável a seguir pela comunidade internacional dos nossos tempos.

Relativamente à atitude da Grécia para com a prática da guerra em geral, nada mais significativo do que algumas observações atribuídas a Sócrates por Platão segundo as quais aquele sugeria que se limitasse o conceito de guerra às lutas contra os bárbaros, pois as travadas entre Gregos, dizia, não eram guerras mas sim «desordens ou discórdias», que, quando não pudessem ser evitadas, deveriam ser conduzidas com moderação. Na realidade, há muita notícia sobre acções de contenção e clemência em disputas armadas entre Gregos, mas é difícil encontrar algo a que possa chamar-se «direito da guerra».

Como se sabe, as grandes e diversificadas aptidões dos Gregos Antigos não abrangem um talento especial para o pensamento jurídico, mas, paradoxalmente, as ideias romanas em assuntos relacionados com o direito internacional vieram a recolher a influência da filosofia grega, convertendo-se assim o pensamento grego, indirectamente, num verdadeiro fermento da evolução do direito das gentes.

Em contraste com a Grécia, o direito foi na Roma Antiga um dos pontos mais altos da sua cultura. O direito privado romano, tal como compilado e legado à posteridade pelo «corpus juris civilis» do imperador bizantino Justiniano, alcançou fama imortal e constitui o segundo dos prin-

cipais substratos da civilização europeia. A Roma Imperial tinha porém, em contrapartida, pouco interesse pelas convenções internacionais, visto que as suas legiões impunham a paz e a lei romana no universo ocupado.

Tal não impediu que os imperadores dos séc. II e III da Era Cristã estabelecessem acordos com as nações vizinhas, para a abertura das fronteiras em locais e datas determinados, com o objectivo de se efectuarem trocas comerciais. O primeiro e mais importante acordo deste tipo foi feito no ano 175 entre Marco Aurélio e a tribo germânica de Marcomanni. Embora aquilo a que se pode chamar o direito internacional tenha uma expressão mínima entre os Romanos, a extraordinária força e grandeza do seu génio jurídico não deixam de manifestar-se também neste domínio: os Romanos apreenderam, antes de quaisquer outros, a diferença entre o estabelecimento de um acordo internacional e a sua ratificação, a ponto de admitirem a pena de extradição para aquele que, em nome do imperador romano, assinasse acordo a que o Senado viesse a negar ratificação. Reconheceram também a inviolabilidade dos embaixadores e as relações entre o Império Romano e os reinos asiáticos e africanos instituíram fórmulas de protectorados quase modernas.

Curiosamente, pouco se podendo dizer quanto à prática do direito internacional pelos Romanos, a eles se deve a designação corrente de «direito das gentes», que é a tradução literal do romano «jus gentium». Esta expressão aparece por oposição a «jus civile» e a sua evolução simboliza o liberalismo romano para com a cultura estrangeira; mas este «jus gentium», contrariamente ao que muitos pensam, nada tinha a ver com o moderno «direito das gentes», que, como sabemos, é o conjunto de normas que regulam as relações entre estados independentes. A expressão «jus gentium» designava normas que, formalmente, são de direito romano ou, como hoje diríamos, de direito interno.

*

* *

Não foi ainda o clima medieval do mundo ocidental que veio favorecer o progresso das relações internacionais, embora a Idade Média tenha conhecido problemas e instituições do direito internacional moderno, como os conceitos de arbitragem, tréguas e armistício, a teoria das represálias, as noções de fronteira e de mar territorial.

A Igreja, ao longo dos séculos, desenvolveu um sistema jurídico específico — o direito canónico — que, reunido em várias colectâneas nos finais da Idade Média, constitui o que veio a chamar-se «corpus juris

canonici». O direito canónico não era «nacional» nem «internacional», mas sim «supranacional» ou mesmo «universal», por ser aplicável a todo o mundo cristão, sem consideração de fronteiras.

Os papas, invocando a sua missão divina, reivindicavam um poder arbitral supremo sobre todos os cristãos, teoria que veio a concretizar-se na prática quando, em 1298, Eduardo I de Inglaterra e Filipe IV de França pediram a intervenção do Papa Bonifácio VIII numa disputa. O auge foi, porém, atingido com a teoria que considerava o Papa o senhor supremo da Terra e com base na qual Alexandre VI levou a cabo a divisão do Novo Mundo entre Portugal e a Espanha em 1493.

Além do Papa, e muitas vezes em conflito com ele, era o imperador que representava a autoridade suprema e universal no mundo ocidental. E a dignidade máxima e a prioridade diplomática do imperador eram reconhecidas em todo o Ocidente na Idade Média, muito embora antes do séc. XII o título de imperador tivesse sido algumas vezes usurpado por «pequenos e médios» governantes.

A evolução do direito internacional foi, assim, na Idade Média contrariada pelo direito «supranacional», eclesiástico e imperial; mas foi-o também pelo feudalismo. Todavia, apesar dos efeitos adversos dos direitos supranacional e feudal, o direito internacional, deixado à deriva, foi surgindo naturalmente nos países extra-império. Os tipos de tratados medievais então assinados reflectem claramente o espírito belicoso da época, pois predominam os tratados de paz, tréguas e alianças militares. Quem diria que uma destas alianças medievais — o tratado anglo-português de 1373 — viria a ser invocado seis séculos mais tarde, em 1943, quando, durante a II Guerra Mundial, Portugal pôs à disposição da Inglaterra as bases do arquipélago dos Açores?

Ao contrário do Império Romano do Ocidente, Bizâncio contribuiu de forma relevante para o direito internacional, através da elaboração e do aperfeiçoamento da prática da diplomacia e dos tratados. Contrastando com os imperadores ocidentais, os bizantinos eram frequentemente convidados a negociar acordos com os potentados vizinhos, principalmente com o rei da Pérsia, com os príncipes russos e búlgaros, as cidades-estados italianas, os califas de Bagdade e do Egipto e pequenos governantes muçulmanos: o poder absoluto do imperador conferia-lhe total autonomia nas relações externas.

A diplomacia bizantina foi-se organizando e desenvolvendo de tal maneira que se tornou um modelo para os países orientais e ocidentais. Vejamos um exemplo: os tratados eram elaborados por ambas as partes em duplicado, destinando-se uma cópia ao arquivo próprio de cada uma e o

outro exemplar, juntamente com a tradução autenticada, era trocado pelo assinado pela parte contrária. No tocante à substância dos tratados, a diplomacia dos imperadores do Oriente introduziu-lhes novos tipos de cláusulas. O comércio e a indústria florescentes de Bizâncio — durante séculos o centro comercial entre a Europa e a Ásia — levaram a um refinamento das convenções comerciais, de forma única e não ultrapassada até ao séc. XII.

Também os estados árabes, que desempenharam um importante papel nas relações internacionais da Idade Média, fizeram evoluir alguns conceitos que hoje constituem lei internacional. Reconheceram desde o séc. VII, e contrariamente a alguns estados no século XX, a inviolabilidade dos embaixadores e a necessidade de se respeitarem os tratados; souberam recorrer à arbitragem como meio de resolver divergências internacionais e os seus pensadores foram precursores de Montesquieu, Leibnitz e J. Jacques Rousseau em matéria de humanização da guerra: «o sangue das mulheres, das crianças e dos velhos não manchará a tua vitória».

O mundo islâmico e o mundo cristão defrontaram-se constantemente, mas nunca deixaram de assinar acordos nem de trocar produtos e conhecimentos. As cruzadas, especialmente, tiveram enormes consequências no desenvolvimento das relações internacionais.

Mas é o mar que está no âmago do desenvolvimento das relações entre povos diferentes e o direito internacional receberá daí o seu maior impulso.

*

* *

A tendência para a internacionalização manifestou-se na Idade Média, mais marcadamente, nos domínios dos direitos comercial e marítimo, incentivada primordialmente pela necessidade de intercâmbio de mercadorias, a que acrescia uma motivação secundária — o desejo dos governantes locais de aumentarem os seus réditos através dos direitos de importação e de trânsito sobre os mercados estrangeiros.

O direito marítimo — a essência do direito comercial antes da expansão dos caminhos de ferro e das estradas no séc. XIX — ajusta-se perfeitamente à circulação e intercâmbio cosmopolitas. É sabido que, em matéria de mar e de comércio marítimo, se estabeleceram normas legais com uma certa homogeneidade, consoante a pressão das necessidades, dos hábitos, das técnicas e das tradições. Neste domínio, o costume é a base da uniformidade, mas com o andar dos tempos, neste como em qualquer outro ramo, os costumes vieram a ser consagrados e clarificados pelos tribunais, pelos compiladores e pelos legisladores.

As regras consuetudinárias deram assim lugar, no Mediterrâneo, a uma codificação fragmentária, como no caso do Código Marítimo de Rodes, que data do séc. III ou II a.C. e foi aplicado quer pelos Gregos, quer pelos Romanos; à «Basilika», código marítimo bizantino, em vigor entre os séc. VII e XII no Oriente; à «Tabula Amalfitana», que, redigida no séc. X, contém os usos marítimos da cidade italiana de Amalfi; ao «Consolato del Mare da Cidade de Trani», que é a recolha das sentenças dos cônsules do mar, antecessores dos actuais capitães dos portos, daquela cidade do Adriático; às «Assises de Jerusalem», redigidas após as Cruzadas, que codificam os costumes dos mercadores e dos marinheiros do Oriente e entregam aos magistrados do mar a resolução das respectivas pendências. Duzentos anos mais tarde, no séc. XIV, aparece o famoso «Consolato del Mar», publicado em Barcelona em catalão, mas escrito provavelmente em Valência, e que depressa se tornou o código marítimo de todo o Mediterrâneo.

No Atlântico vigoraram vários códigos marítimos a partir da Idade Média, um dos quais, dos mais célebres e mais completos — as «Rôles d'Oléron» —, escrito nos séc. XI e XII, codificava os costumes e os usos nos principais portos franceses. Adoptado em Inglaterra por Ricardo I, influenciou profundamente o direito marítimo de toda a Europa atlântica e inspirou compilações posteriores, tais como o «Livre Pourpre» de Bruges no século XIV, as «Leis de Wisby» no séc. XV e o «Código Hanseático» nos séc. XVI e XVII.

Para além das «Rôles d'Oléron», deve citar-se o «Guidon de la Mer», publicado em Rouen, na França, no começo do séc. XVII e cujas regras serviram para o estabelecimento da famosa «Ordenança» de Luís XIV em 1681. Em Inglaterra, o «Livro Negro do Almirantado», redigido em francês antigo nos reinados de Eduardo III, Ricardo II e Henrique IV, é a compilação mais notável das regras marítimas nos portos ingleses na Idade Média. Na Escócia, as «Leis do Mar», escritas no final do séc. XVI por Sir James Balfour, reproduzem, para além das deliberações do Parlamento, as «Rôles d'Oléron» e as «Leis de Wisby».

Por muito notáveis que possam ter sido alguns destes códigos marítimos, não se pode dizer que tenham constituído verdadeiros tratados de direito internacional marítimo, porque o seu âmbito era circunscrito e limitado. Faltava-lhes a característica fundamental: serem princípios gerais e regras universalmente aceites. Segundo Olivier de Férron, «foi preciso aguardar pelo séc. XVII e pela obra de Grotius para que o direito do mar, ultrapassando o labirinto e a diversidade dos usos e costumes, se desembaraçasse da «ganga» secular e se afirmasse como ramo do direito das gentes».

*
* *

As primeiras consequências jurídicas das Descobertas residiram no reforço do direito supranacional, arrogando-se os papas poderes decisórios nas relações internacionais. Em 1493, como atrás referimos, o Papa Alexandre VI conferiu à Espanha a soberania sobre as Índias Ocidentais e sobre os territórios situados para além do meridiano que passa 100 léguas a oeste das Ilhas de Cabo Verde. Posteriormente, duas concessões papais, de idêntico tipo, reafirmaram a plenitude de poder da Santa Sé sobre todo o universo: a primeira quando da assinatura, em 1494, do Tratado de Tordesilhas, que deslocou, por imposição portuguesa, a linha divisória para 270 léguas mais a oeste; a segunda quando da assinatura, em 1529, do Tratado de Saragoça, entre Carlos V de Espanha e João III de Portugal. Poucos nos recordamos já que, apesar da solenidade e dos formalismos de que se revestiu, este último tratado veio a ser violado pela Espanha, em 1543, quando uma expedição espanhola, contra o legítimo protesto dos portugueses, ocupou as Filipinas, incidente que só foi sanado em 1570 por um novo tratado hispano-português.

No século seguinte ao da descoberta do caminho marítimo para a Índia, apesar de os europeus se terem deslocado com muita frequência ao Extremo-Oriente, pouco há a dizer sobre o estabelecimento do direito convencional, especialmente em comparação com o que se passou no Próximo Oriente. As tentativas de infiltração cristã na China cedo se mostraram infrutíferas e só os portugueses conseguiram, em 1557, estabelecer em Macau uma concessão que, com elevado grau de autonomia governativa, veio a revelar-se um enorme e duradouro sucesso. Aos olhos dos chineses, a concessão portuguesa era então, como hoje, apenas fruto da sua tolerância, não tendo nunca os chineses abdicado dos seus direitos soberanos sobre o território de Macau.

Entretanto, no Atlântico, a pirataria desenvolvia-se como uma autêntica praga, interceptando os carregamentos que, com origem no Oriente ou no Ocidente, se destinavam à Europa. A partir do séc. XVI a pirataria foi declarada como uma violação do direito das gentes, que devia ser combatida por todos os meios ao dispor dos soberanos. Menciona-se, a propósito, o acordo de âmbito internacional, datado de 1517, entre a França e a Inglaterra, para o estabelecimento de tribunais especiais destinados ao julgamento de crimes marítimos.

Surge então a institucionalização dos «corsários», navios privados autorizados por um monarca beligerante a efectuar operações de guerra

a troca do produto da pilhagem: era uma maneira econômica e eficaz de interceptar as comunicações marítimas e de reduzir o poder naval do inimigo. A literatura de ficção encheu a nossa adolescência com os seus nomes, as suas aventuras, os seus tesouros e o exotismo dos locais onde se movimentavam.

Oficialmente envolvidos na guerra, os corsários não eram piratas no verdadeiro sentido da palavra; mas, nos resultados práticos, a diferença não era grande e a instituição cedo se tornou alvo de violenta denúncia vinda de todos os quadrantes.

Paralelamente, desenvolvia-se o direito relativo às imunidades dos embaixadores, com relevo para um episódio que se tornou notável na história das relações diplomáticas e teve grandes implicações no progresso do direito internacional. Em 1584, o governo inglês viu-se confrontado com o caso do embaixador espanhol Mendoza, um dos cabecilhas de uma conspiração para destronar e matar a Rainha Isabel I e libertar a Rainha Maria da Escócia, que era católica. Gentili e outros peritos em direito foram chamados a pronunciar-se, o que fizeram nos seguintes termos: Mendoza, como embaixador, gozava de imunidade e não podia ser julgado por um tribunal inglês. O governo inglês acatou o parecer e expulsou Mendoza, bem contra a vontade da exaltada opinião pública que exigia o seu julgamento e a sua cabeça.

O estabelecimento de embaixadas permanentes tornou-se, então, prática mais frequente, precedido muitas vezes de contratos especiais, como foi o caso do acordo de 1520 entre o imperador Carlos V e o rei Henrique VIII de Inglaterra. No séc. XVII a troca de embaixadores generalizou-se entre as maiores potências, embora, paradoxalmente, Grotius, tido como o fundador do direito internacional, ainda as considerasse, em 1624, desnecessárias.

*

* *

Quem era Grotius e qual o seu papel no desenvolvimento das relações internacionais? «Tout court», Hugo Grotius (ou Huig de Groot como se chamava na sua língua natal) foi o autor do justo e mundialmente famoso tratado «De jure belli ac pacis» (Do direito da guerra e da paz), publicado em 1625 e que lhe valeu o título de «pai do direito internacional».

Nascido na Holanda em 1583, formou-se na Universidade de Leyden e doutorou-se na de Orléans, tendo iniciado a sua vida profissional com uma missão diplomática a França que lhe fez merecer do rei Henrique IV o epíteto de «o prodígio da Holanda». Desde muito jovem dedicado às letras e às

humanidades, escreveu ainda com 18 anos o seu primeiro trabalho sobre relações internacionais, em que comparava os costumes e as características dos povos Grego, Romano e Holandês e realçava a importância da boa-fé nas relações entre os estados.

À semelhança de Gentili e Bynkershoek, Grotius interessou-se pelo direito das gentes, a bem dizer por acaso, através de uma questão de direito que se converteu num caso de implicações e importância invulgares. Em 1601, quando a Holanda estava em guerra com a Espanha, uma flotilha da Companhia das Índias Orientais Holandesas capturou, próximo de Malaca, um navio português, estando nessa altura Portugal sob o domínio espanhol. O barco e a sua valiosa carga foram levados para a Holanda e vendidos como presa. Os armadores protestaram contra esta actuação, argumentando que os Cristãos não devem fazer a guerra, e terão pedido a Grotius o seu parecer sobre a posição que defendiam. Sob o título «O Direito de Presa», Grotius elaborou a sua resposta no Inverno de 1604-1605 e, embrenhando-se a fundo nos princípios fundamentais do direito, da teologia e da moral, pronunciou-se contra o apresamento. Em 1609, foi publicado o 12.º capítulo deste brilhante estudo com o título «Mare Liberum» — de que todos os oficiais de marinha se lembram dos tempos da Escola Naval. Com esta publicação estavam lançados o nome e a fama mundial de Grotius. Condenado a prisão perpétua, em 1619, sob a acusação de «crime contra o chefe de estado», partilhou o cativo com sua mulher, autorizada a fazer-lhe companhia. Em Março de 1621, o cativo termina numa fuga aventureira, com percalços emocionantes que, de uma maneira ou de outra, foram já muitas vezes descritos. Graças à coragem e à dedicação da mulher, treinou-se a permanecer numa caixa fechada e, aproveitando a ocasião propícia, escondido como se de livros se tratasse, foi transportado, com a conivência do vigilante, para casa de uns amigos, de onde seguiu para França disfarçado de pedreiro.

Em Paris é cordialmente recebido nas altas esferas oficiais e é um ministro do rei Luís XIII que, conhecedor dos seus talentos de escritor e de jurista, o aconselha a escrever a sua própria defesa. Entre 1623 e 1624 escreveu o notável trabalho «De jure belli ac pacis», que dedicou ao próprio rei e cuja publicação, no momento exacto, faz eco na multitude de estados independentes que pululavam no continente europeu no séc. XVII, nos seus governantes, nos seus pensadores e nos seus juristas.

Alguns dos temas do âmbito do direito internacional moderno tinham já sido abordados por escritores anteriores a Grotius, principalmente a justiça e a condição da guerra e o tratamento dos embaixadores, mas sem qualquer destrição entre os aspectos legais, os teológicos e os éticos

ou entre o carácter interno e internacional das questões. Tratavam, em conjunto, questões relativas à guerra, como sua justificação, causas e meios, e as relacionadas com tática e disciplina militar ou os deveres do vassalo para com o seu senhor, sem se aperceberem de que eram temas inerentes a assuntos completamente distintos. Os escritores teológicos preocupavam-se fundamentalmente com os difíceis problemas éticos e religiosos que a guerra levantava e não com os aspectos jurídicos.

Poucos livros terão alcançado a projecção de «De jure belli ac pacis», mas considerar o seu autor como o «fundador» do direito internacional será talvez exagerar quanto à sua originalidade e fazer menos justiça aos escritores que o precederam; parece que não se pode atribuir a «fundação» do sistema nem a Grotius nem a qualquer outro escritor. A reputação do seu livro não foi integralmente devida aos seus méritos, embora estes fossem enormes: ficou a dever-se em parte, como é natural e sempre acontece, à época e às circunstâncias em que ocorreu a sua publicação. Quando o escreveu, Grotius era já tão eminente que o que quer que viesse da sua pena atrairia as atenções. E mais, ele desfrutava do privilégio de pertencer a um país que no séc. XVII era, em muitos aspectos, o mais importante da Europa. A bem sucedida guerra de libertação da Holanda contra a Espanha no século anterior foi precursora do aparecimento do moderno sistema de estado; foi o primeiro grande triunfo do conceito de nacionalidade e da satisfação da reivindicação do direito de revolta contra a monarquia universal. O seu país era, no séc. XVII, o líder da civilização europeia, que ensinava aos outros não só novos métodos de comércio, mas também novas concepções de governação baseadas em instituições mais livres e mais tolerantes.

Por uma questão de justiça, devemos repetir o que escreveu o Prof. André Gonçalves Pereira: «Se é certo que o génio avassalador de Grócio, e a projecção da sua poderosa personalidade nas contendas políticas e religiosas do seu tempo, lançaram durante três séculos em quase total esquecimento a prioridade da escola peninsular, o enunciado do conceito de direito internacional na sua forma moderna, a sua dedução e clarificação, deve-se aos clássicos espanhóis, e antes de mais a VITÓRIA (Prof. da Universidade de Salamanca) e SUAREZ (Prof. da Universidade de Coimbra)». Acrescentamos Alberico GENTILI, italiano, professor da Universidade de Oxford, em cuja obra Grotius baseou grande parte do seu famoso livro.

Em 1634, foi Grotius nomeado embaixador da Suécia em Paris, mas, apesar da protecção que o rei francês lhe dispensava, mostrou-se incapaz de manter relações aceitáveis com o Governo, a ponto de o Cardeal

Richelieu ter solicitado a sua retirada ao governo sueco. Por um lado, faltava-lhe a capacidade de adaptação desejável num diplomata; por outro, embrenhou-se de tal maneira nas suas buscas literárias e na luta para a unificação das igrejas que lhe era impossível dedicar-se por inteiro às suas funções de embaixador. Conta-se um episódio que o caracteriza demasiado bem para ser omitido: numa recepção do rei de França ao corpo diplomático acreditado em Paris, Grotius ter-se-ia retirado para o nicho de uma janela profundamente interessado na leitura de uma curiosa edição do Novo Testamento.

Grotius não foi apenas um brilhante internacionalista. Autor de numerosos trabalhos, em que se incluem poemas, dramas, histórias, obras de teologia e trabalhos bíblicos, a sua erudição ganhou, muito jovem, reputação europeia, e, já homem, foi mestre em todas as matérias por que se interessou. Diplomata, advogado, historiador, poeta e teólogo, lutador pela reunificação da Igreja Cristã, morreu em 1645, sendo-lhe atribuídas as seguintes palavras já no leito da morte: «metendo-me em várias coisas, acabei por não completar nenhuma».

É certo que, por vezes e como se disse, se exagerou quanto aos méritos de Grotius, especialmente no séc. XIX quando se dizia frequentemente que ele era o criador da doutrina do direito natural, o que, de facto, não era exacto. Contudo, o seu «De jure belli ac pacis» teve um importante papel na formação da doutrina do moderno direito internacional e ficou para sempre na história do direito.

*

* *

A obra de Grotius constituiu, sem dúvida, o alicerce intelectual do desenvolvimento político atingido no fim da Guerra dos Trinta Anos, em 1648, com o Tratado de Vestefália.

Quanto mais não seja em homenagem ao meu ilustre antecessor e primeiro professor de Direito Internacional Marítimo da Escola Naval, transcrevo o que a este propósito escreveu o Comandante Carlos Testa: «Apesar das diversas maneiras de avaliar os princípios fundamentais da ciência, e não obstante quaisquer defeitos de apreciação, é certo que a influência dos escritos dos publicistas da escola de Grotius fazia-se poderosamente sentir no direito público internacional, em virtude do respeito sempre crescente em que eram tidos estes advogados da justiça universal, cujas doutrinas transpiravam paz e tolerância mútua.»

E como escreve James Bryce: «Quando, pela Paz de Vestefália, uma infinidade de pequenos principados foram reconhecidos como estados

independentes, tornou-se premente um conjunto de regras que definisse as suas relações, quer dentro de cada um deles, quer entre si. Um tal código, se assim se pode chamar, compilaram-no Grotius e os seus sucessores dos princípios que detectaram no direito Romano e no direito privado de países germânicos, estabelecendo assim os alicerces sobre que se edificou o sistema de jurisprudência internacional dos últimos três séculos.»

A Paz de Vestefália, celebrada como se disse em 1648, surgiu após um longo período de guerras e dissensões na Europa durante o século antecedente e marcou uma nova era nas relações internacionais. Acabou com as aturadas guerras religiosas provocadas pela invasão das doutrinas de Lutero e Calvino e outros heresiarcas; e pôs termo às lutas políticas iniciadas por Henrique IV, sustentadas pelo Cardeal Richelieu e prosseguidas por Mazarino. Estabelecendo a igualdade de direitos às crenças religiosas, pondo barreira a outros conflitos desta natureza, a Paz de Vestefália equilibrou as influências políticas delimitando o desenvolvimento das várias potências. Consignando o princípio de intervenção, estatuiu o direito de formar alianças, regulando-o de modo a serem um penhor do equilíbrio europeu e da manutenção da independência dos diferentes estados à sombra dos interesses políticos e religiosos. Desta paz e respectivos tratados datam o estabelecimento das legações permanentes e a adopção da língua francesa nas relações diplomáticas; neles se admitiram, em resumo, os seguintes princípios fundamentais: a independência dos estados, negando, portanto, um poder superior que os dirija, e a sua igualdade nas relações externas.

Efectivamente, a Paz de Vestefália marcou a aceitação de uma nova ordem política na Europa, cujas causas determinantes, segundo Brierly, foram, entre outras, as seguintes:

- i) o impulso imprimido ao comércio e à aventura pela descoberta da América e do caminho marítimo para a Índia;
- ii) as bases intelectuais proporcionadas pelo Renascimento;
- iii) o sentimento de simpatia que se estabeleceu entre os cidadãos dos diferentes estados e que levou a um entendimento que se sobrepôs às fronteiras;
- iv) o sentimento generalizado de revolta contra a guerra, gerado pela selvajaria praticada nas guerras religiosas.

«Todas estas causas contribuíram para a certeza de que o 'estado isolado' jamais poderia ser aceite como forma última e perfeita da associação humana e que no mundo moderno, como no medieval, seria necessário

reconhecer a existência de uma comunidade mais vasta. O progresso do direito internacional foi afinal o reconhecimento desta verdade. Aceitou o abandono da ideia medieval do 'estado isolado' e substituiu-a por um postulado fundamental — a existência de um certo número de estados, seculares, nacionais e territoriais; mas negou-lhes separação e irresponsabilidades totais e decretou que estão ligados entre si pela supremacia do direito de uma forma que teve em conta a nova estrutura política da Europa.»

É evidente, para quem esteja familiarizado com a evolução da história da Humanidade, que o direito internacional não foi criado por um homem, por enorme que tenha sido a força do pensamento e a energia da acção de Grotius; nem surgiu através de um documento, por muito grandes que tenham sido o significado e a influência do Tratado de Vestefália. A normalização das relações internacionais surgiu, sim, de um complexo movimento sócio-político que teve principalmente por base os fenómenos das «descobertas» dos Portugueses e dos Espanhóis, da «reforma» da Igreja Cristã e do «renascimento» da cultura grego-romana, e que se caracterizou pelo desenvolvimento dos conceitos de direito natural, de estado, de soberania e de igualdade entre as nações.

*
* *

A máquina a vapor, o automóvel, o avião e as radiocomunicações vieram introduzir tão grande alteração nos hábitos de vida e reduzir por tal forma as dimensões da Terra que a multiplicação e a simplificação dos contactos exigiram uma nova ordem nas relações entre os indivíduos e entre os estados. Daí resultou a necessidade premente do estabelecimento de normas que permitissem um rigor, uma prontidão e um refinamento dessas mesmas relações, reduzindo as possibilidades de conflitos e encontrando, também, formas de os resolver. Trata-se, todavia, de um processo lento, ainda e continuamente em marcha, com avanços e recuos, que começou a desenhar-se no séc. XVII, como se viu, com o pensamento de Hugo Grotius e a partir de um marco bem definido, que foi o Tratado de Vestefália.

Com todas as suas imperfeições, fraquezas e peculiaridades, o direito internacional entrou, então, numa fase em que as relações entre os estados passaram a processar-se em condições diferentes daquelas que as precederam. Em consequência, beneficiamos hoje na nossa vida quotidiana, sem de tal nos darmos conta, da vigência de um sem número de regras de direito

internacional que abrangem quase todos os ramos de actividade; nas comunicações telegráficas e postais. no turismo e na emigração, na navegação marítima e aérea, nas marcas industriais e nas trocas comerciais, no trânsito por estrada e por caminho de ferro, no combate às epidemias e às doenças infecciosas, na protecção da propriedade artística e literária, na repressão do crime e do tráfico da droga, na meteorologia e na alimentação, etc, etc.

Muito se tem conseguido nos últimos cem anos em matéria de cooperação internacional, sobretudo nos aspectos técnico, científico, comercial e humanitário, o que justificaria largamente os esforços despendidos nos últimos séculos pelos juristas, pelos políticos e pelos negociadores. Estão na origem dessa cooperação a facilidade e o entendimento em matéria de comunicações, a ponto de um notável jurisconsulto francês ter afirmado: «Os administradores dos correios e telégrafos que criaram as Uniões Telegráfica e Postal internacionais, cujos nomes ficaram ignorados, fizeram bem mais pela civilização e pela cooperação entre os povos do que muitos diplomatas que se tornaram célebres».

Na própria Organização das Nações Unidas, tão criticada em determinados aspectos — aliás os mais espectaculares da sua actividade — , 85 % dos que para ela trabalham estão empenhados em actividades de carácter social para melhoria das condições de vida da comunidade internacional, ou directamente ou através das suas agências especializadas; a criança, a mulher e o trabalhador, os deslocados e os doentes, os analfabetos e os subdesenvolvidos, os reféns e as vítimas da guerra, muito beneficiaram e têm ainda a beneficiar do direito internacional.

Os resultados obtidos no campo da coexistência pacífica não têm, todavia, sido tão brilhantes, embora não devam ser menosprezados. Esta limitada eficácia do direito internacional na defesa da paz é considerada pelos pessimistas uma consequência necessária de ser a guerra um fenómeno natural e inevitável ou, como a considera Platão em «A República», um mal endémico da nossa civilização. Em 1940, escrevia Sotille: «Se se estudar a história política e diplomática desde os tempos mais remotos verifica-se que a manifestação normal da vida da Humanidade é a guerra: a paz é, pelo contrário, o estado anormal, a excepção, um acidente na vida dos povos, um estado quase anti-natural».

E, a confirmar, diz-nos a Academia das Ciências da Noruega que durante os 65 séculos de história da existência humana, conhecida e registada, apenas 292 anos foram vividos em completa paz, contando-se por não menos de 14 500 o número de conflitos armados, grandes e pequenos, que surgiram nesse período. E, segundo informava o nosso confrade na Academia, Armando Martins Janeira, no «Diário de Notícias» de 28 de

Janeiro último, desde o fim das hostilidades, em 1945, só passaram 4 dias em que não houve uma guerra em qualquer parte do mundo, ascendendo o número de vítimas — incluindo as das perseguições raciais, políticas e religiosas — a 25 milhões, ou seja, metade dos mortos da última guerra mundial.

Não admira, pois, como diz Cervais, que a Humanidade já não confie na diplomacia, na política, nas conferências, nas assembleias e nos tratados de desarmamento como meios de assegurar a paz.

Estatisticamente, como se viu, não foi ainda demonstrado que o direito internacional tenha sido capaz de limitar o número de conflitos armados ou de reduzir visivelmente os seus efeitos, mas seria injusto negar os esforços bem sucedidos na normalização e simplificação das relações internacionais em tempo de paz e na humanização e melhoria do tratamento das vítimas da guerra.

Com excepção do fogo, da roda, da pólvora e da imprensa, parece que todos os grandes inventos tiveram lugar a partir da geração dos nossos avós. E os nossos filhos terão a impressão de que quase tudo foi já inventado. Esperemos que os nossos netos sejam capazes de inventar a PAZ!

Características Métricas de alguns Sistemas Coordenados na Esfera

*Comunicação apresentada pelo Comandante JOAQUIM B. V.
SOEIRO DE BRITO na Academia de Marinha em
6 de Julho de 1983.*

Características Métricas de alguns Sistemas Coordenados na Esfera

RESUMO

O uso de sistemas de determinação de posição para fins de navegação, hidrográficos ou geodésicos requiere o estudo da sua sensibilidade e precisão para que se possam definir as zonas dos seus campos de aplicação com maior interesse operacional.

Esse estudo tem sido feito, por vezes, a partir da análise directa das características locais das redes, de forma pouco sistemática, o que dificulta a compreensão do problema.

No presente trabalho o autor segue um método geral e rigoroso, que permite um tratamento sistemático da matéria, partindo do conceito da «métrica do espaço» e das noções de «matriz» e «coeficientes» métricos de um sistema coordenado e determinando as leis da transformação destes elementos quando se passa de um sistema a outro.

Com base na métrica bem conhecida do sistema de coordenadas polares esféricas, foram obtidas as expressões das matrizes métricas dos sistemas de definição mais complexa considerados neste trabalho, os quais para maior sistematização foram agrupados em duas famílias: a dos sistemas lineares (dependentes da medição de distâncias ou suas somas ou diferenças) e a dos sistemas angulares (dependentes da medição de ângulos ou suas somas ou diferenças).

O estudo, no qual se consideram os sistemas coordenados vinculados à superfície da esfera e se utilizam tanto quanto possível os métodos do cálculo matricial, é uma extensão de um estudo anterior do autor em que os sistemas coordenados foram considerados vinculados a um plano.



Í N D I C E

I — Introdução

1.1 — Propriedades topológicas e métricas do espaço	9
1.2 — Transformação da matriz métrica	10
1.3 — Transformação dos coeficientes métricos	11
1.4 — Nota sobre a metodologia das transformações	12

II — Sistemas Básicos

2.1 — Sistema rectangular	15
2.2 — Sistema polar	17
2.3. — Relação entre os sistemas rectangular e polar	18

III — Sistemas Lineares

3.1 — Sistema circular	21
3.2 — Sistema elíptico-hiperbólico linear	26
3.3 — Sistema elíptico linear	31
3.4 — Sistema hiperbólico linear	37
3.5 — Relação entre os sistemas elíptico e hiperbólico lineares	43

IV — Sistemas Angulares

4.1 — Sistema azimutal	47
4.2 — Sistema elíptico-hiperbólico angular	52
4.3 — Sistema elíptico angular	57
4.4 — Sistema hiperbólico angular	65
4.5 — Relação entre os sistemas elípticos e hiperbólico angulares	72

PREFÁCIO

Em trabalho anterior foram estabelecidas as «características métricas de alguns sistemas coordenados no plano» tendo em vista o estudo sistemático deste problema e a sua aplicação à geodesia, topografia e navegação.

Porém, se o tratamento no plano é adequado para sistemas de campo de aplicação restrito, muitos sistemas existem, de campo de aplicação extenso, para os quais tal tratamento não é suficiente. Daí a conveniência de refazer o trabalho considerando desta vez que as redes estudadas estão vinculadas à superfície da esfera, o que permite a aplicação dos resultados a sistemas de maior alcance e justifica o título que lhe é dado.

Aproveitando esta oportunidade tentou-se fazer um uso mais generalizado do cálculo matricial o que permitiria um tratamento matemático mais condensado e elegante. Porém, no desenvolvimento do estudo, verificou-se que essas vantagens apenas existem no que respeita ao estabelecimento da metodologia e à dedução das expressões gerais de transformação das matrizes métricas. No que respeita à sua aplicação concreta às transformações consideradas, a natureza das expressões que definem os coeficientes métricos aconselha a que se faça um tratamento individualizado desses coeficientes, já que as operações directas sobre as matrizes levam a expressões demasiado longas e complexas.

Pelo que respeita à matéria tratada, seguiu-se anterior classificação em sistemas básicos, lineares e angulares, correspondência que permite comparar facilmente os resultados no plano e na esfera e faz deste trabalho um complemento valioso do anterior. Contudo, atendendo à complexidade das expressões a que se chegaria e ao facto de se tratar de sistemas especificativos que não estão realizados na prática, não foram incluídos neste trabalho os sistemas super-elípticos e super-hiperbólicos, quer lineares quer angulares.

Finalmente, pelo que toca às formas finais das expressões apresentadas, ao contrário do que se fez no plano, não se procuraram as expressões mais simples, procurando-se conservar, tanto quanto possível, a analogia existente entre os diferentes sistemas de cada família estudada.



I — INTRODUÇÃO

1.1 — Propriedades topológicas e métricas do espaço

Como se referiu em trabalho anterior, para caracterizar completamente o espaço, necessitamos de uma dupla informação: a informação topológica e a informação métrica.

A primeira permite definir a posição de um ponto P no espaço considerado e é obtida mediante a adopção de um «sistema de coordenadas».

A segunda permite estabelecer as relações de distância — ds — entre dois pontos vizinhos P e Q e é dada pela «métrica» do sistema coordenado considerado.

No caso geral, se a topologia de um sistema for definida pelas coordenadas x, y , teremos

$$\begin{aligned} P & (x, y) \\ Q & (x + dx, y + dy) \end{aligned}$$

e a «métrica» do sistema será dada pela relação matricial seguinte:

$$ds^2 = (dx \ dy) \ G_{xy} \ \{ dx \ dy \}$$

em que $(dx \ dy)$ representa uma matriz linha, $\{ dx \ dy \}$ uma matriz coluna e G_{xy} é a «matriz métrica» do sistema, sendo

$$G_{xy} = \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} \\ g_{21} & g_{22} \end{bmatrix} = [g_{ij}]$$

e g_{ij} os elementos da matriz, são os «coeficientes métricos» do sistema.

Desenvolvendo a expressão da métrica, obtem-se:

$$ds^2 = g_{11} dx^2 + g_{12} dx dy + g_{21} dy dx + g_{22} dy^2$$

forma quadrática equivalente à expressão matricial dada.

1.2 — Transformação da matriz métrica

Como a cada sistema coordenado corresponde uma métrica particular caracterizada pela sua matriz, pôs-se o problema de saber que modificação sofre esta matriz quando ao sistema coordenado se aplica uma determinada transformação.

Para tanto, consideramos o sistema de coordenadas x, y de métrica.

$$ds^2 = (dx \ dy) G_{xy} \{ dx \ dy \}$$

Se as coordenadas x, y sofrerem uma transformação linear originando um novo sistema de coordenadas w, z relacionado com o primeiro por:

$$x = x(w, z)$$

$$y = y(w, z)$$

o problema proposto consiste em encontrar a matriz métrica do novo sistema $G_{w,z}$ em função da matriz métrica do sistema antigo $G_{x,y}$.

Do sistema anteriormente indicado, resulta:

$$\begin{cases} dx = \frac{\partial x}{\partial w} dw + \frac{\partial x}{\partial z} dz \\ dy = \frac{\partial y}{\partial w} dw + \frac{\partial y}{\partial z} dz \end{cases}$$

sistema de equações a que se pode dar a forma matricial

$$\{ dx \ dy \} = \begin{bmatrix} \frac{\partial x}{\partial w} & \frac{\partial x}{\partial z} \\ \frac{\partial y}{\partial w} & \frac{\partial y}{\partial z} \end{bmatrix} \{ dw \ dz \}$$

ou designando por T a matriz das derivadas parciais

$$\{ dx \ dy \} = T \{ dw \ dz \}$$

A matriz linha $(dx \ dy)$ obtém-se por transposição da matriz coluna $\{ dx \ dy \}$, sendo

$$(dx \ dy) = (dw \ dz) T'$$

em que T' é a transposta da matriz T

Substituindo $(dx \ dy)$ e $\{ dx \ dy \}$ na expressão da métrica do sistema x, y , obtém-se:

$$ds^2 = (dw \ dz) T' G_{xy} T \{ dw \ dz \}$$

ou

$$ds^2 = (dw \ dz) G_{wz} \{ dw \ dz \}$$

com

$$G_{wz} = T' G_{xy} T$$

expressão que relaciona as matrizes G_{wz} e G_{xy} do novo e do antigo sistema quando ligados pela transformação T .

Os coeficientes métricos do novo sistema serão os elementos da matriz G_{wz} .

Transpondo a matriz G_{wz} , obter-se-á:

$$G'_{wz} = T' G'_{xy} T$$

expressão que mostra que se G_{xy} for simétrica, isto é, se $G_{xy} = G'_{xy}$ também será simétrica a matriz G_{wz} pois teremos $G'_{wz} = G_{wz}$. Nos casos que estudaremos as matrizes métricas gozam desta propriedade.

1.3 — Transformação dos coeficientes métricos

Embora as expressões anteriores resolvam completamente o problema proposto, as operações sobre as matrizes conduzem por vezes a expressões longas pelo que pode haver conveniência em tratar separadamente cada um dos coeficientes métricos.

As relações entre os novos e os primitivos coeficientes métricos pode estabelecer-se facilmente.

Assim, de

$$G_{wz} = T' G_{xy} T$$

obtém-se:

$$G_{wz} = \begin{bmatrix} \frac{\partial x}{\partial w} & \frac{\partial y}{\partial w} \\ \frac{\partial x}{\partial z} & \frac{\partial y}{\partial z} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} \\ g_{21} & g_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{\partial x}{\partial w} & \frac{\partial x}{\partial z} \\ \frac{\partial y}{\partial w} & \frac{\partial y}{\partial z} \end{bmatrix}$$

e desenvolvendo, no caso particular que nos interessa, em que a matriz da partida G_x é uma matriz diagonal com $g_{12} = g_{21} = 0$, resulta:

$$\bar{g}_{11} = \left(\frac{\partial x}{\partial w} \right)^2 g_{11} + \left(\frac{\partial y}{\partial w} \right)^2 g_{22}$$

$$\bar{g}_{12} = \bar{g}_{21} = \frac{\partial x}{\partial w} \frac{\partial x}{\partial z} g_{11} + \frac{\partial y}{\partial w} \frac{\partial y}{\partial z} g_{22}$$

$$\bar{g}_{22} = \left(\frac{\partial x}{\partial z} \right)^2 g_{11} + \left(\frac{\partial y}{\partial z} \right)^2 g_{22}$$

expressões a partir das quais se pode formar a matriz G_{wz} , sendo

$$G_{wz} = \begin{bmatrix} \bar{g}_{11} & \bar{g}_{12} \\ \bar{g}_{21} & \bar{g}_{22} \end{bmatrix} = [\bar{g}_{ij}]$$

1.4 — Nota sobre a metodologia das transformações

No caso das relações entre os dois sistemas coordenados ser dada explicitamente,

$$\begin{aligned} x &= x(w, z) \\ y &= y(w, z) \end{aligned}$$

a expressão da matriz T determina-se facilmente calculando as derivadas parciais das antigas coordenadas em função das novas.

Porém, em muitos casos, essas relações são dadas implicitamente por expressões da forma

$$\begin{aligned} F(x, y, w, z) &= 0 \\ f(x, y, w, z) &= 0, \end{aligned}$$

e então o cálculo das derivadas parciais é mais difícil.

Para calcular $\frac{\partial x}{\partial w}$ e $\frac{\partial y}{\partial w}$ há que derivar ambas as equações em ordem a w e resolver o sistema:

$$\begin{cases} \frac{\partial F}{\partial w} + \frac{\partial F}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial w} + \frac{\partial F}{\partial y} \frac{\partial y}{\partial w} = 0 \\ \frac{\partial f}{\partial w} + \frac{\partial f}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial w} + \frac{\partial f}{\partial y} \frac{\partial y}{\partial w} = 0 \end{cases}$$

Identicamente para calcular os valores de $\frac{\partial x}{\partial z}$ e $\frac{\partial y}{\partial z}$, há que resolver o sistema:

$$\begin{cases} \frac{\partial F}{\partial z} + \frac{\partial F}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial z} + \frac{\partial F}{\partial y} \frac{\partial y}{\partial z} = 0 \\ \frac{\partial f}{\partial z} + \frac{\partial f}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial z} + \frac{\partial f}{\partial y} \frac{\partial y}{\partial z} = 0 \end{cases}$$

Obtidos os valores das derivadas referidas pode escrever-se imediatamente a expressão de T ou calcular os coeficientes métricos de G_{wz} .

CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS

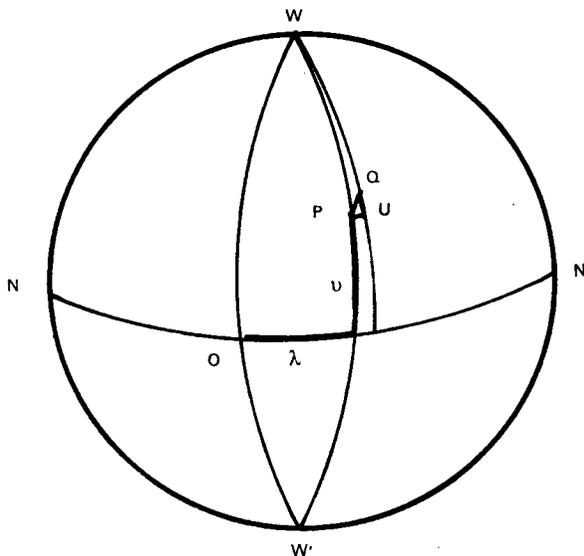
1	2	3	Polos / Fam.
Polar	Circulares Elípticos hiperbólicos $\sigma_1 \sigma_2$ e, n	Elípticos Hiperbólicos $e_1 e_2$ $n_1 n_2$	Lineares
σ, Λ	Azimutais Elípticos hiperbólicos $\alpha_1 \alpha_2$ ε, η	Elípticos Hiperbólicos $\varepsilon_1 \varepsilon_2$ $\eta_1 \eta_2$	Angulares

II — SISTEMAS BÁSICOS

Os sistemas básicos que consideramos são os sistemas rectangular e o polar, a partir dos quais se podem estudar outros sistemas coordenados mais complexos. Tratando-se de um estudo na esfera consideraremos que o seu raio é igual à unidade, recordando que ao passar da esfera de raio 1 para a esfera de raio R, os ângulos se mantêm e os arcos se obtêm multiplicando os seus valores na esfera de raio igual à unidade, expressos em radianos, pelo valor de R. Assim ao arco ds na esfera de raio 1 corresponderá o arco $dS = Rds$ na esfera de raio R, com ds expresso em radianos.

2.1 — Sistema rectangular

É o sistema básico mais simples. As coordenadas de um ponto P são os arcos v e λ medidos sobre dois círculos máximos tomados para referência.



$$\widehat{PU} = \cos v \, d\lambda$$

$$\widehat{UQ} = dv$$

Atendendo à nomenclatura da figura teremos:

$$P(v, \lambda)$$

$$Q(v + dv, \lambda + d\lambda)$$

e

$$\widehat{PQ}^2 = \widehat{UQ}^2 + \widehat{PU}^2$$

ou seja

$$ds^2 = dv^2 + \cos^2 v d\lambda^2$$

expressão da métrica do sistema, a que se pode dar a forma matricial

$$ds^2 = (dv \ d\lambda) G_{v\lambda} \{ dv \ d\lambda \}$$

com

$$G_{v\lambda} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \cos^2 v \end{bmatrix}$$

que é a matriz métrica do sistema rectangular.

Pode dar-se a G uma expressão mais simétrica mediante a transformação

$$dv = \cos v dV$$

da qual resultam:

$$ds^2 = \cos^2 v (dV^2 + d\lambda^2)$$

e

$$ds^2 = (dV \ d\lambda) G_{V\lambda} \{ dV \ d\lambda \}$$

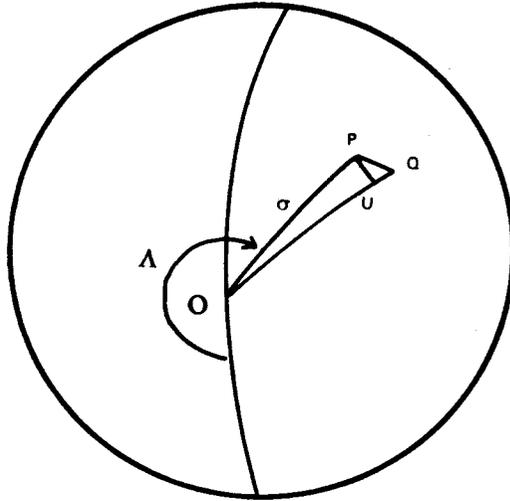
com

$$G_{V\lambda} = \cos^2 v \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

matriz métrica em relação às coordenadas V e λ .

2.2 — Sistema polar

Tomando como origem um ponto O da esfera, as coordenadas polares de um ponto P serão o arco σ do círculo máximo entre O e P e o ângulo Λ medido em O entre um círculo máximo tomado para origem e o círculo máximo OP .



$$\widehat{QU} = d\sigma$$

$$\widehat{UP} = \text{sen } \sigma \, d\Lambda$$

Atendendo à figura, teremos:

$$P(\sigma, \Lambda)$$

$$Q(\sigma + d\sigma, \Lambda + d\Lambda)$$

e

$$\widehat{PQ}^2 = \widehat{QU}^2 + \widehat{UP}^2$$

ou seja

$$ds^2 = d\sigma^2 + \text{sen}^2 \sigma \, d\Lambda^2$$

a que se pode dar a forma matricial

$$ds^2 = (d\sigma \, d\Lambda) G_{\sigma\Lambda} \left\{ \begin{matrix} d\sigma \\ d\Lambda \end{matrix} \right\}$$

com:

$$G_{\sigma\Lambda} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \text{sen}^2\sigma \end{bmatrix}$$

Tal como se fez no caso das coordenadas rectangulares pode tornar-se a expressão de G mais simétrica, mediante transformação adequada.

Com efeito, pondo

$$d\sigma = \text{sen } \sigma \, d\Sigma$$

obtêm-se as expressões:

$$ds^2 = \text{sen}^2 \sigma (d\Sigma^2 + d\Lambda^2)$$

e

$$ds^2 = (d\Sigma \, d\Lambda) G_{\Sigma\Lambda} \begin{Bmatrix} d\Sigma \\ d\Lambda \end{Bmatrix}$$

com

$$G_{\Sigma\Lambda} = \text{sen}^2 \sigma \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

matriz métrica em relação às coordenadas Σ , Λ .

2.3 — Relação entre os sistemas rectangular e polar

A analogia das expressões a que se chegou, no caso dos sistemas rectangular e polar na esfera, não representa mera coincidência pois os dois sistemas estão intimamente relacionados.

Com efeito se adoptarmos para origem das coordenadas polares do ponto P o polo W da esfera, relativo ao circulo máximo NON' que serviu de base ao estabelecimento das coordenadas rectangulares, encontraremos as seguintes relações:

$$\widehat{WP} = \sigma = \pi/2 - \nu$$

$$\widehat{OWP} = \Lambda = \lambda$$

pelo que:

$$\cos \upsilon = \operatorname{sen} \sigma$$

e

$$d\upsilon = -d\sigma \quad d\lambda = d\Lambda$$

valores que substituídos na expressão da métrica de um dos sistemas conduz à expressão da métrica do outro. Observaremos ainda que, no caso considerado, da origem das coordenadas polares ser o polo W , os lugares geométricos que definem as redes dos dois sistemas coincidem sendo essas redes constituídas pelo conjunto do círculo máximo NON' e dos círculos menores que lhe são paralelos (υ ou $\sigma = \text{const}$) e pelo conjunto de círculos máximos que passam pelos polos W e W' (λ ou $\Lambda = \text{const.}$). Mais se observará que estas redes são ortogonais, como aliás se pode inferir da observação das respectivas matrizes métricas.

Embora no estudo subsequente se possa utilizar como sistema de referência qualquer dos sistemas básicos, por uma questão de uniformidade partiremos do sistema polar, mais simples por depender apenas de observações em relação a um único ponto, o polo, embora as suas coordenadas sejam de naturezas diferentes: um arco σ e um ângulo Λ .



III — SISTEMAS LINEARES

Sob esta designação compreendem-se os sistemas baseados exclusivamente na medição de arcos, quer em relação a dois, quer em relação a três polos.

No primeiro caso, sistemas bipolares, consideraremos os sistemas circulares ($\sigma_1 \sigma_2$) e o sistema elíptico-hiperbólico linear (e, n).

No segundo, sistemas tripolares, consideraremos os sistemas constituídos por uma dupla rede elíptica ($e_1 e_2$) e por uma dupla rede hiperbólica ($n_1 n_2$).

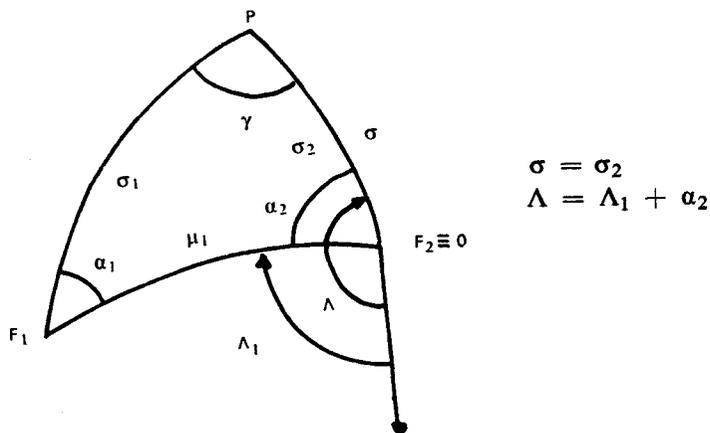
3.1 — Sistema circular

Neste sistema as coordenadas de um ponto P são os arcos σ_1 e σ_2 dos círculos máximos entre P e os polos F_1 e F_2 e os lugares geométricos que constituem a rede são os dois conjuntos de círculos com centro nos polos F_1 e F_2 .

Sendo $d\sigma_1$ e $d\sigma_2$ os diferenciais das coordenadas, a métrica do sistema será

$$ds^2 = (d\sigma_1 \ d\sigma_2) G_{\sigma_1 \ \sigma_2} \{ d\sigma_1 \ d\sigma_2 \}$$

podendo o cálculo da matriz métrica $G_{\sigma_1 \ \sigma_2}$ ser feito quer através da sua relação com matriz métrica do sistema de referência quer através das relações dos seus coeficientes métricos.



Usando como sistema de referência o sistema de coordenadas polares com polo em F_2 , por exemplo, as coordenadas de P serão:

$$\begin{array}{ll} \text{— no sistema circular} & \sigma_1 \sigma_2 \\ \text{— no sistema polar} & \sigma, \Lambda \end{array}$$

obtendo-se as relações entre os dois sistemas a partir do triângulo esférico $F_1 P F_2$. Com efeito teremos:

$$\begin{cases} \sigma = \sigma_2 \\ \cos \sigma_1 = \cos \sigma \cos \mu_1 + \text{sen } \sigma \text{ sen } \mu_1 \cos \alpha_2 \end{cases}$$

ou, atendendo a que $\alpha_2 = \Lambda - \Lambda_1$

$$\begin{cases} \sigma - \sigma_2 = 0 \\ \cos \sigma \cos \mu_1 + \text{sen } \sigma \text{ sen } \mu_1 \cos (\Lambda - \Lambda_1) - \cos \sigma_1 = 0 \end{cases}$$

que são as equações polares dos círculos σ_1 e σ_2 , de centros em F_1 e F_2 , que se intersectam em P .

Para calcular a matriz métrica $G_{\sigma_1 \sigma_2}$ é necessário conhecer os valores das derivadas parciais das antigas coordenadas (σ, Λ) em relação às novas $(\sigma_1 \sigma_2)$ e como a relação entre estas coordenadas é dada implicitamente há que proceder de acordo com o indicado em 1.4. Assim, designando por F a primeira equação e por f a segunda teremos:

$$\frac{\partial F}{\partial \sigma_1} = 0 \qquad \frac{\partial F}{\partial \sigma_2} = -1$$

$$\frac{\partial F}{\partial \sigma} = 1 \qquad \frac{\partial F}{\partial \Lambda} = 0$$

e

$$\frac{\partial f}{\partial \sigma_1} = \text{sen } \sigma_1 \qquad \frac{\partial f}{\partial \sigma_2} = 0$$

$$\frac{\partial f}{\partial \sigma} = \cos \sigma \text{ sen } \mu_1 \cos (\Lambda - \Lambda_1) - \text{sen } \sigma \cos \mu_1$$

$$= \text{sen } \mu_1 (\cos \sigma \cos \alpha_2 - \text{sen } \sigma \cotg \mu_1)$$

$$= - \text{sen } \mu_1 \text{sen } \alpha_2 \cotg \gamma$$

$$= - \text{sen } \sigma_1 \cos \gamma$$

$$\frac{\partial f}{\partial \Lambda} = \text{sen } \sigma \text{sen } \mu_1 \text{sen } (\Lambda - \Lambda_1)$$

$$= - \text{sen } \sigma \text{sen } \sigma_1 \text{sen } \gamma$$

Para obter $\frac{\partial \sigma}{\partial \sigma_1}$ e $\frac{\partial \Lambda}{\partial \sigma_1}$ há que resolver o sistema:

$$\begin{cases} \frac{\partial F}{\partial \sigma_1} + \frac{\partial F}{\partial \sigma} \frac{\partial \sigma}{\partial \sigma_1} + \frac{\partial F}{\partial \Lambda} \frac{\partial \Lambda}{\partial \sigma_1} = 0 \\ \frac{\partial f}{\partial \sigma_1} + \frac{\partial f}{\partial \sigma} \frac{\partial \sigma}{\partial \sigma_1} + \frac{\partial f}{\partial \Lambda} \frac{\partial \Lambda}{\partial \sigma_1} = 0 \end{cases}$$

ou

$$\begin{cases} \frac{\partial \sigma}{\partial \sigma_1} + 0 \frac{\partial \Lambda}{\partial \sigma_1} = 0 \\ \cos \gamma \frac{\partial \sigma}{\partial \sigma_1} + \text{sen } \sigma \text{sen } \gamma \frac{\partial \Lambda}{\partial \sigma_1} = 1 \end{cases}$$

donde:

$$\frac{\partial \sigma}{\partial \sigma_1} = \frac{\begin{vmatrix} 0 & 0 \\ 1 & \text{sen } \sigma \text{sen } \gamma \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & 0 \\ \cos \gamma & \text{sen } \sigma \text{sen } \gamma \end{vmatrix}} = 0$$

$$\frac{\partial \Lambda}{\partial \sigma_1} = \frac{\begin{vmatrix} 1 & 0 \\ \cos \gamma & 1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & 0 \\ \cos \gamma & \text{sen } \sigma \text{ sen } \gamma \end{vmatrix}} = \frac{1}{\text{sen } \sigma \text{ sen } \gamma}$$

Para obter $\frac{\partial \sigma}{\partial \sigma_2}$ e $\frac{\partial \Lambda}{\partial \sigma_2}$ resolve-se:

$$\begin{cases} \frac{\partial F}{\partial \sigma_2} + \frac{\partial F}{\partial \sigma} \frac{\partial \sigma}{\partial \sigma_2} + \frac{\partial F}{\partial \Lambda} \frac{\partial \Lambda}{\partial \sigma_2} = 0 \\ \frac{\partial f}{\partial \sigma_2} + \frac{\partial f}{\partial \sigma} \frac{\partial \sigma}{\partial \sigma_2} + \frac{\partial f}{\partial \Lambda} \frac{\partial \Lambda}{\partial \sigma_2} = 0 \end{cases}$$

ou

$$\begin{cases} \frac{\partial \sigma}{\partial \sigma_2} + 0 \frac{\partial \Lambda}{\partial \sigma_2} = 1 \\ \cos \gamma \frac{\partial \sigma}{\partial \sigma_2} + \text{sen } \sigma \text{ sen } \gamma \frac{\partial \Lambda}{\partial \sigma_2} = 0 \end{cases}$$

donde:

$$\frac{\partial \sigma}{\partial \sigma_2} = \frac{\begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \text{sen } \sigma \text{ sen } \gamma \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & 0 \\ \cos \gamma & \text{sen } \sigma \text{ sen } \gamma \end{vmatrix}} = 1$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Lambda}{\partial \sigma_2} &= \frac{\begin{vmatrix} 1 & 1 \\ \cos \gamma & 0 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & 0 \\ \cos \gamma & \text{sen } \sigma \text{ sen } \gamma \end{vmatrix}} = \\ &= \frac{-\cos \gamma}{\text{sen } \sigma \text{ sen } \gamma} \end{aligned}$$

Finalmente teremos para valor dos novos coeficientes métricos \bar{g}_{ij} , atendendo a que no sistema polar

$$\bar{g}_{11} = 1 \quad \bar{g}_{12} = \bar{g}_{21} = 0 \quad \bar{g}_{22} = \text{sen}^2 \sigma$$

$$\begin{aligned} \bar{g}_{11} &= \left(\frac{\partial \sigma}{\partial \sigma_1} \right)^2 \bar{g}_{11} + \left(\frac{\partial \Lambda}{\partial \sigma_1} \right)^2 \bar{g}_{22} \\ &= \frac{1}{\text{sen}^2 \gamma} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{g}_{12} &= \frac{\partial \sigma}{\partial \sigma_1} \frac{\partial \sigma}{\partial \sigma_2} \bar{g}_{11} + \frac{\partial \Lambda}{\partial \sigma_1} \frac{\partial \Lambda}{\partial \sigma_2} \bar{g}_{22} \\ &= -\frac{\cos \gamma}{\text{sen}^2 \gamma} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{g}_{22} &= \left(\frac{\partial \sigma}{\partial \sigma_2} \right)^2 \bar{g}_{11} + \left(\frac{\partial \Lambda}{\partial \sigma_2} \right)^2 \bar{g}_{22} \\ &= \frac{1}{\text{sen}^2 \gamma} \end{aligned}$$

pele que teremos para expressão da matriz métrica

$$G_{\sigma_1 \sigma_2} = \frac{1}{\text{sen}^2 \gamma} \begin{bmatrix} 1 & -\cos \gamma \\ -\cos \gamma & 1 \end{bmatrix}$$

e para expressão da métrica:

$$ds^2 = (d\sigma_1 \ d\sigma_2) G_{\sigma_1 \ \sigma_2} \{ d\sigma_1 \ d\sigma_2 \}$$

3.2 — Sistema elíptico-hiperbólico linear

O sistema elíptico-hiperbólico linear pode considerar-se derivado do sistema circular mediante a transformação

$$\begin{aligned} e &= \sigma_1 + \sigma_2 \\ n &= \sigma_1 - \sigma_2 \end{aligned}$$

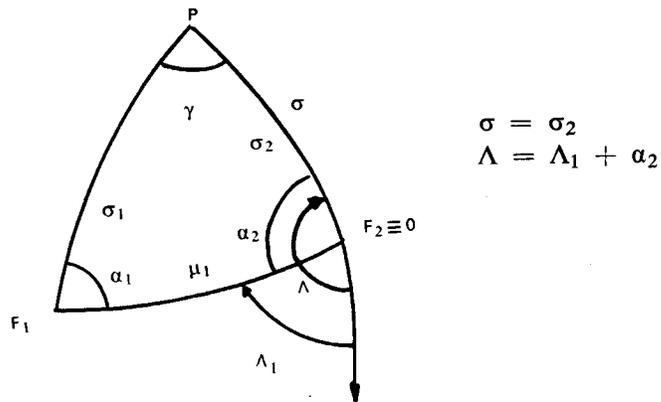
pele que os seus lugares geométricos são elipses e hiperboles lineares com focos em F_1 e F_2 .

Sendo de e dn os diferenciais das coordenadas, a métrica do sistema será:

$$ds^2 = (de \ dn) G_{en} \{ de \ dn \}$$

que depende do conhecimento de G_{en} .

Embora a análise da métrica deste sistema possa ser feita, de maneira simples, a partir do sistema circular, por uma questão de sistematização utilizaremos como sistema de referência o sistema polar com polo em F_2 , o que permite também pôr em evidência as equações dos lugares geométricos que caracterizam a rede.



Nestas condições, as coordenadas de P serão:

- no sistema elíptico-hiperbólico e, n
- no sistema polar σ, Λ

obtendo-se do triângulo $F_1 P F_2$ a relação fundamental:

$$\cos \sigma_1 = \cos \sigma_2 \cos \mu_1 + \operatorname{sen} \sigma_2 \operatorname{sen} \mu_1 \cos \alpha_2$$

Atendendo a que

$$\begin{aligned} \sigma &= \sigma_2 & \alpha_2 &= \Lambda - \Lambda_1 \\ \sigma_1 &= e - \sigma = n + \sigma \end{aligned}$$

virá finalmente:

$$\begin{cases} \cos \sigma \cos \mu_1 + \operatorname{sen} \sigma \operatorname{sen} \mu_1 \cos (\Lambda - \Lambda_1) - \cos (e - \sigma) = 0 \\ \cos \sigma \cos \mu_1 + \operatorname{sen} \sigma \operatorname{sen} \mu_1 \cos (\Lambda - \Lambda_1) - \cos (n + \sigma) = 0 \end{cases}$$

que são as equações da elipse e da hiperbole esféricas lineares que se intersectam no ponto P.

Designando a primeira equação por F e a segunda por f, vem:

$$\frac{\partial F}{\partial e} = \operatorname{sen} (e - \sigma) = \operatorname{sen} \sigma_1$$

$$\frac{\partial F}{\partial n} = 0$$

$$\frac{\partial F}{\partial \sigma} = \cos \sigma \operatorname{sen} \mu_1 \cos \alpha_2 - \operatorname{sen} \sigma \cos \mu_1 - \operatorname{sen} (e - \sigma)$$

$$= \operatorname{sen} \mu_1 (\cos \sigma \cos \alpha_2 - \operatorname{sen} \sigma \operatorname{cotg} \mu_1) - \operatorname{sen} \sigma_1$$

$$= - \operatorname{sen} \mu_1 \operatorname{sen} \alpha_2 \operatorname{cotg} \gamma - \operatorname{sen} \sigma_1$$

$$= - \operatorname{sen} \sigma_1 (1 + \cos \gamma)$$

$$\frac{\partial F}{\partial \Lambda} = - \operatorname{sen} \sigma \operatorname{sen} \mu_1 \operatorname{sen} \alpha_2$$

$$= - \operatorname{sen} \sigma \operatorname{sen} \sigma_1 \operatorname{sen} \gamma$$

e:

$$\frac{\partial f}{\partial e} = 0$$

$$\frac{\partial f}{\partial n} = \text{sen } (n + \sigma) = \text{sen } \sigma_1$$

$$\begin{aligned}\frac{\partial f}{\partial \sigma} &= \cos \sigma \text{sen } \mu_1 \cos \alpha_2 - \text{sen } \sigma \cos \mu_1 + \text{sen } (n + \sigma) \\ &= \text{sen } \mu_1 (\cos \sigma \cos \alpha_2 - \text{sen } \sigma \cotg \mu_1) + \text{sen } \sigma_1 \\ &= - \text{sen } \mu_1 \text{sen } \alpha_2 \cotg \gamma + \text{sen } \sigma_1 \\ &= \text{sen } \sigma_1 (1 - \cos \gamma)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\frac{\partial f}{\partial \Lambda} &= - \text{sen } \sigma \text{sen } \mu_1 \text{sen } \alpha_2 \\ &= - \text{sen } \sigma \text{sen } \sigma_1 \text{sen } \gamma\end{aligned}$$

Para calcular $\frac{\partial \sigma}{\partial e}$ e $\frac{\partial \Lambda}{\partial e}$ resolve-se o sistema:

$$\begin{cases} \frac{\partial F}{\partial e} + \frac{\partial F}{\partial \sigma} \frac{\partial \sigma}{\partial e} + \frac{\partial F}{\partial \Lambda} \frac{\partial \Lambda}{\partial e} = 0 \\ \frac{\partial f}{\partial e} + \frac{\partial f}{\partial \sigma} \frac{\partial \sigma}{\partial e} + \frac{\partial f}{\partial \Lambda} \frac{\partial \Lambda}{\partial e} = 0 \end{cases}$$

ou

$$\begin{cases} (1 + \cos \gamma) \frac{\partial \sigma}{\partial e} + \text{sen } \sigma \text{sen } \gamma \frac{\partial \Lambda}{\partial e} = 1 \\ (1 - \cos \gamma) \frac{\partial \sigma}{\partial e} - \text{sen } \sigma \text{sen } \gamma \frac{\partial \Lambda}{\partial e} = 0 \end{cases}$$

$$\frac{\partial \sigma}{\partial e} = \frac{\begin{vmatrix} 1 & \text{sen } \sigma \text{ sen } \gamma \\ 0 & -\text{sen } \sigma \text{ sen } \gamma \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 + \cos \gamma & \text{sen } \sigma \text{ sen } \gamma \\ 1 - \cos \gamma & -\text{sen } \sigma \text{ sen } \gamma \end{vmatrix}} = \frac{1}{2}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Lambda}{\partial e} &= \frac{\begin{vmatrix} 1 + \cos \gamma & 1 \\ 1 - \cos \gamma & 0 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 + \cos \gamma & \text{sen } \sigma \text{ sen } \gamma \\ 1 - \cos \gamma & -\text{sen } \sigma \text{ sen } \gamma \end{vmatrix}} = \\ &= \frac{1 - \cos \gamma}{2 \text{ sen } \sigma \text{ sen } \gamma} \end{aligned}$$

Para calcular $\frac{\partial \sigma}{\partial n}$ e $\frac{\partial \Lambda}{\partial n}$ resolve-se o sistema:

$$\begin{cases} \frac{\partial F}{\partial n} + \frac{\partial F}{\partial \sigma} \frac{\partial \sigma}{\partial n} + \frac{\partial F}{\partial \Lambda} \frac{\partial \Lambda}{\partial n} = 0 \\ \frac{\partial f}{\partial n} + \frac{\partial f}{\partial \sigma} \frac{\partial \sigma}{\partial n} + \frac{\partial f}{\partial \Lambda} \frac{\partial \Lambda}{\partial n} = 0 \end{cases}$$

ou

$$\begin{cases} (1 + \cos \gamma) \frac{\partial \sigma}{\partial n} + \text{sen } \sigma \text{ sen } \gamma \frac{\partial \Lambda}{\partial n} = 0 \\ (1 - \cos \gamma) \frac{\partial \sigma}{\partial n} - \text{sen } \sigma \text{ sen } \gamma \frac{\partial \Lambda}{\partial n} = -1 \end{cases}$$

$$\frac{\frac{\partial \sigma}{\partial n}}{\frac{\partial \Lambda}{\partial n}} = \frac{\begin{vmatrix} 0 & \text{sen } \sigma \text{ sen } \gamma \\ -1 & -\text{sen } \sigma \text{ sen } \gamma \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 + \cos \gamma & \text{sen } \sigma \text{ sen } \gamma \\ 1 - \cos \gamma & -\text{sen } \sigma \text{ sen } \gamma \end{vmatrix}} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{\partial \Lambda}{\partial n} = \frac{\begin{vmatrix} 1 + \cos \gamma & 0 \\ 1 - \cos \gamma & -1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 + \cos \gamma & \text{sen } \sigma \text{ sen } \gamma \\ 1 - \cos \gamma & -\text{sen } \sigma \text{ sen } \gamma \end{vmatrix}} =$$

$$= \frac{1 + \cos \gamma}{2 \text{ sen } \sigma \text{ sen } \gamma}$$

Os coeficientes métricos serão, atendendo a que

$$g_{11} = 1 \quad g_{12} = g_{21} = 0 \quad g_{22} = \text{sen}^2 \sigma$$

$$\bar{g}_{11} = \left(\frac{\partial \sigma}{\partial e} \right)^2 g_{11} + \left(\frac{\partial \Lambda}{\partial e} \right)^2 g_{22}$$

$$= \frac{1}{4} + \frac{(1 - \cos \gamma)^2}{4 \text{ sen}^2 \sigma \text{ sen}^2 \gamma} \cdot \text{sen}^2 \sigma$$

$$= \frac{1}{2 \text{ sen}^2 \gamma} (1 - \cos \gamma)$$

$$\bar{g}_{12} = \frac{\partial \sigma}{\partial e} \frac{\partial \sigma}{\partial n} g_{11} + \frac{\partial \Lambda}{\partial e} \frac{\partial \Lambda}{\partial n} g_{22} = 0$$

$$\bar{g}_{22} = \left(\frac{\partial \sigma}{\partial n} \right)^2 g_{11} + \left(\frac{\partial \Lambda}{\partial n} \right)^2 g_{22}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{1}{4} + \frac{(1 + \cos \gamma)^2}{4 \operatorname{sen}^2 \sigma \operatorname{sen}^2 \gamma} \operatorname{sen}^2 \sigma \\
&= \frac{1}{2 \operatorname{sen}^2 \gamma} (1 + \cos \gamma) \\
G_{en} &= \frac{1}{2 \operatorname{sen}^2 \gamma} \begin{bmatrix} 1 - \cos \gamma & 0 \\ 0 & 1 + \cos \gamma \end{bmatrix}
\end{aligned}$$

e

$$ds^2 = (de \, dn) G_{en} \{ de \, dn \}$$

3.3 — Sistema elíptico linear

Este sistema é constituído por uma dupla rede elíptica linear de focos $F_1 F_0$ e $F_0 F_2$, de posições conhecidas sendo as suas coordenadas e_1 e e_2 definidas por:

$$\begin{aligned}
e_1 &= \sigma_1 + \sigma_0 \\
e_2 &= \sigma_2 + \sigma_0
\end{aligned}$$

pelo que os seus lugares geométricos são elipses lineares.

Sendo de_1 e de_2 os diferenciais das coordenadas, a métrica do sistema será dada por:

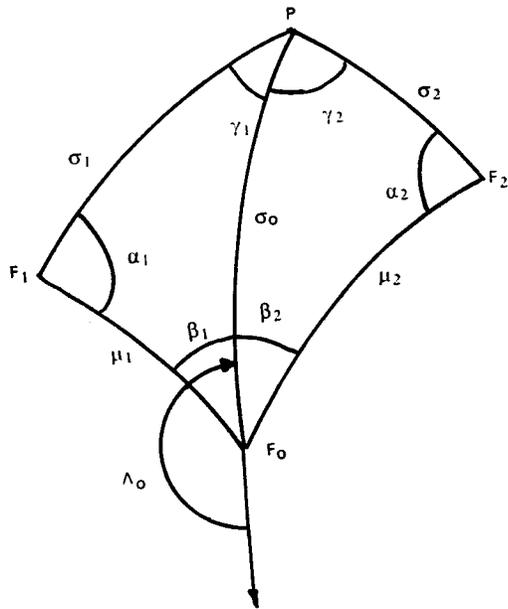
$$ds^2 = (de_1 \, de_2) G_{e_1 \, e_2} \{ de_1 \, de_2 \}$$

havendo que conhecer $G_{e_1 \, e_2}$.

Tomando como sistema de referência o sistema polar $\sigma_0 \Lambda_0$ de polo F_0 , as coordenadas de um ponto P serão:

- no sistema elíptico $e_1 \, e_2$
- no sistema polar $\sigma_0 \Lambda_0$

obtendo-se a relação entre elas a partir do triângulos esféricos $F_1 P F_0$ e $F_0 P F_2$.



$$\beta_1 = \Lambda_0 - \Lambda_1$$

$$\beta_2 = \Lambda_2 - \Lambda_0$$

Com efeito teremos:

$$\begin{cases} \cos \sigma_1 = \cos \sigma_0 \cos \mu_1 + \text{sen } \sigma_0 \text{ sen } \mu_1 \cos \beta_1 \\ \cos \sigma_2 = \cos \sigma_0 \cos \mu_2 + \text{sen } \sigma_0 \text{ sen } \mu_2 \cos \beta_2 \end{cases}$$

e atendendo a que

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= e_1 - \sigma_0 & \beta_1 &= \Lambda_0 - \Lambda_1 \\ \sigma_2 &= e_2 - \sigma_0 & \beta_2 &= \Lambda_2 - \Lambda_0 \end{aligned}$$

podemos escrever:

$$\begin{cases} \cos \sigma_0 \cos \mu_1 + \text{sen } \sigma_0 \text{ sen } \mu_1 \cos (\Lambda_0 - \Lambda_1) - \cos (e_1 - \sigma_0) = 0 \\ \cos \sigma_0 \cos \mu_2 + \text{sen } \sigma_0 \text{ sen } \mu_2 \cos (\Lambda_2 - \Lambda_0) - \cos (e_2 - \sigma_0) = 0 \end{cases}$$

equações polares das elipses esféricas lineares e_1 e e_2 , referidas ao polo F_0 , que definem o ponto P .

Seguindo a metodologia anterior teremos, designando por F a primeira equação e por f a segunda:

$$\frac{\partial F}{\partial e_1} = \text{sen}(e_1 - \sigma_0) = \text{sen } \sigma_1$$

$$\frac{\partial F}{\partial e_2} = 0$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial F}{\partial \sigma_0} &= \cos \sigma_0 \text{sen } \mu_1 \cos \beta_1 - \text{sen } \sigma_0 \cos \mu_1 - \text{sen}(e_1 - \sigma_0) \\ &= \text{sen } \mu_1 (\cos \sigma_0 \cos \beta_1 - \text{sen } \sigma_0 \cotg \mu_1) - \text{sen } \sigma_1 \\ &= - \text{sen } \mu_1 \text{sen } \beta_1 \cotg \gamma_1 - \text{sen } \sigma_1 \\ &= - \text{sen } \sigma_1 (1 + \cos \gamma_1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial F}{\partial \Lambda_0} &= - \text{sen } \sigma_0 \text{sen } \mu_1 \text{sen } \beta_1 \\ &= - \text{sen } \sigma_0 \text{sen } \sigma_1 \text{sen } \gamma_1 \end{aligned}$$

Identicamente, a partir de f teremos:

$$\frac{\partial f}{\partial e_1} = 0$$

$$\frac{\partial f}{\partial e_2} = \text{sen}(e_2 - \sigma_0) = \text{sen } \sigma_2$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial f}{\partial \sigma_0} &= \cos \sigma_0 \text{sen } \mu_2 \cos \beta_2 - \text{sen } \sigma_0 \cos \mu_2 - \text{sen}(e_2 - \sigma_0) \\ &= \text{sen } \mu_2 (\cos \sigma_0 \cos \beta_2 - \text{sen } \sigma_0 \cotg \mu_2) - \text{sen } \sigma_2 \\ &= - \text{sen } \mu_2 \text{sen } \beta_2 \cotg \gamma_2 - \text{sen } \sigma_2 \\ &= - \text{sen } \sigma_2 (1 + \cos \gamma_2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial f}{\partial \Lambda_0} &= \text{sen } \sigma_0 \text{sen } \mu_2 \text{sen } \beta_2 \\ &= \text{sen } \sigma_0 \text{sen } \sigma_2 \text{sen } \gamma_2 \end{aligned}$$

Para calcular $\frac{\partial \sigma_0}{\partial e_1}$ e $\frac{\partial \Lambda_0}{\partial e_1}$ resolve-se o sistema:

$$\begin{cases} \frac{\partial F}{\partial e_1} + \frac{\partial F}{\partial \sigma_0} \frac{\partial \sigma_0}{\partial e_1} + \frac{\partial F}{\partial \Lambda_0} \frac{\partial \Lambda_0}{\partial e_1} = 0 \\ \frac{\partial f}{\partial e_1} + \frac{\partial f}{\partial \sigma_0} \frac{\partial \sigma_0}{\partial e_1} + \frac{\partial f}{\partial \Lambda_0} \frac{\partial \Lambda_0}{\partial e_1} = 0 \end{cases}$$

ou

$$\begin{cases} (1 + \cos \gamma_1) \frac{\partial \sigma_0}{\partial e_1} + \text{sen } \sigma_0 \text{ sen } \gamma_1 \frac{\partial \Lambda_0}{\partial e_1} = 1 \\ (1 + \cos \gamma_2) \frac{\partial \sigma_0}{\partial e_1} - \text{sen } \sigma_0 \text{ sen } \gamma_2 \frac{\partial \Lambda_0}{\partial e_1} = 0 \end{cases}$$

donde:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \sigma_0}{\partial e_1} &= \frac{\begin{vmatrix} 1 & \text{sen } \sigma_0 \text{ sen } \gamma_1 \\ 0 & -\text{sen } \sigma_0 \text{ sen } \gamma_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 + \cos \gamma_1 & \text{sen } \sigma_0 \text{ sen } \gamma_1 \\ 1 + \cos \gamma_2 & -\text{sen } \sigma_0 \text{ sen } \gamma_2 \end{vmatrix}} \\ &= \frac{-\text{sen } \sigma_0 \text{ sen } \gamma_2}{-\left[(1 + \cos \gamma_1) \text{sen } \sigma_0 \text{ sen } \gamma_2 + (1 + \cos \gamma_2) \text{sen } \sigma_0 \text{ sen } \gamma_1 \right]} \\ &= \frac{\text{sen } \sigma_0 \text{ sen } \gamma_2}{\text{De}} \end{aligned}$$

e

$$\frac{\partial \Lambda_0}{\partial e_1} = \frac{\begin{vmatrix} 1 + \cos \gamma_1 & 1 \\ 1 + \cos \gamma_2 & 0 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 + \cos \gamma_1 & \text{sen } \sigma_0 \text{ sen } \gamma_1 \\ 1 + \cos \gamma_2 & -\text{sen } \sigma_0 \text{ sen } \gamma_2 \end{vmatrix}}$$

$$= \frac{1 + \cos \gamma_2}{De}$$

Com

$$De = (1 + \cos \gamma_1) \operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \gamma_2 + (1 + \cos \gamma_2) \operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \gamma_1$$

Para calcular $\frac{\partial \sigma_0}{\partial e_2}$ e $\frac{\partial \Lambda_0}{\partial e_2}$ resolve-se o sistema:

$$\begin{cases} \frac{\partial F}{\partial e_2} + \frac{\partial F}{\partial \sigma_0} \frac{\partial \sigma_0}{\partial e_2} + \frac{\partial F}{\partial \Lambda_0} \frac{\partial \Lambda_0}{\partial e_2} = 0 \\ \frac{\partial f}{\partial e_2} + \frac{\partial f}{\partial \sigma_0} \frac{\partial \sigma_0}{\partial e_2} + \frac{\partial f}{\partial \Lambda_0} \frac{\partial \Lambda_0}{\partial e_2} = 0 \end{cases}$$

ou

$$\begin{cases} (1 + \cos \gamma_1) \frac{\partial \sigma_0}{\partial e_2} + \operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \gamma_1 \frac{\partial \Lambda_0}{\partial e_2} = 0 \\ (1 + \cos \gamma_2) \frac{\partial \sigma_0}{\partial e_2} - \operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \gamma_2 \frac{\partial \Lambda_0}{\partial e_2} = 1 \end{cases}$$

donde

$$\begin{aligned} \frac{\partial \sigma_0}{\partial e_2} &= \frac{\begin{vmatrix} 0 & \operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \gamma_1 \\ 1 & -\operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \gamma_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 + \cos \gamma_1 & \operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \gamma_1 \\ 1 + \cos \gamma_2 & -\operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \gamma_2 \end{vmatrix}} = \\ &= \frac{-\operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \gamma_1}{-(1 + \cos \gamma_1) \operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \gamma_2 + (1 + \cos \gamma_2) \operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \gamma_1} \\ &= \frac{\operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \gamma_1}{De} \end{aligned}$$

e

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Lambda_0}{\partial e_2} &= \frac{\begin{vmatrix} 1 + \cos \gamma_1 & 0 \\ 1 + \cos \gamma_2 & 1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 + \cos \gamma_1 & \text{sen } \sigma_0 \text{ sen } \gamma_1 \\ 1 + \cos \gamma_2 & - \text{sen } \sigma_0 \text{ sen } \gamma_2 \end{vmatrix}} \\ &= - \frac{1 + \cos \gamma_1}{De} \end{aligned}$$

tendo De o valor anteriormente indicado.

Os coeficientes métricos g_{ij} , serão, atendendo a que:

$$g_{11} = 1 \quad g_{12} = g_{21} = 0 \quad g_{22} = \text{sen}^2 \sigma_0$$

$$\begin{aligned} \bar{g}_{11} &= \left(\frac{\partial \sigma_0}{\partial e_1} \right)^2 g_{11} + \left(\frac{\partial \Lambda_0}{\partial e_1} \right)^2 g_{22} \\ &= \frac{\text{sen}^2 \sigma_0 \text{sen}^2 \gamma_2 + (1 + \cos \gamma_2)^2 \text{sen}^2 \sigma_0}{De^2} \end{aligned}$$

$$= \frac{\text{sen}^2 \sigma_0}{De^2} \cdot 2 (1 + \cos \gamma_2)$$

$$\bar{g}_{12} = \frac{\partial \sigma_0}{\partial e_1} \frac{\partial \sigma_0}{\partial e_2} g_{11} + \frac{\partial \Lambda_0}{\partial e_1} \frac{\partial \Lambda_0}{\partial e_2} g_{22}$$

$$= \frac{\text{sen}^2 \sigma_0 \text{sen } \gamma_1 \text{sen } \gamma_2 - (1 + \cos \gamma_1) (1 + \cos \gamma_2) \text{sen}^2 \sigma_0}{De^2}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{\text{sen}^2 \sigma_0}{D e^2} \left[\text{sen } \gamma_1 \text{ sen } \gamma_2 - (1 + \cos \gamma_1)(1 + \cos \gamma_2) \right] \\
\bar{g}_{22} &= \left(\frac{\partial \sigma_0}{\partial e_2} \right)^2 g_{11} + \left(\frac{\partial \Lambda_0}{\partial e_2} \right)^2 g_{22} \\
&= \frac{\text{sen}^2 \sigma_0 \text{ sen}^2 \gamma_1 + (1 + \cos \gamma_1)^2 \text{ sen}^2 \sigma_0}{D e^2} \\
&= \frac{\text{sen}^2 \sigma_0}{D e^2} \cdot 2 (1 + \cos \gamma_1)
\end{aligned}$$

pelo que:

$$G_{e_1 e_2} = \frac{\text{sen}^2 \sigma_0}{D e^2} \begin{bmatrix} 2(1 + \cos \gamma_2) & \text{sen } \gamma_1 \text{ sen } \gamma_2 - (1 + \cos \gamma_1)(1 + \cos \gamma_2) \\ \text{sen } \gamma_1 \text{ sen } \gamma_2 - (1 + \cos \gamma_1)(1 + \cos \gamma_2) & 2(1 + \cos \gamma_1) \end{bmatrix}$$

e

$$ds^2 = (de_1 \ de_2) G_{e_1 e_2} \{ de_1 \ de_2 \}$$

3.4 — Sistema hiperbólico linear

Este sistema é constituído por uma dupla rede hiperbólica linear, de focos $F_1 F_0$ e $F_0 F_2$, de posições conhecidas, sendo as suas coordenadas n_1 e n_2 definidas por

$$\begin{aligned}
n_1 &= \sigma_1 - \sigma_0 \\
n_2 &= \sigma_2 - \sigma_0
\end{aligned}$$

pelo que os seus lugares geométricos são hipérbolas lineares.

Sendo dn_1 e dn_2 os diferenciais das coordenadas, a métrica do sistema será dada por:

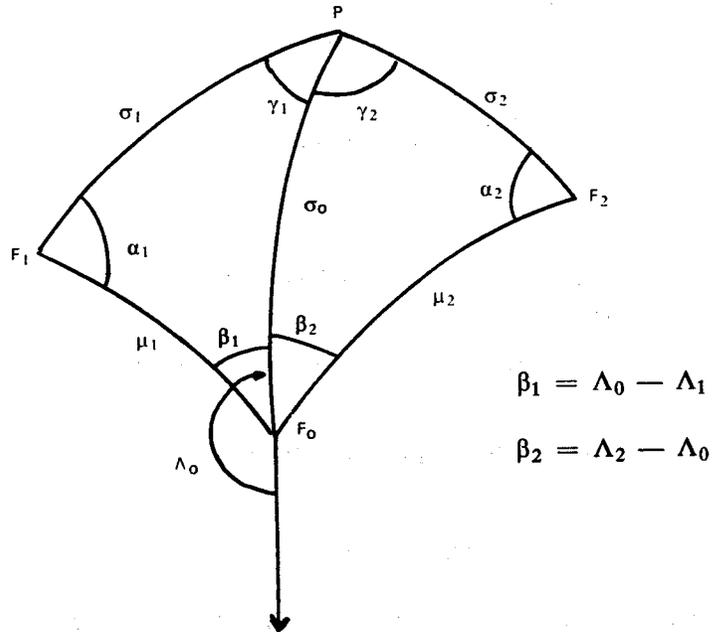
$$ds^2 = (dn_1 \ dn_2) G_{n_1, n_2} \{ dn_1, \ dn_2 \}$$

havendo que conhecer G_{n_1, n_2}

Tomando como sistema de referência o sistema polar $\sigma_0 \Lambda_0$, de polo F_0 , as coordenadas de um ponto P serão:

- no sistema hiperbólico $n_1 n_2$
- no sistema polar $\sigma_0 \Lambda_0$

obtendo-se a relação entre elas a partir dos triângulos esféricos $F_1 PF_0$ e $F_0 PF_2$.



Com efeito, teremos:

$$\begin{cases} \cos \sigma_1 = \cos \sigma_0 \cos \mu_1 + \text{sen } \sigma_0 \text{ sen } \mu_1 \cos \beta_1 \\ \cos \sigma_2 = \cos \sigma_0 \cos \mu_2 + \text{sen } \sigma_0 \text{ sen } \mu_2 \cos \beta_2 \end{cases}$$

e atendendo a que

$$\sigma_1 = n_1 + \sigma_0 \quad \beta_1 = \Lambda_0 - \Lambda_1$$

$$\sigma_2 = n_2 + \sigma_0 \quad \beta_2 = \Lambda_2 - \Lambda_0$$

pode escrever-se:

$$\begin{cases} \cos \sigma_0 \cos \mu_1 + \operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \mu_1 \cos (\Lambda_0 - \Lambda_1) - \cos (n_1 + \sigma_0) = 0 \\ \cos \sigma_0 \cos \mu_2 + \operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \mu_2 \cos (\Lambda_2 - \Lambda_0) - \cos (n_2 + \sigma_0) = 0 \end{cases}$$

equações polares das hiperboles esféricas lineares n_1 e n_2 , referidas ao polo F_0 , que definem o ponto P.

Designando a primeira equação por F teremos:

$$\frac{\partial F}{\partial n_1} = \operatorname{sen} (n_1 + \sigma_0) = \operatorname{sen} \sigma_1$$

$$\frac{\partial F}{\partial n_2} = 0$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial F}{\partial \sigma_0} &= \cos \sigma_0 \operatorname{sen} \mu_1 \cos \beta_1 - \operatorname{sen} \sigma_0 \cos \mu_1 + \operatorname{sen} (n_1 + \sigma_0) \\ &= \operatorname{sen} \mu_1 (\cos \sigma_0 \cos \beta_1 - \operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{cotg} \mu_1) + \operatorname{sen} \sigma_1 \\ &= - \operatorname{sen} \mu_1 \operatorname{sen} \beta_1 \operatorname{cotg} \gamma_1 + \operatorname{sen} \sigma_1 \\ &= \operatorname{sen} \sigma_1 (1 - \cos \gamma_1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial F}{\partial \Lambda_0} &= - \operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \mu_1 \operatorname{sen} \beta_1 \\ &= - \operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \sigma_1 \operatorname{sen} \gamma_1 \end{aligned}$$

e, a partir da segunda equação:

$$\frac{\partial f}{\partial n_1} = 0$$

$$\frac{\partial f}{\partial n_2} = \operatorname{sen} (n_2 + \sigma_0) = \operatorname{sen} \sigma_2$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial f}{\partial \sigma_0} &= \cos \sigma_0 \operatorname{sen} \mu_2 \cos \beta_2 - \operatorname{sen} \sigma_0 \cos \mu_2 + \operatorname{sen} (n_2 + \sigma_0) \\ &= \operatorname{sen} \mu_2 (\cos \sigma_0 \cos \beta_2 - \operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{cotg} \mu_2) + \operatorname{sen} \sigma_2 \end{aligned}$$

$$= - \operatorname{sen} \mu_2 \operatorname{sen} \beta_2 \operatorname{cotg} \gamma_2 + \operatorname{sen} \sigma_2$$

$$= \operatorname{sen} \sigma_2 (1 - \cos \gamma_2)$$

$$\frac{\partial f}{\partial \Lambda_0} = \operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \mu_2 \operatorname{sen} \beta_2$$

$$= \operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \mu_2 \operatorname{sen} \gamma_2$$

Para calcular $\frac{\partial \sigma_0}{\partial n_1}$ e $\frac{\partial \Lambda_0}{\partial n_1}$, resolve-se o sistema:

$$\begin{cases} \frac{\partial F}{\partial n_1} + \frac{\partial F}{\partial \sigma_0} \frac{\partial \sigma_0}{\partial n_1} + \frac{\partial F}{\partial \Lambda_0} \frac{\partial \Lambda_0}{\partial n_1} = 0 \\ \frac{\partial f}{\partial n_1} + \frac{\partial f}{\partial \sigma_0} \frac{\partial \sigma_0}{\partial n_1} + \frac{\partial f}{\partial \Lambda_0} \frac{\partial \Lambda_0}{\partial n_1} = 0 \end{cases}$$

ou

$$\begin{cases} (1 - \cos \gamma_1) \frac{\partial \sigma_0}{\partial n_1} - \operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \gamma_1 \frac{\partial \Lambda_0}{\partial n_1} = -1 \\ (1 - \cos \gamma_2) \frac{\partial \sigma_0}{\partial n_1} + \operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \gamma_2 \frac{\partial \Lambda_0}{\partial n_1} = 0 \end{cases}$$

donde:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \sigma_0}{\partial n_1} &= \frac{\begin{vmatrix} -1 & -\operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \gamma_1 \\ 0 & \operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \gamma_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 - \cos \gamma_1 & -\operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \gamma_1 \\ 1 - \cos \gamma_2 & \operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \gamma_2 \end{vmatrix}} \\ &= \frac{-\operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \gamma_2}{(1 - \cos \gamma_1) \operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \gamma_2 + (1 - \cos \gamma_2) \operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \gamma_1} \\ &= - \frac{\operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \gamma_2}{Dn} \end{aligned}$$

c

$$\frac{\partial \Lambda_0}{\partial n_1} = \frac{\begin{vmatrix} 1 - \cos \gamma_1 & -1 \\ 1 - \cos \gamma_2 & 0 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 - \cos \gamma_1 & -\text{sen } \sigma_0 \text{ sen } \gamma_1 \\ 1 - \cos \gamma_2 & \text{sen } \sigma_0 \text{ sen } \gamma_2 \end{vmatrix}}$$

$$= \frac{1 - \cos \gamma_2}{Dn}$$

$$Dn = (1 - \cos \gamma_1) \text{sen } \sigma_0 \text{ sen } \gamma_2 + (1 - \cos \gamma_2) \text{sen } \sigma_0 \text{ sen } \gamma_1$$

Para calcular $\frac{\partial \sigma_0}{\partial n_2}$ e $\frac{\partial \Lambda_0}{\partial n_2}$ resolve-se o sistema:

$$\begin{cases} \frac{\partial F}{\partial n_2} + \frac{\partial F}{\partial \sigma_0} \frac{\partial \sigma_0}{\partial n_2} + \frac{\partial F}{\partial \Lambda_0} \frac{\partial \Lambda_0}{\partial n_2} = 0 \\ \frac{\partial f}{\partial n_2} + \frac{\partial f}{\partial \sigma_0} \frac{\partial \sigma_0}{\partial n_2} + \frac{\partial f}{\partial \Lambda_0} \frac{\partial \Lambda_0}{\partial n_2} = 0 \end{cases}$$

ou

$$\begin{cases} (1 - \cos \gamma_1) \frac{\partial \sigma_0}{\partial n_2} - \text{sen } \sigma_0 \text{ sen } \gamma_1 \frac{\partial \Lambda_0}{\partial n_2} = 0 \\ (1 - \cos \gamma_2) \frac{\partial \sigma_0}{\partial n_2} + \text{sen } \sigma_0 \text{ sen } \gamma_2 \frac{\partial \Lambda_0}{\partial n_2} = -1 \end{cases}$$

donde:

$$\frac{\partial \sigma_0}{\partial n_2} = \frac{\begin{vmatrix} 0 & -\text{sen } \sigma_0 \text{ sen } \gamma_1 \\ -1 & \text{sen } \sigma_0 \text{ sen } \gamma_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 - \cos \gamma_1 & -\text{sen } \sigma_0 \text{ sen } \gamma_1 \\ 1 - \cos \gamma_2 & \text{sen } \sigma_0 \text{ sen } \gamma_2 \end{vmatrix}}$$

$$= \frac{-\operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \gamma_1}{(1 - \cos \gamma_1) \operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \gamma_2 + (1 - \cos \gamma_2) \operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \gamma_1}$$

$$= -\frac{\operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \gamma_1}{Dn}$$

e

$$\frac{\partial \Lambda_0}{\partial n_2} = \frac{\begin{vmatrix} 1 - \cos \gamma_1 & 0 \\ 1 - \cos \gamma_2 & -1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 - \cos \gamma_1 & -\operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \gamma_1 \\ 1 - \cos \gamma_2 & \operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \gamma_2 \end{vmatrix}}$$

$$= -\frac{1 - \cos \gamma_1}{Dn}$$

tendo Dn o valor anteriormente indicado.

Os coeficientes métricos g_{ij} serão, atendendo a que:

$$g_{11} = 1 \quad g_{12} = g_{21} = 0 \quad g_{22} = \operatorname{sen}^2 \sigma_0$$

$$\bar{g}_{11} = \left(\frac{\partial \sigma_0}{\partial n_1} \right)^2 g_{11} + \left(\frac{\partial \Lambda_0}{\partial n_1} \right)^2 g_{22}$$

$$= \frac{\operatorname{sen}^2 \sigma_0 \operatorname{sen}^2 \gamma_2 + (1 - \cos \gamma_2)^2 \operatorname{sen}^2 \sigma_0}{Dn^2}$$

$$= \frac{\operatorname{sen}^2 \sigma_0}{Dn^2} \cdot 2(1 - \cos \gamma_2)$$

$$\bar{g}_{12} = \frac{\partial \sigma_0}{\partial n_1} \frac{\partial \sigma_0}{\partial n_2} g_{11} + \frac{\partial \Lambda_0}{\partial n_1} \frac{\partial \Lambda_0}{\partial n_2} g_{22}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{\text{sen}^2 \sigma_0 \text{sen } \gamma_1 \text{sen } \gamma_2 - (1 - \cos \gamma_1) (1 - \cos \gamma_2) \text{sen}^2 \sigma_0}{\text{Dn}^2} \\
&= \frac{\text{sen}^2 \sigma_0}{\text{Dn}^2} \left[\text{sen } \gamma_1 \text{sen } \gamma_2 - (1 - \cos \gamma_1) (1 - \cos \gamma_2) \right] \\
\bar{g}_{22} &= \left(\frac{\partial \sigma_0}{\partial n_2} \right)^2 g_{11} + \left(\frac{\partial \Lambda_0}{\partial n_2} \right)^2 g_{22} \\
&= \frac{\text{sen}^2 \sigma_0 \text{sen}^2 \gamma_1 + (1 - \cos \gamma_1)^2 \text{sen}^2 \sigma_0}{\text{Dn}^2} \\
&= \frac{\text{sen}^2 \sigma_0}{\text{Dn}^2} \cdot 2 (1 - \cos \gamma_1)
\end{aligned}$$

pelo que será:

$$G_{n_1 n_2} = \frac{\text{sen}^2 \sigma_0}{\text{Dn}^2} \begin{bmatrix} 2(1 - \cos \gamma_2) & \text{sen } \gamma_1 \text{sen } \gamma_2 - (1 - \cos \gamma_1)(1 - \cos \gamma_2) \\ \text{sen } \gamma_1 \text{sen } \gamma_2 - (1 - \cos \gamma_1)(1 - \cos \gamma_2) & 2(1 - \cos \gamma_1) \end{bmatrix}$$

e

$$ds^2 = (dn_1 \ dn_2) G_{n_1 n_2} \{ dn_1 \ dn_2 \}$$

3.5 — Relação entre os sistemas elíptico e hiperbólico lineares

A semelhança das expressões que representam a elipse e a hipérbole esférica deixam supor que entre estas entidades existem relações particulares, tal como já se verificou existirem entre as coordenadas esféricas rectangulares e polares. Com efeito assim acontece como se pode inferir da análise das equações e figuras representativas na esfera.

Se considerarmos dois sistemas com bases suplementares, isto é, tais que

$$\beta_1 + \beta_2 = \pi \quad \mu_1 + \mu_2 = \pi$$

teremos ainda as relações:

$$\alpha_1 = \alpha_2 \quad \sigma_1 + \sigma_2 = \pi$$

Nestas condições, se considerarmos que P pertence à elipse e_1 do sistema de base μ_1 , teremos:

$$\begin{cases} e_1 = \sigma_1 + \sigma_0 = \pi - (\sigma_2 - \sigma_0) = \pi - n_2 \\ \cos \sigma_0 \cos \mu_1 + \operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \mu_1 \cos \beta_1 - \cos (e_1 - \sigma_0) = 0 \end{cases}$$

Por sua vez, considerando que P pertence à hipérbole n_2 do sistema de base μ_2 , será:

$$\begin{cases} n_2 = \sigma_2 - \sigma_0 = \pi - (\sigma_1 + \sigma_0) = \pi - e_1 \\ \cos \sigma_0 \cos \mu_2 + \operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \mu_2 \cos \beta_2 - \cos (n_2 + \sigma_0) = 0 \end{cases}$$

Substituindo nesta última relação os valores de μ_2 , β_2 e σ_2 pelos seus valores em função de μ_1 , β_1 e σ_1 , de acordo com as relações dadas virá:

$$\cos \sigma_0 \cos \mu_1 + \operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \mu_1 \cos \beta_1 - \cos (e_1 - \sigma_0) = 0$$

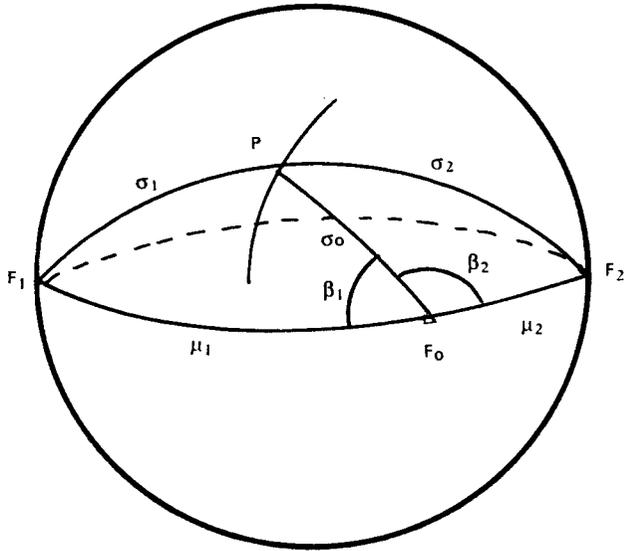
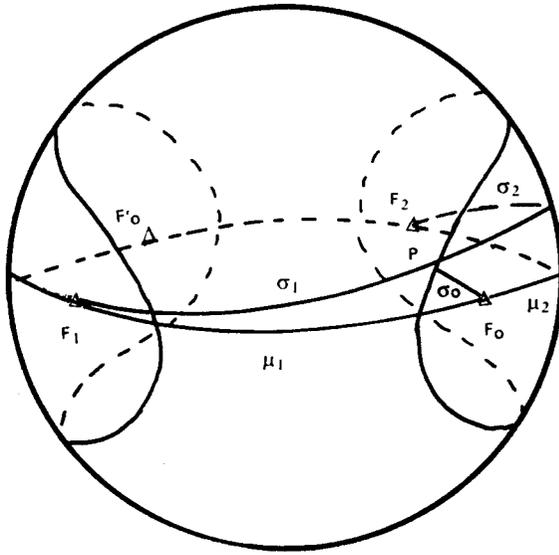
que é exactamente a equação da elipse e_1 de base μ_1 .

Identicamente, se P pertencer à hipérbole n_1 , teremos

$$\begin{cases} n_1 = \sigma_1 - \sigma_0 = \pi - (\sigma_2 + \sigma_0) = \pi - e_2 \\ \cos \sigma_0 \cos \mu_1 + \operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \mu_1 \cos \beta_1 - \cos (n_1 + \sigma_0) = 0 \end{cases}$$

e considerado como pertencendo à elipse e_2 da base μ_2 virá:

$$\begin{cases} e_2 = \sigma_2 + \sigma_0 = \pi - (\sigma_1 - \sigma_0) = \pi - n_1 \\ \cos \sigma_0 \cos \mu_2 + \operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \mu_2 \cos \beta_2 - \cos (e_2 - \sigma_0) = 0 \end{cases}$$



Substituindo os valores de μ_2 , β_2 e σ_2 pelos seus valores em função de μ_1 , β_1 e σ_1 obteremos:

$$\cos \sigma_0 \cos \mu_1 + \sin \sigma_0 \sin \mu_1 \cos \beta_1 - \cos (n_1 + \sigma_0) = 0$$

que é a equação da hipérbole n_1 do sistema de base μ_1 .

Assim, podemos concluir que nas condições indicadas ($\beta_1 + \beta_2 = \pi$ e $\mu_1 + \mu_2 = \pi$) as elipses do sistema de base μ_1 são as hipérbolas do sistema de base μ_2 e reciprocamente, as hipérbolas de base μ_1 são as elipses do sistema de base μ_2 .

Pode ainda observar-se que no caso particular em que $\mu_1 = \pi$ e $\mu_2 = 0$ o sistema se transforma num sistema bipolar, de polos F_1 e F_2 diametralmente opostos e que neste caso as hipérbolas esféricas lineares se confundem com o sistema de paralelos relativo aos polos F_1 e F_2 .

IV — SISTEMAS ANGULARES

Sob esta designação compreendem-se os sistemas baseados exclusivamente na medição de ângulos, quer em relação a dois, quer em relação a três polos.

No primeiro caso, sistemas bipolares, consideraremos os sistemas azimutais ($\alpha_1 \alpha_2$) e o sistema elíptico-hiperbólico angular (ϵ, η).

No segundo, sistemas tripolares, consideraremos os sistemas constituídos por uma dupla rede elíptica ($\epsilon_1 \epsilon_2$) e por uma dupla rede hiperbólica ($\eta_1 \eta_2$).

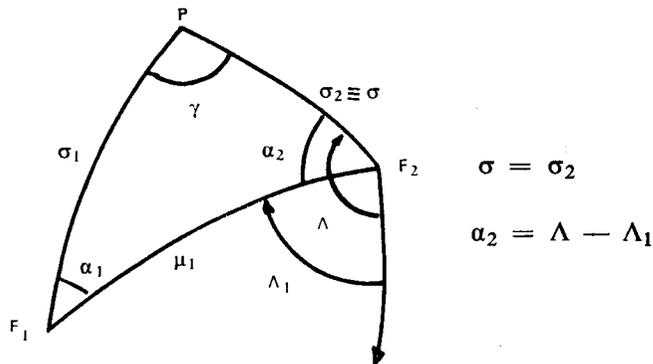
4.1 — Sistema azimutal

Neste sistema, as coordenadas de um ponto P são os ângulos α_1 e α_2 medidos nos polos F_1 F_2 , formados pelos círculos máximos que passam por P F_1 e P F_2 respectivamente e o que passa pelos polos F_1 e F_2 . Os lugares geométricos que constituem a rede são os círculos máximos que passam por F_1 e os que passam por F_2 .

Sendo da_1 e da_2 os diferenciais das coordenadas, a métrica do sistema será definida por:

$$ds^2 = (da_1 da_2) G_{\alpha_1 \alpha_2} \{ da_1 da_2 \}$$

havendo que calcular $G_{\alpha_1 \alpha_2}$.



Tomando como sistema de referência um sistema de coordenadas polares com polo em F_2 , as coordenadas de um ponto P serão:

- no sistema azimutal $\alpha_1 \alpha_2$
- no sistema polar $\sigma \Lambda$

podendo relacionar-se os dois sistemas a partir do triângulo esférico $F_1 P F_2$.
Teremos:

$$\begin{cases} \alpha_2 = \Lambda - \Lambda_1 \\ \cotg \sigma_2 \operatorname{sen} \mu_1 = \cos \mu_1 \cos \alpha_2 + \operatorname{sen} \alpha_2 \cotg \alpha_1 \end{cases}$$

e atendendo a que:

$$\sigma_2 = \sigma \quad \text{e} \quad \alpha_2 = \Lambda - \Lambda_1$$

virá:

$$\begin{cases} \Lambda - \Lambda_1 - \alpha_2 = 0 \\ \operatorname{sen} \sigma [\cos \mu_1 \cos (\Lambda - \Lambda_1) + \operatorname{sen} (\Lambda - \Lambda_1) \cotg \alpha_1] - \cos \sigma \operatorname{sen} \mu_1 = 0 \end{cases}$$

que são as equações polares dos círculos máximos que passam por F_2 e F_1 respectivamente e fazem os ângulos α_2 e α_1 com o círculo máximo $F_1 F_2$.

Designando por F a primeira equação, obtém-se:

$$\begin{aligned} \frac{\partial F}{\partial \alpha_1} &= 0 & \frac{\partial F}{\partial \alpha_2} &= -1 \\ \frac{\partial F}{\partial \sigma} &= 0 & \frac{\partial F}{\partial \Lambda} &= 1 \end{aligned}$$

Designando por f a segunda equação vem:

$$\begin{aligned} \frac{\partial f}{\partial \alpha_1} &= - \frac{\operatorname{sen} \sigma \operatorname{sen} \alpha_2}{\operatorname{sen}^2 \alpha_1} = - \frac{\operatorname{sen} \sigma_1}{\operatorname{sen} \alpha_1} \\ \frac{\partial f}{\partial \alpha_2} &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial f}{\partial \sigma} &= \cos \sigma (\cos \mu_1 \cos \alpha_2 + \operatorname{sen} \alpha_2 \operatorname{cotg} \alpha_1) + \operatorname{sen} \sigma \operatorname{sen} \mu_1 \\ &= \frac{\cos^2 \sigma \operatorname{sen} \mu_1}{\operatorname{sen} \sigma} + \operatorname{sen} \sigma \operatorname{sen} \mu_1 \\ &= \frac{\operatorname{sen} \gamma}{\operatorname{sen} \alpha_1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial f}{\partial \Lambda} &= \operatorname{sen} \sigma (-\cos \mu_1 \operatorname{sen} \alpha_2 + \cos \alpha_2 \operatorname{cotg} \alpha_1) \\ &= \frac{\operatorname{sen} \sigma}{\operatorname{sen} \alpha} (\cos \alpha_1 \cos \alpha_2 - \operatorname{sen} \alpha_1 \operatorname{sen} \alpha_2 \cos \mu_1) \\ &= -\frac{\operatorname{sen} \sigma \cos \gamma}{\operatorname{sen} \alpha_1} \end{aligned}$$

Para obter $\frac{\partial \sigma}{\partial \alpha_1}$ e $\frac{\partial \Lambda}{\partial \alpha_1}$ resolve-se o sistema:

$$\begin{cases} \frac{\partial F}{\partial \alpha_1} + \frac{\partial F}{\partial \sigma} \frac{\partial \sigma}{\partial \alpha_1} + \frac{\partial F}{\partial \Lambda} \frac{\partial \Lambda}{\partial \alpha_1} = 0 \\ \frac{\partial f}{\partial \alpha_1} + \frac{\partial f}{\partial \sigma} \frac{\partial \sigma}{\partial \alpha_1} + \frac{\partial f}{\partial \Lambda} \frac{\partial \Lambda}{\partial \alpha_1} = 0 \end{cases}$$

ou

$$\begin{cases} 0 \frac{\partial \sigma}{\partial \alpha_1} + \frac{\partial \Lambda}{\partial \alpha_1} = 0 \\ \operatorname{sen} \gamma \frac{\partial \sigma}{\partial \alpha_1} - \operatorname{sen} \sigma \cos \gamma \frac{\partial \Lambda}{\partial \alpha_1} = \operatorname{sen} \sigma_1 \end{cases}$$

donde

$$\frac{\partial \sigma}{\partial a_1} = \frac{\begin{vmatrix} 0 & 1 \\ \text{sen } \sigma_1 & -\text{sen } \sigma \cos \gamma \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 0 & 1 \\ \text{sen } \gamma & -\text{sen } \sigma \cos \gamma \end{vmatrix}} = \frac{\text{sen } \sigma_1}{\text{sen } \gamma}$$

$$\frac{\partial \Lambda}{\partial a_1} = 0$$

Para obter $\frac{\partial \sigma}{\partial a_2}$ e $\frac{\partial \Lambda}{\partial a_2}$ resolve-se o sistema:

$$\begin{cases} \frac{\partial F}{\partial a_2} + \frac{\partial F}{\partial \sigma} \frac{\partial \sigma}{\partial a_2} + \frac{\partial F}{\partial \Lambda} \frac{\partial \Lambda}{\partial a_2} = 0 \\ \frac{\partial f}{\partial a_2} + \frac{\partial f}{\partial \sigma} \frac{\partial \sigma}{\partial a_2} + \frac{\partial f}{\partial \Lambda} \frac{\partial \Lambda}{\partial a_2} = 0 \end{cases}$$

ou

$$\begin{cases} 0 \frac{\partial \sigma}{\partial a_2} + \frac{\partial \Lambda}{\partial a_2} = 1 \\ \text{sen } \gamma \frac{\partial \sigma}{\partial a_2} - \text{sen } \sigma \cos \gamma \frac{\partial \Lambda}{\partial a_2} = 0 \end{cases}$$

$$\frac{\partial \sigma}{\partial a_2} = \frac{\begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 0 & -\text{sen } \sigma \cos \gamma \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 0 & 1 \\ \text{sen } \gamma & -\text{sen } \sigma \cos \gamma \end{vmatrix}} = \frac{\text{sen } \sigma \cos \gamma}{\text{sen } \gamma}$$

$$\frac{\partial \Lambda}{\partial a_2} = 1$$

Os coeficientes métricos g_{ij} serão, atendendo a que

$$g_{11} = 1 \quad g_{12} = g_{21} = 0 \quad g_{22} = \text{sen}^2 \sigma$$

$$\bar{g}_{11} = \left(\frac{\partial \sigma}{\partial a_1} \right)^2 g_{11} + \left(\frac{\partial \Lambda}{\partial a_1} \right)^2 g_{22}$$

$$= \frac{\text{sen}^2 \sigma_1}{\text{sen}^2 \gamma}$$

$$\bar{g}_{12} = \frac{\partial \sigma}{\partial a_1} \frac{\partial \sigma}{\partial a_2} g_{11} + \frac{\partial \Lambda}{\partial a_1} \frac{\partial \Lambda}{\partial a_2} g_{22}$$

$$= \frac{\text{sen } \sigma_1 \text{ sen } \sigma \cos \gamma}{\text{sen}^2 \gamma} = \frac{\text{sen } \sigma_1 \text{ sen } \sigma_2 \cos \gamma}{\text{sen}^2 \gamma}$$

$$\bar{g}_{22} = \left(\frac{\partial \sigma}{\partial a_2} \right)^2 g_{11} + \left(\frac{\partial \Lambda}{\partial a_2} \right)^2 g_{22}$$

$$= \frac{\text{sen}^2 \sigma \cos^2 \gamma}{\text{sen}^2 \gamma} + \text{sen}^2 \sigma$$

$$= \frac{\text{sen}^2 \sigma}{\text{sen}^2 \gamma} = \frac{\text{sen}^2 \sigma_2}{\text{sen}^2 \gamma}$$

pelo que teremos:

$$G_{a_1 a_2} = \frac{1}{\text{sen}^2 \gamma} \begin{bmatrix} \text{sen}^2 \sigma_1 & \text{sen } \sigma_1 \text{ sen } \sigma_2 \cos \gamma \\ \text{sen } \sigma_1 \text{ sen } \sigma_2 \cos \gamma & \text{sen}^2 \sigma_2 \end{bmatrix}$$

e

$$ds^2 = (da_1 da_2) G_{a_1 a_2} \{ da_1 da_2 \}$$

4.2 — Sistema elíptico-hiperbólico angular

O sistema elíptico-hiperbólico angular pode considerar-se derivado do sistema azimutal mediante a transformação:

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \alpha_1 + \alpha_2 \\ \eta &= \alpha_1 - \alpha_2\end{aligned}$$

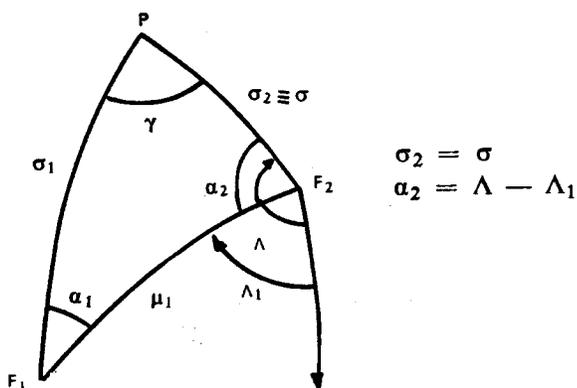
sendo os seus lugares geométricos elipses e hiperboles angulares com focos em F_1 e F_2 .

Sendo $d\varepsilon$ e $d\eta$ os diferenciais das coordenadas, a métrica do sistema será:

$$ds^2 = (d\varepsilon \ d\eta) G_{\varepsilon\eta} \{ d\varepsilon \ d\eta \}$$

havendo que calcular $G_{\varepsilon\eta}$.

Embora a análise deste sistema seja mais simples se feita a partir do sistema azimutal, utilizaremos como sistema de referência o sistema polar σ, Λ de polo em F_2 , o que permite pôr em evidência as equações dos lugares geométricos que caracterizam a rede.



Nestas condições, as coordenadas de P serão:

- no sistema elíptico-hiperbólico ε, η
- no sistema polar σ, Λ

obtendo-se a relação entre elas a partir do triângulo esférico $F_1 PF_2$.

Da relação fundamental:

$$\cotg \sigma_2 \sen \mu_1 = \cos \mu_1 \cos \alpha_2 + \sen \alpha_2 \cotg \alpha_1$$

atendendo a que

$$\begin{aligned}\sigma_2 &= \sigma & \alpha_2 &= \Lambda - \Lambda_1 \\ \alpha_1 &= \varepsilon - \alpha_2 = \eta + \alpha_2\end{aligned}$$

$$\begin{cases} \text{sen } \sigma [\cos \mu_1 \cos (\Lambda - \Lambda_1) + \text{sen } (\Lambda - \Lambda_1) \text{cotg } (\varepsilon - \Lambda + \Lambda_1)] - \\ - \cos \sigma \text{sen } \mu_1 = 0 \\ \text{sen } \sigma [\cos \mu_1 \cos (\Lambda - \Lambda_1) + \text{sen } (\Lambda - \Lambda_1) \text{cotg } (\eta + \Lambda - \Lambda_1)] - \\ - \cos \sigma \text{sen } \mu_1 = 0 \end{cases}$$

que são as equações polares da elipse e da hiperbole angulares que passam pelo ponto P.

Designando a primeira equação por F vem:

$$\begin{aligned}\frac{\partial F}{\partial \varepsilon} &= - \frac{\text{sen } \sigma \text{sen } \sigma_2}{\text{sen}^2 \alpha_1} = - \frac{\text{sen } \sigma_1}{\text{sen } \alpha_1} \\ \frac{\partial F}{\partial \eta} &= 0 \\ \frac{\partial F}{\partial \sigma} &= \cos \sigma (\cos \mu_1 \cos \alpha_2 + \text{sen } \alpha_2 \text{cotg } \alpha_1) + \text{sen } \sigma \text{sen } \mu_1 \\ &= \frac{\text{sen } \mu_1 \cos^2 \sigma}{\text{sen } \sigma} + \text{sen } \sigma \text{sen } \mu_1 \\ &= \frac{\text{sen } \mu_1}{\text{sen } \sigma} = \frac{\text{sen } \gamma}{\text{sen } \alpha_1} \\ \frac{\partial F}{\partial \Lambda} &= \text{sen } \sigma \left(-\cos \mu_1 \text{sen } \alpha_2 + \cos \alpha_2 \text{cotg } \alpha_1 + \frac{\text{sen } \alpha_2}{\text{sen}^2 \alpha_1} \right) \\ &= \frac{\text{sen } \sigma \text{sen } \alpha_2}{\text{sen}^2 \alpha_1} + \frac{\cos \alpha_1 \cos \alpha_2 - \text{sen } \alpha_1 \text{sen } \alpha_2 \cos \mu_1}{\text{sen } \alpha_1} \text{sen } \sigma \\ &= \frac{\text{sen } \sigma_1 - \text{sen } \sigma \cos \gamma}{\text{sen } \alpha_1} = \frac{U}{\text{sen } \alpha_1}\end{aligned}$$

Designando por f a segunda equação obtém-se:

$$\frac{\partial f}{\partial \varepsilon} = 0$$

$$\frac{\partial f}{\partial \eta} = - \frac{\text{sen } \sigma \text{ sen } \alpha_2}{\text{sen}^2 \alpha_1} = - \frac{\text{sen } \sigma_1}{\text{sen } \alpha_1}$$

$$\frac{\partial f}{\partial \sigma} = \cos \sigma (\cos \mu_1 \cos \alpha_2 + \text{sen } \alpha_2 \cotg \alpha_1) + \text{sen } \sigma \text{ sen } \mu_1$$

$$= \frac{\text{sen } \mu_1 \cos^2 \sigma}{\text{sen } \sigma} + \text{sen } \sigma \text{ sen } \mu_1$$

$$= \frac{\text{sen } \mu_1}{\text{sen } \sigma} = \frac{\text{sen } \gamma}{\text{sen } \alpha_1}$$

$$\frac{\partial f}{\partial \Lambda} = \text{sen } \sigma \left(-\cos \mu_1 \text{sen } \alpha_2 + \cos \alpha_2 \cotg \alpha_1 - \frac{\text{sen } \alpha_2}{\text{sen}^2 \alpha_1} \right)$$

$$= - \frac{\text{sen } \sigma \text{ sen } \alpha_2}{\text{sen}^2 \alpha_1} + \frac{\cos \alpha_1 \cos \alpha_2 - \text{sen } \alpha_1 \text{sen } \alpha_2 \cos \mu_1}{\text{sen } \alpha_1} \text{sen } \sigma$$

$$= - \frac{\text{sen } \sigma_1 + \text{sen } \sigma \cos \gamma}{\text{sen } \alpha_1} = - \frac{V}{\text{sen } \alpha_1}$$

Para obter $\frac{\partial \sigma}{\partial \varepsilon}$ e $\frac{\partial \Lambda}{\partial \varepsilon}$ resolve-se o sistema:

$$\begin{cases} \frac{\partial F}{\partial \varepsilon} + \frac{\partial F}{\partial \sigma} \frac{\partial \sigma}{\partial \varepsilon} + \frac{\partial F}{\partial \Lambda} \frac{\partial \Lambda}{\partial \varepsilon} = 0 \\ \frac{\partial f}{\partial \varepsilon} + \frac{\partial f}{\partial \sigma} \frac{\partial \sigma}{\partial \varepsilon} + \frac{\partial f}{\partial \Lambda} \frac{\partial \Lambda}{\partial \varepsilon} = 0 \end{cases}$$

ou

$$\begin{cases} \text{sen } \gamma \frac{\partial \sigma}{\partial \varepsilon} + U \frac{\partial \Lambda}{\partial \varepsilon} = \text{sen } \sigma_1 \\ \text{sen } \gamma \frac{\partial \sigma}{\partial \varepsilon} - V \frac{\partial \Lambda}{\partial \varepsilon} = 0 \end{cases}$$

donde:

$$\frac{\partial \sigma}{\partial \varepsilon} = \frac{\begin{vmatrix} \text{sen } \sigma_1 & U \\ 0 & -V \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} \text{sen } \gamma & U \\ \text{sen } \gamma & -V \end{vmatrix}} = \frac{V}{2 \text{sen } \gamma}$$
$$\frac{\partial \Lambda}{\partial \varepsilon} = \frac{\begin{vmatrix} \text{sen } \gamma & \text{sen } \sigma_1 \\ \text{sen } \gamma & 0 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} \text{sen } \gamma & U \\ \text{sen } \gamma & -V \end{vmatrix}} = \frac{1}{2}$$

Para calcular $\frac{\partial \sigma}{\partial \eta}$ e $\frac{\partial \Lambda}{\partial \eta}$ resolve-se o sistema:

$$\begin{cases} \frac{\partial F}{\partial \eta} + \frac{\partial F}{\partial \sigma} \frac{\partial \sigma}{\partial \eta} + \frac{\partial F}{\partial \Lambda} \frac{\partial \Lambda}{\partial \eta} = 0 \\ \frac{\partial f}{\partial \eta} + \frac{\partial f}{\partial \sigma} \frac{\partial \sigma}{\partial \eta} + \frac{\partial f}{\partial \Lambda} \frac{\partial \Lambda}{\partial \eta} = 0 \end{cases}$$

ou

$$\begin{cases} \text{sen } \gamma \frac{\partial \sigma}{\partial \eta} + U \frac{\partial \Lambda}{\partial \eta} = 0 \\ \text{sen } \gamma \frac{\partial \sigma}{\partial \eta} - V \frac{\partial \Lambda}{\partial \eta} = \text{sen } \sigma_1 \end{cases}$$

donde:

$$\frac{\partial \sigma}{\partial \eta} = \frac{\begin{vmatrix} 0 & U \\ \text{sen } \sigma_1 & -V \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} \text{sen } \gamma & U \\ \text{sen } \gamma & -V \end{vmatrix}} = \frac{U}{2 \text{ sen } \gamma}$$

$$\frac{\partial \Lambda}{\partial \eta} = \frac{\begin{vmatrix} \text{sen } \gamma & 0 \\ \text{sen } \gamma & \text{sen } \sigma_1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} \text{sen } \gamma & U \\ \text{sen } \gamma & -V \end{vmatrix}} = -\frac{1}{2}$$

Os coeficientes métricos g_{ij} serão, atendendo a que $\sigma = \sigma_2$ e a que:

$$g_{11} = 1 \quad g_{12} = g_{21} = 0 \quad g_{22} = \text{sen}^2 \sigma$$

$$\begin{aligned} \bar{g}_{11} &= \left(\frac{\partial \sigma}{\partial \varepsilon} \right)^2 g_{11} + \left(\frac{\partial \Lambda}{\partial \varepsilon} \right)^2 g_{22} \\ &= \frac{V^2}{4 \text{ sen}^2 \gamma} + \frac{\text{sen}^2 \sigma}{4} = \frac{V^2 + \text{sen}^2 \sigma \text{ sen}^2 \gamma}{4 \text{ sen}^2 \gamma} \\ &= \frac{1}{4 \text{ sen}^2 \gamma} (\text{sen}^2 \sigma_1 + 2 \text{ sen } \sigma_1 \text{ sen } \sigma_2 \cos \gamma + \text{sen}^2 \sigma_2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{g}_{12} &= \frac{\partial \sigma}{\partial \varepsilon} \frac{\partial \sigma}{\partial \eta} g_{11} + \frac{\partial \Lambda}{\partial \varepsilon} \frac{\partial \Lambda}{\partial \eta} g_{22} \\ &= \frac{U \cdot V}{4 \text{ sen}^2 \gamma} - \frac{\text{sen}^2 \sigma}{4} = \frac{U \cdot V - \text{sen}^2 \sigma \text{ sen}^2 \gamma}{4 \text{ sen}^2 \gamma} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{1}{4 \operatorname{sen}^2 \gamma} (\operatorname{sen}^2 \sigma_1 - \operatorname{sen}^2 \sigma_2) \\
\bar{g}_{22} &= \left(\frac{\partial \sigma}{\partial \eta} \right)^2 g_{11} + \left(\frac{\partial \Lambda}{\partial \eta} \right)^2 g_{22} \\
&= \frac{U^2}{4 \operatorname{sen}^2 \gamma} + \frac{\operatorname{sen}^2 \sigma}{4} = \frac{U^2 + \operatorname{sen}^2 \sigma \operatorname{sen}^2 \gamma}{4 \operatorname{sen}^2 \gamma} \\
&= \frac{1}{4 \operatorname{sen}^2 \gamma} (\operatorname{sen}^2 \sigma_1 - 2 \operatorname{sen} \sigma_1 \operatorname{sen} \sigma_2 \cos \gamma + \operatorname{sen}^2 \sigma_2)
\end{aligned}$$

pelo que:

$$G_{\varepsilon\eta} = \frac{1}{4 \operatorname{sen}^2 \gamma} \begin{bmatrix} \operatorname{sen}^2 \sigma_1 + 2 \operatorname{sen} \sigma_1 \operatorname{sen} \sigma_2 \cos \gamma + \operatorname{sen}^2 \sigma_2 & \\ & \operatorname{sen}^2 \sigma_1 - \operatorname{sen}^2 \sigma_2 \\ \operatorname{sen}^2 \sigma_1 - \operatorname{sen}^2 \sigma_2 & \\ & \operatorname{sen}^2 \sigma_1 - 2 \operatorname{sen} \sigma_1 \operatorname{sen} \sigma_2 \cos \gamma + \operatorname{sen}^2 \sigma_2 \end{bmatrix}$$

e

$$ds^2 = (d\varepsilon \, d\eta) G_{\varepsilon\eta} \{ d\varepsilon \, d\eta \}$$

4.3 — Sistema elíptico angular

Este sistema é definido por uma dupla rede elíptica angular, de focos $F_1 F_0$ e $F_0 F_2$, de posições conhecidas, sendo as suas coordenadas $\varepsilon_1 \varepsilon_2$ dadas por

$$\begin{aligned}
\varepsilon_1 &= \alpha_1 + \beta_1 \\
\varepsilon_2 &= \alpha_2 + \beta_2
\end{aligned}$$

pelo que os seus lugares geométricos serão elipses angulares.

Sendo $d\varepsilon_1$ e $d\varepsilon_2$ os diferenciais das coordenadas, a métrica do sistema será dada por:

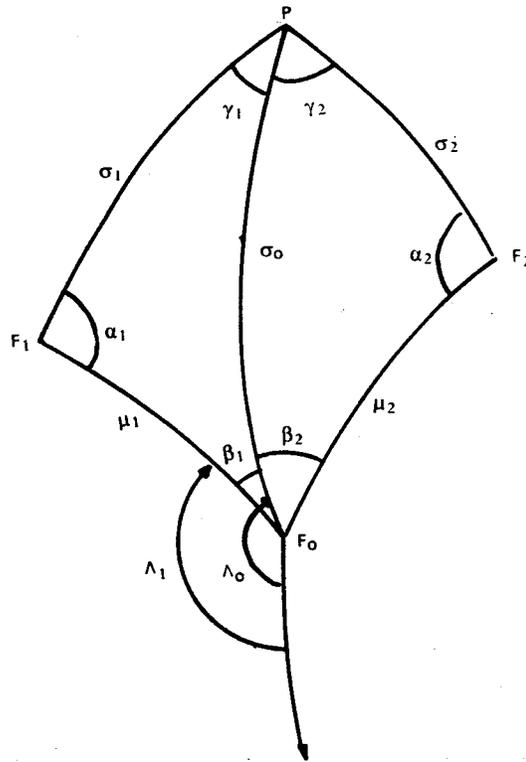
$$ds^2 = (d\varepsilon_1 \ d\varepsilon_2) G_{\varepsilon_1 \ \varepsilon_2} \{ d\varepsilon_1 \ d\varepsilon_2 \}$$

havendo que calcular $G_{\varepsilon_1 \ \varepsilon_2}$.

Tomando como sistema de referência o sistema polar $\sigma_0 \Lambda_0$ de polo F_0 as coordenadas de um ponto P serão:

- no sistema elíptico $\varepsilon_1 \ \varepsilon_2$
- no sistema polar $\sigma_0 \ \Lambda_0$

obtendo-se a relação entre elas a partir dos triângulos esféricos $F_1 \ P \ F_0$ e $F_0 \ P \ F_2$.



Com efeito, teremos:

$$\cotg \sigma_0 \operatorname{sen} \mu_1 = \cos \mu_1 \cos \beta_1 + \operatorname{sen} \beta_1 \cotg \alpha_1$$

$$\cotg \sigma_0 \operatorname{sen} \mu_2 = \cos \mu_2 \cos \beta_2 + \operatorname{sen} \beta_2 \cotg \alpha_2$$

e, atendendo a que

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= \varepsilon_1 - \beta_1 & \beta_1 &= \Lambda_0 - \Lambda_1 \\ \alpha_2 &= \varepsilon_2 - \beta_2 & \beta_2 &= \Lambda_2 - \Lambda_0 \end{aligned}$$

podemos escrever:

$$\operatorname{sen} \sigma_0 [\cos \mu_1 \cos (\Lambda_0 - \Lambda_1) + \operatorname{sen} (\Lambda_0 - \Lambda_1) \cotg (\varepsilon_1 - \Lambda_0 + \Lambda_1)] - \cos \sigma_0 \operatorname{sen} \mu_1 = 0$$

$$\operatorname{sen} \sigma_0 [\cos \mu_2 \cos (\Lambda_2 - \Lambda_0) + \operatorname{sen} (\Lambda_2 - \Lambda_0) \cotg (\varepsilon_2 + \Lambda_0 - \Lambda_2)] - \cos \sigma_0 \operatorname{sen} \mu_2 = 0$$

sistema que relaciona ε_1 e ε_2 com σ_0 , Λ_0 e representa as equações polares das elipses esféricas angulares referidas ao polo F_0 .

Seguindo a metodologia anterior, teremos, designando por F a primeira equação:

$$\frac{\partial F}{\partial \varepsilon_1} = - \frac{\operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \beta_1}{\operatorname{sen}^2 \alpha_1} = - \frac{\operatorname{sen} \sigma_1}{\operatorname{sen} \alpha_1}$$

$$\frac{\partial F}{\partial \varepsilon_2} = 0$$

$$\frac{\partial F}{\partial \sigma_0} = \cos \sigma_0 (\cos \mu_1 \cos \beta_1 + \operatorname{sen} \beta_1 \cotg \alpha_1) + \operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \mu_1$$

$$= \frac{\operatorname{sen} \mu_1 \cos^2 \sigma_0}{\operatorname{sen} \sigma_0} + \operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \mu_1$$

$$= \frac{\operatorname{sen} \mu_1}{\operatorname{sen} \sigma_0} = \frac{\operatorname{sen} \gamma_1}{\operatorname{sen} \alpha_1}$$

$$\begin{aligned}
\frac{\partial F}{\partial \Lambda_0} &= \text{sen } \sigma_0 \left(-\cos \mu_1 \text{sen } \beta_1 + \cos \beta_1 \cotg \alpha_1 + \frac{\text{sen } \beta_1}{\text{sen}^2 \alpha_1} \right) \\
&= \frac{\text{sen } \sigma_0 \text{sen } \beta_1}{\text{sen}^2 \alpha_1} + \frac{\cos \alpha_1 \cos \beta_1 - \text{sen } \alpha_1 \text{sen } \beta_1 \cos \mu_1}{\text{sen } \alpha_1} \cdot \text{sen } \sigma_0 \\
&= \frac{\text{sen } \sigma_1 - \text{sen } \sigma_0 \cos \gamma_1}{\text{sen } \alpha_1} = \frac{U_1}{\text{sen } \alpha_1}
\end{aligned}$$

Identicamente designando por f a segunda equação:

$$\begin{aligned}
\frac{\partial f}{\partial \epsilon_1} &= 0 \\
\frac{\partial f}{\partial \epsilon_2} &= \frac{-\text{sen } \sigma_0 \text{sen } \beta_2}{\text{sen}^2 \alpha_2} = -\frac{\text{sen } \sigma_2}{\text{sen } \alpha_2} \\
\frac{\partial f}{\partial \sigma_0} &= \cos \sigma_0 (\cos \mu_2 \cos \beta_2 + \text{sen } \beta_2 \cotg \alpha_2) + \text{sen } \sigma_0 \text{sen } \mu_2 \\
&= \frac{\text{sen } \mu_2 \cos^2 \sigma_0}{\text{sen } \sigma_0} + \text{sen } \sigma_0 \text{sen } \mu_2 \\
&= \frac{\text{sen } \mu_2}{\text{sen } \sigma_0} = \frac{\text{sen } \gamma_2}{\text{sen } \alpha_2}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\frac{\partial f}{\partial \Lambda_0} &= \text{sen } \sigma_0 \left(\cos \mu_2 \text{sen } \beta_2 - \cos \beta_2 \cotg \alpha_2 - \frac{\text{sen } \beta_2}{\text{sen}^2 \alpha_2} \right) \\
&= -\frac{\text{sen } \sigma_0 \text{sen } \beta_2}{\text{sen}^2 \alpha_2} - \frac{\cos \alpha_2 \cos \beta_2 - \text{sen } \alpha_2 \text{sen } \beta_2 \cos \mu_2}{\text{sen } \alpha_2} \cdot \text{sen } \sigma_0
\end{aligned}$$

$$= - \frac{\text{sen } \sigma_2 - \text{sen } \sigma_0 \cos \gamma_2}{\text{sen } \alpha_2} = - \frac{U_2}{\text{sen } \alpha_2}$$

Para calcular $\frac{\partial \sigma_0}{\partial \varepsilon_1}$ e $\frac{\partial \Lambda_1}{\partial \varepsilon_1}$ resolve-se o sistema:

$$\begin{cases} \frac{\partial F}{\partial \varepsilon_1} + \frac{\partial F}{\partial \sigma_0} \frac{\partial \sigma_0}{\partial \varepsilon_1} + \frac{\partial F}{\partial \Lambda_0} \frac{\partial \Lambda_0}{\partial \varepsilon_1} = 0 \\ \frac{\partial f}{\partial \varepsilon_1} + \frac{\partial f}{\partial \sigma_0} \frac{\partial \sigma_0}{\partial \varepsilon_1} + \frac{\partial f}{\partial \Lambda_0} \frac{\partial \Lambda_0}{\partial \varepsilon_1} = 0 \end{cases}$$

ou

$$\begin{cases} \text{sen } \gamma_1 \frac{\partial \sigma_0}{\partial \varepsilon_1} + U_1 \frac{\partial \Lambda_0}{\partial \varepsilon_1} = \text{sen } \sigma_1 \\ \text{sen } \gamma_2 \frac{\partial \sigma_0}{\partial \varepsilon_1} - U_2 \frac{\partial \Lambda_0}{\partial \varepsilon_1} = 0 \end{cases}$$

onde:

$$\begin{aligned} U_1 &= \text{sen } \sigma_1 - \text{sen } \sigma_0 \cos \gamma_1 \\ U_2 &= \text{sen } \sigma_2 - \text{sen } \sigma_0 \cos \gamma_2 \end{aligned}$$

Teremos então:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \sigma_0}{\partial \varepsilon_1} &= \frac{\begin{vmatrix} \text{sen } \sigma_1 & U_1 \\ 0 & -U_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} \text{sen } \gamma_1 & U_1 \\ \text{sen } \gamma_2 & -U_2 \end{vmatrix}} \\ &= \frac{U_2 \text{sen } \sigma_1}{U_2 \text{sen } \gamma_1 + U_1 \text{sen } \gamma_2} = \frac{U_2 \text{sen } \sigma_1}{D\varepsilon} \end{aligned}$$

e

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Lambda_0}{\partial \varepsilon_1} &= \frac{\begin{vmatrix} \text{sen } \gamma_1 & \text{sen } \sigma_1 \\ \text{sen } \gamma_2 & 0 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} \text{sen } \gamma_1 & U_1 \\ \text{sen } \gamma_2 & -U_2 \end{vmatrix}} \\ &= \frac{\text{sen } \gamma_2 \text{sen } \sigma_1}{U_2 \text{sen } \gamma_1 + U_1 \text{sen } \gamma_2} = \frac{\text{sen } \gamma_2 \text{sen } \gamma_1}{D\varepsilon} \end{aligned}$$

com

$$D\varepsilon = U_2 \text{sen } \gamma_1 + U_1 \text{sen } \gamma_2$$

Para calcular $\frac{\partial \sigma_0}{\partial \varepsilon_2}$ e $\frac{\partial \Lambda_0}{\partial \varepsilon_2}$ resolve-se o sistema:

$$\begin{cases} \frac{\partial F}{\partial \varepsilon_2} + \frac{\partial F}{\partial \sigma_0} \frac{\partial \sigma_0}{\partial \varepsilon_2} + \frac{\partial F}{\partial \Lambda_0} \frac{\partial \Lambda_0}{\partial \varepsilon_2} = 0 \\ \frac{\partial f}{\partial \varepsilon_2} + \frac{\partial f}{\partial \sigma_0} \frac{\partial \sigma_0}{\partial \varepsilon_2} + \frac{\partial f}{\partial \Lambda_0} \frac{\partial \Lambda_0}{\partial \varepsilon_2} = 0 \end{cases}$$

ou

$$\begin{cases} \text{sen } \gamma_1 \frac{\partial \sigma_0}{\partial \varepsilon_2} + U_1 \frac{\partial \Lambda_0}{\partial \varepsilon_2} = 0 \\ \text{sen } \gamma_2 \frac{\partial \sigma_0}{\partial \varepsilon_2} - U_2 \frac{\partial \Lambda_0}{\partial \varepsilon_2} = \text{sen } \sigma_2 \end{cases}$$

com:

$$\begin{aligned} U_1 &= \text{sen } \sigma_1 - \text{sen } \sigma_0 \cos \gamma_1 \\ U_2 &= \text{sen } \sigma_2 - \text{sen } \sigma_0 \cos \gamma_2 \end{aligned}$$

Teremos então:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \sigma_0}{\partial \varepsilon_2} &= \frac{\begin{vmatrix} 0 & U_1 \\ \text{sen } \sigma_2 & -U_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} \text{sen } \gamma_1 & U_1 \\ \text{sen } \gamma_2 & -U_2 \end{vmatrix}} \\ &= \frac{U_1 \text{sen } \sigma_2}{U_2 \text{sen } \gamma_1 + U_1 \text{sen } \gamma_2} = \frac{U_1 \text{sen } \sigma_2}{D\varepsilon} \\ \frac{\partial \Lambda_0}{\partial \varepsilon_2} &= \frac{\begin{vmatrix} \text{sen } \gamma_1 & 0 \\ \text{sen } \gamma_2 & \text{sen } \gamma_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} \text{sen } \gamma_1 & U_1 \\ \text{sen } \gamma_2 & -U_2 \end{vmatrix}} \\ &= -\frac{\text{sen } \gamma_1 \text{sen } \sigma_2}{U_2 \text{sen } \gamma_1 + U_1 \text{sen } \gamma_2} = -\frac{\text{sen } \gamma_1 \text{sen } \gamma_2}{D\varepsilon} \end{aligned}$$

com

$$D\varepsilon = U_2 \text{sen } \gamma_1 + U_1 \text{sen } \gamma_2$$

Os coeficientes métricos g_{ij} serão, atendendo a que:

$$g_{11} = 1 \quad g_{12} = g_{21} = 0 \quad g_{22} = \text{sen}^2 \sigma_0$$

$$\begin{aligned} \bar{g}_{11} &= \left(\frac{\partial \sigma_0}{\partial \varepsilon_1} \right)^2 g_{11} + \left(\frac{\partial \Lambda_0}{\partial \varepsilon_1} \right)^2 g_{22} \\ &= \frac{U^2 \text{sen}^2 \sigma_1 + \text{sen}^2 \gamma_2 \text{sen}^2 \sigma_1 \text{sen}^2 \sigma_0}{D\varepsilon^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{\text{sen}^2 \sigma_1}{D_\varepsilon^2} (\text{sen}^2 \sigma_0 - 2 \text{sen } \sigma_0 \text{sen } \sigma_2 \cos \gamma_2 + \text{sen}^2 \sigma_2) \\
\bar{g}_{12} &= \frac{\partial \sigma_0}{\partial \varepsilon_1} \frac{\partial \sigma_0}{\partial \varepsilon_2} g_{11} + \frac{\partial \Lambda_0}{\partial \varepsilon_1} \frac{\partial \Lambda_0}{\partial \varepsilon_2} g_{22} \\
&= \frac{U_1 U_2 \text{sen } \sigma_1 \text{sen } \sigma_2 - \text{sen } \sigma_1 \text{sen } \sigma_2 \text{sen } \gamma_1 \text{sen } \gamma_2 \text{sen}^2 \sigma_0}{D_\varepsilon^2} \\
&= \frac{\text{sen } \sigma_1 \text{sen } \sigma_2}{D_\varepsilon^2} (U_1 U_2 - \text{sen } \gamma_1 \text{sen } \gamma_2 \text{sen}^2 \sigma_0) \\
&= \frac{\text{sen } \sigma_1 \text{sen } \sigma_2}{D_\varepsilon^2} \left[\text{sen } \sigma_1 \text{sen } \sigma_2 - \text{sen } \sigma_0 (\text{sen } \sigma_1 \cos \gamma_2 + \right. \\
&\quad \left. + \text{sen } \sigma_2 \cos \gamma_1) + \text{sen}^2 \sigma_0 \cos \gamma \right] \\
\bar{g}_{22} &= \left(\frac{\partial \sigma_0}{\partial \varepsilon_2} \right)^2 g_{11} + \left(\frac{\partial \Lambda_0}{\partial \varepsilon_2} \right)^2 g_{22} \\
&= \frac{U_1^2 \text{sen}^2 \sigma_2 + \text{sen}^2 \gamma_1 \text{sen}^2 \sigma_2 \text{sen}^2 \sigma_0}{D_\varepsilon^2} \\
&= \frac{\text{sen}^2 \sigma_2}{D_\varepsilon^2} (\text{sen}^2 \sigma_0 - 2 \text{sen } \sigma_0 \text{sen } \sigma_1 \cos \gamma_1 + \text{sen}^2 \sigma_1)
\end{aligned}$$

e finalmente

$$G_{\varepsilon_1 \varepsilon_2} = \begin{bmatrix} \bar{g}_{11} & \bar{g}_{12} \\ \bar{g}_{21} & \bar{g}_{22} \end{bmatrix}$$

e

$$ds^2 = (d\varepsilon_1 \ d\varepsilon_2) G_{\varepsilon_1 \varepsilon_2} \{ d\varepsilon_1 \ d\varepsilon_2 \}$$

4.4 — Sistema hiperbólico angular

Este sistema é constituído por uma dupla rede hiperbólica angular, de focos $F_1 F_0$ e $F_0 F_2$, de posições conhecidas, sendo as suas coordenadas η_1 e η_2 definidas por:

$$\eta_1 = \alpha_1 - \beta_1$$

$$\eta_2 = \alpha_2 - \beta_2$$

pelo que os seus lugares geométricos são hiperboles angulares.

Sendo $d\eta_1$ e $d\eta_2$ os diferenciais das suas coordenadas, a métrica do sistema será dada por:

$$ds^2 = (d\eta_1 \ d\eta_2) G_{\eta_1 \ \eta_2} \{ d\eta_1 \ d\eta_2 \}$$

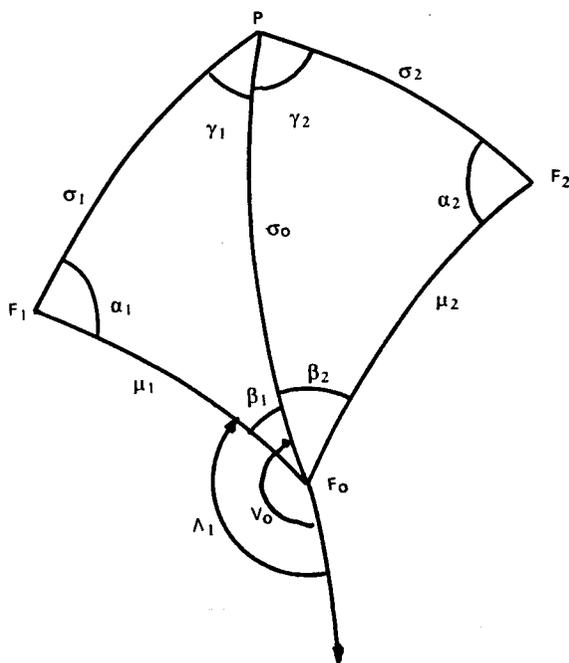
havendo que calcular $G_{\eta_1 \ \eta_2}$

Tomando como sistema de referência o sistema polar $\sigma_0 \Lambda_0$, de polo F_0 , as coordenadas de um ponto P serão:

— no sistema hiperbólico $\eta_1 \ \eta_2$

— no sistema polar $\sigma_0 \ \Lambda_0$

obtendo-se as relações entre elas a partir dos triângulos esféricos $F_1 P F_0$ e $F_0 P F_2$.



Com efeito teremos:

$$\begin{cases} \cotg \sigma_0 \operatorname{sen} \mu_1 = \cos \mu_1 \cos \beta_1 + \operatorname{sen} \beta_1 \cotg \alpha_1 \\ \cotg \sigma_0 \operatorname{sen} \mu_2 = \cos \mu_2 \cos \beta_2 + \operatorname{sen} \beta_2 \cotg \alpha_2 \end{cases}$$

e atendendo a que:

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= \eta_1 + \beta_1 & \beta_1 &= \Lambda_0 - \Lambda_1 \\ \alpha_2 &= \eta_2 + \beta_2 & \beta_2 &= \Lambda_2 - \Lambda_0 \end{aligned}$$

pode escrever-se:

$$\begin{cases} \operatorname{sen} \sigma_0 [\cos \mu_1 \cos (\Lambda_0 - \Lambda_1) + \operatorname{sen} (\Lambda_0 - \Lambda_1) \cotg (\eta_1 + \Lambda_0 - \Lambda_1)] - \\ - \cos \sigma_0 \operatorname{sen} \mu_1 = 0 \\ \operatorname{sen} \sigma_0 [\cos \mu_2 \cos (\Lambda_2 - \Lambda_0) + \operatorname{sen} (\Lambda_2 - \Lambda_0) \cotg (\eta_2 - \Lambda_0 + \Lambda_2)] - \\ - \cos \sigma_0 \operatorname{sen} \mu_2 = 0 \end{cases}$$

sistema que relaciona η_1 η_2 como σ_0 Λ_0 e que representa as equações polares das hipérbolas esféricas angulares η_1 η_2 , referidas ao polo F_0 , que definem o ponto P.

Designando por F a primeira equação, teremos:

$$\begin{aligned} \frac{\partial F}{\partial \eta_1} &= - \frac{\operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen}^2 \beta_1}{\operatorname{sen}^2 \alpha_1} = - \frac{\operatorname{sen} \sigma_1}{\operatorname{sen} \alpha_1} \\ \frac{\partial F}{\partial \eta_2} &= 0 \\ \frac{\partial F}{\partial \sigma_0} &= \cos \sigma_0 (\cos \mu_1 \cos \beta_1 + \operatorname{sen} \beta_1 \cotg \alpha_1) + \operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \mu_1 \\ &= \frac{\operatorname{sen} \mu_1 \cos^2 \sigma_0}{\operatorname{sen} \sigma_0} + \operatorname{sen} \sigma_0 \operatorname{sen} \mu_1 \\ &= \frac{\operatorname{sen} \mu_1}{\operatorname{sen} \sigma_0} = \frac{\operatorname{sen} \gamma_1}{\operatorname{sen} \alpha_1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\frac{\partial F}{\partial \Lambda_0} &= \text{sen } \sigma_0 \left(-\cos \mu_1 \text{sen } \beta_1 + \cos \beta_1 \cotg \alpha_1 - \frac{\text{sen } \beta_1}{\text{sen}^2 \alpha_1} \right) \\
&= -\frac{\text{sen } \sigma_0 \text{sen } \beta_1}{\text{sen}^2 \alpha_1} + \frac{\cos \alpha_1 \cos \beta_1 - \text{sen } \alpha_1 \text{sen } \beta_1 \cos \mu_1}{\text{sen } \alpha_1} \text{sen } \sigma_0 \\
&= -\frac{\text{sen } \sigma_1 + \text{sen } \sigma_0 \cos \gamma_1}{\text{sen } \alpha_1} = -\frac{V_1}{\text{sen } \alpha_1}
\end{aligned}$$

Designando por f a segunda equação, teremos:

$$\begin{aligned}
\frac{\partial f}{\partial \eta_1} &= 0 \\
\frac{\partial f}{\partial \eta_2} &= -\frac{\text{sen } \sigma_0 \text{sen } \beta_2}{\text{sen}^2 \alpha_2} = -\frac{\text{sen } \sigma_2}{\text{sen } \alpha_2} \\
\frac{\partial f}{\partial \sigma_0} &= \cos \sigma_0 (\cos \mu_2 \cos \beta_2 + \text{sen } \beta_2 \cotg \alpha_2) + \text{sen } \sigma_0 \text{sen } \mu_2 \\
&= \frac{\text{sen } \mu_2 \cos^2 \sigma_0}{\text{sen } \sigma_0} + \text{sen } \sigma_0 \text{sen } \mu_2 \\
&= \frac{\text{sen } \mu_2}{\text{sen } \sigma_0} = \frac{\text{sen } \gamma_2}{\text{sen } \alpha_2} \\
\frac{\partial f}{\partial \Lambda_0} &= \text{sen } \sigma_0 \left(\cos \mu_2 \text{sen } \beta_2 - \cos \beta_2 \cotg \alpha_2 + \frac{\text{sen } \beta_2}{\text{sen}^2 \alpha_2} \right) \\
&= \frac{\text{sen } \sigma_0 \text{sen } \beta_2}{\text{sen}^2 \alpha_2} - \frac{\cos \alpha_2 \cos \beta_2 - \text{sen } \alpha_2 \text{sen } \beta_2 \cos \mu_2}{\text{sen } \alpha_2} \text{sen } \sigma_0 \\
&= \frac{\text{sen } \sigma_2 + \text{sen } \sigma_0 \cos \gamma_2}{\text{sen } \alpha_2} = \frac{V_2}{\text{sen } \alpha_2}
\end{aligned}$$

Para calcular $\frac{\partial \sigma_0}{\partial \eta_1}$ e $\frac{\partial \Lambda_0}{\partial \eta_1}$ resolve-se o sistema:

$$\begin{cases} \frac{\partial F}{\partial \eta_1} + \frac{\partial F}{\partial \sigma_0} \frac{\partial \sigma_0}{\partial \eta_1} + \frac{\partial F}{\partial \Lambda_0} \frac{\partial \Lambda_0}{\partial \eta_1} = 0 \\ \frac{\partial f}{\partial \eta_1} + \frac{\partial f}{\partial \sigma_0} \frac{\partial \sigma_0}{\partial \eta_1} + \frac{\partial f}{\partial \Lambda_0} \frac{\partial \Lambda_0}{\partial \eta_1} = 0 \end{cases}$$

ou

$$\begin{cases} \text{sen } \gamma_1 \frac{\partial \sigma_0}{\partial \eta_1} - V_1 \frac{\partial \Lambda_0}{\partial \eta_1} = \text{sen } \sigma_1 \\ \text{sen } \gamma_2 \frac{\partial \sigma_0}{\partial \eta_1} + V_2 \frac{\partial \Lambda_0}{\partial \eta_1} = 0 \end{cases}$$

com

$$V_1 = \text{sen } \sigma_1 + \text{sen } \sigma_0 \cos \gamma_1$$

$$V_2 = \text{sen } \sigma_2 + \text{sen } \sigma_0 \cos \gamma_2$$

Teremos então:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \sigma_0}{\partial \eta_1} &= \frac{\begin{vmatrix} \text{sen } \sigma_1 & -V_1 \\ 0 & V_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} \text{sen } \gamma_1 & -V_1 \\ \text{sen } \gamma_2 & V_2 \end{vmatrix}} \\ &= \frac{V_2 \text{sen } \sigma_1}{V_2 \text{sen } \gamma_1 + V_1 \text{sen } \gamma_2} = \frac{V_2 \text{sen } \sigma_1}{D\eta} \end{aligned}$$

$$\frac{\partial \Lambda_0}{\partial \eta_1} = \frac{\begin{vmatrix} \text{sen } \gamma_1 & \text{sen } \sigma_1 \\ \text{sen } \gamma_2 & 0 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} \text{sen } \gamma_1 & -V_1 \\ \text{sen } \gamma_2 & V_2 \end{vmatrix}}$$

$$= - \frac{\text{sen } \gamma_2 \text{ sen } \sigma_1}{V_2 \text{ sen } \gamma_1 + V_1 \text{ sen } \gamma_2} = - \frac{\text{sen } \gamma_2 \text{ sen } \sigma_1}{D\eta}$$

com

$$D\eta = V_2 \text{ sen } \gamma_1 + V_1 \text{ sen } \gamma_2$$

Para calcular $\frac{\partial \sigma_0}{\partial \eta_2}$ e $\frac{\partial \Lambda_0}{\partial \eta_2}$ resolve-se o sistema:

$$\begin{cases} \frac{\partial F}{\partial \eta_2} + \frac{\partial F}{\partial \sigma_0} \frac{\partial \sigma_0}{\partial \eta_2} + \frac{\partial F}{\partial \Lambda_0} \frac{\partial \Lambda_0}{\partial \eta_2} = 0 \\ \frac{\partial f}{\partial \eta_2} + \frac{\partial f}{\partial \sigma_0} \frac{\partial \sigma_0}{\partial \eta_2} + \frac{\partial f}{\partial \Lambda_0} \frac{\partial \Lambda_0}{\partial \eta_2} = 0 \end{cases}$$

ou

$$\begin{cases} \text{sen } \gamma_1 \frac{\partial \sigma_0}{\partial \eta_2} - V_1 \frac{\partial \Lambda_0}{\partial \eta_2} = 0 \\ \text{sen } \gamma_2 \frac{\partial \sigma_0}{\partial \eta_2} + V_2 \frac{\partial \Lambda_0}{\partial \eta_2} = \text{sen } \sigma_2 \end{cases}$$

com

$$V_1 = \text{sen } \sigma_1 + \text{sen } \sigma_0 \cos \gamma_1$$

$$V_2 = \text{sen } \sigma_2 + \text{sen } \sigma_0 \cos \gamma_2$$

Teremos então:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \sigma_0}{\partial \eta_2} &= \frac{\begin{vmatrix} 0 & -V_1 \\ \text{sen } \sigma_2 & V_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} \text{sen } \gamma_1 & -V_1 \\ \text{sen } \gamma_2 & V_2 \end{vmatrix}} \\ &= \frac{V_1 \text{sen } \sigma_2}{V_2 \text{sen } \gamma_1 + V_1 \text{sen } \gamma_2} = \frac{V_1 \text{sen } \sigma_2}{D\eta} \\ \frac{\partial \Lambda_0}{\partial \eta_2} &= \frac{\begin{vmatrix} \text{sen } \gamma_1 & 0 \\ \text{sen } \gamma_2 & \text{sen } \sigma_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} \text{sen } \gamma_1 & -V_1 \\ \text{sen } \gamma_2 & V_2 \end{vmatrix}} \\ &= \frac{\text{sen } \gamma_1 \text{sen } \sigma_2}{V_2 \text{sen } \gamma_1 + V_1 \text{sen } \gamma_2} = \frac{\text{sen } \gamma_1 \text{sen } \sigma_2}{D\eta} \end{aligned}$$

com

$$D\eta = V_2 \text{sen } \gamma_1 + V_1 \text{sen } \gamma_2$$

Os coeficientes métricos g_{ij} serão atendendo a que

$$g_{11} = 1 \quad g_{12} = g_{21} = 0 \quad g_{22} = \text{sen}^2 \sigma_0$$

$$\begin{aligned} \bar{g}_{11} &= \left(\frac{\partial \sigma_0}{\partial \eta_1} \right)^2 g_{11} + \left(\frac{\partial \Lambda_0}{\partial \eta_1} \right)^2 g_{22} \\ &= \frac{V^2 \text{sen}^2 \sigma_1 + \text{sen}^2 \sigma_1 \text{sen}^2 \gamma_2 \text{sen}^2 \sigma_0}{D\eta^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{\text{sen}^2 \sigma_1}{D\eta^2} (\text{sen}^2 \sigma_0 + 2 \text{sen } \sigma_0 \text{sen } \sigma_2 \cos \gamma_2 + \text{sen}^2 \sigma_2) \\
\bar{g}_{12} &= \frac{\partial \sigma_0}{\partial \eta_1} \frac{\partial \sigma_0}{\partial \eta_2} g_{11} + \frac{\partial \Lambda_0}{\partial \eta_1} \frac{\partial \Lambda_0}{\partial \eta_2} g_{22} \\
&= \frac{V_1 V_2 \text{sen } \sigma_1 \text{sen } \sigma_2 - \text{sen } \sigma_1 \text{sen } \sigma_2 \text{sen } \gamma_1 \text{sen } \gamma_2 \text{sen}^2 \sigma_0}{D\eta^2} \\
&= \frac{\text{sen } \sigma_1 \text{sen } \sigma_2}{D\eta^2} (V_1 V_2 - \text{sen } \gamma_1 \text{sen } \gamma_2 \text{sen}^2 \sigma_0) \\
&= \frac{\text{sen } \sigma_1 \text{sen } \sigma_2}{D\eta^2} \left[\text{sen } \sigma_1 \text{sen } \sigma_2 + \text{sen } \sigma_0 (\text{sen } \sigma_1 \cos \gamma_2 + \right. \\
&\quad \left. \text{sen } \sigma_2 \cos \gamma_1) + \text{sen}^2 \sigma_0 \cos \gamma \right] \\
\bar{g}_{22} &= \left(\frac{\partial \sigma_0}{\partial \eta_2} \right)^2 g_{11} + \left(\frac{\partial \Lambda_0}{\partial \eta_2} \right)^2 g_{22} \\
&= \frac{V_1^2 \text{sen}^2 \sigma_2 + \text{sen}^2 \gamma_1 \text{sen}^2 \sigma_2 \text{sen}^2 \sigma_0}{D\eta^2} \\
&= \frac{\text{sen}^2 \sigma_2}{D\eta^2} (\text{sen}^2 \sigma_0 + 2 \text{sen } \sigma_0 \text{sen } \sigma_1 \cos \gamma_1 + \text{sen}^2 \sigma_1)
\end{aligned}$$

e finalmente:

$$G_{\eta_1 \eta_2} = \begin{bmatrix} \bar{g}_{11} & \bar{g}_{12} \\ \bar{g}_{21} & \bar{g}_{22} \end{bmatrix}$$

$$ds^2 = (d\eta_1 \ d\eta_2) G_{\eta_1 \eta_2} \{ d\eta_1 \ d\eta_2 \}$$

4.5 — Relação entre os sistemas elíptico e hiperbólico angulares

Tal como no caso dos sistemas lineares, existem entre os sistemas elípticos e hiperbólicos angulares relações especiais no caso em que as suas bases são suplementares, isto é, satisfazendo as condições

$$\beta_1 + \beta_2 = \pi \quad \text{e} \quad \mu_1 + \mu_2 = \pi$$

Do exame das figuras resulta ainda que:

$$\alpha_1 = \alpha_2 \quad \sigma_1 + \sigma_2 = \pi$$

Se considerarmos que P pertence à elipse angular ε_1 do sistema de base μ_1 , teremos:

$$\begin{aligned} \varepsilon_1 = \alpha_1 + \beta_1 = \alpha_2 + \pi - \beta_2 = \pi + \eta_2 \\ \cos \mu_1 \cos \beta_1 + \operatorname{sen} \beta_1 \operatorname{cotg} (\varepsilon_1 - \beta_1) - \operatorname{cotg} \sigma_0 \operatorname{sen} \mu_1 = 0 \end{aligned}$$

Considerando que P pertence à hiperbole angular η_2 da base η_2 teremos:

$$\begin{aligned} \eta_2 = \alpha_2 - \beta_2 = \alpha_1 - (\pi - \beta_1) = \varepsilon_1 - \pi \\ \cos \mu_2 \cos \beta_2 + \operatorname{sen} \beta_2 \operatorname{cotg} (\eta_2 + \beta_2) - \operatorname{cotg} \sigma_0 \operatorname{sen} \eta_2 = 0 \end{aligned}$$

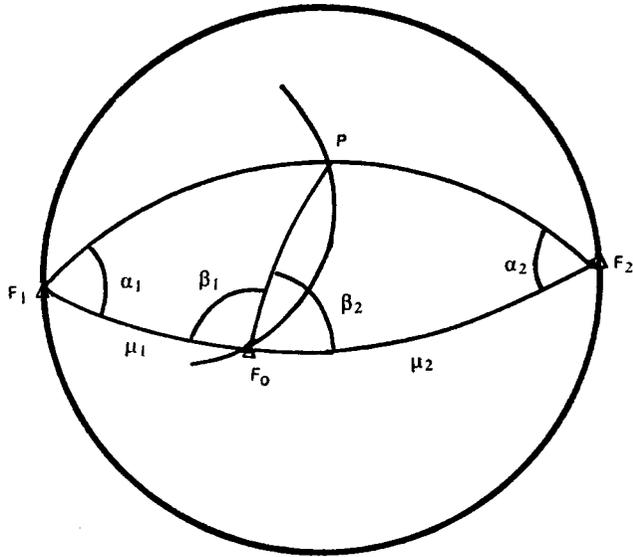
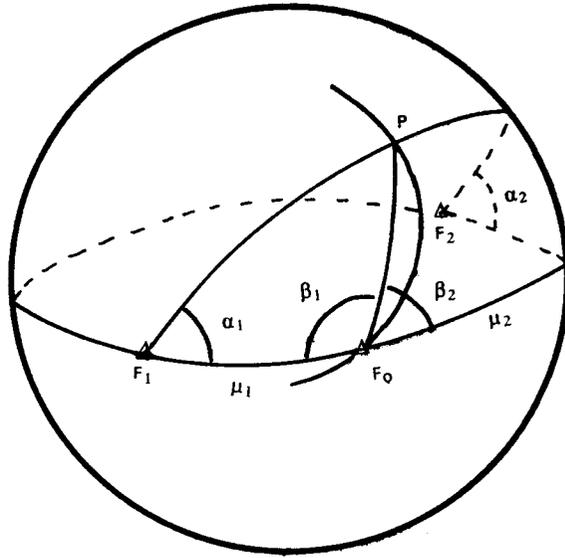
Substituindo nesta última expressão η_2 β_2 α_2 por μ_1 α_1 , de acordo com as relações acima indicadas, obtém-se:

$$\cos \mu_1 \cos \beta_1 + \operatorname{sen} \beta_1 \operatorname{cotg} (\varepsilon_1 - \beta_1) - \operatorname{cotg} \sigma_0 \operatorname{sen} \mu_1 = 0$$

que é a equação da elipse angular ε_1 no sistema de base μ_1 .

Identicamente considerando que P pertence à hiperbole μ_1 do sistema de base μ_1 , teremos:

$$\begin{aligned} \eta_1 = \alpha_1 - \beta_1 = \alpha_2 - (\pi - \beta_2) = \varepsilon_2 - \pi. \\ \cos \mu_1 \cos \beta_1 + \operatorname{sen} \beta_1 \operatorname{cotg} (\eta_1 + \beta_1) - \operatorname{cotg} \sigma_0 \operatorname{sen} \mu_1 = 0 \end{aligned}$$



Considerando agora que P pertence à elipse ϵ_2 do sistema de base μ_2 virá:

$$\begin{aligned}\epsilon_2 &= \alpha_2 + \beta_2 = \alpha_1 + (\pi - \beta_1) = \pi + \eta_1 \\ \cos \mu_2 \cos \beta_2 + \sin \beta_2 \cotg (\epsilon_2 - \beta_2) - \cotg \sigma_0 \sin \mu_2 &= 0\end{aligned}$$

e substituindo μ_2, β_2, α_2 pelos seus valores em função de μ_1, β_1, α_1 virá

$$\cos \mu_1 \cos \beta_1 + \sin \beta_1 \cotg (\eta_1 + \beta_1) - \cotg \sigma_0 \sin \mu_1 = 0$$

que é a equação da hipérbole η_1 no sistema de base μ_1 .

Podemos assim concluir que, nas condições indicadas ($\beta_1 + \beta_2 = \pi$ e $\mu_1 + \mu_2 = \pi$) as elipses do sistema de base μ_1 são as hipérbolas do sistema de base μ_2 e, reciprocamente, as hipérbolas de base μ_1 são as elipses do sistema de base μ_2 .

Pode ainda observar-se que no caso particular de $\mu_1 = \pi$ e $\mu_2 = 0$ o sistema passa a ser um sistema bipolar, em que os polos são diametralmente opostos e neste caso as elipses esféricas angulares se confundem com os meridianos relativos aos polos F_1 e F_2 .

BIBLIOGRAFIA

1. *The Philosophy of Space & Time* — Hans Reichenbach — Dover Publications, Inc, 1958, New York
2. *The Meaning of Relativity* — Albert Einstein — Princeton University Press, 1955, Princeton.
3. *The Algebra of Vector and Matrices* — Thamas L. Wade — Addison — Welsley Press, Inc., 1951, Cambridge, Mass.
4. *Radionavigation Systems for Aviation and Maritime Use* — Pergamon Press Book — The Mac Millan Comp., 1963, New York.
5. *Radio-Aids to Maritime Navigation and Hydrography* — International Hydrographic Bureau, 1956, Monaco.
6. *Estudo do Sistema Raydist e das Redes hiperbólicas* — J. Soeiro de Brito — Junta de Investigações do Ultramar, 1954, Lisboa.
7. *Estudo do Sistema Tellurometer* — J. Soeiro de Brito — Junta de Investigações do Ultramar, 1958, Lisboa.
8. *Características Métricas de Alguns Sistemas Coordenados no Plano.* — J. Soeiro de Brito — Centro de Estudos da Marinha, 1977, Lisboa.

Origens da Baía do Lobito

Comunicação apresentada pelo Vice-Almirante PEDRO FRAGOSO DE MATOS na Academia de Marinha, em 26 de Outubro de 1983.

PERMITA-ME Vossa Excelência, Senhor Presidente que, com a maior emoção, lhe dirija as primeiras palavras, para lhe agradecer, muito reconhecidamente, o honroso convite para proferir perante esta prestigiosa Academia, uma simples e despretenciosa Comunicação sobre as Origens da Baía do Lobito, assunto da minha especial predilecção por me fazer lembrar um País Muito Amigo, cujas recordações se contam entre as mais caras e perenes da minha vida de marinheiro.

Esta feliz oportunidade, ocorrendo, precisamente, no ano em que se deveria comemorar o 5.º *Centenário da Descoberta de Angola por Diogo Cão*, permite-nos evocar, e enaltecer, o heróico e magnífico esforço daquele grande navegador, cujo extraordinário feito, muito contribuiu, para a posterior expansão portuguesa no Mundo.

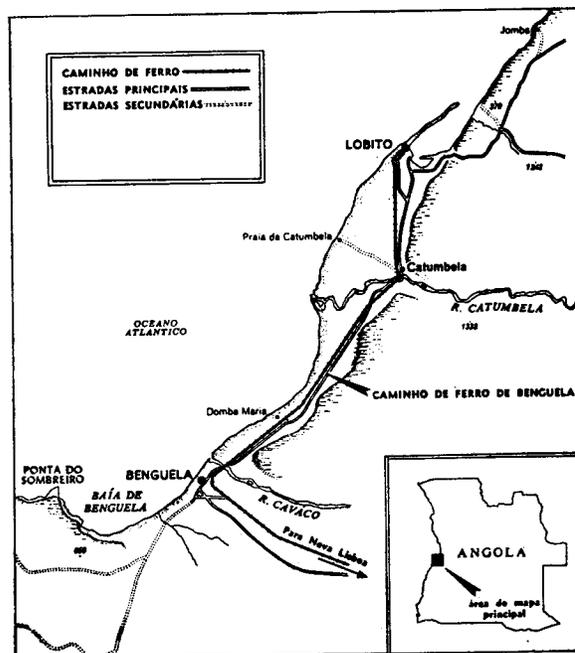
Também, me cumpre transmitir-vos todo o nosso reconhecimento pelas belas palavras proferidas pelo ilustre Académico, o Senhor Almirante Rogério de Oliveira, meu dilecto Amigo, que considero imerecidas, mas certamente lhe foram ditadas pela sua grande generosidade e firme amizade, fortemente cimentada ao longo da nossa longa carreira naval.

Esta Comunicação, surge no seguimento doutros pequenos estudos históricos, buscas e investigações sobre temas relacionados com a Armada Nacional, os territórios do antigo Ultramar e as nossas actividades profissionais, onde temos pretendido apresentar factos e episódios verificados fora da rotina habitual dos oficiais, e que julgámos merecerem o devido registo, para melhor conhecimento das futuras gerações de Marinheiros, por se enquadrarem na doutrina expressa pelo ilustre Almirante Braz de Oliveira, quando, no seu célebre livro *Narrativas Navais*, dizia:

«Assunto para longos capítulos em honra da Pátria Portuguesa encontra-se na vida dos navios, no lidar das guarnições».

1. EXPLICAÇÃO PRÉVIA

Num opúsculo publicado em 1980, pretendemos transmitir aos nossos reduzidos leitores, uma das mais valiosas e inesquecíveis experiências da nossa intervenção na Administração Ultramarina, onde tivemos plena oportunidade de aquilatar da determinação, do estóicismo e da excelente qualidade dos nossos compatriotas na realização e consolidação duma das mais belas e modernas cidades africanas: o LOBITO!!.



Mapa de localização do Lobito

Nesse trabalho, analisando a relativa modernidade daquele importante e magnífico centro populacional registámos alguns factos mais salientes da sua curta existência, com especial destaque para a promulgação de quatro medidas legislativas que, no nosso entendimento, ficaram constituindo os grandes marcos do seu pequeno, mas significativo, historial, por dividirem, mais vincadamente, as várias fases da sua formação e desenvolvimento.

Assim, e primeiramente, aparece o Decreto de 22 de Novembro de 1903, dando a concessão do Caminho-de-Ferro de Benguela a Sir Robert Williams.

Esta obra, de grande vulto, transformou as suas areias desertas — pois a localidade só tinha algumas pequenas salinas, poucas pescarias

artesanais, uma incipiente fábrica de cal de mariscos (Ostras) e o corte sistemático do mangal (para construção e lenha) — num vasto acampamento, base de apoio de milhares de trabalhadores da via férrea, de várias raças e nacionalidades, que a transformavam numa pequena, mas irrequieta Babel.

Entretanto um ano depois, em 23 de Novembro de 1904, um vapor inglês, de 1755 toneladas, o «Cromarty», fez a sua atracação à nova ponte-cais de madeira, a qual ficou sendo a primeira a efectuar-se em Angola.

Como escrevia o Governador-Geral Henrique Paiva Couceiro, no seu livro *Angola*: «a nossa representação limitava-se à Fiscalização do Caminho-de-Ferro e ao Posto Aduaneiro (símbolo indispensável da administração nacional), recebendo a hospitalidade da Companhia e um Farolim na Ponta da Restinga» (inaugurado a 21 de Setembro de 1908).

Depois, com a publicação da Portaria n.º 1005, de 2 de Setembro de 1903, do Governador-Geral Norton de Mattos, a pequena povoação do Lobito é elevada à categoria de cidade, sendo criada a sua Câmara Municipal. Foi seu primeiro Presidente o Comandante Carlos Aprá, Capitão do Porto e Intendente, o qual, estabelecendo a ordem, e a autoridade nacional, muito inteligentemente, iniciou a formação e a urbanização citadina.

Ficou instalado num pequeno pavilhão de madeira, tipo «Bungalow», onde, quarenta anos depois, tive o raro privilégio de receber muitos dos presentes a esta Sessão da Academia de Marinha.

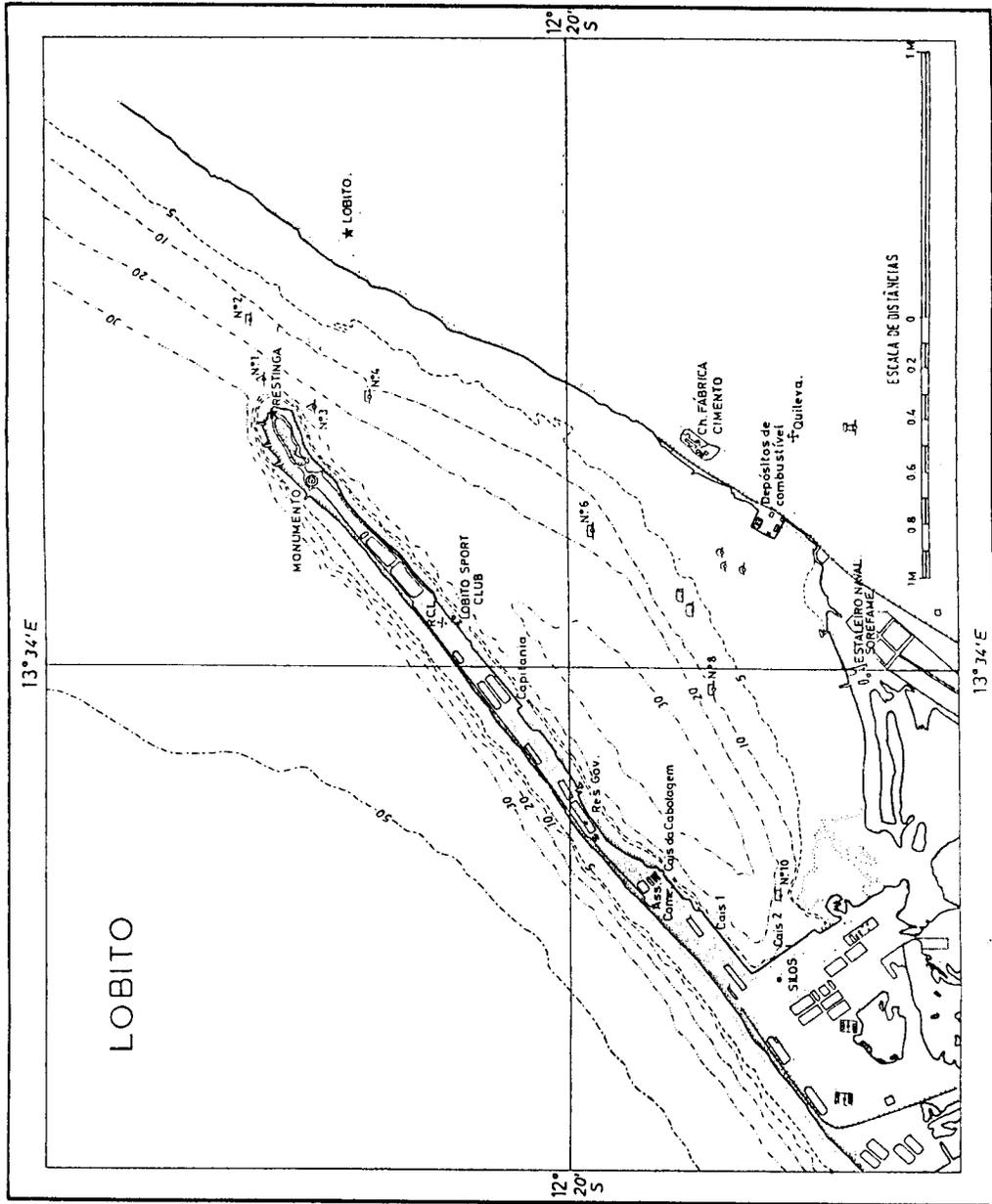
Mais tarde, em 1921, o Alto Comissário de Angola, General Norton de Mattos, publica a adjudicação da construção do cais do Lobito à firma inglesa Pauling Co, cuja conclusão se verificou em 1928, notável acontecimento, de extraordinária relevância para o progressivo desenvolvimento regional, o qual, contudo, foi muito prejudicado pelas crises provocadas pela recessão económica mundial e pela II Grande Guerra e, também, pelas dificuldades resultantes da não existência do Foral da Cidade.

Finalmente, em 17 de Novembro de 1948, pelo Diploma Legislativo n.º 2100 foi concedido o Foral da Cidade do Lobito, depois de ter sido aprovado o respectivo Plano de Urbanização.

Por ter intervindo directa e decisivamente na elaboração destes dois importantes diplomas, peço vénia, para desenvolver um pouco a sua referência, pois, na realidade, eles tiveram benéficos reflexos, que vieram a perdurar até à independência da nova Nação Angolana, habitada por um Povo admirável, a quem manifesto a minha maior simpatia e admiração.

De facto, em 26 de Julho de 1948, desempenhando as funções de Capitão do Porto do Lobito, fui nomeado, para em acumulação, exercer o cargo de Presidente da Câmara Municipal, em regime de plena gratuidade.

Aquele Município, depois de uma época de desenvolvimento, entre



Baía do Lobito (Roteiro da M. H. A. S. Tomé — 1970)

os anos de 1935 e 1946, sob a presidência do Engenheiro Raimundo Serão, encontrava-se em período de completa estagnação, impossibilitado de se expandir, verdadeiramente estrangulado entre os limites do Porto do Lobito, do Caminho-de-Ferro de Benguela e dos mangais, visto não dispôr ainda dum plano de urbanização, nem lhe ter sido concedido o respectivo Foral e, os terrenos livres, apesar de numerosos, pertencerem ao Estado e se situarem, na sua grande maioria, na faixa marítima dos oitenta metros.



Vista aérea do Lobito (1945)

progresso e desenvolvimento da cidade, estando, mesmo, impedida de contrariar a enorme vaga de construções clandestinas, que proliferavam fora dos seus exíguos domínios — especialmente nos mangais — originada pela grande carência de habitações, para fazer face ao crescente aumento populacional, resultante do incremento das actividades portuárias, ferroviárias, rodoviárias, industriais e comerciais.



Vista aérea do Lobito (1982)

Contudo, ultrapassando as mais optimistas previsões, depois de quatro meses de dura luta, muitas reuniões, deslocações, plenários, etc, graças às grandes facilidades concedidas pelo Ministério do Ultramar e à competência e extraordinárias qualidades de trabalho do seu Arquitecto, Senhor

João Aguiar, aliadas ao inextinguível interesse do Governador-Geral, Capitão Silva Carvalho — depois proclamado Cidadão Honorário do Lobito — foi aprovado o Plano de Urbanização da Cidade, sendo concedido o Foral, na data já indicada.

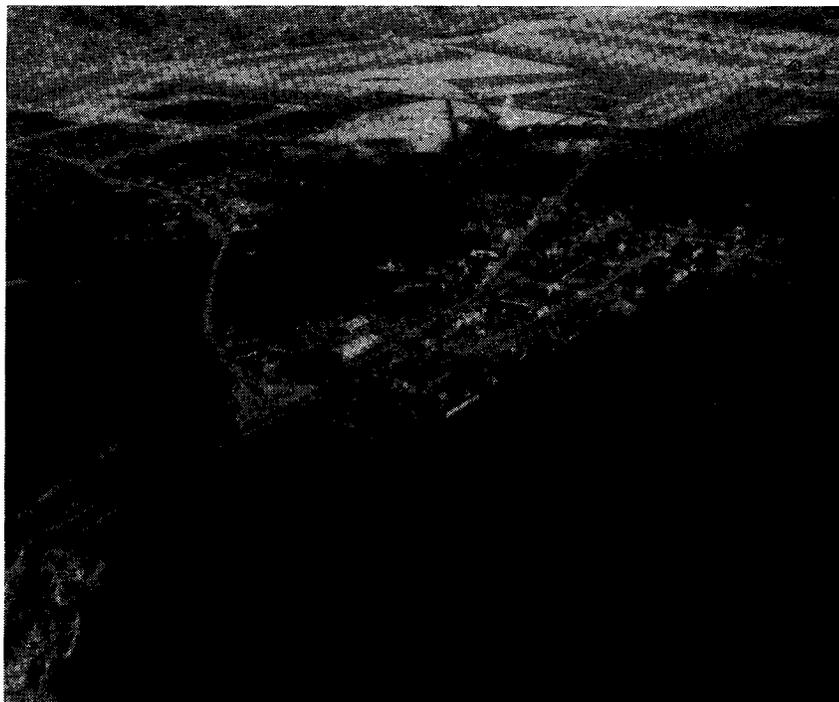
Com a promulgação destes tão desejados documentos, que resolveram o mais antigo e grave problema do Lobito, foi possível estabelecer um harmonioso e decisivo compromisso, entre os vários interesses antagónicos — o Estado, o Município, o Porto, o Caminho-de-Ferro de Benguela e a grande maioria dos seus habitantes (que vivia nas construções clandestinas) — eliminando todas as peças burocráticas que tinham impedido a natural expansão da cidade.



Vista aérea do Lobito (1952)

Após esta decisiva batalha, iniciou-se uma nova e importante era cidadina, com um aliciente desafio à nossa capacidade realizadora, pois se tratava de implantar uma cidade sobre as *areias da Restinga* — quase desaproveitada e onde as «calemas» tinham obrigado à anterior construção sobre pilares de *cimento* — e os *mangais*—aonde já existiam cerca de 500 construções definitivas, edificadas na clandestinidade e que, por singular milagre, apresentavam um esboço dealinhamento, propiciando a sua total integração no Plano de Urbanização.

De 1948 a 1952, além de se iniciara construção dos Paços do Concelho — um dos melhores de Angola — e construir ou melhorar diversos edifícios e infra-estruturas, o município realizou um vasto Plano de Obras, que modificaram profundamente o aspecto do Lobito, dando-lhe novas características, absolutamente modernas, tornando-o numa das mais atraentes cidades de Angola.

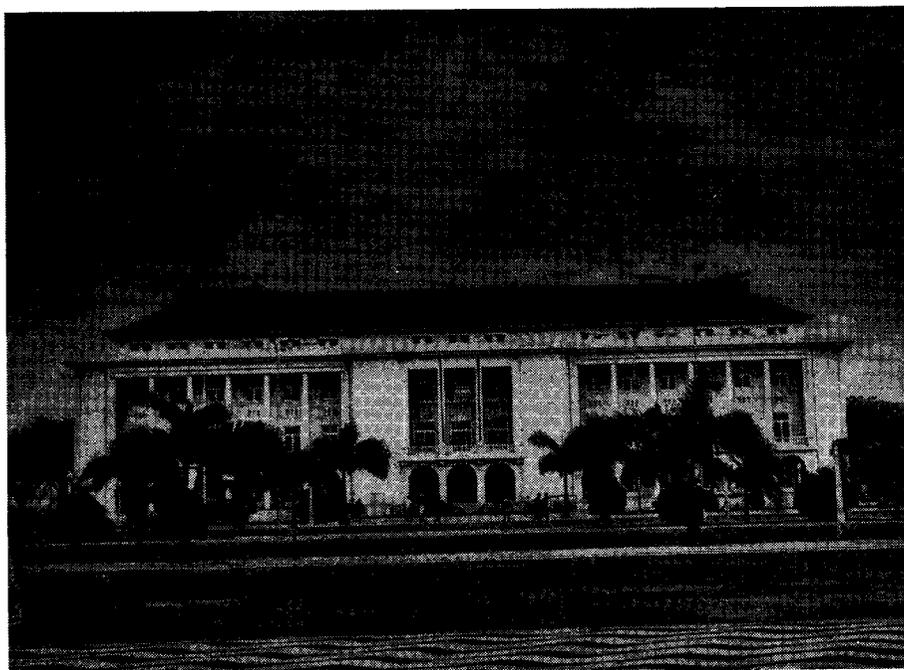


Vista aérea do Lobito (1952).

Na nossa última visita, em Novembro de 1974, tivemos o grande prazer de constatar que os portugueses ali estabelecidos, de todas as raças e profissões, em obra esplendorosa, nos 22 anos decorridos desde a nossa saída do Lobito, tinham excedido largamente, todos os nossos anseios e esperanças.

De facto, os seus habitantes, revelando a mais extraordinária vocação para a progressiva expansão e consolidação citadina e concelhia, confirmavam, ali, claramente, «Que o Lobito não era uma Cidade qualquer»... como sentidamente, o proclamou, perante o Chefe do Estado, o nosso ilustre sucessor no Município, o Senhor Comandante Pinna Cabral, nosso querido Amigo, na Sessão Solene nos novos Paços do Concelho, na Viagem Presidencial a Angola, em Junho de 1964.

O Lobito, na verdade, como o verifiquei naquela romagem de saudade, ficaria a constituir um maravilhoso padrão da passagem dos portugueses por aquelas paragens africanas, mais parecendo «uma aguarela erguida da areia», como o afirmou o grande jornalista Armando de Aguiar.



Paços do Concelho do Lobito (1964).

2. RAZÃO DO PRESENTE ESTUDO

Há cerca de dois anos enviei ao meu Amigo, Dr. Bismarck de Melo, distinto advogado que no Lobito exerceu o seu perfeito labor, durante vários decénios, um exemplar daquele pequeno livro, sobre a história da fundação e evolução desta importante cidade angolana, onde se pretendia assi-

nalar a acção do respectivo município, no triénio 1948-1951, da minha presidência, no qual ele desempenhou com a maior inteligência, devoção e competência, o cargo de Vereador.

No sentido de Vossas Excelências melhor se inteirarem do assunto do presente trabalho, permito-me transcrever, seguidamente, alguns passos do referido opúsculo:

(...) A Baía do Lobito ... à semelhança do que acontece com outros bons portos naturais de Angola — Baía dos Tigres, Porto Alexandre, Baía Farta e Luanda — fica compreendida entre uma longa restinga de areia — cerca de 4800 metros — orientada no sentido SW/NE e o Continente, tendo a forma de um saco alongado, lembrando uma enorme doca (...)

(...) Aquelas restingas, resultaram da acumulação de areias, vindas do Sul, provenientes das acções — seculares e constantes — dos ventos dominantes, da piscosa corrente de Benguela e das «Calemas» — ondulação larga e forte — que ataca com firmeza o litoral angolano, e também, causadas pelos depósitos arrastados, respectivamente, pelos rios Catumbela, Cunene, Caporolo, e Cuanza — situados a Sul daqueles portos — especialmente na época das chuvas, onde a erosão das suas margens assume aspectos relevantes.

Em 1948, a estreita e prolongada praia e restinga do Lobito, iniciadas na foz do Rio Catumbela, a cerca de 15 quilómetros ao Sul do Lobito, limitavam pelo lado poente uma vasta área plana e baixa, onde se estabeleceram as linhas do Caminho-de-Ferro de Benguela, a estrada Lobito-Benguela, o campo de aviação, a conduta de água de abastecimento à cidade e ao porto, as grandes plantações de açúcar do Cassequel, as importantes salinas e onde existem os enormes mangais que, praticamente, constituem os limites Sul e Sueste do porto do Lobito (...)

Anteriormente, referindo-me aos antecedentes históricos da cidade, escrevia:

(...) Apesar de a trinta quilómetros existir, há mais de três séculos, a cidade de Benguela — e a metade dessa distância, a vila da Catumbela — os portugueses nunca mostraram interesse na utilização da magnífica Baía do Lobito, a que chamavam a Catumbela da Água Salgada ou Catumbela das Ostras.

Este desinteresse deveria resultar de julgarem difícil ou impraticável a existência de uma povoação, num local tão afastado da água doce, só detectável no Rio Catumbela (...)

Na sua amável resposta, agradecendo a oferta daquele opúsculo (1), o Dr. Bismark de Melo, veio apresentar-me um intrigante e sugestivo problema ao afirmar:

(...) Esta Restinga e a Baía que formou constituíram durante muito tempo um verdadeiro enigma para os estudiosos: sabia-se que no início do século XVII, Manuel Cerveira Pereira recebeu ordens ... para com uma pequena armada, navegar para o Sul e fundar uma cidade, onde encontrasse uma baía; assim nasceu Benguela em Maio de 1617.

Todavia ao historiar-se o facto perguntava-se: porque foi que Cerveira Pereira ultrapassou a Baía do Lobito, desprezando-a, e escolheu uma baía aberta a 25 quilómetros mais ao Sul?

A resposta veio com Ralph Delgado que, com inegável perspicácia, esclareceu: *é que ao tempo, a Baía do Lobito, não existia!*

Efectivamente, estudos técnicos, já na nossa era, verificaram que a Restinga cresce cerca de 11 metros por ano.

Sendo assim, e admitindo que inicialmente o seu alongamento fosse um pouco mais rápido (após a consolidação dos mangais) não restarão dúvidas que, em 1617, não haveria mais que inúmeras e pequenas ilhotas entre Catumbela e o actual Lobito, ilhotas que, progressivamente, se foram ligando, formando os mangais, base da futura Restinga.

Por isso, Cerveira Pereira foi fundar Benguela.

Certo ou não, ninguém certamente contestará que o raciocínio de Ralph, tem inteira lógica (...).

Em face deste curioso problema — a existência ou não da Baía do Lobito em 1617 — o qual nunca me tinha ocorrido, embora tivesse verificado que a Restinga aumentara cerca de 15 metros por ano, durante os anos 40, decidi, desde logo, estudar e analisar o assunto, no sentido de alterar o meu livro sobre a Cidade do Lobito, caso fosse necessário.

Antes disso, porém, para melhor situar este interessante problema, julgamos conveniente registar, nesta oportunidade, alguns elementos sobre o principal acontecimento histórico, relacionado com o presente estudo: a Fundação da Cidade de Benguela.

Assim, Manuel Cerveira Pereira, Governador-Geral do Reino de Angola até às vésperas de iniciar a sua viagem para os seus novos domínios), por

(1) Fragoso de Matos — «Das Areias e Mangais ... Nasceu a Cidade do Lobito», de 1980.

Provisão e Alvará de 14 de Fevereiro de 1615, foi nomeado «Conquistador do Sul», tendo largado de Luanda cerca do dia 1 de Abril de 1617, com uma expedição, embarcada em quatro navios e um patacho, levando pouco mais de cem homens para, com ele, desembarcarem no seu novo Reino de Benguela — separado do Reino de Angola pela referida Provisão —, como Governador e Capitão-General.

Depois de escalar Benguela-Velha (Porto Amboim), navegou afastado da costa até à latitude de quinze graus e meio Sul, a fim de ganhar barlavento, pesquisando, depois, cuidadosamente (navegando do Sul para o Norte) todos os pontos notáveis — rios, baías, enseadas, pontos arborizados, pequenas povoações gentílicas, etc. — até encontrar a *Enseada da Torre*, onde ancorou, para ali fundar a capital do seu Reino, que denominou de S. Filipe de Benguela.

Segundo o seu expressivo relato, escolheu aquela região «por não achar em toda esta costa até à altura dita, melhor porto, terra de mais salutíferos ares, fértil e abundante de mantimentos de terra, como na abundância de muitos e diversos peixes que há nesta baía, estando vizinho de dois rios que correm de excelente água» (2).

Para já, pode afirmar-se, portanto, que Cerveira Pereira, na sua viagem para o futuro Baía de Santo António, não teve oportunidade de desprezar a escala no Lobito, simplesmente porque não o visitou, só o fazendo mais tarde, quando se encontrava instalado na sua capital.

Aliás, como é sabido, navegando do Norte, a uma certa distância da terra, a Ponta do Lobito confunde-se com o Continente e a sua praia aparece como um prolongamento das que existem até Benguela.

Na «Descrição e Roteiro da Costa Ocidental de África, 1866», o primeiro-tenente engenheiro hidrógrafo Alexandre Magno Castilho, confirma este facto, informando:

(...) É fácil passar a quatro milhas da Baía do Lobito sem a ver ... (...)

Tendo sido Ralph Delgado um dos mais brilhantes historiadores de Angola, com quem compartilhei uma sólida e franca amizade, durante a

(2) Na sua «História de Angola», Ralph Delgado, comentando esta decisão de Cerveira Pereira, escreve que «iludido com a amenidade do clima, em pleno cocimbo, ele foi seduzido por factores capitais para a fundação dum aglomerado populacional importante: água, frescos, lenha, fertilidade da terra e mão-de-obra. No entanto, vítima dum logro ... colocou-a exactamente no lugar mais impróprio, por ser pantanoso e, por isso mesmo, gravemente insalubre» ... e, assim, involuntariamente criou, um *açougue humano* (...)

minha longa permanência no Lobito — foi o primeiro Director do Departamento Cultural da Câmara Municipal do Lobito, criado na minha presidência — deverei esclarecer que, até ao ano de 1952, nunca ele me transmitiu aquela sua hipótese.

Pelo contrário, o mesmo historiador, em 1942, ao publicar o seu livro «Ao Sul do Cuanza», afirmou categoricamente a existência da Baía do Lobito, no início do século XVII, ao escrever:

(...) no roteiro da viagem de Cerveira Pereira, de princípios do século XVII, não se vêem referências à elegante baía do Lobito, aformoseada por ricos e seculares mangais.

No entanto, se passou despercebida a este último ao demandar o Sul, cedo a passou a conhecer, após a fundação de S. Filipe e das suas viagens comerciais e militares à Catumbela, não lhe interessando sobre modo, por não ter água (...).

(...) De positivo, sobre esta localidade, sabe-se, apenas, que, nos primeiros anos, a designação de *Catumbela* lhe era *extensiva*; e que, ao findar da segunda década do século XVII, ou ao principiar a terceira, para não se confundirem as duas localidades, o Lobito passou a conhecer-se pela *Catumbela da Água Salgada* ou *Catumbela das Ostras* (...).

Depois, para comprovar aquelas asserções, Ralph Delgado, transcrevia parte da «Relação do Reino de Benguela», de Fernão de Sousa, de 21 de Fevereiro de 1632, que mais adiante se apresentará, onde se indicavam as óptimas condições de abrigo do Porto da Catumbela (Lobito).

No mesmo sentido o escritor, acrescentava, ainda:

(...) Por Catumbela, como se vê, era considerado o porto do Lobito ... compreende-se portanto, com facilidade, a necessidade dos qualificativos, adoptados mais tarde, em que as ostras e os mangais do porto se impuseram (...)

(...) Sendo uma baía abrigada e prene de matagais marinhos, de caprichoso efeito, onde as embarcações primitivas podiam esconder-se, a Catumbela das Ostras serviu, maravilhosamente, para esconderijo de corsários e contrabandistas (...)

Provavelmente, e nada de concreto se poderá afirmar, dado o falecimento de Ralph Delgado, há cerca de vinte anos, a ideia de que a baía do Lobito não existiria em 1617 — embora contrariando os seus anteriores

escritos — só lhe deve ter surgido depois de conhecer os resultados dos importantes estudos do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), iniciados em 1954, relativos no Aterro dos Mangais⁽³⁾, onde se indicava o constante crescimento da Restinga à média anual, naquele tempo, de cerca de *vinte metros*.

Em face destes impressionantes números, o nosso querido Amigo, teria ousado formular aquela sua curiosa tésse que, aliás, nunca vi publicada.

Para o mesmo efeito, também teria contribuído o conhecimento duma publicação, em 1956, sobre o porto do Lobito⁽⁴⁾ que, por eventual coincidência, pode levar à confirmação daquela hipótese, como mais adiante se constará.

Com efeito, dois consagrados investigadores americanos, os Drs. William A. Hance e Irene S. Van Dongen, Professores do Departamento de Investigação de Geografia Económica da Universidade de Columbia, Nova Iorque, depois de terem visitado o Lobito em 1952 e 1956, respectivamente, publicaram um excelente trabalho, o primeiro de uma série sobre vários aspectos dos transportes marítimos e terrestres na África Austral, preparados ao abrigo dum contrato firmado entre a Universidade de Columbia e o Governo americano.

Em 1958, este artigo foi editado em português pela Companhia do Caminho-de-Ferro de Benguela, com a assistência da Professora Van Dongen, uma conceituada especialista dos transportes africanos.

Tratando-se dum problema muito interessante, imediatamente lhe dediquei toda a nossa atenção, iniciando uma cuidadosa investigação junto de vários organismos técnico-científicos, arquivos e bibliotecas nacionais, onde nos foi possível consultar muitos e importantes documentos (manuscritos e publicações), que nos levaram ao melhor conhecimento do assunto.

Para metodizar este nosso estudo, apresentaremos, primeiramente, algumas ideias gerais sobre a formação das restingas de Angola, referindo, depois, alguns dados sobre o possível início da formação e crescimento da Restinga do Lobito, descrevendo mais pormenorizadamente, os excelentes estudos do LNEC, que nos deu valioso e decisivo apoio, sem o qual, não teria sido possível apresentar este singelo trabalho.

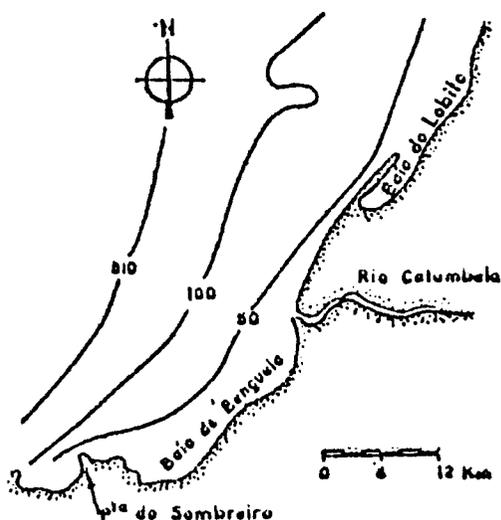
⁽³⁾ Os grandes aterros dos mangais, efectuados pela Exploração do Porto do Lobito, Caminho-de-Ferro de Benguela e Câmara Municipal do Lobito, foram iniciados, com maiores volumes, logo que foi aprovado o Plano de Urbanização do Lobito (1948).

⁽⁴⁾ William A. Hance e Irene S. Van Dongen — «The Port of Lobito and the Benguela Railway — Geographical Review», Vol. XLVI, n.º 4, 1956.

Seguidamente, serão apresentadas várias referências geográficas, cartográficas e hidrográficas, mais relacionadas com o nosso problema, terminando por revelar os extractos dalguns documentos históricos, que confirmarão, como se pretende, as conclusões obtidas pela análise dos dados anteriormente citados.

3. FENÓMENO DA FORMAÇÃO DAS RESTINGAS DE ANGOLA

Para melhor compreensão do nosso estudo, apresentaremos, seguidamente, alguns elementos sobre a formação das restingas de areia de Angola, constantes de transcrições dos escritos dalguns dos melhores especialistas desta matéria.



Região Litoral do Lobito (Ponta Sombreiro — Restinga do Lobito)

Assim, em 1937, o tenente Moura Braz, num artigo dos *Anais do C. M. Naval*, dizia:

(...) Estas restingas tendem, portanto, a crescer. A do Lobito, nos últimos anos, tem aumentado cerca de 10 metros por ano (...)

Também, em 1945, o Capitão-tenente Engenheiro Hidrógrafo Pires de Matos, no estudo sobre a «Defesa da Ilha de Luanda» publicada nos mesmos *Anais*, escrevia:

(...) Em costas novas, como as de Angola, sujeitas a erosões eólicas, pluviais e marítimas intensas, facilitadas pelas acções químicas, térmicas, etc, nota-se acentuada tendência de destruição das falésias, o adoçamento dos perfis dos terrenos levantados normalmente à costa e a *formação de cordões litorais* que na última fase do seu desenvolvimento originam lagunas, que por fim se enchem de matérias de erosão, dando lugar a planícies, como por exemplo, a da Catumbela, a Sul do Lobito (...)

Mais tarde, em 1954, o LNEC, no seu «Estudo da Supressão dos Mangais», tratando da formação da Restinga do Lobito, dizia:

(...) A Restinga do Lobito é uma flecha de areia de cerca de 5 kms de comprimento e uma largura que varia, entre 150 e 250 M., orientada na direcção SW-NE.

A causa da sua formação é, como aliás a de todas as outras restingas de Angola, a par da existência duma fonte de aluviões e da formação favorável da costa, a *constância e regularidade do rumo da ondulação*.

É este, proventura, o elemento determinante do regime fisiográfico da *região litoral do Lobito*, que se estende desde a ponta do Sombreiro até à extremidade da Restinga (...)

Em 1956, os já citados investigadores americanos, no estudo referido, escreviam:

(...) O porto do Lobito situa-se por detrás duma das línguas de areia que figuram entre as características mais salientes da costa de Angola (...)

(...) Os estudos das correntes oceânicas e dos seus efeitos, realizados em Lisboa num modelo da Restinga, não conduziram ainda a conclusões definitivas sobre a formação da língua de areia (...)

Em 1958, o Engenheiro Fernando Manzanares Abecasis, no seu estudo «Les Flèches de Sable de la côte de Angola», Memória n.º 140 de LNEC, escreveu:

(...) A característica mais notável e sem dúvida, decisiva, para o regime litoral da costa de Angola, é o facto de que a ondulação

ou a vaga que o ataca, vem sempre do Sudoeste. Esta constância da direcção do ataque cria um transporte litoral de direcção também constante: de Sul para o Norte.

Sob a acção deste transporte litoral, quando surja uma fonte importante de aluviões, tal como um rio ou uma costa facilmente erosível, forma-se uma restinga de areia ao Norte daquela fonte, com uma origem algumas vezes mal conhecida (...)

(...) As restingas aumentam regularmente na sua extremidade Norte por efeito da areia que é transportada ao longo da costa exterior e que se deposita nessa extremidade, onde existem profundidades da ordem duma trintena de metros (...)

4. FORMAÇÃO DA RESTINGA DO LOBITO

4.1 — Desconhecimento do início da sua formação

Logo depois de começadas as primeiras buscas no sentido de me esclarecer sobre a época aproximada do início da formação da Restinga do Lobito, tive possibilidade de constatar que nada de concreto se sabia sobre a descoberta desta excelente baía.

Os diversos autores ou estudiosos mais relacionados com o assunto, embora reconhecendo o seu constante crescimento, nada adiantavam sobre a era aproximada em que ela começara a ser visitada pelas embarcações de maior porte.

Somente pela negativa, nos foi possível conhecer que no final do século XV, este abrigo não fora registado pelos Portugueses.

Assim, Ralph Delgado, no livro «Ao Sul do Cuanza», afirma que «ela não consta no Roteiro de Diogo Cão de fins do século XV», o Engenheiro Fernando Manzanares Abecasis, no estudo citado, escreve «os navegadores portugueses que no século XV descobriram esta zona de África, não revelaram a sua existência» e o LNEC, em 1960, no seu «Estudo da Formação da Restinga» afirma que «segundo parece, a Restinga do Lobito não foi assinalada pelos primeiros navegadores portugueses que chegaram à costa de Angola.» (5)

(5) Na sua primeira viagem em 1483 (faz agora cinco séculos) Diogo Cão reconheceu a costa angolana e colocou padrões no Rio Zaire e no Cabo de Santa Maria, para assinalar a passagem dos portugueses.

Na sua segunda viagem, em 1486, fez a célebre inscrição nas pedras de Ielala, situadas perto de Matadi, a cerca 100 milhas da foz daquele rio. Ergueu o terceiro padrão no Cabo Negro (15° e 41' S).

Nos documentos nacionais consultados, alguns de grande importância para melhor esclarecimento do problema em equação — existência ou não da Baía do Lobito em 1617 — só aparecem referências imprecisas, limitando-se a indicar «que a Restinga do Lobito estava em formação desde há séculos».

Assim se pode concluir da leitura dos seguintes trechos de vários estudos:

O Comandante Pires Matos, em 1945 no artigo já citado, escrevia:

(...) A costa de Angola tem pontos que, na sua quase totalidade, apresentam do lado do mar, um cordão de areia de *formação recente e em plena evolução e crescimento*... Tal fenómeno, sucede nomeadamente na Baía dos Tigres, Porto Alexandre, *Lobito* e Luanda (...)

Em 1954, o LNEC, no «Estudo da Supressão dos Mangais», dizia-se:

(...) Parece que os nossos navegadores não assinalaram a existência da Restinga do Lobito, o que leva a supor que ela *não tivesse começado a formar-se*, pois que, a não ser assim, certamente lhes teria merecido reparo.

Trata-se, pois, duma *formação litoral relativamente recente* ao contrário da de Luanda, que parece ser mais antiga.

No «Mapa da Derrota do Naturalista Joaquim José da Silva», realizada em 1785, não figura a Restinga do Lobito, muito embora a das Palmeirinhas e a Ilha de Luanda, venham nela representadas com notável desenvolvimento (...)

No ano de 1974, na Memória n.º 448 (6), de LNEC, apresentada por um grupo de sete investigadores, tratando deste assunto, escrevia-se:

(...) It appeared some hundred years ago (...)

Em contrapartida, de origem estrangeira, encontrámos outras versões, bastante curiosas, mas que pecam pela sua evidente imprecisão, por não indicarem os fundamentos das suas afirmações.

(6) «Meanings of Controlling Littoral Drift to Protect Beaches, Dunes, Estuaries, and Harbour Entrances — Establishment of Artificial Beaches» — Castanho, Gomes, Carvalho, Vera Cruz, Araújo, Teixeira e Weinholtz, Memória n.º 448, LNEC, 1974.

É o caso do Estudo do Porto do Lobito, já anteriormente referido, onde os dois ilustres investigadores americanos, afirmam:

(...) Muitas das restingas e barras de Angola são de idade geológica muito recente; ao actual ritmo de crescimento de 10 a 15 metros por ano, a Restinga do Lobito pode amplamente ter estado em formação desde o ano de 1700 (...) (7).

Mais tarde, em 1960, a Dr.^a Irene S. Van Dongen, num excelente estudo «The Port of Luanda in the Economy of Angola», um dos melhores trabalhos sobre a matéria, publicado no Boletim da Sociedade de Geografia de Lisboa, confirma aquelas afirmações, ao excrever:

(...) A Ilha de Luanda, geologicamente, é consideravelmente mais antiga do que a protectora Restinga do Lobito, a qual deve ter sido formada cerca do ano de 1700 (...)

Para amenizar este repertório de citações, peço vénia a Vossas Excelências para lhes comunicar que, em 1930, ainda era possível encontrar na conceituada e circumspecta publicação náutica *África Pilot, Part II*, esta singular e espantosa notícia:

Lobito Bay — This excellent and secure harbour one of the best on the West Cost of África, Southward of the equator, was discovered by Commander Matson, in H.M.S. «Waterwitch», in 1840».

4.2 — Evolução da Restinga do Lobito

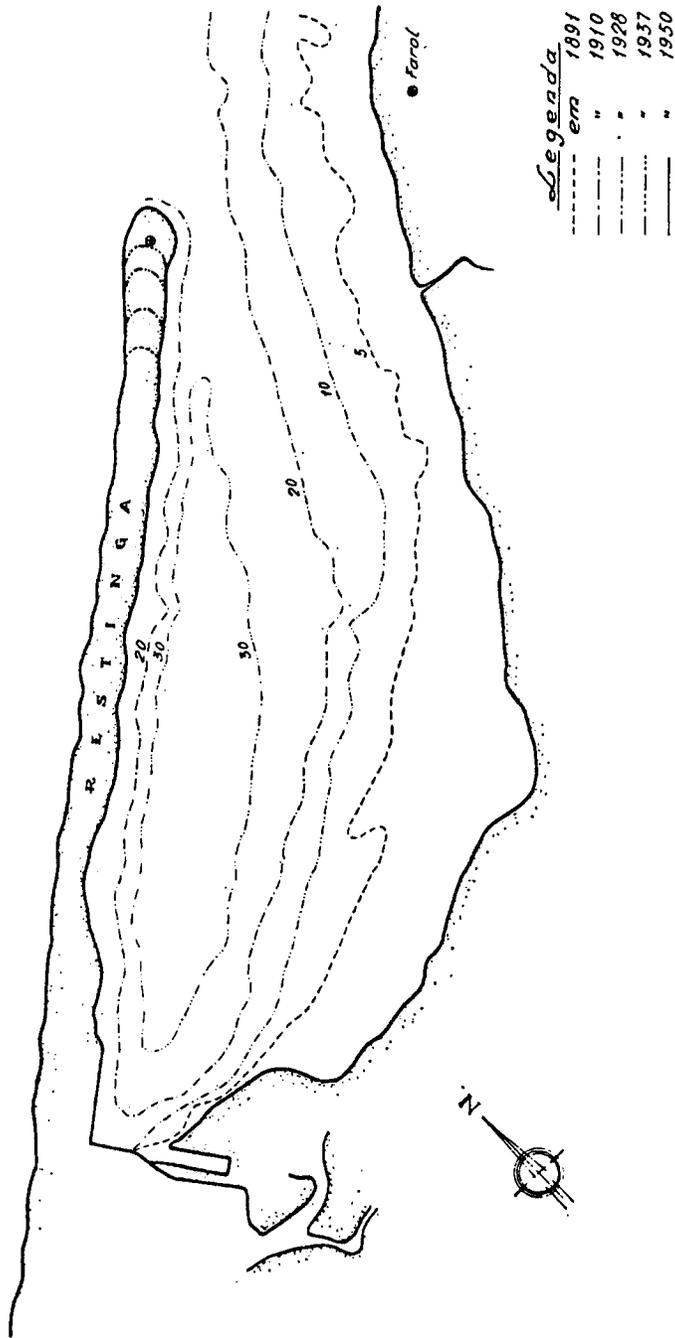
Nesta parte, no sentido de homenagear o Laboratório Nacional de Engenharia Civil, apresentaremos com maior detalhe, algumas transcrições dos principais documentos consultados sobre a defesa do Porto do Lobito, assim como dos óptimos resultados obtidos.

Dste modo, será devidamente enaltecido o elevado mérito dos seus métodos técnico-científicos, os quais merecem ficar registados nesta Comunicação para melhor conhecimento desta prestigiosa Academia, já que eles vieram aumentar, de forma relevante, o grande prestígio internacional daquele alto órgão da investigação nacional.

(7) Este ano estaria certo para uma velocidade anual de crescimento, de cerca de 20 m, a qual *muito elevada*, só foi assinalada em 1959.

CRESCIMENTO DA RESTINGA DO LOBITO

ESCALA 1:30.000



Crescimento da Restinga do Lobito (1891-1950).

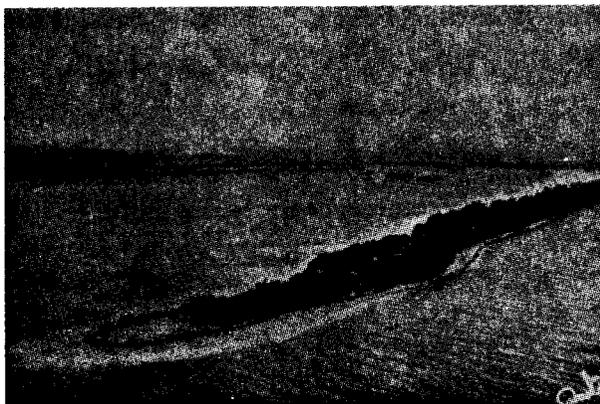
Como se refere nos Relatórios consultados, todos os ensaios decorreram no Modelo Reduzido da Restinga do Lobito, com uma escala vertical de 1/100 e horizontal de 1/300, reproduzindo a linha da costa antes da formação da restinga (5 kms para o Norte e 2,5 kms para o Sul da sua Sul da sua origem) atingindo para o largo as profundidades de 40 metros.

Com todo o engenho e precisão, foi possível reproduzir, mecanicamente, os efeitos da ondulação, do vento e das fontes alimentadoras da formação.

De acordo com os planos hidrográficos de que havia notícia — 1891, 1910, 1928, 1937, 1950 e 1960 —, houve possibilidade de estabelecer a *escala dos tempos fisiográficos*, conseguindo-se, por várias vezes, obter os contornos da extremidade da restinga naqueles anos.

Os três últimos levantamentos indicados, da autoria da Missão Hidrográfica de Angola e S. Tomé, foram aqueles que mereceram a maior confiança, permitindo calcular devidamente a *escala dos tempos* da evolução da restinga.

Efectivamente, como é referido, partindo da posição de 1937 e operando o modelo até atingir a posição correspondente a 1950, obteve-se a correspondência entre o número de horas necessário para, no modelo, se passar da posição de 1950 à de 1960, e os correspondentes anos do modelo.



Ponta da Restinga do Lobito (1960)

O mesmo raciocínio foi aplicado relativamente aos outros, com os melhores resultados (...)

Finalmente, concluiu-se que:

(...) o tempo total de formação da restinga, desde o seu início até aos nossos dias é de cerca de 100 horas no modelo, o que equivale a 400 anos no protótipo.

Nestas condições, o crescimento anual médio da restinga computar-se-ia em cerca de 13 m, o que a avaliar pelo crescimento actual de 17 ou 18 m., em profundidades menores, faz inspirar confiança nos resultados do ensaio (...)

Ao findar o 2.º Ensaio-Estudo da Formação da Restinga —, os seus autores apresentaram as seguintes conclusões:

- (...) 1.º — A Restinga do Lobito, na sua livre progressão, inflectirá para a costa a partir da situação actual, e terá tendência *para a atingir* num ponto situado a cerca de 900 m, do farol denominado «Lobito»;
- 2.º — Na hipótese de se deixar a restinga progredir livremente, *o fecho da baía é certo do ponto de vista da navegação* (— 10.00) e muito provavelmente, dar-se-ia mesmo o fecho total;
- 3.º — O modelo indica que, a partir do momento actual (1960) e, no caso de não serem já tomadas algumas providências que retardem o transporte sólido, a base da restinga atingirá a cota (— 10.00), o que corresponde já à *impraticabilidade do porto dentro de 24 anos*;
O fecho total da baía efectuar-se-ia dentro de 30 anos.
- 4.º — Em face dos resultados obtidos no modelo reduzido, torna-se necessário prosseguir o estudo com a pesquisa de meios mais adequados para evitar o fecho da baía (É a este estudo que actualmente se está procedendo (...))

Num Relatório Complementar ao 2.º Estudo, de Janeiro de 1961, os Senhores Engenheiros Abecasis e Castanho — que também tinham assinado as anteriores conclusões, opinavam:

(...) Do que atrás fica dito acerca de uma nova série de ensaios da Restinga do Lobito, podem tirar-se as seguintes conclusões:

- 1.º — A paralização do avanço da extremidade da Restinga do Lobito, de modo a que se não venha a fechar a baía, pode conseguir-se eficazmente à custa de um campo de esporões;
- 2.º — A construção do campo de esporões deverá iniciar-se pela extremidade da restinga e estender-se-á, progressivamente, até ao enraizamento da mesma. Será necessário ainda proce-

der-se a uma protecção especial da cabeça da restinga, até um ponto situado suficientemente no interior, onde já não exista perigo de erosões;

- 3.º — A direcção dos esporões ficará, em princípio, situada entre a normal à restinga e uma linha fazendo 30° com a mesma, no sentido da normal às ondas (...).

4.3 — Consolidação da restinga e defesa do porto do Lobito

A posterior realização dos trabalhos preconizados pelo LNEC, permitindo evitar o futuro fecho do Porto do Lobito — consolidando e aumentando a largura da Restinga — constituiu um espectacular sucesso para a Engenharia Portuguesa, como se pode verificar pelas fotografias juntas e pela leitura dos seguintes passos da já citada Memória n.º 448, apresentada numa reunião internacional, realizada em 1974:



Vista aérea do campo de Esporões do Lobito (1974)

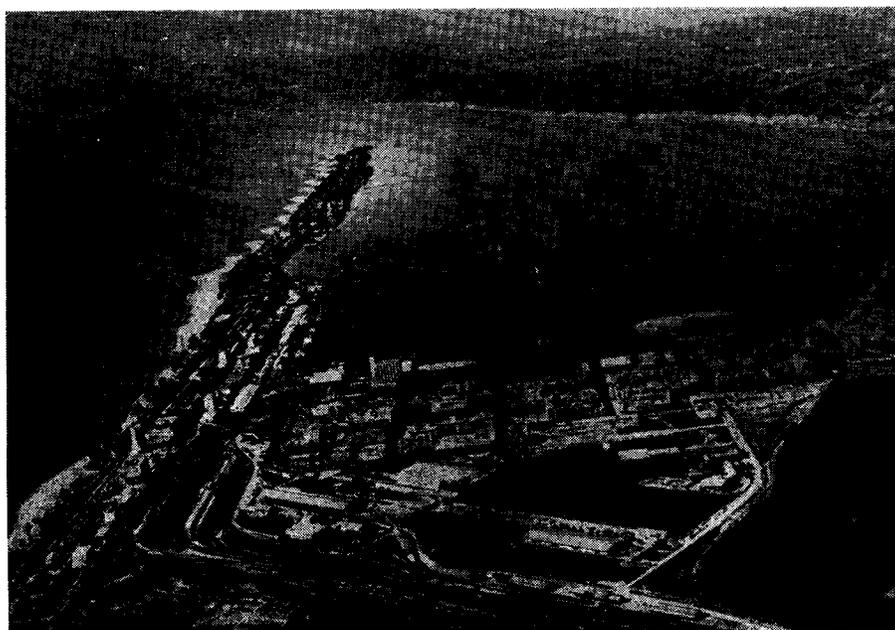
(...) De acordo com os resultados do modelo reduzido, em 1963/64, começou-se a construir o primeiro esporão na extremidade da Restinga, o qual provocou um rápido enchimento do lado Sul e uma considerável erosão do lado Norte. Esta erosão foi devidamente protegida por uma defesa longitudinal.

Assim que o primeiro esporão ficou saturado, isto é, quando a areia começava a ultrapassá-lo, lançava-se novo esporão e assim, sucessivamente ...

(...) Os trabalhos levados a efeito foram perfeitamente satisfatórios para a finalidade principal, que era a de *parar o crescimento da Restinga*, conforme as previsões ditadas pelo modelo reduzido (...)



Vista aérea do Campo de Esporões do Lobito (1974)



4.4 — Primeira Solução do Problema?

Em 1954, o LNEC, resumindo os seus ensaios no Modelo Reduzido da Restinga do Lobito escrevia que «o tempo total da formação da restinga, desde o seu início até aos nossos dias, é de cerca de 100 horas no modelo, o que equivale a 400 anos no protótipo» e que «o aumento anual médio da restinga computar-se-ia em cerca de 13 metros.»

Deste modo, considerando esses dois importantes elementos, julguei que seria fácil encontrar uma possível solução para o nosso problema, pois, por simples extrapolação, obteria a posição aproximada do extremo Norte da Restinga do Lobito, no ano de 1617.

Assim, estimandose que ela iniciara o seu crescimento em 1554, parecia-nos razoável que, sessenta e três anos depois, a Restinga (ou a Ilha) do Lobito, já poderia ter largas centenas de metros de extensão — $63 \times 13 = 820$ m? —, constituindo uma boa defesa natural para uma *Enseada*, dotada de bons fundos, junto dos frondosos mangais, reunindo as melhores condições de abrigar adequadamente uma regular armada de navios de longo curso.

Apresentada esta hipótese aos Senhores Engenheiros Abecasis e Castanho, estes distintos investigadores opinaram, muito judiciosamente que «não obstante considerarem essa solução como possível, não a poderiam confirmar, pois que, dada a natural contingência de tais fenómenos, só os factos históricos, poderiam atestar da validade daquela conclusão.»

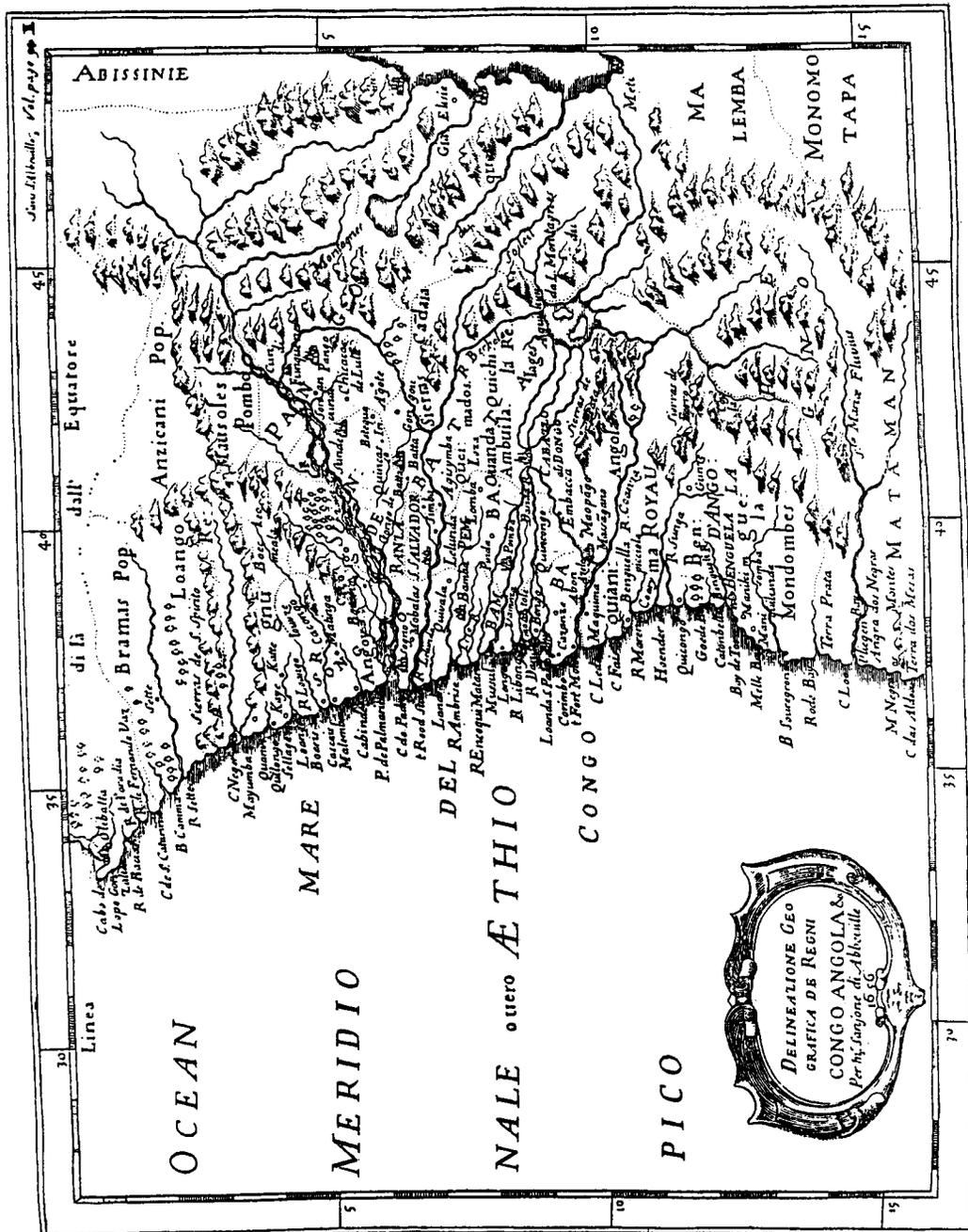
Confiante no nosso raciocínio, baseado na justeza dos métodos e dos resultados daquele alto órgão de investigação, imediatamente iniciei uma longa e minuciosa busca, com o objectivo de encontrar outras soluções, que possam responder condignamente às dúvidas suscitadas, tarefa de que darei a devida conta na continuação deste estudo.

5. REFERÊNCIAS GEOGRÁFICAS, CARTOGRÁFICAS E HIDROGRÁFICAS À BAÍA DO LOBITO

Nesta parte, indicaremos alguns dos mais importantes documentos relacionados com a Baía do Lobito, que nos foi dado analisar e que se apresentam por ordem cronológica.

5.1 — Roteiro da Costa de Angola de 1617, por Manuel Cerveira Pereira e Domingos Fernandes, 1617

Tanto Ralph Delgado, nos seus livros «O Reino de Benguela», 1945, e «História de Angola», 1948, como o investigador Luís Silveira no



Delineação Geográfica dos Reinos do Congo e de Angola (1956)

«Boletim da Sociedade de Geografia de Lisboa», 1953, dedicaram a esta obra a sua maior atenção, referindo-se largamente a este interessante roteiro, talvez o primeiro sobre Angola, de que se apresentaram como autores o Governador Manuel Cerveira Pereira e o piloto-mor da sua Armada, Domingos Fernandes.

Ralph Delgado no «Reino de Benguela», reproduz parte desse manuscrito, escrevendo que «embora as distâncias não correspondam à realidade e não localizem com segurança, alguns pontos visitados, a reprodução deste impõe-se, dado o seu apreciável valor.»

Luís Silveira, mais preciso, referindo-se ao trabalho daquele historiador, diz que «segue-se o texto modernizado, dum roteiro, copiado de fonte que não encontro declarada pelo autor, mas que tem com o manuscrito de Évora inegável paridade. Todavia diverge dele em alguns passos, não é tão extenso como o manuscrito e não reproduz os desenhos com as conhecenças da costa, não se me afigurando necessário estar a notar as diferenças por o texto de Delgado ser recente, e acessível a compreensão do manuscrito que com estas notas reproduzo.»

Como nota curiosa, reproduziremos seguidamente, o seu volumoso título, apresentado na actual ortografia:

«ROTEIRO DA COSTA DE ANGOLA E DA ALTURA DE QUINZE GRAUS E MEIO PARA LUANDA DE COMO CORRE A COSTA, DAS CONHECENÇAS DELA, DOS PORTOS, BAÍAS, ENSEADAS, ILHÉUS, RECIFES, DE SUAS ALTURAS, O QUE FOI VISTO E DEMARCADO PELO CONQUISTADOR MANOEL CERVEIRA PEREIRA, E PELO CAPITÃO DE MAR DOMINGOS FERNANDES, PILOTO-MOR DESTA ARMADA A QUAL DEMARCAÇÃO VAI POSTA E ARRUMADA NUM PAPEL A ESTE JUNTO NO ANO DE 1617»

Analisando cuidadosamente todo o texto do roteiro, fomos levados a distinguir três partes distintas quanto à forma como ele teria sido elaborado: a *primeira*, que corresponde à descrição da viagem, propriamente dita, da latitude de 15,5° Sul até Benguela; a *segunda*, que teria sido redigida durante a permanência nesse porto; e a *terceira*, resultante de observações colhidas durante eventuais viagens entre Benguela e Luanda.

Deste modo, durante a segunda parte, houve largas possibilidades de explorar, devidamente, toda a zona entre a Ponta do Sombreiro e a Enseada e Rio Mangral, correspondente à região do Lobito, pelo que as

respectivas descrições e desenhos — por terem sido mais cuidadosamente preparados e conferidos — poderão revestir-se duma maior credibilidade, assumindo, assim, especial relevância para a resolução do nosso problema, como mais adiante se comprovará.

Também, na devida oportunidade, serão analisados dois importantes extractos deste roteiro, o mesmo acontecendo em relação ao desenho elaborado nesta segunda parte.

Segundo afirma Delgado no seu livro «Reino de Benguela» «não há alusões no Roteiro da Costa de Angola» à Baía do Lobito e o Rio Mangral é o nome dado ao Catumbela.»

No livro «Ao Sul do Cuanza», ele relata «que tal confusão se estabeleceu com a adopção do mesmo nome para dois lugares (Catumbela e Lobito), ainda que próximos, que se chegou a supor que o rio, o velho Rio do Mangral, de Cerveira Pereira, desaguasse ali (Lobito).»

Como mais adiante demonstraremos, estas duas opiniões sobre o Rio Mangral, não se apresentam como as mais correctas.

5.2 — Delineação geográfica dos reinos do Congo e Angola, por S. d'Abbeville, 1656 ⁽⁸⁾

Esta interessante carta geográfica, desenhada quarenta anos depois da fundação de Benguela, é apresentada como a primeira gravura do Livro Primeiro da *Descrição Histórica* do Padre João António Cavazzi.

Provavelmente, ela teria sido escolhida por reproduzir com razoável correcção as posições geográficas dos Reinos do Congo e Angola, mostrando, também, os pontos mais notáveis da costa para o Norte de Porto Alexandre (Angra das Aldeias).

Para o nosso estudo, julgamos de evidenciar que, possivelmente, será uma das primeiras cartas, onde o porto da *Catumbela* (Lobito) aparece assinalado.

5.3 — Projecto de transferência de Benguela para a Catumbela das Ostras, 1672

Em 20 de Setembro de 1672, ao ser nomeado Governador-Geral de Angola, Pedro César de Menezes, apresentou ao soberano português, um

(8) Padre João António Cavazzi de Montecucollo — «Descrição Histórica dos Três Reinos do Congo, Matamba e Angola», 1687. Edição da Junta de Investigações do Ultramar-Agrupamento de Estudos de Cartografia Antiga, 1965.

Rol de Petições que considerou como susceptíveis de lhe assegurar melhores condições na sua futura actuação, por corresponderem à resolução dalguns dos principais problemas angolanos; entre outros, propunha a mudança do Presídio de Benguela para a Catumbela das Ostras, no sentido de evitar a morte constante dos colonos, originada pela malignidade do clima e insalubridade do local.

O Conselho Ultramarino, em 27 de Março de 1673, aprovou esta proposta (A. H. U. cx 8), a qual não se concretizou, por Pedro César de Menezes, não ter chegado a assumir as suas funções (9).

Foi este, um dos primeiros documentos oficiais, em que o futuro Lobito, aparece com a designação de *Catumbela das Ostras*.

5.4 — História Geral das Guerras Angolanas, por António Cadornega, 1680

Referindo-se à baía do Lobito, Cadornega, escreveu:

«(...) Saiu o Governador-Geral (Paulo César de Menezes) daquele porto (Benguela), em que havia estado três dias, e foram navegando costa abaixo — queria dizer para o Norte —, deixando atrás aquelas tão grandiosas salinas onde com pouco custo e beneficio se tira tanta qualidade de sal e em si tão bom, passando por *Catumbela das Ostras*, onde há muitas e grandes (...)

Mais tarde, o mesmo historiador, referia:

(...) onde chamam *Catumbela de Água Doce* que é riacho que ali naquela paregem corre, e se lhe chamam assim porque há outra *Catumbela* a que chamam de *Água Salgada* por *ali meter o mar um esteiro* e lhe chamam das *Ostras* porque ali há muitas (...)

(9) Com efeito, o Governador Pedro César de Menezes, deixou Lisboa em 16 de Julho, de 1678, numa pequena Armada de três navios. Era acompanhado pelo Bispo de Angola Frei António de Espírito Santo, do Perfeito da Missão dos Capuchinhos, Padre João Cavazzi, autor do livro anteriormente citado e doutros religiosos.

Ao aproximar-se da costa de Angola, por alturas dos 22° de latitude, na noite de 19 de Novembro, o navio que o transportava naufragou, junto das rochas, perdendo-se. O Governador-Geral morreu, salvando-se o Bispo e os religiosos, por terem abandonado o navio noutra embarcação. O Bispo, depois da sua chegada a Luanda faleceu, devido às vicissitudes porque passou depois daquela tragédia.

5.5 — Arte de Navegar e Roteiro das Viagens e Costas Marítimas da Guiné, Angola, Brasil, Índias Ocidentais e Orientais, por Manoel Pimentel, 1712 e 1762

Referindo-se à zona Catumbela-Lobito, escrevia:

(...) Seguem-se para o Norte o *Rio Catumbela da Água Doce* e mais ao Norte 3 léguas *Catumbela das Ostras*, a melhor desta costa (...)

5.6 — Roteiro das Ilhas dos Açores e de Cabo Verde, Guiné, Angola, Brasil, Índias Ocidentais e Orientais, Costa de Espanha e Mar Mediterrâneo de Manoel Pimentel, 1746

O texto, na parte relativa à região em causa é igual ao anterior.

5.7 — Carta Geográfica da Costa Ocidental de África, de L. C. C. Pinheiro Furtado, 1790

Esta carta, reproduzida nos «Anais do Clube Militar Naval», de 1934, num artigo do tenente Moura Braz, foi desenhada e gravada em Paris em 1825.

Deverá tratar-se de uma das primeiras cartas gerais onde figura a Baía do Lobito, como *Catumbela das Ostras*.

5.8 — Roteiro Geral dos Mares, Costas, Ilhas e Baixos Desconhecidos, por António Lopes Costa Almeida, Barão de Reboredo, capitão-tenente, 1831/1846

Deste importante trabalho, transcrevem-se as seguintes partes:

(...) Navegando ao largo da costa que demora para o Norte de Benguela, na distância de 1 1/4 a 2 milhas, se verá terra alta cortada a pique com algumas barreiras e um *extenso areal que corre a ENE que borda um mangal cerrado que começa ao Sul da Ponta do Cavaco, ou ponta Norte da Baía de Benguela, e que termina ao Norte, próximo à ponta da península do Lobito*; acabado este mangal se descobrirá por EB da proa a continuação do areal por coisa de 1 milha, este é o extremo da península. (...)

(...) Anha é um pequeno rio situado a 9 milhas, da ponta do Lobito (...)

(...) Ao noroeste, a Baía do Lobito é terminada por uma península de areia, que corre ENE-OSO, que terá um comprimento de uma milha e um quarto (...)

5.9 — Planta Hidro-Topográfica da Baía do Lobito, 1842⁽¹⁰⁾

Esta planta, talvez o primeiro levantamento da Baía do Lobito, foi publicada nos *Anais Marítimos e Coloniais*, parte Não Oficial, 1845, anexo ao documento que se seguirá; tem o grande mérito de referenciar devidamente os riachos existentes entre os mangais, dando o devido destaque aos que se encaminham para o Sul, um dos quais se perde nas lagoas de água potável (ligadas ao Catumbela) na respectiva planície e o outro se aproxima muito da costa, a poucas milhas da Catumbela e que facilmente serão invadidos pela água do mar, sobretudo nas marés de águas vivas.

A ponta da restinga aparece situada a cerca de meia milha da costa. Não aparecem referenciadas quaisquer casas.

5.10 — Descrição Topográfica da Baía do Lobito, por António Lopes Costa Almeida, Barão de Reboredo, capitão-tenente, 1845⁽¹¹⁾

Deste interessante estudo, que consideramos constituir uma das melhores descrições dos célebres mangais do Lobito, transcrevemos a seguinte parte:

«(...) uma *praia de areia* correndo EO, 1 1/4 de milha, forma a costa Norte e o *fundo da baía*, onde há comodo desembarque, e a poucos passos para o interior da praia o terreno se transforma em mangal espesso e pântanoso que abunda em charcos de água salgada, que *talvez comuniquem com o mar nas grandes marés*.

⁽¹⁰⁾ Esta planta foi mandada levantar pelo Governador-Geral de Angola e suas Dependências, o Chefe de Esquadra José Bressane Leite, pela Comissão composta pelo primeiro-tenente Joaquim José d'Andrade Pinto, Comandante da Corveta *Oito de Julho* do segundo-tenente José Joaquim Lioni e o cirurgião do mesmo navio Joaquim d'Abranches Bizarro e do segundo-tenente, António Augusto d'Oliveira do Brigue «Audaz».

⁽¹¹⁾ *Anais Marítimos e Coloniais*, 1845.

Na extremidade O desta praia há uma bacia fechada por três pequenos bancos de areia grossa, sendo um quase no seu meio; esta bacia termina numa pequena praia de areia e as duas restantes bordas banham um mangal cerrado.

Nesta bacia desaguam dois riachos ou ribeiros, dirigindo-se uma para o SSW e outra ao Norte.

O primeiro, em breve quebra para o quadrante SE e na distância de coisa de 1/2 milha, se perde nos diferentes charcos de água salgada acima ditos (R. N.º 2, no Plano Topo-hidrográfico).

O segundo, situado a 200 passos da sua entrada na bacia, se divide em dois braços, que serpenteiam no quadrante SW, ao longo da costa, compreendida entre a foz do rio Catumbela e a ponta da península do Lobito.

O braço que corre mais próximo da costa termina coisa de 2 milhas a Norte da margem direita do rio Catumbela (R. N.º 3).

E o que está pela parte de dentro, vai *terminar no meio da grande planície, três milhas ao Norte do mesmo Rio Catumbela* (R. N.º 4). (...)

(...) Estes riachos correm entre mangues, com algumas aberturas em que se pode facilmente desembarcar; têm de largura 2, 3, 4, 5 e 6 braços; o fundo é geralmente vaza ou lodo, com ostras com abundância; seu fundo varia entre meia braça e seis; há nestas paragens muitos diversíssimos pássaros terrestres (...)

«(...) encontrando-se assim *junto à península o maior fundo* (...)

5.11 — Descrição e Roteiro da Costa Ocidental de África, por Alexandre Magno Castilho, primeiro-tenente, 1866

Para o nosso estudo, interessam as seguintes partes:

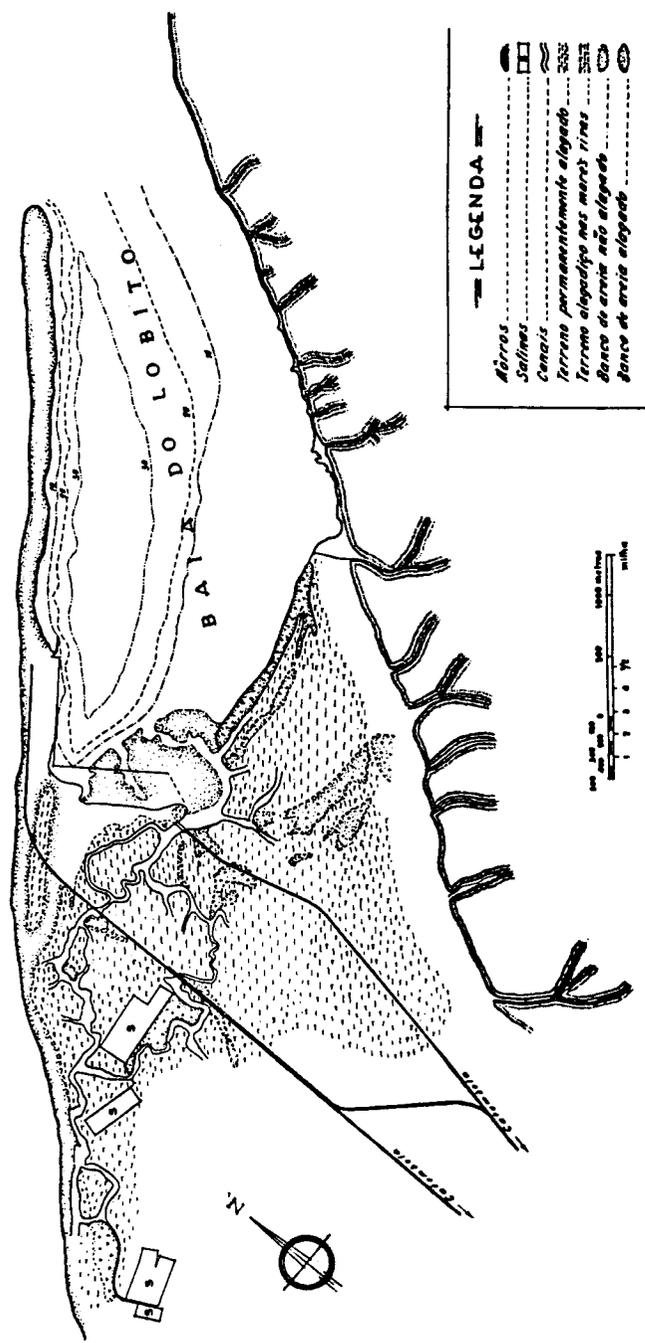
«(...) Fica a ponta do Lobito, o extremo NE de uma estreita península de areia, tão razea que não tem para cima de 1 a 2 metros sobre o nível do mar, e com uma milha e oito décimos⁽¹²⁾ de comprimento, em 12° 20' S e 22° 49' E (...)

(...) Ao amparo desta península se estende a Baía da *Catumbela das Ostras*, ou do *Lobito*, uma das melhores da costa de África, e antigo coito de navios negreiros (...)

(12) 3334 metros.

PLANTA DA RESTINGA DO LOBITO

TIRADA DO PLANO HIDROGRÁFICO DA DIRECÇÃO DOS
SERVIÇOS DE COLONIZAÇÃO E TERRAS DE 1928/29



Planta da Restinga do Lobito, 1928/29

(...) *Dois ribeiros, com as margens cobertas de mangues, despejam n'aquela enseada, um da banda do E, e outro no canto SW; não é todavia potável a água de nenhum deles, nem se encontra água para beber nas vizinhanças desse sítio, motivo porque não se fundou ali povoação (...)*

(...) *A 9 milhas para NE da ponta do Lobito despeja o rio Anha (...)* Despeja o rio *Catumbela da Água Doce* (Cata-Bella) em 12° 28', pouco menos de *nove milhas para Sul da ponta do Lobito*, e obra de 10 e meia para NE de Benguela (...)

5.12 — Planta da Restinga do Lobito tirada do Plano Hidrográfico da Direcção dos Serviços de Colonização e Terras de 1928/29 ⁽¹³⁾

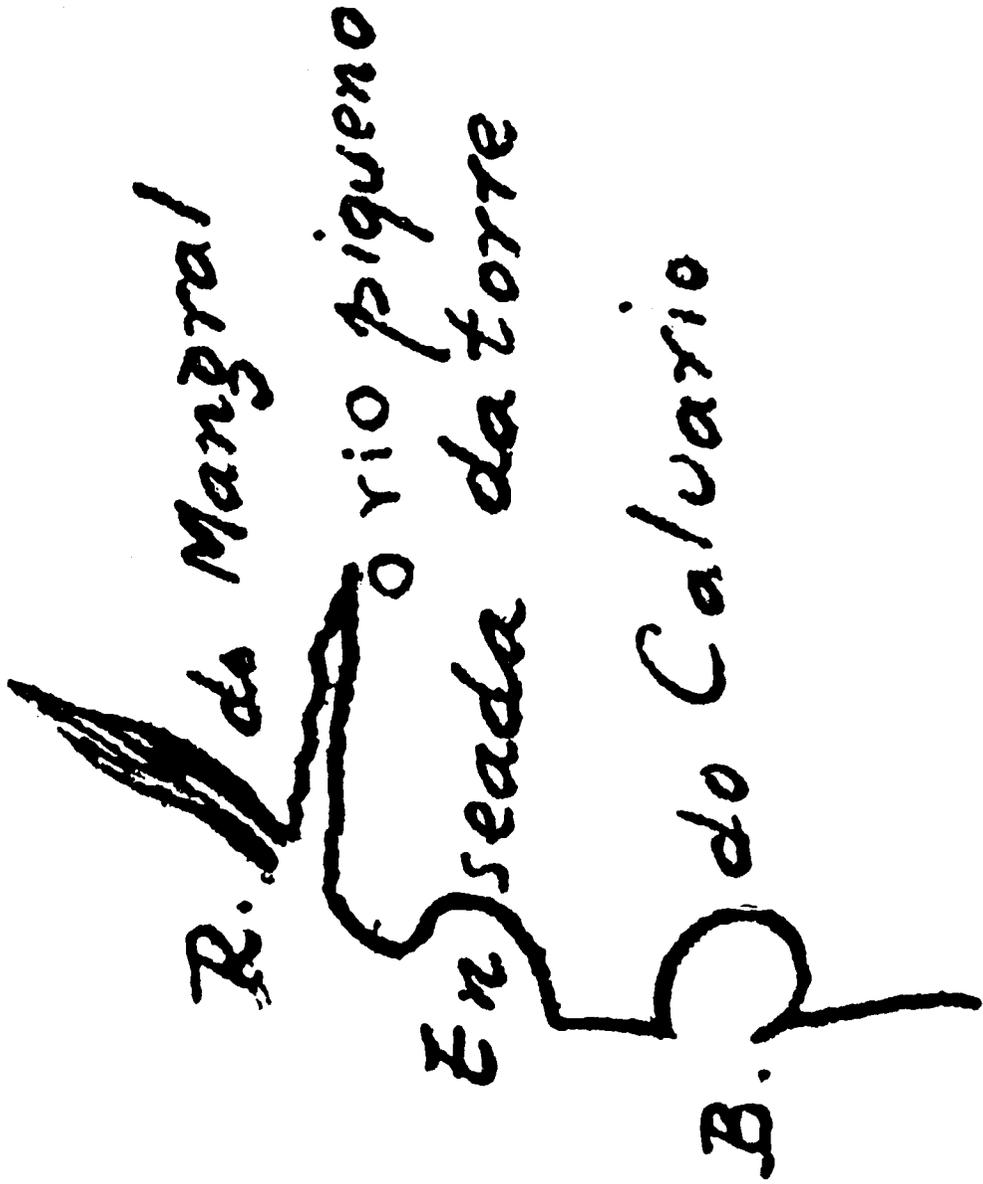
Esta Planta, tirada cerca de 86 anos depois da Planta Hidro-Topográfica de 1842, anteriormente descrita, vem confirmar, nos seus traços gerais, as conclusões indicadas nos números 5.9, 5.10 e 5.11 do presente estudo.

5.13 — Nova Interpretação do Roteiro da Costa de Angola de 1617

Estudando minuciosamente a documentação anteriormente apresentada, o problema da existência do abrigo natural do Lobito na data da fundação de Benguela, surge-nos com um novo aspecto, o qual resultou dos seguintes pontos:

- 1.º — Comparação do desenho da zona Benguela-Lobito apresentado no Roteiro de 1617, constante da separata de Luís Silveira, com as cartas mais modernas;
- 2.º — Nova interpretação de duas pequenas partes do texto do referido roteiro, com as indicações dadas pelos roteiros mais recentes, especialmente do «Roteiro Geral» do Comandante Costa Almeida, Barão de Reboredo, de 1831, que informa da existência dum «extenso areal que corre ENE, que borda um *mangal cerrado*, o qual começa no Sul da Ponta do Cavaco ou Ponta Norte da Baía de Benguela.»

⁽¹³⁾ Esta planta fazia parte do Boletim de Estudo da Supressão dos Mangais do LNEEN, 1954.



Região Litoral do Lobito, segundo o Roteiro da Costa de Angola de 1617

Cerveira Pereira, na primeira parte, que é acompanhada do desenho junto, escreveu:

(...) da ponta que está ao Norte da Enseada da Torre (Benguela) para o Nordeste está uma *Enseada que se chama Mangral*, no qual está um riacho como acima figura (...)

Ora, a única enseada existente ao Norte de Benguela, designada no roteiro por Mangral, só poderia ser a correspondente à actual *Baía do Lobito, na sua forma inicial*, embora, naquela era, dela surgisse em direcção ao Sul um riacho, o *Rio do Mangral*, em ligação directa com o mar.

Cadornega, em 1680, assim o confirma ao escrever «Porque há outra Catumbela a que se chama de Água Salgada por ali meter o mar um esteiro».

Examinando o referido desenho à luz desta primeira interpretação, julgamos de salientar o seguinte:

- a) O *Rio Mangral*, contrariamente ao referido por Ralph Delgado, não é o Rio Catumbela, pois ele está orientado na direcção SW/NE, enquanto o Rio Catumbela corre do nascente para o poente;
- b) A *Enseada do Mangral* — formada pela língua de areia e mangues que formariam a margem direita do dito *Rio do Mangral* — situa-se para o Norte da Ponta do Cavaco, enquanto o *Rio Piqueno* (como actualmente acontece com o Rio Catumbela), aparece a Oeste, logo depois de dobrada aquela ponta.
- c) As grandes dimensões da foz do Rio do Mangral — de Água Salgada — situada entre densos e altos mangais, contrasta com as do Rio Piqueno (possivelmente o Rio Catumbela da Água Doce), figurado no desenho, também situado entre magestosos mangais, tanto mais que foi avistado no cacimbo (época seca), podendo, até, a sua foz estar muito reduzida pelas pequenas restingas de areia que, habitualmente, se formam no final das grandes chuvas.

No segundo trecho escolhido, Cerveira Pereira escrevia:

(...) Passando este Rio do Mangral para o Norte vai correndo a costa Nornordeste Susodoeste até chegar a outro riacho que se chama Rio do Espírito Santo e por outro *Anha*, o qual se some por debaixo da terra junto ao mar *haverá dele ao Mangral três léguas*.

Esta parte, segundo entendemos, ainda é mais concludente, se a compararmos com os roteiros dos séculos XIX e XX, pois se reveste da maior importância, por situar o futuro Lobito, na posição onde ele se encontrava em 1617.

Com efeito, a distância da Anha ao Mangral, segundo Cerveira Pereira e Domingues Fernandes era de 3 léguas (9 milhas); os roteiros de Costa Almeida (1831) e de Castilho (1866), confirmam, em absoluto, aquele valor, pois situam a Anha a 9 milhas (3 léguas) a NE do Lobito.

Como se pode verificar, na figura junta — extraída do Roteiro de Castilho — se o Rio do Mangral fosse o Rio Catumbela, como o afirmava Ralph Delgado, a distância da Anha àquele local seria dupla, 6 léguas (18 milhas) da indicada no Roteiro de 1617, erro que os seus autores não podiam ter cometido, dada a exactidão de todos os elementos registados envolvendo a região litoral do Lobito, tanto mais que eles foram colhidos depois da chegada da Armada a Benguela⁽¹⁴⁾.

5.14 — Segunda Solução do Problema?

Assim, segundo supomos, em Maio de 1617, a Restinga do Lobito estaria já em progressivo desenvolvimento, mas na sua extremidade Sul *ainda não teria sido feita a sua ligação ao Continente*.

Implantada numa área de vastos e grandiosos mangais, eles foram sendo assoreados e, sucessivamente, ligados entre si, pelos volumosos aluviões do Rio Catumbela e da erosão da costa a partir da Ponta do Sombreiro, transportados pela ondulação, pela corrente de Benguela e pelos ventos, praticamente constantes.

Inicialmente, teria sido uma pequena *ilha*, que se foi alongando, progressivamente na direcção SW/NE, devido à constância dos transportes dos referidos aluviões.

Depois, pela acção de grandes transportes laterais de areia, originados pelas fortes calemas (especialmente em marés vivas) que atravessaram a estreita língua de areia, pelas chuvas torrenciais e pela constante erosão eólica, a ilha ligou-se ao Continente, fechando a ligação da enseada ao mar pelo Sul, formando, como o afirmou o Comandante Pires de Matos a «planície da Catumbela», a qual mais tarde, pelas mesmas razões, se estendeu na direcção do Lobito.

(14) Julga-se de acentuar que dos desenhos constantes do Roteiro da Costa de Angola de 1617, este é o único devidamente orientado, pois os restantes se apresentam como rudimentares panorâmicas da costa, observadas de bordo.

Portanto, segundo julgamos, quando Cerveira Pereira fundou Benguela a, então, *Enseada do Mangral*, abrigada pela *ilha* do mesmo nome, já teria largas centenas de metros de extensão, podendo dar abrigo seguro, aos maiores navios da época.

6. REFERÊNCIAS HISTÓRICAS À BAÍA DO LOBITO

Limitaremos esta parte do presente estudo à apresentação de alguns trechos de quatro documentos onde se pretende demonstrar a utilização da Baía do Lobito na primeira metade do século XVII.

Como já anteriormente se referiu, deverá tomar-se em consideração que, naquela época, a designação *Catumbela* «*também abrangia o porto do Lobito*» (15).

6.1 — Documentos do Governador Fernão de Sousa (16).

6.1.1 — Relato da Passagem por Benguela, de 15 de Junho de 1624

Na sua viagem para Luanda, a assumir o Governo do Reino de Angola, Fernão de Sousa — com patente de 21 de Outubro de 1623 e regimento de 30 de Março de 1624 — largou de Lisboa, em companhia das naus da Índia, tendo chegado a Benguela (cujo Governador estava ausente) em 8 de Junho de 1624, onde estacionou nove dias.

Nessa ocasião, tomou conhecimento de que uma nau e dois patachos holandeses receberam água e frescos naquela baía, tendo negociado com os indígenas.

Prendendo os responsáveis, levou-os para Luanda, escrevendo para Lisboa o seguinte:

(...) Os holandeses, nesta altura, estiveram no dito porto da *Catumbela*, espalmaram a alimparam à sua vontade por espaço de quinze dias e dele fizeram presas em navios que passavam para Luanda, e eu lhe fiquei no mesmo tempo na Baía do Chapéu, e no dia que se levaram da *Catumbela* entrei na *Enseada de Benguela* (...)

(15) Arquivos de Angola.

(16) Fernão de Sousa — Livros, Biblioteca da Ajuda.

6.1.2 — Relação do Reino de Benguela, de 21 de Fevereiro de 1632 ⁽¹⁷⁾ ⁽¹⁸⁾

Neste documento descreve-se o porto da *Catumbela* (Lobito) da seguinte forma:

(...) Agilavento da dita Enseada de Benguela, *três léguas* para a parte Norte está o porto da *Catumbela*, em 12 graus largos da banda Sul; nele podem estar trinta naus com as proas em terra (Restinga, dados os ventos dominantes), entre mangues, em fundos de dezoito braças, sem as poderem ver os navios que vão fazendo viagem para o porto de Luanda, entra-lhe um rio em que podem fazer aguada dos batéis com boa pescaria (...) ⁽¹⁹⁾

6.2 — Segundo Socorro a Angola

Em 8 de Maio de 1645, havendo necessidade de expulsar os holandeses de Angola, largou do Rio de Janeiro uma expedição, comandada pelo novo Governador do Reino de Angola, Francisco de Souto Maior, constituída por dois barcos longos e dos navios seguintes:

- Nau *Nossa Senhora da Caridade*, Capitânia, conduzindo o Governador;
- Nau *Nossa Senhora da Nazaré*, Almirante, com o Almirante Francisco José Bartolomeu e Vasconcelos;
- Nau *Santa Catarina*, Capitão Nuno Vaz Guedes;
- Fragata *Nossa Senhora dos Remédios e Estrela*, Capitão Bartolomeu Pais Bulhão ⁽²⁰⁾.

Pela transcrição dalgumas parcelas da Relação da Viagem, ⁽²¹⁾ ⁽²²⁾ escrita pelo Irmão António Pires, da Companhia de Jesus, embarcado na Nau *Nossa Senhora da Caridade*, que se seguem, prova-se a passagem desta Armada pelo porto da *Catumbela* (Lobito):

(...) Em 46 graus e dois terços e em 25 de Junho vimos terra pelas duas horas da tarde. E conhecida a costa ser a barlavento do Cabo Negro (...)

⁽¹⁷⁾ Ralph Delgado — «Ao Sul do Cuanza».

⁽¹⁸⁾ Alfredo Felner — Angola, Documentos.

⁽¹⁹⁾ Naquele tempo, tinha ligação pelo Sul com a foz do Rio Catumbela, aonde os batéis poderiam fazer aguada, ainda que distante.

⁽²⁰⁾ António Marques Esparteiro — «Três Séculos no Mar».

⁽²¹⁾ Arquivos de Angola.

⁽²²⁾ Artur Viegas — «Duas Tentativas de Reconquista de Angola».

(...) Até à costa de Angola fizemos 47 dias nos quais tivémos várias tormentas, e tão fortes que todos os navios abriram água; às quais se acudiu com diligência pela importância do negócio.

Chegámos a tomar a altura de 33 graus; começamos a diminuir e demandar a costa (...)

(...) Em 16 de Julho (com a Armada já toda reunida, pois tinha sido dispersa pelo mau tempo «por causa dos nortes e águas contrárias») demos fundo em terra de 13 graus junto das Salinas e, à noite, vimos fogos na praia e dois tiros de arcabuz, foram batéis reconhecer o que seria e trouxeram dois soldados de Benguela que por ali andavam pescando, ausentes do presídio holandês, cuja sujeição os molestava.

Aos 17, foi um outro soldado de noite ao presídio de Benguela, dar novas da nossa vinda aos portugueses, com tanto segredo que não o souberam os holandeses que ali estão⁽²³⁾ senão depois que todos saíram daquele presídio para nós, como adiante se verá.

No mesmo dia foi o Irmão António Perez à Baía Farta, nela o veio ver o Capitão-mor de Benguela Manuel Pereira se lhe pediu que o levasse a bordo ao Governador, que tinha coisas de serviço d'El-Rei que tratar com ele.

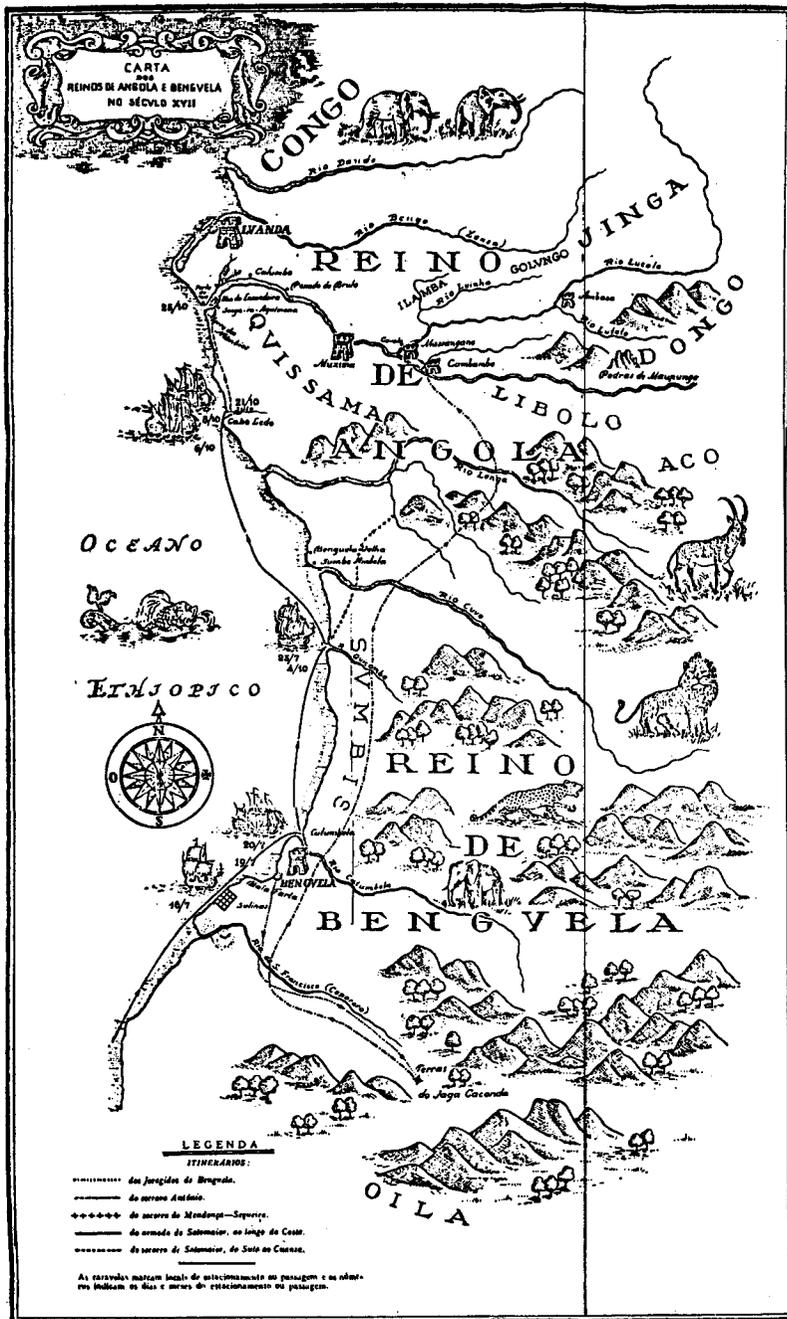
Aos 18, foi à Capitânia, onde em segredo falou ao Governador; ao qual levou refrescos de laranja, uvas, bananas, etc.

Aos 19, mandou o dito Capitão-mor de Benguela ao Governador um práctico da costa e um oficial de guerra preto para língua.

Em 20 de Julho, chegamos à *Catumbela* passando de noite por Benguela sem sermos sentidos pelos holandeses; e aqui, tornou o Capitão-mor de Benguela a ver-se com o Governador; o qual deixou ao mesmo Capitão-mor cartas para o Pedro César (Governador cessante) para lhas encaminhar por terra a Massangano ou por mar por via dos holandeses com o recato necessário que eles não soubessem como se fez (...).

Aos 23, chegamos à Enseada do Quicombo, onde achamos um barco d'El-Rei que tinha vindo da Baía com o primeiro

⁽²³⁾ Depois da conquista de Luanda pelos holandeses, em 1641, vivia-se num precário regime de condomínio.



Carta dos Reinos de Angola e de Benguela no século XVII indicando a viagem do Governador-Geral Francisco de Souto-Maior, 1645

socorro⁽²⁴⁾ e pela terra dentro estava o resto da nossa gente que havia escapado da guerra e misérias que tiveram (...)

(...) Aos 30, partiu o Capitão Nuno Vaz Guedes com a Nau Santa Catarina e barco d'El-Rei para *Catumbela* a chamada do Capitão-mor de Benguela, que pedia socorro para se poder retirar com os demais portugueses daquele presídio e jurisdição dos holandeses e se incorporar com o Governador: que estes foram os segredos que no mar teve com ele (...) ⁽²⁵⁾.

6.3 — Restauração de Angola.

Salvador Correia de Sá e Benevides, recebendo patente em 20 de Setembro de 1647, como Governador e Capitão-General do Reino de Angola e de Governador do Rio de Janeiro e Capitánias do Sul, largou para o Brasil aonde deveria organizar uma forte expedição, capaz de retomar Angola, segundo as instruções reais, concordantes com os esclarecidos pareceres do Conselho Ultramarino.

A sua chegada ao Rio de Janeiro deu-se em 23 de Janeiro de 1648, tendo escalado o Funchal.

Nos termos do seu regimento, o Governador reuniu na sua casa do Rio de Janeiro, no dia 9 de Maio desse ano, um Conselho dos Capitães de Mar e Guerra e pilotos práticos da Armada, para acerto da viagem para Angola, tendo unanimemente sido acordado o seguinte ⁽²⁶⁾:

(...) Navegar a Lessueste à saída da baía até à ilha da Ascensão passando «a vinte graus pela banda do Sul dela, devendo a frota de socorro acompanhar a frota dos açúcares, destinada ao Reino, até essa altura»;

Rumar para Sueste depois da largada da frota dos açúcares, até à altura de 30 graus, e «daí se ponha quarenta léguas, Noroeste Sueste com a ilha de Santa Helena, porquanto nesta altura ordinariamente entram os ventos Suestes, para poder tomar terra de quinze graus.»

(24) Tratava-se da Nau *S. Bento* que fazia parte do primeiro socorro a Angola, o qual partira da Baía em 8 de Fevereiro de 1645, comandada pelo Capitão-Mor, António Teixeira de Mendonça, transportando duas centenas de soldados brancos e uma companhia de tropa preta, sob o comando de Domingos Lopes de Sequeira, embarcados nos restantes dois navios da pequena armada.

(25) O Governador do Reino de Angola, Francisco Souto Maior, desembarcou no Cabo Ledo em 8 de Outubro e atingiu Massangano, onde tomou posse do seu cargo em Dezembro de 1645, não conseguindo, depois, qualquer êxito na sua missão de guerra contra os holandeses.

(26) Ralph Delgado — «História de Angola».

Bordejar a costa angolana até às Salinas e:

- Entrar na Baía Farta, a tomar fala, ou
- Entrar na *Catumbela*, a tomar fala dos negros que fugiram do Quicombo, se a primeira for inviável;
- Fixar o Quicombo como termo da viagem.
- Navegar com os navios todos unidos, podendo separar-se, apenas, em casos fortuitos, absolutamente justificáveis (...)

Em 12 de Maio de 1648, depois de uma preparação de vários meses, Salvador Correia largou de Rio de Janeiro, à frente de uma forte expedição de mil e quatrocentos homens (muito bem enquadrados por oficiais escolhidos, com ótimos serviços prestados na guerra contra a Espanha ou nas campanhas de Angola) embarcados em quinze navios, comandados pelo Almirante Baltazar da Costa Abreu, o *Bilro*.

Para descrever parte desta viagem, também utilizarei trechos da carta do Padre António Couto, ⁽²⁷⁾ sobre a Restauração de Angola, por constituir um precioso contributo para o presente estudo. Seguem-se as respectivas transcrições:

(...) Esta relação será da viagem do Rio de Janeiro para Angola e da restauração milagrosa dela, que assim se pode chamar pelo extraordinário concurso com que concorreu o braço divino para se restaurar.

Aos doze de Maio deste ano de mil seiscentos e quarenta e oito partimos do Rio de Janeiro em companhia da frota.

A nossa Armada constava de quinze embarcações, a saber onze naus e quatro patachos; ⁽²⁸⁾ das onze naus cinco eram d'El-Rei e são as que vieram da Baía ao Rio de Janeiro, que mandou por ordem de Sua Majestade o General António Teles de Menezes; as outras seis eram de armadores, dos quatro patachos dois mais pequenos, que por tais se chamava um de Gamela e outro de Canoa, arribaram logo ao Rio de Janeiro depois de três ou quatro

⁽²⁷⁾ Arquivos de Angola — Carta de 5 de Setembro de 1648.

⁽²⁸⁾ Segundo António Marques Esparteiro, em «Três Séculos de Mar», haveria 4 *Galeões* — «Nossa Senhora da Conceição», Capitânia, «S. Luís», Almirante, «S. Tomás» e «Santa Margarida e Santa Maria» —, 2 *Naus* — «Nossa Senhora da Caridade» e «Nossa Senhora dos Remédios e Almas» —, *Urca* «Santo António», *Charrua* «Santo António», 3 *Navios* — «S. Pedro ou Pedro», Alexander Joph», «Santo Milagre» —, *Fragata* «Três Reis Magos», 3 *Patachos* — «S. Gabriel», «Nossa Senhora da Conceição e Santo António», também conhecido por «Gamela», «Nossa Senhora do Rosário e S. João de Deus», também «Canoa».

dias de viagem; porque por ser a travessia muito trabalhosa com os mares que se vão às nuvens, não os puderam vencer; os outros dois patachos por serem maiores nos acompanharam (...)

(...) Aos doze de Julho avistamos terra de dezoito graus, e pescamos muito peixe de várias castas por toda a costa e fizemos arrombadas (29), fortificando-se com elas os navios e preparando-se para o que sucedesse com muito ânimo (...)

(...) Determinava o General de caminho render a fortaleza de Benguela, porém erraram todos os pilotos de maneira que passaram Benguela de noite, sem sabermos que passavamos por ela, e o que mais admira é que estando a Armada à vista da *Catumbela* que fica já a sotavento de Benguela se mandou a terra um homem que esteve por várias vezes neste Rio *Catumbela*, e desconheceu a terra, por ver uma mina de sal, (30) que nunca se viu nesta terra, porque o sal está em terra a que o chamam *Salinas*, a barlavento de Benguela, e assim julga-se que Benguela não ficava diante, e *parece que foi acerto e não erro, não nos determoms em avançar a fortaleza de Benguela, mas irmos seguindo nossa derrota para Luanda*, enquanto duzentos e tantos holandeses andavam pelo sertão (de Benguela), e *darmos de repente em Luanda, estando o inimigo desapercibido* como direi logo, e não fazermos detença.

Aos 27 de Julho ancorou a Armada no porto chamado *Quicombo* (...)

Além desta interessante Relação da Viagem do Padre António Couto, não me foi possível encontrar qualquer outro documento referindo a passagem da expedição de Salvador Correia pela *Catumbela* (*Lobito*).

Contudo, de acordo com o Auto do Conselho de Oficiais e de Pilotos, efectuado no dia 9 de Maio de 1648 no Rio de Janeiro, na residência do Governador, na qual se firmaram os pormenores da viagem, ficou estabelecido que a Armada no caso de não escalar a *Baía Farta* — o que aconteceu — deveria ir à *Catumbela* «a tomar fala dos negros fugidos do *Quicombo*», como realmente sucedeu, segundo a Relação do Padre António Couto.

Essa escala, cuja demora não é conhecida, deverá ter sido de alguns dias, pois a Armada levou duas semanas — 12 a 27 de Julho — para

(29) Segundo os Arquivos de Angola eram fortificações dos navios de baixo bordo, para ficarem mais altos e cobrirem os que iam neles dos tiros do inimigo. Feitas de madeira, reforçadas por massame, por dentro do costado.

(30) Na realidade, tratava-se das salinas do *Lobito*, começadas a explorar alguns anos depois da fundação de Benguela.

fazer a viagem entre os 18° Sul e o Quicombo que, normalmente, dados os ventos constantes e favoráveis, duraria metade daquele período.

Como consta da Relação da Viagem, a entrada na Catumbela foi feita depois de uma dura e longa travessia, de dois meses, entre o Brasil e Angola.

A permanência no porto da *Catumbela (Lobito)*, além de ter proporcionado a obtenção das desejadas informações do inimigo, teria permitido a Salvador Correia — *com os seus navios abrigados e fora das vistas dos holandeses* — conceder o necessário repouso ao seu pessoal e preparar a Armada para a luta que se avizinhava e que levou à Restauração de Angola, no dia 15 de Agosto de 1648.

6.4 — Terceira Solução

A análise dos documentos anteriormente apresentados, demonstra cabalmente, segundo supomos, que o porto da *Catumbela (Lobito)* foi utilizado, com relativa assiduidade, a partir da segunda década do século XVII, por várias Armadas, que aproveitaram o seu excelente abrigo contra o mar, o vento e os avistamentos pela navegação que frequentasse aquelas paragens.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo desta extensa, mas singela, Comunicação, desejámos averiguar se o porto do *Lobito*, no ano de 1617, quando se fundou Benguela já estaria em condições de nele ancorar a pequena Armada que transportou a expedição do seu Governador e Capitão-General, Manuel Cerveira Pereira.

Para isso, talvez com uma certa originalidade, pretendemos atestar a credibilidade de determinados resultados e conhecimentos técnico-científicos, obtidos nos campos da Investigação Laboratorial, da Geografia, da Cartografia e da Hidrografia, confrontando-os com a interpretação dos correspondentes dados históricos.

Assim, baseado nos exemplares e importantes estudos do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, ousámos estimar que, em 1617, a Restinga do Lobito — ou a *ilha* que a antecedeu — teria uma extensão de cerca de meia milha, reunindo, portanto, os necessários requisitos para abrigar os grandes navios da época.

Depois, pela análise e comparação de vários trabalhos de natureza geográfica, cartográfica e hidrográfica — especialmente do Roteiro da

Costa de Angola de 1617 — concluímos que a *Enseada do Mangral* (para nós do Lobito), nele referida, possivelmente protegida por uma ilha alongada na direcção SW/NE, naquela altura, seria um bom ancoradouro para os navios de maior porte, embora não tenha sido assinalado pelos nossos navegadores do final do século XV.

Finalmente, com a divulgação dos excertos de quatro antigos documentos, já citados por diversos autores, mas, agora, analisados sob novos aspectos, confirmámos o acerto das nossas anteriores conclusões, provando, como pretendíamos, que o «Conquistador do Sul», poderia ter escalado a Catumbela (Lobito), como o fizeram outras Armadas em 1624, 1645 e 1648.

Tal eventualidade, dar-lhe-ia a possibilidade de verificar — o que só fez posteriormente — que a sua Enseada do Mangral, designada mais tarde, sucessivamente, por Catumbela, Catumbela da Água Salgada, Catumbela das Ostras e Lobito, constituía, na realidade, um excelente porto natural, a «melhor Enseada da Costa» como, muito judiciosamente, foi considerada pelo Cosmógrafo Manuel Pimentel, em 1712.

Desta forma, e segundo os dados colhidos ao longo desta investigação, somos levados a concluir que as *Origens do Lobito*, parecem remontar aos meados do século XVI.

BIBLIOGRAFIA

FONTES MANUSCRITAS

Arquivo Histórico Ultramarino

Caixas de Angola
Maços de Angola
Papéis Avulsos de Angola
Códices com Consultas e Cartas de Angola

Biblioteca Nacional da Ajuda

Livros de Fernão de Sousa

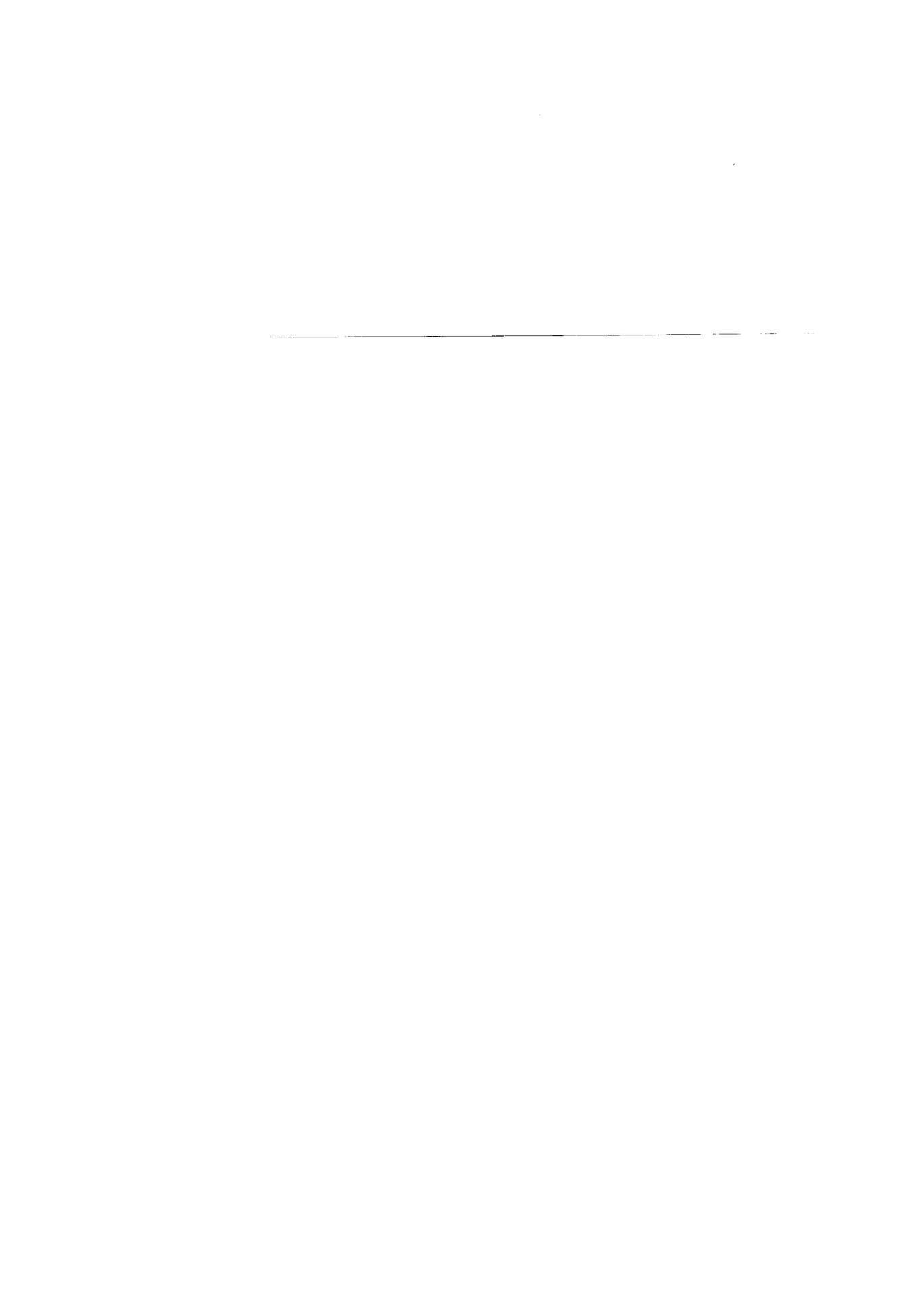
FONTES IMPRESSAS

História Geral das Guerras Angolanas, por António de Oliveira Cadornega, 1680
História de Angola, por Elias Alexandre da Silva Correia
História Inédita de Angola, pelo Padre Francisco Rodrigues
Angola, por Alfredo de Albuquerque Felner
História de Angola, por Ralph Delgado
Ao Sul do Cuanza, idem, idem
Reino de Benguela, idem, idem
Anais Marítimos e Coloniais (1836 a 1858)
«Duas Tentativas de Reconquista de Angola», por Artur Viegas, in *Revista de História*, 1923
O Ultramar Português no Século XVIII, por A. da Silva Rego
O Ultramar Português no Século XIX, Agência Geral do Ultramar
Arquivos de Angola (1933 a 1958)
Três Séculos no Mar, por António Marques Esparteiro
Boletins da Sociedade de Geografia de Lisboa (diversos números)
Roteiro da Costa de Angola, por Cerveira Pereira e Domingos Fernandes, 1617
Arte de Navegar e Roteiros de Viagens, por Manuel Pimentel, 1712, 1746 e 1762
Roteiro Geral dos Mares, Costas, Ilhas e Baixos Reconhecidos, por Costa Almeida, 1831

- Descrição e *Roteiro da Costa Ocidental de África*, por Alexandre M. Castilho, 1866
África Pilot, Parte II, Edição de 1930
- Algumas Considerações sobre a «História do Descobrimento da Baía do Lobito»,
por Moura Braz, in *Anais C. M. Naval*, 1934
- Subsídios para a «Defesa da Ilha de Luanda», por Pires de Matos, in *Anais
C. M. Naval*, 1945
- «Ensaio em Modelo Reduzido do Porto do Lobito», 1.ª Fase: Estudo da Supressão
dos Mangais, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1954
- «The Port of Lobito and the Benguela Railway», por William A. Hance e Irene
S. Van Dongen *Geographical Review*, 1956
- «Les Flèches de Sable de la Côte de l'Angola», Fernando Manzaneres Abecasis,
Mémoire n.º 140 LNEC, 1958
- «Ensaio em Modelo Reduzido do Porto do Lobito», 2.ª Fase: Formação e Evolução
da Restinga, 1960, LNEC
- «Means of Controlling Littoral Drift to Protect Beaches, Dunes, Estuaries and
Harbour Entrances, Establishment of Artificial Beaches, por Castanho,
Carvalho, Gomes, Vera-Cruz, Araújo, Teixeira e Weinholtz, *Memória* n.º 448
LNEC, 1974
- Subsídios para um «Roteiro da Costa de Angola», por Moura Braz, in *Anais
C. M. Naval*, 1937
- «The Port of Luanda in the Economy of Angola», por Irene S. Van Dongen
in «Boletim da Sociedade de Geografia de Lisboa», 1960
- «Descrição Histórica dos Reinos do Congo, Matamba e Angola», pelo Padre João
António Cavazzi de Montecuccollo, A. G. Ultramar, 1966.
- «Número Especial Comemorativo do Centenário do Clube Militar Naval, 1966
- «Das Areias e Mangais Nasceu ... A Cidade do Lobito», Fragoso de Matos, 1980
- «O Porto do Lobito e o Caminho de Ferro de Benguela», por William A. Hance
e Irene S. Van Dongen, Companhia do Caminho-de-Ferro de Benguela, 1958

ÍNDICE

1.	Explicação prévia	4
2.	Razão do presente estudo	11
3.	Fenómeno da formação das Restingas de Angola	17
4.	Formação da Restinga do Lobito	19
	4.1 — Desconhecimento do início da sua formação	19
	4.2 — Evolução da Restinga do Lobito	21
	4.3 — Consolidação da Restinga e Defesa do Porto do Lobito	25
	4.4 — Primeira Solução do Problema	27
5.	Referências geográficas, cartográficas e Hidrográficas à Baía do Lobito	27
	Nova interpretação do «Roteiro da Costa de Angola» de 1617	27
	Segunda Solução do Problema	42
6.	Referências históricas à Baía do Lobito	43
	Documentos do Governador Fernão de Sousa (1624 e 1632)	43
	Segundo Socorro a Angola (1645)	44
	Restauração de Angola (1648)	47
	Terceira Solução do Problema	50
7.	Considerações finais	50
	Bibliografia	53





Caravelas dos Descobrimentos – II (A – mareação de bolina)

Comunicação apresentada pelo Vice-Almirante ANTÓNIO
TENGARRINHA PIRES à Academia de Marinha
em 14 de Dezembro de 1983.

NUMA comunicação feita há cerca de cinco anos e meio pretendeu-se chamar a atenção para a diferença entre a caravela que deve ter existido no início dos descobrimentos e a que mais tarde seguia nas armadas, atravessando o Oceano.

Foi a caravela de meados do século xv que fez a admiração de Cada-mosto e que permitiu não apenas reconhecer a costa africana mas ainda, certamente, descobrir os regimes de ventos do Atlântico.

Para o reconhecimento tinha a caravela de ser capaz de se aproximar da costa, de entrar em rios desconhecidos, de contornar baixos, de se afastar rapidamente; para a busca dos regimes de ventos devia ser capaz de navegar contra eles. Resumindo, tratava-se de uma embarcação com uma boa capacidade de bolina.

Vai, agora, procurar-se, num conjunto de três comunicações, aprofundar o estudo anteriormente feito. Nesta primeira há a intenção de estabelecer as características essenciais para bem bolinar, tendo por base as actuais noções aero-hidrodinâmicas ¹, sem, no entanto, entrar em detalhes desnecessários para os objectivos em vista.

¹ Estas noções estão baseadas principalmente nas seguintes obras:

- C. A. Marchaj, *Sailing Theory and Practice*, Granada Publishing in Adlard Coles Limited, London, 1982.
- C. A. Marchaj, *Aero-Hydrodynamics of Sailing*, Granada Publishing in Adlard Coles Limited, London, 1979.
- Alain Gliksmán, *Au Large*, Neptune Editions Maritimes et d'Outre-Mer, Paris, 1979.
- Artigos de Arvel Gentry e também de John R. Stanton in *The Best of Sail Trim*, Granada Publishing in Adlard Coles Limited, London, 1975.

Ver-se-á que a capacidade de bolina diz respeito ao barco como um todo, isto é, é uma consequência do tipo da vela e da forma do casco.

Nos estudos separados da vela e do casco muito se encontra de similar, pois se trata, em ambos os casos, de perturbações causadas por corpos sólidos em meios fluídos, ainda que uns e outros sejam de características diferentes.

A — A VELA

Uma corrente de ar incidindo numa superfície tende a arrastá-la consigo. Não é, porém, apenas por arrastamento que o vento desloca uma superfície sobre a qual incide.

A asa de um avião em vôo (corte vertical na figura 1) mostra-nos como uma corrente de ar, V , que actua sobre ela com uma pequena incidência, cria uma força, L , na direcção perpendicular à corrente, capaz de sustentar no ar o avião; simultaneamente dá origem a uma resistência D .

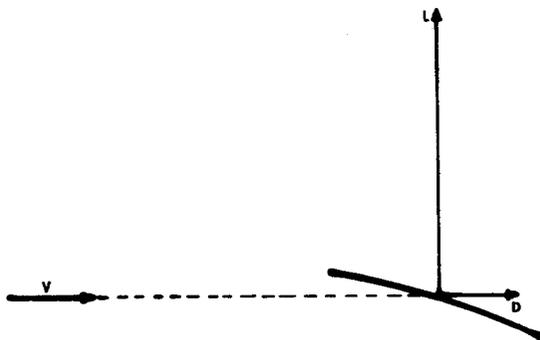


Fig. 1

Numa vela — que podemos assimilar, para o caso que nos interessa, a uma asa vertical — com o vento a actuar com um pequeno ângulo de incidência (a mesma figura 1 pode mostrar o corte horizontal da vela) haverá igualmente uma força L — que por similitude se chamará também de sustentação — perpendicular ao vento, além da força de arrastamento D na direcção deste.

Uma conveniente posição da vela num barco (figura 2) permite que a componente da força de sustentação na direcção do caminho real do barco possa levá-lo a avançar para barlavento.

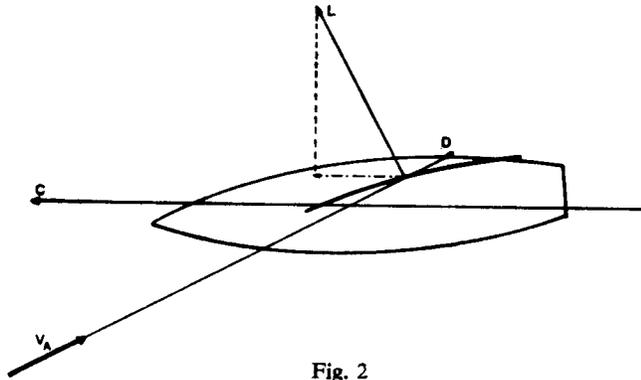


Fig. 2

1 — Mareações

Mareação é, de uma forma geral, a orientação do pano em relação ao vento, mas, mais concretamente, define-se como o ângulo entre o caminho verdadeiramente seguido pelo barco e a direcção do vento real; é, na figura 3, o ângulo γ entre a direcção c e a do vento V_T .

Se a mareação é inferior a 90° , pode o barco, bordejando, isto é, recebendo o vento ora de uma amura ora da outra, ir avançando contra o vento real. É a mareação de bolina.

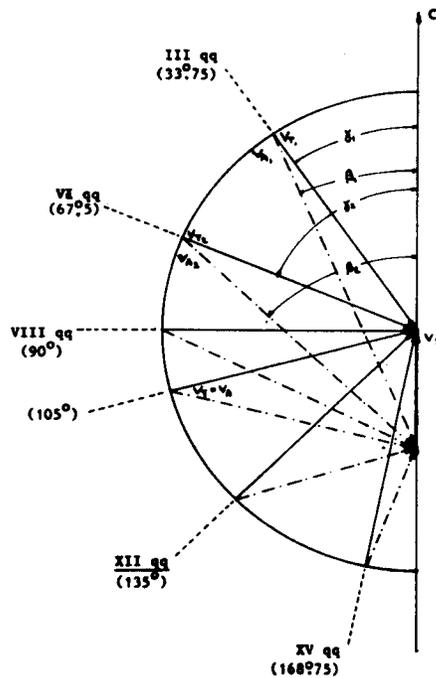


Fig. 3

É habitual, quando não se usam embarcações sofisticadas, considerar seis mareações: bolina cerrada, até 6 quartas ($67^{\circ}.5$); bolina folgada, até 8 quartas (90°); largo, de 8 a 12 quartas (135°); aberta ou da alheta, de 12 a 15 quartas ($168^{\circ}.75$) e da quadra ou da popa, de 15 a 16 quartas.

O vento que se sente a bordo — o vento aparente, V_A — depende da velocidade do vento real, V_T , da mareação, γ , e da velocidade do barco, V_S . O vento aparente, conforme se vê na figura 3, faz com o caminho seguido pelo barco um ângulo β que é sempre menor — isto é, mais escasso — que o ângulo γ e tanto menor quanto maior for a velocidade do barco; por outro lado tem uma intensidade que, de acordo com a mareação, é maior ou menor que a intensidade do vento real.

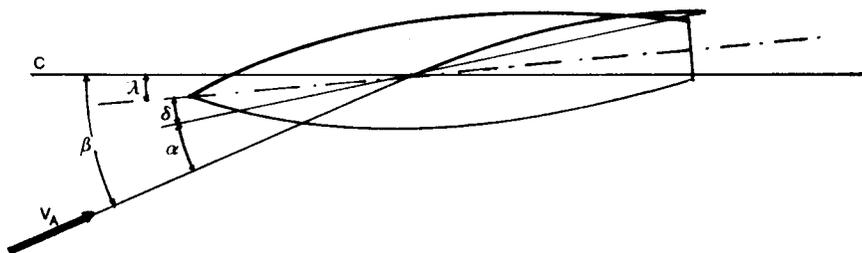


Fig. 4

Há uma direcção do vento real que produz um vento aparente com a mesma intensidade; faz sempre um ângulo superior a 90° com o caminho verdadeiro do barco (no caso considerado, 105°). Quando o ângulo diminui, a intensidade do vento aparente torna-se maior; para ângulos maiores, a intensidade do vento aparente é inferior à do vento real, tornando-se mínima quando a mareação é a de popa arrasada (180°).

Pelo facto de o vento aparente ser sempre mais escasso que o real, a mareação aparente — ângulo β — com que se pode ganhar barlavento é bastante inferior à mareação de través do vento real (8qq), limite superior da mareação de bolina real. No caso da figura 3 é inferior a $64^{\circ} \simeq 5.5$ qq.

Quando não se especificar, a palavra mareação terá sempre o significado de mareação aparente. Esta mareação é a soma do ângulo de incidência, α , entre o vento aparente e a corda da vela, o ângulo δ , entre a corda da vela e a linha de mediania do barco e o ângulo de abatimento, λ , entre esta linha e o caminho verdadeiro (figura 4).

2 — Forças aerodinâmicas

Um corpo sólido mergulhado num fluido sofre da parte dele pressões normais à sua superfície. Se não há movimento relativo entre ambos, trata-se de uma pressão estática, p , que tem uma resultante nula das suas acções sobre o corpo.

Suponha-se, porém, que há um movimento relativo e, para simplificar, que é o fluido, considerado perfeito ou ideal (sem viscosidade), que se move (figura 5). Além da pressão estática, que constitui uma energia potencial em torno do corpo, há uma energia cinética, devida ao movimento, que, expressa em unidade de volume, constitui a pressão dinâmica, q .

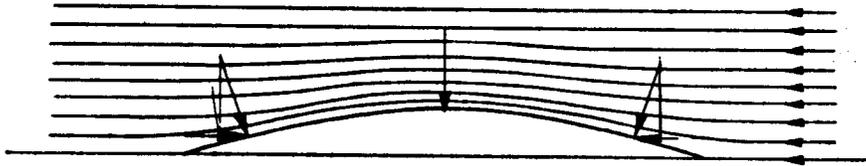


Fig. 5 *

Se o corpo, pela sua forma, parar o movimento do fluido, a sua pressão dinâmica transformar-se-á em pressão estática, uma vez que num fluido perfeito nenhuma energia é dissipada, fazendo-se a alteração de energia por conversão entre as duas formas, a potencial e a cinética. Não parando o corpo o movimento, mas desviando apenas a sua direcção, verifica-se que a alteração das linhas de fluxo só se dá até uma certa distância do corpo, continuando, para além dele, o fluxo normal. Nesta zona em que há desvio, a quantidade de fluxo que entra é igual à que sai dela. Como o fluido é incompressível, quando a secção diminui, tem de andar mais depressa e com tanta maior velocidade quanto menor for a secção da zona; por outro lado, a maior velocidade é junto ao corpo, diminuindo gradualmente para a orla da zona até chegar à velocidade normal do fluxo; ao aumento da secção corresponde uma diminuição da velocidade.

Por se envolverem nestas alterações apenas variações de pressão e velocidade, o aumento da velocidade faz-se à custa da pressão estática, assim como a sua diminuição reverte em acréscimo desta, de acordo com o Teorema de Bernoulli: a soma das pressões estática e dinâmica na mesma corrente é constante.

* *Resistencia Viscosa de Buques* por José Antonio Aláez Zazurca, Canal de Experiencias Hidrodinamicas de el Pardo, Madrid, 1972, pág. 6, fig. 1-a.

O fluido perfeito desliza ao longo do corpo, sem qualquer perda de energia, havendo apenas transformação desta. As forças que actuam sobre o corpo têm uma resultante nula, não havendo quaisquer resistências.

Na representação, a aproximação e o afastamento das linhas de fluxo correspondem, respectivamente, ao aumento e à diminuição da velocidade.

No mundo real não existem fluidos perfeitos e a resistência ao movimento está sempre presente, dependendo a sua intensidade das propriedades do fluido, das medidas e formas do corpo, da velocidade relativa.

No mundo real, no caso que interessa, os fluidos considerados — o ar e a água — têm muito pequenas viscosidades e, por esse facto, pode considerar-se que a sua acção se limita a uma estreita camada do fluido (com dimensões exageradas na figura 6) que envolve o corpo sólido (com espessura desta camada, denominada camada limite, aumenta do bordo de ataque para o bordo de saída).

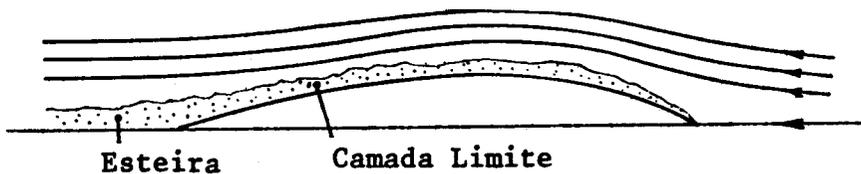


Fig. 6 *

Fora da camada limite pode considerar-se que as características do fluxo são as do fluido perfeito; dentro da camada é diferente, pois o fluido viscoso não desliza mas adere à superfície do corpo sólido que envolve, de forma que na área de contacto a velocidade relativa é zero. Depois, por muito delgadas subcamadas sucessivas, aparece e aumenta progressivamente a velocidade até atingir a do fluxo exterior junto à camada (figura 7). As forças tangenciais criadas pela viscosidade dão origem na camada limite, a forças de atrito, como no fluxo exterior há as normais de pressão.

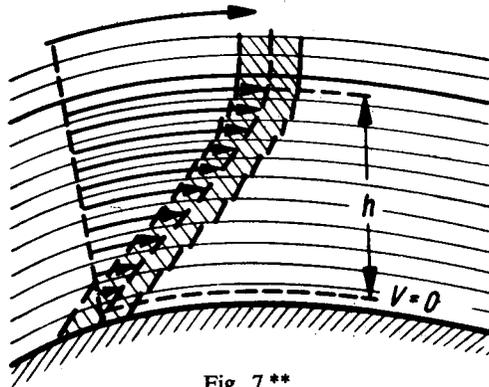


Fig. 7 **

* De *Resistencia Viscosa de Buques*, pág. 6, fig. 1-b.

** De *Sailing Theory and Practice*, pág. 85, fig. 53-b.

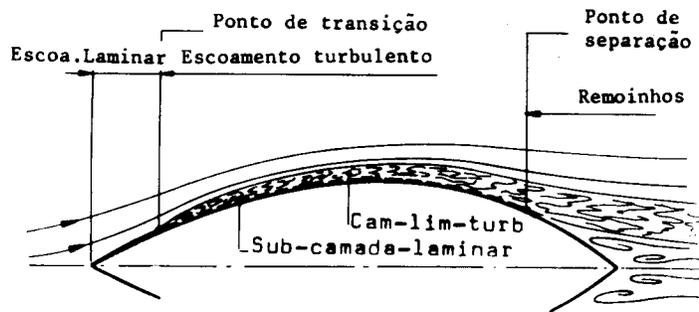


Fig. 8 *

As características do fluxo, dentro da camada limite (figura 8), dependem da velocidade do fluido e do comprimento do corpo percorrido pelo fluido. Para valores relativamente pequenos da velocidade e do comprimento, com ângulo de incidência zero, o movimento das partículas da camada limite, a partir do seu início, é paralelo à superfície e faz-se de forma muito suave: o escoamento é laminar. Quando esses valores atingem um ponto crítico, as partículas, depois de uma zona de transição, deixam de correr suavemente e começam a oscilar em direcção perpendicular ao fluxo, com troca de quantidades de movimento entre as películas contíguas, formando uma zona em que o escoamento é turbulento. Tanto na zona em que o escoamento é laminar como naquela em que ele é turbulento, existe uma muito delgada subcamada laminar ligada ao corpo que tem o efeito útil de, em certa medida, diminuir as asperezas de superfície, cobrindo em maior ou menor extensão a altura das suas rugosidades.

Enquanto na zona onde o escoamento é laminar os efeitos da viscosidade são desprezíveis, podendo o fluxo ser considerado ideal, sem atrito, na zona turbulenta uma parte da energia cinética é dissipada em calor e pode suceder que, em determinada altura, as correntes do fluido nas sucessivas películas, a partir da superfície, vão gradualmente parando e as partículas do fluido, amontoando-se, afastam da superfície o fluxo da camada. Esta separação da camada limite e da superfície vai provocar o aparecimento de remoinhos entre elas.

Quando a camada limite permanece em contacto, tudo se passa como se fosse modificada a forma e comprimento virtuais da parte de saída do corpo (figura 6), sendo menores nesta zona as forças de pressão

* *Au Large*, pág. 51.

e resultando daí uma oposição ao movimento. Separando-se a camada limite, a esta resistência vem juntar-se a causada pelo remoinhos, dando ideia do valor da resistência total a largura da esteira (figura 9).



Fig. 9 *

O aumento da velocidade do fluxo exterior à camada, que corresponde a uma diminuição de pressão, luta contra a separação. Este gradiente negativo de pressão é naturalmente um elemento favorável ao não descolamento da camada limite: o aumento da velocidade exterior transmite-se às várias subcamadas da camada limite e retarda o amontoamento do fluido. O gradiente positivo é adverso e tanto mais quanto maior for a diminuição da velocidade.

Uma forma do corpo com grandes mudanças de direcção ajudam a separação principalmente quando a energia cinética da camada limite já não é suficiente para fazer o acompanhamento.

a. *Força de sustentação*

A figura 10 mostra uma vela sobre a qual actua uma pressão atmosférica, P_{atm} , e, com um ângulo de incidência α , um vento de velocidade V . As linhas de fluxo mostram a sua tendência para passar a sotavento da vela, ao chegarem a ela; as que passam aproximam-se da superfície da vela na sua maior convexidade, afastando-se depois. As linhas de fluxo que vão por barlavento afastam-se da concavidade da vela e aproximam-se umas das outras no bordo de saída.

Enquanto a quantidade de fluido contido numa secção S vai passar a sotavento da vela numa secção mais pequena, S_L , igual quantidade de fluido contida numa mesma secção S vai passar a barlavento numa secção maior, S_w . Isto corresponde, a sotavento, ao aumento da velo-

* De *Resistencia Viscosa de Buques*, pág. 6, fig. 1-c.

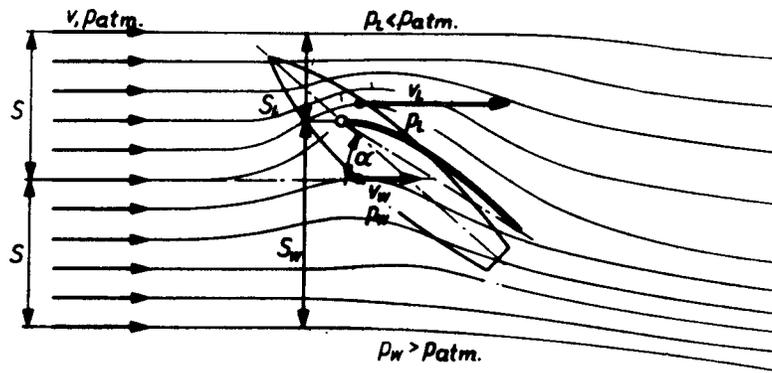


Fig. 10 *

cidade do vento para V_L , seguida duma diminuição até voltar à velocidade normal, V ; a barlavento a velocidade do vento diminui para V_w , aumentando em seguida até à velocidade do vento ambiente, V . De acordo com o teorema de Bernoulli, há a sotavento uma região de pressões, P_L , inferiores à atmosférica, isto é, de sucções, e a barlavento uma região de pressões, P_w , superiores à pressão atmosférica. A resultante destas sucções e pressões — a força de impulsão F_T de figura 11 — tem o seu centro de aplicação, o centro de esforço, na parte de vante da vela a sua direcção inclina-se para barlavento da normal à corda da vela. Estes factos são consequência das maiores diferenças de pressão (positivas a barlavento e negativas a sotavento) estarem próximas do bordo de ataque. No bordo de saída essas diferenças, num lado e no outro, são praticamente nulas.

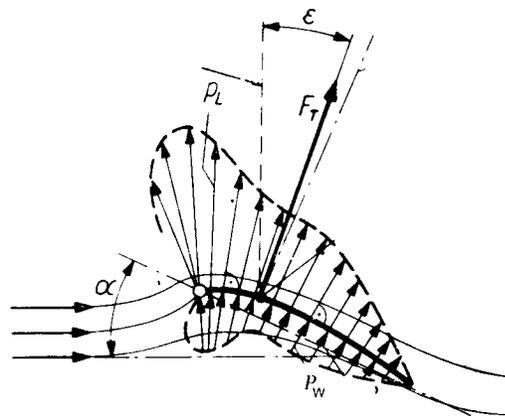


Fig. 11 *

* De *Sailing Theory and Practice*, pág. 50, fig. 31-a, b.

A força de impulsão resulta da força de sustentação L , segundo a normal ao vento, e da resistência D , na direcção do vento. O ângulo ϵ é um indicador do valor da resistência em relação ao da sustentação (fig. 12).

Torna-se necessário encontrar uma explicação para a tendência das linhas de fluxo passarem para sotavento da vela, encurvando-se como se sentissem a sua proximidade, e também para a igualdade para que tendem as pressões a barlavento e a sotavento no bordo de saída.

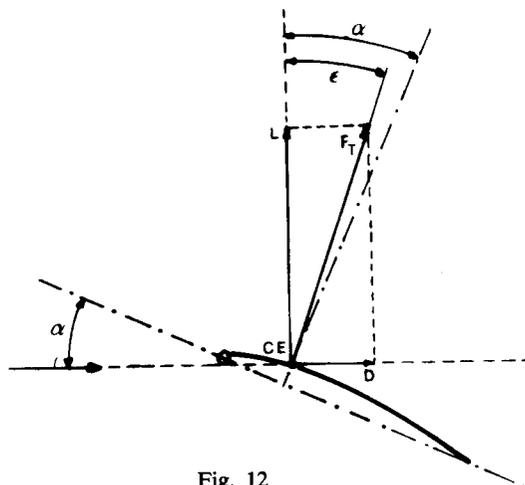


Fig. 12

Considere-se uma superfície enfiada com a corrente de um fluido perfeito (figura 13). As linhas que vão aos pontos S_1 e S_2 dividem os fluxos superior e inferior à superfície: aquelas linhas e aqueles pontos tomam o nome de estacionários. As partículas A e B seguem, uma de cada lado, ao longo da superfície à mesma velocidade, mantendo-se as suas posições relativas, sem que a superfície cause ou sofra qualquer perturbação. Idêntico resultado prático se alcançaria se o fluido fosse o ar, embora aparecessem camadas limites idênticas, uma de cada lado.

Imagina-se agora um corpo assimétrico num fluido perfeito com a superfície superior convexa e a inferior plana e com o ângulo de incidência zero, também (figura 14). Se as partículas A e B partirem ao mesmo tempo e à mesma velocidade para percorrerem, respectivamente, as superfícies convexa e plana, verifica-se que a partícula B já está no bordo de saída quando a A ainda lá não chegou, tendo percorrido ambas a mesma

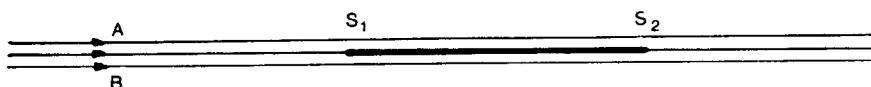


Fig. 13

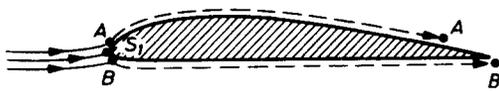


Fig. 14 *

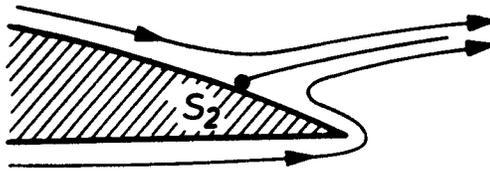


Fig. 15 **

distância. Então a partícula A continuará a seguir o seu caminho enquanto a partícula B tentará, fazendo uma curva muito pronunciada, contornar o bordo de saída e passar a acompanhar a superfície superior do corpo até encontrar a partícula A no ponto estacionário S_2 . Daqui seguiriam ladeando a linha estacionária que tem início neste ponto (figura 15).

Na realidade, porém, o ar não é um fluido perfeito e, havendo necessidade de uma alta velocidade para contornar o agudo bordo de saída, as forças de viscosidade e inércia não deixam que o fluxo contorne o corpo. Assim, ao deixar a superfície dá início à criação de um vórtice (figura 16) que, começando a operar entre o bordo e o ponto estacionário S_2 , vem a arrastar este ponto para o bordo de saída (figura 17) seguindo depois para a esteira. Mas este movimento angular do vórtice não pode ser criado num sistema físico sem uma reacção igual e oposta e daí o nascimento de um movimento de circulação, em torno do corpo, que gira em sentido contrário ao do vórtice e que constitui um fluxo de circulação.

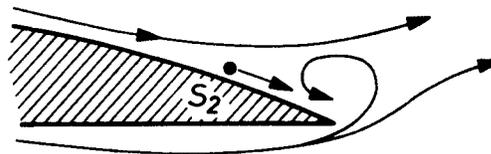


Fig. 16 ***

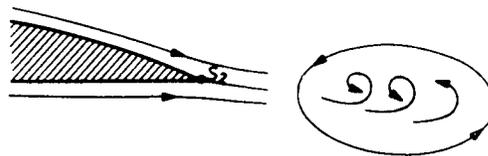


Fig. 17 ***

Este fenómeno, passado com um corpo assimétrico, passa-se também com o corpo plano da figura 13 ou outro corpo simétrico, como o da figura 18, desde

* *Aero-Hydrodynamics of Sailing*, pág. 199, fig. 2.11-A

** *Idem*, fig. 2.11-B.

*** *Idem*, figs. 2.11-C e D.

que haja um ângulo de incidência diferente de zero entre a corrente do fluxo e o corpo. No fluxo sem circulação (idêntica ao de um fluido perfeito), indicado na figura 18, as forças de viscosidade causariam o vórtice que arrastaria também S_2 para o bordo de saída. Este vórtice envolver-se-ia no processo de transferência de momento angular da figura 17 que vai induzir, como reacção, a contra-rotação da massa do fluido em redor do corpo, como se vê na figura 19. Este fluxo de circulação combinando-se com o de não circulação da figura 18 dá origem às linhas de fluxo da figura 20 que indicam a sotavento o aumento da velocidade à custa da pressão e, portanto, criando sucção, ao passo que a barlavento elas indicam pressões adicionais. Tudo isto dá origem ao aparecimento duma força de sustentação e confirma a lei de Bernoulli.

A chegada de S_2 ao bordo de saída indica que não há diferenças nas linhas de fluxo dos dois lados do corpo, ao deixá-lo. Então não há qualquer estímulo para manter ou apoiar o vórtice. Pode dizer-se que o papel deste remoinho é mudar o ponto estacionário posterior para o bordo de saída de modo que as velocidades dos fluxos, superior e inferior, que deixam o corpo sejam iguais. Esta hipótese é chamada a condição KUTTA-JOUKOWSKI.

Não havendo qualquer modificação, o fluxo em torno do corpo mantém-se com uma circulação claramente fixada e associada a uma constante força de sustentação. Uma mudança no ângulo de incidência ou na

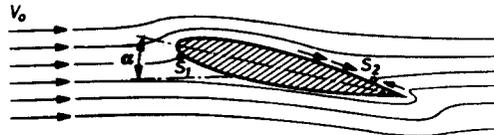


Fig. 18 *

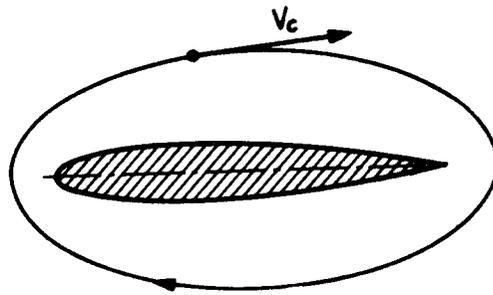


Fig. 19 *

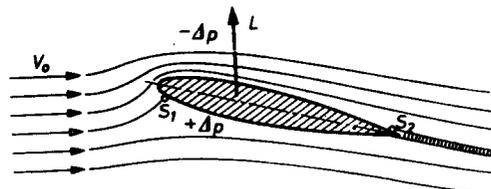


Fig. 20 *

* *Aero-Hydrodynamics of Sailing*, pág. 201, fig. 2.12-A, B e C.

velocidade do fluxo levará a velocidades diferenciadas no bordo de saída, o que, por seu turno, provocará o aparecimento do vórtice com o consequente ajustamento da intensidade da circulação, que, assim, é automaticamente adaptada às novas condições.

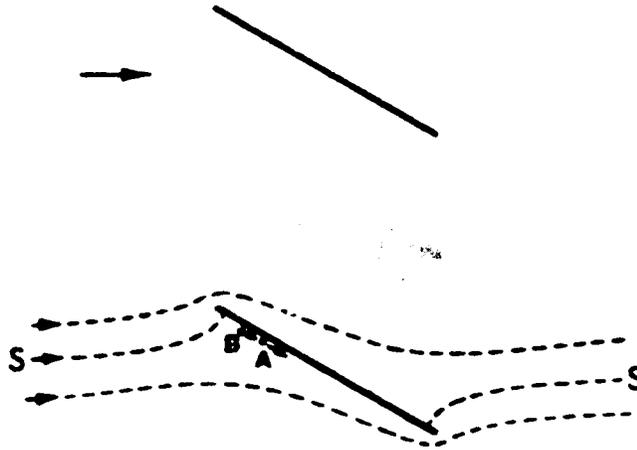


Fig. 21*

1) Ângulo de incidência

Num corpo plano em que actua o vento com um pequeno ângulo de incidência, além do fluxo de não circulação — idêntico no bordo de entrada e de saída (figura 21) — há o fluxo de circulação (parte superior da figura 22) e da combinação dos dois resultam as linhas de fluxo indicadas na parte inferior da figura 22.

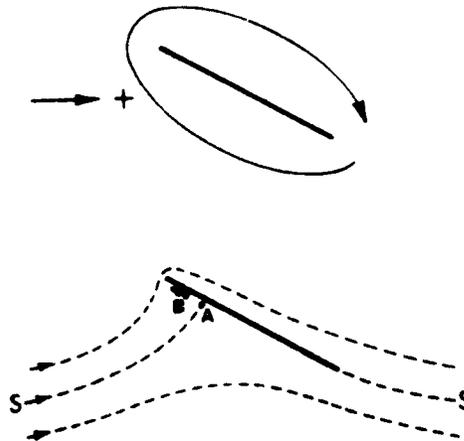


Fig. 22**

* De 'How a Sail Gives Lift', Arvel Gentry, in *The Best of Sail Trim*, pág. 256, fig. 1.

** De, *idem*, pág. 257, fig. 2.

No caso de um fluido perfeito (fluxo como o da figura 21), a linha estacionária vem próximo do bordo de entrada e as linhas de fluxo são simétricas, o que se verifica invertendo a figura. A linha estacionária S separa as linhas de fluxo que seguem para um e outro lado do corpo e no ponto em que ela toca a superfície do plano a velocidade do fluido é zero. A seguir para um e outro lado, com direções diferentes, toma um certo valor que vai aumentando sucessivamente; assim, por exemplo, a velocidade no ponto A será maior que em B . Se, em vez de um fluido perfeito, se considerar um fluido real (figura 22), cria-se o fluxo de circulação que vai colocar no bordo de saída, e na continuidade da superfície, a respectiva linha estacionária e fazer as pressões iguais de um lado e outro. Considerando os pontos indicados acima e admitindo que o fluxo de circulação e o de não-circulação têm velocidades de valor igual mas de sinais contrários no ponto A , o ponto estacionário de entrada deslocar-se-á para este ponto; no ponto B , o fluxo de circulação terá um certo valor depois de anular a velocidade do fluxo de não-circulação e, assim, o fluxo, que seguia por barlavento da superfície é obrigado, agora, a ir para seu sotavento.

Quanto maior for o ângulo de incidência maior será a velocidade do fluxo de circulação e, portanto, mais para a saída do lado de barlavento da superfície se dará a anulação dos dois fluxos e maior será a quantidade de ar obrigada a contornar o bordo de ataque e, por consequência, maior a velocidade do fluxo nesse local.

Considerando uma vela (figura 23), igualmente o vórtice, que segue para a esteira, cria o fluxo de circulação com uma velocidade V_c que, a sotavento, se adiciona e, a barlavento, se subtrai à velocidade V do fluxo normal.

O maior ou menor ângulo de incidência, que

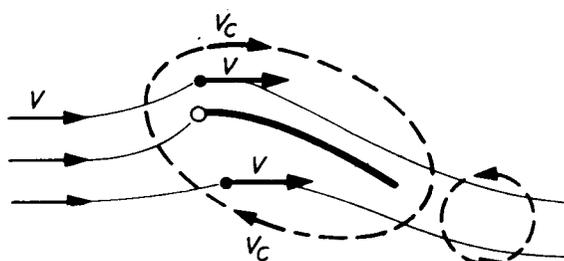


Fig. 23 *

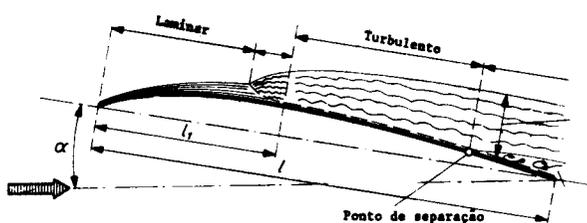


Fig. 24 **

* De *Sailing Theory and Practice*, pág. 50, fig. 31-C.

** De, *idem*, pág. 86, fig. 54.

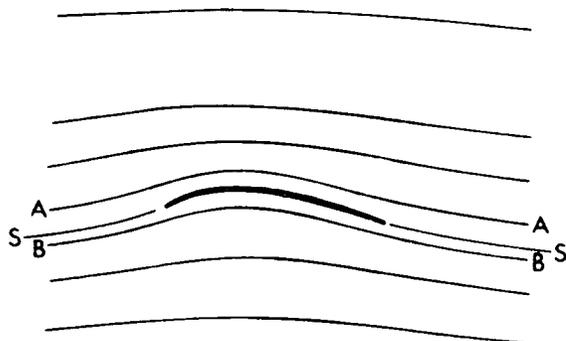


Fig. 25 *

linhas do fluxo próximas do bordo de ataque inclinam-se para passar a sotavento da vela; as que conseguiram aproximam-se da maior convexidade para se afastarem em seguida, de forma que, ao deixarem a vela, estão a uma distância da linha estacionária igual à que tinham antes de se aproximarem da entrada. Para as linhas de fluxo de barlavento há um afastamento da vela, na sua concavidade, e as distâncias às linhas estacionárias, antes de entrar e à saída da vela, são iguais.

A figura 26 mostra, na sua parte superior, as pressões e sucções exercidas sobre a vela, o predomínio das sucções de vante e como é suave o decréscimo dos valores destas.

Para se compararem as pressões e sucções numa vela, a barlavento e a sotavento, respectivamente, sem dependência da velocidade do vento, marcam-se no gráfico da parte inferior da figura 26, em vez de forças de pressão, coeficientes que lhes são proporcionais. No eixo horizontal traçam-se as distâncias dos diferentes pontos da

tem influência no fluxo de circulação, tem influência, também, no aparecimento do ponto de separação; o aumento do ângulo antecipa esse ponto (figura 24).

Numa vela sem mastro, considere-se a actuar um vento com um pequeno ângulo de incidência (figura 25). As

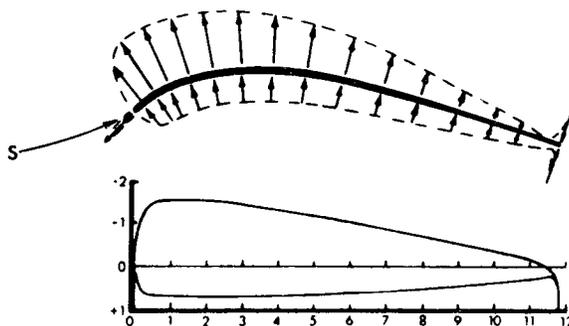


Fig. 26 **

* 'How a Sail Gives Lift', Arved Gentry, in *The Best of Sail Trim*, pág. 259, fig. 4.

** De, *idem*, fig. 6.

vela ao seu bordo de ataque e no eixo vertical, os coeficientes de pressão que se obtêm dividindo a diferença, Δp , entre a pressão num ponto da vela e a pressão ambiente, pela pressão dinâmica, q , correspondente ao vento existente. Em qualquer momento, para se conhecer o valor real da pressão, a partir deste gráfico, basta multiplicar o coeficiente pelo q desse momento.

O coeficiente positivo — a barlavento da vela — nunca pode ser superior a 1, uma vez que todo o acréscimo de pressão, Δp , é criado à custa de q e, portanto, inferior a q , ($\frac{\Delta p}{q} < 1$). As sucções a sotavento são consequência da transformação de pressão estática em pressão dinâmica do que resulta poder ser $-\frac{\Delta p}{q} < -1$. Os valores das sucções podem ser bem maiores que os das pressões.

Como se viu, no caso de pequenos ângulos de incidência, o gradiente de pressão a sotavento, embora positivo e portanto adverso, é pequeno e por conseguinte de fraca influência no aparecimento da separação da camada limite.

Aumentando na mesma vela o ângulo de incidência (figura 27), vê-se que as linhas de fluxo estão mais significativamente inclinadas para sotavento, incidindo a linha estacionária S mais para ré no lado de barlavento. Na realidade, com maior ângulo de incidência, o fluxo de não-circulação vai ser, a barlavento da vela, anulado mais cedo pelo fluxo de circulação e vai ficar, assim, mais ar para passar por sotavento da vela. Por outro lado, como as velas são muito delgadas e com bordos de ataque agudos, elas são muito sensíveis aos ângulos de incidência do vento. A maior quantidade de ar e a maior perpendicularidade do vento, quando o ângulo de incidência au-

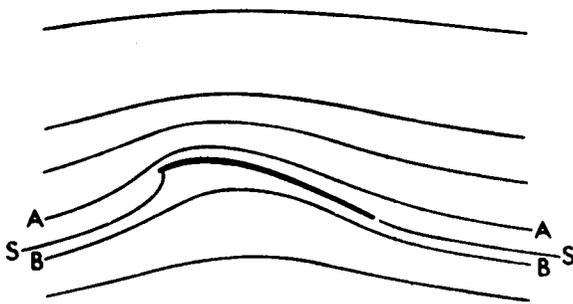


Fig. 27 *

* De 'How a Sail Gives Lift', Arvel Gentry, in *The Best of Sail Trim*, pág. 259, fig. 5.

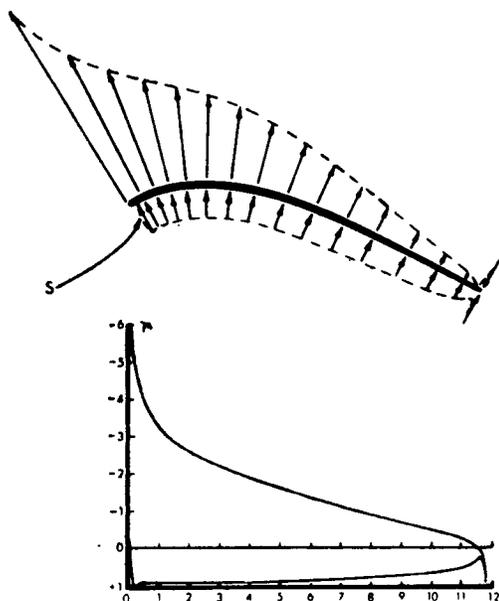


Fig. 28 *

menta, exige no bordo de ataque uma grande velocidade, o que origina uma grande sucção a sotavento e a vante (figura 28) e, portanto, um forte gradiente de pressão favorável ao não descolamento da camada limite. Mas como a seguir a pressão começa a subir rapidamente, o gradiente de pressão torna-se adverso e alto e por conseguinte de forte influência no aparecimento da separação da camada.

A mais alta sustentação que se cria com maiores ângulos de

incidência, se o fluxo não se separasse, resulta da necessidade de um maior fluxo de circulação para a satisfação da condição KUTTA-JOUKOWSKI na valuma. O maior ângulo de incidência dá, assim, maior sustentação mas aumenta também a tendência para a separação da camada limite, o que, a acontecer, provocará o bater da vela.

2) Acção mútua de 2 velas

Se em vez de uma só vela houver duas, no mesmo barco, a acção do vento sobre cada uma não é idêntica ao que foi descrito. Elas influenciam-se mutuamente.

Considere-se que nenhuma delas tem mastro e que, como é usual, o ângulo de incidência do vento na vela de proa é menor que na vela de ré. Reveja-se o comportamento das velas de ré e de vante e, depois, em cada caso, observe-se a acção exercida pela outra vela.

* 'How a Sail Gives Lift', Arvel Gentry, in *The Best of Sail Trim*, pág. 259, fig. 7.

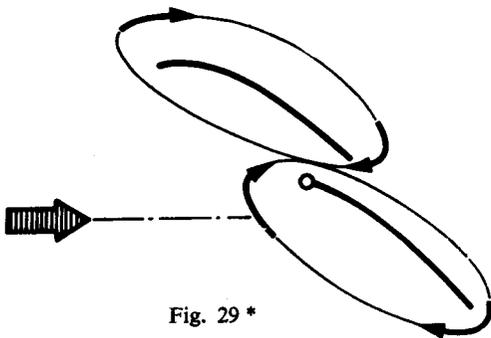


Fig. 29 *

Cada vela tem os seus fluxos de não-circulação e de circulação. É da acção mútua dos dois fluxos de circulação que se há-de tirar a explicação do efeito que uma vela tem sobre a outra (figura 29).

Não é de considerar, como até há uma dezena de anos aconteceu, que pelo efeito da fenda aumenta a velocidade do vento a

sotavento da vela de ré, aumenta o vácuo parcial e se revitaliza o ar que, doutro modo, estaria na condição de separado. O que realmente acontece é que algum do ar, que ia antes pela região onde agora está a fenda, é desviado pelos fluxos de circulação combinados, passando a velocidade, na fenda, a ser menor.

As linhas de fluxo (a ponteados na figura 30) em torno da vela de ré, antes de adicionar a vela de proa, são as de uma vela com um ângulo de incidência relativamente grande (figura 27). O gráfico dos coeficientes de pressão (tracejado da figura 31) mostra fortes sucções junto do bordo de ataque da vela, decrescendo rapidamente, tal como no diagrama da figura 28. A larga área indica que a vela tem uma grande sustentação. Porém esta grande sus-

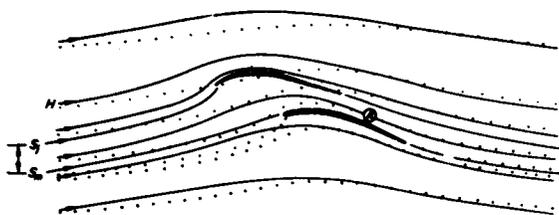


Fig. 30 **

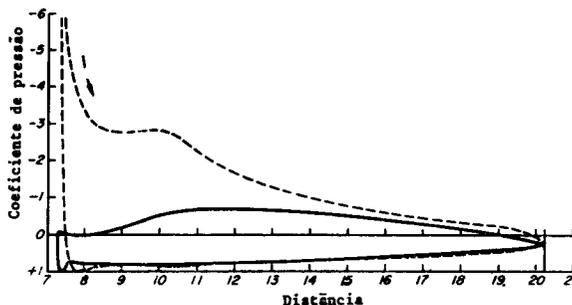


Fig. 31 ***

* De *Aero-Hydrodynamics of Sailing*, pág. 637, fig. 3.60-A.

** De 'Another Look at Slot Effect', Arvel Gentry, in *The Best of Sail Trim*, pág. 265, fig. 6 e *Aero-Hydrodynamics of Sailing*, pág. 641, fig. 3.62.

*** De, *idem*, pág. 266, fig. 7 e *idem*.

tentação é teórica, pois tão forte gradiente de pressão positivo vai provocar cedo a separação da camada limite e, por conseguinte, a perda de sustentação na parte da vela onde ela devia existir.

Introduzindo a vela de proa (linha de fluxo a cheio na figura 30), vê-se que a linha estacionária da vela de ré (Sm) deixa de ir ao lado de barlavento e vai quase directamente ao bordo de ataque e que todo o ar entre Sj (linha estacionária da vela de proa) e H (linha de fluxo que passava antes no estai onde está envergada agora a vela de proa) vai para sotavento da vela de proa. Esta vela faz, assim (mercê da acção do seu fluxo de circulação), entrar menos ar na fenda do que antes passava na mesma zona. O diagrama de pressões correspondente (traço a cheio na figura 31) é significativamente diferente, na parte das succões, do diagrama relativo à vela isolada (figura 28); as succões, praticamente inexistentes nas proximidades do bordo de ataque, aumentam lentamente para descenderem, ainda mais lentamente, em seguida, dando satisfação à condição KUTTA-JOUKOWSKI na

voluma. Os gradientes de pressão, negativo e positivo, são suficientemente pequenos para não haver separação, mas, sendo a área do gráfico mais pequena do que no caso de não haver vela de proa, a sustentação é também mais pequena. Esta vela trouxe à de ré a garantia de não haver separação, mas acarretou-lhe uma diminuição da sustentação. No entanto, como a sustentação da vela de ré isolada, apresentada na figura 31, é teórica por causa do apareci-

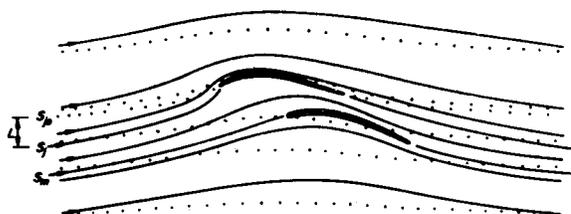


Fig. 32 *

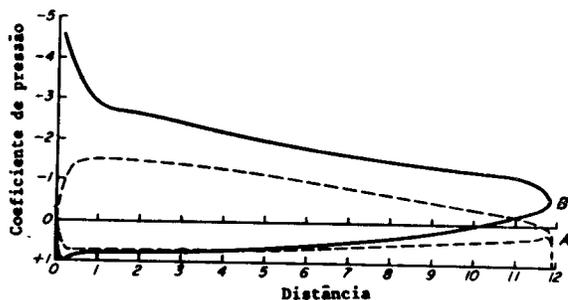


Fig. 33 **

* De 'More on the Slot Effect', Arvel Gentry, in *The Best of Sail Trim*, pág. 268, fig. 1 e *Aero-Hydrodynamics of Sailing*, pág. 640, fig. 3.61.

** De *idem*, pág. 269, fig. 2 e *idem*.

mento da separação, há uma certa compensação entre os inconvenientes e as vantagens que a vela de proa traz à de ré.

A vela de proa isolada (que se considerou com um ângulo de incidência menor que o da vela de ré) tem as linhas de fluxo indicadas na figura 32, a ponteadas, e são semelhantes às da figura 25. Também o gráfico dos coeficientes de pressão da figura 33, a tracejado, é idêntico ao da figura 26. Instalada a vela de ré (figura 32, linhas a cheio) toda a zona de ar entre as linhas S_{j_0} (anterior linha estacionária) e S_j (nova linha estacionária) vai passar a sotamento da vela de proa. Há, assim, um aumento de velocidade do fluxo e, portanto (gráfico a cheio da figura 33), um aumento da sucção a sotamento da vela de proa sem que, no entanto, a tendência para a separação seja grande. A pouca distância do gurutil, o gradiente de pressão, embora positivo, é pequeno, pois a região da valuma está na zona de sucções da vela de ré; é em relação à pressão reinante nesta zona (B) que é satisfeita a condição KUTTA e não em relação à pressão do fluxo exterior (A), como aconteceria se não estivesse presente a vela de ré. Esta vela traz assim à vela de proa uma maior sustentação e uma garantia contra a separação da camada limite.

Pelos gráficos dos coeficientes de pressão se verifica que a grande beneficiada da associação das duas velas é a de proa.

O conjunto das duas velas pode ser operado com ângulos de incidência relativamente mais altos, sem perigo de separação, e a vela de ré permite que a de vante se chegue mais ao vento (como aliás se considerou neste estudo).

b. *Resistências*

Consideram-se três componentes da resistência aerodinâmica total: induzida, de atrito e de forma.

1) Resistência induzida

O ar tem tendência a ir de regiões onde as pressões são maiores que a pressão ambiente para aquelas onde são menores, portanto a passar de barlavento para sotavento da vela. Não pode, porém, cruzar a valuma, pois a condição KUTTA-JOUKOWSKI faz desaparecer a diferença, mas circunda a esteira e o topo da vela dando lugar a remoinhos no

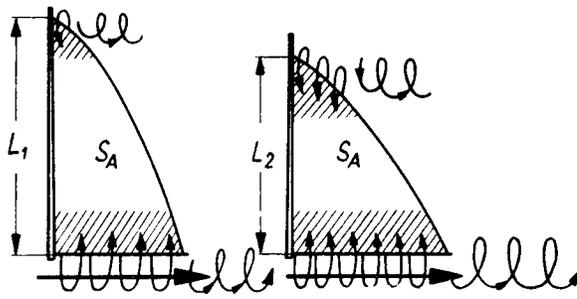


Fig. 34 *

fluxo de ar (figura 34). A resistência assim criada, a resistência induzida, será tanto menor quanto mais pequenas forem as extremidades. Para a mesma área, tem menor resistência a vela que tiver maior altura.

Pode evitar-se a passagem na esteira com

uma retranca larga ou juntando-a ao casco. Se a extremidade superior for em ponta, não se pode formar nenhum mecanismo que iguale as pressões e os vórtices constituem-se, sendo a pior forma de tope a triangular; para a mesma área um mais largo tope dá maior eficiência, que é ainda melhorada se tiver a forma elíptica. A resistência provocada pelos vórtices gerados no tope de uma vela triangular torcida faz com que até cerca de 15% do punho da adriça (figura 35) nada contribua para o seu bom rendimento. A curvatura da extremidade de um mastro flexível ajuda a alcançar a melhoria dada pela forma elíptica(figura 36).

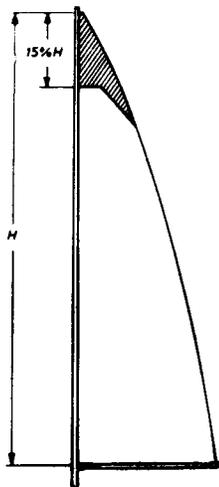


Fig. 35 **

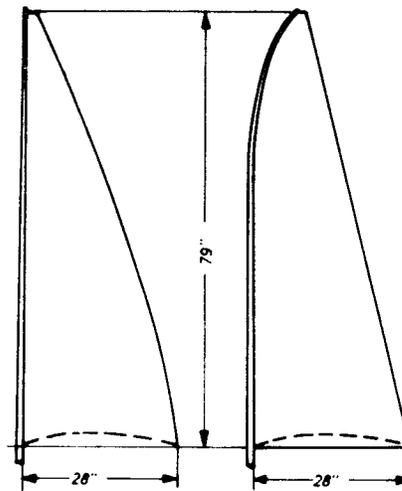


Fig. 36 ***

* De *Sailing Theory and Practice*, pág. 79, fig. 50.

** De *idem*, pág. 82, fig. 51.

*** De *idem*, pág. 83, fig. 52.

2) Resistência de atrito

A viscosidade do ar origina a camada limite em torno da vela. A perda de energia desde a velocidade do fluxo exterior à velocidade relativa zero, junto à superfície da vela, mede a resistência de atrito (figura 7).

A espessura da camada limite é normalmente muito pequena e vai desde cerca de 0,5 % do comprimento da corda, na zona laminar, até cerca de 2 % na zona turbulenta, aumentando o atrito com essa espessura.

O atrito depende da velocidade do ar e da extensão da vela e também das rugosidades desta, que, como se viu, são em parte camufladas pela película laminar de ar que está junto à superfície vélica.

3) Resistência de forma

A forma da vela é importante para o seu rendimento. Isso ressaltará nos estudos relativos ao seu contorno, à sua curvatura e ao seu alongamento.

A resistência de forma é uma resultante do atrito interno do ar. Pode ver-se o que se passa num fluxo de ar em redor de um mastro (figura 37). Se se tratasse de um fluido perfeito (a), o mastro seria contornado pelo fluxo de acordo com a lei de Bernoulli: o fluido com a velocidade V contornaria o mastro, atingindo no ponto 1 a velocidade $V_1 > V$, alcançaria em seguida $V_2 > V_1$, para depois diminuir a intensidade até voltar, no ponto 4, à direcção e velocidade anteriores.

Tratando-se de um fluido viscoso, o comportamento do ar é diferente (b), quando roda em torno do mastro, por causa da camada limite. Nesta dá-se uma retardação por subcamadas; quando a energia cinética depois de 2 já não é suficiente para o ar continuar a aderir ao mas-

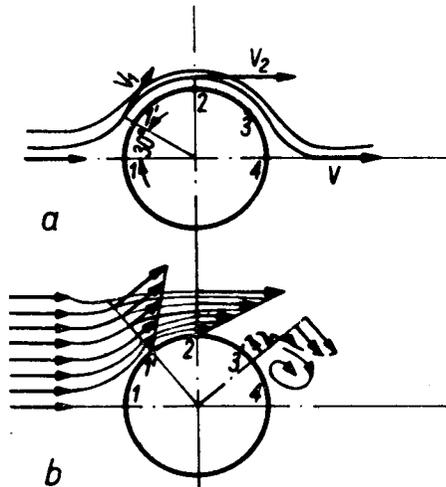


Fig. 37 *

* De *Sailing Theory and Practice*, pág. 91, fig. 57.

tro, a camada separa-se com o aparecimento de remoinhos. A largura da esteira dá ideia da resistência de forma.

Dada a configuração da vela, a sua resistência de forma, para pequenos ângulos de incidência, é de fraco valor, sendo as resistências induzida e de atrito que predominam. O aumento do ângulo de incidência faz aumentar a resistência de forma, com o aumento correspondente da largura da esteira.

A resistência de forma da mastreação e também da massame é de considerar, especialmente à bolina.

Quanto mais curvo é o contorno, mais o fluxo tem dificuldade em segui-lo, ficando com tendência para se separar. É por isso que para se obterem corpos com baixa resistência se adoptam curvas suaves em forma de pêra invertida (perfilada), apresentando ao fluxo a mais pequena área frontal possível.

A figura 38 mostra os valores percentuais da resistência de forma para vários tipos de secções do mastro, considerando que a direcção do fluxo é paralela ao eixo maior da secção.

Se o fluxo não for paralelo ao eixo maior da secção e entre ele e o eixo houver um ângulo superior a 20° (figura 39), a melhor forma da secção é a circular.

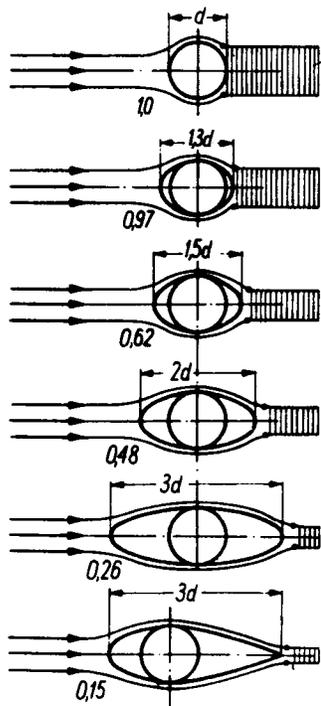


Fig. 38 *

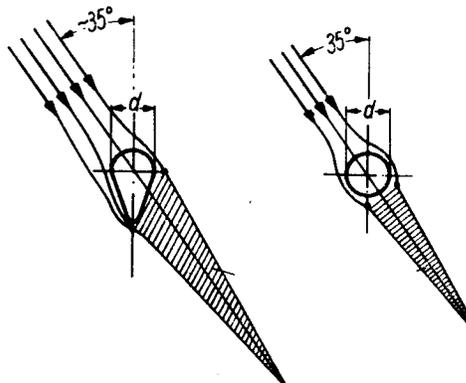


Fig. 39 *

* De *Sailing Theory and Practice*, pág. 93, fig. 58.

3. Diagrama polar

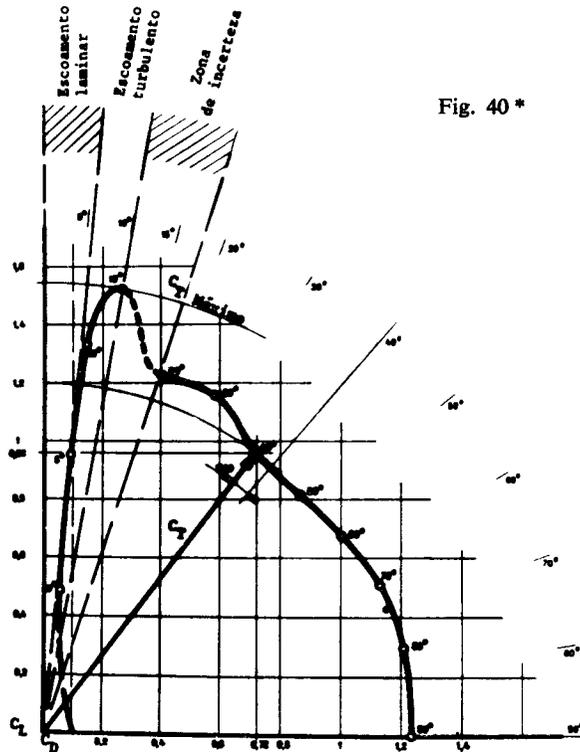
Num túnel em que a velocidade do vento é cuidadosamente verificada, podem ser medidas experimentalmente as forças aerodinâmicas que actuam numa vela modelo ou numa vela normal. É assim possível estabelecer a influência de muitos factores diferentes, como curvatura da vela, alongamento, forma, ângulo de incidência, torção das velas, acção do mastro, etc.

No túnel medem-se as forças L — força de sustentação, na perpendicular à direcção do vento — e D — resistências, na direcção do vento.

Para cada ângulo de incidência (figura 40), medem-se os valores correspondentes de L (eixo vertical) e D (eixo horizontal) e deles se calcula a força total ou de impulsão sobre a vela, F_T .

A curva obtida, diagrama polar, é somente válida para as condições específicas em que foram feitas as experiências. Para que os resultados obtidos numa vela modelo ou normal se possam aplicar a outras velas geometricamente semelhantes, com condições de vento diferentes, exprimem-se esses resultados não directamente em forças, mas em coeficientes. Assim das forças L e D obtidas passa-se aos coeficientes C_L e C_D dividindo o valor dessas forças pelos valores da área da vela utilizada e da pressão dinâmica do vento a que estava sujeita. Esses coeficientes são apenas características da forma da vela.

Se em qualquer alturas se desejar obter a forças reais que se desenvol-



* De *Au Large*, pág. 24.

veriam numa vela similar, basta fazer a operação inversa, multiplicando os coeficientes pelos valores da área dessa vela e da pressão dinâmica do vento a que estaria sujeita.

O diagrama polar de uma vela, tipo Marconi — sem considerar a existência do mastro — será o da figura 40, que tem correspondência com a figura 41, em que se representa o escoamento laminar (a), o escoamento turbulento (b) e a separação (c).

No diagrama polar podem ver-se as zonas correspondentes aos escoamentos laminar e turbulento e a variação do coeficiente da força de impulsão, C_T , para os diferentes ângulos de incidência. Pode verificar-se também que a força de impulsão está sempre para vante da perpendicular à vela ou à sua corda média (indicada de 10° em 10° externamente).

Em virtude da curvatura da vela, a força de impulsão tem um valor apreciável para um ângulo de incidência de 0° . O valor da força de impulsão vai crescendo rapidamente até atingir o máximo, decrescendo em seguida, até certos valores, rapidamente.

O rendimento da vela para pequenos ângulos de incidência é tanto maior quanto maior for a relação entre o coeficiente de sustentação e o coeficiente de resistência e, portanto, quanto menor for o ângulo ϵ_A ($\text{ctg } \epsilon_A = \frac{L}{D} = \frac{C_L}{C_D}$), chamado ângulo de resistência aerodinâmica. Essa relação é máxima para o valor da força de impulsão tangente à curva (cerca de 5° , no casco da figura).

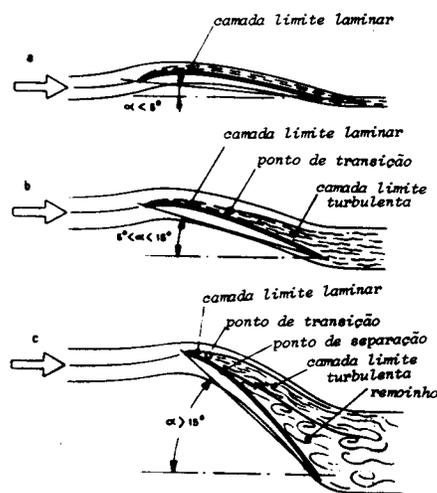


Fig. 41 *

A zona de incerteza que se segue ao valor máximo da impulsão corresponde ao descolamento da camada limite, aparecendo o ponto de separação mais ou menos cedo e dependendo disso, nessa zona, o valor da força de impulsão. A seguir a esta zona de incerteza há uma outra zona em que o ponto de separação avança progressivamente, até que (por volta dos 40°) não há mais escoamento e a força de impulsão, aproximadamente constante, pode dizer-se que é o resultado do arrastamento da vela pelo vento.

* De *Au Large*, pág. 25.

4. Forças propulsiva e lateral

A força de impulsão, F_T , resultante da força de sustentação, L , e das resistências, D , interessa pela maneira como contribui para a propulsão do barco. Decompõe-se na força propulsiva, F_R , com a direcção seguida realmente pelo barco, e na força lateral, F_H , na direcção perpendicular (figura 42).

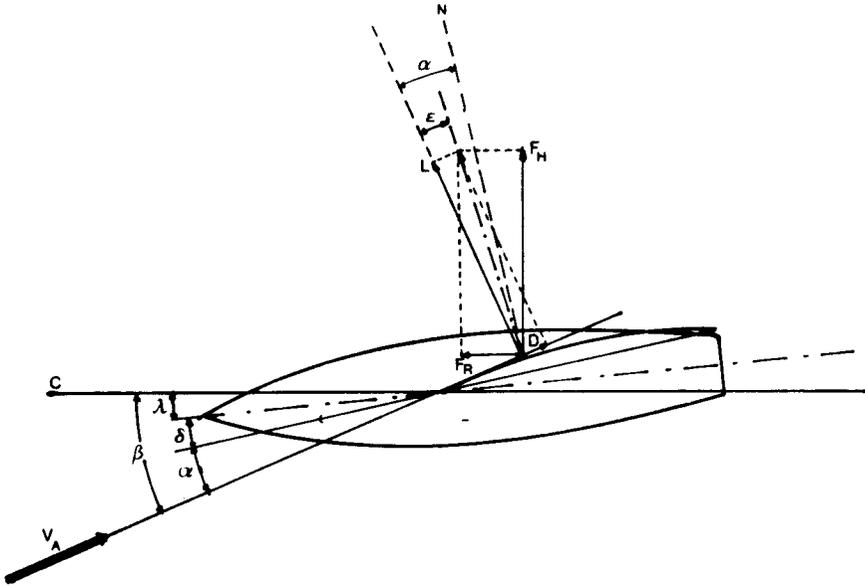


Fig. 42

Quando se navega à bolina a força lateral é importante. É ela a causadora do abatimento, λ , e forma o binário de inclinação do barco que pode ocasionar o seu soçobrar ou um adornamento de tal ordem que o rendimento da vela se torna muito reduzido, ao mesmo tempo que aumenta a resistência ao avanço.

O aumento da força propulsiva não faz aumentar proporcionalmente a velocidade do barco; mesmo, a partir de certo valor, a resistência é tal que as velocidades não podem crescer mais.

Havendo, como se viu, um ângulo de incidência (figura 40) para o qual a vela fornece uma maior impulsão, há toda a vantagem em conservá-lo,

variando o ângulo δ (figura 42) quando a mareação o exija (figura 43). Este ângulo, porém, tem limites: o maior é marcado pela impossibilidade de esteira da vela rodar mais para vante e o menor é atingido quando a direcção de impulsão conduz a uma importância exagerada da componente lateral, F_H .

O ângulo de deriva, λ , que, aumentando, aumenta grandemente a resistência do casco ao avanço, deve manter-se num valor reduzido.

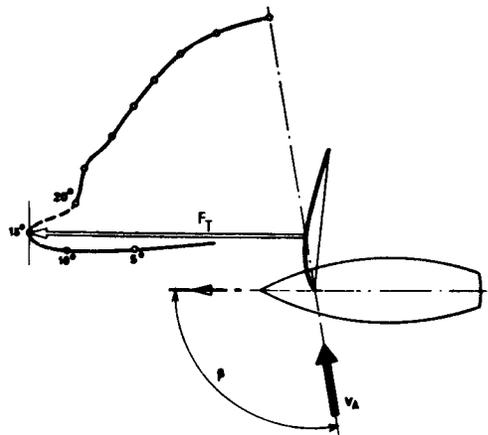


Fig. 43 *

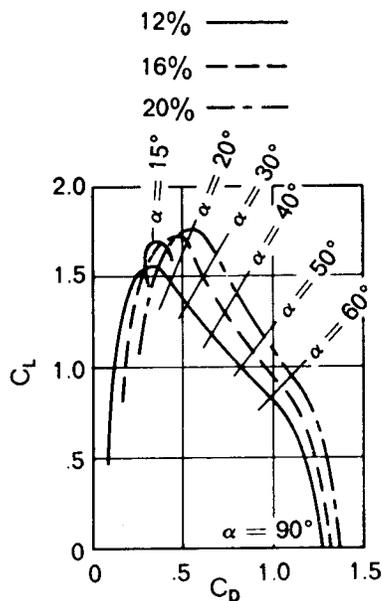


Fig. 44 **

5. Curvatura da vela

As grandezas das forças aerodinâmicas dependem da curvatura da vela, isto é, da relação entre a sua flexa e a corda respectiva.

Considerando os diagrama polares de três velas do mesmo tipo, mas de curvaturas diferentes (1/8.3 ou 12%; 1/6.25 ou 16% e 1/5 ou 20%), vê-se — figura 44 — que as de maior curvatura têm coeficientes de força de impulsão maiores para os mesmos ângulos de incidência, excepto para pequenos valores dos ângulos. Os coeficientes da força de impulsão máximos são também maiores para as velas de maior curvatura, mas correspondem a maior ângulos de incidência.

* De *Au Large*, pág. 27.

** De 'Maximum Thrust on a Broad Reach', John R. Stanton, in *The Best of Sail Trim*, pág. 101, fig. 3.

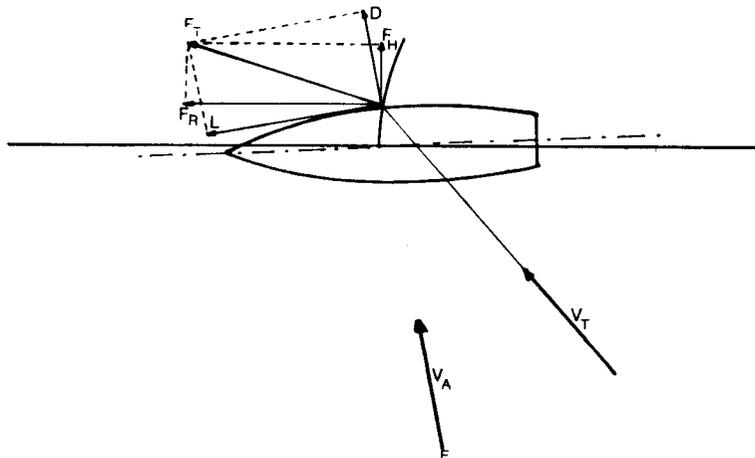


Fig. 45

A vantagem da curvatura tem, naturalmente, limites.

Admite-se que a maior velocidade do barco se adquire para mareações em relação ao vento verdadeiro entre 120° e 130° ; a força de resistência tem, então, uma orientação para vante do través e a força lateral é mais pequena em relação à força de propulsão, sendo pequena a resistência provocada pelo ângulo de deriva e pelo adornamento (figura 45).

Tendo em consideração a mareação indicada, passa-se, para tornar mais claras as conclusões, do diagrama polar para outro tipo de diagrama em que as coordenadas, em vez de serem os coeficientes das forças de sustentação e de resistência, são os coeficientes das forças de propulsão, C_R , e lateral, C_H (figura 46). Para facilitar o estudo, a escala da graduação do eixo horizontal é maior que a do eixo vertical. Extrapolando os valores apresentados pelas curvas, calcula-se que a propulsão máxima absoluta deve ocorrer com a curvatura de 22 a 23% (1/4.5), o que confirma o indicado na prática.

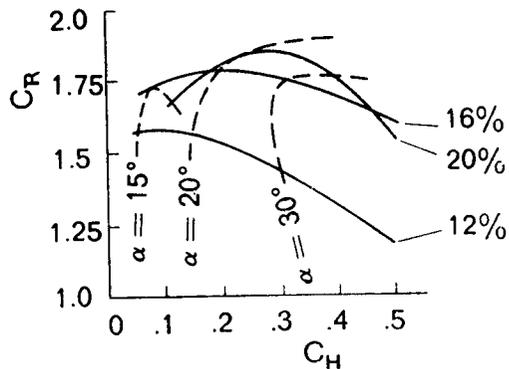


Fig. 46 *

* De 'Maximum Thrust on a Broad Reach', John R. Stanton, in *The Best of Sail Trim*, pág. 101, fig. 4.

Verifica-se ainda nos diagramas que a curvatura que tem menor variação do coeficiente de força propulsiva, para diferenças sensíveis dos ângulos de incidência, é a de 16 %, ao contrário da curvatura de 20 % em que o coeficiente de força propulsiva aumenta nitidamente com o ângulo de incidência até 20°-22°, diminuindo em seguida.

Se considerarmos a acção do mastro, verifica-se que as curvas têm aproximadamente as mesmas formas, mas que o coeficiente da força propulsiva diminui 12 a 13 % e o coeficiente de força lateral aumenta 45 % a 50 %.

a. Posição da máxima curvatura

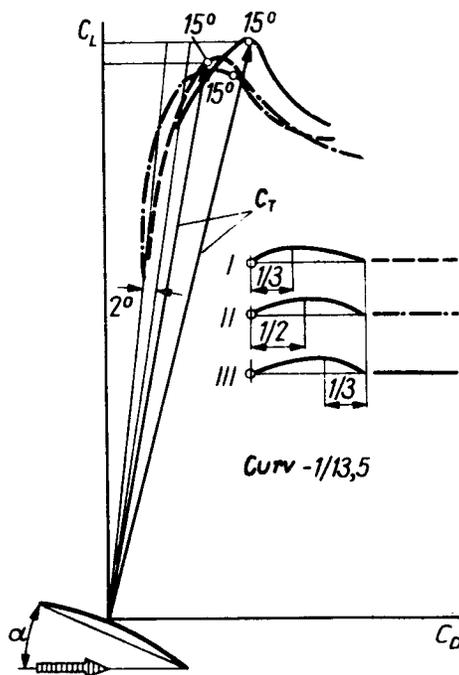


Fig. 47 *

A posição da curvatura máxima da vela a $\frac{1}{3}$, a meio ou a $\frac{2}{3}$ da corda, a contar do bordo de ataque, não é indiferente, embora as diferenças entre os coeficientes de forças aerodinâmicas de impulsão com incidências semelhantes sejam muito pequenas e não excedam 4% (figura 47).

Para pequenos ângulos de incidência, o ângulo de resistência aerodinâmica é menor quando a maior curvatura está a meio da vela; para ângulos maiores é a vela de maior curvatura a ré que dá maior coeficiente de força de impulsão. A máxima curvatura no terço de vante não tem interesse.

O melhor compromisso é a vela com a máxima curvatura a meio e plana na parte de ré.

** De *Sailing Theory and Practice*, pág. 137, fig. 88.

b. Centro de esforço

O centro de esforço da impulsão aerodinâmica, CE, varia a sua posição com a alteração do ângulo de incidência. Para pequenos ângulos de incidência o centro de esforço aproxima-se do bordo de ataque; quando aumenta para 90° , vai mudando para o centro geométrico (figura 48).

Em velas semelhantes mas de curvaturas diferentes, para pequenos ângulos de incidência, quanto menor é a curvatura mais próximo do bordo de ataque está o centro de esforço (figura 49). Em qualquer caso, o aumento do ângulo de incidência faz o centro de esforço seguir para o centro geométrico.

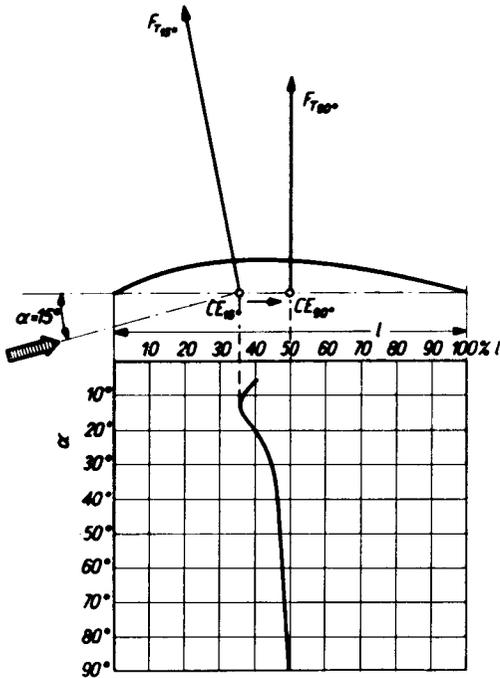


Fig. 48 *

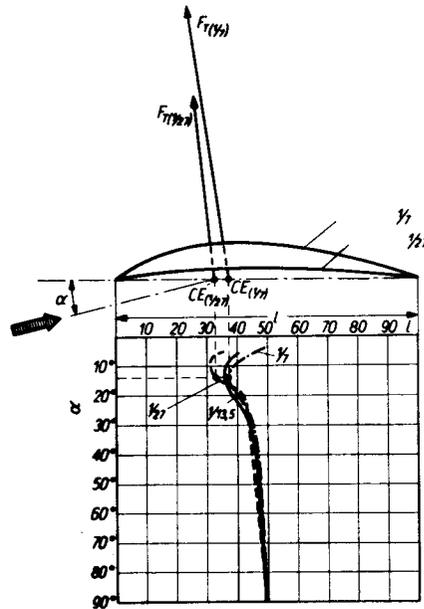


Fig. 49 **

* De *Sailing Theory and Practice*, pág. 197, fig. 125.

** De *idem*, pág. 199, fig. 126.

6. Alongamento da vela

As proporções das dimensões das velas têm importância no seu rendimento. A forma resultante das dimensões é definida pelo alongamento (A. R.), isto é, a relação entre o quadrado da altura da vela e a sua área ou, o que é o mesmo, a relação entre a altura e a largura média da vela.

Na figura 50 consideram-se quatro velas, todas com a mesma curvatura de 1/13.5 (7.4%), mas com diferentes alongamentos, 6, 3, 1 e 1/3.

Em pequenos ângulos de incidência (10°, na figura), os coeficientes de força de impulsão aumentam como alongamento. Os maiores alongamentos dão maiores coeficientes de sustentação, C_L , com menores coeficientes de resistência, C_D , e, portanto, também menores ângulos de resistência aerodinâmica, ϵ_A ; os coeficientes de força de propulsão, C_R , são consequentemente também maiores. É, em grande parte, uma consequência da baixa resistência induzida.

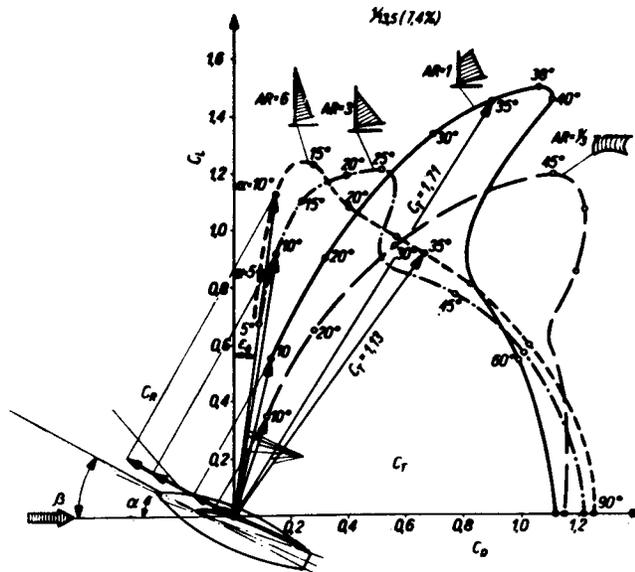


Fig. 50 *

* De *Sailing Theory and Practice*, pág. 149, fig. 99.

Os mais baixos alongamentos necessitam maiores ângulos de incidência para desenvolver a máxima força de impulsão, mas essa força pode não só ser maior do que em vela de grande alongamento como ainda ter menor ângulo de resistência. É o caso do ângulo de incidência de 35° nas velas de alongamento 1 e 6 da figura.

A superioridade da vela mais alongada na mareação de bolina é marcada, mas o inconveniente de o grande alongamento elevar o centro de aplicação da força lateral, sem se obter grande vantagem no aumento da força de propulsão, faz que o alongamento não tenha valores superiores a 3, excepto para ventos muito fracos.

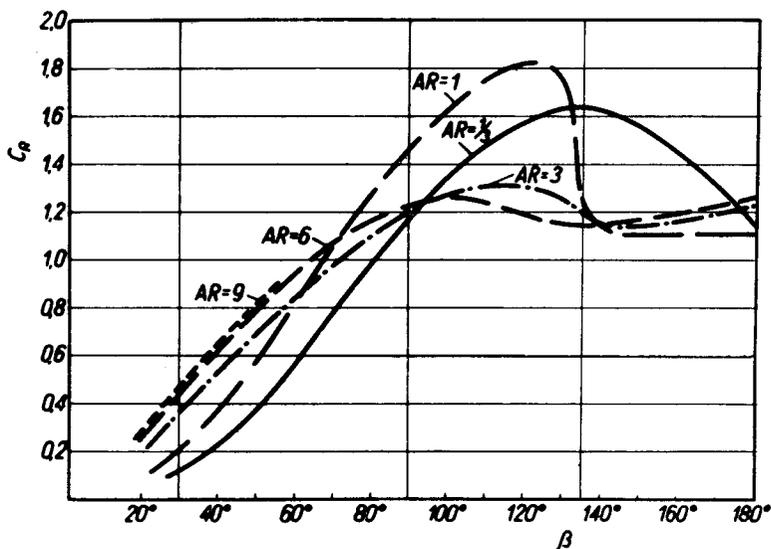


Fig. 51 *

Não há um tipo ideal de vela para todas as mareações. A figura 51 mostra como o coeficiente de força de propulsão, C_R , varia, considerando velas de diferentes alongamentos, para as diferentes mareações aparentes. As velas de grande alongamento têm vantagem em mareações até 70° . Para ângulos, β , maiores, as velas de mais baixo alongamento mostram vantagem, em particular as de alongamento de cerca de 1.

* De *Sailing Theory and Practice*, pág. 153, fig. 102.

7. Mastro

O mastro tem efeito adverso sobre a vela, pois é prejudicial à criação das sucções a sotavento e a vante.

A figura 52 dá uma ideia da acção do mastro na vela, navegando à bolina. A vela considerada tem o alongamento 5 e uma curvatura de 1/10.

A vela sem mastro é mais eficiente do que a que o tem; a de mastro de menor espessura — modelo b — tem uma queda de 18 % no valor da força máxima de impulsão; o modelo d, com um mastro de maior diâmetro, para um mesmo ângulo de incidência de $11^{\circ}.7$, tem uma perda de 30 %. Se o mesmo mastro está a barlavento da vela — modelo c — há um aumento de força de impulsão de 28 %, além de um menor ângulo de resistência ϵ .

Um intervalo entre o mastro e a vela — modelo e — faz desaparecer as diferenças de pressão onde elas são normalmente maiores e mais úteis.

A figura mostra que o ângulo de resistência aerodinâmico aumenta nas velas que têm menor força de impulsão, o que piora o seu rendimento.

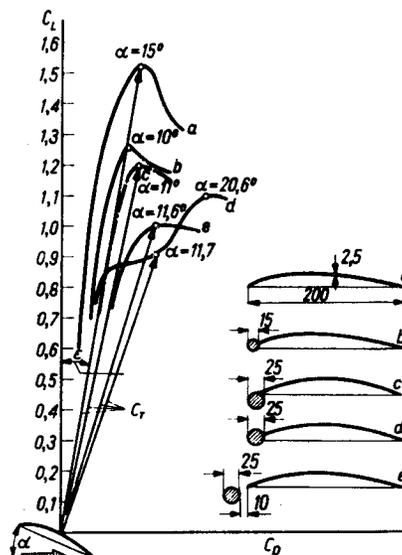


Fig. 52 *

8. Torção da vela

Tal como numa camada limite, o ar em movimento diminui a sua velocidade a partir duma certa altura e à medida que se aproxima da superfície do mar (figura 53). Logo um barco à vela que se desloque sofrerá ventos aparentes que alargarão da esteira para o tope desde que o vento real e o barco não tenham a mesma direcção.

* De *Sailing Theory and Practice*, pág. 96, fig. 61.

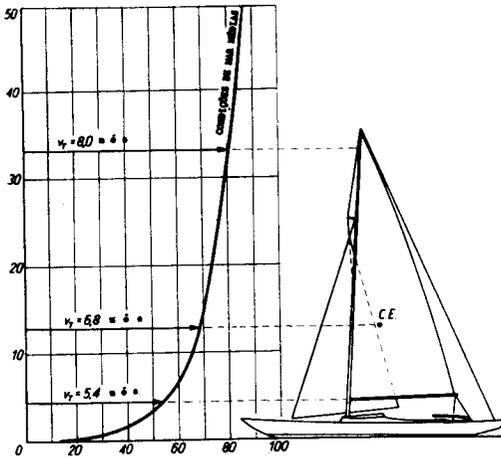


Fig. 53 *

Se o ângulo de incidência na esteira for o mais conveniente, a vela necessitará de torcer de um ângulo igual ao que alargou o vento para que se tire da vela o melhor rendimento.

Considerando um vento de 10 nós a 100 pés de altura, um barco com uma vela de 10 m (33 pés) terá um vento verdadeiro de 5.4 nós na esteira e de 8 nós no tope (figura 53). A navegar à velocidade de 3 nós, se a mareação for de bolina (figura 54-a), o vento aparente variará da esteira para o tope de 7.95 nós para 10.5 nós e alargará $3^{\circ}.5$. Navegando a

um largo (figura 54-b), com a mesma velocidade e o mesmo vento verdadeiro, os ventos aparentes irão de 4.7 nós a 7.05 nós da esteira ao tope e alargarão $11^{\circ}.5$. Os ângulos de que os ventos alargam seriam as torções que deviam ser pedidas à vela nos dois casos considerados. Tem de se admitir que só muito raramente a torção natural tenha estes valores ideais.

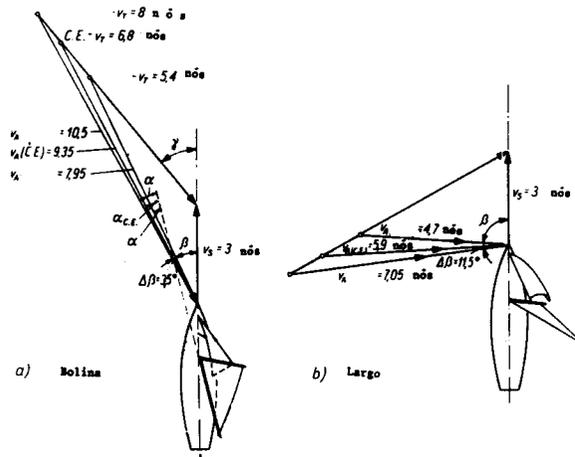


Fig. 54 **

* De *Sailing Theory and Practice*, pág. 108, fig. 71.

** De *idem*, pág. 109, fig. 72.

9. Inclinação do bordo de ataque

Dentro da camada limite, quando o bordo de ataque da superfície que ela envolve não é perpendicular à direcção do fluxo, cria-se um fluxo transverso, representado, com exagero, na figura 55 pelas linhas tracejadas curvas.

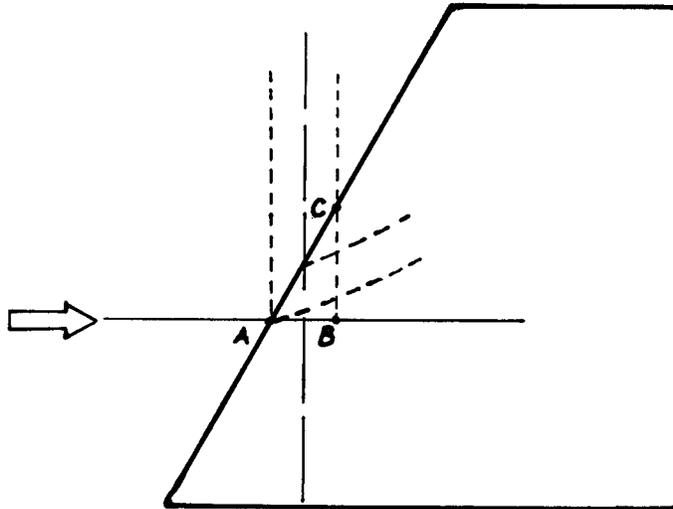


Fig. 55

A pressão no ponto A é sensivelmente igual à que existe no ponto C, mas há diferenças de pressão ao longo das linhas da superfície perpendiculares à direcção do fluxo, sendo a pressão no ponto B mais alta do que no ponto C. Com efeito, o fluido adjacente à superfície vai perdendo muito da sua quantidade de movimento na direcção inicial do fluxo e, portanto, aumentando a pressão; o fluido tenderá, assim, a abandonar a direcção inicial do fluxo e seguir para regiões onde a pressão é mais baixa. Há, por consequência, um fluxo lateral na camada limite, ao longo da superfície, que provoca o espessamento da camada à medida que se aproxima do tope e encoraja a separação a partir desta extremidade.

barco se inclina, o centro de carena desloca-se para o lado da inclinação do barco e de acordo com a nova forma de carena.

O centro de gravidade é o ponto de aplicação do peso do barco, W , e pelo centro de carena, qualquer que seja a sua posição, passa a resultante das forças de impulsão que se exercem sobre a carena. Quando o barco está direito, forças iguais e opostas, peso e resultante das impulsões, anulam-se; quando o barco se inclina, as forças constituem um binário que tende a endireitar o barco. O momento desse binário é o produto do peso, W , pela distância entre as duas forças.

No caso da figura admite-se que, com o barco direito, o centro de gravidade está acima do de carena, à distância a , e que, inclinando o barco de um ângulo muito pequeno, o centro de carena passa de CC para CC' , segundo uma circunferência de raio r — raio metacentrico — e centro em m — ponto metacentrico. Neste caso, para a inclinação θ , o momento é igual ao produto de W pela distância do centro de gravidade, CG , à vertical da nova posição do centro de carena, CC' . Por sua vez esta distância é igual à altura do ponto m acima do ponto CG , isto é, $r - a$ (altura metacentrica), multiplicada por $\text{sen } \theta$. Para simplificar, considera-se que para ângulos de inclinação finitos a

posição de m se conserva.

Assim, para uma determinada inclinação, o momento é tanto maior quanto maior for $r - a$ e, portanto, quanto maior for r , que depende da forma do casco, e menor for a , que depende da posição do centro de gravidade e, por consequência, da distribuição dos pesos a bordo; se a for negativo (o CG abaixo de CC) não há o perigo da altura metacentrica ser negativa e o binário se tornar inclinante, até um adornamento de 90° .

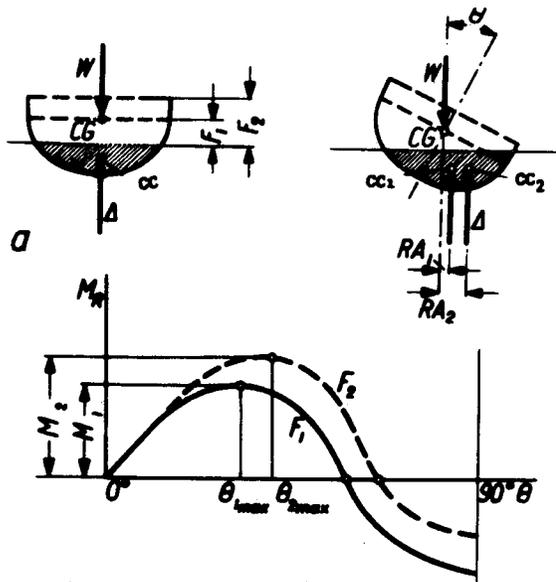


Fig. 57 *

* De *Sailing Theory and Practice*, pág. 339, fig. 214.

As figuras 57 e 58 mostram a importância da forma para a estabilidade. Na primeira vê-se como o braço do binário — RA — varia e como o momento do binário endireitante — constituído pelo peso W e pela impulsão Δ — de um barco que tem um bordo livre F_2 atinge um máximo M_2 , maior que o máximo M_1 de um barco semelhante com um bordo livre F_1 , mais baixo. Aquele máximo dá-se para um ângulo de inclinação, θ_2 , maior que o deste, θ_1 ; também o ângulo de inclinação para o qual o momento se torna zero é maior para o de mais alto bordo livre.

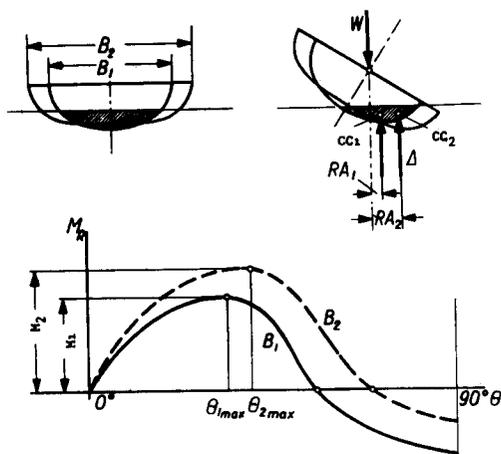


Fig. 58 *

Barcos com a mesma forma mas com posições do centro de gravidade diferentes (figura 59) têm momentos do binário de estabilidade diferentes. Quanto mais baixo está o centro de gravidade, maior é o máximo do momento e maior é o ângulo de inclinação que lhe corresponde; também é maior o ângulo de inclinação para o qual se torna nulo. Aqui ainda é a estabilidade de forma a essencial.

Considerando o a francamente negativo (figura 60), a estabilidade é principalmente de peso e o momento tem o seu máximo próximo da inclinação dos 90° .

Num barco à vela em que interessa não ser a inclinação muito grande é a estabilidade de forma que principalmente importa. É fácil de obter e é a mais compensadora, pois se manifesta desde os mais pequenos ângulos de adornamento. Tem o inconveniente de se anular para ângulos

* De *Sailing Theory and Practice*, pág. 339, fig. 215.

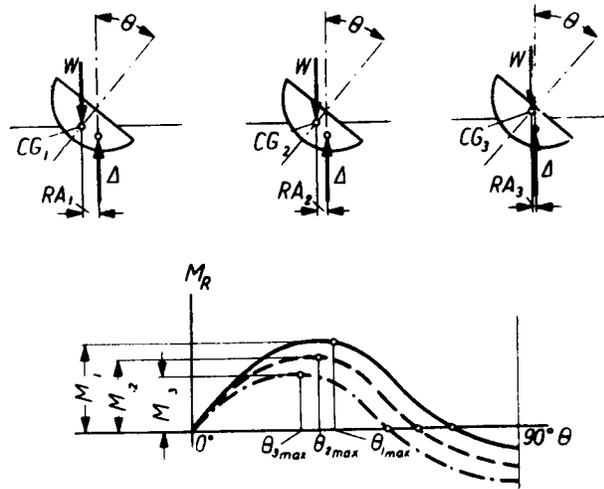


Fig. 59 *

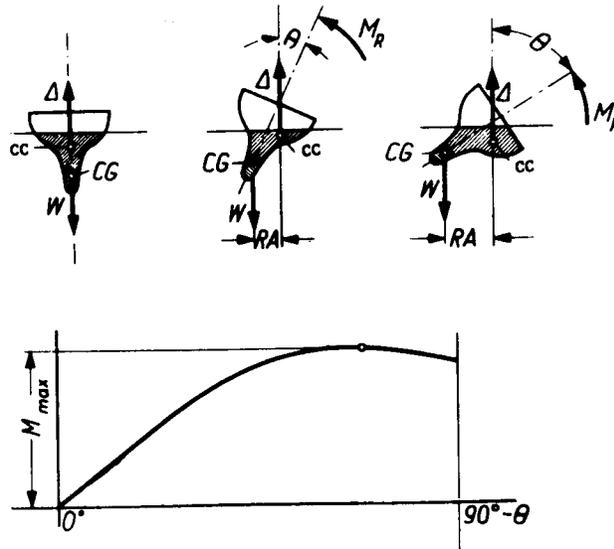


Fig. 60 **

* De *Sailing Theory and Practice*, pág. 340, fig. 216.

** De *idem*, fig. 217.

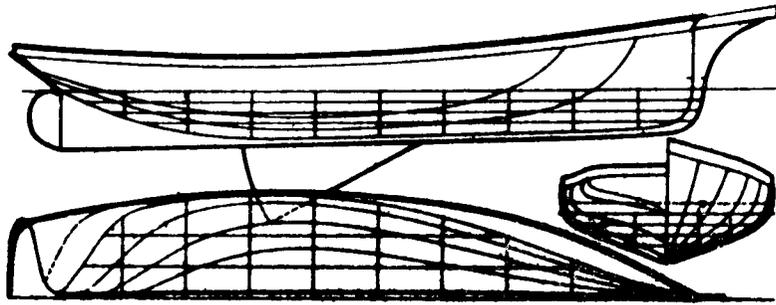


Fig. 61 *

de adorno relativamente pequenos. É à estabilidade de peso que se recorre quando não é propriamente o adorno mas o não soçobrar que interessa. Esta estabilidade, nula nos pequenos ângulos de inclinação, atinge o seu máximo na proximidade dos 90° . As figuras 61 e 62 mostram dois barcos típicos em que predominam as estabilidades de forma e de peso, respectivamente.

Na prática combinam-se estas duas estabilidades, tendo em vista o comportamento do barco e a sua segurança.

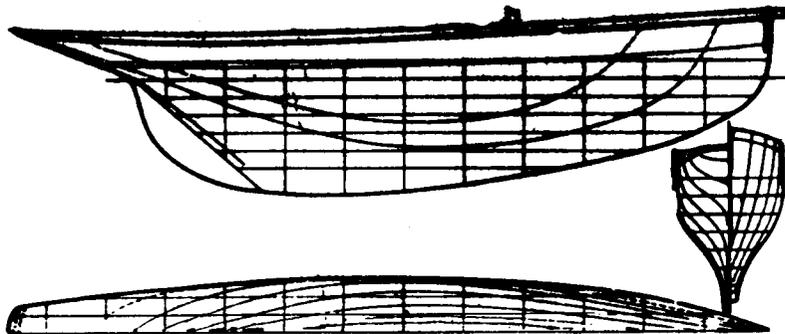


Fig. 62 *

* De *Au Large*, pág. 35.

3. Força de resistência lateral

Na mareação de bolina, equilibrado o adorno, a força lateral provoca ainda o escorregamento lateral do barco, o seu abatimento. A esse abatimento se opõe, de uma forma passiva, a resistência oferecida pelo plano lateral da parte imersa do casco (plano de deriva). Mas, além desta resistência, opõe-se também outra força que se pode chamar activa.

O abatimento produz um ângulo entre o caminho realmente seguido pelo barco e a sua proa. Este ângulo de abatimento é assim o ângulo de incidência do fluxo no casco, no movimento relativo água-barco.

Por razões idênticas às consideradas no caso da vela, é criada também uma força de sustentação que se opõe ao abatimento. Com efeito, figura 63, aparecendo um ângulo de ataque ou de incidência (que é sempre pequeno), criam-se forças de maior pressão a barlacorrente (do lado de sotavento) e sucções a sotacorrente (do lado de barlavento), dando origem à força hidrodinâmica de resistência lateral F_S , que se vai opor directamente à força aerodinâmica lateral F_H . Tal como no caso da força de sustentação, aparecerá também uma resistência induzida, R_i , que se vai juntar às outras resistências e com elas constituir a resistência hidrodinâmica total, R .

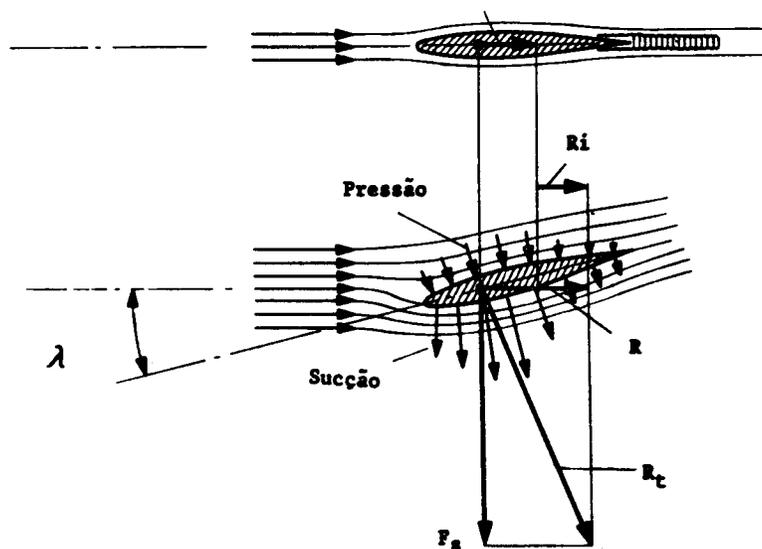


Fig. 63 *

* De *Sailing Theory and Practice*, pág. 272, fig. 163-b, c.

Quando (figura 64) um barco está parado e o vento começa a sua acção sobre a vela (posição 1), criam-se as forças F_R e F_H que tenderão a produzir o movimento para vante à velocidade v_f e o deslocamento lateral à velocidade v_d de que resulta o movimento real à velocidade v_s com o abatimento λ . As posições 2, 3 e 4 mostram como, à medida que v_f aumenta, aumenta v_s com a diminuição de v_d e λ ; apesar do escassear do vento aparente, a perda em barlavento diminui consideravelmente. O barco parado não pode criar a força de resistência lateral e, com o vento de bolina, só descai; é o seu andamento que faz criar essa força.

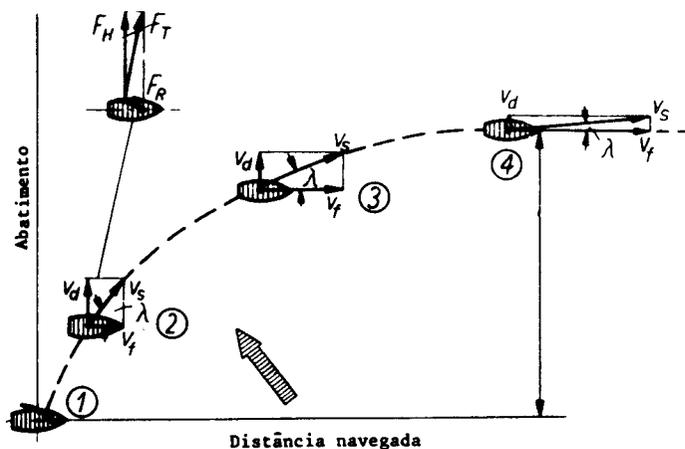


Fig. 64 *

Como se viu, a eficiência da vela para bolinar cresce (figura 65) com o aumento da força de sustentação, L , e a diminuição da resistência, D , isto é, com a diminuição do ângulo de resistência aerodinâmica ϵ_A ($\text{ctg } \epsilon_A = \frac{L}{D}$). Também, a eficiência hidrodinâmica para bolinar da parte imersa do casco aumenta com o crescimento da força de resistência lateral, F_S , e com a diminuição da resistência total, R ; isto é, essa eficiência mede-se pelo ângulo de resistência aerodinâmica ϵ_H ($\text{ctg } \epsilon_H = \frac{F_S}{R}$) e é tanto maior quanto menor ele for.

Portanto, a eficiência aero-hidrodinâmica ligada à capacidade de bolinar de um barco é expressa pelos baixos valores de ϵ_A e de ϵ_H . Assim, quanto maiores forem as eficiências da vela e do casco menor poderá ser o ângulo

* De *Sailing Theory and Practice*, pág. 285, fig. 173.

de mareação aparente ($\beta = \epsilon_A + \epsilon_H$) e, por consequência, maior a capacidade do barco para bolinar.

É o alongamento da parte imersa do casco que, tal como na vela, tem grande importância na eficiência. Identicamente às velas, o alongamento é a relação entre o quadrado do calado e a área lateral da parte imersa ou entre o calado e a largura média do plano de deriva.

Não se podem obter bons resultados à bolina com barcos de fraco calado e quilha comprida. A diferença de calados corresponde a um alongamento do plano de deriva. Também uma quilha horizontal comprida dá

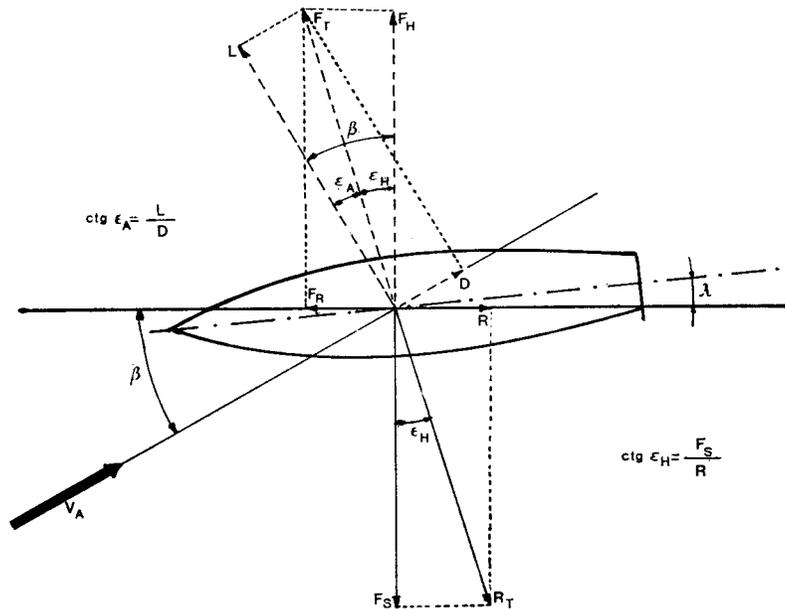


Fig. 65

ao barco um grande raio de giração, o que o torna lento a responder ao leme, embora garanta a estabilidade da rota. Uma carena alongada torna o barco vivo à bolina, podendo cingir-se mais ao vento; com uma forma triangular, pode virar num ponto, mas exige atenção constante e, nas mareações para ré do través, torna difícil aguentar o rumo.

Enquanto na vela a força de sustentação se obtém com ângulos de ataque que são variáveis, desde muito pequenos a 45° , no casco a força de resistência lateral obtém-se com ângulos de abatimento pequenos (0° a 10°).

4. Resistências

À força propulsiva aplicada ao barco pela acção resultante do vento nas velas contrapõem-se forças de resistência hidrodinâmica que aumentam progressivamente com a velocidade. As forças de resistência, que são complexas mesmo quando o barco se move direito e com mareação de popa, complicam-se quando se navega à bolina com adorno e abatimento.

A resistência total hidrodinâmica é o somatório de várias resistências: de atrito, de formação de ondas, induzida ou devida ao abatimento e de adorno. A resistência de pressão criada no casco a ré considera-se integrada nas outras por não ser fácil separá-la. E não se considera propriamente uma resistência de forma, pois as resistências causadas pela forma do casco estão envolvidas na resistência residual, isto é, o conjunto das três resistências que com o atrito formam a resistência hidrodinâmica total.

A importância relativa das resistências indicadas variam com o tipo de barco, a sua velocidade e o seu rumo em relação ao vento.

A resistência de atrito hidrodinâmica é idêntica à aerodinâmica, tendo em conta as características dos fluidos que as provocam. Os fenómenos da camada limite que circunda o casco são similares aos da que circunda a vela. Esta resistência de atrito é proporcional à área molhada do casco e ao quadrado da sua velocidade.

a. Resistência de formação de ondas

O casco corta a superfície que separa a água do ar e o seu movimento relativo vai dar origem à criação de uma resistência, consequência das diferentes características dos dois fluidos.

Para simplificar, presume-se que é a água que se move em relação ao casco. Em torno do casco há a camada limite com os seus remoinhos à popa e que actua como uma modificação da forma do barco; a soma das energias, que em volta dela variam, é constante, de acordo com o teorema de Bernoulli.

As partículas da água, à velocidade V_0 (figura 66-a), ao encontrarem uma obstrução, que é o caso, no ponto 1, diminuirão a sua velocidade para V_1 . Dada a forma do corpo ao longo da linha de flutuação, a zona de fluxo onde há alterações de energia estreita-se e, assim, no ponto 2 a velocidade será $V_2 > V_1$; daí em diante, como o corpo se estreita, a

velocidade das partículas cairá, no ponto 3, para V_3 , que é superior a V_1 (figura 66-b) em virtude das formas do casco e da camada limite à popa.

Estas variações de velocidade, portanto de energia ci-

nética, conforme aumentam ou diminuem, dão lugar a diminuições ou aumentos da energia potencial. Quando o corpo sólido é todo envolvido pelo mesmo fluido, ar ou água, não há alterações do fluxo, além destas variações de energia, mas no caso de existirem dois fluidos, um dos quais — o ar — é muito mais leve que o outro — a água — vão originar-se modificações na superfície que os separa.

Vindo o fluxo de água animado de energia cinética $\frac{1}{2} mv^2 = \frac{\gamma v_0^2}{2g}$, a diminuição desta vai dar origem a um acréscimo da energia potencial, o que fará elevar a superfície da água de uma altura h_1 tal que $\gamma h_1 + \frac{\gamma v_1^2}{2g} = \frac{\gamma v_0^2}{2g}$ (figura 67) **. O aumento da velocidade de água em 2 produzirá um abaixamento h_2 do nível da água e, de novo, em 3, com a diminuição da velocidade do fluxo, uma elevação, h_3 , no ponto 3, como mostra a figura.

As elevações h_1 e h_3 (recriadas sucessivamente), ao seguirem com o fluxo, caem, originando um movimento ondular.

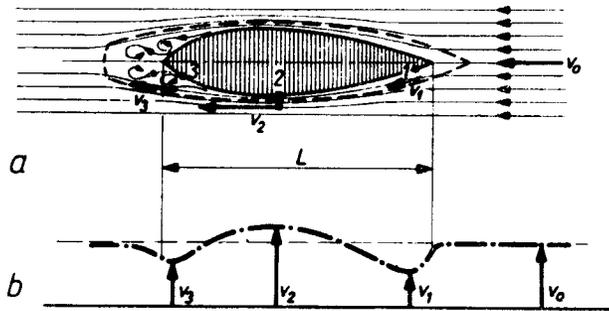


Fig. 66 *

* *Sailing Theory and Practice*, pág. 246, fig. 151-a, b.

** Considerando γ o peso da unidade de volume de água e g a aceleração da gravidade.

$$\frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \frac{\gamma}{g} \times v^2$$

$$\frac{\gamma v_0^2}{2g} = \frac{\gamma v_1^2}{2g} + \gamma h_1 = \frac{\gamma v_2^2}{2g} - \gamma h_2 = \frac{\gamma v_3^2}{2g} + \gamma h_3 = \text{const.}$$

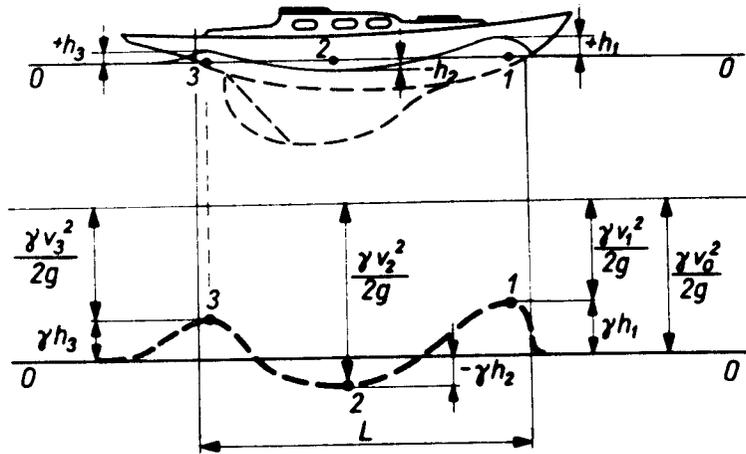


Fig. 67 *

A proa e a popa de um barco são responsáveis por dois sistemas de ondas que acompanham o barco (figura 68). O sistema de ondas de proa é constituído por ondas divergentes e transversais que ficam contidas dentro de duas linhas concorrentes um pouco a vante da proa do barco e que fazem um ângulo de 18° a 20° com a direcção do movimento. Duas linhas concorrentes pouco a vante da popa, de idênticas características, limitam as ondas divergentes e transversais que têm origem a ré. As cristas das ondas divergentes, tanto as de proa como as de popa — que fazem com o plano

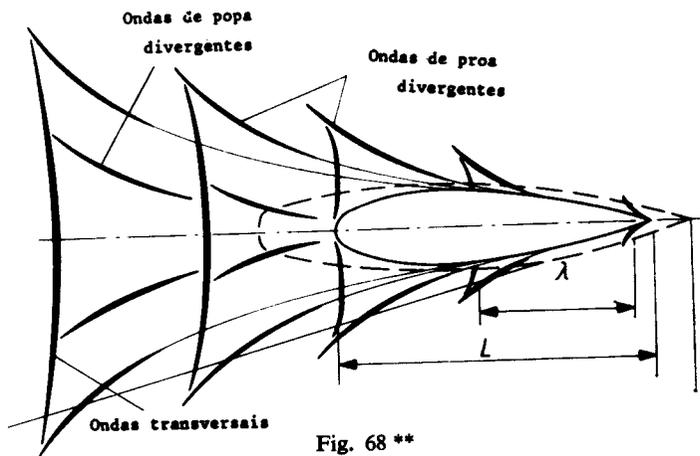


Fig. 68 **

* *Sailing Theory And Practice*, pág. 246, fig. 151-c, d.

** De *idem*, pág. 249, fig. 153-a.

diametral do barco um ângulo que é, aproximadamente, o dobro do das linhas concorrentes — propagam-se separadamente, não podendo combinar-se, e têm pouco interesse.

As ondas transversais têm cristas em ângulos recto com a direcção do movimento e desenvolvem-se, como se viu, dentro das linhas concorrentes. As ondas transversais de proa podem sobrepor-se às de popa, com ou sem diferença de fase. São estas as ondas importantes quanto à resistência de formação de ondas. Esta resistência é proporcional ao comprimento da onda, λ , e ao quadrado da sua altura. O deslocamento e o calado do barco contribuem para a altura da onda.

Embora saindo um pouco do âmbito do estudo da resistência de formação de ondas, tem interesse reparar-se na forma da linha de flutuação do barco representada na figura 66-a.

Ao tratar-se da resistência de forma aerodinâmica, verificou-se que a forma perfilada era a que oferecia menor resistência (figura 38). E assim é na realidade quando o corpo sólido está mergulhado num só fluido, ar ou água (caso dos submarinos). Quando o barco corta a superfície de separação do ar e da água, a forma perfilada dá um ângulo de entrada * muito forte, o que, não sendo muito inconveniente com velocidades fracas e águas calmas, faz, noutras condições, aumentar a resistência da vaga e o enfreamento provocado pela agitação do mar. Caindo no extremo oposto, já se tentaram ângulos de entrada muito pequenos, mas, hoje a tendência é para aumentar os volumes a ré e dar às partes de vante a forma de tília.

A forma do barco na figura 66-a, que é quase oposta à perfilada, alarga suavemente desde a roda da proa para apresentar o menor obstáculo possível ao movimento. Depois de atingir a boca máxima, vai estreitando lentamente para que o gradiente positivo de pressão ao longo do casco seja muito pequeno a fim de retardar ao máximo a separação da camada limite. A separação vai tornar de pouco interesse a forma do casco que fica para ré do ponto em que ela se dá.

O adelgaçar da flutuação a vante pode dar excelentes resultados, sobretudo à bolina, com a condição do barco dispor de estabilidade suficiente para navegar relativamente direito.

Voltando à energia absorvida pelas ondas que o barco produz, sabe-se que ela é proporcional ao comprimento dessas ondas.

* Ângulo entre a linha de flutuação e a linha de mediania do barco.

O comprimento das ondas transversais é dado pela expressão $\lambda = \frac{2\pi}{g} V_s^2$; considerando o comprimento, λ , em pés e a velocidade, V_s , em nós, esta expressão torna a forma $V_s = 1.34 \sqrt{\lambda^*}$

Quando ao longo do casco há apenas uma onda, isto é, $\lambda = L$, $V_s = 1.34 \sqrt{L}$, donde se tira a relação $\frac{V_s}{\sqrt{L}} = 1.34$. O valor desta relação é importante. A figura 69 mostra como o número de ondas varia com aquela relação; quanto menor a relação, maior número de vagas, menor comprimento e, portanto, menor resistência, de acordo com a figura 70.

A figura 70 indica, para um barco com o comprimento L , o deslocamento Δ e o valor de

$\frac{\Delta}{(L/100)^3}$ (relação também importante) de 340, a resistência de atrito e a soma das resistências de atrito e de formação de ondas, representadas pelas curvas traçadas a tracejado e a cheio, respectivamente. O aumento da resistência devida à formação de ondas é, inicialmente, lento e inferior à resistência de atrito. Até ao valor da relação $V_s/\sqrt{L} \approx 0.7$, a variação da resistência depende do quadrado da velocidade, mas a partir desse valor a curva de resistência começa a subir rapidamente e acima do valor $V_s/\sqrt{L} = 1.1$ aumenta extraordinariamente, podendo elevar-se à 3.^a,

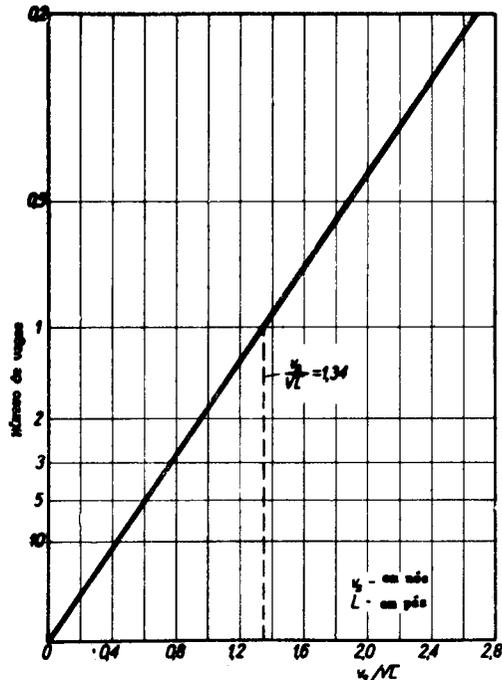


Fig. 69 **

$$* \quad \lambda = \frac{2\pi}{g} V_s^2 \quad \therefore \quad V_s = \sqrt{\frac{g}{2\pi}} \lambda, \text{ sendo } g = 32.17 \text{ (pés/seg}^2\text{)}$$

$$V_s \text{ (pés/seg)} = \sqrt{\frac{32.17}{6.2832}} \times \lambda \text{ (pés)} = 2.26 \sqrt{\lambda \text{ (pés)}} \quad \text{ou}$$

$$V_s \text{ (nós)} = 0.59209 \times 2.26 \sqrt{\lambda \text{ (nós)}} = 1.34 \sqrt{\lambda \text{ (pés)}}$$

** De *Sailing Theory and Practice*, pág. 251, fig. 154.

4.^a, 5.^a ou mesmo 6.^a potência da velocidade. Nesta zona um pequeno aumento da velocidade só pode fazer-se à custa de grande impulso aplicado ao barco.

Nas condições mais vantajosas a velocidade máxima que se pode conseguir com um barco de quilha, relativamente pesado, à vela, é de cerca de $1.4\sqrt{L}$. Barcos famosos das regatas da Taça da América puderam alcançar uma velocidade igual a $1.45\sqrt{L}$ em condições ideais.

A maior parte dos iates navegam a uma velocidade média relativa $V = 0.9\sqrt{L}$ e nesta velocidade o atrito é a principal fonte de resistência.

Ainda que não diga respeito directamente ao objectivo deste estudo, interessa notar que há barcos em que a velocidade pode aumentar consideravelmente já se tendo atingido os 35 nós. São barcos em que o limite superior da relação $\frac{\Delta}{(L/100)^3}$ é 150, a relação comprimento/boca

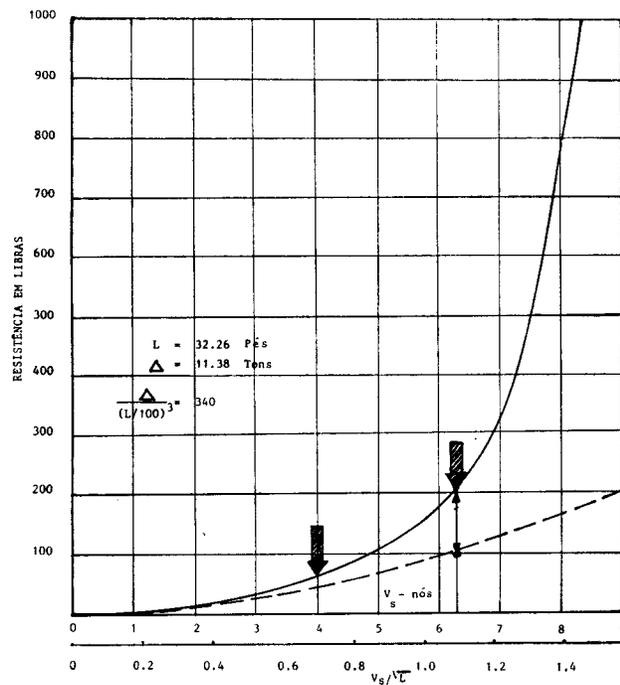


Fig. 70 *

* De *Sailing Theory and Practice*, pág. 253, fig. 155.

é pequeno, o calado é pequeno também e há uma transição da linha de água duma secção em forma de V na proa para fundo chato com painel.

Um barco com as características indicadas e uma força propulsiva suficiente mergulha a popa, a proa tende a subir a elevação de água da proa e a relação V_s/\sqrt{L} pode aumentar (figura 71). Para valores desta

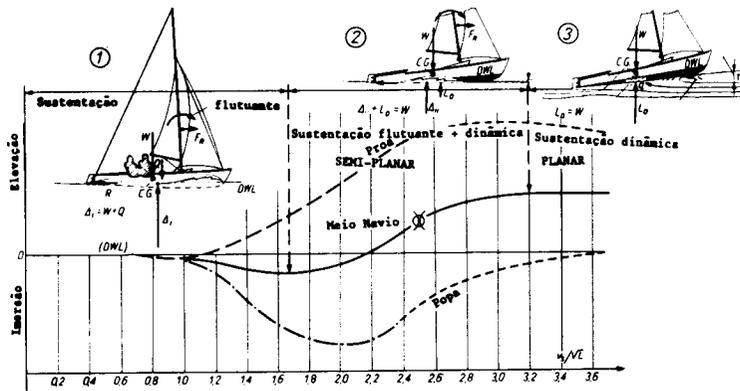


Fig. 71 *

relação da ordem de 1.7, a força de sustentação do barco deixa de ser apenas a impulsão hidrostática para haver também uma sustentação hidrodinâmica provocada pelo fluxo da água no fundo: o barco começa a semi-planar. À medida que a velocidade aumenta a sustentação hidrodinâmica torna-se mais importante; a popa, que se tinha afundado progressivamente, começa a subir com o resto do barco para, a partir de valores iguais ou superiores a 3.2 da relação V_s/\sqrt{L} , a embarcação planar aguentada somente pela sustentação hidrodinâmica.

A diminuição da velocidade da água em contacto com o fundo do barco (figura 72-a) faz transformar a energia cinética do fluxo em pressões estáticas, que têm como resultante a força N. A mais alta pressão será no ponto estacionário S₁ (figura 72-b), onde a velocidade passa a zero. A figura 72-c mostra a distribuição das pressões no fundo do barco; a vante há uma sucção.

A sustentação hidrodinâmica L_D (figura 72-a) equilibra o peso do barco. A resistência R_S pode ser grande e quase corresponder aos valores da resistência de formação de ondas existente nos outros tipos

* De *Sailing Theory and Practice*, pág. 259, fig. 158.

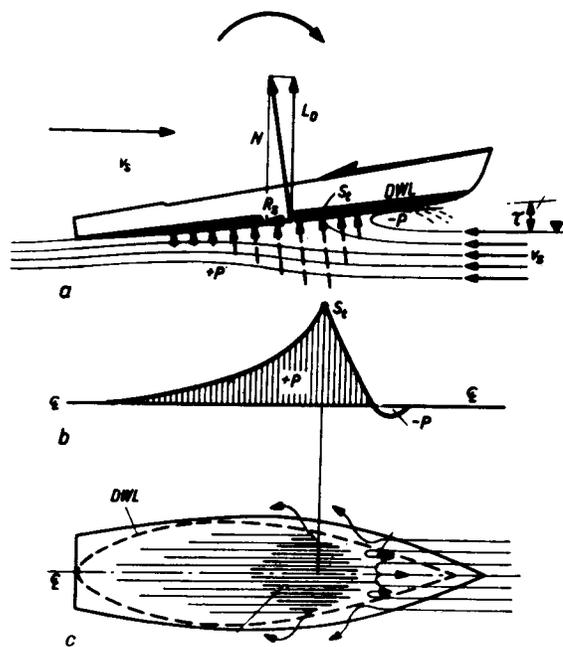


Fig. 72 *

de barcos. A diminuição da resistência total, que permite as altas velocidades, é em grande parte devida à redução do atrito em virtude do grande decréscimo da área molhada.

Um barco com as características necessárias para planar não tem naturalmente estabilidade transversal suficiente, tendo de se utilizar processos que a consigam. É interessante ver como ela foi conseguida no caso do Crossbow I (figura 73) que, em 1972, atingiu o recorde de 26.3 nós com ventos de 19 nós.

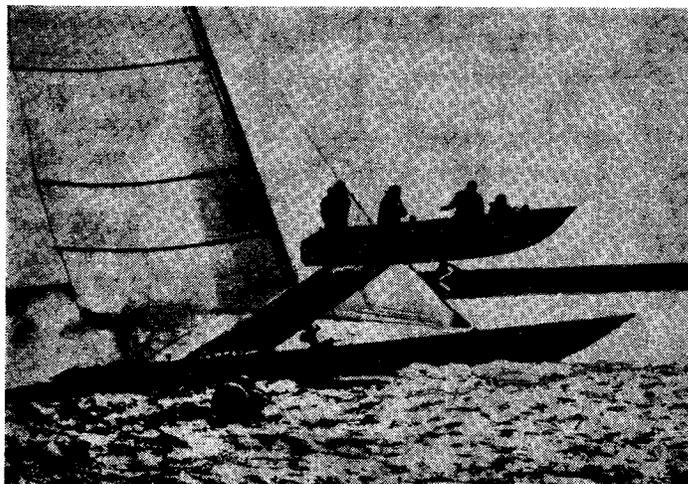


Fig. 73 **

* De *Sailing Theory and Practice*, pág. 267, fig. 161.

** *Au Large*, pág. 32.

b. *Resistência devida ao abatimento*

Tal como ao criar-se a força aerodinâmica de sustentação se forma uma resistência aerodinâmica induzida, também ao criar-se a força de resistência lateral aparece, como se viu, uma resistência hidrodinâmica induzida (figura 63).

O ângulo de abatimento, sempre pequeno, dá lugar ao aparecimento da resistência adicional provocada pela perda de energia do fluxo de água que passa sob a quilha, formando vórtices que são inseparáveis da resistência lateral. O valor desta resistência é inversamente proporcional ao alongamento.

A resistência hidrodinâmica induzida conta apenas com uma extremidade do plano lateral em vez das duas que, normalmente, a vela apresenta, sendo pois comparativamente menor que a resistência aerodinâmica induzida.

c. *Resistência devida ao adornamento*

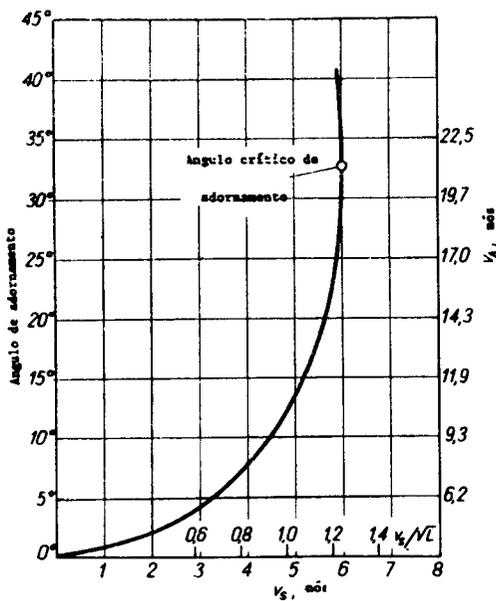


Fig. 74 *

O adornamento, maior ou menor, provocado pela força lateral, à bolina, diminui a eficácia do plano vélico e do plano de deriva. A deterioração das linhas de água, que o adornamento provoca, produz o agravamento das resistências em que a forma tem importância. Os barcos mais largos e mais chatos suportam menores adornamentos que os outros.

Cada barco tem um ângulo crítico de adornamento que não deve ser ultrapassado. A figura 74 mostra o comportamento de um barco determinado.

* De *Sailing Theory and Practice*, pág. 286, fig. 174.

Para velocidades baixas do vento que provoquem adornamentos até 10° , o aumento da velocidade do vento causa elevação sensível da velocidade do barco. Para ventos mais fortes há maiores adornamentos, mas o aumento da velocidade do barco é cada vez menor, até que para um vento aparente de cerca de 20 nós se chega a um ângulo crítico de adorno que é pouco superior a 30° . A partir daí o aumento da intensidade do vento faz aumentar mais o adorno do barco, diminuindo a sua velocidade.

d. *Esquema geral das resistências*

A figura 75 indica para um determinado barco as curvas correspondentes a diferentes resistências.

A curva inferior representa a resistência de atrito, salientando-se a sua importância para pequenas velocidades; a curva a traço-ponto representa a resistência global da carena na posição direita. Esta resistência é a soma da resistência de atrito, da resistência de formação de ondas e ainda de diversas resistências parasitas. Está ligado ao número de ondas ao longo do comprimento do casco.

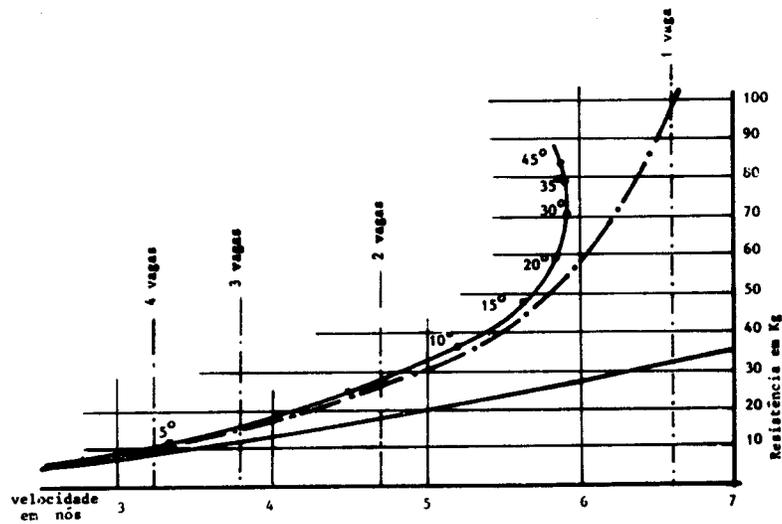


Fig. 75 *

* De *Au Large*, pág. 50.

A curva superior representa a resistência global do barco com o adorno e o ângulo de deriva necessários. Por ela se vê que, à bolina, o barco com um adorno de cerca de 30° atinge a sua velocidade limite.

Nestas curvas não se incluem a resistência do ar no casco emerso e no aparelho e, naturalmente, as resistências devidas às vagas de vento. Estas resistências diminuem a velocidade máxima e o ângulo crítico, à bolina.

5. Lançamentos do casco

Como se viu, o comprimento na flutuação é uma característica importante do barco. Ligados ao comprimento há os lançamentos a vante e a ré que, numa percentagem razoável (20 a 30 % do comprimento total), são favoráveis ao comportamento do barco no mar e ao seu rendimento.

O lançamento a vante, com o barco à bolina, evita a tendência para afocinhar e caturrar na vaga e enxovalhar, com o conseqüente abrandar do andamento. Com uma roda de proa vertical pode obter-se resultado idêntico com um couce afilado e formas alargadas para cima.

A ré, o caimento ou a forma volumosa para cima tem grande papel no balanço longitudinal.

ÍNDICE

A — A VELA	4
1. Mareações	5
2. Forças aerodinâmicas	7
a. <i>Força de sustentação</i>	10
1) <i>Ângulo de incidência</i>	15
2) <i>Acção mútua de 2 velas</i>	19
b. <i>Resistências</i>	22
1) <i>Resistência induzida</i>	22
2) <i>Resistência de atrito</i>	24
3) <i>Resistência de forma</i>	24
3. Diagrama polar	26
4. Forças propulsiva e lateral	28
5. Curvatura da vela	29
a. <i>Posição de máxima curvatura</i>	31
b. <i>Centro de esforço</i>	32
6. Alongamento da vela	33
7. Mastro	35
8. Torção da vela	35
9. Inclinação do bordo de ataque	37
B — O CASCO	38
1. Acções aerodinâmicas sobre o barco à bolina	38
2. Estabilidade transversal	38
3. Força de resistência lateral	43
4. Resistências	46
a. <i>Resistência de formação de ondas</i>	46
b. <i>Resistência devida ao abatimento</i>	54
c. <i>Resistência devida ao adornamento</i>	54
d. <i>Esquema geral das resistências</i>	55
5. Lançamentos do casco	56





