

A ELEVAÇÃO DO NÍVEL DO OCEANO NO LITORAL
DAS ILHAS SELVAGENS
(ARQUIPELAGO DA MADEIRA)

1. *INTRODUÇÃO*

O objectivo deste trabalho é a pesquisa de testemunhos que evidenciem a elevação recente do nível do mar, no litoral das Ilhas Selvagens (administrativamente incluídas no Arquipélago da Madeira), e os riscos que podem advir das alterações ambientais provocadas por aquele fenómeno.

Por constituírem Ilhas Atlânticas, desde o século XV sob a soberania portuguesa (com excepção do domínio Filipino), e a partir de

cujos acidentes da linha de costa se determina o limite da Zona Económica Exclusiva (ZEE), o conhecimento de qualquer alteração do litoral tem interesse na correcção da linha de costa, facto que sempre tem preocupado as entidades ou os cartógrafos da hidrografia e da náutica marítimas.

A elevação do nível do mar, que recentemente se atribui à expansão térmica da massa oceânica e à fusão dos gelos polares e alpinos (devidas ao aquecimento geral da atmosfera pelo efeito de estufa), está a provocar e provocará, de futuro, uma redução da área emersa das ilhas, directamente pela submersão progressiva dos litorais baixos e, indirectamente, pelos efeitos de recuo da linha de costa provocados pela crescente erosão marinha, em especial nas praias, de areia ou calhau, e nas arribas constituídas por materiais pouco resistentes à erosão mecânica das ondas.

Em termos gerais, a elevação média do nível do oceano, apresentada por vários autores e sintetizada por PIRAZZOLI (1989), é de 1,0 a 1,5 mm/ano e de 1,2 mm/ano no Atlântico Norte, baseado nos cálculos de GORNITZ e outros (1983).

Porém, os movimentos de subsidência ou de levantamento isostático ou tectónico, regionais ou locais, agravam ou compensam, respectivamente, a resultante da elevação eustática. É conhecida a instabilidade subcrustal do bloco submarino que constitui o embasamento das ilhas deste arquipélago, situado no limite da placa africana.

Da síntese que CARVALHO e BRANDÃO (1991) apresentaram sobre a geologia do Arquipélago da Madeira, calcula-se, a partir da altitude a que hoje se encontra a base da camada de calcários recifais miocénicos (Vindoboniano) na Selvagem Grande, um levantamento médio de 0,69 a 0,79 mm/século (7 a 8 micra por ano), o mais baixo valor das restantes ilhas deste arquipélago (7,91 mm/século na Madeira e 1,17 mm/século em Porto Santo).

A ser, ainda, actual o soerguimento das ilhas, este valor é insignificante para compensar a referida elevação do nível do mar neste século, com vestígios históricos no litoral das ilhas povoadas.

De facto, testemunhos históricos, como o posicionamento actual dos engenhos de açúcar da Ilha da Madeira, relativamente à altura máxima das preliameres (MOREIRA, 1987), ou informações de relatos vários (FRUCTUOSO, 1926), apontam para uma aceleração dos processos erosivos no litoral das ilhas, a partir do início deste século. Este fenómeno, que nalguns lugares se relaciona com a actividade humana, é sobretudo uma consequência do aumento rápido da elevação do nível do mar, confirmado em outras costas atlânticas, entre as quais a portuguesa (DIAS e TABORDA, 1989; MOREIRA, 1989 a e b, 1991).

A tendência futura da elevação do nível do mar é apresentada segundo uma variação linear, pelos autores mais optimistas, e por uma variação excepcional, pelos mais pessimistas. Segundo as previsões menos pessimistas o valor daquela elevação pode atingir de 20 a 60 cm no ano de 2050 e de 50 a 70 cm no fim do século XXI, enquanto os mais pessimistas apontam para valores que atingirão 1,38 m em 2050 e 3,68 m em 2100 (PIRAZZOLI, 1989).

Apenas a variação linear da elevação média anual do nível do oceano no Atlântico Norte, de 7 cm em 2050, é suficiente para atingir as plataformas e as planícies litorais baixas, tendo em conta a altura média das preiamares, de 2,45 m acima do zero hidrográfico (CARTA HIDROGRÁFICA DAS ILHAS SELVAGENS, 1938), o que corresponde à altitude de 1,05 m, acrescida do valor da ondulação média do Atlântico Norte junto ao arquipélago, de 3,5 m no Inverno e 2 m no Verão. Se for considerada a ondulação de tempestade, podem ser alcançados sectores mais altos da costa (arribas, fajãs e dunas), e galgados os ilhéus, cuja altitude varia entre 2 e 6 metros.

As características geomorfológicas do litoral das ilhas são um factor determinante no inventário dos potenciais riscos das variações do nível do mar.

Analisadas as formas e os materiais do relevo das Ilhas das Selvagens, verificou-se que, por serem as que apresentam mais extensa plataforma de espraiado, são as ilhas do Arquipélago da Madeira que maior risco de perda territorial oferecem, como se pode avaliar pela diferença entre os valores das áreas emersas em situações de preiamar e de baixamar de águas vivas. As áreas da Ilha Selvagem Pequena e do Ilhéu de Fora, naquelas situações de maré, são, respectivamente, 0,16 e 0,65 km² e 0,071 e 0,29 km² (ROTEIRO DO ARQUIPÉLAGO DA MADEIRA E DAS ILHAS SELVAGENS, 1979).

2. METODOLOGIA E FONTES

Por falta de uma série secular de registos maregráficos, as variações do nível do mar são estimadas indirectamente, a partir de:

— análise das formas actuais do relevo costeiro, no espraiado e na plataforma submersa contígua (infralitoral), com recurso às cartas hidrográficas publicadas (1/50 000 e 1/20 000) e respectivas minutas de levantamento, a fotografias aéreas, ao reconhecimento do terreno, em Setembro de 1990 (com o apoio da Marinha), e aos textos indicados nas referências bibliográficas.

— Análise das plataformas e paleodépósitos litorais elevados (plataformas e depósitos de praias) e submersas (espraiados antigos com modelado subaéreo submerso). Para esta análise contribuíram os textos citados e o reconhecimento do terreno.

— Análise das descrições do litoral e do seu uso, desde o período em que foram descobertas (em especial referentes aos desembarcadouros), de mapas e esboços da costa, e gravuras e fotografias antigas (coleção de fotografias antigas dos Irmãos Perestrello, Funchal).

Esta última abordagem metodológica, que para a Ilha da Madeira se revelou frutífera, para o estudo das variações históricas do nível do mar nas Selvagens, foi menos eficaz, dada a diminuta importância económica daquelas ilhas, ao tempo dos Descobrimentos e, mesmo posteriormente, até aos anos setenta deste século, quando passaram a constituir uma Reserva Natural (através do Decreto-Lei n.º 458/71 de

29 de Outubro de 1971) que se estende à orla marítima das ilhas, até à isobatemétrica de 200 m (ROTEIRO DO ARQUIPÉLAGO DA MADEIRA E DAS ILHAS SELVAGENS, 1979).

3. AS FORMAS LITORAIS

As Ilhas Selvagens ficam situadas a sudeste da Ilha da Madeira, entre $30^{\circ} 09' N$ e $30^{\circ} 01' N$ de latitude e $15^{\circ} 56' W$ e $16^{\circ} 03' W$ de longitude, mais próximas das Ilhas Canárias do que das restantes ilhas do Arquipélago da Madeira (figura 1).

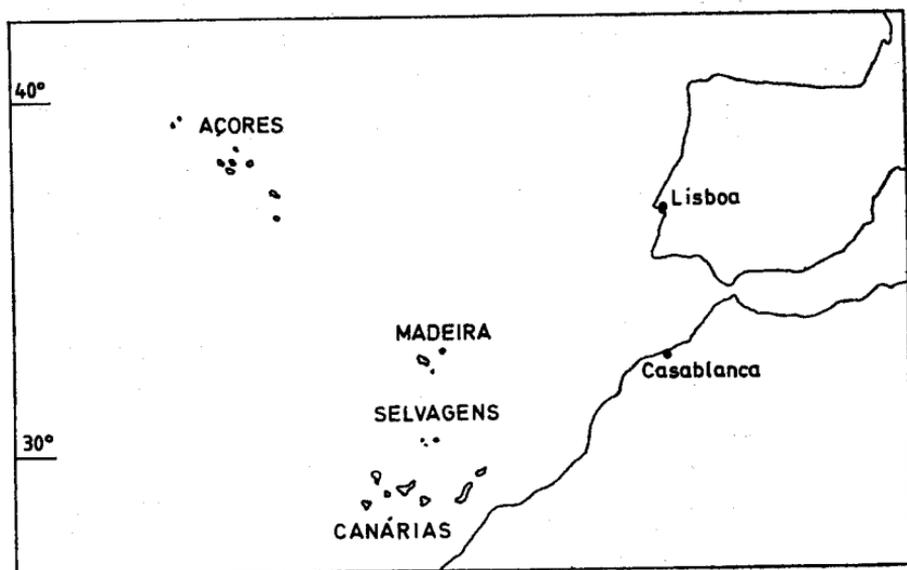


Fig. 1 — Localização das Ilhas Selvagens no Arquipélago da Madeira.

São ilhas vulcânicas que surgiram no topo de um planalto submarino do limite da placa africana, dispostas em dois grupos separados por um vale submarino de cerca de 500 m de profundidade.

O grupo oriental, da Selvagem Grande, é constituído pela ilha do mesmo nome, a maior e a mais alta (136 m), e numerosos pequenos ilhéus que emergem da plataforma e que, tal como numerosos baixios razantes ao nível do mar, ou ligeiramente submersos (e só assinalados pela rebentação), testemunham uma ilha que em tempos recuados fora muito mais extensa, sobretudo para norte, como acontece com a ilha de Porto Santo (SOARES, 1973). Dentre esses ilhéus nomeiam-se os Palheiro do Mar, Palheiro da Terra e Ilhéu Preto.

O grupo ocidental, da Selvagem Pequena, é constituído pela ilha do mesmo nome (também chamada de Pitão Grande), rodeada de pequenos ilhéus, emergentes de uma plataforma de abrasão que é quatro vezes maior que a própria ilha, pelos Ilhéus Grande, Pequeno e do Sul, e por

outro grupo de ilhéus que emergem de uma plataforma rochosa muito pouco profunda, com orientação norte-sul, chamada de Restinga nas cartas hidrográficas, por provocar uma frente permanente de rebentação das ondas. O Ilhéu de Fora, o mais meridional desses ilhéus, é o mais alto (18 m); a área da sua plataforma de abrasão é, também, quatro vezes maior que a do próprio ilhéu (figuras 2 B e C). Dos restantes ilhéus da Restinga, citam-se os Ilhéus do Norte, os Ilhéus Redondo e Comprido e o Ilhéu Alto, que são os mais extensos e altos.

Em todas as ilhas e ilhéus a forma dominante no litoral é a arriba (figuras 2 A, B e C), mais ou menos alta e escarpada, anexa a plataformas de abrasão talhadas em rochas fonolíticas porfiróides do complexo vulcânico inferior (ZBYSZEWSKI e outros, 1979; CARVALHO e BRANDÃO, 1991), entrecortadas por estruturas filonianas de rochas básicas ou de arenitos calcários, que ora se evidenciam como ilhéus ou baixios, ora resultam em caneiros estreitos, resultantes da erosão e/ou alteração dos materiais do preenchimento filoniano (figuras 3 A, B e C).

A Selvagem Grande emerge como um planalto encimado por restos de cones vulcânicos e depósitos sedimentares, e é limitada por uma arriba contínua com 50 a 100 m de altura (figura 2 A), talhada em materiais que abrangem os três complexos geológicos das ilhas: fonolitos porfiróides e brechas vulcânicas do complexo vulcânico inferior, da base até cerca de 60 a 70 m, arenitos calcários recifais do complexo sedimentar miocénico, dos 70 aos 80 m, e tufos, cinzas, escórias e escoadas basálticas do complexo vulcânico superior, no topo (figuras 3 A e B. BRAVO e COELHO, 1978).

No sopé das arribas desenvolve-se, em orla descontínua, a plataforma entremarés de abrasão. Quase inexistente na costa setentrional, é constituída por retalhos estreitos, na costa meridional e nas enseadas abrigadas (Enseadas das Pedreiras, da Fonte das Galinhas, da Atalaia, do Ilhéu Preto; figuras 2 A e 3 A e B).

No modelado das arribas, independentemente das irregularidades no perfil devidas a variações litológicas, em especial à presença de filões, salientam-se: a ocorrência de furnas escavadas por processos marinhos, entre 2 e 4 m de altitude, a presença, em alguns recôncavos das enseadas, de exiguos patamares talhados na rocha vulcânica, também entre 2 e 3 m de altitude, com restos de um conglomerado de praia (blocos e calhaus de rochas vulcânicas e matriz carbonatada) que ainda ocorre sobre saliências da plataforma de abrasão, nas duas Selvagens (figuras 3 A, B e C) e em outras ilhas dos Arquipélagos da Madeira (MOREIRA e DANTAS, 1989) e das Canárias (BRAVO e COELHO, 1978; TALAVERA, 1978).

Estes depósitos de praia antiga, datado de 39 000 a 43 000 BP, em Porto Santo (CARVALHO e BRANDÃO, 1989), tal como algumas furnas soerguidas (figura 2 A), relacionam-se com um nível do mar que estaria cerca de 1 m acima do actual.

A posterior descida do nível do mar até um máximo de 2 a 2,5 m abaixo do nível actual, deixou, em posição de espraiado, uma larga plataforma de abrasão, que, por alteração e escavamento mecânico dos alinhamentos e cruzamentos de filões, foi modelada em marmitas cilín-

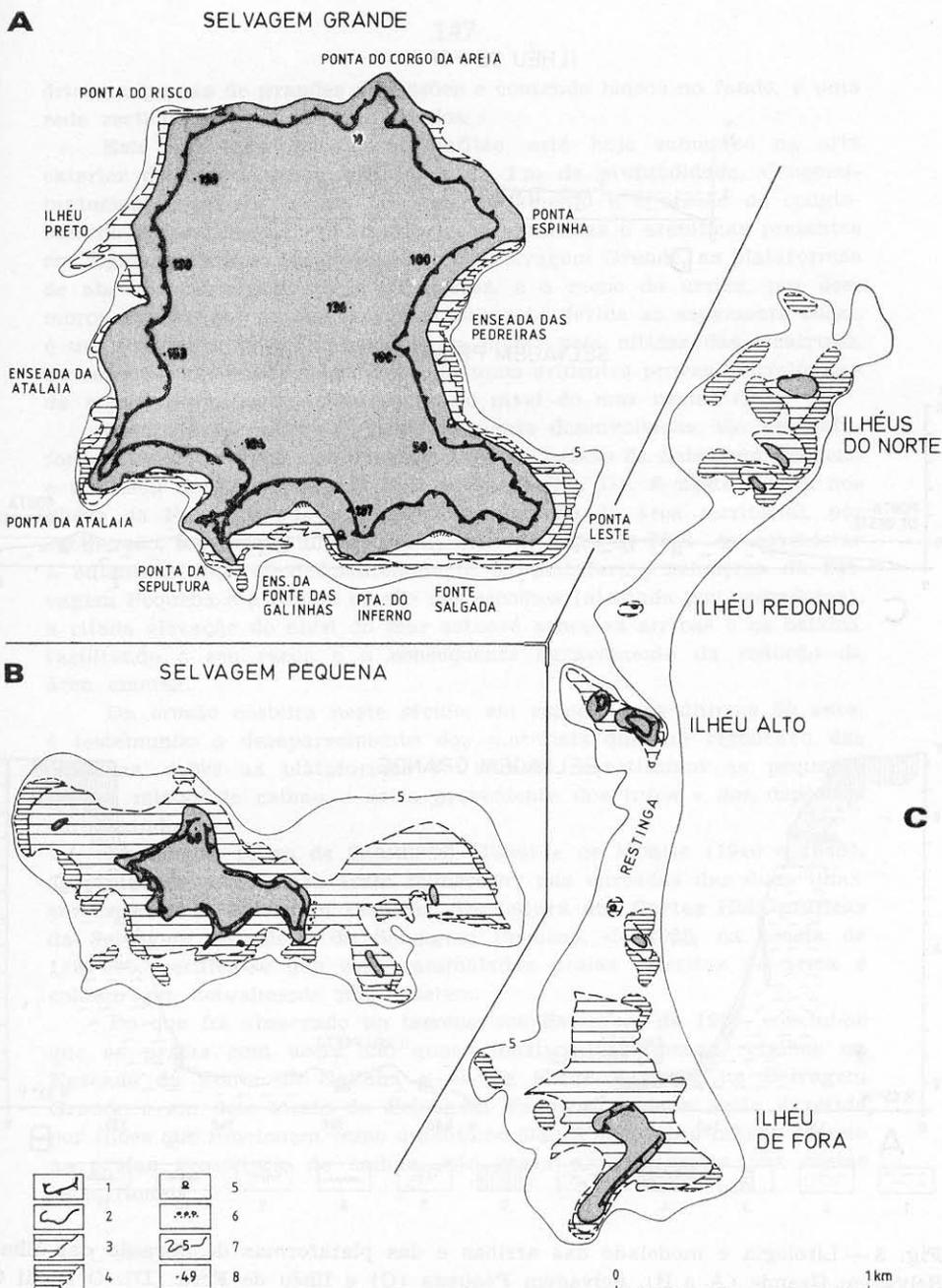
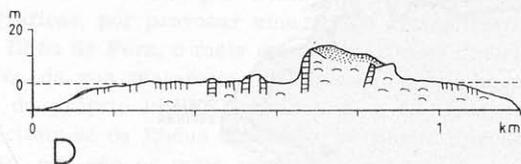
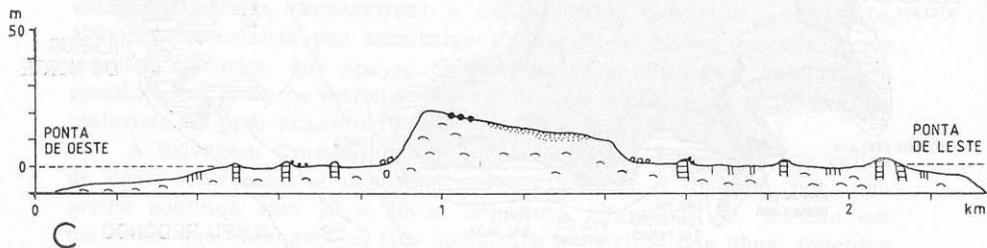


Fig. 2 — Aspectos geomorfológicos do litoral das Ilhas Selvagens. A — Selvagem Grande. B — Selvagem Pequena. C — Ilhéu de Fora. 1 — Topo da arriba. 2 — Linha de costa. 3 — Plataforma de abrasão. 4 — Plataforma submersa com modelado mesolitoral. 5 — Gruta. 6 — Praia de areia, calhau e blocos. 7 — Isobatimétrica (em metros). 8 — Altitude (em metros)

ILHÉU DE FORA



SELVAGEM PEQUENA



SELVAGEM GRANDE

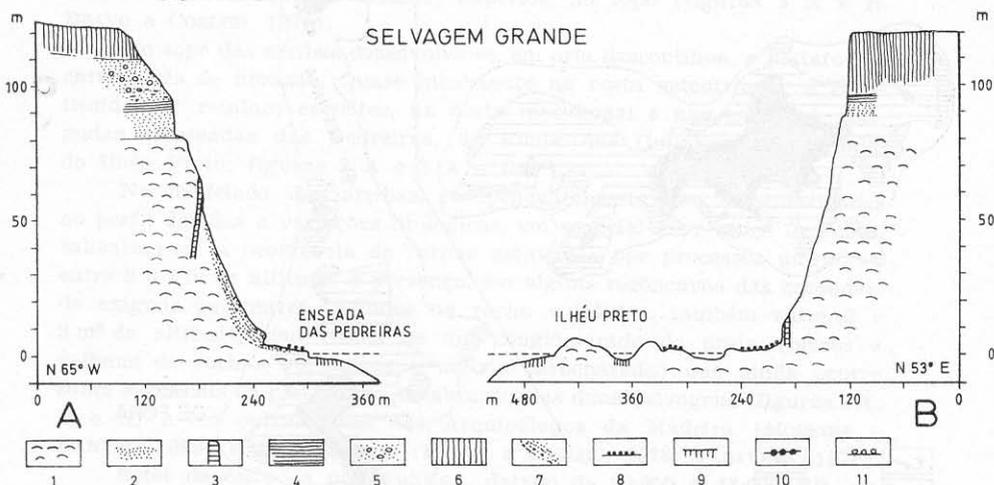


Fig. 3 — Litologia e modelado das arribas e das plataformas de abrasão das Ilhas Selvagem Grande (A e B), Selvagem Pequena (C) e Ilhéu de Fora (D). O perfil C tem orientação de N 70° W e o perfil D, N 25° W. 1 — Complexo fonolítico da base. 2 — Arenito e areias recifais miocénicas. 3 — Dique. 4 — Tufo vulcânico. 5 — Lapilli. 6 — Lava basáltica do Complexo Superior. 7 — Cobertura arenosa. 8 — Conglomerado de praia antiga (18-20 m). 9 — Plataforma com modelado de marmitas e caneiros. 10 — Conglomerado de praia antiga (2-5 m). 11 — Praia de calhaus e blocos.

dricas, algumas de grandes dimensões e contendo blocos no fundo, e uma rede rectorial de caneiros profundos.

Este modelado mesolitoral, anfíbio, está hoje submerso na orla exterior das plataformas, até cerca de 1 m de profundidade. Concomitantemente ocorreu e ocorre o desmantelamento e a erosão do conglomerado de praia antiga e das coberturas arenosas e areníticas presentes em algumas arribas. Na costa norte da Selvagem Grande, as plataformas de abrasão estão totalmente submersas, e o recuo da arriba, por desmoronamentos que se seguem à instabilização devida ao sapamento basal, é um fenómeno actual importante, a julgar pela nitidez das cicatrizes. Os referidos fenómenos constituem as mais evidentes provas morfológicas da erosão consequente da elevação do nível do mar nestas ilhas.

Como já foi referido, particularmente desenvolvidas são as plataformas de abrasão que contornam as arribas baixas da Selvagem Pequena e do Ilhéu de Fora (figuras 2 B e C e 3 C e D). É nesta ilha e nos ilhéus da Restinga que o risco de diminuição da área territorial, por submersão, representa uma perda de mais de cerca de 75 %. Ao considerar a adiantada fase de desmantelamento da plataforma submersa da Selvagem Pequena e a rápida erosão dos escolhos (atestada por pescadores), a citada elevação do nível do mar actuará sobre as arribas e os baixios, facilitando o seu recuo e o consequente agravamento da redução da área emersa.

Da erosão costeira neste século, em especial nos últimos 50 anos, é testemunho o desaparecimento dos materiais que, no recôncavo das enseadas, sobre as plataformas de abrasão, constituíam as pequenas praias, mistas de calhau e areia proveniente dos tufos e dos depósitos carbonatados.

Do que se retira de SARMENTO (1906) e de MORAIS (1940 e 1948), as praias de areia clara eram numerosas nas enseadas das duas ilhas, em especial da Selvagem Pequena. Da leitura das Cartas Hidrográficas da Selvagem Grande e da Selvagem Pequena, de 1938, na escala de 1/20 000, verifica-se que estão assinaladas praias estreitas de areia e calhau, que actualmente não existem.

Do que foi observado no terreno, em Setembro de 1990, conclui-se que as praias com areia são quase inexistentes; apenas retalhos na Enseada da Fonte da Galinha e na da Fonte Salgada, na Selvagem Grande e em dois locais da Selvagem Pequena, onde a areia é retida por filões que funcionam como autênticos diques ou quebra-mares. Mesmo as praias grosseiras, de calhau, são raras e/ou ausentes nas costas setentrionais.

4. CONCLUSÃO

Na dinâmica do litoral destas ilhas não há influência antropogénica, pelo que a erosão é apenas consequência de fenómenos naturais. Desconhecendo-se que as tempestades, no Atlântico Norte, tenham sido mais frequentes ou mais violentas neste século que nos anteriores, atribui-se à recente elevação do nível do oceano, o acelerar da erosão que levou

ao desaparecimento das praias, à redução da superfície dos ilhéus, e ao desaparecimento consecutivo de muitos escolhos, que, nas plataformas de abrasão da Selvagem Pequena e do Ilhéu de Fora constituíam importantes pontos de referência para a navegação dos pescadores.

M. EUGÉNIA S. DE ALBERGARIA MOREIRA

BIBLIOGRAFIA

- BRAVO, T. e COELHO, J. (1978) — «Description Geografica del Arquipelago de las Selvagens». Em *Contribucion al estudio de la Historia Natural de las islas Selvages*. Mus. Cienc. Naturales Sta. Cruz de Tenerife. Aula de Cultura de Tenerife, p. 4-14.
- Carta Hidrográfica das Ilhas Selvagens* (1938) — Escala 1/50 000. Missão Hidrográfica das Ilhas Adjacentes. Instituto Hidrográfico, Lisboa.
- Carta Hidrográfica da Selvagem Grande* (1938) — Escala 1/20 000. Missão Hidrográfica das Ilhas Adjacentes. Instituto Hidrográfico, Lisboa.
- Carta Hidrográfica da Selvagem Pequena e do Ilhéu de Fora* — Escala 1/20 000. Missão Hidrográfica das Ilhas Adjacentes. Instituto Hidrográfico, Lisboa.
- CARVALHO, A. M. G. e BRANDÃO, J. M. (1991) — *Geologia do Arquipélago da Madeira*. Lisboa, Publicações do Museu Nacional de História Natural. 170 p.
- DIAS, J. M. A. e TABORDA, R. (1989) — «Tide-gauge data in deducing sea level rise and crustal movements rate: the Portuguese case». Comun. à Reunião Anual da IGU-CCE, Lisboa. Em publicação em *Journal of Coastal Research*, 1992.
- FRUCTUOSO, G. (1926) — *Saudades da Terra*. Livro 2.^a ed. Prefácio e Notas de Damião Peres. Porto, 322 p.
- GORNITZ, V.; LEBEDEEFF, S. e HANSEN, J. (1982) — «Global sea level changes during the past century». Em D. Nummedal et alie (Edit.), *Sea-Level Fluctuation and Coastal Evolution*. Soc. Econ. Paleontol. Miner., Publicação especial n.º 41, p. 3-16.
- MORAIS, J. C. (1940) — «Arquipélago das Selvagens. Uma missão geológica a bordo do navio hidrográfico Carvalho Araújo». *Memórias e Notícias*, Publicação do Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra, 11 p.
- (1948) — «O Arquipélago da Madeira e Selvagens». *Bol. Soc. Geol. Portugal*, 7, 2-3, p. 1-32.
- MOREIRA, M. E. S. A. (1987) — «Recreation and conservation of the coastal environment of the Madeira Islands». *Ocean and Shoreline Management*, 11, p. 409-425.
- (1989a) — «Geomorphology and sedimentation rates of the tidal mud-flats of the Sado Estuary». Comun. à Reunião Anual da IGU CCE, Lisboa. Em publicação em *Journal of Coastal Research*, 1992.
- (1989b) — «Impacts and responses to sea-level rise in Portugal». Em *Changing Climate and the Coast*, vol. 2. Report to the Intergovernmental Pannel on Climate Change, UNEP, WMO, USEPA, NOAA, p. 293-308.

- MOREIRA, M. E. S. A. e DANTAS, M. G. A. F. (1989) — «A Praia de Porto Santo. Modelado cársico das arribas e plataformas calcareníticas do litoral da ilha de Porto Santo». *Islenha*, 5, p. 97-108.
- MOREIRA, M. E. S. A. (1991) — «A gestão do Ambiente nas áreas húmidas do litoral português». Em *O Ambiente na Península Ibérica. Perspectivas a Montante*, Univ. Trás-os-Montes e Alto Douro, Univ. Internacional, p. 225-238.
- PIRAZZOLI, P. A. (1989) — «Present and near-future global sea-level changes». *Paleogeography, Paleoclimatology, Palaeoecology* (Global and Planetary Change Seaction), 75, p. 441-458.
- ROTEIRO DO ARQUIPÉLAGO DA MADEIRA E ILHAS SELVAGENS (1979) — Instituto Hidrográfico, Lisboa.
- SARMENTO, A. A. (1906) — *As Selvagens*. Funchal, Tip. Camões.
- SOARES, A. F. (1973) — «A formação eolianítica da ilha de Porto Santo». *Memórias e Notícias*, Pub. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra, 75, p. 47-88.
- TALAVERA, F. G. (1978) — «Sobre el Cuaternario marino de la isla Selvagem Pequena». Em *Contribution al estudio de la Historia Natural de las Islas Selvagens*. Mus. Cien. Naturales de Sta. Cruz de Tenerife. Aula de Cultura de Tenerife, p. 37-44.
- ZBYSZEWSKI, G. e outros (1979) — Carta Geológica de Portugal, escala de 1/50 000. *Folha e Notícia Explicativa das Ilhas Selvagens*. Serv. Geol. de Portugal, Lisboa.