

## A TEMPERATURA DO AR E A PRECIPITAÇÃO NA ILHA TERCEIRA, AÇORES, DESDE 1874

Eduardo Manuel Vieira de Brito de Azevedo\*  
Dionísio Afonso Gonçalves\*\*

\*Departamento de Ciências Agrárias, Universidade dos Açores  
9701-851 Angra do Heroísmo, Terceira, Açores, Portugal

\*\* Universidade de Trás os Montes e Alto Douro  
5000-911 Vila Real, Portugal

### RESUMO

No presente trabalho são analisadas as séries históricas da temperatura do ar e da precipitação observada na Ilha Terceira desde o início da observação meteorológica regular no Arquipélago dos Açores. O trabalho teve como objectivo a caracterização da variação inter-anual das duas variáveis estudadas bem como a pesquisa de eventuais indicadores de alterações climáticas observáveis na localização do Arquipélago dos Açores. Foram analisadas as séries da temperatura e precipitação desde o ano de 1874 até ao ano 2000 as quais revelam aspectos singulares, nomeadamente, no que diz respeito à tendência e sazonalidade. Com base na sua interpretação é sugerida uma teoria justificativa do comportamento observado.

### ABSTRACT

This paper presents the interpretation of the historical series for air temperature and precipitation in Terceira Island from the beginning of regular meteorological observations in the Azores Islands. The goal of this work is to characterize the inter-annual variability and search for any evidence of global climate change during the last century in the archipelago area. Time series for those climatic elements from 1874 to the year 2000 are analyzed. Some aspects of trend are also analyzed and commented, and an interpretation for the observations is presented.

### INTRODUÇÃO

Os mecanismos responsáveis pelo clima e pela sua evolução à superfície da Terra ocorrem num sistema complexo em que assumem particular importância as relações astronómicas entre o Planeta e o Sol, bem como entre a atmosfera, as massas de água, as grandes massas de gelo, os continentes, o relevo e os seres vivos. O comportamento global do sistema climático assenta, assim, no equilíbrio dinâmico entre os diferentes subsiste-

mas, pelo que sujeito a constantes processos de controlo e retro-controlo determinados pelo evoluir das respectivas condições forçadoras e de fronteira. Deste modo, uma das principais características do sistema climático será mesmo a capacidade de variar no espaço e evoluir ao longo do tempo em resposta às solicitações dos factores que o condicionam. De facto "O Clima é inerentemente variável" tal como o afirmava Pinto Peixoto em as *Variações do Clima e o Ambiente* (1987), sendo que a evolu-

ção no tempo dos diferentes quadros climáticos globais ou regionais tanto podem decorrer de causas naturais, como as que estiveram na base das grandes variações climáticas observadas ao longo da história do planeta, bem como, em períodos mais recentes, da própria acção do homem (ver Azevedo, 2000). No primeiro caso, as variações climáticas são explicadas com base nas alterações do balanço energético da Terra como resultado da alteração da radiação solar ou dos parâmetros geométricos da sua órbita e inclinação do seu eixo; no segundo, as variações do clima resultam, predominantemente, da acção do homem sobre a composição da atmosfera bem como da sua capacidade em alterar as condições de mobilização e utilização da água e ocupação do solo.

Em ambas as circunstâncias, quer a evolução do clima se fique a dever a causas naturais quer a razões antrópicas, a expressão dessas mudanças acarreta sempre diferenciações regionais muitas delas de sinal contrário. De facto, o clima de cada região evolui de uma forma particular no contexto de circunstâncias específicas decorrentes de factores e mecanismos que interactivam a diferentes escalas. Assim sendo, cada região apresenta um padrão evolutivo do respectivo clima que interessa acompanhar e estudar.

Com o presente trabalho pretende-se contribuir para um melhor conhecimento de dois elementos determinantes do clima local dos Açores, a precipitação e a temperatura, verificar como têm evoluído no tempo e se, de alguma maneira, reflectem as tendências globais anunciadas. São, por con-

seguinte, procuradas pistas e respostas para as seguintes questões frequentemente levantadas pelas populações:

- estarão os padrões da temperatura e da precipitação a alterar nos Açores?;
- serão os verões agora mais quentes e secos e os invernos menos chuvosos e mais amenos?;
- quais os factores e os mecanismos predominantes que podem estar na base das tendências observadas?

## MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho recorre aos Anais do Instituto Infante D. Luís, a algumas edições do Clima de Portugal do mesmo Instituto e aos anuários do Serviço Meteorológico Nacional e do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica. Tendo como base as séries dos valores observados em Angra do Heroísmo desde 1874 (início das observações meteorológicas na ilha com carácter sistemático) foram, no entanto, analisados valores observados noutras estações do arquipélago com o objectivo de testar a homogeneidade das séries utilizadas.

Analisadas as séries da temperatura e da pluviosidade desde o ano de 1874 até 1999 e aplicados os testes de verificação de homogeneidade baseados no número de inversões acima e abaixo da média (*run test*) foi constatada a existência de tendência e de sazonalidade, não se revelando homogéneas na perspectiva de séries temporais com características médias estacionárias.

A validação das séries como representativas das condições observadas num mesmo local, ou em local de características significativamente idênticas, foi obtida com o recurso a curvas de dupla massa (*double-mass curve analysis*).

De toda a série apenas não foi possível tratar os valores correspondentes aos anos de 1880, 1881, 1931, 1933 e 1934 por inexistentes ou os registos se encontrarem incompletos.

## RESULTADOS

### *Temperatura do ar em Angra do Heroísmo desde 1874*

As séries da temperatura média, média das mínimas e média das máximas anuais foram obtidas a partir dos valores médios mensais daqueles parâmetros ao longo do ano

e para todos os anos. A expressão gráfica daqueles registos é apresentada na Figura 1, simultaneamente com as rectas de regressão ajustadas. De acordo com as tendências observadas pode ser constatada uma ligeira tendência negativa em toda a série das temperaturas médias, sendo evidente que esta se deve ao evoluir da série das temperaturas médias das mínimas.

Na Figura 2 é apresentada a evolução da amplitude anual da temperatura, diferença entre os valores anuais das temperaturas médias das máximas e os correspondentes valores médios das temperaturas mínimas. Com o intuito de se eliminar parte do "ruído" resultante da variação aleatória dos valores em torno dos valores médios mais consistentes, foi aplicado a toda a série um filtro utilizando-se para tal o método das

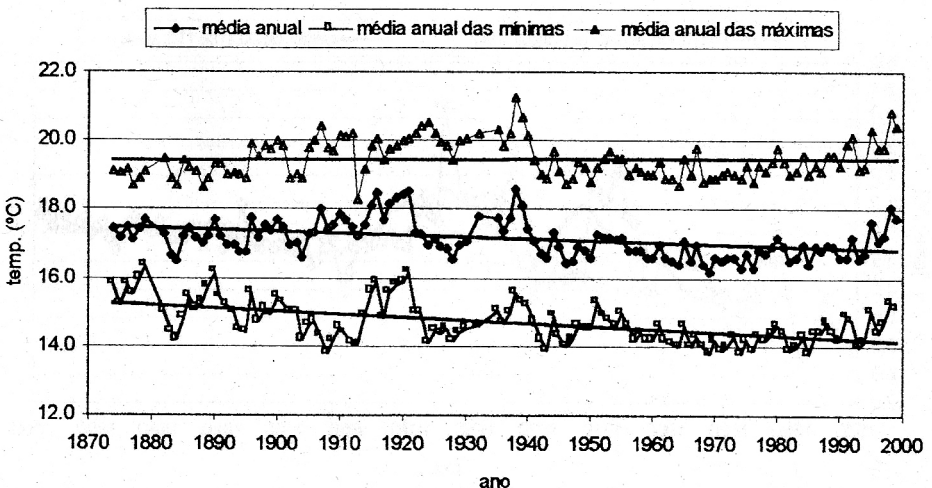


FIGURA 1. Evolução da Temperatura do ar em Angra do Heroísmo desde 1874.

médias deslizantes centradas em dez anos.

A utilização da média da década da temperatura média do ar, valores apresentados na Figura 3, permite-nos, mantendo a evidência da tendência e da sazonalidade, uma relação mais directa entre a variável e o tempo de ocorrência e, ainda, verificar como se comporta a série no seu início e no seu fim. São assim ultrapassados alguns dos inconvenientes que a média deslizante acarreta, nomeadamente, no que diz respeito à confrontação dos valores com o período em que ocorrem.

*A precipitação em Angra do Heroísmo desde 1874*

A série da precipitação total anual apresentada na Figura 4 resulta do somatório das valores totais men-

sais observados ao longo do ano. Tendo em vista facilitar a sua interpretação aqueles registos são apresentados simultaneamente com os valores correspondentes aos obtidos por média deslizante centrada em dez anos. À série original é sobreposta uma recta de regressão. De acordo com o declive desta última pode ser constatada uma ligeira tendência global no sentido positivo.

Embora as designações de período seco e húmido não correspondam nas condições insulares ao significado que assumem noutras localizações, optou-se pela sua utilização com o intuito de identificar o período do ano que mais contribui para a fixação da tendência. Assim, foram agrupados os valores da precipitação dos meses de Outubro, Novembro, Dezembro, Janeiro, Fevereiro, Março e Abril como representativos da esta-

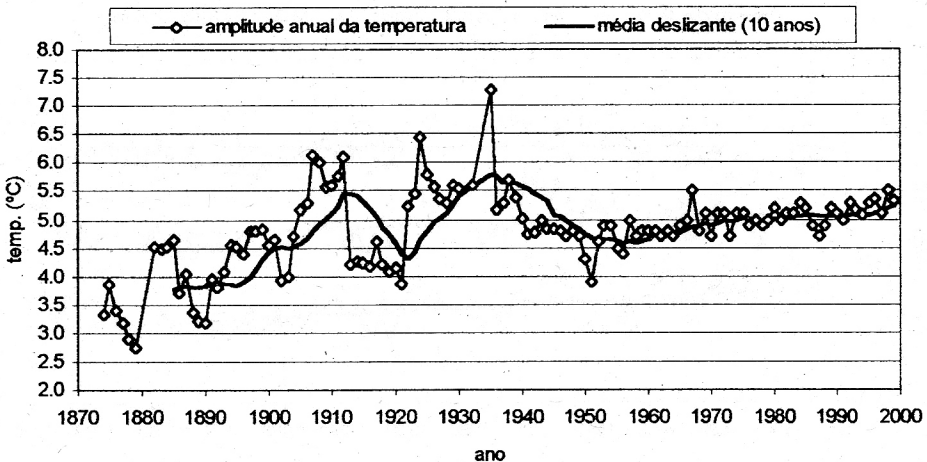


FIGURA 2. Amplitude anual da temperatura do ar em Angra do Heroísmo desde 1874.

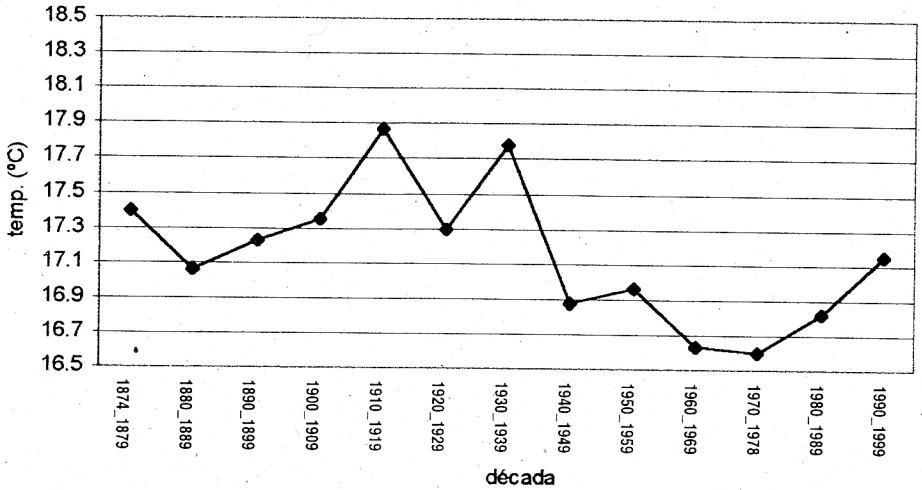


FIGURA 3. Temperatura média na década desde 1874 em Angra do Heroísmo.

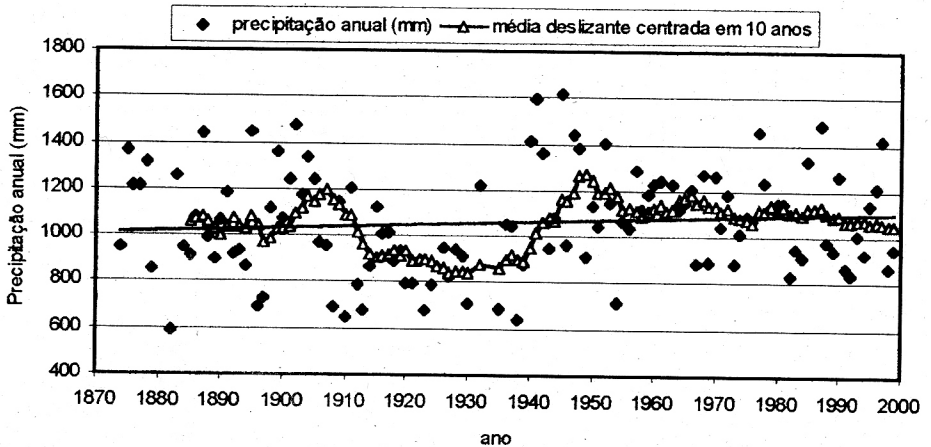


FIGURA 4. Evolução da precipitação anual em Angra do Heroísmo desde 1874.

ção húmida e os dos restantes meses como representativos da estação seca. Na Figura 5 são apresentadas as médias deslizantes centradas em dez anos correspondentes à série dos

totais anuais bem como dos valores totais correspondentes aos dois períodos de tempo identificados como estação seca e estação húmida. A cada uma das séries é sobreposta a

correspondente recta de regressão. De acordo com as tendências observadas pode ser constatada uma tendência positiva, sendo evidente que esta se deve ao evoluir da série da precipitação na estação húmida.

O valor médio na década da precipitação anual é apresentada na Figura 6.

### CONCLUSÕES

A análise dos aspectos descritos e estudados nos parágrafos anteriores permite-nos chegar às seguintes conclusões:

- no que se refere à evolução da temperatura média do ar ao longo dos últimos 121 anos, constata-se que a tendência global da evolução da

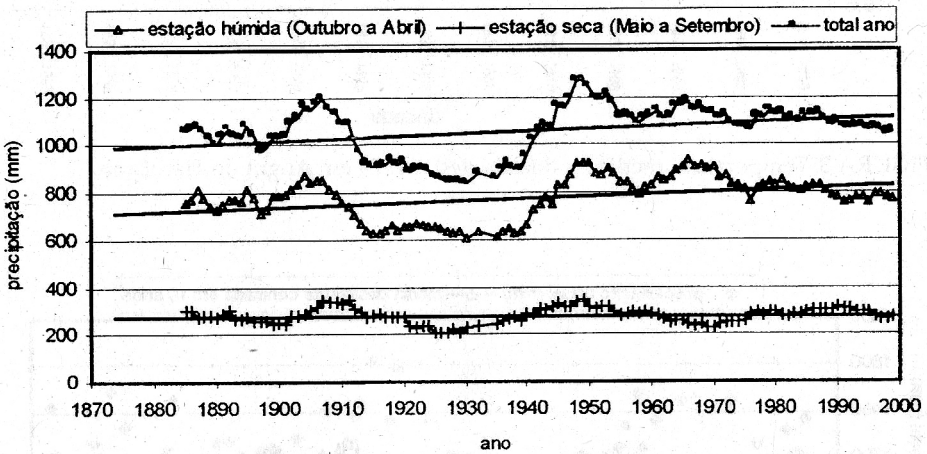


FIGURA 5. Evolução da precipitação anual e nas estações seca e húmida em Angra do Heroísmo desde 1874.

temperatura tem sido negativa, verificando-se, no entanto, uma ligeira inflexão nas duas últimas décadas. Esta tendência resulta de uma alteração progressiva dos valores mínimos anuais, mantendo-se a série da média das máximas praticamente sem tendência;

- para além da observação da tendência verifica-se um decréscimo da amplitude anual da temperatura particularmente evidente desde meados do século vinte;

- durante o período em estudo já se verificaram épocas cuja temperatura média do ar foi significativamente superior à observada actualmente, nomeadamente, durante a segunda e quarta década do século vinte, tendo a média da primeira década das temperaturas médias anuais atingido 17,9 graus, mais 1,1 grau do que o observado na década de oitenta (considerada globalmente como uma década quente). Aquele pico de aquecimento no

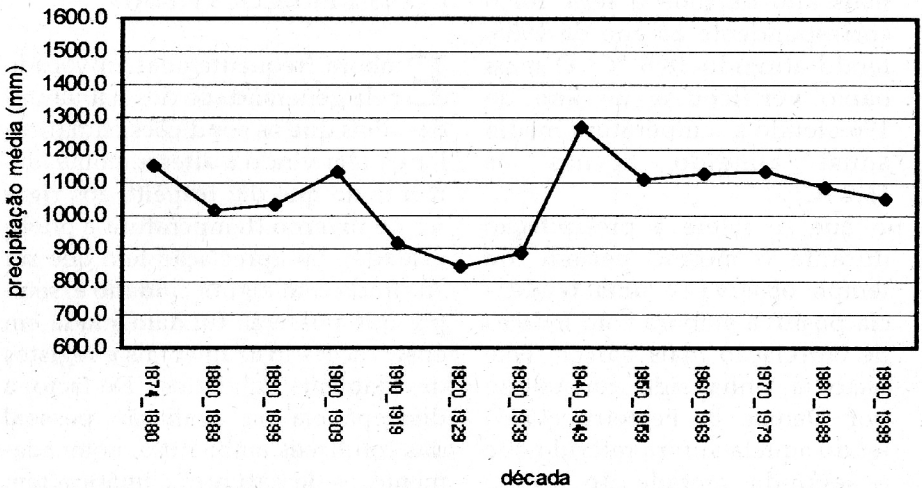


FIGURA 6. Precipitação média na década em Angra do Heroísmo desde 1874.

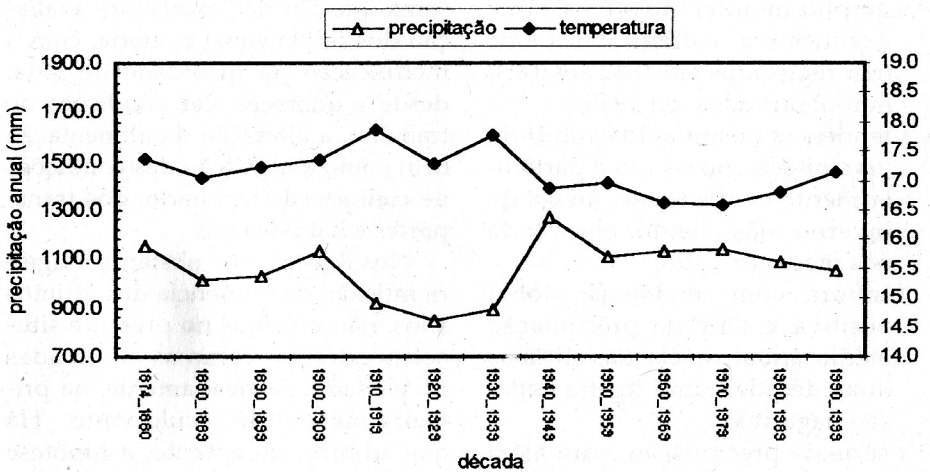


FIGURA 7. Temperatura média e precipitação na década em Angra do Heroísmo desde 1874.

século já foi no entanto identificado em outras regiões do território nacional, nomeadamente, em Montalegre (Gonçalves, 1985);

- as décadas de sessenta e setenta terão sido as mais frias de todo o período em estudo;
- o valor médio da temperatura anual

mais alto de toda a série foi o correspondente ao ano de 1938, tendo atingido 18,6 °C. O mais baixo verificou-se no ano de 1969 tendo a temperatura média anual atingido apenas os 16,2 °C;

- no que se refere à precipitação durante o mesmo período de tempo observa-se uma tendência positiva embora com índices de correlação mais baixos. Este facto já tinha sido constatado por Denise B. Ferreira (1980) tendo aquela autora referido que a segunda metade do século vinte se revelou, de uma forma geral, mais pluviosa em todo o arquipélago;
- a amplitude interanual é bastante significativa variando dos 588 mm registados em 1882 aos 1650 mm observados em 1945;
- a tendência positiva do evoluir da precipitação no século é particularmente evidente nos meses de inverno não sendo observada nos meses de estio;
- embora com tendência global positiva a série da precipitação média anual revela nas últimas duas décadas uma ligeira inflexão negativa;
- a série da precipitação, para além de revelar uma ligeira tendência global positiva, revela também uma sazonalidade evidente mas de sinal contrário à da temperatura. Este aspecto torna-se bem visível quando confrontadas as duas curvas, embora numa base referencial diferente, conforme o gráfico da Figura 7.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora frequentemente invocado pela generalidade dos habitantes das ilhas que as condições climáticas locais têm vindo a alterar, nomeadamente no que diz respeito aos rigores de inverno (temperatura e pluviosidade), tal apreciação tem que ser encarada com algum cuidado e, sempre que possível, fundamentada em observações instrumentais e registos devidamente validados. De facto, a discrepância na avaliação pessoal das condições ambientais, nomeadamente, as de natureza climática, tem muito a ver com a diferente noção do mundo envolvente relacionada com a evolução da idade das pessoas (uma questão de "escala" na avaliação dos fenómenos) e, ainda, com a modificação da qualidade de vida, desde a alteração das condições de trabalho, a alteração da alimentação bem como a alteração das condições de conforto do vestuário, dos transportes e habitacional.

Nos Açores, não obstante a ligeira inflexão da tendência dos últimos anos, não vivemos no presente situações extremas como as observadas no passado, nomeadamente, na primeira metade do século vinte. Há que admitir, no entanto, a hipótese de estarmos no início de um novo ciclo climático.

Eventualmente o clima regional estará sujeito a oscilações de grande amplitude cujo ciclo total (superior a um século) não é abrangido pelo período correspondente ao presente estudo. Pode, assim, estar-se a verificar a partir dos anos setenta uma

inversão da tendência, no sentido positivo no caso das temperaturas e, no sentido negativo, no caso da precipitação. Quanto às razões que determinam as oscilações de "longo curso" ou, pelo menos, aquelas que condicionaram o evoluir da tendência ao longo do período em estudo, é aqui sugerida uma interpretação baseada nos seguintes pressupostos:

- muito embora se verifiquem significativas variações das características climáticas no seu interior, as ilhas não têm dimensão para determinar as grandes condicionantes do seu clima;
- o clima geral das diferentes ilhas, sendo determinado pela sua posição geográfica, é condicionado por dois grandes factores: pelo imenso mar que as rodeia e pelas particularidades da circulação geral da atmosfera na zona do Atlântico Norte onde se situam;
- situado em plena zona subtropical de confrontação frontal o clima do arquipélago dos Açores é fortemente condicionado pelo tipo de massas de ar que o atingem bem como pelos mecanismos associados aos fortes gradientes de pressão e temperatura que as separam, assumindo o evoluir próximo da frente polar, e dos meandros a esta associados, um papel preponderante.

Assim, as tendências observadas e anteriormente descritas poderão ser consequência do fenómeno já referido por Lamb (1972), o qual consiste na deslocação da tendência de posicionamento em latitude dos eixos dos centros de altas pressões

subtropicais reflectindo variações dos gradientes horizontal e vertical da temperatura (mecanismo interpretado pelo modelo de Smagorinsky).

Segundo Lamb (1972), pelo menos de desde há 100 anos (período que abrange o nosso estudo) que se vem assistindo a uma migração latitudinal, no sentido do Sul, do posicionamento médio da célula de Hadley. Desta forma, paradoxalmente, os valores observados poderão reflectir o fenómeno das mudanças globais. De facto, um ligeiro deslocamento para Sul da tendência de posicionamento do anticiclone dos Açores resultante da alteração dos gradientes vertical e horizontal da temperatura implicaria que o arquipélago estivesse mais tempo sujeito a períodos de instabilidade frontal, nomeadamente, mais exposto à actividade da frente polar, às depressões e cristas a ela associadas, e à influência de massas de ar de proveniência mais setentrional.

Esta interpretação, reforçada pelo facto das tendências observadas se situarem no período de inverno, altura em que a influência da frente polar se faz mais sentir, poderá explicar, simultaneamente, o decréscimo da temperatura e o aumento da pluviosidade no arquipélago.

#### LITERATURA CITADA

- ANAIIS DO OBSERVATÓRIO INFANTE  
D. LUÍS, 1874-1900. *Observações de superfície nas estações localizadas nos Açores*. Lisboa.

- AZEVEDO, E.B., 2000. Uma Abordagem ao Estudo do Clima das Regiões insulares. *Atlântida*, 45: 331-338.
- DICKINSON, R.E., 1986. How will Climate Change? *Scope*, 29: 207-269.
- FERREIRA, DENISE B., 1980. *Contribution à l'étude des vents et de l'humidité dans les îles centrales de l'archipel des Açores*. Centro de Estudos Geográficos, INIC, Lisboa.
- GONÇALVES, DIONÍSIO A., 1985. *Contribuição para o estudo do clima da bacia superior do rio Sabor*. Instituto Universitário de Trás-os-Montes e Alto Douro. Monografia, 25 pp. Vila Real
- DE METEOROLOGIA E GEOFÍSICA, 1960-1980. *Anuários Climatológicos - Observações de Superfície*. Lisboa.
- LAMB, H.H., 1972. *Climate Present and Future*, vol.1.- *Fundamentals and Climate Now*, 630 pp. Methuen, London.
- MACHADO, MANUEL S., 1988. *Variações Climáticas*. Monografia n° 4, 20 p.p., INMG, Lisboa.
- MACHTA, L., 1972. Mauna Loa and Global Trends in Air Quality. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 53: 402.
- NILSSON, ANNIKA, 1990. *Salvacion de la capa de ozono*, 24 pp. Sociedad Sueca para la Conservación de la Natureza, Estocolmo.
- SMN, 1945. *O clima de Portugal*. Fascículo IV, *Valores mensais e anuais dos elementos climáticos no período 1901-1930*. Serviço Meteorológico Nacional, Lisboa.
- RICKMERS, A; TODD, H, 1967. *Statistics, An Introduction*, 586 pp. McGraw-Hill Book Company, London.

**AÇOREANA** é a revista da Sociedade Afonso Chaves - Associação de Estudos Açoreanos e visa publicar trabalhos devotados principalmente às diversas áreas da história natural dos Açores.

Os manuscritos, em Português, Francês ou Inglês, incluirão um RESUMO e tradução deste numa daquelas línguas. O formato conformar-se-á com o de números posteriores a 1990. Todas as partes do manuscrito (texto, referências, tabelas, legendas) serão dactilografadas a dois espaços. Nomes de géneros e espécies serão sublinhados; todas as outras indicações serão deixadas ao critério do editor. As ilustrações deverão ser executadas de forma a permitir uma utilização eficiente do espaço útil (página, 130x180 mm; coluna, 63x180 mm); letras e números deverão permanecer perfeitamente legíveis após a redução. As referências no texto seguirão uma das seguintes formas: 'Morelet (1860) descreveu ...' ou '... (Morelet, 1860) ...' ou '... (Morelet & Drouët, 1857; Morelet, 1860; Nobre, 1924, 1930; Martins, 1989a, b; Hawkins *et al.*, 1990).' A bibliografia é listada alfabeticamente e os nomes dos autores repetidos sempre que necessário; os nomes das revistas são apresentados por extenso. A listagem bibliográfica seguirá o formato dos números posteriores a 1990, conforme se exemplifica:

HOUBRICK, R.S., 1990. Anatomy, reproductive biology and systematic position of *Fossarus ambiguus* (Linné) (Fossarinae: Planaxidae; Prosobranchia). In: MARTINS, A.M.F. (Ed.), *The Marine Fauna and Flora of the Azores (Proceedings of the First International Workshop of Malacology, São Miguel, 1988)*. Açoreana, Supplement [2]: 59-73.

LEAL, J.H., & P. BOUCHET, 1991. Distribution patterns and dispersal of prosobranch gastropods along a seamouth chain in the Atlantic Ocean. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 71(1): 11-25.

MORELET, A., 1860. Notice sur l'Histoire Naturelle des Açores suivie d'une description des Mollusques terrestres de cet Archipel, 216 pp., 5 pls. J.-B. Baillière et Fils, Paris.

Tabelas e ilustrações virão após BIBLIOGRAFIA CITADA, constando no manuscrito o lugar apropriado para a sua integração; as ilustrações devem ser numeradas numa série única; as legendas das figuras serão apresentadas separadamente após as ilustrações.

Aceitam-se notas curtas que não deverão exceder três páginas dactilografadas a dois espaços. Normalmente não comportarão sumário ou subtítulos.

Duas cópias completas com tabelas, legendas e ilustrações serão submetidas ao editor, e é desejável uma cópia em disquete ou CD.

SEPARATAS. O primeiro autor receberá 50 separatas grátis; cópias adicionais a preço de custo poderão ser requisitadas no acto da devolução das provas.

CORRESPONDÊNCIA. Manuscritos e correspondência relacionada com a revista deverão ser enviados para o editor, Prof. António M. de Frias Martins, Sociedade Afonso Chaves - Associação de Estudos Açoreanos, Apartado 258, 9501-903 Ponta Delgada, São Miguel, Açores, Portugal.

**AÇOREANA** is the journal of the Sociedade Afonso Chaves - Associação de Estudos Açoreanos and aims at the publication of works devoted mainly to the various areas of the natural history of the Azores.

The manuscripts, in Portuguese, French or English, should include a concise ABSTRACT with a translation of it in one of those languages. The format of the manuscript should follow that of the issues after 1990. All parts of the manuscript (text, references, tables, legends) should be typed double-spaced. Underline all genus and species names; leave all other indications to the editor. The illustrations should be carefully executed to allow full utilization of space (full page, 130x180 mm; one column, 63x180 mm); letters and numbers should remain perfectly easy to read after reduction. References in the text should take one of the following forms: 'Morelet (1860) described ...' or '... (Morelet, 1860) ...' or '... (Morelet & Drouët, 1857; Morelet, 1860; Nobre, 1924, 1930; Martins, 1989a, b; Hawkins *et al.*, 1990).' References are listed alphabetically, the authors' names repeated; journal titles are cited in full. Bibliographic listing should follow the format of the issues after 1990, according to the examples:

HOUBRICK, R.S., 1990. Anatomy, reproductive biology and systematic position of *Fossarus ambiguus* (Linné) (Fossarinae: Planaxidae; Prosobranchia). In: MARTINS, A.M.F. (Ed.), *The Marine Fauna and Flora of the Azores (Proceedings of the First International Workshop of Malacology, São Miguel, 1988)*. Açoreana, Supplement [2]: 59-73.

LEAL, J.H., & P. BOUCHET, 1991. Distribution patterns and dispersal of prosobranch gastropods along a seamouth chain in the Atlantic Ocean. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 71(1): 11-25.

MORELET, A., 1860. Notice sur l'Histoire Naturelle des Açores suivie d'une description des Mollusques terrestres de cet Archipel, 216 pp., 5 pls. J.-B. Baillière et Fils, Paris.

Tables and illustrations should come after LITERATURE CITED, but there should be in the manuscript an indication of their insertion; the legends for the illustrations should be presented separately after the illustrations.

Short notes can also be submitted, not exceeding three pages typed double-spaced. Normally they should not include a summary or headings.

Two copies complete with tables, legends and illustrations should be submitted to the editor and a copy in diskette or CD, is welcomed.

REPRINTS. The first author receives 50 reprints free of charge; additional copies, at cost price, can be ordered when returning the proofs.

CORRESPONDENCE. Manuscripts and correspondence related to the journal should be addressed to the editor, Prof. António M. de Frias Martins, Sociedade Afonso Chaves - Associação de Estudos Açoreanos, Apartado 258, 9501-903 Ponta-Delgada, São Miguel, Açores, Portugal.